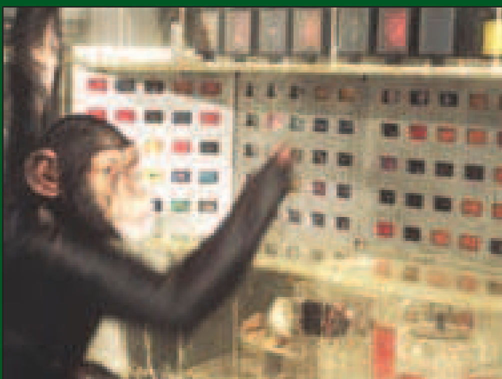
ऑगस्ट – सप्टेंबर ०८

शैक्षणिक

संदर्भ

अंक ५३

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 ५३
ऑगस्ट - सप्टेंबर ०८

पालकनीती परिवारसाठी
निर्मिती आणि वितरण : संदर्भ

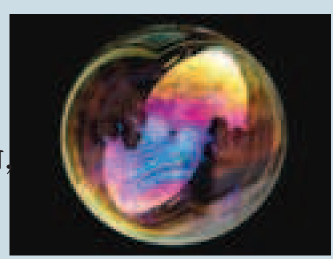
पत्ता : संदर्भ, १३१/२९, वंदना अपार्टमेंट्स,
ब्लॉक नं. ९, आयडियल कॉलनी,
कोथरूड, पुणे ३८. दूरध्वनी : २५४६१२६५
ई-मेल : sandarbh.marathi@gmail.com

पोस्टेजसहित
वार्षिक वर्गणी रु. १२५/-

अंकाची किंमत : रुपये २०/-

लाना चिंपांझी भाषा आणि संगणक याबाबत
वाचा पान .... वर

फळांमधली गोडी आणि इतर पोषक तत्त्वं
यांच्याबद्दल पाहूया पान /....वर



साबणाच्या फुग्यांचा आकार आणि रंग तर
आकर्षक असतोच, तितकेच आकर्षक असते,
त्यात पडणारे प्रतिबिंब. पान.......

अनुक्रमणिका

शैक्षणिक संदर्भ अंक – ५३

- अमृताची गोडी ३
- हवामान बदल व शाश्वत ऊर्जा भाग – ७ .... ११
- माकडाच्या हातात संगणक १५
- ऑक्सिजनचा शोध कोणी लावला ? २६
- कीटकांची पचनसंस्था २९
- बुडबुडे साबणाचे व शब्दांचे ३८
- दक्षिण ध्रुवाकडे ४०
- नवचित्रकलेचा प्रणेता – पॉल गोगँ ४७
- पिजनहोल तत्त्व ५१
- सजीवांची उत्क्रांती भाग – १ .... ५४
- पृथ्वीचे परिभ्रमण आणि ऋतू ६५
- तो एक सागरपक्षी ६८

हे लेख शालेय पाठ्यक्रमाला पूरक आहेत.

– संदर्भचे प्रतिनिधी –

१) श्री. नंदलाल जोशी, चंद्रमा – १७ ब, अंकुर, महाबँक सोसायटी, सावेडी रोड, अहमदनगर ४१४ ००१. फोन – ०२४१–२३२३६०७

२) श्री. राजेंद्र गाडगीळ, सृजन व्यक्तीमत्त्व विकास प्रकल्प २३७, शिवाजीनगर, जळगाव – ४२५ ००१, फोन – ०२५७–२२२३९७१, मो. : ९४२३९७३११५

३) श्री. प्रकाश खटावकर, ३०४, सोमवार पेठ, सातारा, फोन – ९४२११२१३१९

४) श्री. शरद जोशी, ग्रंथ प्रसारक, अमर कल्पतरु को–ऑप. सोसायटी, देवी चौक, शास्त्रीनगर, डोंबिवली, (प.) जि. ठाणे फो–०२५१–२४८६९६७

५) सौ. स्मिता जोगळेकर, एम–२५२, रिझर्व्ह बँक क्वार्टर्स, नॉर्थ ॲव्हेन्यू, सांताक्रुझ प.मुंबई–५४ फो – ०२२– २६६०२९४७

६) श्री. अरूण केशव खाडीलकर, १३ अ, आनंदवन हौसिंग सोसायटी, आरटीओ ऑफीसजवळ, विजापूर रोड, सोलापूर – ४१३ ००४ फो – ९८५००९३६२३

७) राजीव तांबे, ए/२०२, पूर्णिमा दर्शन, श्रीखंडे वाडी, डोंबिवली – ४२१ २०१ email : rajivcopper@yahoocom.in

८) समुचित एन्व्हायरो–टेक प्रा.लि., फ्लॅट क्र.६, एकता पार्क को.ऑप.हौ. सोसा. निर्मिती शोरूममागे, लॉ कॉलेज रस्ता, पुणे ४११ ००४. फो – ०२०–२५४६०१३८

९) साधना मीडिया सेंटर, ४३१ शनिवार पेठ, वीर मारुती मंदिराजवळ, पुणे ३०.

ऑगस्ट २००८ मध्ये संदर्भ १० व्या वर्षात पदार्पण करीत आहे. नुकताच संदर्भचा ५० वा अंकही प्रकाशित झाला. अंक दिवसेंदिवस अधिकाधिक दर्जेदार करण्याचा आमचा प्रयत्न असतो.
अर्थात आपण वाचक, आमचे सर्व लेखक आणि हितचिंतक यांच्या सहकार्यानेच हे शक्य होत आहे.
आपल्याला मनःपूर्वक धन्यवाद.

अमृताची गोडी

लेखक : अर्चना घोडे ● **रूपांतर** : यशश्री पुणेकर

नुकताच मे महिना संपला आहे. या दिवसात कलिंगड, फणस, जांभूळ, पेरू या सगळ्या फळांबरोबरच फळांचा राजा आंबाही मनसोक्त खायला मिळतो. केळं हे तर बारा महिने मिळणारं फळ. संत्रं, मोसंबं, द्राक्षं अशी आंबट गोड चवीची फळं, चिकू, सफरचंद अशी गोड फळं, आवळ्यासारखी तुरट फळं, किती विविध प्रकार आहेत !

फळ म्हटलं की आपल्या डोळ्यापुढे झाडापासून मिळणारी गोड, रसाळ गोष्ट उभी राहते. एखाद्या वनस्पतीशास्त्रज्ञाला विचारलं तर तो म्हणेल. 'फळ म्हणजे फुलं असलेल्या वनस्पतीमधील पक्व बी धारण करणारं अंडाशय.'

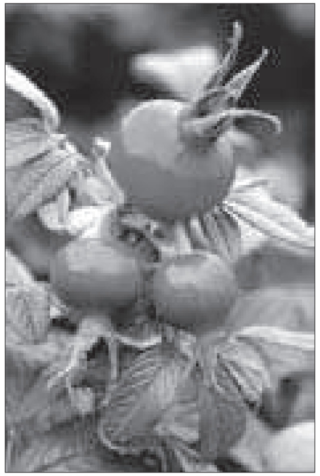
वनस्पती शास्त्रानुसार दाणे, फळभाज्या, बोंडं इत्यादी खरं तर फळं म्हटली पाहिजेत. फळ हा झाडाच्या पुनरुत्पादनाचा अंतिम टप्पा आहे. याची सुरुवात होते ती बी पासून. फुलामधील अंडकोशात स्त्रीबीज असते. हे स्त्रीबीज परागकणांमुळे फलित होते. असे फलित स्त्रीबीज म्हणजे बी. फळ हे बीला संरक्षण देणारे आवरण असते.

फळांचे अनेक प्रकार आहेत. त्यांचं वर्गीकरण अनेक पद्धतींनी करता येतं. काही फळं गरयुक्त असतात तर काही रसाळ असतात. काही शुष्क (कोरडी) तर काही जड, जाड कवच असणारी. बीजप्रसार होण्यासाठी मूळ झाडापासून फळ किंवा बी लांब जावं लागतं. फळ लांब जाण्यासाठी ते झाडावरून पडून गडगडत जातं, वाऱ्याबरोबर किंवा पाण्यातून वाहून नेलं जातं. बीजप्रसार ज्या मार्गाने होणार असेल त्या प्रमाणे फळाची रचना असते. काहींना पंखासारखा अवयव असतो. उदा. चंदनचारोळी किंवा प्राजक्त. तर काही फळांना शेपटीसारखा – काटेसावरीच्या बियांना म्हाताऱ्या असतात तसा.

फळांच्या प्रकारावरून झाडांना ओळखणं सोपं जातं. बिया कधी तयार होतील याचाही अंदाज करता येतो. काही फळं झाडांच्या फुलांव्यतिरिक्त इतर अवयवांपासून तयार होतात. त्यांना उपांगफळ असं म्हणतात. स्ट्रॉबेरी हे उपांगफळाचं उदाहरण आहे. सफरचंद आणि नास्पती ही पण वेगळ्या

फळं आणि त्यांचं वर्गीकरण.

फळांचे मुख्यत: दोन गट आहेत, गरयुक्त फळं आणि शुष्क फळं. गरयुक्त फळांचे दोन उपगट आहेत. एका फुलापासून तयार झालेलं फळ आणि फुलांच्या गुच्छापासून



(inflorescence) तयार झालेलं फळ. त्यांच्यामध्ये एक बी असेल किंवा अनेक बिया असू शकतील.

एका फुलापासून तयार झालेल्या गरयुक्त फळांचं वर्गीकरण असं.

मृदुफळ उदा. टोमॅटो, गुजबेरी

एक बी असलेली – चेरी, अलुबुखार

अनेक बिया असलेली – रासबेरी, तुती.

गरयुक्त – सफरचंद, नास्पती

रसयुक्त – सर्व लिंबू वर्गीय फळं.

अनेक फुलांपासून बनलेली गरयुक्त फळे जेव्हा फुलांच्या गुच्छातील प्रत्येक फुलाचं रूपांतर फळात होतं तेव्हा हा फळांचा समूह तयार होतो. ही सर्व फळं एकत्रितपणे वाढतात. आपल्या नेहमीच्या पाहण्यातलं उदाहरण म्हणजे फणस, अननस आणि अंजीर.

शुष्क फळांचेही गट

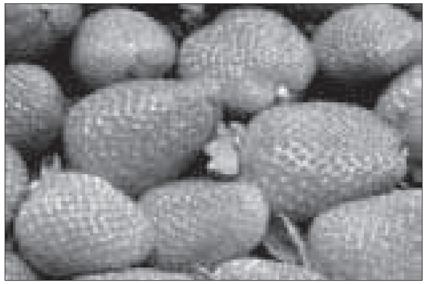
स्फुटनशील (Dehiscent); या फळांमधील बिया बीजकोशातून फुटून इतस्तत: पसरतात. या फळांमध्ये बिया एका पेटीसारख्या अवयवात असतात. उदा. धनिष्ठा (Delphinium) काही वेळेला बिया शेंगांमध्ये असतात (शेंगवर्गीय भाज्या). तर कापसासारख्या वनस्पतीत त्या कोशात असतात. काही लोक याचेही उपगट करतात.

अस्फुटनशील (indehiscent) : या फळांमध्ये फुटणारा बीजकोश नसतो. यातील उपप्रकारात नेहमी आढळणारी सूर्यफूल, डेलिया इ. फुलझाडं असतात. या गटाला कृत्स्नफल (Achene) म्हणतात.

पुढचा उपगट आहे दाणे (Nut) स्वरूपात असलेल्या बियांचा.

तिसरा सपक्ष कृत्स्नफलाचा (samara) उदा. मेपल.

चौथा गट गहू, तांदूळ, राय, बार्ली, मका इ. तृणधान्य.



प्रकारची आक्रांत (pome) वर्गातली फळं आहेत. या फळांमध्ये गाभा (core) हेच खरं फळ असतं आणि भोवतीचा गरयुक्त भाग म्हणजे पुष्पासन (receptacle) असते.

आपल्या शरीरात ८०% पाणी असतं तसंच फळांमध्येही ८०% पाणी असतं. आपल्या शरीरासाठी पोषक तत्त्वं फळं आणि भाज्यांमधून मिळतात. मुख्य म्हणजे सगळी फळं कोलेस्टेरॉल विरहीत असतात. तुम्हाला आणखी महत्त्वाची गोष्ट माहितीय का ? फळांमध्ये असणाऱ्या कॅल्शियम, पोटॅशियम, लोह आणि अनेक जीवनसत्त्वामुळे फळं ही मेंदूला इंधन पुरवणारी मुख्य स्रोत आहेत. कर्बोदकं, जीवनसत्त्वं आणि पाणी हे आपल्या आहारातले महत्त्वाचे घटक आपल्याला फळांमधून मिळतात.

फळं आणि फळं :

संत्र : पिवळ्या केशरी रंगाचं आंबट गोड रसाळ संत्र तुम्ही आवडीनं खाता. संत्र, लिंबू अशा आंबट गोड फळांमध्ये 'क' जीवनसत्त्व भरपूर प्रमाणात असतं. आपल्या रोजच्या 'क' जीवनसत्त्वाच्या गरजेपैकी दोन तृतीयांश जीवनसत्त्व एका संत्र्यांतून मिळते. लिंबूवर्गीय फळांमधील आम्लांमुळे आपल्या पचनसंस्थेची स्वच्छता होते. कच्च्या, आंबट असलेल्या फळांमधेही जीवनसत्त्व 'क' विपुल प्रमाणात असते. पण ती खाता येत नाहीत. पण ती लोणची आणि मार्मालेडमध्ये छान लागतात.

केळी : भारतात सर्वात जास्त खाल्लं जाणारं फळं म्हणजे केळं. मऊ, गरयुक्त गोड केळी सर्वांना परवडणारी असतात. मुख्य म्हणजे मानवी शरीराला आवश्यक सर्व घटक केळ्यात असतात. आपल्या शरीरात प्रथिनं तयार करणारी सुमारे आठ प्रकारची अमायनो आम्लं तयार होऊ शकत नाहीत. ती आपल्याला आहारातूनच घ्यावी लागतात (essential proteins). ती सर्व

अमायनो आम्लं केळ्यात आढळतात. याखेरीज चोथा (तंतूमय पदार्थ), पोटॅशियम आणि जीवनसत्त्व 'क' केळ्यातून मिळतं.

आपल्या शरीरांतर्गत यंत्रणेला चालना देण्याचं काम पिकलेली केळी करतात. त्यामुळे बद्धकोष्ठतेला आळा बसतो.

भारतात केळ्यांचे विविध प्रकार पहायला मिळतात. काही प्रकारात केळ्यात बिया असतात तर काही बियारहित असतात.

फ्रूटबनाना, डेझर्टबनाना असे केळ्याचे प्रकार सर्रास आढळतात. पण १५ ते ३० सें.मी. लांब, पिवळ्या रंगाची, सालीवर किंचित काळे डाग असलेली केळी अगदी रोज खाल्ली जातात. ८ ते १० सें.मी. लांबीची जरा लहान केळी ॲपलबनाना नावाने ओळखली जातात. ही सुद्धा पिवळी असतात आणि लौकर पिकतात. सोनकेळी किंवा बेबीबनाना नावाने प्रसिद्ध असलेली, ६ ते ८ सें.मी. लांबीची केळी थोडी आंबट गोड असतात. काही केळी मोठी, हिरवी तर काही लालसर रंगाची असतात. लाल केळी दक्षिण भारतात आढळतात. ती कच्ची खाता येत नाहीत. पण त्यात भरपूर प्रमाणात कॅरोटिन (व्हिटॅमीन A निर्माण करणारा घटक) आणि जीवनसत्त्व 'क' असते.

आंबा : नाव काढताच तोंडाला पाणी सुटलं ना ! आंब्याचा तो कोयरीसारखा आकार, पिवळाकेशरी सुंदर रंग आणि मनमोहक सुगंध. नुसत्या वासाने आणि दर्शनाने आपल्याला तृप्त करणारा फळांचा राजा आपल्या रसनेलाही अतीव आनंद देतो. पोषणदृष्ट्याही आंबा एक उच्च प्रतीचं फळ समजलं जातं. यामध्ये जीवनसत्त्व ब, क, लोह आणि तंतुमय पदार्थ भरपूर प्रमाणात असतात. याचं शास्त्रीय नाव Manga Indica. यावरूनच कळतं की आंब्याची जन्मभूमी भारत आहे. आता आफ्रिका, दक्षिण अमेरिका अशा उष्णप्रदेशीय देशातही आंबा पिकतो. भारतभर आंब्याच्या असंख्य जाती पहायला मिळतात.

फणस : फणस घरात कुठेही ठेवला तरी त्याचा वास सगळीकडे पसरतो. या फळात २५० पेक्षा अधिक अल्कलॉईडस् (क्षाराभ) असतात. पिकलेल्या फणसाचं वजन २५

किलोपर्यंत असू शकतं. जीवनसत्त्व ब व क बरोबरच यात भरपूर प्रमाणात ऊर्जा असते. याचे शास्त्रीय नाव Artocarpus heterophyllus, हे देखील भारतातलेच फळ आहे.

अननस : उष्ण प्रदेशात आढळणारं आणखी एक फळ म्हणजे अननस. पाईन कोनसारखं दिसणारं आणि सफरचंदासारखा गर असणारं फळ पाईनॅपल म्हणूनही ओळखलं जातं. जर्मन भाषेतही अननस असंच याचं नाव आहे. अननसाचं झाड किंवा झुडूप नसतं. काटेरी पात्यासारख्या पानांचा गुच्छ असतो. या गुच्छाच्या मध्यभागी अनेक फुलांपासून गोलाकार अननस तयार होतो.

सफरचंद : रोज एक सफरचंद सर्व आजारांना (डॉक्टरला) दूर ठेवतं, या अर्थाची एक इंग्रजी म्हण आहे. अतिशय पोषक असलेल्या या फळात भरपूर प्रमाणात लोह असतं. कापलेलं सफरचंद थोड्या वेळात काळं पडतं ते या लोहामुळेच. सफरचंदाचा गर आपण खातो ते खरं तर पुष्पासन (receptacle) असतं. या फळात खनिज पदार्थ आणि जीवनसत्त्व अ भरपूर असतं. हे फळ आपण कधीही, अगदी आजारी असताना खाल्लं तरी काही बिघडत नाही.

द्राक्षं : द्राक्षाशिवाय फळांबद्दलचं बोलणं पुरं कसं होणार ? खूप प्राचीन काळापासून द्राक्षं आपल्याला माहिती आहेत. (राजे रजवाड्यांच्या चित्रांमध्ये ती हमखास

फळांचे अंतरंग

	ऊर्जा कि./कॅ.	पाणी %	चोथा	प्रथिन	शर्करा	जीवनसत्त्व A	C	B_1	B_2	B_6	E
सफरचंद	४९	८४	२.३	०.४	११.८	२	१५	०.०२	.०१	.०५	.५
केळी	८८	७६	२.७	१.२	२०.४	३	१०	.०४	.०३	.३६	.३
गाजर	११	९२	३.३	०.६	२.२	३१२	२	.०३	.०४	.०८	.२
खजूर	३००	२०	७.५	०.२	७३	०	०	.०५	.१०	.१०	.७
अंजीर	८०	८०	२	१	१९	१०	३	.०६	.०५	.११	०
द्राक्ष	६४	८३	२.२	०.६	१५.५	०	३	.०३	.०१	.०८	.७
पेरू	७२	८१	५.३	१	१७	३०	२१८	.०४	.०४	.१४	०
गुजबेरी	४०	८८	३.२	१	९	०	३०	.०२	.०१	.०८	.४
लिंब	३७	९१	०.३	०	७	०	४०	.०३	.०२	.०८	०
लिची	७६	८२	१.५	१	१८	०	३९	.०५	.०५	०	०
मॅडेरीन	४२	८८	१.९	०.९	९.५	१२	३०	.०८	.०३	.०८	.४
आंबा	६०	८४	१	०	१५	२१०	५३	.०५	.०६	.०१३	१
भोपळा	२९	८९	०.६	०.९	६.३	७	३२	.०५	.०२	.१०	.२
संत्र	४७	८७	१.८	१	१०.६	२	४९	.०७	.०३	.०६	.१
पपया	३२	९१	०.६	०	८	४०	४६	.०३	.०४	.०४	०
पीच	३६	८९	१.४	१	७.९	१५	७	.०१	.०२	.०२	०
नास्पती	४७	८६	२.१	०.३	११.५	०	४	.०१	.०१	.०२	.१
अननस	५०	८४	१.२	०.४	१२	२०	२५	.०७	.०२	.०९	.१
डाळिंब	८१	८२	३.४	१	१७	१०	७	.०५	.०२	.३१	०
प्लम	४२	८४	२.२	०.८	९.६	१८	५	.०२	.०३	.१०	.७
कलिंगड	३६	९३	०.६	१	८	३०	६	.०४	.०५	.०७	०
स्ट्रॉबेरी	२३	९१	२.२	०.७	५.१	१०	६०	.०२	.०३	.०६	.४
टोमॅटो	११	९७	१.४	०.९	१.९	१४०	१५	.०५	.०२	.०८	.७

वरील तक्त्यात प्रति १०० ग्रॅम फळात चोथा, प्रथिन आणि शर्करा हे ग्रॅम मध्ये दिले आहे. जीवनसत्त्व अ मायक्रोग्रॅम मध्ये तर बाकी सर्व मिलीग्रॅम मध्ये दिले आहेत. हा तक्ता अमेरिकेतील निवो फाऊंडेशनच्या न्युट्रिशन सेंटरने प्रसिद्ध केला आहे.

दिसतात.) या फळापासून दारू (वाईन) बनवण्याचं तंत्रसुद्धा खूप जुनं आहे. जीवनसत्त्व क भरपूर असलेलं हे फळ रसदार असतं.

कलिंगड : कलिंगड हे शास्त्रज्ञांच्या मते मृदुफळ प्रकारातलं फळ आहे. कारण बीजांडाच्या बाहेरचं आवरण बी तयार होताना मऊ आणि गरयुक्त होतं. गोड, रसाळ अशा कलिंगडामुळे उन्हाळा किती सुखद होतो ! कलिंगडाला इंग्रजीत वॉटरमेलन म्हणतात. नावाप्रमाणेच त्यात भरपूर पाणी असते. 'क' जीवनसत्त्व आणि शर्कराही भरपूर असते. तळ्याच्या किंवा नदीकाठच्या वालुकामय जमिनीत उष्णप्रदेशात कलिंगड पिकतं.

टोमॅटो : टोमॅटो हे खरंतर फळ समजलं जात नाही. आपण त्याला भाजी म्हणतो. पण ते फळच आहे. भरपूर प्रमाणात पाणी, शर्करा आणि 'अ' जीवनसत्त्व यातून मिळतं.

ऊर्जा : आपल्या शरीराला काम करण्यासाठी ऊर्जा लागते. ही ऊर्जा किलोकॅलरीजमध्ये मोजतात. भौतिक-शास्त्रात तुम्ही ज्यूल हे नाव ऐकले असेल. एक ज्यूल म्हणजे एका वस्तूला बलाच्या दिशेत एक मीटर हलवण्यासाठी जी ऊर्जा वापरली जाते ती. एक ज्यूल म्हणजे झालेल्या कार्याचे प्रमाण. ४.२ ज्यूल्स म्हणजेच १ कॅलरी. (१००० कॅलरीज = १ किलोकॅलरी) आपल्या कामाच्या प्रकारानुसार, वजन, उंची आणि वयानुसार आपल्याला लागणाऱ्या ऊर्जेचं प्रमाण बदलतं. सोबत दिलेल्या तक्त्यातून तुमच्या लक्षात येईल की फळांपासून आपल्याला भरपूर ऊर्जा मिळते.

शर्करा : फळांमध्ये ही ऊर्जा येते ती शर्करेपासून. या शर्करेला फ्रुक्टोज म्हणतात. फ्रुक्टोज रासायनिक दृष्ट्या ग्लुकोजशी समरूप आहे. दोन्हीचे रासायनिक सूत्र $C_6H_{12}O_6$ आहे पण रचना वेगळी आहे. आपण रोज खातो ती ऊसापासून बनवलेली साखर म्हणजे सुक्रोज. शरीरात या सुक्रोजचे रूपांतर ग्लुकोज आणि फ्रुक्टोज मध्ये होते. ग्लुकोज लगेचच वापरली जाते आणि अतिरिक्त ग्लुकोज पुढील वापरासाठी ग्लायकोजेनच्या रूपात साठवली जाते.

याचेही प्रमाण जास्त झाल्यास ती मेद म्हणून साठते.

केळी, खजूर, द्राक्षं या फळांमध्ये ग्लुकोज आणि फ्रुक्टोज सारख्या प्रमाणात असतात पण सुक्रोज अगदी थोड्या प्रमाणात असते. सफरचंद, नास्पती या फळांमध्ये मुख्यत: फ्रुक्टोज शर्करा असते. बदाम, पीच अशा फळात सुक्रोज भरपूर प्रमाणात असते. फ्रुक्टोज, सुक्रोज किंवा ग्लुकोजच्या तुलनेत दुप्पट गोड असते. म्हणूनच सफरचंद इतकी गोड असतात. फ्रुक्टोजचे शरीरात विघटन अगदी सावकाश होतं. शरीराला पुरेशी ऊर्जा तयार असेल तर फ्रुक्टोजचे रूपांतर ग्लायकोजेन मध्ये केले जाते. जेव्हा जरूर पडेल तेव्हा याचे परत ग्लुकोज मध्ये रूपांतर करून ऊर्जा मिळवली जाते. फ्रुक्टोजचे विघटन सावकाश होत असल्याने रक्तात शर्करेचं प्रमाण अचानक वाढत नाही. रक्तात ग्लुकोजचं प्रमाण जास्त वाढले तर जास्त इन्शुलिन वापरलं जातं. पण फ्रुक्टोजमुळे रक्तातली साखर वाढत नसल्याने मधुमेही लोकांसाठीही ती उपयुक्त ठरते. फ्रुक्टोज भरपूर असलेली फळं अशा लोकांना चालतात.

प्रथिनं आणि स्निग्ध पदार्थ : बरीचशी फळं प्रथिनं मिळवण्याच्या दृष्टीने अजिबात उपयुक्त नसतात. फळांमध्ये (काही अपवाद वगळता) स्निग्ध पदार्थही नसतात. स्वत:च्या आरोग्याबद्दल जागरूक लोकांना त्यामुळेच फळे खाण्याचा सल्ला दिला जातो. त्यामुळे ऊर्जा तर वाढतेच पण मेद साठत नाही.

तंतूमय पदार्थ (fibre) आणि पाणी : धान्याच्या भरड्यात जेवढे तंतुमय पदार्थ असतात (गव्हात प्रति १०० ग्रॅम मध्ये १२ ग्रॅम) तेवढे फळांमधून मिळतात. फळांमधून पाणीही भरपूर प्रमाणात मिळतं. उन्हाळ्याच्या दिवसात शहाळं, कलिंगड, काकडी आणि विविध फळांचे रस आपली तहान तर भागवतातच पण ऊर्जाही देतात.

फळांचे असे अनेक उपयोग आहेत आणि त्यांच्या वेगवेगळ्या चवींमुळे आपल्याला ती खातानाही मजा येते. त्यामुळे फळं आपल्या रोजच्या आहाराचा महत्त्वाचा घटक असायला हवीत.

◆

जंतरमंतर मे-जून ०८ मधून साभार

लेखक : **अर्चना घोडे.**
रूपांतर : **यशश्री पुणेकर.**

हवामान बदल व शाश्वत ऊर्जा

भाग ७

लेखक : सर जॉन हॉटन ● **अनुवाद** : प्रियदर्शिनी कर्वे

हवामान बदलावर मात करण्यासाठी सर जॉन हॉटन काय सुचवतात, ते पाहू या, या लेखात. पहिली गोष्ट म्हणजे, अर्थकारण आणि पर्यावरण या दोन्हीचा विचार एकत्रितपणे करायला हवा. असे म्हणतात, की अर्थकारण ही पर्यावरणाच्या पूर्णतः मालकीची घटक संस्था आहे. २००५ साली युकेचे तेव्हाचे अर्थमंत्री गॉर्डन ब्राऊन यांनी या संकल्पनेची विस्ताराने चर्चा केली आहे. त्यांनी म्हटले आहे -

'परंपरेने पर्यावरणाशी निगडीत मुद्दे - हवामान बदलसुद्धा - हे अर्थकारण आणि आर्थिक धोरणापासून वेगळे ठेवले गेले आहेत. पण हे यापुढे चालणार नाही. बऱ्याचशा पर्यावरणीय समस्या - जमिनीची होणारी धूप ते सागरी संपत्तीचा ऱ्हास, किंवा पाण्याचे दुर्भिक्ष्य ते हवेचे प्रदूषण - या अर्थकारणाशी संबंधित घडामोडींमधून उद्भवल्या आहेत आणि आता भविष्यातील आर्थिक विकासामध्ये अडथळा ठरत आहेत.'

बाजारपेठेचाच विचार करू या. बाजार नेहमी संकुचित दृष्टिकोन ठेवतो आणि किंमतीला लगेच प्रतिसाद देतो. यातूनच गेल्या वीसेक वर्षांमध्ये ऊर्जेची किंमत नियंत्रणाखाली राहिली आहे. पण हे करत असताना बाजार पर्यावरण किंवा इतर घटकांचा अजिबात विचार करत नाही. कार्बन कर किंवा इतर मार्गांनी हे घटक अर्थकारणाशी जोडले जायला हवेत यावर गेली कित्येक वर्षे अर्थतज्ज्ञांचे एकमत असूनही बहुतेक सर्व शासनकर्ते अशा उपाययोजना सुरू करण्यात दिरंगाई करत आहेत. पण जिथे हे यशस्वीरित्या केले गेले आहे असे एक उदाहरण आहे नॉर्वेचे. ज्या खाणींमधून नैसर्गिक वायू काढला जातो, त्यामध्येच कार्बन डायॉक्साइड पंप करून गाडून टाकणे हे नॉर्वेमधल्या कार्बन करामुळे आर्थिक दृष्ट्या परवडते आहे. याच्या उलट उदाहरण आहे विमान व्यवसायाचे. यामध्ये कोणत्याही आर्थिक बंधनांची आडकाठी नसल्यामुळे पर्यावरणाला अतिशय हानीकारक अशा पद्धतीने जागतिक पातळीवर विमान व्यवसायाची अनियंत्रित

वाढ होत आहे.

दुसरी महत्त्वाची बाब म्हणजे सर्वत्र उपयुक्त तंत्रज्ञाने विकासाच्या एकाच पातळीवर आलेली नाहीत. योग्य निवड करता येणे शक्य होण्यासाठी सर्व आश्वासक तंत्रज्ञाने एकमेकांशी तुलना करता येतील अशा एकाच पातळीवर असायला हवीत. यासाठी शासन व उद्योगव्यवसाय यांनी एकत्रित कार्यक्रम राबवायला हवा. संशोधन व विकासासाठी पुरेशी तरतूद व्हायला हवी. पथदर्शी प्रकल्प उभारून त्यांना पुरेसे सहकार्य देऊन नवीन तंत्रज्ञाने प्रगल्भ कशी होतील हे पहायला हवे. बाजारपेठेकडून आपणहून यातील फार थोड्या गोष्टी होणार आहेत. आज गरज आहे ते अशा गोष्टींना प्रोत्साहन देणाऱ्या योजनांची. याचा काहीसा प्रयत्न युके रिन्युएबल्स ऑब्लिगेशन स्कीममार्फत होतो आहे. पण महत्त्वाच्या तंत्रज्ञानांना पारंपरिक तंत्रज्ञानांशी स्पर्धा करण्याइतके सबळ बनवण्यात ही योजनाही आज आहे या स्वरूपात पुरेशी नाही. उदा. जगातील सर्वात तीव्र भरती ओहोटी येणारी ठिकाणे युकेमध्ये आहेत. भरती ओहोटीच्या लाटांपासून (tidal) ऊर्जा बनवण्यामध्ये पवनऊर्जेच्या तुलनेत एक फायदा आहे – भरती ओहोटीच्या ऊर्जेचा अतिशय अचूकपणे अंदाज बांधता येतो. त्याचप्रमाणे ही ऊर्जा मिळवण्यात तुलनेने कमी पर्यावरणीय समस्या आहेत आणि त्याला कमी सोयीसुविधा लागतात. युकेमधल्या एकूण विजेच्या मागणीपैकी २० टक्क्यांपर्यंतची मागणी या ऊर्जेतून भागवली जाऊ शकते आणि ती सुद्धा अगदी स्पर्धात्मक किमतीत. योग्य प्रोत्साहन आणि पाठिंबा मिळाला तर यासाठी चांगले पथदर्शी प्रकल्प उभे राहून पुढच्या दशकापर्यंत यातून काही विद्युतनिर्मिती सुरू होणे तांत्रिक दृष्ट्या अगदी शक्य आहे. या तंत्रज्ञानाच्या बाबतीत २०२० नंतर वापरण्यासाठी (wave energy) ज्या योजना आखल्या जात आहेत, त्या कितीतरी आधी साध्य होण्यात तांत्रिक दृष्ट्या काहीच आडकाठी नाही. सागरी लाटांच्या हालचालींपासून ऊर्जानिर्मितीच्या तंत्राबाबतही उत्तर आणि पश्चिम ब्रिटनमध्ये अशीच परिस्थिती आहे.

आवश्यक उपाययोजनेचा तिसरा भाग म्हणजे समाजाला ऊर्जा पुरवण्याच्या मार्गांमधून उभ्या राहणाऱ्या सामाजिक आणि जीवनाच्या दर्जाशी निगडित प्रश्नांना उत्तरे शोधणे. उदा. अतिशय मोठ्या केंद्रिय प्रकल्पात तयार होणारी ऊर्जा वितरित करण्यातून होणारे सामाजिक परिणाम हे स्थानिक प्रकल्पात कमी प्रमाणात कमी प्रमाणात तयार होणारी ऊर्जा वितरित करण्यातून होणाऱ्या परिणामांपेक्षा निश्चित वेगळे असतात. शहरी भागासाठी ऊर्जासमस्येवरचे उत्तर हे ग्रामीण भागाच्या ऊर्जासमस्येवरील उत्तरापेक्षा वेगळे असू शकते.

एकाचवेळी अनेक समस्यांचा सामना करणे हा आपल्या योजनेचा एक भाग असायला हवा. उदा. हे व्याख्यान शून्य कचऱ्यासाठी प्रयत्न या विषयाखाली आयोजित केले गेले आहे हा योगायोग नाही. कचऱ्याचे निर्मूलन आणि ऊर्जेची निर्मिती बरेचदा हातात हात घालून जातात. अनेक उदाहरणे देता येतील. जंगलातल्या काडीकचऱ्यापासून उष्णता आणि वीज मिळवता येऊ शकते. ऑस्ट्रियाच्या पर्वतीय भागात १५ लाख लोक आपल्या एकूण ऊर्जेपैकी १४ टक्के ऊर्जा स्थानिक जैवऊर्जा प्रकल्पांमधून मिळवतात. यात कचऱ्याचाही वापर केला जातो. अशा प्रकारच्या प्रकल्पांमध्ये स्थानिक समाजाचा जो सहभाग होतो, त्याचेही अनेक फायदे त्यांना मिळतात. युनायटेड स्टेट्समधील एनर्जी फ्युचर कोऍलिशनने '२५ पर्यंत २५' अशी योजना मांडली आहे. २०२५ सालापर्यंत अमेरिकेतील ऊर्जेच्या एकूण गरजेपैकी २५ टक्के गरज जैवऊर्जा स्रोतांद्वारे भागवली जाईल, असे या योजनेचे उद्दिष्ट आहे. याउलट युकेमध्ये ऊर्जेच्या एकूण गरजेच्या फक्त ०.१ टक्का ऊर्जा या मार्गाने मिळवली जाते. युरोपातील जैवऊर्जेच्या वापराची ही सर्वात कमी पातळी आहे. रॉयल कमिशन ऑन एन्व्हायरमेंटल पोल्युशनच्या एका अहवालात जैविक आणि टाकाऊ पदार्थांपासून ऊर्जानिर्मितीत असणाऱ्या अडसरांची चर्चा केली आहे. हे अडसर दूर केले तर २०५० पर्यंत युकेच्या एकूण ऊर्जावापरापैकी ८ टक्के ऊर्जा या स्रोतांतून येऊ शकेल असे हा अहवाल म्हणतो.

सौरविद्युत प्रकल्प

शेल फाउंडेशन – ज्याचा मी एक विश्वस्त आहे – विकसनशील देशांमध्ये जैव ऊर्जेवर आधारित अनेक पथदर्शी प्रकल्पांना सहकार्य करत आहे. यामध्ये भारतातील सांडपाण्याचा वापर करण्याच्या प्रकल्पापासून फिलि–पाइन्समध्ये नारळाच्या करवंटच्या आणि चीनमध्ये भाताचे तूस वापरण्याच्या प्रकल्पांपर्यंत अनेक गोष्टी आहेत. हे प्रकल्प अनेक ठिकाणी राबवले जाऊ शकतात, आणि विकसनशील देशांना पुढे जाण्याचा एक महत्त्वाचा मार्ग दाखवू शकतात. सौर ऊर्जेवर आधारित प्रकल्पही आकार आणि उपयोग या दोन्ही बाबतीत बहुआयामी असू शकतात. घरगुती सौर विद्युत प्रकल्पाद्वारे तिसऱ्या जगातील खेड्यांमधल्या घराघरांमध्ये वीज पोचू शकते, आणि

स्थानिक लोकांना लक्षणीय फायदे मिळवून देऊ शकते. याचे दुसरे टोक म्हणजे सौर ऊर्जेवर आधारित मोठे औष्णिक किंवा विद्युत प्रकल्प. वाळवंटी प्रदेशातील अशा प्रकल्पांद्वारे विद्युतनिर्मिती, हायड्रोजन इंधनाची निर्मिती आणि खारे पाणी गोडे करणे या तिन्ही गोष्टी एकत्रपणे साध्य करता येऊ शकतात.

चौथा मुद्दा म्हणजे ऊर्जा सुरक्षा हा राष्ट्रीय धोरणाचा भाग असायला हवा. बऱ्याच देशांनी या दृष्टीने पावले उचलायला सुरुवात केली आहे. अनेक देशांच्या हद्दींमधून जाणाऱ्या गॅसच्या वाहिन्या किती सुरक्षित आहेत? आण्विक विद्युत केंद्रे अतिरेक्यांच्या हल्ल्यापासून किती सुरक्षित आहेत? किंवा आण्विक पदार्थ अतिरेक्यांच्या हातात पडण्याची शक्यता कितपत आहे? यासारख्या शक्यता आण्विक ऊर्जेवर व्यापक दृष्ट्या अवलंबून राहण्याच्या धोरणावर प्रश्नचिन्ह उभे करतात. पण त्याचबरोबर आण्विक शस्त्रस्पर्धेतून काहीशे टन अतिरिक्त प्लुटोनियम उपलब्ध झाले आहे आणि आण्विक ऊर्जानिर्मितीसाठी त्याचा वापर होऊ शकतो. या प्रक्रियेत प्लुटोनियमचेही विघटन होऊन जाईल, आणि काही काळापर्यंत हरितगृह वायूंचे प्रमाण कमी करणे शक्य होईल.

ऊर्जेसाठी वेगवेगळे स्रोत हाताशी असणे महत्त्वाचे आहे, पण सुरक्षेचा विचार करणे

अधिक सर्वसमावेशक आहे. एक दशकाच्याही आधी ॲडमिरल सर ज्युलिअन ओसवाल्ड म्हणाले होते की, संरक्षण धोरण आणि खर्च व्यापक करून त्यामध्ये हवामान बदलातून होणारी व्यापक हानी आणि असुरक्षितता यासारख्या युद्धांना कारणीभूत ठरू शकणाऱ्या घटकांचाही समावेश व्हावा.

हवामान बदलाबाबत अजूनही काही जणांची भूमिका 'थांबा आणि पहा' अशी आहे. त्यांनाही मला काही सांगायचे आहे.

सर जॉन यांची याबाबतची मते पाहू या पुढील लेखात. ◆

लेखक : **सर जॉन हॉटन**

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

माकडाच्या हातात संगणक

लेखक : पु.के. चितळे

माकडाच्या हातात कोलीत ही एक जुनी पण फार प्रसिद्ध म्हण आहे. कधी काळी एखाद्या माकडाच्या हाती (शेपटीला नव्हे) खरोखरच कोलीत लागले होते का? हे सांगणे जरा कठीणच आहे. पण माकडाच्या हातात संगणक लागल्याची ही कथा अगदी सत्य आहे. पुढे भविष्यात 'माकडाच्या हाती संगणक' ही म्हणसुद्धा प्रचलित होण्याची शक्यताही नाकारता येत नाही.

माणसाला आपल्या बुद्धिचातुर्याचा बराच गर्व आहे. तो अनाठायी आहे असेही म्हणता येणार नाही. माणसाला वाचेचे अलौकिक वरदान असल्याने, आपापसात संपर्क प्रस्थापित करून तो इतर माणसांबरोबर विचारांची देवाण-घेवाण सहज करू शकतो. माणसाला त्याच्या या अलौकिक देणगीमुळे त्याची उत्क्रांती होण्यास किती मदत झाली, हे सजीव सृष्टीतील त्याचे आजचे स्थान बघता सहज लक्षात येऊ शकते. आपल्या या एका दुर्लभ गुणामुळे माणूस जैव सृष्टीतील कुठल्याही इतर प्राण्यापेक्षा वेगळा आणि श्रेष्ठ ठरला आहे. माणसाशिवाय कुठल्याही प्राण्याला सुबद्ध भाषेचा वापर करून परस्परात सुसंवाद साधणे शक्य नाही. माणसाच्या या गुणामुळे त्यांची विचार करण्याची क्षमता उत्तरोत्तर वाढत गेली. तो वैचारिक दृष्ट्या प्रगल्भ होत गेला. त्याच्या मेंदूची क्षमता आणि आकार वाढत गेला आणि तो आजच्या सजीव सृष्टीच्या सर्वोच्च शिखरावर पोचला.

भाषा : माणसाची मक्तेदारी ?

पण माणसासकट सर्व प्राण्यांमध्ये शब्दांच्या भाषेव्यतिरिक्त परस्परात सुसंवाद प्रस्थापित करण्याचे इतरही अनेक मार्ग आहेत. उदा. चेहऱ्यावरचे हाव-भाव, डोळ्यातील भाव, हाताच्या खाणाखुणा, शरीर व इतर काही अवयवांच्या विशिष्ट हालचाली वगैरे. अनेक प्राण्यांना माणसासारखे बोलता येत नसले तरी भिन्न भिन्न प्रकारचे आवाज काढूनही ते आपला मनोदय प्रगट करू शकतात, अशा प्राण्यात माकडांचा क्रम सर्वात वरचा लागतो.

हे सर्व जरी खरे असले तरी प्राण्यांच्या वागणुकीचा अभ्यास करणाऱ्या अनेक

तज्ज्ञांचे असे मत आहे की, ‘इतर प्राण्यांना माणसाप्रमाणे भावना नसतात. त्यांच्यात विचार करण्याची क्षमता नसते. त्यामुळे त्यांना माणसाप्रमाणे बौद्धिक अनुभव नसतात. त्यांच्या सगळ्या हालचाली सवयीचा परिणाम म्हणून होतात. त्यांच्या मागे एखादा विचार नसतो. माणूस भाषेचा वापर करत असताना त्याच्या प्रत्येक शब्दाला विशिष्ट अर्थ असतो आणि तो हे सर्व विचारपूर्वक करतो. इतर प्राण्यात फारशी वैचारिक क्षमता नसल्याने त्यांना माणसासारखे, वाक्यरचना करून बोलता येणे शक्य नाही.’

पण अनेक तज्ज्ञांना हे मान्य नाही. त्यांच्या मते प्राण्यांना माणसाप्रमाणे बोलता येत नसले तरी त्यांच्यात विचार करण्याची क्षमता नक्कीच आहे. कमीत कमी, माकडांच्या बाबतीत असे निसंदिग्धपणे म्हणता येऊ शकते की त्यांना वाचा नसली तरी आपापसात ती इतर साधनांच्या मदतीने माणसाप्रमाणेच सुसंवाद करू शकतात.

दोन भिन्न मते असलेल्या तज्ज्ञांचा हा वाद कमीतकमी ३०० वर्ष जुना आहे असे वाटते. असा उल्लेख सापडतो, की १६६१ साली सॅम्युएल पेपिस नावाच्या एका तज्ज्ञाने लंडन इथे एक चिंपांझी माकड बघितले होते. आपल्या रोजनिशीत पेपिसने त्या चिंपांझीबद्दल असे लिहिले आहे की, ‘ते चिंपांझी आणि माणूस यांच्यात विलक्षण साम्य आहे. त्याला इंग्रजी भाषेतल्या बऱ्याच गोष्टी समजतात. मला विश्वास आहे की, या माकडाला बोलणे किंवा सांकेतिक भाषेचा वापर करणे शिकविणे शक्य आहे.’ यानंतरच्या काळात माकडांना माणसाप्रमाणे बोलणे शिकविण्याचे अनेक प्रयत्न झाले. उदा. १९५० साली ‘विकी’ नावाच्या एका चिंपांझीला अगदी लहानपणापासून बोलायला शिकविले गेले. पण त्यात फारसे यश आले नाही. कारण ते चिंपांझी माकड फक्त ‘पापा’, ‘कप’ आणि ‘अप’ हे चारच शब्द बोलायला शिकला व यापुढे त्याची प्रगती झाली नाही. यावरून असा निष्कर्ष काढण्यात आला की, वाचेचा उपयोग करणे माणसालाच शक्य आहे, इतर प्राण्यांना नाही. पण माकडांना विशेष करून चिंपांझी माकडांना इशाऱ्यांची भाषा नक्कीच शिकविता येऊ शकते. म्हणून मग त्या दिशेने प्रयत्न केले जाऊ लागले.

वाशूची भाषा

१९६६ साली ‘वाशू’ नावाच्या एका चिंपँझी माकडिणीवर काही प्रयोग करण्यात आले. नेवाडा (अमेरिका) येथील बेट्रिस आणि एलेन गार्डनर या जोडप्याने वाशूला हाताच्या संकेताची भाषा शिकविण्याचा प्रयत्न केला. या भाषेला ॲमेसलॅन या नावाने ओळखले जात असे आणि अमेरिकेतील मूक-बधीर लोक या सांकेतिक भाषेचा वापर करत असत. त्यात हातांची आणि ओठांची विशेष हालचाल केली जात असे. वाशू या भाषेतील अनेक शब्दांचा वापर करायला शिकली आणि १९७१ सालापर्यंत तिला या सांकेतिक भाषेतल्या सुमारे १६० शब्दांचा यशस्वी वापर करता येऊ लागला. वाशू या सांकेतिक भाषेत खाद्य पदार्थ, खेळणी, माणसाची सोबत वगैरे गोष्टींची मागणी करू लागली. या शिवाय अनेक वेळा ती तिने कधीच न पाहिलेल्या वस्तूंसाठीही नवीन संकेतांची रचना करू लागली. उदा. – तिने कलिंगड कधीच पाहिले नव्हते पण तिला एकदा कलिंगड दाखविताच तिने त्यासाठी पाण्याचे फळ (Water fruit) या शब्दाचा संकेत केला. वाशूच्या शिक्षकांना तिच्याशी फक्त दैनंदिन गोष्टींसाठीच नव्हे तर इतर बाबतीतही या भाषेत संवाद साधणे शक्य होऊ लागले. यानंतर अनेक चिंपांझी तसेच गोरिला माकडांना ही हातांची आणि ओठांच्या संकेतांची भाषा शिकविण्यात यश मिळाले.

माकडांची भाषा

या बाबतीत इरविन डी वोर या निसर्ग

अमेरिकेत मूकबधीरांसाठी वापरली जाणारी ‘अमेरिकन साइन लँग्वेज’ चिंपांझींमध्ये सर्वप्रथम वाशूने वापरली. १९६४ मधे जन्मलेली वाशू बालपणातच ही भाषा शिकली. ती भाषा शिकताना तिचे एक शिक्षक होते रॉजर फाऊटस्. काही वर्षांसाठी सुरू झालेला हा प्रकल्प पुढे तेआयुष्यभर चालवत आहेत. वाशूने पुढे तीन चिंपांझी पिल्लांना तिची खुणांची भाषा शिकवली.

२००६ मधे वाशू बेचाळीस वर्षांची होऊन वारली. या सगळ्या प्रयोगाबद्दल रॉजर फाऊटस् यांनी एक सुंदर पुस्तकही लिहिले आहे.

शास्त्रज्ञाचा अनुभव फार रंजक आणि बोलका आहे. इरविन एकदा बबून जातीच्या माकडांचे अध्ययन करण्याच्या उद्देशाने दक्षिण अमेरिकेत गेला होता. या माकडांच्या एका कळपाचा पाठलाग करत तो एकदा आपल्या मोटारीपेक्षा फार लांब गेला होता. अचानक त्याला दिसले की, त्याची दुर्बीण बॅबून माकडांच्या एका पिल्लाच्या हाती लागली आहे. त्याने पळत जाऊन आपली दुर्बिण पिल्लाच्या हातातून सोडवून घेतली. पण त्या पिल्लाने जोरजोरात किंचाळण्यास सुरुवात केली. त्याबरोबर माकडांच्या तुकडीतील सर्व नर माकडे इरविनच्या रोखाने धाऊ गेली. त्या अक्राळ-विक्राळ धिप्पाड माकडांना, दात ओठ विचकून आपल्या अंगावर येताना बघून इरविनची पाचावर धारण बसली. पण त्याने अशावेळीही धीर सोडला नाही. यापूर्वी इरविनने बबून माकडांचा अगदी जवळून अभ्यास केला असल्याने त्याला या माकडांच्या सर्व सवयी माहीत होत्या. एखाद्या मोठ्या माकडाने दुसऱ्या लहान माकडावर हल्ला केला की, लहान माकड कसे वागते हे इरविनने पाहिले होते. म्हणून इरविननेही, जबर माकडासमोर लहान भ्यायलेल्या माकडाप्रमाणे वागायला सुरुवात केली. त्याने आपले ओठ आणि हात हलवून जोरजोराने आवाज काढायला प्रारंभ केला. त्या माकडांच्या भाषेत इरविनच्या ओरडण्याचा आणि त्याच्या इतर

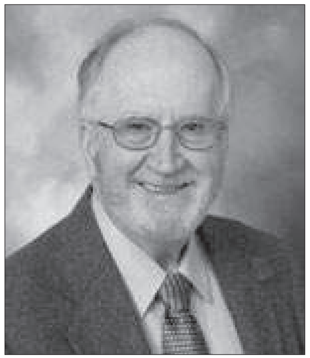
वाशू चिपांझी

हालचालींचा का अर्थ होता की, ‘तुम्हाला इजा पोचवण्याचा माझा मानस नाही.’ इरविन मोठ्यामोठ्याने माकडांच्या भाषेतील हेच वाक्य परत परत उच्चारत होता आणि काय आश्चर्य की इरविनचे हे वागणे बघून ती संतप्त माकडे जागच्या जागीच थबकली. त्यांचा राग किंचित शांत झालेला वाटला. ती माकडेही इरविनच्या जवळ आल्यावर त्याच्याचप्रमाणे आपल्या ओठांची हालचाल करून त्याच्यासारखाच आवाज काढू लागली. जणू काही त्यांनापण सांगायचे होते की, ‘तुला इजा करण्याचा आमचा मानस नाही.’ हे सर्व घडत असताना इरविन हळू हळू आपल्या मोटारीच्या दिशेने सरकत होता. मोटारीत शिरल्यावर इरविनला हायसे वाटले आणि मग त्या माकडांनीही त्याचा पिच्छा सोडून दिला.

या सर्व गोष्टी माहीत असूनही काही शास्त्रज्ञांचे समाधान झालेले वाटत नव्हते.

एक यशस्वी प्रयोग

१९७० साली अॅटलांटा (अमेरिका) येथील इमोरी विश्वविद्यालयाच्या संशोधन केंद्रात एका महत्त्वाच्या संशोधनाची सुरुवात झाली. या घटनेचे मुख्य शिल्पकार आहेत ड्यूएन रॅमबॉघ (या संशोधन केंद्रातील एक शास्त्रज्ञ), लाना नावाची चिंपांझी जातीची एक माकडीण आणि टिमोथी गिल, लानाचा मुख्य प्रशिक्षक, रॅमबॉघ यांनी चिंपांझी, ओरॉंग ओटान आणि गोरिला या जातीतील माकडांचा आणि त्यांच्या शिकण्याच्या क्षमतेचा अभ्यास अनेक वर्ष केला होता. आपल्या संशोधनात त्यांना असा अनुभव आला होता की, या जातीच्या माकडात मौखिक आणि कृत्रिम शारीरिक आवाजांची मिश्र सांकेतिक भाषा वापरून आपापसात सुसंवाद प्रस्थापित करण्याची क्षमता असते. रॅमबॉघला अशी शक्यता वाटत होती की, या जातींच्या माकडांच्या मेंदूत फार पुरातन



ड्युएन रॅमबॉघ

काळापासूनच सांकेतिक भाषेचा वापर करण्याची क्षमता होती. पण माणसाने त्यांच्या या क्षमतेकडे कधी लक्षच दिले नव्हते.

माकडांच्या अशा संभाषण क्षमतेवर अविश्वास दाखविणाऱ्या शास्त्रज्ञांची तोंडे कायमची बंद करण्यासाठी रॅमबॉघने संगणकाचा वापर करण्याचे ठरविले. माकड आणि माणूस यांच्यामध्ये संगणकाचा दुवा असल्याने माणसाचे अनुकरण करण्याचा प्रश्नच उद्भवला नाही.

रॅमबॉघ यांनी हॅरोल्ड वॉरनर या जैव-वैद्यकीय तंत्रज्ञाशी (Bio-medical engineer) विचार विनिमय केला. दोघांनी मिळून या कामासाठी लागणारा संगणक तयार करण्याचे काम हाती घेतले. या संगणकासाठी एक विशेष प्रकारची सांकेतिक भाषा विकसित करण्याची आवश्यकता होती. यासाठी त्यांना मानस-भाषा शास्त्रज्ञ (Psycholinguist) अर्न्स्टवॉन ग्लॅसरफेल्ड आणि पियर पिसानी या संगणक तज्ज्ञाची मोलाची मदत मिळाली. या सर्वांनी मिळून या नवीनप्रकारच्या संगणकासाठी खरोखरीच एक अगदी नवीन सांकेतिक भाषा तयार केली.

या भाषेमध्ये ९ चिन्हांचा उदा. - वर्तुळ, चौरस, नागमोडी रेषा वगैरेचा मुळाक्षरांप्रमाणे वापर केला होता. यापैकी एकावेळेला कमाल चार मुळाक्षरांचा वापर करून सुमारे २५५ विभिन्न अर्थ असलेले शब्द तयार

करता येत होते. शब्दांसाठी ७ निराळ्या रंगाच्या पार्श्वभूमीही वापरण्यात आल्या होत्या. उदा. खाण्या-पिण्याच्या वस्तूंसाठी तांबड्या रंगाची पार्श्वभूमी, काही हालचाल करण्यासाठी निळ्या रंगाची, माणसांसाठी जांभळ्या रंगाची वगैरे. हे शब्द एका विशिष्ट अर्थपूर्ण क्रमाने वापरून वाक्य तयार करणे आवश्यक असायचे. बटनांचा फळा (Key board) असतो तसा फळा तयार केला होता. या फळ्याचे कुठलेही बटन दाबले की ते बटन प्रकाशमान होत असे आणि त्याबरोबर दाबलेल्या बटनाचे संकेतचिन्ह, टी.व्ही.सारख्या एका पडद्यावर (मॉनिटर) उमटत असे. म्हणजे थोडक्यात हे यंत्र एक विशेषप्रकारचे संगणकच. संगणकाच्या फळ्यावर (Key board) कोणतेही बटन दाबले की ते प्रकाशमान होत असे, आणि समोरच्या पडद्यावर बटणाचे संकेतचिन्ह उमटत असे. त्याचवेळी संगणकाला जोडलेल्या प्रिंटरद्वारे संबंधित इंग्रजी शब्द छापला जाई.

या संगणकाचा वापर करण्यासाठी एमरी विद्यापीठाच्या यर्कस रिजनल प्रायमेट रिसर्च सेंटर मधल्या 'लाना' या चिंपांझी माकडिणीची निवड करण्यात आली. लानाला या संगणकाचा वापर करण्याचे शिक्षण देणे आवश्यक होते आणि त्यासाठी टिमोथी गिल (उपाख्य टिम) या संगणक तज्ज्ञाची नेमणूक करण्यात आली. १९७२

लाना

सालच्या फेब्रुवारी महिन्यात लानाला रॅमबॉघच्या प्रयोगशाळेत आणण्यात आले. तेव्हा ती फक्त दोन वर्षाची होती. टिमने सगळ्यात अगोदर लानाची ओळख संगणकाच्या बटनफळ्याशी करून दिली. कुठलेही बटन दाबले की ते प्रकाशित होत असलेले पाहून लानाला त्यांचे कुतूहल वाटू लागले आणि नंतर ती स्वत:च फळ्यावरची निरनिराळी बटने दाबून त्यांचा परिणाम बघू लागली. सुरुवातीला लाना बटनांना कसेही आणि कुठल्याही क्रमाने दाबत असे. पण लवकरच तिच्या लक्षात आले की, ही बटने एका विशेष क्रमाने दाबली की संगणकाकडून काही कामगिरी केली जाते. उदा. - M & M ही बटने दाबली की, लानाला अतिशय आवडणारे M & M या ब्रँडचे चॉकलेट संगणकाच्या मशिनीतून तिच्या पुढ्यात येत

असे. तसेच दुसऱ्या काही बटनांचा संच एका विशिष्ट क्रमात दाबला की तिला मशिनीकडून पाणी पुरविले जात असे. नंतर लाना लवकरच आपल्याला इच्छित असलेल्या वस्तूच्या प्राप्तीसाठी संगणकाच्या मशिनीला योग्य हुकूम सोडण्यात तरबेज झाली. यानाला शिकवल्या जात असलेल्या या भाषेला संशोधकांनी 'यर्किश' भाषा असे नाव दिले.

यापुढे तज्ज्ञांनी लानाच्या संगणकात आणखी काही नवीन गोष्टींचा समावेश केला. उदा. तिला आता संगणकावर कुठलाही हुकूम सोडण्याअगोदर 'प्लीज' हा शब्द टाईप करणे अनिवार्य झाले. तसेच संगणकावर कुठलाही हुकूम पूर्ण टाईप करून झाला की, पूर्णविरामाच्या चिन्हाचे बटन दाबणे आवश्यक झाले. या दोन गोष्टी केल्याशिवाय मशिनीकडून तिने दिलेल्या हुकुमाची तामिली होत नसे. आता लानाला पाणी हवे असल्यास 'प्लीज मशीन लानाला पाणी दे, पूर्ण विराम', एवढे वाक्य टाईप करणे आवश्यक झाले. पण लवकरच लाना या नव्या नियमांप्रमाणे संगणकाला हुकुम सोडण्यात निष्णात झाली. संगणकीय हुकुमात 'प्लीज' आणि 'पूर्णविराम' हे शब्द जोडण्यामागचा उद्देश असा होता की, प्लीज शब्द टाईप झाल्याबरोबर संगणक कार्यरत होत असे आणि संगणकाला हुकूम पूर्ण झाल्याचे कळत असे. संगणकावर हे सर्व शिकण्यास लानाला फक्त दोन आठवडे लागले. काही तज्ज्ञांना असे वाटले की, लानाने तिचे हुकूम पुरविणाऱ्या बटनांच्या जागा पाठ करून ठेवल्या असाव्यात. म्हणून काही दिवस तिच्या संगणकातील बटनांच्या जागा रोज बदलल्या जात असत. पण लानाला यामुळे काहीच त्रास झाला नाही. यावरून हे सिद्ध झाले की, लानाने बटनांच्या जागा पाठ केल्या नसून, ती त्या बटनांवर असलेली चिन्हं वाचायला शिकली होती. इथे एका गोष्टीची आठवण पुन्हा करून द्यावीशी वाटते की, या संगणकाची भाषा सांकेतिक होती. तिची काही चिन्हे होती आणि त्या चिन्हांपासूनच शब्द व वाक्यांची रचना होत असे.

लाना वापरत असलेल्या संगणकाला सुरुवातीपासूनच मॉनिटर जोडलेला होता. बटनफळ्यावरील कुठलेही बटन दाबले की, त्या बटनाचे संकेत चिन्ह मॉनिटरच्या पडद्यावर प्रतिबिंबित होत असे. दुसरे बटन दाबले की, दुसऱ्या बटनाचे संकेत चिन्ह मॉनिटरवरील पहिल्या चिन्हाच्या उजवीकडे उमटत असे. म्हणजे बटनफळ्यावर टाईप केलेले पूर्ण वाक्य संगणकाच्या मॉनिटरवर उमटत असे. लानाला या बाबतीत काहीही न सांगता ही गोष्ट आपोआप तिच्या लक्षात आली होती आणि म्हणून बटनफळ्यावर कुठलाही हुकूम टाईप करताना ती संगणकाच्या मॉनिटरवरही लक्ष ठेवू लागली. एवढेच नव्हे तर टाईप

करताना तिच्याकडून एखादी चूक झाली तर तीही तिला ताबडतोब कळू लागली. आता टाईप करताना काही चूक झाली तर लाना लगेच पूर्णविरामाचे बटन दाबत असे त्यामुळे मॉनिटरवर छापलेले वाक्य पुसले जाऊन मॉनिटरचा पडदा नवे वाक्य टाईप करण्यासाठी पुन्हा कोऱ्या पाटीसारखा होत असे. पूर्णविरामाच्या बटनाचा, मॉनिटरचा पडदा पुसण्यासाठी उपयोग करण्याची कल्पना हा लानाचा स्वत:चा शोध होता. ही कल्पना रॅमबॉघ आणि टिम दोघांनाही सुचली नव्हती. लानाने स्वत:ची कल्पनाशक्ती वापरून, पूर्ण विरामाच्या बटनाचा हा नवा उपयोग शोधून काढला होता. लानाला तिच्या सांकेतिक भाषेतच का न असो, लिहिता वाचता येऊ लागले होते. आपल्या देशात अधिकाधिक लोकांना साक्षर करण्याचे उपक्रम राबविण्यात येतात. त्यात एखाद्या व्यक्तीला फक्त आपले नाव लिहिता येऊ लागले तरी तिला साक्षर झाल्याचे म्हटले जाते. पण लाना खऱ्या अर्थाने 'साक्षर' झाली होती.

लानाच्या शब्द भांडारात सातत्याने वाढ होत होती. तिची भाषेबद्दलची समज दिवसेंदिवस प्रगल्भ होत होती. कित्येकदा ती स्वत:चे काही नवीन अवघड शब्दांनी तसेच वाक्यांची रचना करून आपल्या शिक्षकांनाही अचंबित करत असे. एक दिवस टिम लानाच्या प्रयोगशाळेत गेला तेव्हा त्याच्या हातात एक संत्रं होतं. लानाला संत्र बघताच ते मिळविण्याची इच्छा झाली. पण ते मागायचे कसे ? कारण तिच्या संगणकात संत्र्यासाठी शब्दच नव्हता. पण तिच्या संगणकात नारिंगी रंग आणि सफरचंद या शब्दांचा समावेश होता. लानाने आपले डोके लढवून यावर युक्ती शोधून काढली. तिने आपल्या संगणकावर टिमला संदेश दिला की, 'लानाला नारिंगी रंगाचे सफरचंद हवे आहे !'

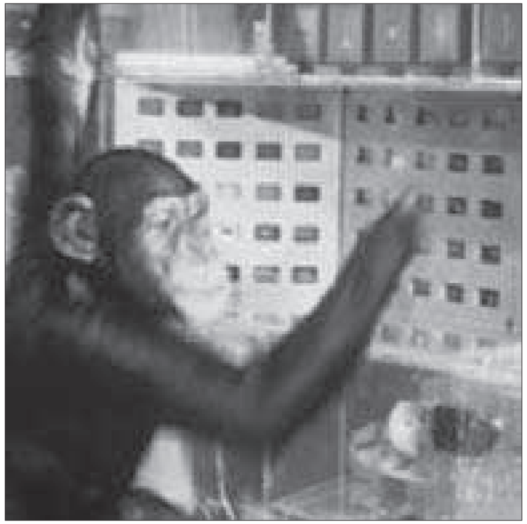
लानाशी संपर्क ठेवण्यासाठी टिमकडेही संगणक होता. लानाने आपल्या संगणकावरून तिच्या सांकेतिक भाषेत दिलेले संदेश टिमच्या संगणकावर इंग्रजी भाषेत दर्शविले जात. त्याचप्रमाणे टिमने आपल्या संगणकावरून इंग्रजी भाषेत दिलेले संदेश लानाच्या संगणकावर तिच्या सांकेतिक भाषेत दाखविले जात असत. अशा तऱ्हेने लाना आणि टिम या दोघात यांच्या संगणकामार्फत संदेशांची देवाण-घेवाण होत असे. एक दिवस टिमने लानाला चॉकलेटने भरलेला डबा दाखविला. लानासाठी 'डबा' व आणखी काही नवीन शब्द लानाच्या संगणकात समाविष्ट करण्यात आले होते, पण लानाला ते माहीत नव्हते. चॉकलेटचा डबा बघताच लाना तरातरा आपल्या संगणकाजवळ गेली आणि तिने तिला माहीत असलेले शब्द, उदा. - 'वाडगा', 'पेला' वगैरे, वापरून डबा मागितला. पण तिच्या संगणकात अशीही व्यवस्था होती की, तिने चुकीचा शब्द वापरला तर त्या चुकीच्या आदेशाचे पालन संगणक करत नसे. लानाने डब्यासाठी वाडगा, पेला वगैरे चुकीचे शब्द वापरल्याने तिला चॉकलेटचा डबा मिळाला नाही. मग लानाने यावर एका नव्या युक्तीचा वापर केला. तिने लगेच आपल्या संगणकावर टिमला प्रश्न केला की, 'तुझ्या हातातल्या त्या नवीन वस्तूचे काय नाव आहे ?' टिमने उत्तर दिले, 'या वस्तूचे नाव डबा आहे.' त्याबरोबर लानाची मागणी होती, 'प्लीज टिम, लानाला हा डबा दे.'

लानाने अशाप्रकारे प्रश्न विचारणे एक नवीन आणि आश्चर्यजनक गोष्ट होती. यापुढे ती नेहमीच एखादी नवीन वस्तू दिसली की, तिचे नाव विचारून घेत असे. अशाप्रकारे लानाचे शब्दभांडार वृद्धिंगत होत गेले. लानाला कॉफी अतिशय प्रिय होती. एकदा तिच्या संगणकातील कॉफी या शब्दाचे बटन बिघडले. त्यामुळे कॉफीचे बटन दाबल्यावर संगणकाला संदेश जात नसे आणि कॉफीच्या बटनाचा दिवाही लागत नसे. लानाने यावर काय उपाय केला असावा ? तिने लगेच संगणकावर संदेश धाडला की, 'टिम लानाला ते हवे आहे ज्याचे बटन अंधारात आहे' आणि तिने टिमकडे या उद्देशाने बघितले की, तिची मागणी टिमच्या ध्यानात आली आहे किंवा नाही. मग टिमच्या देखत लानाने कॉफीचे बटन परत दाबले.

लानाच्या संगणकात तिच्या करमणुकीचीपण व्यवस्था होती. तिच्यासाठी तिच्या आवडीच्या संगीताच्या विशेष स्टीरिओफोनिक टेप तयार करण्यात आल्या होत्या. तसेच लानासाठी स्वयंचलित यंत्रावर तिला स्लाइड किंवा फिल्मशो दाखविण्याची पण सोय होती. यासाठी तिला आपल्या संगणकावर अचूक आदेश देणे आवश्यक होते. उदा. 'प्लीज - मशीन, लानाला अमुक अमुक संगीत पाहिजे', किंवा प्लीज मशीन लानाला अमुक फिल्म बघायची आहे' वगैरे. काही वेळा लाना आपल्या संगणक मैत्रिणीशी बोलत असायची. उदा. - प्लीज मशीन या वस्तूचे, स्लाइडचे किंवा फिल्मचे काय नाव आहे ?' वगैरे. तिच्या प्रशिक्षणाच्या सुरुवातीच्या काळात ती मशीनला, आपल्याला गुदगुदल्या करायलाही सांगत असे. माकडांना गुदगुदल्या केलेल्या फार

आवडतात.

एकदा लानाने टिमला सांगितले की, 'प्लीज टिम मशीनमध्ये ज्यूस भर.' टिमने उत्तर दिले की, 'मशीनमध्ये ज्यूस आहे.' लानाने लगेच टिमला परत सांगितले की, 'मशीनमध्ये ज्यूस नाही.' टिमने पाहिले तर मशीनीत खरोखरच ज्यूस नव्हता. मशीनमध्ये ज्यूस भरल्यावर टिमने लानाला तशी सूचना दिली. मग लानाने मशीनकडे ज्यूसची मागणी केल्याबरोबर तिच्या पेल्यात ताजा रस भरला गेला आणि तिने तो स्ट्रॉच्या मदतीने लगेच पिऊन टाकला. लाना परत संगणकाकडे गेली आणि तिने टिमला आपल्या खोलीत येण्याचे आमंत्रण दिले. टिम तिच्या खोलीत आल्याबरोबर लानाचा हुकूम सुटला की, 'प्लीज टिम, लानाला गुदगुदल्या कर.' तेव्हा लानाचे टिमकडे बारीक लक्ष होते. टिमचा हात त्याच्या संगणकाच्या 'नाही' या बटनाकडे जाताना बघितल्या बरोबर तिने टिमचा हात धरला आणि बळे-बळे 'होय' च्या बटनाकडे नेऊन त्याला ते बटन दाबायला भाग पाडले. टिमने तिला गुदगुदल्या केल्यावर तिला फार आनंद झाला.



एकदा लानाने आणखी एक गम्मत केली. टिमचे काही मित्र एक दिवस टिमबरोबर लानाला भेटायला लानाच्या प्रयोगशाळेत गेले. लानाने संगणकाकडे दुधाची फर्माइश केली. टिमने लानाची गम्मत करण्यासाठी आपल्या संगणकाची बटने अशा तऱ्हेने दाबली की, लानाचा दुधाची मागणी करणारा आदेश चुकला. त्याबरोबर लानाने पूर्णविरामाचे बटन दाबून संगणकाच्या मॉनिटर वरील चुकीचा आदेश पुसला आणि पुन्हा दुधाची मागणी केली. पण टिमने तिचा आदेश पुन्हा चुकविला. असे अनेकदा झाल्यावर लाना बुचकळ्यात पडली. तेव्हा तिने टिम आणि त्याच्या मित्रांना हसताना बघितले. त्याबरोबर तिला टिमची लबाडी कळली. तिने लगेच रागारागाने टिम आणि कंपनीकडे बघून हुकूम सोडला की, 'तुम्ही सर्व लगेच या खोलीच्या बाहेर पडा.'

अशा तऱ्हेने लानाचा विशेष संगणक २४ तास तिच्या दिमतीला हजर राहत असे.

चिंपांझी माकडांचे आयुष्य सरासरी ५० वर्षाच्या जवळपास असते. लानाचे पुढे काय झाले ते मला कळू शकले नाही. आज ती जिवंत असली तर तिचे वय ४० वर्षाच्या जवळपास असेल. तिच्यावर हे प्रयोग करणाऱ्या शास्त्रज्ञांचे असे अनुमान होते की, जर लाना आपले नैसर्गिक आयुष्य पूर्णपणे जगली तर तिच्यासाठी तेव्हा तयार केलेला बटनफळा तिला जन्मभर पुरणार नाही आणि तिच्यासाठी त्याहीपेक्षा फार मोठा बटनफळा तयार करावा लागेल. त्याप्रमाणे तिच्या तेव्हाच्या संगणकातही बरेच बदल करावे लागतील. शास्त्रज्ञांनी लाना प्रमाणे इतर अनेक चिंपांझी माकडांना प्रशिक्षण देण्यास प्रारंभ केला होता.

लानाचे प्रशिक्षण चालू असताना तिच्या शिक्षणाची प्रगती बघून शास्त्रज्ञांना मानवी हिताच्या अनेक कल्पना सुचल्या आहेत. अशी अनेक मतिमंद मुले असतात ज्यांच्यात संभाषण करण्याची क्षमता उपजतच नसते. लहान मुलांच्यात संभाषण करण्याच्या क्षमतेचा विकास कसा होतो, याचा अभ्यास करण्याकरता लानासाठी वापरलेल्या पद्धतीचा उपयोग केला जाऊ शकतो, हे तज्ज्ञांच्या लक्षात आले आहे. तसेच वाचा क्षमता विकसित न झालेल्या मुलांनाही याच पद्धतीने संभाषण करणे शिकविता येऊ शकते, असे ही शास्त्रज्ञांना वाटत आहे. या सर्व गोष्टींमुळे अमेरिकेतील 'नॅशनल इन्स्टिट्यूट ऑफ चाइल्ड हेल्थ अँड ह्यूमन डेव्हलपमेंट' या संस्थेकडून अशा संशोधनासाठी लाखो डॉलर्सचे अनुदान देण्यात आले आहे. ॲटलांटा येथील 'जॉर्जिया रिटार्डेशन सेंटर' मध्ये असे संगणक आणि इतर आवश्यक यंत्र सामग्री बसविली गेली आहे आणि तिथे लानाप्रमाणेच मूक मुलांना यर्किश भाषेत संगणकावर सांकेतिक संभाषणाचे प्रशिक्षण देण्यात येत आहे. तेथील तज्ज्ञांना आपल्या कामात यश मिळण्याची खात्री आहे. या पद्धतीमुळे मुलांना कुठले शब्द वापरले गेले आहेत हे सतत पडद्यावर दिसत असते आणि त्याप्रमाणे त्यांना पडद्यावरील वाक्यात पुढील शब्द जोडणे सोपे जाते. कारण यापैकी काही मुलांना त्यांनी दुसरा शब्द उच्चारला की पहिला शब्द काय होता हे लक्षातही राहत नाही.

संगणकाच्या या शिक्षणप्रणालीचा जनक रॅमबॉघ याचे म्हणणे आहे की, या कामासाठी आम्हाला चिंपांझीसारख्या माकडांची गरज नेहमीच राहील. कारण त्यांच्याकडूनच आम्हाला संभाषण कलेचा विकास कसा होतो हे शिकायला मिळणार आहे.

या घटनेवरून असे म्हणता येईल की, 'माकडाच्या हाती संगणक लागले आणि आता माकडच माणसाचे गुरू झाले.'

◆

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

ऑक्सिजनचा शोध कोणी लावला ?

लेखक : सुशील जोशी ● **अनुवाद** : नागेश मोने

मी असा प्रश्न का उपस्थित करतो याचं तुम्हाला आश्चर्य वाटेल. २२५ वर्षांपूर्वी इंग्लंडमधील जोसेफ प्रिस्टले यानं ऑक्सिजनचा शोध लावला हे साऱ्यांना ठाऊक आहे. शोध लावणे याचा अर्थ काय असतो हे सांगण्यासाठी ऑक्सिजनचा शोध हे उदाहरण मी घेतलं आहे.

१९०१ पासून नोबेल पुरस्कार सुरू झाले. पण रसायनशास्त्रातील कितीतरी सिद्धांत हे त्या अगोदरच शोधले गेले आहेत. १९०१ च्या पूर्वीच्या कोणत्या संशोधनाला नोबेल पारितोषिक द्यायचे ठरवले तर ते ऑक्सिजनच्या संशोधनाला द्यावे लागेल असे काही वैज्ञानिकांचे विचाराअंती तयार झालेले मत आहे.

आधुनिक रसायन शास्त्राची सुरुवातच ऑक्सिजनच्या शोधापासून झाली असं ज्येष्ठ वैज्ञानिकांचे मत आहे. ज्यांचं ज्वलन होऊ शकतं अशा पदार्थात फ्लॉजिस्टन नावाचा पदार्थ असतो अशी एक समजूत होती. जेव्हा एखादा पदार्थ जळतो तेव्हा त्याच्यातून फ्लॉजिस्टन हा पदार्थ बाहेर पडतो व तो संपूर्ण बाहेर पडला की पदार्थाचे ज्वलन संपून जाते असं लोक मानायचे. एखाद्या बंद भांड्यात पदार्थ जळत असेल तर तो लगेच विझून जातो कारण त्याच्यातून बाहेर पडणारा फ्लॉजिस्टन भांड्याच्या हवेतच समाविष्ट राहिला अशी लोकांची समजूत होती. भांड्यातील हवेत फ्लॉजिस्टन शोषणाची क्षमता संपुष्टात आली की आग विझते असं लोकांना वाटायचं.

श्वसनाच्या बाबतीतही तसाच दृष्टिकोण होता. आपण जी हवा नाकावाटे आत घेतो त्यात फ्लॉजिस्टन असतो अशीच समजूत होती. लोखंडातून फ्लॉजिस्टन निघून गेल्याने त्याला गंज चढला असं लोक मानायचे.

ऑक्सिजन वायू शोधला गेल्यावरच या क्रियांचा अर्थ नीट समजला जाऊ लागला.

१ ऑगस्ट १७७५ मधली गोष्ट आहे. पाऱ्याच्या ऑक्साईडला उष्णता दिल्यावर एक वायू तयार होतो असं जोसेफ प्रिस्टले याच्या लक्षात आलं. वस्तूंच्या ज्वलनासाठी हा वायू मदत करतो असं आणखी काही प्रयोग केल्यावर त्याच्या लक्षात आलं. हा

कार्ल शील

जोसेफ प्रिस्टले

अँटनी लव्हाजिए

वायू म्हणजे फ्लॉजिस्टन शिवायची हवा आहे असा निष्कर्ष त्याने काढला. याचा अर्थ या वायूत फ्लॉजिस्टन जवळजवळ नाहीच. हा वायू कोणत्याही वस्तूमधून फ्लॉजिस्टन शोषून घेतो आणि वस्तूच्या ज्वलनास मदत करतो असा अर्थ त्यानं काढला. १७७५ मध्ये त्यानं तसं जाहीरही करून टाकलं.

साधारण याच सुमारास किंवा याच्या थोडं अगोदर कार्ल शील हा वैज्ञानिकदेखील असाच प्रयोग करीत होता. त्यानेही पाऱ्याच्या ऑक्साईडला उष्णता दिली होती व हाच वायू मिळवला होता. पण त्याचं संशोधन त्यानं जाहीर केलं नाही. शील यानं या वायूला नाव दिलं होतं 'अग्निवायू.' शीलचं हे संशोधन १७७७ मध्ये प्रकाशित झालं. या दोघांच्याही अगोदर २०० वर्षे पोलंडमधल्या माइकेल सोदिजवो या शास्त्रज्ञाने सोरा या पदार्थाला (म्हणजे पोटॅशियम नाइट्रेटला) उष्णता देऊन हाच वायू बनवला होता. त्याला त्यानं नाव दिलं होतं 'प्राणवायू.'

अँटनी लॅव्हाझिए हा फ्रान्समधील एक वैज्ञानिक. प्रिस्टलेच्या संशोधनाची माहिती त्याला समजली. तेव्हा त्यानेही पाऱ्याच्या ऑक्साईडला उष्णता देऊन 'फ्लॉजिस्टन शिवायची हवा' तयार केली. कार्ल शील यांचे संशोधनाचे पत्रही त्याच काळात लॅव्हाझिए यांना मिळाले. लॅव्हाझिए यांना या कामात रस आहे हे शील यांना ठाऊक होते.

लॅव्हाझिए यांनी या दोघांनी केलेले संशोधन विचारात घेतले आणि हा एक नवीन वायू असल्याचे सांगितले व त्याला ऑक्सिजन हे नाव दिले. 'आम्लजनक' असा अर्थ असणारा हा युनानी शब्द आहे. सर्व आम्लांमध्ये हा वायू असतो असं त्यांना वाटत असल्यानं त्यांनी असं नाव दिलं होतं. अर्थात त्यांचं हे वाटणं चूक निघालं.

श्वसन, ज्वलन, वस्तूंना गंज चढणे यांच्या व्याख्या त्यांनी ऑक्सिजनच्या आधारावरच तयार केल्या. या सर्व क्रियांमध्ये

ऑक्सिजन खर्ची पडतो हे त्यांनी सांगितले. वस्तू जळताना त्यातून फ्लॉजिस्टन वगैरे काही बाहेर पडत नाही तर ऑक्सिजनचा त्या वस्तूशी संयोग होतो असं त्यांनी दाखवून दिलं आणि फ्लॉजिस्टनचा सिद्धांत खोटा ठरवला. रसायनशास्त्राच्या विकासाचं पहिलं पाऊल हा ऑक्सिजनचा सिद्धांत. आणि ते लॅव्हाझिए यांनी टाकलं आहे.

ऑक्सिजनच्या शोधाचे श्रेय कुणाला द्यायला हवे ! शील याला? ज्याने सर्वात अगोदर संशोधन केले पण प्रकाशित केले नाही. आपलं संशोधन सर्वांना सांगणे हे महत्त्वाचे आहे का केवळ संशोधन ?

याचं श्रेय जोसेफ प्रिस्टले याला द्यावे का? ज्यांनी संशोधन तर शीलच्या संशोधनानंतर केले पण प्रकाशित लगेच केले. प्रिस्टले यांनी संशोधन केले हे तर खरेच पण ज्वलन, श्वसन याच्याशी संबंधित असणारा हाच वायू आहे हे त्यांना ठाऊक झालेच नव्हते. जुन्या फ्लॉजिस्टन सिद्धांताच्या आधारावरच ते विसंबून होते. ज्याचं महत्त्व समजलं नव्हतं अशा संशोधनाचे श्रेय त्यांना द्यावे?

का ऑक्सिजनच्या शोधाचे श्रेय लॅव्हाझिए यांना द्यावे. त्यांनी संशोधन केलं, त्याचं महत्त्व जाणलं आणि एक नवी दिशा, वाट निर्माण केली. आणि त्याला ऑक्सिजन हे नाव दिलं.

मी या प्रश्नांची उत्तरे नाही देणार. तुम्हाला काय वाटतं ते तुम्ही सांगा.

◆

चकमक - नोव्हेंबर २००७ मधून साभार.

लेखक : **सुशील जोशी,** सातत्याने विज्ञानविषयक लेखन करतात.

अनुवाद : **नागेश मोने,** सांगली येथील कांतीलाल शहा प्रशालेचे मुख्याध्यापक, गणित आणि विज्ञान शिकवितात.

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

कीटकांची पचनसंस्था

लेखक : पुरुषोत्तम जोशी

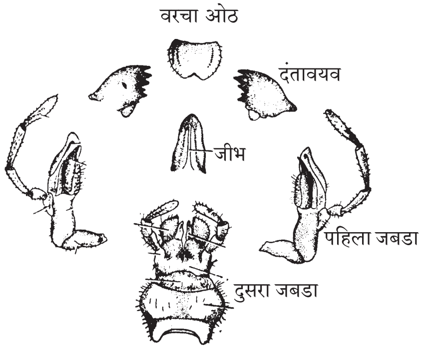
आपल्या भोवती अनेक किडे, कीटक, माश्या उडताना आपण पाहतो. अन्नावर बसून अन्नरस किंवा आपल्या अंगावर बसून ते आपलं रक्त शोषून घेतात. पण त्यांच्या एवढ्याशा शरीरात त्यांच्या अन्नाचं पचन कसं होत असेल.

कीटकांचे अन्न आपल्या अन्नासारखेच घन किंवा द्रवरूपात असते. घनरूपातील अन्न खाण्यासाठी कीटकांना त्याचे बारीक, बारीक तुकडे करणे जरूरीचे असते त्यासाठी अनुकूलित झालेल्या अवयवांचा एक संच असतो. घन रूपातील अन्न खाणाऱ्या कीटकांच्या मुखाभोवती हा संच साकारलेला असतो. या संचाला सामान्यत: 'दांतेरी मुखावयव' असे म्हणतात.

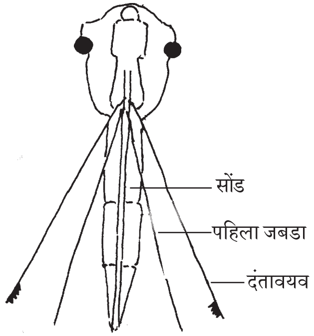
अन्नग्राही मुखावयव

दांतेरी मुखावयवांच्या संचामध्ये, वरचा ओठ, दंतावयव, पहिला जबडा, दुसरा जबडा (खालचा ओठ) आणि जीभ हे अवयव असतात. त्यापैकी, दंतावयवांची एक जोडी असते. ती जोडी घन अन्न पदार्थांचे बारीक तुकडे करते. तुकडे करण्यासाठी या अवयवांस लहान, कठीण आणि टोकदार दात असतात. वरचा ओठ, पहिला जबडा आणि खालचा ओठ (दुसरा जबडा) हे अवयव घन अन्नाचे तुकडे होताना तो पदार्थ दोन्ही दंतावयवांमधल्या जागेमध्ये नीट धरण्यासाठी एकमेकांना साह्य करतात. पहिल्या जबड्याची एक जोडी असते. त्यातील प्रत्येक जबडा एकमेकांपासून अलग असतो. दुसऱ्या जबड्याचीही एक जोडी असते. परंतु ही जोडी एकमेकास जोडली गेल्यामुळे सलग असते. जीभ साधारणपणे दंडगोलाकृती किंवा चपटी असून ती खालच्या ओठावर विसावलेली असते. नाकतोडे, रातकिडे, वत्सला, वाळवी, भुंगेरे यांचे मुखावयव 'दांतेरी' स्वरूपाचे असतात. (आकृती १)

द्रव अन्न मिळेल तेथून शोषून घेऊन अन्ननलिकेत पोहोचवण्यासाठी अनुकूलित झालेल्या अवयवांचाही एक संच असतो. हा संच द्रव अन्न सेवन करणाऱ्या कीटकांच्या

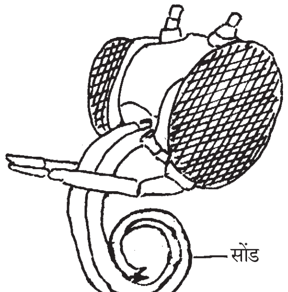


१ : झुरळाचे दातेरी मुखावयव



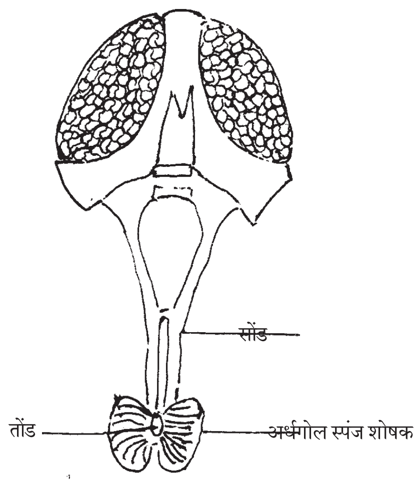
२ : छेदक शोषक (सोंडेरी) मुखावयव

मुखाभोवती साकारलेला असतो. या संचाला सामान्यत: 'सोंडेरी' मुखावयव असे म्हणतात. या संचामध्ये दंतावयव, पहिला जबडा, दुसरा जबडा हे प्रमुख अवयव असतात. परंतु त्यांचे स्वरूप दांतेरी मुखावयवांपेक्षा खूपच वेगळे असते. हे अनुकूलित मुखावयव, कोठल्याही पृष्ठभागावर असणारा द्रव वा अर्धद्रव पदार्थ तोंडापर्यंत वाहून नेतात आणि अन्ननलिकेत पोहोचवण्यासाठी खेचून घेतात. वनस्पतींच्या रसवाहिनीतील रस किंवा प्राण्यांच्या रक्तवाहिनीतील रक्त पृष्ठभागावर नसल्यामुळे त्वचेचा, रसवाहिनीचा किंवा रक्तवाहिनीचा छेद घेऊन रस वा रक्त यापर्यंत पोहोचून ते शोषून घेऊन अथवा खेचून घेऊन तो द्रव अन्ननलिकेमध्ये सोडण्याचे कार्य हे अवयव करीत असतात. त्यासाठी विविध कीटकांच्या गरजेनुसार या अवयवांमध्ये आवश्यक ते बदल होतात. त्यामुळे सोंडेरी मुखावयवांमध्ये छेदक-शोषक, वक्रशुण्ड-शोषक, टिपण-शोषक आणि चाटण-शोषक असे चार उपप्रकार आढळतात. छेदक-शोषक या उपप्रकारामध्ये दुसरा जबडा शोषक-सोंडेमध्ये रूपांतरित होतो. दंतावयव आणि पहिला जबडा सुईसारख्या लांब आणि टोकदार छेदक अवयवांमध्ये रूपांतरित होतात (आकृती २). ढेकूण, डांस, नावाडी पाणविंचू, पिठ्याढेकण्या इत्यादी कीटकांचे मुखावयव छेदक-शोषक प्रकारचे असतात. वक्र-शुण्ड शोषक या प्रकारामध्ये पहिल्या जबड्याच्या विशिष्ट भागाचे (galea) लवचिक सोंडेमध्ये रूपांतर झालेले असते. फुलपाखरे आणि पतंग या कीटकांमध्ये वक्रशुण्ड शोषक हा उपप्रकार आढळतो. (आकृती ३) फुलपाखरे अथवा पतंग जेव्हा मधुबिंदू गोळा करीत नसतात तेव्हा या सोंडेचे गोल-गोल वेटोळे होते. मधुबिंदू गोळा करावयाच्या वेळी हे वेटोळे सोडविले जाते आणि त्याच्या मुक्त टोकाकडून मधूबिंदू शोधून गोळा केले

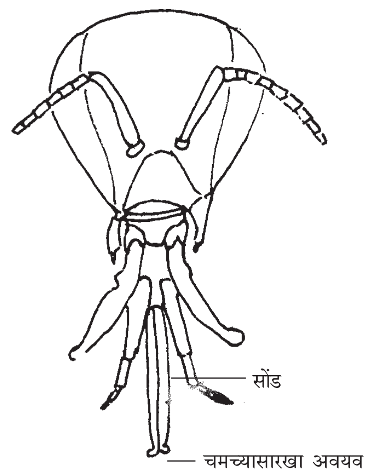


३ : वक्रशुंड शोषक (सोंडेरी) मुखावयव
उदा. फुलपाखरे, पतंग

जातात. टिपण-शोषक या उपप्रकारात मुख्यत: दुसऱ्या जबड्याचा काही भाग सोंडेत रूपांतरित होतो. सोंडेच्या मुक्त टोकाच्या शेवटी दोन अर्ध-गोलाकृती शोषक असतात. शोषकांच्यामध्ये सोंडेचे त्या बाजूचे तोंड असते. (आकृती ४) अर्ध-गोलाकृती शोषक अर्धद्रव किंवा द्रव पदार्थ शोषून न घेता टिप-कागदासारखे टिपून घेतात आणि सोंडेकडे पाठवितात. सोंड तो पदार्थ वर खेचून घेते आणि अन्ननलिकेकडे पाठवते. मुखावयवाचा हा उपप्रकार घरमाशी आणि काही मांसभक्षीमाश्यात आढळतो. चाटण-शोषक या उपप्रकारात दुसऱ्या जबड्याचा प्रमुख भाग सोंडेत रूपांतरीत होतो. या सोंडेच्या मुक्त टोकाशी चपटच्या चमच्यासारख्या तुकड्यांची लवचिक जोडी असते. (आकृती ५). दोन चपटच्या तुकड्यांमध्ये सोंडेचे त्या बाजूचे तोंड असते. हे चमच्यासारखे चपटे तुकडे फुलातील मधुबिंदू चाटून घेतात आणि सोंडेकडे पाठवतात. सोंड ते शोषून घेऊन अन्ननलिकेकडे पाठविते. या उपप्रकारचे मुखावयव मधमाश्या आणि काही



४ : टिपण शोषक (सोंडेरी) मुखावयव



५ : चाटण शोषक (सोंडेरी) मुखावयव

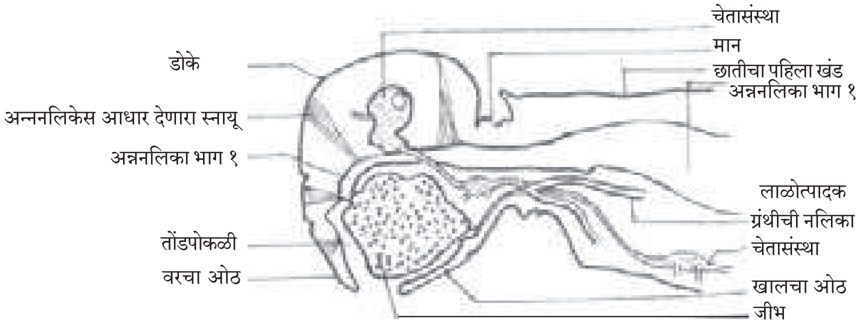
गांधीलमाशात आढळतात.

प्रत्येक सोंडेरी मुखावयव असणाऱ्या कीटकाच्या सोंडेच्या बुडाशी शोषक पंप असतो. त्याला आकुंचन प्रसरण पावणाऱ्या स्नायूंची जोडी असते. त्यांच्या आकुंचन प्रसरणामुळे हा पंप कार्यान्वित होतो. दांतेरी आणि सोंडेरी मुखावयव कीटकाच्या डोक्यास जोडलेले असतात हे वेगळे सांगावयाची आवश्यकता नाही.

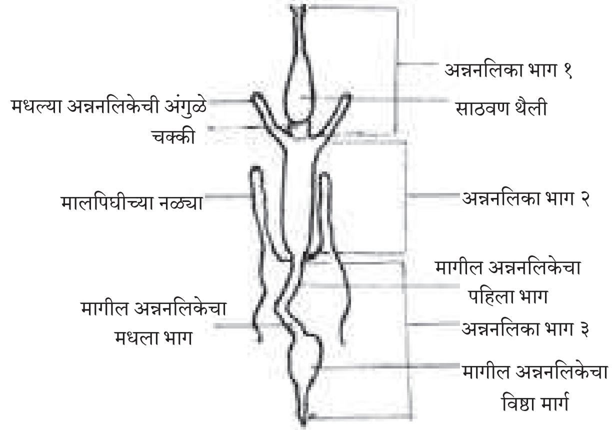
अन्ननलिका

दांतेरी अथवा सोंडेरी मुखावयावाच्या मागे एक पोकळी असते. तिला तोंड-पोकळी' म्हणतात. तिचा, कीटकाच्या मानेकडील भाग अन्ननलिका भाग-१ किंवा पुढील अन्ननलिकेशी जोडलेला असतो. (आकृती ६) तोंडात आलेला घन किंवा द्रव अन्नांश तोंडपोकळीच्या वाटेने अन्ननलिका भाग - १ म्हणजेच पुढील अन्ननलिकेत जातो. अन्ननलिकेचा कीटकाच्या डोक्यात असणारा भाग तुलनेने अरुंद असतो. त्यातून द्रव अन्नांश सहजपणे मानेच्या आणि छातीच्या खंडभागातील अन्ननलिकेत जातो. घन अन्नांशाचे बारीक तुकडे अन्ननलिकेत जाण्यास वेळ लागतो. अन्ननलिका स्पंदनशील आणि आकुंचन प्रसरण पावणारी असल्यामुळे अन्नांश पुढे पुढे जात रहातो.

मुखावयव कोणत्याही प्रकारचे असोत, कीटकांच्या अन्ननलिकेचे तीन भाग सहजपणे ओळखता येतात. पहिला भाग साधारणपणे डोके, छातीपर्यंत मर्यादित असतो. त्याला अन्ननलिका भाग-१ (पुढील अन्ननलिका (Fore gut) म्हणतात. (आकृती ७). त्याचे कार्य, पुढील अन्ननलिकेच्या शेवटच्या काहीशा रुंद आणि गोलाकृती थैलीवजा भागापर्यंत अन्नांशाचे वहन करणे आणि गोलाकृती थैलीमध्ये त्याची काही काळ साठवण करणे हे असते. काही कीटकांमध्ये साठवण थैलीचे रूप आणि जागा निराळी असते. ती पहिली अन्ननलिका आणि दुसरी अन्ननलिका यांच्या सरळ रेषेत नसते. पहिल्या



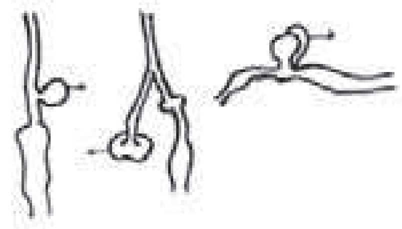
६ : डोके, मान, छातीचा पहिला खंड याचा उभा छेद :
अन्ननलिका भाग १ याची तुलनात्मक स्थिती दर्शविते.



७ : कीटकांच्या अन्ननलिकेचे रेखाचित्र

अन्ननलिकेच्या डाव्या किंवा उजव्या बाजूस गोल फुगवटा यावा तशी ती असते किंवा ती देठासारख्या नळीने मूळ नलिकेपासून दूर निघते. (आकृती ७). अन्ननलिकेच्या पहिल्या भागामध्ये अन्नांशाचे कोणत्याही प्रकारचे पचन होत नाही. या अन्ननलिकेच्या डाव्या-उजव्या बाजूस एक लाळोत्पादक ग्रंथी असते. तिचे स्राव लाळवाहक नलिकेवाटे वहन केले जातात. लाळवाहक नलिका जीभेच्या बुडाशी तोंड-पोकळीत उघडते. लाळोत्पादक ग्रंथींनी स्रवलेल्या लाळेचा, कीटक अनेक प्रकारे उपयोग करून घेतात. मुख्य उपयोग घन अन्नांशांच्या तुकड्यांना गिळगिळीत करणे हा असतो. ज्या कीटकांचे मुखावयव छेदक-शोषक प्रकारचे असतात ते लाळेचा उपयोग त्वचेसारखा पृष्ठभाग मऊ आणि गिळगिळीत होण्यासाठी करतात. त्यामुळे त्वचा छेदणे आणि दंतावयव आणि पहिल्या जबड्यांच्या सुया रसवाहिनी किंवा रक्तवाहिनीपर्यंत पोहोचविणे सोपे जाते.

त्यानंतरच्या (साधारणत: पोटाच्या पुढील खंडभागात असणाऱ्या) अन्ननलिकेच्या भागाला अन्ननलिका भाग-२ किंवा (मधली अन्ननलिका Mid gut) म्हणतात. ही अन्ननलिका, अन्ननलिका भाग-१ च्या मानाने काहीशी अधिक रुंद

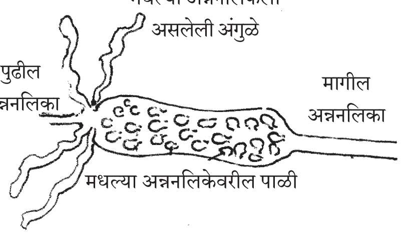

७ ब : साठवण थैलीची विविध रूपे

असते. दांतेरी मुखावयव असलेल्या काही कीटकांच्या (उदा. झुरळे, नाकतोडे) साठवण थैलीमागे (crop) आणि

मधल्या अन्ननलिकेच्या पुढील टोकाशी एक चक्की (Grinding mill) सारखा अवयव असतो. त्यात चार, सहा या संख्येत अलग अलग विखुरलेले तीक्ष्ण दात असतात. त्यांच्या बुडाशी गोलाकार आणि नलिकेच्या अक्षाशी समांतर असलेले लांबसर अनेक स्नायू असतात. या स्नायूंच्या आकुंचन प्रसरणामुळे या अवयवाची गोल आणि लांबट घुसळण होते. या घुसळणीमुळे ह्या अन्ननलिकेची तेथील पोकळी अधिक अरुंद करतात. त्यामुळे जवळ जवळ आलेले तीक्ष्ण दात त्यांच्या सापटीत सापडलेल्या घन अन्नांशाचे अधिकाधिक बारीक तुकडे, चूर्णच म्हणानात, करतात. असे चूर्ण झालेले अन्न, अन्ननलिकेच्या दुसऱ्या म्हणजेच मधल्या भागात प्रवेश करू शकते. चक्कीचा भाग अन्ननलिकेमध्ये (भाग-२) काहीसा घुसल्यासारखा वाटतो. तो भाग बाहेरून ओळखता येतोच असे नाही. अन्ननलिकेचा पहिला भाग मधल्या अन्ननलिकेशी जेथे जोडला गेलेला असतो तेथे झडप असते. ती झडप मधल्या अन्ननलिकेच्या पोकळीमध्ये असल्यामुळे बाहेरून दिसत नाहीत. या झडपा चक्कीतून बाहेर पडलेल्या अन्नांशाचा मधल्या अन्ननलिकेत जाण्याचा मार्ग नियंत्रित करतात. मधल्या नलिकेत असलेला अन्न भाग पहिल्या अन्ननलिकेमध्ये जाऊ शकत नाही. त्याच्या उलट्या प्रवासाला बंदी असते. परंतु मधल्या अन्ननलिकेतील पाचक रस मात्र अन्न-नलिकेच्या पहिल्या भागात जाण्याची शक्यता असते.

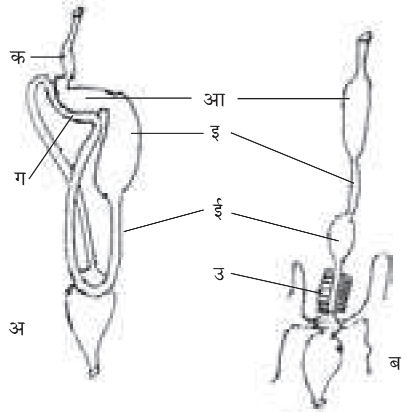
सोंडेरी मुखावयव असलेल्या कीटकांमध्ये अशा प्रकारच्या नियंत्रणाचा प्रश्न नसतो. परंतु त्यात झडपांचे अस्तित्व असतेच.

अन्ननलिका भाग-२ अथवा मधली अन्ननलिका (आकृती ७) अन्नाच्या पचनाचे आणि पाचन झालेल्या अन्नाचे शोषण करण्याचे अति महत्त्वाचे काम करते. अन्नाचे पचन करण्यासाठी फार मोठ्या प्रमाणावर पाचक रस लागतात त्यासाठी मधल्या अन्ननलिकेची मुख्य पोकळी लहान पडते. या समस्येवर मात करण्यासाठी मधल्या अन्ननलिकेला आपल्या बोटांसारख्या लांब,



८ : मधली अन्ननलिका

परंतु पोकळ आणि मधल्या अन्ननलिकेत उघडणाऱ्या काही नलिका असतात. त्यांना, सामान्यपणे मधल्या अन्ननलिकेचे फाटे (cecae) किंवा अंगुले (Diverticulae) म्हणण्याची पद्धत आहे. (आकृती ७, ८) काही कीटकांच्या मधल्या अन्ननलिकेला तिच्या अंगभर छोट्या छोट्या पुरळासारखी अनेक पाळी (Lobes) असतात. (आकृती ८) ही पाळी मधल्या अन्ननलिकेच्या पोकळीत उघडतात. नलिकेला जे विविध भित्तीस्तर असतात त्यांत एक स्रावक पेशींचा स्तर असतो. हा स्तर अतिशय नाजूक असतो. या पेशींना खरखरीत अन्नपदार्थापासून (वनस्पतीची पाने किंवा एखाद्या कीटकाचे कडक बाह्यावरण) इजा होऊ नये यासाठी त्या पेशीस्तरालगत सछिद्र आवरण असते. हे आवरण अतिशय चिवट असते. त्यास अन्नाभोवतीचे आवरण (Peritrophic membrane) म्हणतात. ते सछिद्र असल्यामुळे पेशींनी स्रवलेले पाचकरस आवरणातून पार होऊन अन्नाचे पाचन घडवून आणतात. अन्नपचनाच्या बाबतीत सर्वसाधारण विधान करावयाचे झाल्यास असे म्हणता येईल की, कीटक प्राधान्यत: ज्या प्रकारचे अन्न खातात (उदा. प्रथिने वा कर्बोदके अथवा मेदयुक्त) त्या अन्नाचे पाचन करणारे विकर खूप मोठ्या प्रमाणावर तयार करण्याची क्षमता त्या त्या कीटकांमध्ये असते. उदा. झुरळे, घरमाश्या



९ : मधल्या अन्ननलिकेचे भाग

मधल्या अन्ननलिकेत प्रोटिएज्, अमायलेज, इनव्हर्टेज्, मालटेज् आणि लायपेज हे विकर आढळतात. वनस्पतिभक्षी कीटकांमध्ये हे विकर कमी-अधिक प्रमाणात निश्चित आढळतात. (उदा. नाकतोडे, भुंगेरे इत्यादी रक्त, मांस आणि मृत प्राण्यांवर उपजीविका करणाऱ्या कीटकांच्या या अन्ननलिकेच्या भागांत प्रोटिएज् आणि लायपेज हे विकर प्राधान्याने आढळतात. ब्लाबेरस नावाच्या झुरळाच्या अन्ननलिकेच्या या भागात सेल्यूलेज सोडता इतर कार्बोहैड्रेजेस् विपुल प्रमाणांत आढळतात. या अन्ननलिकेचा सामू (pH value) कीटक निविष्ट असला तरी त्याचा आवाका (Range) साधारणपणे ६.२ ते ७.५ यामध्ये रेंगाळत रहातो.

काही सोंडेरी मुखावयव असणाऱ्या कीटकांच्या (उदा. समपंखी आणि विषमपंखी ढेकणे) मधल्या अन्ननलिकेचे बाह्यरूप दांतेरी मुखावयव असणाऱ्या

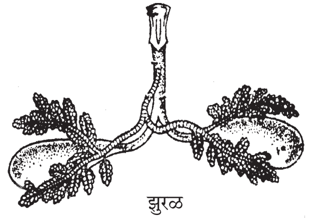
कीटकांच्या मधल्या अन्ननलिकेपेक्षा वेगळे असते. तुलनेने हा भाग बराच लांबट असून त्याचे अनुक्रमे तीन व चार भाग पडतात असे मानण्यात येते (आकृती ९ अ, ब). समपंखी कीटकांच्या मधल्या लांबट अन्ननलिकेच्या बऱ्याच दूरचा खंडभाग याच नलिकेच्या पहिल्या भागाच्या (आकृती ९, आ) अगदी निकट जाऊन त्यास भिडतो आणि स्नायूबंधांनी बांधला जातो. (आकृती ९ग). या विशिष्ट रचनेला गाळण–कोठी (Filter-chamber) असे म्हणतात. या रचनेमुळे नलिकेच्या 'आ' भागात आलेला जादा द्रव अन्नांश, सरळ सरळच अन्ननलिकेच्या शेवटच्या भागाकडल्या नलिकेत प्रसरण–विक्षेपकाच्या (Diffusion) नियमानुसार वितरीत होते. सामान्यत: द्रवअन्नांमधले जादा पाणी आणि कर्बोदके यांचा यामार्गाने निचरा केला जातो. या अन्ननलिका भाग–२ मधल्या काही पेशींचा भाग (Segment) पाचन झालेला अन्नांश शोषून (absorb) घेतात आणि रक्त कोटरांत वितरित करतात. मग तो अन्नांश रक्ताच्या माध्यमातून निरनिराळ्या संस्था आणि त्यांतील पेशीपर्यंत पोहोचवला जातो. पाचन न झालेला अन्नांश अन्ननलिका भाग–३ अथवा मागील अन्ननलिकेकडे पाठविला जातो.

अन्ननलिका भाग–३ अथवा मागील अन्ननलिका ही साधी अन्ननलिका असून ती पाचन न झालेले अन्नपदार्थ गुदद्वारापर्यंत पोहोचवण्याचे काम करते. ज्या ठिकाणी ती मधल्या अन्ननलिकेला जोडली गेलेली असते तेथे आतल्या भागात एक झडप असते. ही झडप, पाचन न झालेल्या अन्नपदार्थांचा, मधली अन्न नलिका ते मागील अन्ननलिकेतील प्रवेश नियंत्रित करते. या भागातील नलिकेमध्ये झडपेच्या थोडेसे पुढे चोहोबाजूंनी विविध लांबसर नळ्यांच्या जोडच्या उघडतात. त्यांना 'मालपिघीच्या नळ्या' म्हणतात (आकृती–७). स्थूलमानाने पाहिले तर या अन्ननलिकेचे भाग १, २, ३ असे तीन भाग पडतात. ते बाहेरून ओळखता येतातच असे नाही. भाग १ आणि २ हे त्यांत आलेल्या अन्नपदार्थातील पाण्याचा अंश शोषून घेतात. भाग ३ त्यांत आलेल्या काहीश्या कोरड्या झालेल्या पदार्थाचे लेंड्यांमध्ये रूपांतर करण्याचे काम करतात. दिवसातील निश्चित अशा कालावधीनंतर वेळोवेळी गुरुद्वाराच्या वाटेने बाहेर टाकल्या जातात.

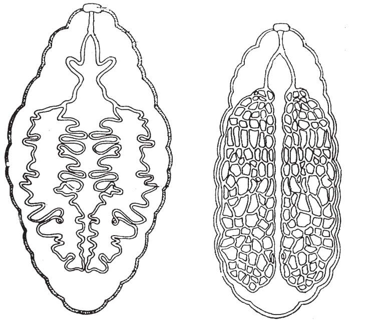
मालपिघीच्या नळ्या उत्सर्जन संस्थेशी निगडीत असतात. त्या रक्तकोटरांतील 'मळ' शोषून मागील अन्ननलिकेत सोडतात. लेंड्यांबरोबर हा 'मळ' शरीराबाहेर जातो.

लाळोत्पादक ग्रंथी

कीटकांच्या पचन संस्थेशी संबंधित असणाऱ्या अन्ननलिकाबाह्य ग्रंथी म्हणजे लाळोत्पादक ग्रंथी होत. त्यांची एक जोडी



१० : कीटकांमधील लाळोत्पादक ग्रंथी



असते. परंतु या जोडीचा आकार कीटकात प्रत्येक वेगवेगळा असतो (आकृती १०). लाळोत्पादक ग्रंथींची जोडी अन्ननलिका भाग – १ मध्ये, नलिकेच्या डाव्या–उजव्या बाजूस किंवा नलिकेवर अथवा खाली असतात. प्रत्येक ग्रंथीपासून एक वेगळी लाळ वाहक नलिका निघते. या दोन्ही लाळ वाहक नलिका पुढे एकमेकीस मिळतात. आणि त्यापासून एक वाहक नलिका तयार होते. ही वाहक नलिका जिभेच्या बुडाशी उघडते. शाकाहारी कीटकांच्या लाळेमध्ये, अमायलेज आणि इनव्हर्टेज हे विकर प्रामुख्याने आढळतात. मांसाहारी कीटकांच्या (उदा. नावाडी, पाण विंचू) लाळेमध्ये प्रोटिएज्, लायपेज हे विकर आढळतात. तर रक्तभक्षी (उदा. घोडमाशी, ॲनाफेलिस, त्सेत्सेमाशी) लाळेमध्ये, 'ॲन्टिको–ॲगुलीन' हा रक्त गोठण्यास प्रतिबंध करणारा पदार्थ आढळतो. रेशीम पतंगाच्या अळ्यांच्या लाळोत्पादक ग्रंथी रेशीम–धाग्याचे प्रथिनयुक्त द्रव स्रवतात.

मधमाशीच्या मुखावयवांशी तीन ग्रंथी जोड्या संबंधित आहेत. त्यापैकी,

१) दन्तावयव ग्रंथींचे स्राव, कोशावरणाचे धागे मऊसर करतात. पराग संकलनासही ते उपयोगी पडतात.

२) कंठ ग्रंथींचे स्राव, राणी मधमाशीचा 'राजभोग' (Queen Substance) तयार करतात. त्या स्रावात प्रोटिओलिटीक विकरही आढळतात. एका महिन्याच्या मधमाशीच्या कंठ ग्रंथींमध्ये अमाय्लेज, इन्व्हेंज हे विकरसुद्धा आढळतात.

३) खालच्या ओठाशी संबंधित असलेल्या ग्रंथींचे स्राव, मेण तयार करण्यासाठी उपयोगी असे तेल आणि मोहोळाची दालने तयार करताना लागणारे जलीय द्रवही निर्माण करतात.

◆

लेखक : **पुरुषोत्तम जोशी,** कीटकशास्त्राचे निवृत्त प्राध्यापक, सातत्याने विज्ञान लेखन करतात.

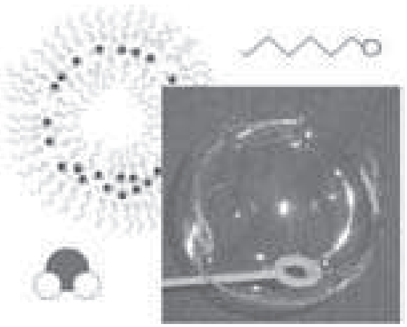
बुडबुडे !
साबणाचे व शब्दांचे !!

लेखक : अर्चना घोडे ● **अनुवाद** : प्रज्ञा पिसोळकर

साबणाच्या पाण्याचे फुगे केले असणारच ना तुम्ही कधी ना कधी ? त्यावेळी काही प्रश्न पडले का तुम्हाला ? काही निरीक्षणं नोंदवलीत का तुम्ही ?

मी लहान असताना आई मला बशीतून दूध ओतून द्यायची प्यायला. दूध फुंकून फुंकून पिताना दुधात बुडबुडे यायचे. त्याची गंमत वाटायची फार.

फुगे तर तसे पाण्याचेपण होतात. पण ते लगेच फुटतात. त्या मानाने साबणाचे फुगे जास्त काळ टिकतात. साबणाच्या पाण्यात जर तुम्ही ग्लिसरीनचे (तेच ते ग्लिसरीन हो, जे आपण हिवाळ्यात ओठांना लावतो ओठ फुटू नये म्हणून.) २ थेंब टाकले तर फुगे फुटण्याची क्रिया लांबते.



साबणाच्या रेणूत २ घटक असतात. एक असतो जलद्वेषी. जो पाण्याच्या रेणूपासून दूर राहतो. दुसरा असतो जलप्रिय घटक, जो पाण्याशी दोस्ती करतो. साबणाच्या पाण्यात पाण्याच्या रेणूंचं सँडविच झालेलं असतं साबणाच्या रेणूंमध्ये.

साबणाचे पाणी

साबणाच्या पाण्याच्या पृष्ठभागावर जलद्वेषी घटक गर्दी करतात. त्यामुळे पाण्याचे रेणू एकमेकांपासून दूर ढकलले जातात. त्यामुळे पाण्याच्या पृष्ठभागावर असलेला ताण कमी होतो. पृष्ठीय ताण न्यूटन / मीटर या एककात मोजतात. पाण्याचा पृष्ठीय ताण ७० मिली न्यूटन / मीटर असतो. साबणामुळे तो सुमारे २३ mN/m पर्यंत कमी होतो. पाण्याच्या थराचे जेव्हा बाष्पीभवन होते तेव्हा तो फुगा फुटतो. अशा रीतीने साबण फुग्यांना बळकटी देत नाही तर स्थैर्य देते. जसं की पालक आपल्या मुलांचा अभ्यास करत नाहीत. पण अभ्यासास पोषक वातावरण निर्माण करतात.

साबणाच्या पाण्यात ग्लिसरीन टाकले की फुगा जास्त काळ का टिकत असावा ? पाण्यात (H_2O) मध्ये जसा हायड्रोजनचा रेणू असतो तसा तो ग्लिसरीन ($CH_3H_5(OH)_3$) मध्ये पण असतो. 'समानशीलेषु सख्यम्' या उक्तीनुसार दोन्हीमधल्या हायड्रोजन अणूंमध्ये दोस्तीचे बंध (हायड्रोजन बाँडस्) निर्माण होतात. हायड्रोजन बाँडसमुळे पाण्याचे बाष्पीभवन होण्याची प्रक्रिया लांबते. व साबणाचे फुगे फुटण्याचीही. (ओठ कोरडे पडू नये म्हणून हिवाळ्यात आपण ओठांना ग्लिसरीन का लावतो तेही कळलं असेल ना आता ?)

साबणाच्या फुग्यांच्या बाबतीत अजून एक निरीक्षण आहे बरं का. साबणाचे फुगे पुण्यात अप्पूघरला काढले ना तर त्या मानाने लवकर फुटतात. मुंबईला चौपाटीवर मात्र ऐटीत बराच वेळ तरंगत राहतात. कारण सोप्पं आहे. पुण्याची हवा आहे कोरडी. त्यामुळे साबणाच्या फुग्यातील पाण्याचे बाष्पीभवन पटकन होते. फुगा फुटतो. चौपटीवरच्या हवेत आर्द्रता बरीच असते. त्यामुळे फुग्यातील पाण्याचे बाष्पीभवन पटकन होत नाही.

पाण्यात जर क्षारांचं प्रमाण जास्त असेल ना तर साबणाचे फुगेच तयार होत नाहीत. अनेकदा विहिरीचं पाणी मचूळ लागतं बघा. ते त्यातील क्षारांमुळे. होतं काय की साबणातील कार्बाक्झिलेट घटक कठीण पाण्यातील कॅल्शियम व मॅग्नेशियम बरोबर प्रक्रिया करतो. त्यामुळे साबणाचा साका तयार होतो. मग कसले आलेत बुडबुडे अन् फुगे ! गंमत अशी की अशा पाण्यात डिटर्जंट घातला तर फुगे छान तयार होतात. कारण डिटर्जंटमध्ये कार्बाक्झिलेट नसतातच ना !

चला तर मग साबणाचे फुगे काढू ! तुम्हाला काही युक्त्या सांगते. स्ट्रॉने मस्त फुगे काढू चला साबणाच्या पाण्याचे.

१. स्वच्छ पाण्यात डिटर्जंट मिसळवा. त्या द्रावणात १ टेबलस्पून ग्लिसरीन टाका. डिटर्जंटचे पाण्यातील प्रमाण कमी जास्त करून फुगा किती वेळ टिकतो त्याचे निरीक्षण करा.

२. द्रावण ठेवलेले भांडे व बुडबुडे काढण्याचे साधन (स्ट्रॉ वगैरे) स्वच्छ असू दे. धुळीच्या कणांमुळे बुडबुडे लवकर फुटतात.

३. बुडबुडे उन्हात न सोडता सावलीत सोडा.

४. बुडबुडे सोडताना वारा सुटलेला नसावा. पाऊस पडून गेल्यानंतरच्या हवेत साबणाचे फुगे सोडायला अजूनच धम्माल येते.

अरेच्चा, कुठे निघालात ? साबणाचे फुगे करायला ? भरपूर फुगे करा आणि मजा घ्या.

◆

जंतरमंतर एप्रिल २००८ मधून साभार.

लेखक : **अर्चना घोडे,**
रूपांतर : **प्रज्ञा पिसोळकर**, एम.एस्सी, चिंचवड, व्यवसाय-फिटनेस तज्ज्ञ. पदभ्रमण, वाचन, लेखन यांची आवड

दक्षिण ध्रुवाकडे

भाग २

लेखक : कॅरोलिन अलेक्झांडर ● **छायाचित्रे** : फ्रँक हर्ले

८ ऑगस्ट १९१४ रोजी इंग्लंडहून दक्षिण ध्रुवाकडे शॅकलटनची टीम निघाली. ७ डिसेंबर पर्यंत प्रवास सुरळित झाला. पण नंतर एंड्युरन्स जहाज बर्फात फसू लागलं. १८ जानेवारीला तर प्रसरण पावणाऱ्या बर्फात सपशेल चेपलं गेलं. तेव्हापासून ऑक्टोबर १९१५ हा टीमच्या दुर्दैवाचा, परीक्षा बघणारा काळ. शेवटी नोव्हेंबरमधे बोट बुडल्यावर, दोन लाईफ बोटींमधून सगळी टीम एलिफंट बेटापर्यंत तर आली. पण अजूनही मनुष्यवस्ती हजारो मैल लांब होती. मध्ये अक्राळविक्राळ समुद्र. काय झालं पुढे ?

बाहेरच्या जगातून या ठिकाणी कोणीही येणं अशक्य होतं. एलिफंट बेटापासून सर्वात जवळची मानवी वस्ती होती दक्षिण जॉर्जिया बेटावर, मच्छिमारांची. एकच मार्ग होता. जवळची त्यातल्या त्यात चांगली बोट घेऊन, मोजक्याच नाविकांसह तिकडे जायचं. वाटेत जगातला सगळ्यात धोकादायक समुद्र, पन्नासेक फुटापर्यंतच्या लाटा, बोटीला पाळण्यासारखं झुलवत ठेवणाऱ्या भयंकर प्रकारच्या लाटा – केप हॉर्न रोलर्स. जवळची दिशादर्शक उपकरणं आता कितपत उपयोगी होती, अचूक होती तेही माहीत नव्हतं. (त्यांचा उपयोग करण्यासाठी सूर्यदर्शन गरजेचं असतं. तेही इथल्या समुद्रात आठवडे–आठवडे होत नाही.)

शॅकलटन शिकला, त्या डलविच कॉलेजमधे ही बोट आता पाहायला मिळते. ह्या बावीस फुटी बोटीनं काय काय सहन केलंय ते समजायला आपला अनुभव आणि कल्पनाशक्ती तोकडी पडते. या एवढ्याशा बोटीवर सहाजण मावले कसे याचंही आश्चर्यच. ती बोट पाहताना अनपेक्षितपणे डोळ्यात पाणी येतं हे मात्र खरं.

एलिफंट बेट ते दक्षिण जॉर्जिया

८०० मैलांच्या या प्रवासासाठी बोट तयार करायला घेतली. हेन्री मॅक्निश हा त्यांचा सुतार म्हणजे देवाची देणगीच. त्यांच्याजवळ जे काही लाकूड शिल्लक होतं, त्यातून त्यानं चांगला भाग निवडून काढला. सामानाची खोकी, स्लेजचे भाग. डेकसाठी वापरलं कॅनव्हास. गोठलेलं कॅनव्हास शेकोट्यांवर धरून वापरण्यासारखं केलं.

बोटीत पाणी शिरू नये म्हणून काय काय वापरलं ! विशिष्ट गवत किंवा नारळाच्या शेंड्या, डांबर नव्हतंच. मग दिव्यांच्या वाती, सीलचं रक्त, बोटीतल्या चित्रकाराचे तैलरंग सगळं उपयोगात आलं.

उघड्यावर वादळी हवेत काम करताना मॅक्निशला त्याच्या हिमदंश झालेल्या बोटांची क्षिती नव्हती. शेवटी बोट तयार झाली. स्थिर ठेवण्यासाठी त्यात एक दोन टनाचा दगड ठेवला. शॅकलटनने पाच सहकारी निवडले. अगदी जिद्दी नाविक होते ते. व्हिन्सेंट – नेहमी दादागिरी करणारा आणि मॅक्निश. दोघंही खरं तर विचित्र स्वभावाचे. त्यांना नजरेखाली ठेवणंच गरजेचं होतं. फ्रँक वोर्सली – उत्साही – चैतन्यानं रसरसलेला न्यूझीलंडर. आत्तापर्यंत त्याचं कौशल्य उपयुक्त ठरलं होतं. अशक्य कोटीतल्या संकटांना तोंड देऊन त्यानं सर्वांना एलिफंट बेटावर आणलं होतं. टिम मॅकार्थी हे सर्वांचंच आवडतं व्यक्तिमत्त्व. टॉम क्रीन हा अनुभवी गिर्यारोहक, नाविक, ताकदवान, धीराचा, कधीही न डगमगणारा. स्कॉटबरोबरच्या दोन्ही मोहिमात तो ध्रुवाकडे आला होता. दुसऱ्या मोहिमेत ते एका ठिकाणी अडकून पडले. मग क्रीनने एकट्याने बर्फातून पस्तीस मैल चालत येऊन जोडीदारासाठी मदत मिळवली होती. वाटेत त्याच्याकडे होती तीन बिस्किटं आणि दोन चॉकलेट. अशी ही टीम बोट सज्ज करून निघाली.

२४ एप्रिल १९१६

एलिफंट बेटावर पोचून आठ दिवस झाले होते. आश्चर्य म्हणजे नववा दिवस त्यामानाने

शांत हवेचा होता. बेटावर राहिलेल्या बावीस जणांना तिथंच तगून राहायचं होतं. दोन उलट्या बोटींचा आसरा. खाण्यासाठी पेंग्विन आणि सीलची शिकार. आता शॅकलटनचा लेफ्टनंट फ्रँक वाइल्ड त्यांचा नेता होता. त्यातले तिघंजण आता आजारीच पडले होते.

बोट समुद्रात ढकलली आणि सहाजणांची जणू सत्त्वपरीक्षा चालू झाली. बहुधा रोजच वादळे होत. बर्फगार खारं पाणी अंगात मुरत असे. ड्यूटीवर नसताना कॅनव्हासच्या डेकखाली जो दगड ठेवला होता, त्यावर चारचार तास विश्रांती घ्यायला मिळत असे. ओल्या, कुजट कातडी स्लिपिंग बॅगमधे. वल्हवणाऱ्यांच्या सीटखाली इतकी कमी जागा होती की विश्रांती घ्यायला तिथं गेल्यावर जिवंतपणी समाधी घेतल्यासारखं वाटे.

—○—○—

एका रात्री त्यांना जाग आल्यावर दिसलं की बोट अडखळत चाललीय. बोटीवर अन् शिडावरसुद्धा बर्फाचा थर जमलाय. काही ठिकाणी तर फूटभरापेक्षाही जास्त ! बोट उभ्या, आडव्या अक्षांभोवती पाळण्यासारखी झुलत होती. अशा स्थितीतही घसरड्या डेकवर जाऊन बर्फ फोडून काढावं लागलं.

कुणीही माणूस नेहमीपेक्षा जास्त दमून गेलाय, ढेपाळतो आहे असं दिसलं की शॅकलटन सर्वांसाठीच गरम काही प्यायला बनवायला सांगत असे, त्या माणसाला काहीही पत्ता लागू न देता. अशी काळजी घेऊनही लवकरच व्हिन्सेंट ढेपाळला. मॅक्निशची तब्येतही बिघडली पण तो त्याचं कर्तव्य करतच होता. सगळ्यांचीच पावलं सतत ओली राहिल्यानं सुजली होती. पांढरी पडली होती. पावलांना काही संवेदनाच उरली नव्हती. कपडे बर्फाचे, कडक झाल्याने अंगावर ओरखाडे उठले होते. तरीही लाटांमधे, वाऱ्यावादळात सर्वजण ड्यूटी करत होते. पहारा देणं, जेवण बनवणं, पंप चालवणं, बोट वल्हवणं, मार्गावर ठेवणं.

मॅकार्थी तर अफाटच होता. ड्यूटी बदलताना तो जेव्हा बोट दुसऱ्याच्या ताब्यात द्यायचा, तेव्हा बोटीचा बर्फ झालेला असताना आणि गळयापर्यंत लाटा येत असताना, हसऱ्या चेहऱ्यानं तो म्हणायचा 'सर, आज फार सुंदर दिवस आहे !'

दिशादर्शक उपकरण वापरायला सूर्यदर्शन झालंच नाही. भरतीच्या वाऱ्याच्या दिशेवरून आणि केवळ अनुभवावरूनच वोर्सलीनं मार्ग ठरवला. बेटाच्या पूर्वेकडच्या भागात वस्ती नव्हती. पश्चिमेकडे होती. पण हजारो मैलाच्या समुद्रात ती जमीन ठिपक्यासारखी होती. थोडासा अंदाज चुकून किंवा वाऱ्यामुळे ते थोडेसे इकडे तिकडे झाले तर? पूर्वेच्या दिशेने जाताना थोडी चूक झाली तरी ते बेटावरच कुठेतरी पोचले असते. पण पश्चिमेच्या दिशेने जाताना जर चूक झाली, तर पुढची जमीन आफ्रिकेची. ४००० मैलांवर म्हणजे अनंतात विलीन व्हायची पाळी. नाईलाजानं त्यांनी पूर्व किनाऱ्याची दिशा धरली होती, तो निर्मनुष्य होता.

—○—○—

बोट हाकारून चौदा दिवस झाले होते. ७ मे च्या संध्याकाळी बोटीजवळ समुद्रशैवाल तरंगताना दिसलं. हे खाण्यासाठी वापरतात. म्हणजे जमीन जवळच होती. अतिशय उत्साहाने त्यांनी (उत्तर) पूर्वेची दिशा धरली. रात्रभराच्या प्रवासानंतर पहाटे समुद्रवनस्पती (Seaweed) दिसलं. धुक्यात जमिनीवरचे पक्षी दिसायला लागले. दुपारनंतर धुकं वितळलं, तसा मॅकार्थी किंचाळला की जमीन दिसते आहे.

''धुक्याच्या पडद्याआड मोठमोठे काळे कडे आणि किनाऱ्यावर बर्फाची झालर क्षणभर दिसली. आम्ही बावळटासारखे हसायला लागलो. जिंकलो... हा एकच विचार.''

दिशा ठरवणं, बोट चालवणं, तग धरणं या सगळ्याचीच ती जीत होती. अचानक प्रचंड वादळ सुटलं. जवळचं पाणी खराब झालेलं. सगळे तहानेनं व्याकुळलेले. आणि किनारा अजून हुलकावणी देतोय.

अखेर दहा मे रोजी सतराव्या दिवशी बोट किनाऱ्याला लागली. शॅकलटन आणि सहकारी अगदी मोडून पडायच्या बेतात असताना.

सर्वात जवळचं मच्छिमारांचं ठाणं – समुद्रातून दीडशे मैलांवर होतं. बोट मोडकळीस आली होती. टीममधे काहीच ताकद उरली नव्हती. शॅकलटननं ठरवलं की जमिनीवरूनच त्या ठाण्यांवर चालत जायचं. बरोबर दोघंजण असतील. क्रीन, वोर्सली. अंतर होतं बावीस मैल, पक्ष्यांच्या मार्गानं. बेटाच्या नकाशामधे फक्त किनारे दाखवलेले होते. जमीन मार्गावरचे कडे-कपारी, दऱ्या कशाचीच माहिती नव्हती.

शॅकलटनला मुख्य काळजी होती हवामानाची. डोंगरांमधून जाताना वादळामुळे गच्छंतीच व्हायची. पण १९ मे रोजी पहाटे तीन वाजता ते निघाले, तेव्हा हवा चांगली होती आणि त्यांना मदत करायला चंद्रप्रकाशही होता. दहा हजार फूट उंचीचे पर्वत या बेटांवर होते. एरवी ही चढाई कठीण मानली जात नाही. पण या टीमजवळ गिर्यारोहणाचं कोणतंही साहित्य नव्हतं. त्यांनी या प्रवासासाठी तीन दिवसांचं रेशन तीन मोज्यांमधे भरून घेतलं. एक स्टोव्ह, जळण, काडेपेटी, भांडं, पन्नास फुटी दोरखंड, दुर्बिण, आईसअॅक्सऐवजी मॅक्निशचं एक हत्यार व बोटीतले काही स्क्रू बुटाच्या तळाला लावले होते – ते बर्फावरून घसरू नयेत म्हणून. कपड्यांची अवस्था झालेली. गेले सात महिने ते अंगावर होते. पावलांना हिमदंश झालेला. अजून त्यात संवेदना नव्हत्याच. बोट जमिनीला लागून नऊ दिवस झाले होते.

जाण्याचा रस्ता शोधण्यासाठी फक्त ‘कॉमनसेन्स’ वरच भिस्त होती.

हिमनद्यांवर प्रकाश चमकत होता. पुढच्यातल्या डोंगरकड्यांची ओळ पार करायला त्यांना तीन वेळा प्रयत्न करावे लागले. शेवटी दिवस अंधारायला लागला तेव्हा ते पलीकडे पोचले. समोर धुक्यानं भरलेली, अंधारलेली दरी. इतक्या उंचीवर रात्र काढायची म्हणजे गोठून मरायचं आमंत्रण. जरा विचार करून शॅकलटनने ठरवलं – आपण घसरत खाली जाऊ या. दोरखंडाच्या वेटोळ्यावर तिघंजण एकमेकांमागं, धरून बसले. शॅकलटन पुढे, क्रीन मागे.

‘‘आम्ही अंतराळातून बाणासारखे चाललो होतो. आधी अंगावरचे केस उभे राहिल्याचे जाणवले. क्षणभरातच मला जाणवलं की आपला निर्णय बरोबर ठरणार. मी आनंदानं ओरडायला लागलो. बाकी दोघांच्याही ओरडण्याचा आवाज येतच होता.’’

हळूहळू वेग मंदावला. एका किनाऱ्यावर आम्ही पोचलो होतो. उभे राहत आम्ही एकमेकांना मिठ्या मारल्या. मिनिटभरात १५०० फूट अंतर उतरून झालं होतं.

सकाळी ६.३० वाजता शॅकलटनला शिट्टीचा आवाज ऐकल्यासारखं वाटलं. अशी शिट्टी मच्छिमार ठाण्यावर त्यांना उठवायला वाजवली जात असे. आता जर अजून अर्ध्या तासानं पुन्हा तशी शिट्टी वाजली, कामावर जाण्यासाठीची – तर ...

अर्ध्या तासानं ती शिट्टी वाजलीच. टीम वेगानं चालायला लागली. सतत छत्तीस तास चालत ते २० मे – दुपारी तीन वाजता मच्छिमार ठाण्यावर (स्ट्रॉमनेस स्टेशन) पोचले. चेहरे शेकोटयांच्या धुरानं

काळवंडलेले. खाऱ्या पाण्यानं केसांच्या जटा झालेल्या, खांद्यापर्यंत वाढलेले केस. कुणीही पाहून घाबरून जावं. दोन मुलं त्यांना पाहून पळाली. जरा वेळानं ठाण्याच्या मुख्याधिकाऱ्यापर्यंत ते पोचले. त्याला शॅकलटनच्या आवाजाची ओळख पटली. यांची कहाणी ऐकून तिथले नॉर्वेजियन मच्छिमार चकीत झाले. त्यांनी मोकळेपणानी मदत केली. एक जहाज पाठवून बेटाच्या दुसऱ्या टोकावर थांबलेल्या टीमला त्यांच्या बोटीसकट सन्मानानं, प्रेमानं आणलं गेलं.

—०—०—

एलिफंट बेटावर राहिलेल्या बावीस जणांची स्थिती वाईट झाली होती. पर्सी ब्लॅकबरोच्या हिमदंश झालेल्या पावलावर शस्त्रक्रिया करूनही उपयोग झाला नव्हता. (मोहिमेवर दोन डॉक्टर सोबत होते.) तो बिचारा आल्यापासून त्याच्या ओल्या स्लीपिंगबॅगमध्ये पडून राही. काहीही तक्रार न करता .

अन्नसाठा संपत आला होता. वाइल्ड आता सुटकेसाठी स्वतःच प्रयत्न करण्याच्या विचारात होता. इथे येऊन पाच महिने झाले होते.

३० ऑगस्ट १९१६. सगळेजण जवळच्या भरतीच्या पाण्यात पकडलेल्या कालवांचं सूप पीत होते. चित्रकार मार्स्टननं त्यांच्या तंबूत डोकं खुपसून विचारलं, ‘‘वाईल्ड, लांब एक जहाज दिसतंय. शेकोटी पेटवायची का?’’

क्षणार्धात सगळेजण बाहेर होते. जहाजावर चिलीचा झेंडा. जवळ येत ५०० फुटांवर ते थांबलं. त्यातून एक बोट उतरवली गेली. त्यातून दोघंजण जवळ येताना दिसले – शॅकलटनची हट्टीकट्टी आकृती आधी ओळखायला आली, आणि मग क्रीन !

याआधीही तीन वेळा शॅकलटनने इकडे येण्याचे प्रयत्न केले होते. पण भोवतीच्या बर्फामुळे ते निष्फळ झाले होते. तासाभरातच मंडळी जहाजावर चढली. महिनोन्महिने या संकटाशी सामना करताना शॅकलटनने एकही सैनिक गमावला नव्हता.

—०—०—

इतक्या महिन्यांनंतरही अजून युद्ध चालूच होतं. लाखो लोक मारले जात होते. युरोपला वेड लागलं होतं. जगभरात सगळ्यांनाच वेड लागलं होतं.

घराघरातले तरुण युद्धात मारले गेले होते. त्यामुळे इंग्लंडला ‘सर्व्हायव्हल स्टोरीज’ बद्दल आस्था उरली नव्हती. शौर्याची कल्पना हुतात्मा होण्याशीच थांबत होती.

तरीही शॅकलटनची दक्षिणेची ओढ संपली नाही. पुन्हा एकदा पैशाची जमवाजमव करून १९२१ मधे Quest (शोध) नावाच्या जहाजावरून स्वारी पुन्हा दक्षिणेकडे निघाली. अंटार्क्टिकाला बोटीतून प्रदक्षिणा घालायची, कॅप्टन किड यांचा खजिना शोधून आणायचा. बरेच काय काय करायचे होते.

महत्त्व त्याला नव्हतंच. महत्त्वाचं होतं ते दक्षिणेला जाणं ! ४ जानेवारी १९२२ ला Quest जेव्हा दक्षिण जॉर्जियाला पोचलं तेव्हा तिथल्या मच्छिमारांकडून शॅकलटनला हृद्य पाहुणचार मिळाला. दिवसभर आनंदात घालवल्यावर त्यानं सर्वांचा निरोप घेतला.

मात्र दुसऱ्या दिवशी तो उठलाच नाही. हृदयविकारानं वयाच्या अठ्ठेचाळिसाव्या वर्षी त्याचं निधन झालं.

शॅकलटन त्याच्या सहकाऱ्यांमधे लोकप्रिय होता. नुसतंच भव्यदिव्य काही करण्याकडे त्याची दृष्टी नसे, त्याला त्याच्या माणसांचं महत्त्व वाटत असे. त्यांच्या भल्यासाठी तो धीरानं, धैर्यानं, चिकाटीनं (persistance) काम करत राही.

सामान्य माणसंही प्रसंगी भव्य दिव्य काही करून दाखवतात. बलाढ्य आणि किरकोळ सामान्य साऱ्यांनीच एकत्र जगायला पाहिजे असाच त्याचा विश्वास होता.

त्याच्या मृत्यूची बातमी ऐकल्यावर त्याची पत्नी म्हणाली, ''त्याला त्याच्या प्रिय ठिकाणी, दक्षिण जॉर्जियातच दफन करा.'' अजूनही तिथल्या बर्फाच्छादित स्मशानभूमीत तो चिरविश्रांती घेत आहे. डोंगर आणि समुद्राने वेढलेल्या त्या भूमीत त्याचा मोठेपणा अधिक उजळून निघाला आहे.

◆

नॅशनल जिओग्राफिक नोव्हेंबर १९९८ मधून साभार.

लेखक : **कॅरोलिन अलेक्झांडर**

अनुवाद : **नीलिमा सहस्रबुद्धे**

नवचित्रकलेचा प्रणेता

पॉल गोगँ

लेखक : राम अनंत थत्ते

आधुनिक चित्रकलेच्या पॉल सेझाँ - पॉल गोगँ व व्हिन्सेंट व्हॅन गॉग ह्या त्रिमूर्तीमधील पॉल गोगँ एक थोर पण दुर्दैवी कलाकार म्हटला पाहिजे. या तिन्ही चित्रकारांनी नवचित्रकलेचा पाया रचला. पॉल गोगँच्या आयुष्यावरील दोन पुस्तके आज सर्व जगात प्रसिद्ध आहेत. एक सॉमरसेट मॉमचे 'मून अँड दि सिक्स पेन्स' व आयर्वीन स्टोनचे 'गोल्ड ऑफ देअर बॉडीज'. या दोन्ही पुस्तकांमध्ये पॉल गोगँच्या आयुष्याचे चित्रण फारच सुरेख तऱ्हेने केलेले आहे.

१८४८ ला पॅरीसमध्ये जन्मलेला, एका अप्रसिद्ध पत्रकाराचा हा मुलगा. आई स्पेन मधील. वयाच्या सतराव्या वर्षी शाळेला रामराम ठोकून समुद्राचे विलक्षण आकर्षण असल्यामुळे खलाशी म्हणून सहा वर्षे भटकंती ! दर्यावर्दी जीवनामुळे शरीर कणखर बनलेले, सतत आकाश आणि पाणी यांच्या सहवासात राहिल्यामुळे आयुष्य स्वप्नाळू बनलेले, त्यामुळे विचारांना वाट मिळाली. त्यात गलबतावर आलेल्या प्रवाशांकडून दक्षिण समुद्राकडील जीवन किती रम्य असते, तिकडील स्त्रिया किती सुंदर असतात, तिकडे सूर्यप्रकाश कसा रोज पहायला मिळतो, झाडावरील गोड रसाळ फळे टपटप पडतात व चांदण्या रात्रीची मौज छान असते या गोष्टींची त्याच्या मनात नेहमीच नोंद होत असे. हेच पुढे त्याच्या चित्रांमधून प्रतीत होते.

तेविसाव्या वर्षी पॅरीसला परतल्यानंतर त्याला एकाएकी स्टॉक एक्सचेंजमध्ये जाऊन खूप फायदा करून घ्यावासा वाटला. म्हणून त्याने एका शेअर ब्रोकरकडे नोकरी धरली. तेथे त्याच्या नशिबाने चांगलाच जोर धरला. कोट्यवधी रुपयांची उलाढाल झाली. रोज सकाळी उठून उंच हॅट घालून बग्गीने फिरावयाचे, ऑफीसला जायचे. चांगल्या चांगल्या रेस्टॉरंटना भेटी द्यायच्या हा त्याचा कार्यक्रम. त्यामुळे सर्व रेस्टॉरंटमधील माणसांच्या चांगल्या ओळखी झाल्या.

थोड्याच दिवसांनी त्याचे लग्न एका डॅनिश सरकारी नोकरदाराच्या मेट्टी गॅड या मुलीशी झाले. मुलगी गरीब घरातली परंतु स्वत: नीटनीटकी राहणारी. आलेल्या पाहुण्यांचे

चहाने स्वागत करून संसार चालविणे हेच जणू तिचे काम ! तिला झालेल्या पाच मुलांचे संगोपन व संसार हाच तिचा धर्म. त्याच दरम्यान गोगँला पेंटिंग करण्याचा छंद लागला. त्यामुळे मेट्टीला तर खूपच आनंद झाला. 'संडे पेंटर' म्हणून आता सुट्टीच्या दिवशी नवरा कुठे न जाता घरीच राहणार हे कुठल्या बाईला आवडणार नाही ? परंतु आपला नवरा तसा काहीच कामाचा नाही असे तिच्या अजून लक्षात यावयाचे होते ! एकदा त्याने घरच्या मोलकरणीचे 'न्यूड' पेंटिंग काढले व ते एका प्रदर्शनात लावले. समीक्षकांनी रेंब्राँ नंतर हाच म्हणून त्याची वाखाणणी केली, परंतु त्याची बाजारातील पत खाली घसरली. त्यामुळे ब्रोकरेज ऑफीसमधून तो बाहेर पडला. आता फक्त पेंटिंगकडेच लक्ष द्यावयाचे असे ठरवले.

एका वर्षाच्या आत जवळची सर्व संपत्ती संपुष्टात आली व राहते घर, फर्निचर सर्व विकावे लागले. मेट्टीने सर्व मुलांना घेऊन डेन्मार्क गाठले. पॉल गोगँ पण तिच्याच बरोबर गेला. तेथे राहत असताना बायकोच्या पैशावर जगतोस म्हणून त्याची पेंटिंग्ज पण नाकारली गेली. शेवटी त्याला पुन्हा पॅरीसचा रस्ता धरावा लागला. अन् तोही मेट्टीच्या शिवाय !

मेट्टीपासून व मुलाबाळांपासून दूर झाल्यामुळे गोगँच्या वाटेला खूपच बदनामी आली ! गोगँला मात्र मेट्टीनेच आपल्याला दूर केले असे वाटत राहिले.

गोगँची खरी कहाणी येथून पुढे सुरू होते. १८८५ मध्ये डेन्मार्कहून पॅरीसला आल्यानंतर कुठेतरी पोटमाळ्यावरती कुडकुडत राहणं, कपड्यांच्या चिंध्या झालेल्या अवस्थेत जाहिराती चिकटविण्याचे काम तेही क्षुल्लक पैश्यांसाठी करावे लागले. ब्रिटनीमधील (फ्रान्समधील एक प्रदेश) पॉ- अव्हेनचा मालक चित्रे काढण्यासाठी ॲडव्हान्स पैसे देतो असे समजल्यामुळे त्याच्याकडून ॲडव्हान्स पैसे घेऊन काही लँडस्केपस व काही स्थानिक स्त्रियांची पेंटीग्ज काढून त्या काळात त्याने उपजिविका केली. खानावळीत राहत असताना खानावळीच्या भिंती रंगविणे, सिलींगला, दरवाज्या खिडक्यांना रंग देणे ही कामे पण केली. फावल्या वेळात लाकडाचे कोरीव काम करून हातात धरावयाची काठी, पायातले बूटही त्याने केले.

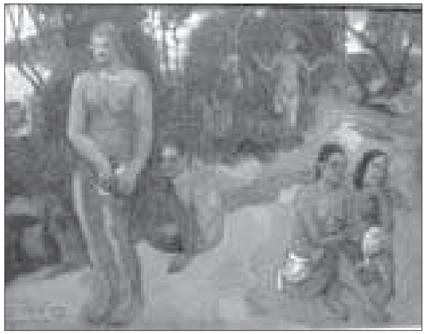
गोगँच्या मनावर पॉल सेझाँच्या चित्रांचा चांगलाच प्रभाव होता. कुठल्याही वस्तूच्या आकारातील सुलभता व शुद्धता त्याला खूपच आवडायची. परंतु नंतर मात्र नव चित्रकलेच्या या गोष्टींपासून तो दूर गेला. त्याने स्वत:च्या कल्पनेनुसार आकारामधील सुलभता व सुबोधपणा तसाच ठेवला पण चित्रांच्या बाह्यरेखा जाड व ठळकपणे गडद रंगात रंगवून स्वत:ची अशी एक पद्धत शोधून काढली. त्यामध्ये आकारांना अलंकरणही असे.

हे सर्व करूनही आपला खिसा हा नेहमी रिकामाच राहतो हे बघून अर्लसमध्ये तो आपला मित्र व्हिन्सेंट व्हॅन गॉगकडे राहावयास गेला. फ्रान्समध्ये काही दिवस काढल्यानंतर व्हिन्सेंट व्हॅन गॉगशी भांडण झाल्यामुळे गोगँने पुन्हा ब्रिटनी गाठले व पॉन्त अव्हेन मध्ये राहू लागला. तेथील निसर्गामध्ये तो रममाण झाला. प्रदूषण मुक्त असा निसर्ग जरी त्याला आवडला तरी खेडेगावात शिरलेले शहरीपण मात्र त्याला मुळीच आवडले नाही. त्यावेळी त्याने तेथे काढलेली पेंटिंग्ज लोकांना मात्र वेडीविद्री विचित्र वाटली.

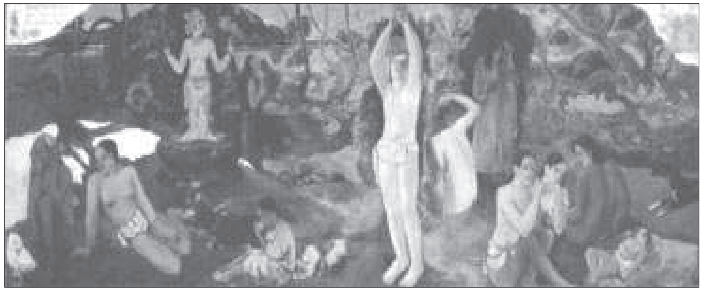
वयाच्या ४२ वर्षी तो कंगालच होता. त्यामुळे तो पुन्हा दक्षिण समुद्राकडे गेला. तेथील आदिवासी लोकांमध्ये राहून जीवन काढायचे त्याने ठरवले. एका चित्रांच्या लिलावादरम्यान त्याची काही चित्रे विकली गेल्यामुळे त्याची प्रवासाची सोय होऊन एक मोठी चिंता दूर झाली ! तिकडे निळ्या निळ्या समुद्राच्या खाजणीमध्ये असलेल्या ताहिती बेटावर तो स्थायिक झाला. खाजणीतील पाणी जेथून दिसेल अशा ठिकाणी एक झोपडी भाड्याने घेऊन तो राहू लागला. तेथे त्याची मैत्री एका स्थानिक मुलीशी झाली. तिचा चेहरा त्याला आवडल्यामुळे त्याने तिची खूप चित्रे काढली. त्याच्या पेंटिंग्जमध्ये ती मॉडेल म्हणून दिसते. २७ महिन्यानंतर आपण काढलेली पेंटिंग्ज घेऊन त्याने फ्रान्सला जाऊन एक प्रदर्शन भरवले. त्याच्या काही मित्रांनी त्याची काही चित्रे विकत घेतल्यामुळे नाममात्र १०० डॉलर त्याला मिळाले. पण समीक्षकांनी मात्र त्याच्या पेंटिंग्जवर टीकेची झोड उठवून 'लहान मुलांना तुम्हाला हसवायचे असेल तर हे प्रदर्शन दाखवा !' असे वर्तमानपत्रांमध्ये छापले. ते वाचून गोगँ अक्षरश: रडला !

४७ व्या वर्षी पुन्हा ताहितीला परतला ! हे त्याचे खरोखरीचे शेवटचे दिवस होते.

ताहितीला सोडून नंतर मार्केसिस मधील



Where do we come from ?



Where are we going ?

हिवा ओ येथे गेला. इथे तो आजारीच पडला. एक पाय निकामी झाला, दृष्टी गेली. पंचावन्न वर्षाचा असताना तो गेलाच.

'मरणात खरोखर जग जगते !' उक्तीनुसार त्याची चित्रे काही दिवसांनंतर उजेडात यावयास लागली. त्यानं केलेल्या पेंटिंग्जला मागणी आल्याने त्या पेंटिंग्जचा शोध सुरू झाला. रेस्टॉरंट, वेश्यालये, खाणावळींमधून पेंटिंग्जचा संग्रह करणाऱ्या व्यापाऱ्यांनी ती विकत घेतली. पुष्कळ वेळा रेस्टॉरंटच्या मालकाला त्याने एका दारूच्या बाटलीसाठी, कुणाला साध्या ब्रेड आणि चहासाठी पेंटिंग्ज दिलेली होती. ती सर्व चित्रे कुठे तरी पोटमाळ्यावर किंवा तळघरात ठेवून दिलेली होती. कारण कुणालाही ती

भिंतींवर लावण्यासारखी वाटली नाहीत. एका रेस्टॉरंटच्या मालकाने तर सांगितले ''हो त्याचे एक पेंटिंग माझ्याकडे होते परंतु त्याचा कॅनव्हास खूप चांगला असल्यामुळे मी त्या कॅनव्हासचे माझ्या मुलीसाठी बूट केले !''

हीवा ओ व ताहीती येथील त्याचे सामान परत घेऊन येताना पेंटिंग्जनी भरलेल्या ट्रंकांचे होडीला ओझे झाले म्हणून काही ट्रंका तर समुद्रात टाकून दिल्या गेल्या. केवढा हा दैवदुर्विलास !

गोगँचे सर्वात मोठे वैशिष्ट्य म्हणजे त्याच्या चित्रांमधील रंगांची अलंकरणात्मक स्वतंत्र शैली. पेंटींगमध्ये प्रकाश पण सर्व बाजूनी येणारा, त्यामुळे पेंटिंग्ज द्विमितीचीच भासतात. परस्पेक्टीव्ह तर जवळ जवळ नाहीच. त्याच्या पेंटिंग्जवर मध्ययुगीन कला तसेच जपानी व प्राचीन कलेचा पगडा सर्वत्र दिसतो.

◆

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

पिजनहोल तत्त्व

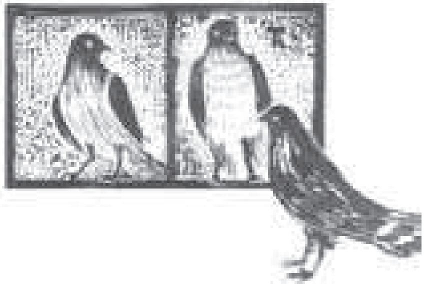
लेखक : किरण बर्वे

''पिजन म्हणजे कबूतर आणि पिजनहोल म्हणजे कबुतराचे फडताळ, कप्पा. जर कबूतराचे २ कप्पे असतील आणि त्यात बसण्यासाठी तीन कबुतरे आली तर एका कप्प्यात दोन तरी कबुतरे बसणार. ह्यालाच 'पिजनहोल प्रिन्सिपल' म्हणतात. शेखर दादाच्या ह्या सांगण्यावर आर्या, नेहा, सुहृद सगळेच नाराज झाले.

हे अगदीच फुसके तत्त्व आहे. सुहृद म्हणाला, ''मला नेहाला तीन मुस्काटीत मारायच्या असतील तर कोणत्या तरी एका गालावर दोन व दोनपेक्षा जास्त मुस्काटीत माराव्या लागतील.'' सगळे हसायला लागले, शेखरही. शेखर म्हणाला, ''ह्या तत्त्वात किती ताकद आहे हे समजलेच तुम्हाला. तुम्ही कोणी आठ मित्रमैत्रिणी असाल तर त्यातील किमान दोघांचे जन्मदिवस/वाढदिवस एकाच वारी असतील.'' नेहा म्हणाली ''असे कसे? आमची वये वेगळी, वाढदिवस वेगवेगळे.'' ''पण सोम, मंगळ, बुध, गुरु, शुक्र, शनि, रवि हे वार मात्र सातच आणि तुम्ही आठजण. समजा पहिल्या सातांचे जन्मदिवस वेगवेगळया वारी सोमवारी एकाचा, मंगळवारी दुसरा... रविवारी सातवा आहेत. तर आठव्याचा जन्मदिवस. ह्यातल्याच कोणत्या तरी वारी असणार. म्हणजेच एकाच वारी किमान दोघांचे जन्मदिवस असणार.'' सुहृद म्हणाला, ''हा कॉमनसेन्स आहे.'' ''बरोबर, पण हाच कॉमनसेन्स वा 'पिजनहोल' तत्त्व वेगवेगळ्या परिस्थितीत वापरून आश्चर्यकारक गोष्टी सिद्ध करता येतात.''

''नेहा, एका बॅगमधे निळ्या व लाल रंगाचे मोजे आहेत. डोळे मिटून एकेक मोजा काढायचा. एकाच रंगाची जोडी येण्यासाठी कमीत कमी किती वेळेला मोजे काढावे लागतील.'' नेहा. ''कदाचित पहिले दोनही मोजे एकाच रंगाचे येतील.'' ''पण न आल्यास'' ?''पहिला निळा व दुसरा लाल तर तिसरा मोजा लालतरी असेल किंवा निळा तरी असेल. म्हणजे एक जोडी मिळणारच, 'पिजनहोल' तत्त्वाने. रंग म्हणजे कबूतराचे कप्पे आणि त्यापेक्षा जास्त मोजे काढल्यास एका तरी कप्प्यात दोन कबुतरे म्हणजेच एकाच रंगाचे दोन मोजे येतील. तीन वेळा मोजे काढले की झाले.''

''तुमच्या शाळेत किती विद्यार्थी



आहेत.'' ''१००० असतील.'' मग सिद्ध करा की कोणत्यातरी दोन विद्यार्थ्यांची इनिशियल्स (इंग्रजी आद्याक्षरे जशी. P.K., L.G., A.P.) सारखी असतील.'' आर्याला लगेचच लक्षात आले. ती ओरडली, एकंदरीत इंग्रजी अक्षरे २६ त्यामुळे एकूण इंग्रजी आद्याक्षरे २६ × २६ = ६७६, ६७७ विद्यार्थीही पुरतील.''

''बॅडमिंटनची 'Round-robin' म्हणजे प्रत्येकाने प्रत्येकाशी एकेकदा खेळायचे अशी स्पर्धा आहे. एका विजयाला १ गुण. पराभवाला ० गुण असे गुण द्यायचे आहेत. जर का कोणताही खेळाडू सर्व सामने हरला नसेल तर किमान दोन खेळाडूंचे स्पर्धेनंतरचे गुण सारखे असतील.

समजा, १, २, ३, ..., न खेळाडू आहेत.

त्यांचे गुण $अ_{१}$, $अ_{२}$, ... $अ_{न}$ आहेत.

कोणताही खेळाडू सर्व सामने हरला नाही. म्हणजेच कोणाचेही गुण शून्य नाहीत. त्यामुळे गुण {१}, {२}, {३}, {४}, ... {न–१} ह्यांपैकी असतील हे झाले न–१ कबुतराचे कप्पे. आणि कबुतरे एकंदरीत न. प्रत्येक खेळाडूचे गुण $अ_{१}$, $अ_{२}$, ..., $अ_{न}$. म्हणजेच कोणत्यातरी एका कप्प्यात गुणसंख्येत दोन कबुतरे, दोन खेळाडूंचे गुण बसणार. म्हणजेच कोणत्यातरी दोन खेळाडूंचे गुण सारखेच असतील.

पुढील उदाहरण ह्याच्या सारखेच आहे. पार्टीमधे काही, समजा न, माणसे सहभागी आहेत. त्या पार्टीत अशा दोन व्यक्ती असतील ज्यांच्या पार्टीतील मित्रांची संख्या सारखीच आहे. जर अ हा ब चा मित्र असेल तर ब सुद्धा अ चा मित्र आहे हे गृहीत आहे. समजा $म_{१}$, $म_{२}$, ..., $म_{न}$ ही सहभागी माणसे आहेत आणि $म_{१}$ च्या मित्रांची संख्या $अ_{१}$, $म_{२}$ च्या मित्रांची संख्या $अ_{२}$, ... $म_{न}$ च्या मित्रांची संख्या $अ_{न}$ आहे.

समजा पार्टीतल्या प्रत्येकाला एकतरी मित्र आहे. म्हणजेच

$१ \le अ_{क} \le न - १, \quad १ \le क \le न$

मित्रांची संख्या १, २, ३, ४, ... न–१ ह्या (न–१) संख्यां पैकीच असणार. पिजनहोल प्रमाणे कोणत्यातरी संख्येचे समजा '७'. $अ_{१०}$ व $अ_{१३}$ ह्या मित्रांच्या संख्या ७ च आहेत. तर $म_{१०}$ आणि $म_{१३}$ च्या मित्रांची संख्या ७ च. (येथे ७, १०, १३ हे उदाहरणादाखल घेतले आहे.) समजा $अ_{र} = अ_{स}$ तर $म_{(र)}$ आणि $म_{(स)}$ च्या मित्रांची संख्या सारखी.

आता असे समजू की पार्टीतील एकातरी व्यक्तीस समजा $म_{(१)}$ एक ही मित्र नाही. त्या व्यक्तीच्या मित्रांची संख्या ०. त्यामुळे

उरलेल्या माणसांतील कोणाच्याही जास्तीत जास्त मित्रांची संख्या ≤ न – २. कारण $म_{(१)}$ कोणाचाही मित्र नाही. मग $अ_{१}$, $अ_{२}$, ... $अ_{न}$ हे ०, १, २ ... न–२ ह्यापैकीच असणार. पुन्हा पिजनहोल तत्त्वाने कोणातरी दोन व्यक्तींची मित्रांची संख्या सारखीच असणार.''

शेखरने थोडी विश्रांती घेतली. आणि पुढे बोलू लागला, ''पटकन मला कोणत्याही वेगवेगळ्या ७ पूर्णांक संख्या द्या. समजा

२७, ८९, ४३, ७५, ९८, १०००१, २०००२ प्रत्येक वेळेस ह्या संख्यांमध्ये दोन अशा संख्या असतील की ज्यांची बेरीज वा वजाबाकी दहाच्या पटीत असेल. उदा २७ + ४३ = ७०.''

नेहा म्हणाली, ''मी दुसरे आकडे देते.'' १०२४, २०४५, ९, ९५७, १०,००० ५५,७०८, ७१, ९९९'' (उदा. २)

९९९ + ७१ = १०७०. दहाची पट.

आर्या म्हणाली हे घे. ''०, १, २, ३, ४, ५, ३४'' ३४–४ = ३०.''

असे का होते? $अ_{१}$, $अ_{२}$, $अ_{३}$, $अ_{४}$, $अ_{५}$, $अ_{६}$, $अ_{७}$, या संख्या आहेत. समजा त्यांच्यातील कोणत्याही दोन संख्यांची वजाबाकी १० च्या पटीत नाही. (असली तर खेळ खलास) म्हणजेच कोणत्याही संख्यांचा एकंस्थानचा आकडा सारखा नाही. समजा $अ_{१}$ चा एकंस्थानचा आकडा $ए_{१}$, $अ_{२}$ चा $ए_{२}$, $अ_{३}$ चा $ए_{३}$, असे $ए_{७}$ पर्यंत. $ए_{१}$, $ए_{२}$, $ए_{३}$ ... $ए_{७}$ सगळे वेगवेगळे सात आकडे आहेत. ते ०, १, २, ३, ...) पैकी आहेत.

म्हणजेच [०] [५] [१, ९]

[२,८] [३,७] [४, ७] ह्या

कप्प्यांपैकी आहेत. प्रत्येक कप्प्यातून दोन्ही आकडे घेतले तर त्यांची बेरीज ० वा १० होते. म्हणजेच दहाची पट येते. हे कप्पे सहाच आहेत आणि $ए_{१}$ – $ए_{७}$ $ए_{१}$ ते $ए_{७}$ मधे येणार. जसे उदाहरण २, एद६ = १, ए७ = ९ त्यांची बेरीज १० होणार म्हणजेच ($अ_{६}$ + $अ_{७}$) = दहाची पट होणार कशी वाटली करामत? आहे ना जादू.''

''हो. मस्तच. मी आता वर्गात मुलांना ७, ७ आकडे द्यायला सांगून चकीत करणार.'

शेखर म्हणाला, ''हे तर काहीच नाही. गणितातील विविध गुणधर्म आणि पिजनहोल तत्त्व यांच्या संयोगातून खूप सखोल प्रमेये सिद्ध झाली आहेत! त्याबद्दल नंतर कधीतरी बोलू.''

पण 'आम्ही मित्र' मात्र वेगवेगळे सात आकडे घेऊन याची सिद्धता पडताळण्यात गुंग होते.

◆

लेखक : **किरण बर्वे** – गणित आणि शिक्षणात रस. आंतरराष्ट्रीय ऑलिम्पियाड आणि आयआयटी, जेईई ला शिकवतात.

सजीवांची उत्क्रांती

भाग - १

लेखक : अ.चिं.इनामदार

'संदर्भ' च्या गेल्या चार अंकांत (४९-५२) आपण बदल, अनुकूलन व उत्परिवर्तन यांची चर्चा केली. त्यामुळे सजीवांची उत्क्रांती या विषयाची बैठक तयार झाली. यापुढील काही लेखात उत्क्रांतीच्या विविध उपपत्ती व आनुषंगिक माहिती पाहू.

उत्क्रांती ही फार हळूहळू चालणारी क्रिया आहे. एकाच काय पण अनेक पिढ्यातही तिचा मागोवा घेणे अवघड आणि अशक्य आहे अशी समजूत आहे. तिला धक्का देणारे हे उदाहरण पाहा.

पंधराव्या शतकाच्या सुरुवातीला पोर्टो सँटो (मादीरा बेटाजवळ, आफ्रिका) या छोट्या बेटावर युरोपमधून आणलेले काही ससे सोडले गेले. त्या बेटावर आधीचे ससे नव्हते, तसेच ससे खाणारे भक्षकही नव्हते. यामुळे नवागत सशांची संख्या झपाट्याने वाढली. एकोणिसाव्या शतकात ते मूळच्या युरोपियन सशांपासून खूपच बदलले - त्यांचा आकार मूळच्या आकाराचा अर्धा झाला, रंग बदलला, त्यांनी निशाचर शैली घेतली, आणि सर्वात महत्त्वाचे म्हणजे युरोपियन सशांशी त्यांचा संकर केला तेव्हा नवी संतती होऊ शकली नाही.

चारशे वर्षांच्या आत सशांची एक नवी प्रजाती तयार झाली, हे उत्क्रांतीचे एक उदाहरण.

रासायनिक उत्क्रांती

सजीवांच्या उत्क्रांतीच्या आधी पृथ्वीवर रासायनिक उत्क्रांती झाली होती, तीबद्दल आपण थोडक्यात माहिती घेऊ.

पृथ्वीचे वय सुमारे ५०० कोटी वर्षे (५ बिलियन) आहे. सुरुवातीला तिचे तापमान खूप जास्त होते. किमान २०० कोटी वर्षे पृथ्वीवर कोणत्याही प्रकारचे सजीव नव्हते. कालांतराने तिचा पृष्ठभाग घनरूप झाला व खोल भागात पाणी साठून महासागर तयार झाले. हैड्रोजन प्रथम व नंतर त्यापासून इतर मूलद्रव्यांचे अणू तयार झाले. हैड्रोजन व प्राणवायूपासून (बाष्परूप) पाणी बनले. हैड्रोजन, नायट्रोजन, कार्बन, सायनाइड (रॅडिकल) यांच्यापासून अमोनिया, मिथेन, हैड्रोजन सायनाइड तयार झाले. पृथ्वीचे तापमान कमी झाल्यावर द्रवरूप पाणी झाले. अशा पाण्यात मिथेन व इतर वायूंचे मिश्रण होऊन ते महासागरांना मिळाले. महासागरांच्या अशा पाण्यात पुढे सजीव वाढणार होते. चमकणाऱ्या विजा, भूकंप व अतिनील किरण यापासून ऊर्जा मिळून परमाणूंपासून मोठे परमाणू तयार झाले. सजीवांच्या दृष्टीने पुढे महत्त्वाची ठरली ती अमिनो आम्ले, त्यांच्यापासून प्रथम पॉलिपेप्टाइडस् व नंतर प्रथिने बनली. अमिनो आम्ले व प्रथिनांवर विद्युत्भार असतो. विरुद्ध भाराची अमिनो आम्ले एकत्र आल्याने अधिकाधिक मोठी प्रथिने बनली.

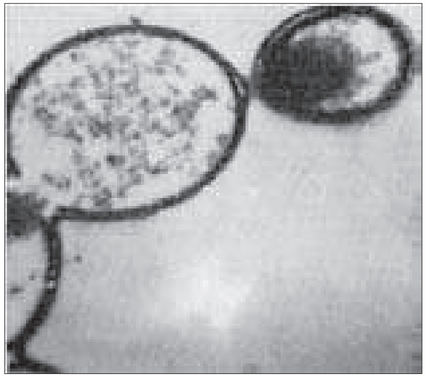
सजीवांची सुरुवात पृथ्वीवर एकाच ठिकाणी किंवा एकाच वेळी झाली नाही. जेव्हाजेव्हा आवश्यक पदार्थ उपलब्ध होते तेव्हातेव्हा सजीवांची निर्मिती झाली.

अमिनो आम्लांपासून प्रथिनांची निर्मिती अनेक पद्धतींनी (ओल्या/कोरड्या/ आलटून पालटून कोरड्या व ओल्या) होते. तसेच (स्टॅन्लेमिबर यांनी सिद्ध केल्याप्रमाणे) पाणी, अमोनिया, हैड्रोजन, मिथेन यांच्या मिश्रणापासून त्याला ऊर्जा दिली असता अमिनो आम्ले तयार होतात.

प्रथिने व जीवनाला आवश्यक असणाऱ्या घटकांचे एकत्र येणे अधिकाधिक गुंतागुंतीचे होत गेले. (अनेक पद्धतींनी असे घटक प्रयोगशाळेत एकत्र आणता येतात). त्यामुळे को - ॲसर्व्हेटस् तयार झाले. को - ॲसर्व्हेटस् अजैविक, फिजिकल केमिस्ट्रिच्या प्रक्रियांमुळे बनणारे बृहत्परिमाणु आहेत, पण ते सजीवांना आवश्यक असलेले अनेक गुणधर्म दाखवितात. त्यांच्यामुळे विकर (Enzymes) तयार झाले, त्यामुळे बृहत्परमाणूंचे पुनरुत्पादन शक्य झाले. अशा को-ॲसर्व्हेटस्नी जनुकांची पातळी गाठली. (अशी जनुके विषाणूंशी समतुल्य आहेत.)

आय्.ए. ओपॅरिन यांनी सुरचित, चयापचय असलेल्या पण पुनरुत्पादन करू न शकणाऱ्या systems ची कल्पना मांडली व त्यांना 'प्रोटोबायॉन्ट' असे नाव दिले. वर म्हटल्याप्रमाणे त्यांना विकरांची जोड मिळाल्यावर त्यांचे पुनरुत्पादन शक्य होऊन त्यांनी जनुकांची पातळी गाठली. स्व-पुनरुत्पादन व उत्परिवर्तनामुळे जनुकापासून त्याचे समूह झाले. (त्यांना रंगसूत्रांची पातळी आली)

आणखी काही उत्परिवर्तनांमुळे अशा



प्रोटोबायॉन्ट

युकॅरिओटिक

रंगसूत्रांभोवती काही पदार्थ जमा होऊन वानूंसदृश सजीव तयार झाले. अशा सजीवांमध्ये पेशीद्रव होता, पण तो केन्द्रापासून (nucleus) अलग नव्हता. नीलहरित शैवाल व वानूंमध्ये ही अवस्था दिसते. अशाही पेशीत अनेक बदल होऊन हल्ली सारखे, युकॅरिओटिक सजीव झाले.

थोडक्यात सजीव हे निर्जीव पदार्थांपासून सुमारे ३००० ते ३,५०० बिलियन वर्षांपूर्वी तयार झाले.

सजीवांची उत्पत्ती पुन्हापुन्हा, पाणथळ जागेत किंवा समुद्रात झाली. आज तसे शक्य नाही, कारण भूकंप, वादळे-विजा, अतिनील किरणे यांच्यापासून ऊर्जा मिळत नाही, आणि सध्या प्राणवायूचे प्रमाण अधिक असल्याने वातावरण ऑक्सिडीकरण करणारे आहे. पृथ्वीच्या सुरुवातीचे वातावरण (तयार झाले तेव्हा) याच्या विरुद्ध होते.

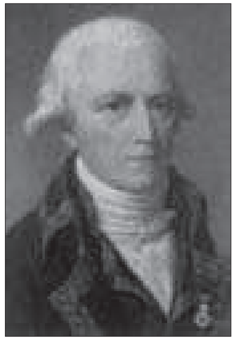
सजीवांची उत्क्रांती

पृथ्वीवर सध्या असलेल्या (ज्ञात व अज्ञात) वनस्पती, प्राणी व सूक्ष्मजीव यांचे वैविध्य मन चक्रावून टाकते. इतकी विविधता कशी निर्माण झाली असावी या प्रश्नाचे उत्तर उत्क्रांतीतून मिळते. उत्क्रांती (Evolution) हा शब्द Evolutio या लॅटिन शब्दापासून तयार झाला आहे. त्याचा अर्थ 'उलगडणे' असा आहे. म्हणजे समजा एखाद्या स्प्रिंगच्या गुंडाळीचा ताण काढून घेतला, तर ती उलगडेल. हीच क्रिया अगदी सावकाश झाली तर जशी होईल, तशी सजीवांची उत्क्रांती झाली आहे. अर्न्स्ट माईर यांच्या मते (१९७०) जैविक उत्क्रांती म्हणजे जीवशास्त्राची अशी शाखा, जिच्यात सजीवांचा उगम व पृथ्वीवर विविध सजीवांचा झालेला उदय यांचा अभ्यास होतो. प्रख्यात शास्त्रज्ञ व नैसर्गिक निवडीच्या तत्त्वाचे प्रणेते चार्लस् डार्विन (१८५९) यांच्या मते उत्क्रांती म्हणजे बदलांसह उत्पत्ति Descent with modifications.'

ग्रीक लोकांच्या काळापासून उत्क्रांतीबद्दल निरनिराळे दावे / मते व्यक्त केली जात आहेत. प्रामुख्याने त्यात तीन कालखंड दिसतात.

१. कल्पनांचा काळ : थेल्स (६२४-५४८ ख्रिस्तपूर्व) यांच्यापासून क्झेनोप्लेप्स डेमॉक्रिटस्, ॲरिस्टॉटल, कॅरोलस लिनियस यांची नावे या गटात येतात. त्यांनी विविध कल्पना मांडल्या.

२. निरीक्षणे व अनुमानांचा काळ : इरॅस्मस डार्विन, लामार्क, क्युव्हियर, चार्लस् डार्विन, थॉमस हेन्री हक्झले, अर्न्स्ट हेकेल, ऑगस्ट वीजमन, व्हिक्टर ह्यूगो डे व्रीज इत्यादी शास्त्रज्ञांनी विविध निरीक्षणांद्वारे उत्क्रांतीबद्दल आपली मते मांडली.



जीन बॅप्टिस्टे लामार्क

३. प्रयोगांचा काळ : आनुवंशिकतेवरचे प्रयोग करून लक्षणांच्या संक्रमणाचा अभ्यास करून बदल, त्यांचे पिढ्यांतील संक्रमण व त्यामुळे तयार होणाऱ्या नव्या प्रजाती यांचा अभ्यास या काळात झाला. ग्रेगर योहान मेंडेल, थॉमस हंट मॉर्गन, गोल्डस्मिट, डॉब्झास्की, एमिल फिशर, सेवाल राइट, ज्युलियन हक्झले, जे.बी. एस्. हाल्डेन हे शास्त्रज्ञ या काळाचे प्रतिनिधित्व करतात.

सध्या प्रचलित असलेल्या उत्क्रांतीच्या पारंपरिक उपपत्ती तीन आहेत. आपण त्यांची थोडक्यात माहिती घेऊ.

१. लामार्किझम् : जीन बॅप्टिस्टे लामार्क (१७४४-१८२९) हे फ्रेंच उत्क्रांती - तत्त्वज्ञ अपृष्ठवंशीय प्राणिशास्त्राचे प्रोफेसर होते. १८०९ मध्ये त्यांनी फिलॉसॉफिक झूलॉजी (Philosophic Zoologigue) या ग्रंथात आपली उत्क्रांतीची उपपत्ती मांडली. त्यांच्या निरीक्षणांप्रमाणे बाह्य परिस्थितीतील बदलांप्रमाणे प्रजातीत बदल होतो, वरवर दिसणाऱ्या प्रजातींच्या वैविध्यामध्ये मूलतः साम्य/एकवाक्यता आहे व प्रजातींच्या वाढीमध्ये उत्तरोत्तर प्रगती होत जाते.

लामार्क यांनी आपली उपपत्ती खालील चार नियमांद्वारे मांडली.

१. सजीव व त्यांची इंद्रिये यांची नैसर्गिकरित्या अधिकाधिक मोठे होण्याची प्रवृत्ती असते (गरजेची निर्मिती).

२. सभोवतालच्या परिस्थितीत सतत होत असलेल्या बदलांनी सजीवांची जीवनपद्धती, त्यांच्या सवयी व स्वभाव यावर प्रत्यक्ष परिणाम होतात. गरजांप्रमाणे सजीवांचे शारीर-रूप बदलते. काही अवयवांचा अधिक वापर होतो, काहींचा कमी (गरजांचा परिणाम).

३. कमी वापर होणाऱ्या अवयवांची वाढ कमी होते तर अधिक वापर होणाऱ्या अवयवांची वाढ अधिक होते. (अवयवांचा वापर व न-वापर)

४. एका सजीवाच्या आयुष्यात घडून आलेली रुपांतरणे पुढील पिढीत संक्रमित होतात. काळाप्रमाणे अशा रुपांतरणांची संख्या वाढत जाते. (आयुष्यात मिळविलेली रूपांतरणे / बदल संक्रमित

होतात).

आपल्या सिद्धांताच्या पुष्टीकरिता लामार्कनी खालील उदाहरणे दिली.

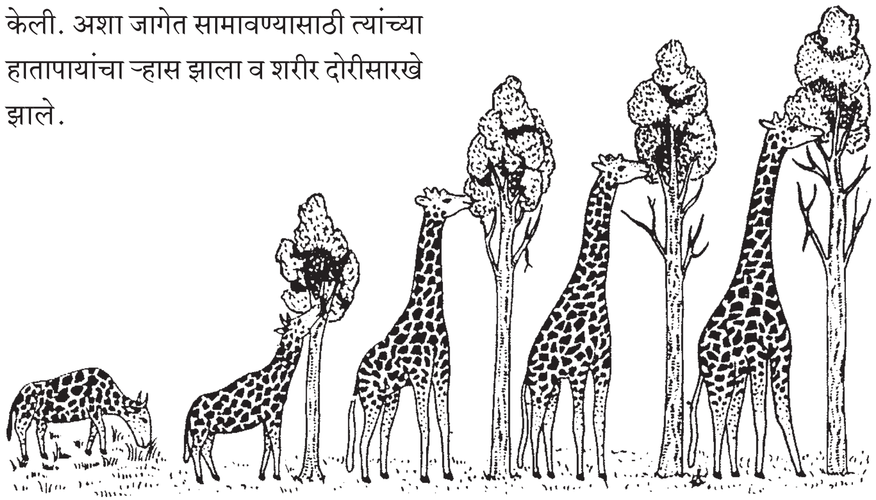
१. जिराफाचे पूर्वज जमिनीवरील गवत खाणारे, आखूड मानेचे होते – जमिनीवरील गवत संपल्यावर अधिकाधिक उंचीवरचा पाला खाण्यासाठी त्या प्राण्याला मान ताठ करावी लागली. अनेक पिढ्यांनी केलेल्या या जाणीवपूर्वक प्रयत्नांनी व ते बदल संक्रमित झाल्याने जिराफाची मान लांब झाली.

२. सापांचे पूर्वज सरडयांप्रमाणे, हातापायांच्या दोन जोड्या असणारे होते. त्या काळी अधिक संख्येने व अधिक शक्तिवान असलेल्या सस्तन प्राण्यांपासून त्यांना भय निर्माण झाले. त्यांच्यापासून वाचण्यासाठी सापांच्या पूर्वजांनी दाट जंगलात व अरुंद फटीत राहण्यास सुरुवात केली. अशा जागेत सामावण्यासाठी त्यांच्या हातापायांचा ऱ्हास झाला व शरीर दोरीसारखे झाले.

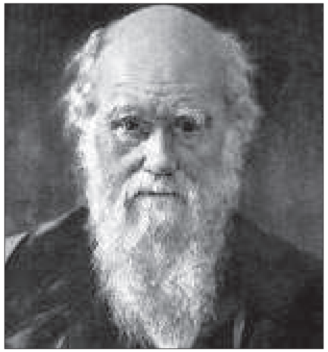
३. पाण-पक्षी : पाणपक्ष्यांची उत्क्रांती हवेत उडणाऱ्या पक्ष्यांपासूनच झाली आहे. भक्ष्याच्या कमतरतेमुळे अशा पक्ष्यांना पाण्याचा आश्रय घ्यावा लागला. पाण्यात संचारासाठी त्यांच्या पायांची बोटे पडद्यांनी जोडली गेली, उलट पंखांचा उडण्यासाठी वापर न झाल्याने त्यांचा ऱ्हास झाला.

४. शहामृग, एमू इत्यादी न उडणाऱ्या पक्ष्यांचे पूर्वज उडू शकत होते, पण त्यांच्या अधिवासात त्यांना भरपूर अन्न व संरक्षण मिळत होते. त्यामुळे उडून भक्ष्य मिळविण्याची गरज नसल्याने त्यांची उडण्याची क्षमता कमी झाली.

५. हरिणांच्या पूर्वजांचा पळण्याचा वेग फार नव्हता, पण शत्रूपासून बचावासाठी त्यांनी जोराने पळण्यास सुरुवात केली, त्यामुळे त्यांची पळण्याची गती वाढली व शरीर निमुळते झाले.



६. माणसाची त्वचा : जन्माच्या वेळी माणसाची तळहाताची व तळपायाची त्वचा नाजूक-मुलायम असते, पण सतत वापरामुळे पुढे ती ओबडधोबड व जाड होते.



चार्ल्स डार्विन

७. प्राण्यांच्या शरीरात काही निरुपयोगी – पण आधी उपयोगी असलेल्या भागांचे अवशेष (vestigeal structures) असतात. उदा. माणसातील आंत्रपुच्छ, माकडहाड वगैरे वापर व न वापरामुळे या अवयवांची अशी स्थिती झाली असे मानायला जागा आहे.

आनुवांशिकता (heredity) व प्रतिपाळ (Nurture) यांत अधिक महत्त्वाचे काय हा जीवशास्त्रात अनेकदा रंगलेला वाद आहे. एका सजीवाच्या आयुष्यापुरते त्याच्या घडणावळीत व वर्तनात प्रतिपाळाचे महत्त्व आहे हे उघड आहे. पण असे घडून आलेले बदल पुढील पिढ्यात संक्रमित होतात का याबद्दल गंभीर शंका आहेत, किंबहुना तसे होत नाही असे सिद्ध झाले आहे.

लामार्क यांच्या उपपत्तीच्या पाठीराख्यांनी आपल्या कल्पनांची त्यात भर घालून लामार्कवादाला संजीवनी देण्याचा प्रयत्न केला आहे. हयाट, पॅकार्ड, स्पेन्सर, कोप, ऑसबॉर्न, कॅन्नॉन इत्यादींचा त्यांना पाठिंबा आहे. त्यांच्या मते, वापर व न-वापर यामुळे अवयवात होणारे बदल आनुवांशिक असतात असा पुरावा नसला तरी तसे होत नाही असाही पुरावा नाही.

संप्रेरकाच्या (हार्मोन्स) शोधाचा या पाठीराख्यांनी आधार घेतला आहे. त्यांच्या मते लैंगिक हार्मोन्समुळे प्राण्याच्या कायिक पेशीवर परिणाम होतो, त्याचप्रमाणे बाहेरच्या परिणामांचा / कारणांचा कायिक पेशींवर परिणाम होतो, त्यामुळे विशिष्ट स्रावांची निर्मिती होते व ते स्राव रक्तामार्फत पुनरुत्पादन करणाऱ्या पेशींपर्यंत जातात व अशाप्रकारे बाहेरच्या परिस्थितीतील बदलांचा परिणाम आनुवंशिकतेवर होतो.

सामान्यपणे लामार्कची उपपत्ति पटत नाही, परंतु काही बाबतीत खरेपणा असावा असे वाटते, कारण परिस्थितीशी जुळवून घेण्यासाठी सजीव व त्यांच्या समूहात झालेल्या अनुकूलनाची उदाहरणे अनेक आहेत.

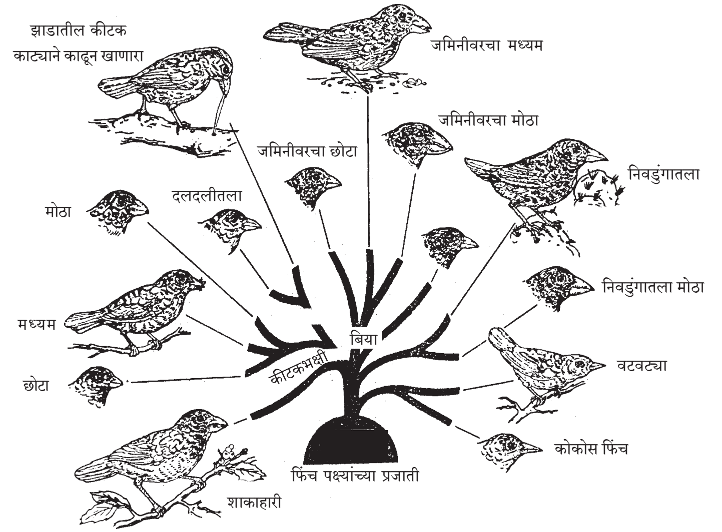
२. डार्विनिझम : जीवशास्त्रात उत्क्रांतीसंबंधात सर्वात महत्त्वाची असलेली व जीवशास्त्राशिवाय इतर अनेक शाखांत महत्त्वाचे परिणाम केलेली उपपत्ति म्हणजे डार्विनिझम. चार्लस् डॉर्विन यांनी ती मांडली.

१ जुलै १८५८ ला लिनाइयन सोसायटीमध्ये केलेल्या भाषणात त्यांनी आपले नैसर्गिक निवडीचे तत्त्व मांडले.

१२ फेब्रुवारी १८०९ ला शुजबरी येथे त्यांचा जन्म झाला. तेथेच त्यांचे शिक्षण झाले. एच.एम.एस. बीगल या जहाजावरील निसर्गतज्ज्ञ म्हणून त्यांनी केलेला प्रवास (२७-१२-१८३१ ते २-१०-१८३६) ही एक मोठी घटना होती. या प्रवासात त्यांनी केप व्हर्डे व ॲटलांटिकमधील इतर बेटे, न्यूझीलंड, ऑस्ट्रेलिया, टास्मानिया, मॉरिशस व ब्राझिल येथे भेटी देऊन निरीक्षणे नोंदवली. गॅलॅपागोस बेटांवर त्यांनी सुमारे ५ आठवडे घालवले.

इक्वेडोरपासून ९५० कि.मी. दूर आलेल्या गॅलॅपागोस बेटांच्या समूहावरच्या प्राण्यांनी – विशेषत: कासवे व फिंचेस (पक्षी), डार्विनना विचारास प्रवृत्त केले. प्रत्येक बेटावर वेगळ्या पद्धतीचे कासव होते, तर आकार व चोचींमध्ये फरक असलेल्या फिंचेसच्या १३ प्रजाती होत्या. ज्वालामुखीमुळे तयार झालेल्या त्या बेटावरील प्राणिसृष्टी मुख्य भूभागावरील प्राणिसृष्टीपासून खूप वेगळी होती. या निरीक्षणांचा अन्वयार्थ लावून त्यांनी त्यांची उपपत्ती मांडली.

उत्क्रांती ही संज्ञा लिनायस व वॅलेस यांनी १८५८ मध्ये लिनाइयन सोसायटीत केलेल्या भाषणात पहिल्यांदा वापरला. समान पूर्वजांपासून जन्मल्याने असलेले साम्य व एका पिढीतून पुढच्या पिढीत होणाऱ्या बदलामुळे होणाऱ्या फरकाचा उलगडा उत्क्रांतीच्या तत्त्वाने करता येतो.



१, निखातके व अस्तित्वात असलेल्या प्रजातीतील साम्य व नातेसंबंध : दक्षिण अमेरिकेत डार्विनना, फक्त पश्चिम गोलार्धात आढळणारे कवचधारी सस्तन प्राणी व त्यांची निखातके आढळली. त्यांच्यात साम्य व फरक दोन्ही होते. पूर्वज व वंशज यांच्यातील फरक उत्क्रांतीशिवाय दुसऱ्या कशाने येऊ शकतो ?

२. प्रजातीतील भौगोलिक साम्य व फरक. मध्य ब्राझिल व दक्षिण अर्जेंटिना या दक्षिण अमेरिकेच्या पूर्व किनाऱ्यावरील भागात 'बीगल' जहाजाने अनेक थांबे घेतले. प्रत्येक थांब्याच्या ठिकाणी एखाद्या प्रजातीचे सदस्य सारखे असायचे. काहीशे (काही शेकडो) मैल दूर असलेल्या ठिकाणी याच प्रजातीचे सदस्य सारखे असायचे, पण आधीच्या ठिकाणच्या त्याच प्रजातीच्या सदस्यांपासून वेगळे असायचे. हे अंतर जितके जास्त, तितके फरकही अधिक असायचे. अनेक प्रजातींमध्ये ही गोष्ट आढळून आली.

३. गॅलॅपागोस बेटांच्या समूहातील वनस्पती व प्राण्यांतील बदल : आधी म्हटल्याप्रमाणे गॅलॅपागोस बेटांचा समूह पॅसिफिक महासमुद्रात इक्वेडोरच्या पश्चिमेला सुमारे ६०० मैल अंतरावर आहे. ज्वालामुखीच्या उद्रेकाने तयार झालेली ही बेटे फार पुरातन नाहीत. एकमेकांपासून सुमारे ३० मैल अंतरावर असलेल्या सुमारे १२ प्रमुख बेटांवरच्या प्राणी व वनस्पतींच्या अभ्यासाला डार्विनच्या उपपत्तीत विशेष महत्त्व आहे. त्या प्रजातींमध्ये खालील वैशिष्ट्ये आढळली.

अ) त्यापैकी बहुतेक नवीन प्रजाती होत्या.

ब) त्या फक्त तेथे आढळणाऱ्या स्थानाविशिष्ट (endemic) होत्या.

क) अमेरिकेच्या मुख्य भूमीवरच्या संबंधित प्रजातींशी त्यांचे साम्य होते.

ड) बऱ्याच बाबतीत एखादी प्रजाती एकाच बेटावर आढळे.

ई) प्रत्येक बेटावर विशिष्ट प्राणी व वनस्पतीची प्रजाती आढळे. जसे मोठी कासवे सर्व बेटांवर होती, पण प्रत्येक बेटावरची कासवे दुसऱ्या बेटांवरच्या कासवांपासून वेगळी होती.

त्या बेटांवरचे फिंचेस (विशिष्ट पक्षी)

अन्न मिळविण्याच्या स्पर्धेत वाढत गेलेला चोचीचा आकार

फळांच्या बिया खात. विविध आकाराच्या बिया फळांतून अलग करून खाण्यासाठी विशिष्ट आकाराच्या चोची उपयोगी होत्या. बिया मिळविण्यासाठी (व त्याद्वारे अस्तित्वासाठी) होणाऱ्या स्पर्धेने या पक्ष्यांना विशिष्ट प्रकारच्या चोची आल्या.

प्राण्यांप्रमाणेच वनस्पतीच्या स्कॅलेसिया या genus च्या सहा प्रजाती गॅलॅपागोस बेटांवर होत्या.

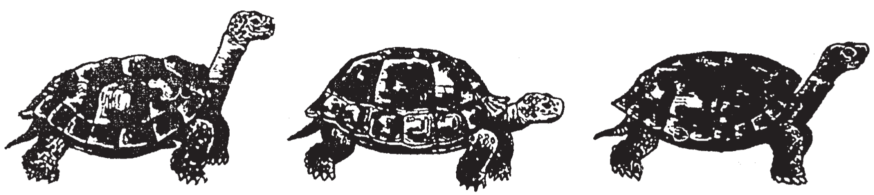
डार्विन यांचा सिद्धान्त खालीलप्रमाणे मांडता येतो :

१. आपल्या प्रजातीचे जेवढे सजीव जगू शकतील, त्यापेक्षा फार अधिक संख्येने ती प्रजाती सजीवांचे पुनरुत्पादन करते. उदा. घरमाशीच्या एका जोडीपासून पाच महिन्यात १९१०१×१०^{१६} माशा तयार होतील. एका मादी फळमाशीपासून चाळीस दिवसात २×१०^{८} माशा होती. हत्ती हा सर्वांत संथ पुनरुत्पादन करणारा प्राणी आहे, पण हत्तीच्या एका जोडीपासून ७५० वर्षांत १९ दशलक्ष हत्ती होतील. अर्थात हत्तीच्या एका जोडीला एवढे आयुष्य असणार नाही.

२. परंतु असे असले तरी निसर्गात प्रत्येक प्रजातीच्या सजीवांची संख्या ठराविक असते. कारण मर्यादित अन्नपुरवठा, भक्षक प्राणी, आजार व हवामानातील आत्यंतिक बदल, दुष्काळ, पूर या कारणांमुळे त्यांची संख्या मर्यादेत राहाते.

३. याशिवाय जिवंत राहण्यासाठी सतत कलह चालू असतो. अन्न, राहण्यासाठी जागा यासाठी सतत झगडा होतो. एकाच प्रजातीतील सजीवांत हा झगडा अधिक तीव्र असतो, कारण त्यांच्या गरजा (उदा. अन्न) तंतोतंत एकसारख्या असतात. भिन्न प्रजातीतील सजीवांत सुद्धा अन्न व आवासासाठी झगडे चालू असतात. उदा. सशाला कोल्हाही खातो व वाघही. बळी तो कान पिळी हा नियम येथे लागू होतो. शिवाय अयोग्य परिस्थितीशी सजीवांचा सतत संघर्ष चालू असतो.

४. या सतत चालणाऱ्या स्पर्धेमुळे एका प्रजातीच्या सजीवांत बदल घडून येतात. सभोवतालच्या परिस्थितीशी जुळवून घेण्यासाठी हे बदल होतात. डार्विन यांच्या मते अनुकूलनाने होणारे व जीवनकलहात जिवंत राहण्याला उपयुक्त ठरणारे बदल पुढील पिढ्यांत संक्रमित होतात. जे असे होत नाहीत, ते बदल नष्ट होतात.



गॅलॅपागोस बेटांवरील कासवांच्या विविध प्रजाती

५. सभोवतालच्या परस्थितीशी जुळवून घेणारे (त्याप्रमाणे बदल केलेले) सजीव जीवनकलहात यशस्वी होतात व पुनरुत्पादन करतात. असे न करणारे सजीव नष्ट होतात. अनेक पिढ्या ही बाब चालू राहिल्याने जेव्हा सभोवतीची परिस्थिती बदलते, तेव्हा तिला योग्य असे अनुकूलन सजीवांत होते. वर उल्लेख केलेल्या 'फिंचेस' चे उदाहरण लक्षवेधक आहे. या पक्षांच्या १३ प्रजाती विशिष्ट अधिवासांत राहणाऱ्या आहेत. कीटक खाणाऱ्यांची चोच अरुंद, लांब आहे. वनस्पतींवर जगणाऱ्यांची चोच भक्कम आहे. सभोवतालशी मिळताजुळता असणारा त्यांच्या पिसाऱ्याचा रंग आहे. ज्वालामुखीमुळे तयार झालेल्या बेटावर राहणाऱ्यांचा काळा आहे, हिरव्या वनराजीत राहणाऱ्यांना हिरवा आहे, तर दगड–गोट्यात राहणाऱ्यांचा ठिपकेदार आहे.

डार्विननी त्यामुळे असे मत व्यक्त केले की एकाच प्रजातीच्या सजीवांचा समूह जीवनकलहात यशस्वी होण्यासाठी अधिवासाला अनुरूप असे अनेक बदल घडवून आणतो, तेव्हा अनेक पिढ्यांनंतर प्रत्येक सजीव त्याच्या मूळच्या पूर्वजापासून इतका बदलतो की त्याची नवीन प्रजाती गणली जाते. वाघ, बिबळ्या, सिंह व मांजर हे सर्व प्राणी काही साधर्म्ये दाखवितात कारण ते समान पूर्वजापासून बदल, स्पर्धा व नैसर्गिक निवड यामुळे झाले आहेत.

६. नवीन प्रजातींचा उगम : डार्विन यांच्या मते जीवनकलहात यशस्वी होणारे सजीव सभोवतालशी जुळवून घेण्यासाठी अनुकूलनात्मक बदल घडवून आणतात. हे बदल शरीररचनेत व त्यांच्या वागणुकीत असतात. असे बदल घडून येताना जेव्हा वंशज पूर्वजापासून 'पुरेसे' भिन्न होतात तेव्हा नवीन प्रजाती तयार होते.

डार्विन यांच्या सिद्धान्ताला पाठिंबा खालील बाबींनी मिळतो.

१. कालपरत्वे मोठ्या आकाराच्या प्राण्यांची जागा लहान, चपळ प्राण्यांनी घेतली आहे.
२. घोडा, उंट, हत्ती यांचा पूर्वज समान आहे.
३. जीवनकलह आपण प्रत्यक्ष पाहू शकतो.
४. एकाच प्रजातीच्या सजीवात अनेक बदल (variations) दिसतात.
५. संकरातून व निवडीतून (selection) वनस्पती व प्राण्यांचे नवे वाण माणसाने काही शे वर्षात तयार केले आहेत. निसर्गात फार मोठ्या कालावधीत हे घटू शकणार नाही ?
६. जीव वाचविण्यासाठी प्राणी, पक्षी, कीटक, वनस्पती दुसऱ्याची नक्कल करतात. किंवा संरक्षण होईल असे रंग घेतात.
७. जिवंत राहू शकणाऱ्या संततीच्या कितीतरी पट पुनरुत्पादन होते. याउलट, खालील बाबी डार्विन यांच्या सिद्धान्ताला विरोध दर्शवितात :

१. आनुवंशिकतेने संक्रमित होणारे सर्वच बदल उपयोगी नसतात. उदा. पक्ष्यांचे छोटे पंख.

२. हत्तीचे सुळे हरणांची शिंगे यांसारखे अवयव अति–विशेषीकरणाने (over-specialization) त्या–त्या प्राण्यांना त्रासदायक ठरतात.

३. उपयोग नसलेल्या अवयवांचा (vestigeal organs) उलगडा या सिद्धान्ताने होत नाही. (उदा. माणसातील आंत्रपुच्छ, शरीरावरील केस.)

४. डार्विन यांनी सर्वोत्तमाची निवड सांगितली, पण कशावर परिणाम झाल्याने बदल व अनुकूलन घडून येते ते सांगितले नाही.

५. डार्विन यांनी आनुवंशिकतेच्या अंगाने खुलासा केला नाही.

६.सजीवांची जीवनकलहात जगण्या–साठी निवड त्याच्यात असलेल्या सर्व लक्षणांनी होते–काही उपयोगी बदलांनी नव्हे.

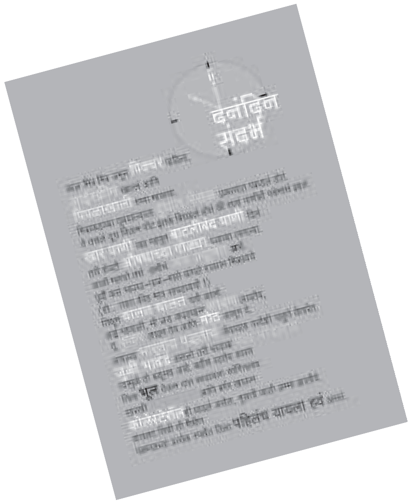
७. एका विशिष्ट दिशेने जाणारे नगण्य बदल का टिकून राहावेत हे कळत नाही.

१८९० च्या सुमारास डार्विनच्या सिद्धान्ताबद्दल शंका घेतल्या जाऊ लागल्या व १९१० पासून या सिद्धान्ताला विरोध होऊ लागला.

सजीवांच्या उत्क्रांतीच्या आणखी दोन उपपत्ति – उत्परिवर्तन सिद्धांत व नव–डार्विनवाद आपण नंतर पाहू.

◆

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



दैनंदिन संदर्भ
हे पुस्तक पाहिलेत ना ?

आपल्या सुहृदांना
भेट देण्यासाठी उत्तम पुस्तक
किंमत रु. १००/–

रोजच्या आयुष्यातल्या ठळक गोष्टींमागचं विज्ञान माहीत असायला हवं म्हणून !

सर रतन टाटा ट्रस्ट यांच्या अनुदानातून हे पुस्तक प्रकाशित केले आहे.

पृथ्वीचे परिभ्रमण आणि ऋतु

लेखक : गौतम मेनन ● **अनुवाद** : गो.ल. लोंढे

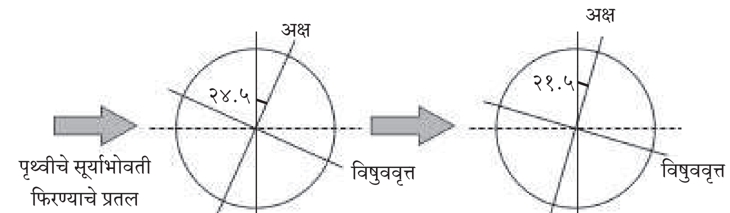
मागच्या अंकात आपण पृथ्वीवरच्या हिमयुगांविषयी वाचलं. हिमयुगे वारंवार, आवर्ती पद्धतीने येतात, त्याचे एक कारण मिलॅन्कोविच यांनी सुचविले – त्याबद्दल.

पृथ्वीचे परिभ्रमण आणि ऋतुंची उत्पत्ति यासंबंधीची वस्तुस्थिति मिलँकोविचच्या लक्षात आली.

पृथ्वीला स्वत:च्या आसाभोवती १ प्रदक्षिणा घालण्यास चोवीस तास लागतात. पृथ्वीचा स्वत:भोवती फिरण्याचा आस तिच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या प्रतलाशी काटकोन करणाऱ्या रेषेशी सुमारे २३ अंशाचा कोन करतो. हा आस कललेला असल्याने आपल्याला दर सहा महिन्यांच्या अंतराने सूर्याचे उत्तरायण आणि दक्षिणायन अनुभवता येते व त्यामुळे ऋतूही अनुभवता येतात.

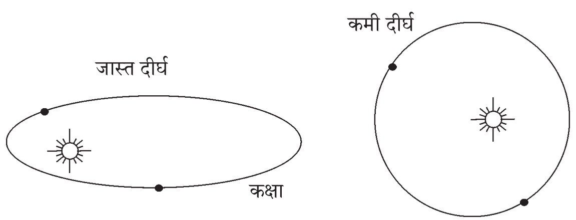
पृथ्वी स्वत:भोवती फिरते म्हणून रात्र आणि दिवस होतात. जेव्हा पृथ्वीच्या एका अर्ध्या भागात दिवस असतो तेव्हा पृथ्वीच्या दुसऱ्या अर्ध्या भागात रात्र असते. पृथ्वी पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरत असते त्यामुळे पूर्वेकडील एकेक रेखांश क्रमाक्रमाने सूर्यासमोर येते. तेथे दिवस असतो.

पृथ्वीला सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा घालण्यास एक वर्ष (जवळपास ३६५.२४ दिवस) लागते. पृथ्वीच्या उत्तर गोलार्धात



पृथ्वीच्या अक्षाचा ४१,००० वर्षांच्या कालावधीत पृथ्वीच्या सूर्याभोवती फिरण्याच्या प्रतलाशी काटकोन करणाऱ्या रेषेशी असणारा कोन बदलत राहतो

भ्रमणकक्षेच्या वक्रतेतील बदल



ज्यावेळी हिवाळा असतो, त्यावेळी पृथ्वीच्या दक्षिण गोलार्धात उन्हाळा असतो. सूर्याभोवती फिरण्याचा पृथ्वीचा मार्ग अगदी ढोबळ मानाने वर्तुळाकार असतो.

वस्तुत: खरे तर तो मार्ग वर्तुळाकार नसतोच, पण बराचसा दीर्घवर्तुळाकार असतो. वर्तुळाचा एखादा व्यास वर्तुळमध्याच्या दिशेने दाबला गेला तर दीर्घवर्तुळाचा आकार तयार होतो. साधारणत: दीर्घवर्तुळाकार असलेल्या कक्षेचे स्वरूपही बदलते असते. (Eccentricity) कक्षेची वक्रता बदलते. बदललेल्या वक्रतेवरून दीर्घवर्तुळ किती प्रमाणात चेपले गेले आहे ते समजते.

पृथ्वीची परिभ्रणाची कक्षा दीर्घवर्तुळाकार असते असा न्यूटनने शोध लावला. दीर्घवर्तुळाकार कक्षेला दोन केंद्रबिंदू असतात. त्यापैकी एका केंद्रबिंदूवर सूर्य असतो. मिलँकोविचने अशी नोंद करून ठेवली आहे की भ्रमणकक्षेच्या वक्रतेत होणारा बदल कालबद्ध असतो.

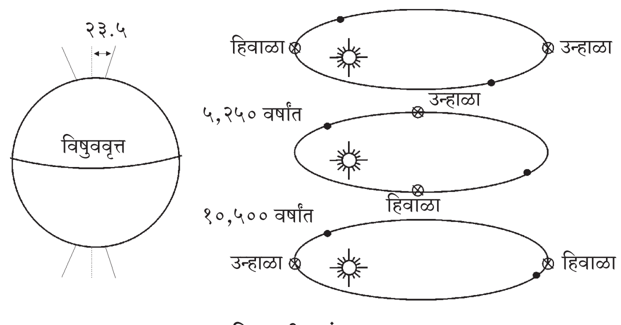
तो काल साधारणत: १००,००० वर्षांचा असतो. म्हणजेच भ्रमणकक्षेला आलेली वक्रता जाऊन कक्षेची पुन्हा पूर्वस्थिती येण्यास १००,००० वर्षे लागतात.

पालकनीती

पालकत्वाला वाहिलेले मासिक

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

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



विषुवृत्तीय संपातकाल

परंतु हे प्रकरण एवढ्यावरच थांबत नाही. ज्या आसाभोवती पृथ्वी स्वत:भोवती फिरत असते तो आसच पुढेमागे होत असतो म्हणजेच हेलकावत असतो. गतिमान भोवरा शेवटी जसा डुगडुगतो तसा पृथ्वीचा आसही प्रथम हेलकावत असतो व नंतर डुगडुगत असतो. या प्रत्येकाचा कालावधी वेगवेगळा असतो. हेलकावण्याचा कालावधी ४१,००० वर्षांचा असतो व डुगडुगण्याचा कालावधी २३,००० वर्षांचा असतो. डुगडुगण्यामुळे परिभ्रमण मार्गावरील पृथ्वीच्या आसाच्या रोखात सूक्ष्म बदल होतो व तसाच सूक्ष्मबदल वार्षिक गतीतही होतो यालाच आसाच्या रोखात होणाऱ्या बदलामुळे होणारा विषुववृत्तीय संपातकाल (Precession of Equinoxes) असे म्हणतात. असे कां होते ? याची कारणे खालीलप्रमाणे आहेत.

इतर ग्रहांचा परिणाम – विशेषत: गुरु–सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव थोडा कमी पडतो परंतु पृथ्वी दुसरीकडे ओढली जाण्याइतका तो कमी नसतो.

चंद्र –चंद्राच्या प्रभावामुळे पृथ्वी चंद्राकडे थोडी जास्त कलते.

पृथ्वीची परिभ्रमणाची कक्षा कशी आणि किती बदलत आहे याचे गणित संगणकाच्या मदतीने शास्त्रज्ञ बिनचूकपणे मांडू शकतात आणि खगोलशास्त्रातील निरीक्षणांशी पडताळून पाहू शकतात.

पृथ्वी पूर्णपणे गोलाकार नाही. दोन्ही ध्रुवांकडे ती थोडी चपटी आहे. परिणामी पृथ्वीच्या ध्रुवाकडील दक्षिणोत्तर व्यासापेक्षा विषुववृत्ताकडील पूर्वपश्चिम व्यास अधिक मोठा आहे. त्याचाही परिणाम गती कमी होण्यात होत असतो. पण तो परिणाम फारच मंद गतीने होतो.

◆

नोव्हेंबर–डिसेंबर २००७ मधून साभार.

लेखक : **गौतम आय्. मेनन,**
अनुवाद : **गो.ल. लोंढे,** निवृत्त प्राचार्य

तो एक सागरपक्षी

पुस्तक परिचय : यशश्री पुणेकर

जोनाथन लिव्हीगस्टन सीगल ही रिचर्ड बाक या अमेरिकन लेखकाची सुप्रसिद्ध लघु कादंबरी. या कादंबरीचा सुंदर मराठी अनुवाद केलाय सतीश कळमकर यांनी.

सीगल हा भारतीय लोकांना फारसा माहिती नसलेला पक्षी. आपल्या नैसर्गिक मर्यादांमुळे हे सागरपक्षी एकसुरी जीवन जगत असतात. पण जोनाथन ह्या त्यांच्यातल्या एका पक्षाला महत्वाकांक्षेचे पंख फुटतात. आपल्या दुर्दम्य इच्छाशक्तीच्या बळावर आणि अथक प्रयत्नांनी तो उडण्यातल्या अनेक कसरती शिकून घेतो. त्यात पारंगत होतो. रटाळ आयुष्यात रमण्यापेक्षा एका वेगळ्या दुनियेत भरारी घेतो. त्याला पक्षी समाजातून बहिष्कृत केलं जातं पण तरीही तो आपला मार्ग सोडत नाही. पुढे काय होतं हे मूळ पुस्तकातूनच वाचायला हवं.

जोनाथनची ही कथा म्हणजे सामान्य जीवन जगतानाच काहीतरी असामान्य करून दाखवणाऱ्या माणसाची कथा आहे. आपल्या अंगची कौशल्ये ओळखून, परिश्रमपूर्वक ती वाढवून, चाकोरी बाहेरचा मार्ग धरण्याच्या ध्येयवेड्याचे ते प्रतिक आहे. अर्थातच अशा लोकांना फार मोठ्या विरोधाला, संघर्षाला तोंड द्यावं लागतं. पण तरीही त्यातून मार्ग काढून जीवनाचा अर्थ शोधण्याचा प्रयत्न करायचा असतो असा संदेश या कथेतून मिळतो. जोनाथनच्या या प्रखर प्रेरणांमागे लेखकाला भारतीय तत्त्वज्ञानाचा पाया दिसला. ध्येय गाठतानाच्या परिश्रमातून आत्मिक उन्नती कशी होत जाते याचं चित्रण असलेली ही उत्कंठावर्धक कादंबरी. यातील काही भाग इथे देत आहोत.

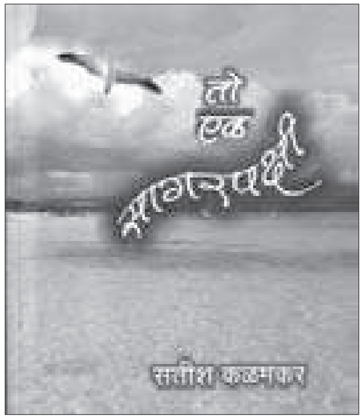
तो एक सागरपक्षी	**मूळ लेखक** : रिचर्ड बाक
प्रकाशक : प्रतिमा प्रकाशन	**अनुवाद** : सतीश कळमकर
किंमत : ७० रू.	

ही गोष्ट आहे एका पक्ष्याची. सीगल जातीच्या समुद्र पक्ष्याची. जोनाथन त्याचे नाव. खरं तर ही गोष्ट कुठल्याही माणसाची असू शकते, होऊ शकते. किंबहुना व्हावी.

थंड प्रदेशातील एका आडबाजूचा समुद्र किनारा. जवळच उंच डोंगराचा उतार. त्यामुळे पक्ष्यांना वस्तीला सोयीची जागा. उबदार सूर्यप्रकाश असलेले स्वच्छ दिवस.

समुद्रावरील ती एक शांत अशी पहाट होती. सूर्याचा पिवळाधम्म गोळा नुकताच समुद्रातून उगवल्यासारखा हळुहळू वर आकाशात चढत होता. संथ लाटांवर त्याचे प्रतिबिंब दूरवर चमकत होते, तर किनाऱ्यापासून मैलभर अंतरावर नांगर टाकून उभ्या असलेल्या मासेमारी बोटी लाटांवर लयबद्धपणे हेलकावत होत्या.

खडकाळ किनाऱ्यावर बसलेला सीगल पक्ष्यांचा थवा आपल्या नेत्याच्या आदेशाची वाट पाहात अस्वस्थपणे कचकचत होता. पक्ष्यांच्या समूहाची ती रीतच होती. नेत्याच्या आदेशाशिवाय कोणीही पक्षी हवेत झेपावणे शक्य नव्हतं.



थोड्याच वेळात पक्ष्यांतील त्या म्होरक्याने विशिष्ट आवाज काढून आदेश दिला आणि पक्ष्यांची झुंड लगबगीने सागराकडे झेपावली. पाहता पाहता मासेमारी करणाऱ्या बोटीभोवतालचा परिसर सीगल पक्ष्यांच्या चित्कारांनी आणि पंखांच्या फडफडीने पार गजबजून गेला.

नित्याच्या कलकलाटीने आणखी एका व्यस्त दिवसाची सुरुवात झाली होती.

पण त्या साऱ्या कोलाहलापासून दूर जोनाथन लिव्हीगस्टन सीगल एकटाच आकाशात उंचवर संथपणे घिरट्या घालत उडत होता. समुद्रापासून साधारण शंभरएक फूट वर एकाग्रतेने त्याचे उडणे सुरू होते. आपल्या लांब असलेल्या पंखांना मध्यभागी विशिष्ट बाक देऊन तो वेग कमी करण्याचा प्रयत्न करीत होता. कमी वेग, इतका कमी की वाऱ्याचा स्पर्शही जाणवू नये. खालील समुद्र शांत आणि स्थिर झाला आहे असे वाटावे. आणि आपण ह्या उंचीवर विश्रांती घेत आहोत, जमिनीवर पाय रोवून होता तशी! त्याने थोडा ताण देऊन पंख आणखी फुगवले, स्नायूंना एक तीव्र कळ जाणवली. पण स्थिर होण्यासाठी ते आवश्यकच होते. त्याचा उडण्याचा वेग कमी–कमी होत गेला. अचानक

पंखांनी बचावात्मक हालचाल केली, तो लटपटला आणि हवेतल्या हवेतच कोसळला.

कुठलाही पक्षी – त्यात सीगलही आलेच – हवेत असा कधी धडपडत नाही. उडताना असे पडणे हे पक्ष्याला अपमानास्पद वाटते. पक्षीजातीलाच लज्जास्पद. त्याच्या ठिकाणी दुसरा कोणी असता तर आपले हे कोसळणे कोणी पाहिले तर नाही ना, ह्या विचाराने शरमला असता आणि शक्य तेवढे लवकर त्या जागेपासून दूर जाऊन सर्वांमध्ये मिसळून गेला असता.

पण जोनाथन इतरांपेक्षा वेगळा होता पलायनाच्या ह्या विचाराने त्याला स्पर्शही केला नाही. पाण्यात पडण्यांपूर्वीच त्याने पुन्हा पंख फैलावले. एक वळण घेऊन स्थिर होत तो पुन्हा आकाशाकडे झेपावला.

बहुतेक सगळ्याच सीगल पक्ष्यांच्या दृष्टीने उडणे म्हणजे भूक भागवण्यासाठी आवश्यक अशी ती एक क्रिया होती किंबहुना त्यांच्या दृष्टीने उडणे म्हणजेच पोट भरणे होते. ते उडायचे तेच मुळी अन्न शोधायला. अन्यथा उडण्याचे कष्ट कोण कशाला घेणार ? पण जोनाथनला उडणे आवडायचे. त्याच्यासाठी ती एक आनंदाची क्रिया होती. मासेमाऱ्यांनी फेकलेले शिळे ब्रेडचे तुकडे वेचण्यापेक्षा किंवा हलके मासे पकडण्यासाठी एकमेकांशी भांडण्यापेक्षा हवेत झेपावणे आणि उडण्यातील निरनिराळे प्रयोग करण्यात तो रंगून जाई. उडताना कानाशी गुजगोष्टी करणारा वारा, खाली समुद्रात लाटासोबत डुचमळणाऱ्या बोटी पाहता पाहता तो भान विसरे. उंच आकाशात चढताना हवेत होणारे बदल त्याला सारखे हवेसे वाटत. आपल्या ह्या विचारांमुळे आपण थव्यापासून वेगळे पडतो, सारे आपल्याला हसतात, ते जोनाथनला समजत असे. त्याचे आई–वडीलही त्यासाठी त्याला सारखे टोचत. सगळ्यांपासून दूर एकटे असे उडत राहण्याबद्दल वेळप्रसंगी रागवतही. पण आपलं काय चुकतं आहे, हे मात्र त्याला कळत नसे. त्याला वाटे, पंखांची विशिष्ट हालचाल करून आपण इतर सीगलपेक्षा जास्त अंतर कमी श्रमांत पार करू शकतो हे कोणालाच जाणवत नसेल का ? समुद्रावर उतरताना इतर सारे सीगल आपले पाय ताठ ठेवतात; पण आपण ते आडवे ठेवून डौलदारपणे वळण घेऊ शकतो आणि तेही पाण्याचे शिंतोडे न उडवता. ह्यातील गंमत कोणालाच कळू नये ? आपल्याला उडण्यात सापडलेली ही खुबी ओळखून कोणीतरी त्याबद्दल विचारावं, असं त्याला सारखं वाटे. पण कोणालाच त्याबद्दल स्वारस्य नाही हे बघून तो निराश होई. त्याची उदासी बघून आई त्याला विचारी, ''का... जोनाथन, का पण...? तुला इतरांसोबत त्यांच्यासारखे राहायला का नाही आवडत ?'' आपला मुलगा इतरांसारखा नाही, ह्या गोष्टीचं त्या बिचारीला फार वैषम्य वाटे.

न राहवून त्याचे वडील पुढे आले, काहीसे समजावत पण अधिकारवाणीने ते म्हणाले, ''हे बघ जोनाथन, आता लवकरच हिवाळा येईल. मासेमारी बोटी कमी होतील आणि मासेदेखील उथळ पाण्याकडून खोल समुद्राकडे वळतील. तेव्हा तुला शिकायचेच असेल तर कमी श्रमांत चांगले मासे कसे मिळवायचे हे शीक. उडण्यातील गंमत वगैरे सगळे ठीक आहे; पण हे लक्षात ठेव की, आपले उडण्याचे कारण हेच मुळी अन्न आहे. देवाने आपल्याला पंख दिले आहेत, तेच मुळी आपल्याला अन्न शोधता यावे म्हणून. हे तू विसरू नकोस.'' त्यावर निरुत्तर होऊन जोनाथनने संमतिदर्शक मान डोलावली आणि आज्ञाधारक मुलाप्रमाणे आई–वडिलांच्या इच्छेनुसार तो वागू लागला. पुढील काही दिवस त्याने आपल्या समवयस्कांसोबत घालवले. त्यांच्यासोबत ब्रेडच्या लहानश्या तुकड्यासाठी आणि शिकारीतील माश्यांसाठी त्याने झोंबाझोंबी केली. एखादा गुबगुबीत मासा चपळाई करून मिळाला तर तो चोचीत पकडून डेकच्या काठावर बसून इतरांकडे तो गर्वाने पाहू लागला. पण थोड्याच दिवसांत ह्या साऱ्याचा त्याला कंटाळा आला. आपण निरर्थक गोष्टीत निष्कारण वेळ घालवीत आहोत, हे त्याला आतून जाणवू लागलं.

हळूहळू तो पुन्हा एकाकी झाला. एकटाच आकाशात उडू लागला. तहानभूक विसरून आपल्याला आवडत्या शिक्षणात गुंग झाला. त्याला आता उडण्यातील वेगाचा नाद लागला. आपला वेग वाढवण्यासाठी तो आता निरनिराळे प्रयोग करू लागला. सर्वप्रथम त्याने वेगाने उडताना येणाऱ्या अडथळ्यांचे निरीक्षण केले. हवेचा प्रवाह, दिशा, त्याला पूरक हालचाली ह्यांचा त्याने अभ्यास केला. आणि आठवड्याभरातच तो त्या समूहातील सर्वांत वेगवान सीगल झाला. वेगाने उडताना होणारे श्रम कमी कसे करता येतील, ह्याचा तो विचार करू लागला.

काही दिवसांतच त्याला हे जाणवले

की, जमिनीवर उतरताना आपल्या फैलावलेल्या पंखांमुळे शरीराचा अडसर होऊन आपला वेग मंदावतो. त्याऐवजी आपण आपले शरीर जमिनीला काटकोनात ठेवले तर आपला वेग आणखी वाढेल. आणि मग त्याचे त्या दिशेने प्रयोग सुरू झाले. हवेतून उंचावरून समुद्राला काटकोनात शरीर ठेवून तो सूर मारू लागला पण त्यात एक अडचण आली. हवेच्या झोताने तो हेलपाटायचा आणि नियंत्रण गमवलेल्या शरीराने पाण्यात जाऊन आदळायचा. पाण्यात असे वेडेवाकडे पडल्याने त्याची पिसं अस्ताव्यस्त होऊन जात आणि ओल्या पंखाने मग उडणेही कठीण होऊन जाई. हे टाळायचे असेल तर आपण पाण्यात पडण्यापूर्वीच सावरायला हवं, सरळ होऊन पुन्हा हवेत उडायला हवं, हे त्याच्या लक्षात आलं; पण त्याने तसा

केलेला प्रत्येक प्रयत्न फसत असे. ताशी सत्तर ते नव्वद मैल वेगाने आकाशातून खाली येताना वेगामुळे त्याला भोवळ आल्यासारखे होई. विचार शक्ती बधीर झाल्यासारखी वाटे; पण त्याने प्रयत्न करणे सोडले नाही. हळुहळू त्याने विचारांवर ताबा मिळवला. आणि शरीरावर नियंत्रण मिळवण्याचे त्याचे प्रयत्न सुरू झाले. अचानक एकदा त्याला पाण्यात पडण्यापूर्वीच शरीर हवेत पुन्हा उचलण्यात यश आले. सूर्यास्त होत आला होता. दिवसभराच्या श्रमाने तोही थकला होता. त्याने सूर मारला आणि शरीराला पाण्याचा स्पर्श होण्यापूर्वी सर्व शक्ती पणाला लावून त्याने पंख फडफडविले. वरून वेगाने खाली येणारे शरीर काही क्षण धडपडले आणि पुन्हा हवेत उचलले गेले. पण वेगातील हा बदल त्याच्या शरीराला पेलवला नाही. स्नायूंवरील ताण असह्य होऊन तो पुन्हा पाण्यात पडला. यशाने त्याला अगदी थोडक्यात हुलकावणी दिली होती. तो फार निराश झाला. दिवसभराच्या श्रमाने आणि सारखे पाण्यात पडल्याने त्याचे पंख फाटले होते. पिसे गळून पडली होती. शरीरावर ठिकठिकाणी जखमा झाल्या होत्या; पण त्यापेक्षा जास्त दुःख त्याला आपल्या अपयशाचे झाले होते. घराकडे परतावे असे काही त्याला वाटेना. त्यापेक्षा आपण पाण्यात बुडालो असतो तर बरे

झाले असते, असे त्याला वाटू लागले.

चंद्र आता चांगलाच वर आला होता. आभाळ चांदण्यांनी गच्च भरले होते. हवेत आल्हाददायक गारवा होता. वातावरणात नीरव शांतता होती. जोनाथन शांत चित्ताने घराकडे परतत होता. आता कसलेही प्रश्न नाहीत, आव्हानं नाहीत आणि त्यातून येणारे अपयशही नाही. साधे-सोपे-सुरक्षित जीवन. त्याचे न आता अगदी स्वच्छ कोरे झाले होते. आणि अचानक त्याच्या मनात आतून खोल एक आवाज उमटला ''रात्र... जोनाथन, रात्र आहे. सीगल रात्री उडत नसतात'' जोनाथनने त्या आवाजाकडे दुर्लक्ष केले. रात्रीच्या चमचमणाऱ्या पाण्यावर एकटेच असे संथ गतीने उडण्यातील मौज तो आता अनुभवत होता.

''उतर... खाली उतर'', अंतर्मनाने त्याला पुन्हा बजावले. ''सीगल रात्री उडत नसतात. तू घुबड नाहीस. रात्री अंधारात पाहू शकणारे डोळे तुझ्याकडे नाहीत. तू सीगल आहेस. आपल्या मर्यादा ओळख. तू सीगल आहेस, ससाणा नव्हे, तुझ्याजवळ अंधार भेदणारी नजर नाही. आकाश छेदणारे मजबूत आणि लहान पंख नाहीत. तुझ्या मर्यादा ओळख.'' त्याच्या मनात विचार घोळत होता.

आणि... अचानक... रात्रीच्या त्या अंधारात चंद्राच्या त्या सौम्य प्रकाशात... चमचमणाऱ्या लाटांच्या वर, संथ वाहणाऱ्या थंड हवेत जोनाथन थरारला. अंतर्बाह्य, नखशिखांत थरारला. त्याला मार्ग सापडला. तो आपले अपयश, वेदना, दु:ख आणि काही क्षणांपूर्वी स्वत:ची समजूत घालणारे समंजस विचार सारे सारे विसरला. पंख... लहान पंख. ससाण्यासारखे लहान पंख. हे आपले उत्तर आहे. आपली अडचण आहे, ती आपल्या लांब रुंद पंखांची. ते लहान करता यायला हवे. एकदम लहान. आणि अचानक त्याला जाणवलं लहान पंखांचे आपल्याला मोठे पंख करावे लागले असते तर ते केवळ अशक्य होतं! देवाने आपल्याला मोठे पंख दिल्याबद्दल त्याच्या मनात आता कृतज्ञता दाटून आली. आपल्या प्रश्नाचे सोपे उत्तर त्याला आता सापडले होते. आपल्याला आता अपयश नाही, ह्याची त्याला खात्री झाली. आणि नव्या उत्साहाने त्याने आकाशात झेप घेतली.

हजार-दीड हजार – दोन हजार फूट उंचीवर तो पोहोचला. खाली समुद्र काळ्या ढगासारखा दूर पसरलेला. त्याने खाली मान वळवली आण पंख दुमडले, पूर्णपणे शरीराला चिकटून घेतले. तो वेगाने पाण्याकडे जाऊ लागला. ताशी सत्तर मैल, नव्वद मैल, एकशेवीस मैल वेगाने तो समुद्राकडे झेपावला. नव्या उमेदीने मन तल्लख झालेले, लाटांची खळखळ ऐकू येऊ

लागताच, सवयीने त्याने अंतर ओळखले. आणि पंखांची लहानशी हालचाल करून, पाण्याला स्पर्शही न करता एक डौलदार वळण घेऊन तो पुन्हा हवेत झेपावला. पंख हळुहळू फैलावत तो हवेत उंच उंच चढू लागला. जणू त्याने जमिनीवरून नुकतीच हवेत झेप घेतली आहे. ह्यापूर्वी आपण करत असलेली चूक त्या आता उमगली होती. पंख पूर्ण मिटवून घेतल्याने त्याने हवेचा मारा आता चुकवला होता. अत्युच्च वेग गाठला होता. शरीरावर नियंत्रण ठेवणे सहजसाध्य झाल्याने योग्य वेळी पंख उघडणे शक्य झाले होते आणि तो अलगद हवेत तरंगू लागला होता. त्याला आनंदाने ओरडावेसे वाटले. थोड्या वेळापूर्वी आपल्या मर्यादांविषयी मनात आलेले विचार आता कुठल्या कुठे पळून गेले होते. जणू ते त्याचे नव्हतेच. त्या मर्यादा इतर सामान्य सीगलसाठी. आपल्यासाठी नाहीत. आपण वेगळे आहोत. असामान्य!

हळूहळू त्याने कोणत्या क्षणी, किती प्रमाणात आणि कसे पंख उघडायचे याचे तंत्र अवगत केले आणि दिवसरात्रीच्या सरावाने त्यात कौशल्य कमविले. त्याचा आत्मविश्वास वाढला. हळुहळू त्याने उंची वाढविली. आता तो सात हजार-आठ हजार फूट उंचीवर जाऊन सूर मारू लागला. त्या वेळी त्याचा वेग असे ताशी दोनशे चाळीस मैल. कुठल्याही पक्षाने

एवढ्या वेगाची कल्पना केली नसेल. या असल्या वेगात आपल्या पिसाची एक हलकी हालचाल आपला वेग कमी करू शकते. शेपटीचे लहानसे वळण आपली दिशा बदलवू शकते. टप्याटप्प्याने हे त्याला समजले. मात्र त्याचा सराव करण्यात त्याचे दिवस-रात्र जाऊ लागले. तो आता घराकडे फिरकेनासा झाला. जणू ह्या जगात तो आता एकटाच उरला.

लवकरच त्याला उडताना शरीर वळवणे, गिरकी घेणे, हवेत उभे वर्तुळाकार फिरणे, चक्राकार फिरत जमिनीवर येणे आणि शेवटच्या क्षणी पुन्हा हवेत झेपावणे असले एरोबिक्सचे खेळ जमू लागले.

एके दिवशी आपले कसब सर्वांना दाखवण्याच्या इच्छेपोटी तो मुद्दामच बोटीजवळ आला. संध्याकाळची वेळ होती.

सूर्यास्तापूर्वी आपली पोटं भरून घेण्याची साऱ्या पक्ष्यांची धावपळ सुरू होती. त्याने उंचावरून खाली सरळ सूर मारला. तो प्रचंड वेगाने खाली येऊ लागला. त्याचा वेग पाहून पक्षी बावचळले. अशा वेळी इतर पक्ष्यांशी त्याची टक्कर झाली असती तर दोघांचाही मृत्यू अटळ होता. पण जोनाथनला आपल्या कौशल्याची खात्री होती. सारे घाबरून झटक्यात दूर झाले. त्यांना वाटले जोनाथन आता बोटीवर नाही तर अन्य कोणावर तरी नक्की आदळणार; पण कुठलीही दुर्घटना न होता जोनाथन पुन्हा हवेत तरंगू लागला होता. जणू एवढ्या खाली येणारा तो नव्हताच. हे सारं आकस्मित होतं. आता जोनाथनने आपले एरोबिक्सचे खेळ सुरू केले. सारे मंत्रमुग्ध होऊन ते पाहत होते. सूर्यास्त झाला. समुद्रावर पांघरल्यासारखा अंधार पसरू लागला, तरी जोनाथनचे खेळणे सुरूच होते. सारे पक्षी जमिनीवर परतल्याचे त्याला कळले आणि तो थांबला,

त्याने आपल्या शरीरावर विजय मिळविला होता. एक हुकमी नियंत्रण मिळवले होते. काहीतरी वेगळे, अज्ञात पण अर्थगर्भ असे आपल्याला सापडले आहे, ह्या विचाराने त्याचे मन अभिमानाने भरून गेले होते. तो दिमाखातच किनाऱ्यावर उतरला.

समूहातील सारे पक्षी वर्तुळाकार करून उभे होते. असे वर्तुळाकार उभे राहणे म्हणजे त्यांची पंचायत भरणे. वातावरणात पूर्ण शांतता होती. जणू ते सारे त्याची वाट पाहत होते. आत्मविश्वासाने त्याने वर्तुळात प्रवेश केला आणि मध्यभागी जाऊन उभा राहिला.

''जोनाथन, तुला वर्तुळात उभे करण्यात आलं आहे ते तुझ्या लज्जास्पद वर्तणुकीमुळे, तुला शिक्षा देण्यासाठी.'' तो कठोर आवाज कानी पडताच जोनाथन दचकला. त्याचा विश्वासच बसेना. शिक्षा... कशासाठी... मी काय केले. त्याच्या मनात प्रश्न उतरले. हे विचार त्या वृद्ध नेत्याला जणू समजले. तो नेता पुढे म्हणाला,

''तू तुझ्या बेजबाबदार वर्तणुकीने साऱ्यांनाच लाज आणली आहेस. आपल्या सीगल जमातीला तुझे वागणे पुढे त्रासदायक ठरण्याची चिन्हे मला स्पष्ट दिसत आहेत. तुला आज कदाचित कळत नसेल, पण बेजबाबदार वागण्याची किंमत ही प्रत्येकाला द्यावीच लागते. तुझ्यासोबत ती इतरांनाही सोसावी लागू नये हे पाहणे मी माझे कर्तव्य समजतो.

एकूणच प्रकाराने चकित झालेल्या जोनाथनला ह्या प्रथेचे विस्मरण झाले आणि ती तीव्रपणे म्हणाला,

''बेजबाबदार... तुमचा काहीतरी गैरसमज होतोय. खरं तर मी काही शोधले आहे. आपल्या जगण्याला काही अर्थ

मिळवण्याचा प्रयत्न केला आहे. तुम्ही बघा तरी...''

पण समूहातून कोणताही शब्द उमटला नाही. काही वेळाने त्या वृद्ध नेत्याने विचारपूर्वक आणि दृढपणे शिक्षा सुनावली, ''समूहाचा नियम तू तोडला आहेस. जोनाथन, आजपासून तू ह्या समूहाचा भाग नाहीस.''

आणि शिस्तबद्धपणे जणू सारे पूर्वीच ठरले असावे असे, एखाद्याने आज्ञा दिल्यासारखे सारे पक्षी आपल्याच जागी झटक्यात वळले आणि साऱ्यांनी जोनाथनकडे पाठ फिरवली.

पुढील काही दिवस जोनाथन एकटाच उडत त्या सर्वांपासून दूर... दूर गेला. आता त्याला त्यांच्यासोबत राहण्यास मनाई होत. तो आता खऱ्या अर्थाने अगदी एकटा, एकाकी उरला. त्याला शिक्षेबद्दल दु:ख नव्हते, तर आपलं म्हणणं कोणी ऐकूनही घेतले नाही त्याचं त्याला जास्त वाईट वाटलं. आपण उडण्यात केलेले प्रयोग, मिळवलेले कौशल्य, अनुभवलेला आनंद काहीही जाणून न घेता आपल्याला बहिष्कृत केले, ह्याचे त्याला मनस्वी दु:ख झाले. पण हळुहळू तो त्यातून सावरला. आपण काहीदेखील गैर केले नाही, उलट, ते सारे आपल्याला समजावून घेऊ शकले नाहीत, हे त्याला कळून चुकले. तो हळूहळू शांत झाला आणि पुन्हा आपल्या आवडीच्या क्षेत्रात गढून गेला. नवनवीन प्रयोग करीत राहिला. जास्त जास्त शिकत गेला. लवकरच त्याला कळले की, काठापेक्षा समुद्रात आत दहा फुटांवर जास्त चांगले मासे, भरपूर प्रमाणात मिळू शकतात. पण हे समूहाला आता कधीच कळणार नव्हते.

आपल्याला मिळालेल्या शिक्षेपेक्षा इतरांच्या अज्ञानाचे त्याला जास्त वैषम्य वाटे. त्याला हेही कळून चुकले की, त्यांचे अज्ञान जीवनातील एकसुरीपणा आणि अज्ञाताबद्दलची अनाठाई भीती हीच सीगल पक्ष्यांच्या अल्प जीवनाची कारणे आहेत. पण तो हे कोणालाच सांगू शकत नव्हता. हे दु:ख त्याच्या मनात भरून होते; पण आपल्या ज्ञानाने तो शांत, सुखी आणि दीर्घ जीवन समाधानाने खूप वर्षे जगत राहिला. एके संध्याकाळी जोनाथन एकटाच हवेत संथपणे घिरट्या घालत होता. अचानक त्याचे लक्ष त्या दोघांकडे गेले. दोघेही त्याच्याच वर त्याच्याच सारखे संथपणे उडत होते. जणू त्याची आकाशात पडलेली सावलीच. दोघांचाही रंग झळझळीत रुपेरी होता. आणि त्यांच्या शरीरातून एक आल्हाददायक आभा ओसंडत होती. जोनाथनने अलगद पंख मिटले आणि पिसासारखा तरंगत एक गिरकी घेऊन तो त्यांच्यापासून दूर झाला. त्या दोघांनीही तशीच गिरकी घेतली आणि ते पुन्हा त्याच्याजवळ आले. आता जोनाथनने शरीर वळवले आणि सरळ पाण्याकडे सूर मारला आणि वळण घेऊन झपाट्याने दूर उंच गेला. त्या दोघांनीही त्याच्याच कृतीचे अनुकरण केले. आणि पुन्हा त्याच्याजवळ आले. आता जोनाथन थबकला. हवेतच स्थिर झाला. त्यांना सामोरे जात तो म्हणाला,

''छान. आपण कोण?''

''जोनाथन, आम्ही तुझे भाऊ आहोत. आणि तुला न्यायला आलो आहोत. खूप उंच असलेल्या आपल्या घरी.''

''पण मला घर नाही. आणि मी बहिष्कृत आहे. शिवाय मला वाटतं, आपण सर्वोच्च उंची आता गाठलेली आहे. त्यापेक्षा उंचावर जाण्याइतपत बळ माझ्या ह्या थकलेल्या शरीरात आता नाही.''

''जोनाथन, तुला जमेल. तुला स्वत:लाही माहीत आहे की, तुला ते जमेल. तूच ते स्वत: शिकला आहेस.'' जोनाथन विचारात पडला. काही क्षण तिघे शांतपणे उडत राहिले. ''जोनाथन, खरं सांगायचं तर तुझे इथले शिक्षण आता संपलेय. तू आता दुसऱ्या विश्वात प्रवेश करण्याची वेळ आली आहे.'' त्यांतील एक गंभीरपणे म्हणाला. त्याच्या म्हणण्याचा नेमका अर्थ आता जोनाथनला समजला. तो अंतर्मुख झाला. त्यांना विसरून मूकपणे उडत राहिला. हे निळे आकाश, हा खोल समुद्र, हा वारा, हे पाणी, इथे आजवर आपण राहिलो, त्यांच्या सोबत शिकलो ते सारं सोडून जाण्याच्या कल्पनेने तो एकदम उदास झाला; पण काही क्षणांतच त्याला त्यातली अपरिहार्यता जाणवली. तो सावरला. त्याने पुन्हा एकदा खालच्या उसळणाऱ्या समुद्राकडे पाहिले. स्वच्छ, मोकळ्या निळ्या आकाशावरून नजर फिरवली. एक हलकासा उसासा सोडून तो त्या दोघांजवळ आला आणि शांतपणे म्हणाला, ''चला, मी तयार आहे.''

आणि जोनाथन लिव्हीगस्टन सीगलला घेऊन दोन रुपेरी पक्षी आकाशात झेपावले. उंच, उंच आकाशात एका अज्ञात दिशेला निघून गेले.

नंतर जोनाथनचं काय झालं? त्याने केलेले प्रयोग, त्याने मिळवलेला आनंद तो इतरांना देऊ शकला का? या गोष्टी मूळ पुस्तकातूनच वाचायला हव्यात.

◆

संदर्भ अंक ४७ ते ५२ मधील लेखांची सूची
ऑगस्ट-सप्टेंबर २००७ ते जून-जुलै २००८

भौतिकशास्त्र

दुसरा नंबर कोणाचा- ४७.६
पृथ्वीय हवामान आणि चंद्र (१) ४७.२५
हवामान बदल व शाश्वत-
ऊर्जा- (अंक ४७ ते ५३)
पळापळा कोण पुढे पळे ता ४८.३
त्रिमितीचे अद्‌भुत जग ४८.१५
पृथ्वीय हवामान आणि चंद्र (२) ४८.३५
तापदिप्त बल्बचे वारसदार ४९.६३
भौतिकशास्त्रातील थोडी गंमत ५०.५८
कमळप्रभाव ५१.७
हिमयुग ५२.२९

रसायनशास्त्र

झणझणीत मिरची ४७.५१

आरोग्य

जीवाणू विरुद्ध जीवाणू ४७.१०
थॅलिडोमाईडचे प्रताप ४९.९
शोध इन्शुलिनचा ५०.३३

प्राणीशास्त्र

खुद्द खेकड्याला होणारा कर्करोग ४७.२१
जैविक प्रकाश ४७.४३
एक होता काऊ (१) ४७.६३
प्राण्यांचे स्थलांतर ४८.२२
एक होता काऊ (२) ४८.४५
झोप- अनाकलनीय कोडं ५०.१३
अनुकूलन ५१.३५
रांगणाऱ्या चांदण्या ५१.५८
ब-जीवनसत्त्वाचा शोध ५२.६

वनस्पतीशास्त्र

बीचं तिसरं आवरण ४७.३
तो सुवास गेला कुठे ? ४७.३५
मुळांच्या मुळाशी ४८.३९
बदल-किती प्रकार ? ४९.३
अनुकूलन ५०.३
उत्परिवर्तन ५२.२०

जीवशास्त्र

मातीमोल ४७.१०
वेदनेची संवेदना ४७.३५
फुलपाखरे पाळूया ५१.५२

गणित

सरासरीपेक्षा जास्त की कमी ४७.१५
कोण मोठा कोण लहान ? ४८.५
असं करू का तसं करू ? ४९.४९
मॅट्रिक्स ५०.२२
आयुष्यमान भव ५१.६०
जिगसॉ पझल ५१.७५
रिकामा चौकोन कुठून आला ? ५२.१
जिगसॉ पझल - उत्तराचे
रस्ते अनेक ५२.१५
पर्फेक्ट संख्या ५२.३८

खगोल

खगोलविज्ञान ४८.५७
विश्वाचा व्याप
मोजायचा कसा ? ४९.२९
ताऱ्यांचे गुणधर्म ५०.२५
उपग्रहांचे उपयोग ५०.४१
ताऱ्यांचे जीवनमरण (१) ५१.२१
गुरु ५१.६२
ताऱ्यांचे जीवनमरण (२) ५२.४०

इतिहास

रॅफेल सँझिओ ४७.१५
व्हेनिसचा सर्वश्रेष्ठ चित्रकार
टिशियन ४८.६६
बरोक व रोकोको कला ४९.५५
रेंब्रॉ व्हॅन रीज्न ५०.४७
युरोपीय आधुनिक कला ५१.४५
पॉल सेझाँ ५२.४७

भूगोल

अदृश्य नद्या ५१.१

पर्यावरण

पर्यावरण - कासवाचं कुटुंब ४९.२६
शाश्वत विकासाकडे जाऊ या ५१.७८

चरित्र

कार्लस् लिनीयस ४८.५२
अलेक्झांडर फ्लेमिंग ५०.५३
वेडे संशोधक ५१.३०

इतर

ग्राममंगल ४७.५९
सत्य कल्पनेच्या पावलांवरून ४८.१०
सापशिडी - नशिबाचा खेळ ४९.४४

तंत्रज्ञान

कोडं बारकोडचं ४२.५
सिलीकॉन युग ४३-३६
जग इलेक्ट्रॉनिक्सचे ४४.२६
संगणक विज्ञानाचे सामर्थ्य ४६.५३

पुस्तकपरिचय

स्वयंपाकघरातील विज्ञान ५०.६२
कॅन्सर, कोकेन आणि कौशल्य ५१.६६
शंभर चौरसांचे अनेक उपयोग ५२.६५

गोष्ट

अनारकोच्या गावात पुलाचं
उद्‌घाटन ४७.७२
एक सुद्धा कमी नको - ४८.७३
अनारको आणि कबिला - ४९.७३
सात रुपये - ५०.६९
दक्षिण ध्रुवाकडे - ५२.५५

(लेखाच्या पुढे अंक क्रमांक व पान नं. दिले आहेत.)

शैक्षणिक
संदर्भ

सभासदत्व नोंदणी

वार्षिक सहा अंक	किंमत	हवे असतील त्यापुढे ✔ खूण करा.
मागील उपलब्ध सर्व अंक (३२)	रु. ६५०/-*	
वार्षिक वर्गणी	रु. १२५/-	
एकूण		बँक ड्राफ्ट / चेक+/मनी ऑर्डर

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

शैक्षणिक संदर्भच्या वर्गणीसाठी रु. ....
बँक ड्राफ्ट/मनीऑर्डरने **संदर्भ** सोसायटी या नावे पाठविले आहेत.

नाव ________________________________

पत्ता ________________________________

____

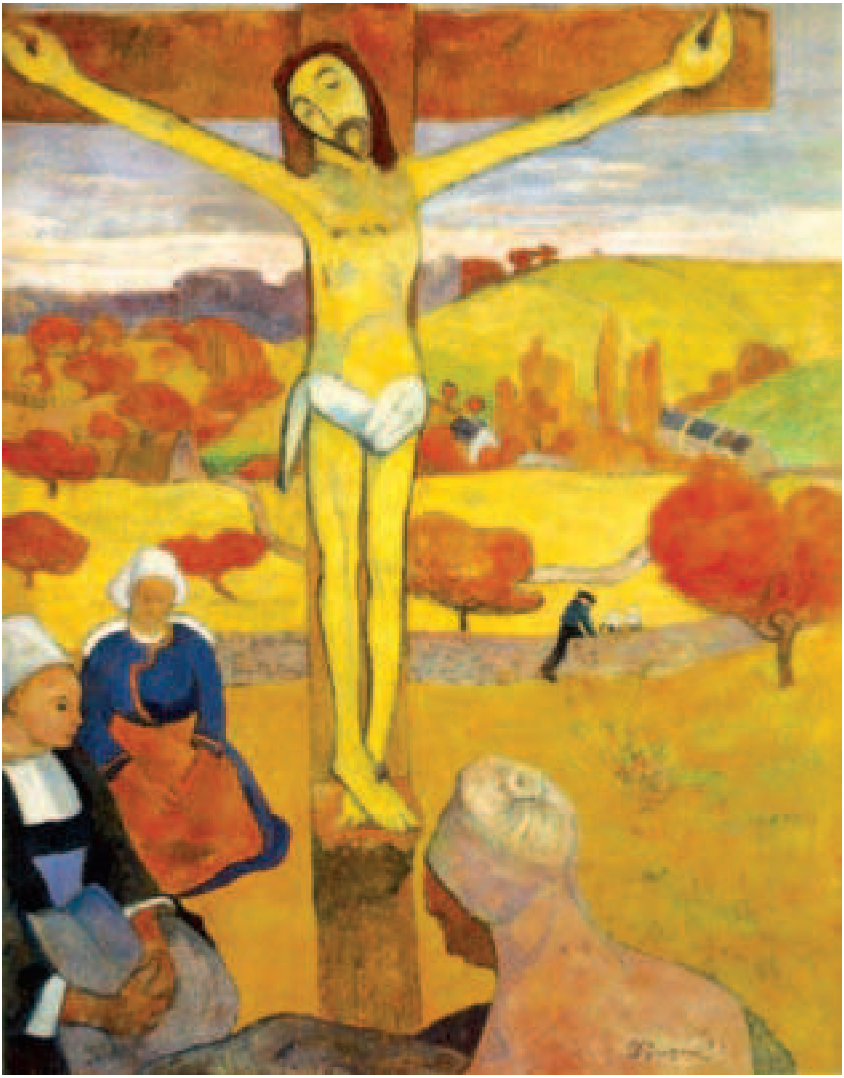
फोन : **तारीख**

संदर्भबद्दल माहिती कोणाकडून मिळाली ________________________________

संदर्भ, १) द्वारा पालकनीती परिवार, अमृता क्लिनिक,
संभाजी पूल कोपरा, कर्वे रोड, पुणे ४११ ००४.

२) १३१/२९, वंदना अपार्टमेंट्स, ब्लॉक नं. ९, आयडियल कॉलनी,
कोथरूड, पुणे ३८. फोन : ०२०-२५४६१२६५. वेळ : १२.३० ते ४.

नोट : पुण्याबाहेरील सभासदांनी संदर्भची वर्गणी फक्त मनिआर्डर किंवा बँक ड्राफ्टद्वारे पाठवावी. चेक स्विकारले जाणार नाहीत.



पॉल गोगँचा जीवनप्रवास पहा... पान ... वर
कव्हर तीन आणि चार वरील सर्व चित्रे :
पॉल गोगँ : इंटरनेटवरून

शैक्षणिक संदर्भ : ऑगस्ट – सप्टेंबर 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.