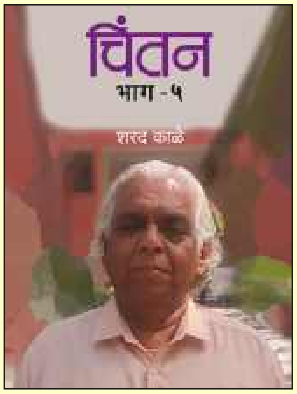
मासिक विज्ञानपुस्तिका

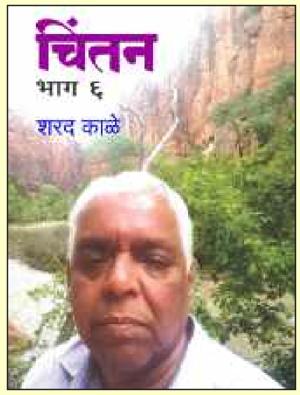
विज्ञानधारा

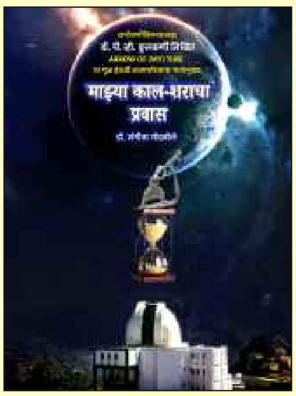
असे जरी कॉफी कृष्णवर्णी
बीजे तिची तरी रसाळ गोमटी
गोरस मिसळता उजळे कांती
प्रसन्न करिते क्लांत जिवा ती!

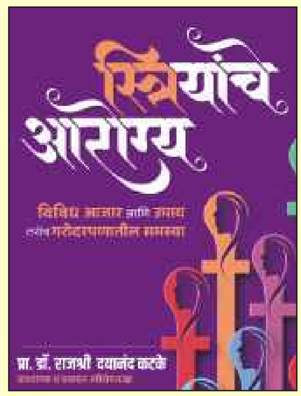
सप्टेंबर २०२५ * मूल्य ५० रु. * पृष्ठे ६४

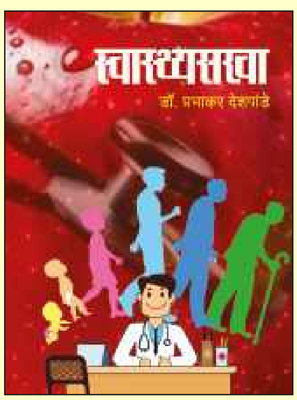
ग्रंथालीची महत्त्वपूर्ण पुस्तके

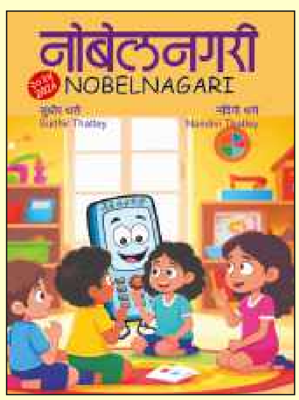












'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

सप्टेंबर २०२५, वर्ष तिसरे
पुस्तिका चौथी, मूल्य ५० रु.
संपादक : **शरद काळे**
कार्यकारी संपादक : **अरुण जोशी**
समन्वयक : **सुदेश हिंगलासपूरकर** (विश्वस्त, ग्रंथाली)
मुखपृष्ठ फोटो सौजन्य : डॉ. मृदुला रमेश
अक्षरजुळणी : **ऑलरीच एन्टरप्रायझेस**

कार्यालयीन संपर्क
ग्रंथाली संगणक विभाग
vidnyangranthali@gmail.com

जाहिरात प्रसिद्धी – धनश्री धारप
वितरण – किशोर कांबळे, सौमित्र शिंदे
डिजिटल एडिटिंग – समीर कदम

केवळ वार्षिक वर्गणी स्वीकारली जाईल.
वार्षिक वर्गणी ५०० रुपये
डिमांड ड्राफ्ट 'ग्रंथाली' नावे किंवा
सोबतचा QR code scan करून.

BHIM UPI
SCAN & PAY
GRANTHALI

पत्रव्यवहार/वर्गणी पाठवण्याचा पत्ता
ग्रंथाली, १०१, १/बी विंग, 'द नेस्ट', पिंपळेश्वर को-ऑप. हौसिंग सोसायटी, टायकलवाडी, स्टार सिटी सिनेमासमोर, मनोरमा नगरकर मार्ग, माहीम (प.), मुंबई ४०००१६
फोन : २४२१६०५०

मुद्रण : इंडिया प्रिंटिंग वर्क्स, इंडिया प्रिंटिंग हाउस, ४२, जी. डी. आंबेकर मार्ग, वडाळा, मुंबई-४०० ०३१

पुस्तिकेसाठी लेख व प्रतिक्रिया पुढील मेलवर पाठवावी.
vidnyangranthali@gmail.com

ऑफिस वेळ : दुपारी १ ते सायं. ६.३०
कार्यालयीन संपर्क/फोन/पुस्तके खरेदी करण्यासाठी

मासिक पुस्तिकेत प्रसिद्ध झालेली मते ज्या त्या व्यक्तीची. 'ग्रंथाली' चळवळीचे 'विज्ञानधारा' हे व्यासपीठासमान मासिक आहे. त्यात सर्व छटांच्या विचारांना स्थान आहे. मात्र त्याच्याशी 'ग्रंथाली' विश्वस्त संस्था व तिचे विश्वस्त सहमत आहेत असे नव्हे.

अनुक्रम

अनघा शिराळकर / ६
अंदाज हवामानाचा

डॉ. रंजन गर्गे / १०
पसाज नंबर

समता गोखले-दांडेकर / १४
क्वांटम दुनियेचे आश्चर्य

कुसुमसुत / १७
पोटॅशियम – सजीवउत्क्रांतीत निवड झालेले मूलद्रव्य

आनंद घारे / २३
चंद्रयान मोहिमा

डॉ. स्वाती बापट / २९
मानसिक ताणतणाव आणि आपले आरोग्य

डॉ. शर्वरी कुडतरकर / ३३
गोगलगाय आणि पोटात पाय

हेमंत लागवणकर / ३६
टपालखात्याची पिन कोड पद्धती

आनंद घैसास / ३९
सर्वात मोठी आकाशगंगा?

शरद काळे / ४३
कॉफीची कहाणी

राघवेंद्र श्रीकृष्ण वंजारी / ५०
यंत्रांचे बंड आणि दशा : 'द इलेक्ट्रिक स्टेट'

डॉ. संगीता गोडबोले / ५३
शब्देविण संवादु

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ५५
डॉक्टरांची उपकरणे आणि साधने

संपादकीय

आजचे युग हे विज्ञानयुग आहे असे म्हटले जाते. या विज्ञानयुगात आपल्या भोवती जो तंत्रज्ञानाचा विळखा पडला आहे तो विज्ञानातील नेत्रदीपक प्रगतीचाच एक भाग आहे. मानवी जीवनाचा एकही पैलू असा उरलेला नाही, ज्यावर तंत्रज्ञानाचा प्रभाव पडलेला नाही. घरगुती उपकरणांपासून अवकाश संशोधनापर्यंत तंत्रज्ञानाने आपले पाय पसरले आहेत. परंतु कोणते तंत्रज्ञान चांगले आणि कोणते आपल्यासाठी घातक किंवा अनावश्यक आहे, याचा गंभीर विचार करण्याची आजची आवश्यकता आहे. उदाहरणार्थ, वैद्यकीय क्षेत्रातील आधुनिक उपकरणे, औषधनिर्मितीतील संशोधन, कृत्रिम अवयव यामुळे मानवाचे आयुष्य दीर्घ आणि आरोग्यपूर्ण होत आहे. त्याच वेळी, आण्विक अस्त्रनिर्मिती, युद्धासाठी वापरली जाणारी प्रगत साधने, आणि मानवाच्या मानसिक आरोग्यावर होणारे तंत्रज्ञानाचे दुष्परिणाम यामुळे समाजावर मोठे संकट ओढवते.

गेल्या चार दशकांमध्ये इतक्या वेगाने तंत्रज्ञानाने जी झेप घेतली आहे, ती पाहून सामान्य माणूस आश्चर्याने थक्क होतो आणि बऱ्याचवेळा गोंधळूनदेखील जातो. १९८०च्या दशकात संगणक फक्त कार्यालयात किंवा संशोधनकेंद्रांत दिसत होते, तर आज प्रत्येकाच्या खिशात स्मार्टफोन आहे. कृत्रिम बुद्धिमत्ता, इंटरनेट ऑफ थिंग्ज, रोबोटिक्स, बायोटेक्नॉलॉजी यांसारख्या शाखांनी मानवी जीवनशैलीत क्रांतिकारक बदल घडवून आणले आहेत. परंतु या झपाट्याने होणाऱ्या बदलांमुळे पारंपरिक मूल्ये, मानवी नाती, तसेच सामाजिक रचना यांवर ताण निर्माण होतो, हेही वास्तव आहे.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान या दोन्हींमध्ये समन्वय असण्याची गरज आहे. विज्ञान हे विचारांचे, शोधांचे आणि तर्कशुद्धतेचे क्षेत्र आहे, तर तंत्रज्ञान हे त्या शोधांचा प्रत्यक्ष व्यवहारात उपयोग करून दाखवते. या दोहोंचा परस्परपूरक संबंध राखला गेला, तर मानवजातीच्या कल्याणासाठी अमर्याद संधी उपलब्ध होतात. उदाहरणार्थ, वैज्ञानिकांनी नवे ऊर्जास्रोत शोधले तर तंत्रज्ञान त्याचे उपयुक्त यंत्रणेत रूपांतर करते. परंतु, या दोघांमध्ये समन्वय नसेल, म्हणजेच विज्ञान फक्त शोधापुरते मर्यादित राहिले किंवा तंत्रज्ञान अतिरेकाने नफेखोरीसाठी वापरले गेले, तर त्याचे अनिष्ट परिणाम समाजाला भोगावे लागतात. पर्यावरणाचे प्रदूषण, मानवी नात्यांतील दुरावा, मानसिक तणाव, तसेच; युद्धजन्य परिस्थिती हे त्याचे काही ठळक दुष्परिणाम आहेत. म्हणूनच, तंत्रज्ञानाचा उपयोग करताना विवेक, संयम आणि मानवी मूल्ये या बाबी जपणे आवश्यक आहे. अन्यथा तंत्रज्ञान आपल्यासाठी सोयीपेक्षा संकटेच निर्माण करील.

विज्ञान आणि तंत्रज्ञान यात नेमका फरक कोणता, हा प्रश्न जर विचारला तर विज्ञान म्हणजे ज्ञान मिळवण्याची प्रक्रिया आणि तंत्रज्ञान म्हणजे त्या ज्ञानाचा उपयोग करून साधने आणि सोयी निर्माण करण्याची प्रक्रिया, असे त्याचे उत्तर सोप्या शब्दांत देता येईल. विज्ञानाचा अभ्यास करताना निसर्गातील नियम, घटना आणि सत्य समजून घेणे हा प्रमुख उद्देश असतो. एखादी गोष्ट किंवा घटना कशी घडते? का घडते? या प्रश्नांची उत्तरे शोधण्याचा प्रयत्न विज्ञानाच्या अभ्यासातून केला जातो. विज्ञान हे शुद्ध ज्ञान (theoretical) असते. ते ज्ञान मिळवण्यासाठी निरीक्षणावर आधारित प्रयोग केले जातात, सिद्धांत मांडले जातात व त्यांची पडताळणी केली जाते. झाडावरून सफरचंद खाली पडते या निरीक्षणावरून न्यूटन यांनी गुरुत्वाकर्षणाचा सिद्धान्त मांडला. तो सिद्धांत विविध कसोट्यांवर ताडून पाहिला, त्यावरून गुरुत्वाकर्षणबलाच्या अचलंकाची किंमत निश्चित केली.

डाल्टन यांनी अणू मॉडेलचा प्रस्ताव रासायनिक संयोगांच्या नियमांच्या आधारे मांडला. त्यांनी निष्कर्ष काढला की पदार्थ अणूंनी बनलेला आहे, प्रत्येक मूलद्रव्याचे अणू एकसारखे असतात, आणि संयुगे ही त्यांच्या ठरावीक संयोगांमुळे तयार होतात. नील्स बोहर यांनी आपला अणुसिद्धांत सन १९१३ मध्ये मांडला. त्यापूर्वी जे. जे. थॉमसन यांनी किशमिश पुडिंग मॉडेल दिले होते आणि अर्नेस्ट रुदरफोर्ड यांनी सन १९११ मध्ये सुवर्णपत्र प्रयोगातून अणूच्या केंद्रकाचा शोध लावून अणूची रचना सांगितली. परंतु रुदरफोर्डच्या अणू-रचनेत एक मोठा प्रश्न होता - केंद्राभोवती फिरणारे इलेक्ट्रॉन सतत ऊर्जा गमावून शेवटी केंद्रकात कोसळतील, असे शास्त्रीय विद्युतचुंबकत्वानुसार दिसत होते. हा प्रश्न सोडवण्यासाठी बोहर यांनी क्वांटम यांत्रिकीचे (Quantum theory) तत्त्व वापरले. त्यांनी मॅक्स प्लँक यांच्या क्वांटा-सिद्धांतावर आणि आइन्स्टाइन यांच्या फोटॉन कल्पनेवर आधार घेतला.

चार्ल्स डार्विनने मांडलेला उत्क्रांतीचा सिद्धांत (नैसर्गिक निवड) मुख्यतः निरीक्षण व अनुभवावर आधारलेला होता. त्याने सन १८३१-३६ दरम्यान एच.एम.एस. बिगल या जहाजावरून जगभ्रमण करताना निसर्गातील विविध जीवसृष्टी, त्यांचे अधिवास, रचना, वर्तन व भौगोलिक वितरण यांचा अभ्यास केला. गालापागोस बेटांवरील फिंच पक्षी मूलतः एकाच पूर्वजापासून आलेले होते, पण प्रत्येक बेटावर डार्विन यांना त्यांच्या चोचींच्या रचनेत फरक आढळला. कुठे चोच बिया फोडण्यासाठी मजबूत, तर कुठे किडे खाण्यासाठी

बारीक, तर कुठे फुलांचा रस शोषण्यासाठी अनुकूल होती. यावरून डार्विन यांना जाणवले की परिस्थितीनुसार सजीवांची रचना बदलत जाते आणि अनुकूल बदल असलेले जीव टिकून राहतात. वेगवेगळ्या बेटांवरील कासवांच्या कवचाच्या रचनेत भिन्नता होती. यावरून डार्विन यांना सजीवांमध्ये भौगोलिक विलगीकरणामुळे बदल घडत असल्याचा पुरावा मिळाला. दक्षिण अमेरिकेत त्यांना मोठमोठ्या प्राचीन प्राण्यांचे जीवाश्म (उदा. विशाल स्लॉथ) सापडले, जे आज अस्तित्वात असलेल्या प्राण्यांशी साधर्म्य दाखवत होते. यावरून त्यांनी असा विचार केला की आजचे जीव हे भूतकाळातील स्वरूपांतून उत्क्रांत झालेले आहेत.

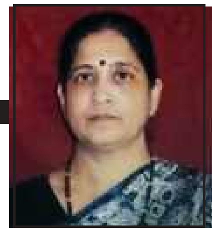
अलेक्झांडर फ्लेमिंग यांनी प्रतिजैवकांचा (Antibiotics) शोध अगदी योगायोगाने, पण बारकाईने केलेल्या निरीक्षणातून लावला. सन १९२८मध्ये फ्लेमिंग लंडनमधील सेंट मेरी हॉस्पिटलमध्ये स्टॅफिलोकॉकस ऑरियस या जिवाणूंवर संशोधन करत होते. त्यांनी हे जिवाणू वाढत असलेल्या काही पेट्री डिशेस प्रयोगशाळेत ठेवल्या होत्या. काही दिवस सुट्टीवर गेल्यानंतर परत आल्यावर त्यांनी पाहिले की एका डिशमध्ये बुरशी (mold) वाढली आहे. त्या बुरशीच्या आजूबाजूला असलेल्या भागात जिवाणूंची वाढ पूर्णपणे थांबली होती, तर इतर भागात ते वाढत होते. ही बुरशी पेनिसिलियम नॉटॅटम ही होती.या बुरशीने काहीतरी विशिष्ट असे द्रव्य सोडले होते जे जिवाणूंच्या वाढीस मारक किंवा अडवणारे होते. त्या द्रव्याला फ्लेमिंग यांनी पेनिसिलिन असे नाव दिले. थोडक्यात फ्लेमिंग यांनी बुरशीच्या वाढीभोवती जिवाणूंची वाढ थांबलेली असल्याचे निरीक्षण करून प्रतिजैवकांचा शोध लावला.

तंत्रज्ञानाचा उद्देश विज्ञानातून मिळालेले ज्ञान वापरून मानवी जीवन सुलभ करणे हा असतो. विज्ञानाचा अभ्यास करून मिळवलेले ज्ञान आपण कसे वापरू? त्याचा योग्य उपयोग कुठे होईल? हे प्रश्न सोडवताना तंत्रज्ञान विकसित होते. ते नेहमीच उपयोजनात्मक (applied) असते. वैज्ञानिक तत्त्वांचा वापर करून साधने, यंत्रे, पद्धती तयार केल्या जातात. गुरुत्वाकर्षणाचा नियम वापरून रॉकेट किंवा उपग्रहप्रक्षेपण तंत्रज्ञान विकसित करण्यात आले. रॉकेट म्हणजे प्रक्षेपणास्त्रे विकसित झाल्यामुळे माणूस चंद्रावर उतरू शकला, अंतराळात संशोधन प्रयोगशाळा बांधू शकला आणि मंगळावर उतरण्याची स्वप्ने बघू लागला. परंतु प्रक्षेपणास्त्रांमुळे जगात जीवघेणी शस्त्रस्पर्धा निर्माण झाली आहे. त्यातच ड्रोन आणि रोबोटिक्समुळे आणखी गुंतागुंत होत आहे. उत्क्रांतीच्या तत्त्वांचा वापर करून जैवतंत्रज्ञान आणि जनुकीय अभियांत्रिकी (genetic engineering) विकसित झाले. इन्शुलिन तयार करण्यासाठी जनुकीय अभियांत्रिकीने जी अनमोल मदत केली आहे, व जिवाणूंकडून त्याची निर्मिती करून मधुमेहाच्या कोट्यवधी रुग्णांना दीर्घायुष्य दिले आहे. मात्र प्रतिजैविकांच्या अमर्याद वापरामुळे प्रतिजैविकांना प्रतिरोध करून अजेय बनणाऱ्या सूक्ष्म जीवांनी वैद्यकीय विश्वाची झोप उडवली आहे.

अणुरचनेच्या ज्ञानावर आधारित संगणक चिप, अणुऊर्जा केंद्र आणि अणुबॉम्बचे तंत्रज्ञान विकसित झाले. संगणकाने केलेली क्रांती आपण पाहातोच आहे. संगणकांच्या माध्यमातून इंटरनेट घरोघरी पोहोचले आणि मोबाइलमुळे तर ते प्रत्येकाच्या खिशात पोहोचले आहे. सर्व बँकिंग आणि आर्थिक क्षेत्र डिजिटल युगात आले आहे. जगभरातील अणुऊर्जाकेंद्रे वीजनिर्मिती करत आहेत. त्याचबरोबर अणुबाँबची टांगती तलवारही जगाच्या माथ्यावर लटकते आहे. यावरून असे लक्षात येईल की तंत्रज्ञानाच्या नाण्याला दोन बाजू आहेत. अंकीय किंवा डिजिटल तंत्रज्ञान फोटोग्राफीसाठी वरदान ठरले आहे, कारण त्यामुळे कॅमेऱ्याचे रोलच हद्दपार झाले व रोल डेव्हलप करण्यासाठी जी रसायने लागत होती त्यांचा वापर थांबला आहे, त्यामुळे त्यांनी होणारे प्रदूषण पूर्ण थांबले आहे. डिजिटल तंत्रज्ञानामुळे प्रत्येक मोबाइलमध्ये हजारो फोटो घेणे शक्य झाले आहे. तीच अंकीय प्रणाली घड्याळाच्या विश्वासाठी मात्र शाप ठरत आहे. लांबकाची किंवा चावीची घड्याळे अचूक वेळ दर्शवत होती आणि पर्यावरणपूरक होती. मात्र त्या ठिकाणी अंकीय प्रणाली विकसित झाल्यामुळे प्रचंड प्रमाणात बॅटऱ्यांमुळे होणारे प्रदूषण वाढले आहे. स्वयंपाकघरातील सुरीचा वापर दैनंदिन स्वयंपाकात वरदान ठरतो, पण त्याच सुरीचा वापर शस्त्र म्हणून झाला तर तिच्यामुळे एखाद्याला प्राणही गमवावे लागतात. दोष सुरीचा नसतो, तर वापरणाऱ्याकडे तो जातो.

त्यामुळे विज्ञानाने दिलेल्या ज्ञानाचा वापर करून विकसित झालेल्या प्रत्येक तंत्रज्ञानाचा वापर चांगल्यासाठीच होईल हे सांगता येत नाही. तंत्रज्ञानाचे विश्लेषण करून त्यावर मर्यादा घालणे आवश्यक आहे. मानवाने घोड्याची शक्ती वापरण्याचे ठरवले आणि त्याला आपल्या अधीन ठेवण्यासाठी त्याला लगाम घातला. तंत्रज्ञान हेदेखील शक्तिशाली अश्वाप्रमाणेच असते. त्याला लगाम घालता आला पाहिजे. आपल्याला कोणते तंत्रज्ञान कशासाठी हवे याचा विचार करताना त्याचे दुष्परिणाम कोणते आणि कसे होतील, याची दखल आपण घेतली पाहिजे आणि तसा विचार करायला नव्या पिढीलाही शिकवता आले पाहिजे. आपल्याला जास्तीत जास्त आराम देणारी तंत्रे विकसित झाली खरी, पण त्यामुळे वाचलेला वेळ आपण खरोखरच सत्कारणी लावतो का, याचे आत्मपरीक्षण प्रत्येकाने करावयास हवे.

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com



अनघा शिराळकर

अंदाज हवामानाचा

हवामानशास्त्र हे सर्वसमावेशक शास्त्र असून त्याचा वापर सर्व सेवाकार्यांसाठी होतो. ही कार्ये सुरळीत होण्यासाठी हवामानाची स्थिती माहीत असणे म्हणजेच तिचा अंदाज माहीत असणे अत्यावश्यक असते. हवामानाचा अंदाज म्हणजे एखाद्या स्थळाच्या आणि काळाच्या हवामानाची स्थिती काही तास ते काही दिवस आधीच वर्तवणे. १९व्या शतकापासून तत्कालीन तंत्रज्ञान वापरून वैज्ञानिक पद्धतीने हवामानाचा अंदाज बांधण्याच्या पद्धती सुरू झाल्या.

हवामानाच्या अंदाजाच्या पद्धती

हवामानाच्या अंदाजामध्ये पर्जन्यमान, आर्द्रता, उष्णतेचे प्रमाण, वाऱ्याचा वेग, हवेचा दाब तसेच अचानक येणारी नैसर्गिक आपत्ती यांची माहिती मिळते.

हवामानाचा अंदाज घेण्यासाठी हवेच्या सर्व घटकांच्या नोंदीं व्यवस्थित असणे आवश्यक असते. सद्यःस्थितीतील (real time) व भूतकाळातील हवामानाच्या नोंदींची गणितीय पद्धतीने आकडेमोड करून समीकरणे सोडवावी लागतात. सद्यःस्थितीच्या हवामानाच्या घटकांचा समावेश नसल्यास अंदाजामध्ये अचूकतेचा अभाव दिसून येतो. हवेच्या विविध घटकांचा, विविध स्थळ व कालावधींच्या निरीक्षणांच्या नोंदी तसेच उपग्रहांकडून येणारी माहिती व प्रतिमा या सर्वांचा एकत्रित अभ्यास करून पुढील कालावधीसाठी हवामानाचा अंदाज वर्तवला जातो.

हवामानाचा अंदाज हा तीन प्रकारच्या कालावधींसाठी असतो. अल्प कालावधीचा (short range) अंदाज हा पुढील काही तासांसाठी ते १-२ दिवसांसाठी, मध्यम कालावधीचा (medium range) अंदाज हा पुढील ३ ते ७ दिवसांसाठी आणि दीर्घ कालावधीचा (long range) अंदाज हा ८ ते १४ दिवसांसाठी असतो. संपूर्ण ऋतूचा विशेषतः भारतातील पावसाळ्याचा म्हणजेच मोसमी पावसाचा अंदाज हा दीर्घ कालावधी या प्रकारात येतो. भारतात दीर्घ कालावधीचा मोसमी पावसाचा अंदाज वर्षातून तीन वेळा दिला जातो. त्याची वैधता (validity) १० ते ३० दिवस इतकी असते. या अंदाजाचा मुख्य उपयोग शेतीसाठी होतो. आता सद्यःस्थिती ते पुढील काही तासांसाठीचा अंदाजही (nowcasting) केला जातो.

हवामानाचा अंदाज सारांशी (Synoptic), संख्यात्मक (Numerical) आणि सांख्यिकीय (Statistical) या तीन पद्धतीने तयार केला जातो.

सारांशी पद्धत

ही पद्धत पारंपरिक असून ती १९५०च्या शतकाच्या शेवटपर्यंत वापरली जात होती. यामध्ये हवामानाच्या विविध घटकांच्या एकाच विशिष्ट वेळी घेतलेल्या निरीक्षणांच्या नोंदी वापरून हवामानाचा तक्ता (weather chart) तयार केला जात असे. हवामानाची बदलत्या स्थितीवरून त्याची सरासरी स्थिती काढण्यासाठी दररोज अनेक तक्ते तयार करावे लागत होते. हजारो स्थानकांवर घेतलेल्या निरीक्षणांच्या प्रचंड प्रमाणातील नोंदी मिळवून व त्यांचे विश्लेषण करून हे तक्ते नियमितपणे तयार केले जात होते. या तक्त्यांचा अनेक वर्षे सूक्ष्म व काळजीपूर्वक अभ्यास करून हवामानाच्या अंदाजासाठी अनुभवजन्य (empirical) नियम बनवले गेले. यामध्ये भूतकाळातील हवामानाच्या निरीक्षणांशी सद्यःस्थितीतील निरीक्षणांची तुलना करून अंदाज सांगितला जातो. त्याचा उपयोग कमी कालावधीसाठी होतो.

संख्यात्मक (Numerical) पद्धत

या पद्धतीने तयार केलेला हवामानाचा अंदाज हा मध्यम कालावधीसाठीचा असून तो शेतकऱ्यांसाठी उपयुक्त असतो. जटिल आज्ञावलींद्वारे तयार केलेली हवामानाची प्रारूपे महासंगणकावर वापरून संख्यात्मक पद्धतीने अंदाज केला जातो. यामध्ये भौतिकशास्त्राच्या नियमांवर आधारित समीकरणे वापरली जातात.

सांख्यिकीय (Statistical) पद्धत

सांख्यिकीय पद्धतीमध्ये भूतकाळातील हवामानाच्या निरीक्षणांच्या आधारावर भविष्यातील हवामान ठरवले जाते. यामध्ये उपग्रहाद्वारे मिळालेल्या हवेच्या मूलभूत घटकांच्या निरीक्षणांचाही वापर केला जातो. ही पद्धत संख्यात्मक पद्धतीने तयार केलेल्या अंदाजाबरोबर वापरली जाते व ती त्यासाठी पूरक ठरली आहे.

संगणकीकृत हवामानाचा अंदाज व त्यासाठी लागणाऱ्या प्रारूपांचा विकास

हवामानाच्या अंदाजाच्या पारंपरिक पद्धती भूतकाळातील हवेच्या नमुन्यांवर आधारित असतात. हवेचे क्लिष्ट व बदलणारे स्वरूप तसेच त्याच्या घटकांच्या प्रचंड प्रमाणात असणाऱ्या नोंदी यामुळे पारंपरिक पद्धतीने आकडेमोड करून हवामानाचा अंदाज तयार करण्यास बराच कालावधी लागतो. तसेच त्यात सद्यःस्थितीच्या हवामानाच्या (real time weather) घटकांचा समावेश नसल्याने अंदाजामध्ये अचूकतेचा अभाव दिसून येतो. शिवाय त्याचे आकलन व विश्लेषण करण्यातही मानवी चुका होऊ शकतात. प्रचंड प्रमाणात अचूक आकडेमोड अतिजलदपणे करणे हे काम मानवी मेंदूच्या आवाक्याबाहेरचे असल्याने दुसऱ्या महायुद्धानंतर या कामासाठी यंत्राच्या मदतीची गरज भासू लागली. या गरजेतूनच हवामानक्षेत्रात संगणकाच्या वापराची बीजे रोवली गेली. हवेच्या विविध घटकांचे विविध स्थळे व कालावधींच्या निरीक्षणांचा विदा तसेच उपग्रहांकडून येणारी माहिती व प्रतिमा या सर्वांचा एकत्रित अभ्यास करून पुढील हवामानाचा अंदाज वर्तवला जातो. त्यासाठी कराव्या लागणाऱ्या प्रचंड आकडेमोडींसाठी संगणक वापरण्याचे ठरले. लुईस फ्राय रिचर्डसन या ब्रिटिश हवामानशास्त्रज्ञाने १९२२ मध्ये संगणकाचा वापर करून पहिला हवामानाचा अंदाज वर्तवला. त्यानंतर अमेरिकेतील हवामानशास्त्राच्या मुख्य कचेरीत ६ जानेवारी १९४६ रोजी संगणकीकृत प्रारूपांचा (computer models) वापर करून संख्यात्मक पद्धतीने हवामानाचा अंदाज (Numerical Weather Prediction - NWP) केला गेला. प्राध्यापक व्हॉन फोन न्युमन या गणिततज्ज्ञाच्या पुढाकाराने १९४७ ते १९५० या काळात अमेरिकेत सांख्यिकी पद्धतीने नियमितपणे हवामानाचा अंदाज करण्यास सुरुवात झाली. अमेरिकेत १९५० साली प्राध्यापक ज्युल ग्रेगरी चार्नी आणि त्यांच्या सहकाऱ्यांनी या पद्धतीने केलेला हवामानाचा अंदाज यशस्वी ठरला. याला कारण संगणकाच्या काम करण्याच्या गतीमध्ये झालेली प्रगती. संगणकाने तयार केलेला पहिला क्रियात्मक हवामानाचा अंदाज (operational forecast) ६ मे १९५५ रोजी जाहीर केला गेला. पुढील सहा दशकांमध्ये हवामानशास्त्राचा व संगणकशास्त्राचा होत गेलेला विकास, हवामानाच्या घटकांची निरीक्षणे घेण्याची वाढती क्षमता, खास उपग्रहांद्वारे मिळणारी माहिती आणि शास्त्रज्ञांचे अथक परिश्रम व कौशल्य, इतर राष्ट्रांमधील शास्त्रज्ञांबरोबर विचारविनिमय, प्रशिक्षण, इत्यादींमुळे हवामानाच्या अंदाजाचा दर्जा सुधारत गेला.

हवेच्या घटकांच्या प्रचंड प्रमाणातील निरीक्षणांच्या नोंदी वापरून गणितीय समीकरणे सोडवण्यासाठी अतिजलद काम करणाऱ्या व माहिती साठवण्याची भरपूर क्षमता असणाऱ्या यंत्रणेची गरज लक्षात घेऊन गेल्या दोन दशकांपासून भारतासह अनेक देशांमध्ये उच्च क्षमतेच्या महासंगणकांची गरज वाढल्याने त्यांची निर्मिती वाढली आहे. त्यामुळे हवामानाशी संबंधित माहितीचे आकलन व विश्लेषण करणे, ती माहिती संग्रहित करणे आणि त्यावरून हवामानाचा अंदाज सुलभ व विनाविलंब तयार करणे शक्य झाले आहे. यामध्ये एकाच वेळी वातावरणातील अनेक घटकांचा प्रभाव

लक्षात घेतला जात असल्याने हवामानाच्या अंदाजाच्या गुणवत्तेतही सुधारणा होत आहे. यासाठी योग्य संगणकप्रणाली (computer systems) व हवामानाची प्रारूपे (atmospheric models) यांची निवड करणे हे अत्यावश्यक असल्याने संगणकतज्ज्ञ व हवामानशास्त्रज्ञ या दोघांचाही सहभाग महत्त्वाचा असतो. हवामानाची अत्याधुनिक प्रारूपे हवेच्या विविध स्वरूपातील स्थितींचे विश्लेषण करू शकतात. ही प्रारूपे अशा प्रकारे तयार केली जातात की ते निरीक्षणाच्या नोंदींचे विश्लेषण करून योग्य ते निर्णय घेऊ शकतात. हवेतील बदल हे फार जलदगतीने होत असल्याने संगणकाच्या गतीला फार महत्त्व आहे.

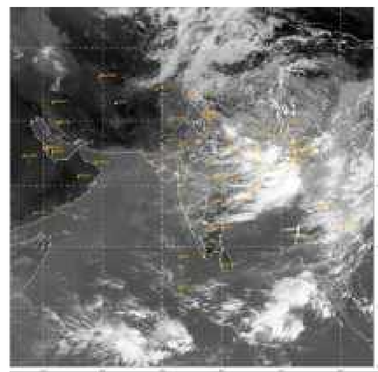
हवेच्या घटकांच्या निरीक्षणांची साधने

हवामानाच्या घटकांची निरीक्षणे विविध स्थळांवर व विविध कालावधींसाठी घेतली जातात. त्यासाठी विविध साधनांचा वापर केला जातो.

उपग्रह हे विविध प्रकारच्या हवामानाच्या नमुन्यांच्या व ढगांच्या प्रतिमा घेतात. जमिनीवरील स्थानके स्थानिक हवामानाच्या घटकांची निरीक्षणे घेतात. रडार त्यांच्या लहरींद्वारे पावसाचा मार्ग दाखवतात, ज्यामुळे वादळे व पावसाचे वितरण यांचा अंदाज घेता येतो. निरीक्षणे घेणाऱ्या यंत्रणेनी सज्ज असलेले फुगे व मनोरे पथ्वीच्या वातावरणाच्या वरच्या थरातील निरीक्षणे मिळवतात, आणि महासागराच्या पृष्ठभागावरील तरंगक हवामानावर परिणाम करणाऱ्या समुद्राच्या घटकांची निरीक्षणे घेतात.

उपकरणांसह फुगा

उपकरणांसह मनोरा



उपकरणाद्वारे मिळालेली प्रतिमा

डॉपलर रडार

समुद्रावरील तरंगक

हवामानाचा अंदाज करण्याची प्रक्रिया

सर्व स्रोतांद्वारे मिळवलेल्या निरीक्षणांच्या अद्ययावत विदांचे (data) विश्लेषण करण्यासाठी संगणकाचा वापर केला जातो. संगणकामध्ये सर्व विदांमधील असंगती व चुका काढून टाकल्या जातात आणि त्यांच्यामध्ये सुसंगती आणली जाते. मगच हवामानाचा अंदाज केला जातो. यामध्ये कालक्रमिका विश्लेषण तंत्रज्ञानाने (Time Series Analysis Techniques) हवामानाच्या विदांचे नमुने आणि कल (Patterns and Trends) तपासले जातात. भविष्यातील हवामानाचा अंदाज करण्यासाठी भूतकाळातील हवामानाच्या नोंदींच्या विदांचे विश्लेषण फार महत्त्वाचे असते. हा अंदाज सांख्यिकी पद्धतीने (Statistical) केला जातो. पारंपरिक पद्धतीमध्ये भौतिकी समीकरणे वापरली जातात. ही समीकरणे द्रवगतिकी (fluid dynamics) आणि उष्मागतिकी (thermodynamics) या भौतिकशास्त्राच्या नियमांवर आधारित असतात जी हवेच्या विविध घटकांच्या निरीक्षणांच्या नोंदी वापरून केली जातात. सांख्यिकी प्रारूपे ही भूतकाळातील हवामानाच्या नमुन्यांचा व त्यांच्या हवेच्या घटकांच्या निरीक्षणांच्या विदांचा शोध घेतात व भूतकाळातील हवामानाशी मिळताजुळता अंदाज करतात.

हवामानाच्या अंदाजामधील त्रुटी कमी करून अचूकता वाढवण्यासाठी आता एकाच वेळी अनेक प्रारूपांचा (ensembled models) वापर केला जात आहे. यामध्ये प्रत्येक प्रारूपांनी तयार केलेले हवामानाचे अंदाज मिळवून त्यांच्यात सुधारणा केली जाते आणि हे सुधारित अंदाज एकत्र करून एक सुयोग्य अंदाज केला जातो. यामध्ये प्रारूपांच्या एकत्रिकरणाचे तंत्र (fusion technique) वापरल्याने प्रत्येक प्रारूपाच्या त्रुटी काढून टाकल्या जातात. अशा प्रकारच्या हवामानाच्या अंदाजाला संभाव्य अंदाज (probabilistic prediction) म्हणतात.

हवामानाच्या अंदाजाची अचूकता

हवामानाच्या अंदाजाची अचूकता ही अनेक घटकांवर अवलंबून असते. त्यातील प्रमुख बाब म्हणजे हवामानाच्या घटकांच्या उपलब्ध असणाऱ्या नोंदींचे प्रमाण (quantity) आणि गुणवत्ता (quality), प्रारूपांचा दर्जा, तसेच हवेच्या कोणत्या स्थितीचा अंदाज तयार करायचा आहे त्याची माहिती. काही आठवडे किंवा महिन्यांसाठीचा म्हणजे दीर्घ कालावधीसाठीच्या (long term) अंदाजापेक्षा कमी कालावधीचा म्हणजे ३ ते ४ दिवस आधीचा हवेचा अंदाज हा बराचसा अचूक येऊ शकतो. हा अंदाज सांख्यिकी (Statistical) पद्धतीने तयार केला जातो.

संगणकाच्या वाढत जाणाऱ्या क्षमतेनुसार या प्रारूपांमध्ये वेळोवेळी सुधारणा करण्यात येत असल्याने हवामानाच्या अंदाजाच्या अचूकतेमध्येही वाढ दिसून येत आहे.

हवामानाच्या अंदाजापुढील आव्हाने

हवामानाचा लहरीपणा आणि त्याची क्लिष्टता यामुळे अचूक अंदाज करणे कठीण होते. हवेच्या घटकांच्या निरीक्षणांच्या नोंदी वेळेवर उपलब्ध होणे, त्या बिनचूक असणे आणि त्यांच्या गुणवत्तेबाबत विश्वासार्हता असणे हे हवामानाच्या अंदाजाच्या अचूकतेसाठी महत्त्वाचे असते. योग्य संगणकीय प्रारूपांची निवडही तितकीच महत्त्वाची असते. तसेच, निरीक्षणाच्या अत्याधुनिक यंत्रणांची अधिकाधिक क्षेत्रांवर व सर्व प्रकारच्या भौगोलिक स्थानांवर उपलब्धता असणे व त्यांचे एकमेकांशी जोडणारे जाळे तयार करणे, प्रारूपांचा सतत विकास करणे, कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर करणे, नवनवीन तंत्रज्ञानाचा अवलंब करणे इत्यादींमुळे अचूक अंदाजाचे आव्हान निश्चितपणे पेलता येईल.

– अनघा शिराळकर
anaghashiralkar@gmail.com

संदर्भ

१. Asnani G.C., Tropical Meteorology, 3 Volumes, Asnani G.C. Pune, India, 2005

२. Das P.K., The Monsoon, National Book Trust, India, 2968, Reprint, 2002

३. Fry Lewis Richardson, Weather Prediction By Numerical Process, Kalpaz Publications, 2017

४. India Meteorological Department, Hundred years of weather services (1875-1975), India Meteorological Department, New Delhi, 1976

५. Kelkar R.R., Monsoon Prediction, B.S. Publications, Hyderabad, 2009

६. Menon P.A., Ways of the weather, National Book Trust, India, 2nd edition, 2023

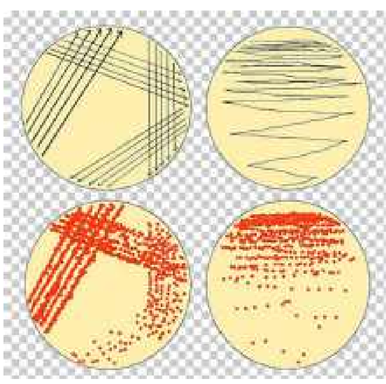
७. Weather Forecasting https://en.wikipedia.org

८. शिराळकर अनघा, हवामान अंदाजाची अचूकता, सृष्टिज्ञान, सप्टेंबर २०२४

डॉ. रंजन गर्गे

पसाज नंबर

नैसर्गिक आधिवासातून एकदाका एखादा सूक्ष्मजीव प्रयोगशाळेत पोषणमाध्यमावर वेगळा (आयसोलेट) केला म्हणजे त्याच्या विविधांगी अभ्यासाला सुरुवात होते. हा अभ्यास दीर्घकालीन असल्यामुळे त्या सूक्ष्मजीवाला जतन करून ठेवावे लागते, आहे तशा अवस्थेत! या तंत्राला जंतूंच्या शुद्ध स्वरूपातील संवर्धनाचे तंत्र (प्यूअर कल्चर्स टेक्नॉलॉजी) असे म्हणतात. सूक्ष्मजीवशास्त्रात या तंत्राला अनन्यसाधारण महत्त्व आहे. यासाठी जीवाणू, विषाणू, आदिजीव, बुरशी, शैवाल यांच्या संवर्धनासाठी विविध पोषणमाध्यमे आणि विविध तंत्रे वापरली जातात आणि त्या सूक्ष्मजीवाला सतत ताज्या पोषणमाध्यमावर स्थलांतरित (सबकल्चर्स) करावे लागते.



प्यूअर कल्चर तंत्र

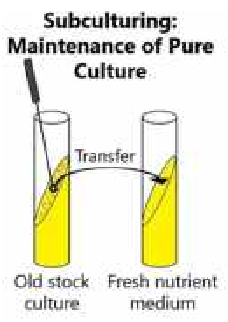
या प्यूअर कल्चर्स तंत्रात कालांतराने असे लक्षात आले की प्रत्येक स्थलांतरानंतर वरकरणी दिसायला त्या सूक्ष्मजीवांच्या वसाहती (कॉलनी)सारख्याच दिसत असल्या तरी जनुकीय पातळीवर कालपरत्वे त्यात बरीच उत्परिवर्तने होत असतात. त्यामुळे त्या सूक्ष्मजीवाचे अनेक गुणधर्म विपरीत पद्धतीने बदलतात. त्यांची उत्पादकता, रोगकारकता बदलते. मग हे असे का होते, कसे होते, याचा अभ्यास करण्याची एक स्वतंत्र शास्त्रशाखा उदयाला आली. हे शास्त्र म्हणजे सूक्ष्मजीवांचे गुणधर्म जतन करून ठेवण्याचे तंत्र.

या तंत्रात 'पसाज नंबर' ही संकल्पना फार महत्त्वपूर्ण ठरते. ते कसे, ही संकल्पना काय आहे, हे आपण जाणून घेणार आहोत. विषाणू, जीवाणू, आदिजीव, शैवाल किंवा बुरशी हे सूक्ष्मजीव किती वेळा एका पोषणमाध्यमावरून दुसऱ्या पोषणमाध्यमात स्थलांतरित करून वाढवले गेले किंवा 'सबकल्चर्स' केले गेले, या प्रत्येक आवर्तनाला 'पसाज' असे म्हणतात. 'पसाज नंबर' म्हणजे निसर्गातून उदाहरणार्थ हवा, पाणी, माती, अन्न किंवा यजमान पेशी यांच्यापासून मिळवलेल्या सूक्ष्मजीवाला आपण किती वेळा दुसऱ्या माध्यमात स्थलांतरित केले तो नंबर. याला 'संवर्धन क्रमांक' असेही म्हणता येईल.

पसाज नंबर

औषधनिर्मिती करणाऱ्या उद्योगात या प्रत्येक आवर्तनाची नोंद ठेवली जाते. काही संस्थांमध्ये तर प्रत्येक सूक्ष्मजीवाचे किती वेळा पेशीविभाजन झाले हे देखील नोंदवले जाते. परंतु सर्वसाधारण पद्धत मात्र अशी आहे की

तो सूक्ष्मजीव एका पोषणमाध्यमावरून दुसऱ्या पोषणमाध्यमात किती वेळा स्थलांतरित केला याची नोंद ठेवली जाते. पसाज–0 (P0) : याला शून्य पसाज जीवाणू असे संबोधले जाते. कारण तो निसर्गातून मिळवलेला आहे. तो प्रयोगशाळेत एकदाही सबकल्चर्स केला गेलेला नाही. पसाज–1 (P1) : म्हणजे सूक्ष्मजीवाला निसर्गातून मिळवल्यावर एकदाच सबकल्चर्स केले आहे. अशा रितीने पसाज–2, पसाज–3 इत्यादी. प्रमाणित केलेल्या पद्धतीनुसार तो सूक्ष्मजीव साधारण एटीसीसी संदर्भित पसाज–5 कल्चर्सपर्यंत औद्योगिक प्रक्रियेसाठी वापरला जावा. एखाद्या सूक्ष्मजीवाचे जनुकीय पातळीवर संशोधन करण्यासाठी पसाज–0 वापरला जातो. यात प्रयोगशाळेतील हाताळणीमुळे उद्‌भवलेले बदल शून्य असतात. तो शुद्ध स्वरूपात असतो.



सबकल्चरचे एक आवर्तन

ही आवर्तने जशी वाढत जातात तसे मूळ जनुकीय गुणधर्मात उत्परिवर्तने व्हायला सुरुवात होते. पसाज–20 अवस्थेत कदाचित त्याचे मूळ गुणधर्म लोप पावलेले असतात. म्हणून पसाज नंबरचा फर्मेंटेशन प्रक्रिया, लसनिर्मिती प्रक्रिया, प्रतिजैविकांचे उत्पादन, प्रोबायोटिक्सचे उत्पादन यावर विपरीत परिणाम बघायला मिळतो.

सूक्ष्मजीवांच्या संवर्धनासाठी वापरले जाणारे पोषणमाध्यम हे पसाज नंबर वाढला तरी वसाहतीतील सूक्ष्मजीवांना जनुकीय स्थैर्य प्राप्त करून देते. भारतात सूक्ष्मजीव पोषणमाध्यमांच्या निर्मितीत मात्र एक मोठी पोकळी होती. त्यासाठी १९६०च्या दशकात संपूर्ण देश परदेशी कंपन्यांवर अवलंबून होता. या माध्यमांची किंमत सोन्याच्या दरांपेक्षाही अधिक होती!, एका दूरदृष्टीसंपन्न भारतीय सूक्ष्मजीवशास्त्रज्ञाने १९७४ मध्ये या स्थितीला थेट आव्हान दिले. डॉ. गंगाधर वार्के यांनी हायमीडिया ही संकल्पना मांडली आणि भारतातच दर्जेदार सूक्ष्मजीव पोषणमाध्यमांची निर्मिती सुरू करण्याचा ठाम निर्धार केला. अवघ्या ५ उत्पादनांनी सुरू झालेली ही प्रयोगशील वाटचाल आज २०,००० हून अधिक जैव–उत्पादनांपर्यंत विस्तारली आहे.

सूक्ष्मजीवांची पेढी : यालाच कल्चर्स बँक असे म्हणतात. यात विशिष्ट पसाजचे सूक्ष्मजीव जतन करून ठेवलेले असतात.

अमेरिकन टाइप कल्चर्स कलेक्शन (एटीसीसी)

१९२५ मध्ये स्थापन झालेल्या या संस्थेला, पसाजचा इतिहास असलेल्या उत्कृष्ट दर्जाची कल्चर्स आणि सेल लाईन पुरवण्याची १०० वर्षांची उज्ज्वल परंपरा आहे. ही एक खाजगी संस्था असून ना नफा ना तोटा या तत्त्वावर काम करणारी वैश्विक पातळीवरील जैविक संसाधन संस्था आहे. या संस्थेकडून उच्च दर्जाच्या जैवविज्ञानातील संशोधनासाठी जैवरासायनिक सामग्री शास्त्रज्ञांना उपलब्ध करून दिली जाते. मानवी आणि प्राणीपेशी सामग्री, अणुजैव जनुकीय साधने आणि सूक्ष्मजीवांचे उत्पादन करणारी ही जगातली सर्वात मोठी संस्था आहे. ही संस्था अनेक सेवा उपलब्ध करून देते. उदाहरणार्थ, प्रमाणीकरण सेवा, पेशी बँक सेवा. सध्याच्या उत्तम उत्पादन पद्धती सेवा, जैविक प्रणालीशी संवाद उपलब्धी सेवा. एटीसीसी फेडरल सोल्युशन्सच्या पुढाकाराने वैश्विक स्वास्थ्य, संसर्गजन्य रोग, जैवप्रतिक्षमता आणि असंसर्गजन्य

रोग या क्षेत्रात तज्ञ सल्लागार सेवा देखील दिली जाते. येथे रोगोपचार आणि रोगनिदान प्रणाली विकसित केली जाते. अन्न, पाणी आणि पर्यावरण गुणवत्ता परीक्षण केले जाते, अचूक रोगनिदान पद्धती विकसित केल्या जातात आणि न्यायालयीन (फॉरेन्सिक) माहिती गोळा करण्याची यंत्रणादेखील विकसित केली जाते.

१. येथे ४०००पेक्षा जास्त सेल लाईन, त्रिमिती ट्युमर ऑर्गेनॉइड, आणि इंजिनियर्ड सेल लाईन उपलब्ध आहेत.
२. येथे कॅन्सर संशोधनासाठी उत्परिवर्तित ट्युमरपेशी उपलब्ध आहेत.
३. येथे प्ल्युरीपोटंट स्टेम पेशी, मानवी मेसेंकायमा स्टेम पेशी, उंदराच्या भ्रूण स्टेम पेशी उपलब्ध आहेत.
४. येथे विविध क्षेत्रांत उपयोगी पडतील अशा १८००० जीवाणू प्रजाती जतन करून ठेवलेल्या आहेत.
५. ३००० मानवी आणि प्राणी विषाणू प्रजाती जतन करून ठेवलेल्या आहेत.

६. ७७०० बुरशी आणि यीस्टच्या प्रजाती जतन करून ठेवल्या आहेत.
७. ९०० पराजीवी आदिजीव आणि शैवाल प्रजाती जतन करून ठेवलेल्या आहेत.
८. १२००च्या वर जनुकीय आणि संश्लेषित न्यूक्लेईक आम्ले जतन करून ठेवलेली आहेत.
९. गुणवत्ता नियंत्रण संदर्भीय ५०० सूक्ष्मजीवांचा संग्रह उपलब्ध आहे.
१०. ड्रॉपलेट डिजिटल पीसीआर आणि नेक्स्ट जनरेशन जनुक अनुक्रमण यंत्र अशा अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो.

जनुकीय दृष्ट्या अत्यंत स्थिर असलेली, शून्य पसाज नंबर असलेली कल्चर्स एटीसीसी पुरवते.

युनायटेड किंग्डम हेल्थ सिक्युरिटी एजन्सी : यांच्यातर्फे नॅशनल कलेक्शन ऑफ टाइप कल्चर्स (एनसीटीसी), नॅशनल कलेक्शन ऑफ पॅथोजेनिक व्हायरसेस (एनसीपीव्ही) आणि नॅशनल कलेक्शन ऑफ पॅथोजेनिक फंजाय (एनसीपीएफ) यांच्या माध्यमातून जीवाणू, विषाणू आणि बुरशी यांची कल्चर्स आंतरराष्ट्रीय स्तरावर पुरवली जातात. यांचा वापर ड्रग, प्रसाधने, रेडिएशन, पेस्टीसाईड, व्हायरस यांचा मानवी पेशीवर होणारा परिणाम तपासण्यासाठी केला जातो.

नॅशनल कलेक्शन ऑफ इंडस्ट्रियल मायक्रो–ऑरगॅनिझम्स, इंडिया (एनसीआयएम) : औद्योगिक क्षेत्रात उपयुक्त अशा सूक्ष्मजीवांची कल्चर्स उपलब्ध करून देण्यासाठी १९५१ मध्ये भारतात या संस्थेची स्थापना झाली. ही संस्था फक्त अरोगकारक सूक्ष्मजीव पुरवते. ही संस्था वर्ल्ड फेडरेशन ऑफ कल्चर्स कलेक्शनची सभासद आहे. संशोधन आणि औद्योगिक उपयोजिता यासाठी हव्या त्या पसाज नंबरची कल्चर्स येथे उपलब्ध आहेत.

जर्मन कलेक्शन ऑफ मायक्रो ऑरगॅनिझम्स अँड सेल कल्चर्स. (डीएसएमझेड) : यांच्याकडे ३२,२०० जैविक स्रोत आहेत जे ८० टक्के जैवविविधतेचे प्रतिनिधित्व करतात. सूक्ष्मजीवाचे मूळ जनुकीय गुणधर्म टिकवून कमीत कमी पसाज नंबरची कल्चर्स येथे उपलब्ध करून दिली जातात.

मायक्रोबियल टाइप कल्चर्स कलेक्शन, इंडिया. (एमटीसीसी) : जैवतंत्रज्ञान विभाग आणि कौन्सिल ऑफ सायंटिफिक अँड इंडस्ट्रियल रिसर्च, भारत सरकार यांच्या संयुक्त विद्यमाने १९८६ मध्ये या संस्थेची स्थापना झाली. इंस्टिट्यूट ऑफ मायक्रोबियल टेक्नोलॉजी, चंदिगड येथे एमटीसीसी कार्यरत आहे. या सर्व संस्था पसाज नंबर 0 ते 10 मधील कल्चर्स उपलब्ध करून देतात. यात सूक्ष्मजीवांचे जनुकीय आणि भौतिक गुणधर्म राखले जातात.

एमएसीएस कलेक्शन ऑफ मायक्रोऑरगॅनिझम्स (एमसीएम) : पुणे येथील आघारकर संशोधन संस्था येथे १९८०–८१ साली प्रो. अरविन्द आगटे यांच्या मार्गदर्शना–खाली ही सेवा सुरू करण्यात आली. यात अवयुजीवी (अनएरोब्ज्स), चरमसीमा जीव (एक्स्ट्रिमोफिल्स) हे जीवाणू आणि बुरशीच्या प्रजाती जतन केलेल्या आहेत. जैवऊर्जा (बायोएनर्जी), जैवखनन (बायोमायनिंग), कारखान्यातील सांडपाणी प्रक्रिया (इंडस्ट्रियल वेस्ट ट्रीटमेंट) आणि खनिजांचे जैवनिष्कर्षण (बायोलिचिंग) या प्रक्रिया क्षेत्रातील सूक्ष्मजीवांचे या केंद्रात जतन केले आहे.

ऐतिहासिक पार्श्वभूमी

शास्त्रज्ञांच्या जेव्हा असे लक्षात आले की सबकल्चर्सची आवर्तने वाढत जातात तसे सूक्ष्मजीवांच्या गुणधर्मात बदल होत जातात, तेव्हा 'पसाज' ही संकल्पना उदयाला आली. सबकल्चर्सची आवर्तने जसे वाढत जातात तसे सूक्ष्मजीवांचे भौतिक गुणधर्म बदलत जातात हे रॉबर्ट कॉख यांनी जाणले होते. पुढे सेल कल्चर्स तंत्रज्ञान विकसित झाल्यावर विसाव्या शतकाच्या मध्यात 'पसाज नंबर' ही संकल्पना रूढ झाली. त्यानंतर विविध संस्थांनी सूक्ष्मजीव जतन करून ठेवण्यासाठी आणि पसाज नंबरची नोंद ठेवण्यासाठी एटीसीसी वगैरे संस्था उदयाला आल्या.

पसाज नंबरचा परिणाम काय होतो?

१. **जनुकीय विचलन आणि उत्परिवर्तन** : पसाज नंबर जसजसा वाढत जातो तसतसा जीन्सच्या अभि–व्यक्तीवर परिणाम होतो आणि उत्परिवर्तने होतात.
२. **फर्मेंटेशनच्या क्रियेत उत्पादनात घट होते** : फर्मेंटेशनची कार्यक्षमता, विकरनिर्मिती आणि दुय्यम दर्जाच्या चयापचयी पदार्थांची निर्मिती पसाज नंबर वाढत गेल्यामुळे कमी होते.
३. **लसनिर्मिती** : पसाज नंबर वाढत गेला की रोगकारक जंतूची रोगकारकता कमी होत जाते.
४. **प्रतिजैविकांची संवेदनशीलता** : पसाज नंबर वाढत गेला म्हणजे प्रतिजैविकांची संवेदनशीलता कमी होत जाते. औषधनिर्मिती उद्योगाला याचा फार मोठा फटका बसू शकतो.
५. **सूक्ष्मजीवांची वागणूक** : सूक्ष्मजीवांच्या वसाहतींचा आकार बदलतो. पिढी निर्माण होण्याचा काळ (जनरेशन टाइम) बदलल्यामुळे त्या उद्योग उत्पादनाची गुणवत्ता घसरते.

पसाज नंबरमुळे निर्माण होणारे प्रश्न?

१. **बायोफार्मास्युटिकल उत्पादनात बाधा** : इश्चेरिशिया कोलायपासून रिकॉम्बिनंट प्रथिने तयार करतांना अचानक त्या जीवाणूत उत्परिवर्तन होऊन प्रथिनांची संरचनाच बदलते. अशी उत्पादने वाया जातात.

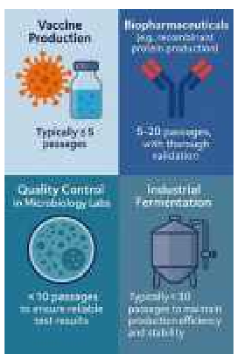
कंपनीला फार मोठा तोटा सहन करावा लागतो.

२. **लसनिर्मिती** : पोलिओची लस निर्माण करतांना सबिन व्हायरस प्रजातीचा पसाज नंबर जास्ती असल्यामुळे निर्माण झालेल्या लशीने आपली रोगप्रतिकारक्षमता गमावली.

३. **फर्मेंटेशन उद्योगाला फटका** : इथेनॉल फर्मेंटेशन करणाऱ्या सॅकरोमायसिस सेरीव्हेसी या यीस्टचा पसाज नंबर जास्त असल्यामुळे अल्कोहोलचे उत्पादन कमी झाल्याचे आढळून आले. पसाज नंबर कमी असलेली यीस्ट वापरल्याबरोबर अल्कोहोलचे उत्पादन वाढले.

४. **रोगनिदान प्रयोगशाळा** : स्टाफिलोकोकस ऑरियस या जंतूचा पसाज नंबर जास्त असल्यामुळे त्याचा प्रतिजैविकांच्या प्रतिसादाचा आकृतिबंध बदलला होता. त्यामुळे चुकीचे निदान केले गेले.

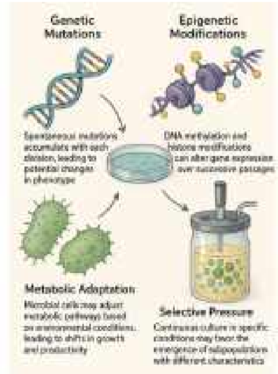
प्रमाणित पद्धती काय आहेत?



* लसनिर्मिती उद्योगात पसाज नंबर पाच किंवा पाचपेक्षा कमी असावा.
* बायोफार्मास्युटिकल उत्पादन उद्योगात पसाज नंबर पाच ते वीस असावा.
* गुणवत्ता नियंत्रण प्रयोगशाळेत पसाज नंबर दहापेक्षा कमी असावा.
* फर्मेंटेशन उद्योगात पसाज नंबर तीसपेक्षा कमी असावा.

पसाज नंबर बदलल्यामुळे काय परिणाम होतात?

* **जनुकीय उत्परिवर्तन** : प्रत्येक पेशीविभाजनाच्या वेळी होणाऱ्या उत्स्फूर्त (स्पॉन्टेनियस) उत्परिवर्तनामुळे सूक्ष्मजीव गुणधर्म बदलतो.
* **जनुक अभिव्यक्तीतील बदल** : डीएनए मिथीलेशन आणि हिस्टोन बदलामुळे जनुक अभिव्यक्तीत बदल होतो.
* **चयापचयी अनुकूलन** : वातावरणातील बदलांना सुसंगत असे चयापचयी अनुकूलन होते. त्यामुळे त्याची उत्पादन क्षमता बदलते.



* **निवडक दबाव** : एका विशिष्ट परिस्थितीत सूक्ष्मजीवाची वाढ झाल्यास निराळ्या गुणधर्माच्या दुय्यम सूक्ष्मजीवांची वाढ उत्पादनात अडथळा निर्माण करते.

पसाज नंबर नियंत्रित कसा करायचा?

जीनॉमिक्स, संश्लेशित जीवशास्त्र आणि स्वयंचलित तंत्रज्ञान यांचा वापर करून भविष्यात पसाज नंबर नियंत्रित करता येऊ शकतो.

१. **जनुकीय देखरेख** : संपूर्ण जनुक अनुक्रमावर सतत देखरेख ठेवली तर जनुकीय विचलन नेमके कुठे झाले आहे याचा अभ्यास करता येईल.

२. **स्वयंचलित नियंत्रण** : कृत्रिम बुद्धिमत्ताचलित बायोरिॲक्टर वापरून आणि स्वयंचलित कल्चर्स पद्धतीने पसाज नंबरवर नियंत्रण मिळवता येईल.

३. **क्रिस्पर तंत्रज्ञान** : क्रिस्पर या जीन एडिटिंग तंत्राच्या साहाय्याने त्या विशिष्ट सूक्ष्मजीवाची शुद्धता पुढच्या पसाजमध्ये देखील कायम ठेवता येईल.

४. **सूक्ष्मजीवांच्या शुद्धतेची ब्लॉकचेन** : सूक्ष्मजीवांच्या शुद्धतेसाठी डिजिटल मागोवा घेण्याचे तंत्रज्ञान वापरून पसाजचा इतिहास समजून घेता येऊ शकतो.

पसाज नंबर हे खूपच मूलभूत असे परिमाण आहे. जैवउद्योग, औषधउद्योग, संशोधनक्षेत्र या क्षेत्रांत काम करत असताना सूक्ष्मजीवांची जनुकीय स्थिरता, भौतिक गुणधर्मांचे सातत्य, पुनरुत्पादन क्षमतेतील सातत्य, निर्देशित केलेला पसाज नंबर टिकवून ठेवणे, आणि पसाज नंबरचा मागोवा घेण्याचे आधुनिक तंत्रज्ञान या बाबी भविष्यातील जैवउद्योगात क्रांतिकारी ठरतील.

– रंजन गर्गे

अध्यक्ष, मराठी विज्ञान परिषद, औरंगाबाद विभाग

ranjan.garge@gmail.com

संदर्भ :

Dr Gangadhar M Warke, Dr Rahul G Warke , Dr Girish B Mahajan, Beyond the count : Why passage Numbers matter in Microbial cultures. , Microbioz India, July 2025. Page 17-24

समता गोखले-दांडेकर

क्वांटम दुनियेचे आश्चर्य

क्वांटम विज्ञान शताब्दीवर्षाच्या निमित्ताने

संयुक्त राष्ट्रसंघानं (UN) २०२५ हे साल क्वांटम विज्ञान आणि तंत्रज्ञान शताब्दी वर्ष म्हणून जाहीर केलं आहे. १९२५ मध्ये प्रसिद्ध शास्त्रज्ञ हायझेनबर्ग यांच्या क्वांटम विज्ञानातील संशोधनानं जगात क्वांटम विज्ञानाविषयक संशोधनाची खरी पायाभरणी झाली; त्यामुळेच २०२५ हे क्वांटम विज्ञानाचं शताब्दी वर्ष. या शंभर वर्षांतील क्वांटम विज्ञान आणि तंत्रज्ञानातील संशोधन आणि प्रगती, त्याचे दैनंदिन जीवनातील अस्तित्व याबद्दल जागरूकता पसरवण्याचा संयुक्त राष्ट्रसंघाचा हे शताब्दी वर्ष जाहीर करण्यामागील प्रमुख उद्देश आहे. बरोबरच आहे म्हणा; मी एक भौतिकशास्त्राची विद्यार्थिनी असूनदेखील महाविद्यालयात पहिल्यांदा क्वांटम विज्ञान हा एक विषय म्हणून शिकले तेव्हा ते मला खूपच गूढ, अगम्य आणि रूक्ष वाटलं होतं. पुस्तकी समीकरणं आणि नियम सोडून याचा दैनंदिन आयुष्यात कुठे उपयोग तरी आहे की नाही असा विचार अगदी पहिल्यांदा येऊन गेला होता. त्यामुळे संयुक्त राष्ट्रसंघांचा क्वांटम विज्ञानाच्या दैनंदिन आयुष्यातल्या अस्तित्वाबद्दल जनजागृती करणं हा उद्देश अतिशय स्तुत्य आहे.

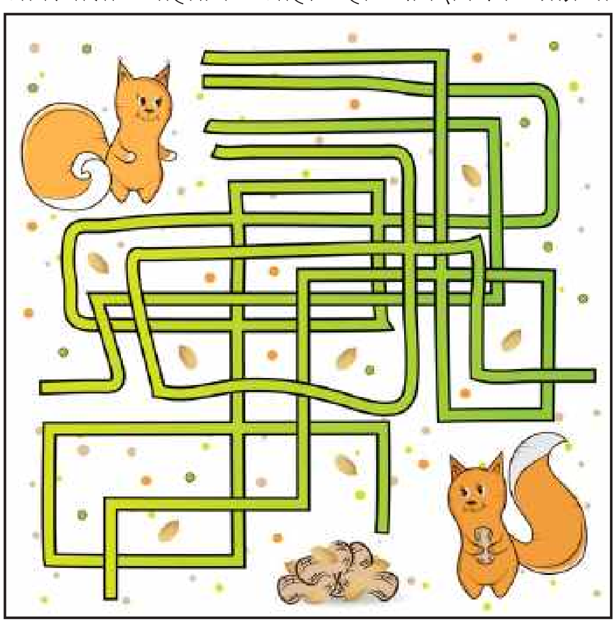
क्वांटम या लॅटिन शब्दाचा अर्थ किती (how much) असा आहे. न्यूटनचं भौतिकशास्त्र मोठ्या (macro) पातळीवरील गोष्टी म्हणजे छोटा चेंडू ते भव्य वस्तू, ग्रह, त्यांची गती, बल, गुणधर्म, त्यांच्यातील आकर्षण याबद्दल विश्लेषण करू शकतं. मात्र अणू आणि अणूपेक्षा अधिक लहान आकाराच्या सूक्ष्मकणांचं शास्त्रीय वर्णन करण्यासाठी, त्यांचे गुणधर्म समजून घेण्यासाठी न्यूटनचं भौतिकशास्त्र अपुरं ठरतं आणि या सूक्ष्म पातळीवरील अभ्यासासाठी क्वांटम विज्ञानाचा वापर होतो. आपण माणसं, विश्वातील प्रत्येक वस्तू, अणू-रेणू अतिसूक्ष्म कणांनी बनलेली असल्यानं विश्वातील कोणत्याही गोष्टीचं सूक्ष्म पातळीवरील वर्तन अभ्यासण्यासाठी क्वांटम विज्ञानाची आवश्यकता आहे. त्यामुळे आपल्या दैनंदिन जीवनाचा क्वांटम विज्ञान हा आमूलाग्र आणि मूलभूत भाग आहे. शिवाय प्रकाश, लेझर तंत्रज्ञान, वैद्यकीय MRI चाचणी तंत्रज्ञान, आपल्या हातातील फोनमधील अर्धवाहक चकती (semiconductor chip) ही आणखी काही उदाहरणं सांगता येतील.

१९२५ पासून गेल्या शंभर वर्षांच्या कालावधीत क्वांटम विज्ञानाचे नियम आणि गुणधर्म वापरून क्वांटम तंत्रज्ञान विकसित झालं असून जग सध्या क्वांटम तंत्रज्ञानातील एका मोठ्या क्वांटम उत्क्रातीच्या उंबरठ्यावर आहे. क्वांटम तंत्रज्ञानामध्ये प्रामुख्यानं क्वांटम संदेशवहन (quantum communication), क्वांटम संगणन (quantum computing) आणि क्वांटम संवेदीकरण (quantum sensing) यांचा समावेश होतो.

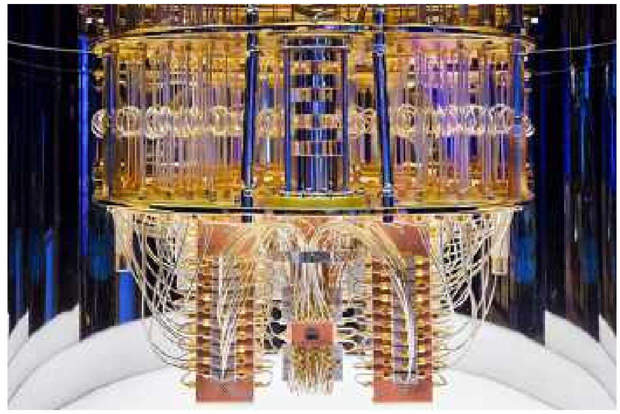
आजकाल बँकेच्या ऑनलाइन व्यवहारांमध्ये होणारी फसवणूक, समाजमाध्यमांवरील खात्यांचं हॅकिंग यांचं प्रमाण किती वाढलं आहे ते आपण पाहतोच. हल्लीच्या युद्धांमध्येसुद्धा क्षेपणास्त्रहल्ल्यांसोबतच शत्रूच्या देशातील वैद्यकीय, आर्थिक आणि लष्करी यंत्रणांवर हॅकिंग सारखे सायबर हल्लेही होत असतात. या हॅकिंग प्रकाराला रोखण्यासाठी 'सायबर सिक्युरिटी' यंत्रणा अस्तित्वात आहे. समाजमाध्यमांवरील आपली खाती हॅक झाली तर एकवेळ परवडेल; मात्र बँक-लष्करसारख्या अतिसंवेदनशील घटकांच्या सुरक्षेसाठी आता अधिक सुरक्षित तंत्रज्ञानाची आवश्यकता आहे. अशा सर्व प्रकारच्या अतिसंवेदनशील माहितीच्या संदेशवहनासाठी क्वांटम संदेशवहन या आधुनिक, अधिक सुरक्षित तंत्रज्ञानाचा वापर करण्यासाठी जगभरातल्या शास्त्रज्ञांचा मोठा प्रयत्न सुरू आहे.

विश्वात उपलब्ध असलेल्या आणि मानवनिर्मित रेणूंपासून (molecules) दुर्धर रोगांवर औषध शोधून काढणं, पृथ्वीवर कुठूनही कुठेही मालवाहतुकीसाठी सर्वांत कमी खर्चीक आणि प्रभावी मार्ग शोधून काढणं, वित्तक्षेत्रात संभाव्य धोक्यांचा विचार करून जोखीम व्यवस्थापनासाठी प्रभावी पद्धत शोधून काढणं, असे व्यवहारी जीवनातील अनेक क्लिष्ट प्रश्न सोडवण्यासाठी क्वांटम संगणक विकसित करण्याचं जगभरातील शास्त्रज्ञांचं संशोधन सुरू आहे. तुमच्याकडील अद्ययावत वेगवान संगणकाला किंवा एखाद्या सुपरकंप्युटरला सर्व संभाव्य पर्याय आणि शक्यता लक्षात घेऊन हे क्लिष्ट प्रश्न सोडवण्यासाठी सुमारे दहा लाख वर्षं लागतील तर क्वांटम संगणक अवघ्या पाच मिनिटांत सोडवू शकेल, असं तज्ज्ञ म्हणतात. गवताच्या कुरणातून जाणाऱ्या अनेक मार्गांमधून एकच अचूक मार्ग शोधून काढण्याचं कोडं तुम्हाला माहीत असेल. हे कोडं सोडवण्यासाठी आपला नेहमीचा संगणक पहिला, दुसरा, तिसरा मार्ग असे संभाव्य मार्ग एकेक पडताळून पाहील; तर क्वांटम संगणक सगळेच मार्ग एकावेळेस पडताळून पाहील. क्वांटम संगणकाच्या याच गुणधर्मामुळे क्वांटम संगणक अधिक वेगवान ठरतो. मात्र प्रश्न, उद्दिष्टं अतिक्लिष्ट नसतील तर दैनंदिन कामकाजासाठी मात्र आपला नेहमीचा संगणकच उपयुक्त असेल.

एखादी सूक्ष्म घटना, सूक्ष्म हालचाल, गतीतील सूक्ष्म बदल टिपण्यासाठी संवेदक (sensors) वापरले जातात हे आपल्याला माहीतच आहे. ही संवेदीकरण प्रक्रिया



गवताच्या कुरणातून जाणाऱ्या अनेक मार्गांमधून एकच अचूक मार्ग शोधून काढण्याचं कोडं

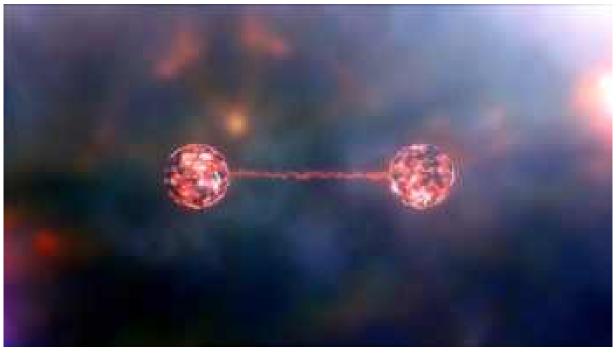


नेचर या शास्त्रीय नियतकालिकामध्ये प्रसिद्ध झालेलं क्वांटम संगणकाचे छायाचित्र

(sensing process) अधिक अचूक पद्धतीनं करण्यासाठी क्वांटम संवेदीकरण (quantum sensing) तंत्रज्ञान विकसित करण्याचेसुद्धा जगभर प्रयत्न सुरू आहेत.

क्वांटम विज्ञानातील अधिरोपण (superposition), क्वांटम गुंतागुंत (quantum entanglement) आणि क्वांटम व्यतिकरण (quantum interference) या मोजक्या मूलभूत संकल्पनांचा क्वांटम तंत्रज्ञानात प्रामुख्यानं उपयोग होतो. क्वांटम गुंतागुंतीमध्ये तर दोन एकमेकांत गुंतलेले सूक्ष्मकण एकमेकांपासून समजा हजारो मैल दूर असले तरीही एका कणात बदल झाला तर हजारो मैल दूरवर असलेल्या त्याच्या जोडीच्या कणातसुध्दा आपोआप बदल होतात. अल्बर्ट आइनस्टाइन यांनी याचं वर्णन Spooky Action at a Distance असं करून ठेवलं आहे. एखाद्या काल्पनिक वैज्ञानिक कथेत, चित्रपटात तर या संकल्पनेचा सहज समावेश होऊ शकतो. २०२२ साली क्वांटम गुंतागुंत या संकल्पनेवर आधारित एका प्रयोगातील संशोधनाला भौतिकशास्त्रातील नोबेल पारितोषिक प्राप्त झालं आहे. या व्यतिरिक्त १९२५ पासून आइन्स्टाइन, निल्स बोहर, लुईस डी ब्रॉग्ली, हायझेनबर्ग, डिराक, वूल्फगँग पाउली, मॅक्स बॉर्न या भौतिकशास्त्रातील प्रसिद्ध शास्त्रज्ञांनाही क्वांटम विज्ञानातील संशोधनासाठी नोबेल पारितोषिक प्राप्त झालं आहे.

संगणकाची परिभाषा फक्त 0 किंवा 1 वापरून बिट्समध्ये असते तर या क्वांटम तंत्रज्ञानाची परिभाषा क्वांटम बिट (क्युबिट) स्वरूपात असते. नेहमीच्या संगणकाच्या परिभाषेत एका बिटमध्ये फक्त 0 किंवा फक्त 1 असतो; जे हॅक करून माहिती मिळवायला सोपं असतं. क्वांटम परिभाषेत एका क्युबिटमध्ये (superposition मध्ये) एकत्र 0 आणि 1 असू शकतात आणि हे क्युबिट मापल्यानंतर



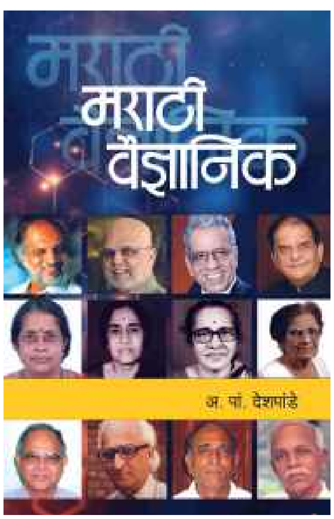
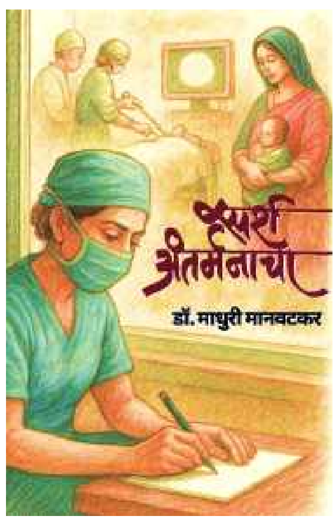
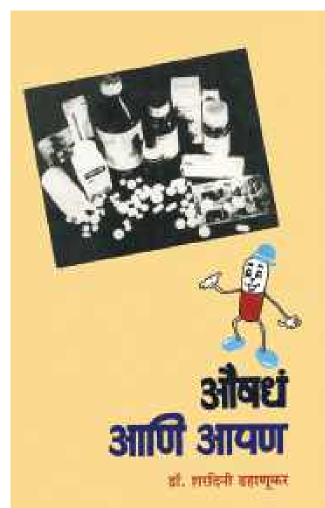
क्वांटम गुंतागुत (Quantum Entanglement) संकल्पना.
स्रोत : कॅलटेक सायन्स एक्सचेंज

superposition नष्ट होऊन त्या क्युबिटची randomly 0 किंवा 1 काहीतरी एकच किंमत राहते. या विशेष गुणधर्मामुळे क्युबिट हॅक करायला अवघड असतात. हॅक करता आलेच तर हॅकिंगची चिन्हं मागे राहून तत्काळ माहितीचं संदेशवहन थांबवता येतं. यामुळे अतिसंवेदनशील माहितीसाठी क्वांटम संदेशवहन उपयुक्त आहे.

आज अमेरिका, युरोप आणि चीनसारख्या देशांची या क्वांटम तंत्रज्ञानात विकास आणि संशोधनासाठी मोठी स्पर्धा सुरू आहे. भारतातसुद्धा सरकारी आणि विविध खाजगी विभागांत क्वांटम तंत्रज्ञानासाठी अर्थसंकल्पात मोठा वाटा राखून ठेवला आहे. त्यामुळे क्वांटम तंत्रज्ञानात आवड असलेल्या विद्यार्थ्यांना त्यांच्या कारकिर्दीसाठी आधुनिक तंत्रज्ञानाचा हा नवीन पर्याय उपलब्ध झाला आहे; ज्याबद्दल योग्य माहिती मिळवून दिशा ठरवणं शक्य आहे.

– समता गोखले–दांडेकर
samata510@gmail.com

ग्रंथाली

मराठी वैज्ञानिकांची ओळख करून देणारे पुस्तक	ललित लेखसंग्रह	औषधांची जन्मकहाणी
		
मराठी वैज्ञानिक	**स्पर्श अंतर्मनाचा**	**औषधं आणि आपण**
अ. पां. देशपांडे	**डॉ. माधुरी मानवटकर**	**डॉ. शरदिनी डहाणूकर**
मूल्य २५० रुपये सवलतीत १५० रुपये	मूल्य ३५० रुपये सवलतीत २१० रुपये	मूल्य १८० रुपये सवलतीत ६० रुपये

पोटॅशियम – सजीवउत्क्रांतीत निवड झालेले मूलद्रव्य

कुसुमसुत

पोटॅशियम (चिन्ह : K, अणुक्रमांकः १९) हा आवर्तसारणीतील क्षारधातू समूहातील (Alkali metals, Group 1) घटक आहे. हा मऊ, रुपेरी–शुभ्र व अत्यंत क्रियाशील धातू आहे. त्याचे नाव potash या इंग्रजी शब्दावरून पडले आहे. कारण पूर्वी लाकडाच्या राखेतून (pot ashes) त्याचे क्षार मिळवले जात. नैसर्गिकरीत्या पोटॅशियम स्वतंत्र स्वरूपात सापडत नाही; तो प्रामुख्याने सिल्वाइट (KCl), कार्नालाइट ($KClMgCl_26H_2O$), ऑर्थोक्लेज फेल्डस्पार ($KAlSi_3O_8$) इत्यादी खनिजांत आढळतो. पृथ्वीवरील पोटॅशियम सुमारे २.५% प्रमाणात असून, तो पृथ्वीच्या पृष्ठभागातील सातव्या क्रमांकाचा सर्वाधिक आढळणारा घटक आहे.

पोटॅशियम हे एकमेव मूलद्रव्य आहे ज्याचे नाव स्वयंपाकाच्या भांड्याशी (pot) संबंधित आहे. सन १८०७ मध्ये हम्फ्री डेवी यांनी हा धातू पोटॅश (पोटॅशियम हायड्रॉक्साइड) या संयुगातून वेगळा काढला आणि त्यावरून त्याचे नाव ठेवले. सन १७३० च्या दशकातील डच रसायनशास्त्रज्ञ हर्मन बोर्हावे यांच्या लेखनात पोटॅश या नावाचा उगम असा सांगितला आहे –

‘पोटॅस किंवा पॉट–अशेस हे व्यापाऱ्यांच्या जहाजांद्वारे दरवर्षी प्रचंड प्रमाणात कुरलँड (आताचा लाट्व्हिया व लिथुआनिया भाग), रशिया, आणि पोलंड येथून आणले जाते. तेथे हे हिरव्या फर, पाइन, ओक आणि तत्सम लाकडांपासून तयार केले जाते. ही लाकडे खड्ड्यांत रचून पेटवली जातात आणि पूर्ण जळेपर्यंत ठेवली जातात, जोपर्यंत राख होत नाही. ही राख नंतर उकळत्या पाण्यात विरघळवली जाते, आणि वरच्या बाजूचा द्रव (ज्यात मीठ असते) स्थिर ठेवून शुद्ध केला जातो. हा स्वच्छ द्रव नंतर मोठ्या तांब्याच्या भांड्यांमध्ये तीन दिवस उकळवला जातो, ज्यामुळे पोटॅस नावाचे मीठ मिळते. याला ‘पॉट–अशेस’ असे म्हणतात कारण ते भांड्यात तयार केले जाते.’

त्याआधी १६व्या शतकात, कॉनराड गेस्नर यांनी लिहिले होते –

‘काली नावाच्या गवतापासून काही लोक मीठ तयार करतात.’

हे काली म्हणजे लॅटिन नाव Salsola kali असलेले खारफुटी गवत, जे सॉल्टवॉर्ट म्हणून ओळखले जाते.

‘काली झुडूप दोन हात उंच वाढते. त्याला काटे नसतात. कधी लालसर होते. चवीला खारट, आणि त्याला थोडा अप्रिय वास असतो. हे खाऱ्या मातीच्या ठिकाणी आढळते व गोळा केले जाते. यापासून अल्कली मीठ मिळते.’

बोर्हावे यांनी सांगितलेली लाकडाच्या राखेची पद्धत आणि गेस्नर यांनी सांगितलेल्या खाऱ्या गवताची पद्धत – दोन्ही प्रक्रियांतून आपण आज ज्याला पोटॅशियम कार्बोनेट व सोडियम कार्बोनेट म्हणतो, त्याचे अशुद्ध मिश्रण मिळत असे. लाकडाच्या राखेतून पोटॅशियम कार्बोनेट (पोटॅश) जास्त मिळे, तर खाऱ्या गवतापासून सोडियम कार्बोनेट (सोडा) जास्त मिळे. परंतु काली या गवतावरून ‘अल्कली’ हा शब्द आला, ज्यात ‘अल’ हे अरबीतील ‘the’ या अर्थाचे उपपद आहे.

कच्च्या पोटॅशला अधिक ‘शक्तिशाली’ किंवा शुद्ध करण्यासाठी, त्याच्या द्रावणाची अभिक्रिया चुनायुक्त पाण्याबरोबर (कॅल्शियम हायड्रॉक्साइड) केली जाते. पोटॅशियम कार्बोनेट आणि कॅल्शियम हायड्रॉक्साइड यांची अभिक्रिया होऊन अविद्राव्य कॅल्शियम कार्बोनेट (खडू) गाळून बाहेर पडते आणि द्रावणात पोटॅशियम हायड्रॉक्साइड शिल्लक राहते. याच शुद्ध पोटॅशियम हायड्रॉक्साइडपासून सर

हम्फ्री डेव्ही यांनी प्रथम पोटॅशियम धातू वेगळा काढला. त्यांनी पाण्यातील पोटॅशचे विद्युतीय विश्लेषण (electrolysis) करून

पाहिले, पण त्यात पाणीच विघटित होत असल्याने यश आले नाही. मग त्यांनी पाणी टाळून वितळलेल्या पोटॅशियम हायड्रॉक्साइडवर प्रक्रिया केली. ६ ऑक्टोबर १८०७ रोजी, लंडन येथील रॉयल इन्स्टिट्यूटमध्ये त्यांनी बांधलेल्या प्रचंड व्होल्टाइक पाइलचा वापर करून त्यांनी हे केले. त्यावेळी त्यांचे धाकटे चुलतभाऊ एडमंड डेव्ही मदत करत होते. ते म्हणतात – 'जेव्हा पोटॅशच्या पृष्ठभागातून लहान चकचकीत पोटॅशियमच्या गोळ्या बाहेर पडल्या आणि हवेशी संपर्क येताच त्यांनी पेट घेतला, तेव्हा सर हम्फ्रींच्या आनंदाला पारावार उरला नाही.'

हा नवा धातू अद्भुत होता – चकचकीत, इतर धातूंप्रमाणे दिसणारा पण पाण्यापेक्षा हलका, त्यामुळे पाण्यावर तरंगू शकणारा. पाण्याशी संपर्क येताच तो स्फोटक प्रतिक्रिया देत असे. पोटॅशियम इतका प्रतिक्रियाशील आहे की तो बर्फातसुद्धा भोक पाडून जळतो. हा वेगळा काढलेला पहिला अल्कली धातू होता. नंतर सर हम्फ्री डेव्ही यांनी सोडियम, कॅल्शियम, मॅग्नेशियम आणि बॅरियमही वेगळे काढले. त्यांनी पोटॅशवरून आपल्या धातूला पोटॅशियम हे नाव दिले, पण स्वीडिश रसायनशास्त्रज्ञ बेर्जेलियस (ज्यांनी रासायनिक चिन्हांची आंतरराष्ट्रीय पद्धत शोधली) यांना 'कॅलियम' हे नाव अधिक योग्य वाटले कारण ते त्याच्या खऱ्या स्रोताशी जास्त सुसंगत होते. त्यामुळेच आज पोटॅशियम या धातूचे चिन्ह K आहे. हे नाव काली या छोट्या खाऱ्या गवताचे ऋण मान्य करणारे आहे.

पोटॅशियम मीठे – मीठशोरा (पोटॅशियम नायट्रेट, KNO_3), फिटकरी (पोटॅशियम ॲल्युमिनियम सल्फेट, $KAl(SO)_4)_2$, आणि पोटॅश (पोटॅशियम कार्बोनेट, K_2CO_3) – ही शतकभरापासून ज्ञात होती. त्यांचा उपयोग दारुगोळा तयार करण्यासाठी, रंगवणीत, आणि साबणनिर्मितीत केला जात असे. मीठशोरा शौचालयांच्या भिंतींवरून खरवडून मिळवला जात असे, फिटकरी माती व गंधक–आम्लापासून तयार केली जात असे, तर पोटॅश लाकडाच्या राखेतून मिळवले जात असे. ही मीठे शुद्ध करून धातू स्वरूपात मिळवणे प्रारंभीच्या रसायनशास्त्रज्ञांना जमत नव्हते, त्यामुळे अँटोईन लावॉझिये यांनी पोटॅशियमचे 'मातीसदृश घटक' (earth) असे वर्गीकरण केले होते. मग १८०७ साली हम्फ्री डेवी यांनी ओलसर पोटॅशवर विद्युतप्रवाह सोडला आणि एका नवीन धातूचे – पोटॅशियमचे – लहान धातुसदृश गोळे तयार होताना पाहिले. हे गोळे पाण्यात टाकल्यावर पाण्याच्या पृष्ठभागावर तरंगत फिरू लागले आणि फिकट जांभळ्या रंगाच्या ज्वाळेसह जळू लागले.

नैसर्गिक साठा

पोटॅशियम हा पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील सातवा सर्वाधिक आढळणारा धातू आहे. तो वस्तुमानानुसार २.४% आहे. जगभरात अब्जावधी टन पोटॅशियम क्लोराइडचे साठे आहेत. दरवर्षी सुमारे ३५ दशलक्ष टन पोटॅशियम खाणकामाद्वारे काढले जाते.

बहुतेक पोटॅशियम खनिजे अग्निज खडकांमध्ये आढळतात आणि ती कमी विद्राव्य असतात. या खनिजांमधून धातू काढणे अवघड असते. मात्र, सिल्व्हाइट (पोटॅशियम क्लोराइड), सिल्व्हिनाइट (पोटॅशियम आणि सोडियम क्लोराइडचे मिश्रण) आणि कार्नालाइट (पोटॅशियम मॅग्नेशियम क्लोराइड) यांसारखी इतर खनिजे जुन्या समुद्र किंवा सरोवरांच्या बाष्पीभवनाने तयार झालेल्या साठ्यांमध्ये आढळतात. या पोटॅशियम क्षारांची सहज पुनर्प्राप्ती करता येते. पोटॅशियम क्षार समुद्रातदेखील आढळतात, पण सोडियमच्या तुलनेत कमी प्रमाणात. हवेच्या संपर्कात आल्यानंतर काही मिनिटांत कलंकित होणारे, मऊ, रुपेरी धातू.

पोटॅशियमचे उपयोग

१. शेतीमधील उपयोग

पोटॅशियम हा वनस्पतींसाठी प्रमुख (macronutrient) अन्नघटक आहे.

खतांमध्ये उपयोग

पोटॅशियम क्लोराइड (KCl) – सर्वाधिक वापरले जाणारे पोटॅश खत.

पोटॅशियम सल्फेट (K_2SO_4) – फळे, भाजीपाला, साखरबीट यांसाठी विशेष उपयुक्त.

पोटॅशियम नायट्रेट (KNO_3) - पाणीविद्राव्य खत, ड्रिप इरिगेशनसाठी.

भूमिका

- पोटॅशियम वनस्पतीतील प्रकाशसंश्लेषण, पाण्याचे वहन, प्रथिनांचे संश्लेषण यांत मदत करते.
- रोगप्रतिकारशक्ती वाढवते, त्यामुळे पिकांची झीज कमी होते.
- धान्याचे दाणे भरणे, फळांची गोडी व टिकाऊपणा यासाठी आवश्यक.

२. औद्योगिक उपयोग

काच उद्योग : पोटॅशियम कार्बोनेट (K_2CO_3) व पोटॅशियम नायट्रेट यांचा वापर उच्च दर्जाच्या काचेच्या निर्मितीसाठी होतो.

साबण व डिटर्जंट : पोटॅशियम हायड्रॉक्साइड (KOH) पासून सॉफ्ट सोप तयार होतात.

स्फोटके : पोटॅशियम नायट्रेट (KNO_3) हे सुरुंगातील (gunpowder) प्रमुख घटक आहे.

रॉकेट इंधन व फटाके : पोटॅशियम प्क्लोरेट ($KClO_4$) वापरले जाते.

धातू शुद्धीकरण : टायटॅनियम व सोडियमसारख्या धातूंच्या शुद्धीकरणात पोटॅशियमचा उपयोग होतो.

बॅटऱ्या : पोटॅशियम हायड्रॉक्साइड ही alkaline battery मधील प्रमुख इलेक्ट्रोलाइट आहे.

रंगद्रव्ये : काही पोटॅशियम क्षारांचा वापर रंग व रंगद्रव्य उद्योगात होतो.

३. वैद्यकीय व जैविक उपयोग

मानवी शरीरातील भूमिका

- पोटॅशियम हे मानवी शरीरातील तिसऱ्या क्रमांकाचा सर्वाधिक खनिज घटक आहे.
- ते मुख्यतः कोशिकांमध्ये (cells) आढळते व Na^+-K^+ पंप (sodium-potassium pump) द्वारे पेशींच्या आत-बाहेर संतुलन राखते.

शारीरिक कार्ये

- स्नायूंचे आकुंचन व प्रसरण
- मज्जातंतू संदेशवहन (nerve impulse transmission)
- हृदयाचे ठोके नियमित ठेवणे
- रक्तदाब नियंत्रित ठेवणे

वैद्यकीय उपयोग

- पोटॅशियम क्लोराइड (KCl) – पोटॅशियम (hypokalemia) कमरतता भरून काढण्यासाठी.
- पोटॅशियम सायट्रेट – मूत्रपिंडातील खडे टाळण्यासाठी.
- पोटॅशियम ब्रोमाइड (इतिहासात) – औषध म्हणून वापरले जात असे.
- **आरोग्यदृष्ट्या महत्त्वाचे अन्नस्रोत :** केळी, बटाटे, टोमॅटो, पालक, संत्री, डाळी, अवोकाडो, दूध इ.

४. रसायनशास्त्रीय उपयोग

प्रयोगशाळेत

- पोटॅशियम धातूचा वापर प्रबळ पुनरुत्पादक (reducing agent) म्हणून होतो.
- पाण्याशी अभिक्रियेमध्ये पोटॅशियम हायड्रॉक्साइड (KOH) व हायड्रोजन निर्माण होतो.
- पोटॅशियम पेरऑक्साइड (K_2O_2) आणि सुपर-ऑक्साइड (KO_2) ऑक्सिजन निर्माण करण्यासाठी वापरले जातात.

विशेष प्रयोग

पोटॅशियम परमँगनेट ($KMnO_4$) हे महत्त्वाचे प्रक्षालन (oxidizing agent), निर्जंतुकीकरण करणारे व विश्लेषणात वापरले जाणारे संयुग आहे.

पोटॅशियम डायक्रोमेट ($K_2Cr_2O_7$) विश्लेषणात्मक रसायन म्हणून प्रसिद्ध आहे.

५. अणुउद्योग व वैज्ञानिक उपयोग

पोटॅशियमचा एक समस्थानिक K-40 नैसर्गिकरीत्या आढळतो व तो रेडिओसक्रिय (radioactive) आहे. पृथ्वीच्या अंतर्गत उष्णतेत त्याचा सहभाग आहे.

K-40 चा वापर भूवैज्ञानिक व पुरातत्त्वीय कालमान मोजण्यासाठी (radiometric dating) केला जातो.

पोटॅशियम हा निसर्गातील एक बहुआयामी धातू आहे. शेतीसाठी आवश्यक खतांपासून, उद्योगातील काच-स्फोटकांपर्यंत, मानवाच्या शरीराच्या कार्यप्रणालीपासून वैद्यकीय उपचारांपर्यंत आणि वैज्ञानिक संशोधनापासून अणुउद्योगापर्यंत सर्वत्र त्याचा महत्त्वपूर्ण उपयोग दिसून येतो. त्यामुळे पोटॅशियमला जीवन व उद्योगाचा आधारस्तंभ असे म्हणता येईल.

जैविक भूमिका

पोटॅशियम जीवनासाठी आवश्यक आहे. पोटॅशियम आयन सर्व पेशींमध्ये आढळतात. शरीरातील द्रव आणि इलेक्ट्रोलाइट संतुलन राखण्यासाठी ते महत्त्वाचे आहे.

वनस्पतींच्या पेशींमध्ये पोटॅशियम मुबलक प्रमाणात असते आणि ते मातीमधून मिळते. दरवर्षी पीक घेण्यात येणाऱ्या शेतजमिनीला पोटॅशियमवर आधारित खत टाकून त्याची भरपाई करावी लागते.

सरासरी मनुष्य दररोज ७ ग्रॅमपर्यंत पोटॅशियम ग्रहण करतो आणि शरीराच्या पेशींमध्ये सुमारे १४० ग्रॅम साठवून ठेवतो. सामान्य आरोग्यदायी आहारात पुरेसे पोटॅशियम असते, परंतु इन्स्टंट कॉफी, सार्डिन मासे, सुकामेवा, मनुका, बटाटे आणि चॉकलेट यांसारख्या काही पदार्थांमध्ये पोटॅशियमचे प्रमाण सरासरीपेक्षा जास्त असते.

नैसर्गिकरीत्या आढळणारे पोटॅशियम-४० हे समस्थानिक रेडिओधर्मी आहे आणि जरी ही रेडिओधर्मिता सौम्य असली तरीही ती मानवांमध्ये होणाऱ्या जनुकीय बदलांचे एक नैसर्गिक कारण असू शकते.

सोडियम-पोटॅशियम पंपामधील पोटॅशियमची भूमिका

जिवंत पेशींच्या जीवनक्रियेत सोडियम-पोटॅशियम पंप (Na^+/K^+ -TPase pump) ही एक अत्यंत महत्त्वाची प्रणाली आहे. पेशीच्या आवरणावरील ही विशेष वाहक-प्रथिने

(transport proteins) सतत कार्यरत असतात आणि पेशीतील आयन्सचे संतुलन तसेच आवरणाची विद्युतध्रुवता (membrane potential) टिकवून ठेवतात. या प्रक्रियेत सोडियम आयन (Na+) आणि पोटॅशियम आयन (K+) यांचा परस्परविनिमय होतो. पंपाच्या कार्यामध्ये पोटॅशियम आयन्सची भूमिका अत्यंत महत्त्वपूर्ण असून त्याचा पेशींच्या कार्यक्षमतेवर थेट परिणाम होतो.

पंपाची मूलभूत रचना व कार्य

सोडियम-पोटॅशियम पंप हा एक सक्रिय वहनप्रणालीचा (active transport system) भाग आहे. तो ATP ऊर्जा वापरून आयनांचे वहन करतो. या प्रक्रियेतः

तीन सोडियम आयन (Na+) पेशीबाहेर टाकले जातात,

आणि दोन पोटॅशियम आयन (K+) पेशीमध्ये आणले जातात.

यामुळे आयन प्रमाण व त्यांचा आवरणपार वितरित होणारा ढाल (gradient) वेगळा राखला जातो.

पोटॅशियम आयनाची भूमिका

विद्युतध्रुवता टिकवणे (Resting Membrane Potential)

पोटॅशियम आयनांची पेशीतील पातळी तुलनेने जास्त आणि पेशीबाहेरील पातळी कमी ठेवली जाते. या ढालामुळे पेशी आवरणावर ऋण ध्रुवता (negative potential) टिकते. न्यूरॉन, स्नायू आणि हृदयाच्या पेशींमध्ये संदेशवहनासाठी हे विद्युतसंतुलन अत्यावश्यक आहे.

स्नायू आणि मज्जासंवेदन कार्यासाठी मदत

पोटॅशियम आयन परत पेशीमध्ये प्रवेश करत असल्यामुळे त्याची कार्यक्षमता संपल्यानंतर आवरणाची मूळ अवस्था पुन्हा प्राप्त होते. याला पुनर्ध्रुवीकरण (repolarization) म्हणतात. पोटॅशियम आयनांचे योग्य वहन झाले नाही तर स्नायू आकुंचन, मज्जासंवेदना प्रसारण, तसेच हृदयाची ठोकेप्रणाली यावर परिणाम होतो.

पेशीतील परासरण संतुलन (Osmotic Balance)

पोटॅशियम आयन पेशीच्या आतील द्रवामध्ये प्रमुख प्रमाणात असतात. पंपामुळे ते योग्य प्रमाणात राखले जात असल्याने पेशीतील पाणी-संतुलन (osmotic balance) टिकून राहते. हे नसेल तर पेशी सुजणे (swelling) किंवा आकसणे (shrinking) यांसारख्या समस्या उद्‌भवू शकतात.

चयापचय कार्यातील सहभाग

पोटॅशियम आयन अनेक एन्झाइमसना कार्यरत ठेवतात. उदाहरणार्थ, प्रथिन संश्लेषण, ग्लायकोलिसिस व कार्बोहायड्रेट चयापचय या प्रक्रियांमध्ये त्यांची मदत होते. पंपाच्या साहाय्याने पेशीतील पोटॅशियम सतत उपलब्ध असल्यामुळे ही कार्ये सुरळीत पार पडतात.

ऊर्जेचा कार्यक्षम वापर

पंप सतत ATP वापरतो, परंतु पोटॅशियम आयनांच्या प्रवेशामुळे पंपाची संरचना (conformation) पुन्हा मूळ अवस्थेत येते. यामुळे पंप पुन्हा सोडियम बाहेर काढण्यासाठी सज्ज होतो. म्हणजेच, पोटॅशियम आयनांशिवाय हा पंप पूर्ण चक्र (cycle) पूर्ण करू शकत नाही.

सोडियम-पोटॅशियम पंप हा पेशींच्या आयुष्याचा पाया आहे. यात सोडियम जितके महत्त्वाचे आहे तितकेच पोटॅशियमही आहे. पोटॅशियम आयन पेशीमध्ये प्रवेश करून विद्युतसंतुलन, मज्जासंवेदन प्रसारण, स्नायूंचे आकुंचन, पाण्याचे संतुलन आणि चयापचय कार्य यांना आधार देतात. पोटॅशियमची उपस्थितीच या पंपाला सतत चालू ठेवते आणि त्यामुळेच आपले स्नायू, हृदय, व मज्जासंस्था योग्य प्रकारे कार्यरत राहतात.

पोटॅशियम (Potassium) हा आपल्या शरीरासाठी अत्यंत महत्त्वाचा खनिज घटक आहे. स्नायूंचे आकुंचन-प्रसरण, मज्जासंवेदना, हृदयाची ठोके देण्याची क्रिया व शरीरातील द्रवांचा समतोल राखण्यासाठी तो आवश्यक असतो.

पोटॅशियमने समृद्ध असलेले अन्नपदार्थ उच्च रक्तदाब नियंत्रित करण्यासाठी महत्त्वाचे ठरतात. पोटॅशियम सोडियमचे परिणाम कमी करू शकतो. जास्त प्रमाणात सोडियममुळे रक्तदाब वाढतो हे सिद्ध झाले आहे. जितके जास्त पोटॅशियम आपण खाता, तितके जास्त सोडियम लघवीद्वारे बाहेर टाकले जाते. पोटॅशियम रक्तवाहिन्यांच्या भिंतींवरील ताण कमी करण्यास मदत करतो, ज्यामुळे रक्तदाब कमी होण्यास मदत होते. उच्च रक्तदाब असलेल्या प्रौढ (१३०/८० मि मी पारा या मर्यादेपेक्षा अधिक) व्यक्तींनी आपल्या आहारात डॉक्टरी सल्ला घेऊन पोटॅशियम वाढवल्यास लाभ होऊ शकतो.

मात्र खालील परिस्थितीत पोटॅशियम हानिकारक ठरू शकतो :

* मूत्रपिंडाच्या समस्या असलेल्या लोकांमध्ये जास्त प्रमाणात पोटॅशियम घेणे हानिकारक ठरू शकते. जेव्हा मूत्रपिंड रक्तातून पोटॅशियम काढून टाकण्यास कमी सक्षम असतात, तेव्हा शरीरात पोटॅशियम साचू शकते.
* काही विशिष्ट औषधे घेणाऱ्या किंवा काही विशिष्ट

वैद्यकीय स्थिती असलेल्या लोकांमध्येही जास्त पोटॅशियम हानिकारक ठरू शकते.

* शरीर पोटॅशियम कसे नियंत्रित करते यावर परिणाम करणारे कोणतेही विकार

पोटॅशियमचे आपल्यासाठी मुख्य स्रोत

फळे : केळी, संत्री, मोसंबी, डाळिंब, पपई, आंबा, चिकू, खरबूज, टरबूज, कीवी, स्ट्रॉबेरी

भाज्या : बटाटा (विशेषतः सालासकट शिजवलेला), रताळे, पालक, मेथी, चाकवत, बीट, गाजर, कोबी, ब्रोकली, टोमॅटो

कडधान्ये व धान्ये : हरभरा, राजमा, मूग, मसूर, सोयाबीन, वाटाणा, डाळी

इतर स्रोत : दूध, ताक, दही, सुका मेवा (बदाम, अक्रोड, पिस्ते, मनुका, खजूर), सूर्यफूल व भोपळ्याच्या बिया, मासे (सॅल्मन, ट्यूना)

दररोज प्रौढ व्यक्तीस सुमारे ३५००-४७०० मि.ग्रॅ. पोटॅशियमची गरज असते.

पोटॅशियम आणि सोडियम यांचा परस्परसंबंध

पोटॅशियम आणि सोडियम हे एकमेकांशी घनिष्ठरीत्या जोडलेले असले तरी शरीरावर त्यांचे परिणाम परस्परविरोधी असतात. ही दोन्ही आवश्यक पोषकद्रव्ये असून शारीरिक संतुलन राखण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावतात. तसेच, दीर्घकालीन आजारांचा धोका - विशेषतः हृदयविकाराशी - त्यांचा संबंध आढळतो. जास्त मीठ (सोडियम) खाल्ल्याने रक्तदाब वाढतो आणि त्यामुळे हृदयविकार होऊ शकतो. उलटपक्षी, जास्त पोटॅशियम आहारात असले तर रक्तवाहिन्या शिथिल होण्यास मदत होते, शरीरातील सोडियम बाहेर टाकण्यास साहाय्य होते आणि रक्तदाब कमी होतो. आपल्या शरीराला दररोज सोडियमपेक्षा खूप जास्त पोटॅशियमची गरज असते, पण बऱ्याच ठिकाणी आहार नेमका उलट असतोः सरासरी अमेरिकन लोक दररोज सुमारे ३,३०० मिलीग्राम सोडियम घेतात (यापैकी सुमारे ७५% प्रक्रिया केलेल्या अन्नातून येते), पण केवळ सुमारे २,९०० मिलीग्राम पोटॅशियम घेतात. भारतात सोडियमचे सेवन (salt स्वरूपात) जागतिक आरोग्य संघटनेच्या शिफारसीपेक्षा दुपटीपेक्षा कितीतरी जास्त आहे. पोटॅशियमचे सेवन मात्र अपेक्षित प्रमाणापेक्षा (दर दिवशी ३५१० मिलीग्राम, जागतिक आरोग्य संघटना व इंडियन कौन्सिल ऑफ मेडिकल रिसर्च आणि नॅशनल इन्स्टिट्यूट ऑफ न्यूट्रिशन यांच्या (ICMR-NIN) शिफारशीपेक्षा खूपच कमी आहे (दर दिवशी १२०० ते १९०० मिलीग्राम).

लोक आपल्या आहारात एक महत्त्वाचा बदल करून सोडियमचा धोका कमी करू शकतातः ताज्या भाज्या व फळे अधिक खावीत (कारण ती नैसर्गिकरित्या पोटॅशियममध्ये जास्त आणि सोडियममध्ये कमी असतात), परंतु ब्रेड, चीज, प्रक्रिया केलेले मांस व इतर प्रक्रिया केलेले अन्न कमी खावे (कारण त्यात सोडियम जास्त आणि पोटॅशियम कमी असते).

इतर सजीवांसाठी पोटॅशियमची आवश्यकता

पोटॅशियम (K+) हा जीवनासाठी सार्वत्रिक महत्त्वाचा घटक आहे. फक्त माणसालाच नव्हे तर बहुतेक सजीवांसाठी (वनस्पती + प्राणी) तो तितकाच आवश्यक असतो.

प्राण्यांमध्ये पोटॅशियमचे कार्य

* पेशींच्या आत-बाहेरील विद्युत संतुलन (electrolyte balance) राखणे
* स्नायूंचे आकुंचन-प्रसारण (हृदयाचे ठोके यासह)
* मज्जासंस्थेतील संदेश वहन (nerve impulse transmission)

विकरांची (एन्झाइमची) कार्यक्षमता

जवळजवळ सर्व प्राण्यांसाठी (म्हणजे सूक्ष्म जीवांपासून ते कीटक, मासे, पक्षी, सरीसृप, सस्तन प्राणी इत्यादी सर्वांसाठी) पोटॅशियम माणसाइतकाच आवश्यक आहे.

१. सस्तन प्राणी (उदा. गाय, कुत्रा, मांजर, माकड, वटवाघुळ) - माणसासारखेच पोटॅशियमशिवाय हृदयाची गती, स्नायूंची हालचाल, मज्जासंस्थेचे कार्य नीट चालत नाही.

२. पक्षी - त्यांच्या उड्डाणासाठी लागणारी प्रचंड स्नायूशक्ती पोटॅशियमवर अवलंबून असते.

३. मासे आणि उभयचर - जलचर प्राण्यांच्या पाण्यातील क्षार-संतुलन (osmoregulation) साठी पोटॅशियम महत्त्वाचे असते.

४. कीटक - त्यांच्या स्नायूंमधील व उड्डाणसंबंधी पेशींमध्ये पोटॅशियम वाहतुकीशिवाय हालचाली शक्य नाहीत.

५. सरपटणारे प्राणी - मज्जासंस्थेच्या कार्यासाठी पोटॅशियम आपल्याइतकेच आवश्यक आहे.

उत्क्रांतीतील पोटॅशियमची निवड

सोडियम-पोटॅशियम पंप (Na^+/K^+ -TPase) हे सर्वात मूलभूत व प्राचीन पेशीतील यंत्रणांपैकी एक मानले जाते. सोडियम आणि पोटॅशियम या दोन विशिष्ट आयनांचीच

निवड उत्क्रांतीदरम्यान का झाली, यामागे काही वैज्ञानिक कारणे आहेत :

१. भौगोलिक–रासायनिक पार्श्वभूमी

प्राचीन महासागरातील आयनघनता : जीवसृष्टीची सुरुवात समुद्रात झाली. त्या वेळी समुद्रात सोडियम आयन (Na^+) फार मोठ्या प्रमाणावर होते, तर पोटॅशियम आयन (K^+) तुलनेने कमी प्रमाणात होते.

पेशीने या परिस्थितीत आत पोटॅशियम जास्त व बाहेर सोडियम जास्त अशी रचना स्थिर केली. कारण पोटॅशियम लहान प्रोटीन व विकरांच्या सक्रियतेसाठी अधिक अनुकूल होते.

२. प्रथिन–विकर रचना व कार्य

अनेक विकर व रायबोझोम्स योग्यरीत्या कार्य करण्यासाठी पोटॅशियम आयनच्या उपस्थितीवर अवलंबून असतात.

Na^+ पेक्षा K^+ प्रथिनांच्या नकारात्मक चार्ज असलेल्या जागांशी अधिक सुसंगत बसतो. त्यामुळे पेशींनी आतमध्ये Na^+ साठवणे आणि K^+ बाहेर ठेवणे ही यंत्रणा निवडली.

३. विद्युत–रासायनिक फरक (Electrochemical gradients)

पेशीतील आवरण विभव (membrane potential) टिकवण्यासाठी Na^+ आणि K^+ या जोडीपेक्षा चांगला पर्याय दुसरा नव्हता.

Na^+ ला आत येण्याची तीव्र प्रवृत्ती (gradient) असते, तर K^+ ला बाहेर जाण्याची. या विरोधी प्रवृत्तींचा वापर करून पंप पेशीतील स्थिर विद्युत–रासायनिक वातावरण राखतो.

हीच रचना नंतर चेता संदेश (नर्व्ह इम्पल्स), स्नायूंचे आकुंचन, आणि पोषकद्रव्यांचे वाहतूक यांसाठी महत्त्वाची ठरली.

४. उत्क्रांतीतील निवड (Evolutionary lock-in)

- सुरुवातीला पेशींनी K^+ आत व Na^+ बाहेर ठेवणारी रचना स्वीकारली.
- एकदा ही यंत्रणा स्थिर झाली, की तिच्याशी निगडित प्रथिने, चॅनेल, ट्रान्सपोर्टर सगळ्यांची जुळवाजुळव झाली.
- त्यामुळे Na^+ आणि K^+ ही जोडी एकदा उत्क्रांतीने निवडल्यावर पुढे बदलणे अशक्यप्राय झाले – कारण मग संपूर्ण पेशी–जीवशास्त्र बदलावे लागले असते.

५. इतर आयन का नाही?

- कॅल्शियम (Ca^{2+}) किंवा मॅग्नेशियम (Mg^{2+}) यांसारखे द्विसंयोजक आयन (divalent ions) पंपासाठी अनुकूल नव्हते. त्यांनी आवरण विभव पटकन बिघडवले असते.
- लिथियम (Li^+), रुबिडियम (Rb^+), सेसियम (Cs^+) यांसारखे आयन जरी रासायनिक दृष्ट्या समान असले तरी ही मूलद्रव्ये पृथ्वीच्या वातावरणात पुरेशा प्रमाणात नव्हती किंवा पेशीप्रथिनांशी स्थिर जुळवाजुळव करण्यास असमर्थ असतात.

सोडियम बाहेर व पोटॅशियम आत अशी जोडी उत्क्रांतीने निवडली कारण –

- प्राचीन वातावरणातील आयनघनता
- प्रथिन–विकर कार्यासाठी पोटॅशियमची गरज
- आवरण विभव संतुलित राखण्याची सोय
- एकदा झालेला उत्क्रांतीचा lock-in effect.

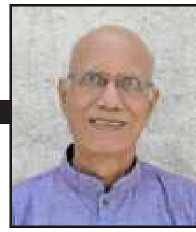
अमिताभ बच्चन यांच्या कौन बनेगा करोडपती या मालिकेत लॉक किया जाय? या प्रश्नाला हो उत्तर दिले की जसे ते बदलू शकत नाही, तसेच उत्क्रांतीत विचारल्या गेलेल्या लॉक किया जाय? या अनादी प्रश्नाचे उत्तरदेखील कुणीही बदलू शकत नाही!

पुढील अंक

दिवाळी विशेषांक

विज्ञानभान जागवणारे,
कुतूहल शमवणारे
विविध विषय...

दीपोत्सवाच्या हार्दिक शुभेच्छा
साजरी करू
पर्यावरणपूरक दिवाळी



आनंद घारे

चंद्रयान मोहिमा

इस्रोने अनेक रॉकेट आणि उपग्रह तयार केले, उपग्रहांना अवकाशात नेऊन ठेवणारी रॉकेट तयार केली आणि या क्षेत्रात जगातील आघाडीच्या देशांच्या रांगेत भारताचा समावेश झाला. १९९९ मध्ये भरलेल्या भारतीय विज्ञान अकादमीच्या (Indian Academy of Sciences) परिषदेमध्ये काही वैज्ञानिकांनी अशी सूचना मांडली की आता चंद्रावरील संशोधन करण्यासाठी एक मोहीम सुरू करावी. यावर भारतीय अंतरिक्ष यात्री सोसायटीच्या (Astronautical Society of India) २००० मध्ये भरलेल्या सभेत चर्चा झाली आणि इस्रोकडून राष्ट्रीय चंद्र मिशन टास्क फोर्स (National Lunar Mission Task Force) स्थापन करण्यात आला. चंद्रावर यान पाठवणे कितपत शक्य आणि योग्य आहे यावर देशामधील अग्रगण्य वैज्ञानिक आणि अभियंत्यांनी सखोल चर्चा केल्यानंतर देशाने असे मिशन हातात घ्यावे अशी एकमुखाने शिफारस केली. त्याची समग्र रूपरेषा तयार करून सरकारकडे पाठवल्यानंतर १ नोव्हेंबर २००३ रोजी भारत सरकारने चंद्रयान-१ या मोहिमेला स्वीकृती दिली.

माणसाने प्रत्यक्ष चंद्रावर जाऊन त्याचा अभ्यास करणे हे अर्थातच प्रचंड खर्चाचे काम होते. अमेरिकेसारखा सधन देश ज्या प्रमाणात अपोलो मोहिमांवर खर्च करत होता तसा खर्च भारतासारख्या अविकसित देशाला करता येणे त्या वेळी तर शक्यच नव्हते. आपले तंत्रज्ञानही तोवर तेवढे प्रगत झालेले नव्हते. त्यामुळे आपल्याकडील संसाधनांचा चांगल्या रितीने वापर करून काही मर्यादित उद्दिष्टे साध्य करण्याच्या दिशेने या कामाची आखणी केली गेली. चंद्रयान-१ या पहिल्या मोहिमेमध्ये एक यान चंद्रावर जाईल, त्याला फेऱ्या मारून वैज्ञानिक माहिती गोळा करेल, ती माहिती भारताकडे पाठवत राहील, तसेच एका प्रोबबरोबर भारताचा झेंडा चंद्रावर पाठवेल असे ठरवण्यात आले.

अंतराळातील ग्रहगोलांचे वैज्ञानिक दृष्टीने संशोधन करून त्यांचा बारकाईने अभ्यास करण्याची ही पहिलीच भारतीय मोहीम होती. त्यानुसार त्यावर बसवलेल्या अत्याधुनिक उपकरणांद्वारे चंद्राविषयी अत्यंत उपयुक्त माहिती त्या यानाने गोळा केली. चंद्राची पृथ्वीवरून दिसणारी (सशाचे चित्र असलेली) बाजू तसेच पलीकडली आपल्याला कधीच न दिसणारी त्याची बाजू या दोन्हींच्या पृष्ठभागाचा सविस्तर त्रिमित नकाशा काढणे, चंद्राच्या पृष्ठभागावरील तसेच त्याच्या गर्भातील विविध खनिजांचा शोध घेणे वगैरे उद्देशाने ही निरीक्षणे करण्यात आली. मॅग्नेशियम, ॲल्युमिनियम, सिलिकॉन, कॅल्शियम, लोह, टायटेनियम आदी पृथ्वीवर मुबलक सापडणारी सामान्य मूलद्रव्ये तसेच रेडॉन, युरेनियम व थोरियम यासारखी इथे दुर्मिळ असलेली मूलद्रव्ये यांची चंद्रावर किती उपलब्धता आहे याचा अंदाज यावरून येतो. अखेर चंद्राचा जन्म नेमका कशामुळे आणि कसा झाला असावा हे समजण्याच्या दृष्टीनेही या निरीक्षणांचा उपयोग होऊ शकेल.

चांद्रयानाच्या मोहिमेचे पुढील प्रमुख टप्पे सांगता येईल.

१. पृथ्वीवरून उड्डाण
२. अंतराळातून पृथ्वीभोवती फिरून तिचे अवलोकन करत चंद्राकडे गमन
३. चंद्राच्या कक्षेत प्रवेश
४. चंद्राच्या कक्षेत त्याच्यापासून १०० कि.मी. अंतरावर राहून सुमारे २ वर्षे त्याच्याभोवती नियमितपणे घिरट्या घालणे.

हे चांद्रयानाचे मुख्य काम होते. हे काम करतांना त्याने पुढील बाबी करायचे योजिले होते.

अ. चंद्राच्या पृष्ठभागाचे सर्व बाजूंनी निरीक्षण करून

त्याचे नकाशे तयार करणे.

आ. चंद्रावरील धातू, अधातू वगैरेंच्या साठ्यांचा अंदाज घेणे

इ. चंद्रावर उतरणारे (धडकणारे) छोटे यान पाठवून त्याच्या मार्गाचा अभ्यास करणे, तसेच आपल्या आगमनाची खूण चंद्राच्या पृष्ठभागावर ठेवणे.

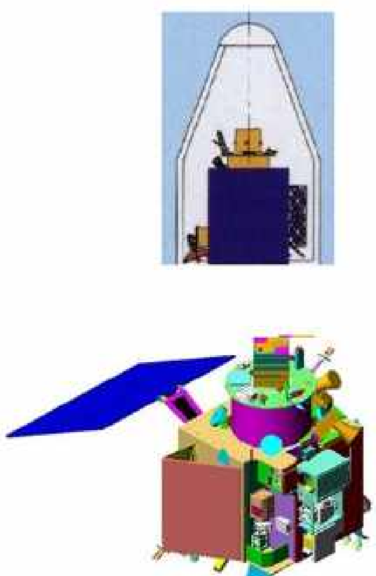
ई. या छोट्या यानाने चंद्रावर धडकण्यापूर्वी त्याने चंद्राच्या जवळून घेतलेली माहिती जमा करणे.

२२ ऑक्टोबर २००८ रोजी आंध्रप्रदेशातील श्रीहरीकोटा येथील सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्रावरून चांद्रयानाने पीएसएलव्ही-एक्सएल जातीच्या अद्ययावत अग्निबाणाच्या साहाय्याने यशस्वीरीत्या उड्डाण केले. सुमारे पंधरा मजली गगनचुंबी इमारतीइतके उंच असलेले हे रॉकेट चार टप्प्यांचे होते, शिवाय त्याला चार बूस्टर रॉकेट जोडलेली होती. यात घनरूप तसेच द्रवरूप अशा दोन्ही प्रकारच्या इंधनांचा उपयोग केला जातो. या रॉकेटच्या अग्रभागी चंद्रयान-१ हा उपग्रह ठेवला होता. (आकृती-१) या रॉकेटच्या जोरावर चांद्रयानाने उड्डाण केल्यानंतर विवक्षित क्षणी तो रॉकेटला सोडून बाहेर पडला आणि पृथ्वीच्या सभोवती अतिलंबगोलाकार कक्षेत फिरू लागला. साडेसहा तासांत पृथ्वीभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करताना सुरुवातीला प्रत्येक आवर्तनात तो तिच्यापासून कमीत कमी २५५ किलोमीटर इतका जवळ यायचा तर जास्तीत जास्त २२८६० कि.मी. इतका तिच्यापसून दूर जायचा. क्रमाक्रमाने हे अंतर वाढवीत त्याने ८ नोव्हेंबर रोजी चंद्राच्या कक्षेत प्रवेश केला. त्यानंतर आपली कक्षा हळूहळू बदलत तो त्याच्या ठरलेल्या कक्षेमध्ये चंद्राभोवती फिरू लागला. या कक्षा बदलण्याच्या कामासाठी चंद्रयान-१ला काही रॉकेट इंजिने जोडली होती आणि योग्य त्या नेमक्या क्षणी पृथ्वीवरील नियंत्रणकक्षांमधून आदेश देऊन ती सुरू किंवा बंद करण्यात येत होती. पृथ्वीवरून निघताना हा उपग्रह १३८० किलोग्रॅम वजनाचा होता. चंद्राच्या मार्गावर जाताना काही रॉकेट उडवून दिल्यामुळे त्याचे वजन कमी होत गेले. चंद्राजवळ पोचेपर्यंत ते ६७५ किलोग्रॅम झाले.

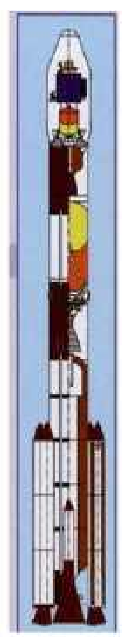
चंद्राच्या कक्षेतले आपले निश्चित स्थान ग्रहण केल्यानंतर १४ नोव्हेंबर २००८च्या रात्री (भारतीय वेळेप्रमाणे) त्याने मून इंपॅक्ट प्रोब (एमआयपी) नावाचा आपला एक दूत चंद्रावर पाठवून दिला. त्या प्रोबच्या पृष्ठभागावरच तिरंगा झेंडा रंगवलेला होता. सुमारे तीस किलोग्रॅम वजनाचा हा प्रोब स्वतःभोवती फिरत फिरत २५ मिनिटांनंतर चंद्रावर जाऊन नियोजित जागेवर उतरला आणि त्याने भारताचा राष्ट्रध्वज चंद्रावर नेऊन ठेवला. चंद्राच्या पृष्ठभागावर उतरता उतरता त्या प्रोबने स्वतःभोवती फिरत चंद्राच्या विस्तृत भागाचे जवळून अवलोकन करून अनेक प्रकारची माहिती पाठवली. भारताचा तिरंगा राष्ट्रध्वज यापूर्वी पृथ्वीच्या दक्षिण ध्रुवावर फडकला होताच, आता तो चंद्रावर जाऊन पोचला होता.

पृथ्वीवरून आभाळातला चंद्र डोळ्यांना दिसतो. त्यामुळे नेम धरून सोडलेल्या बाणाप्रमाणे रॉकेटसुद्धा चंद्राला बरोबर नाकासमोर ठेवून सरळ रेषेत त्याच्याकडे झेप घेऊन त्याच्यापर्यंत जाऊन पोचत असेल असे वाटणे शक्य आहे. पण प्रत्यक्षात ते तसे होत नसते. पृथ्वीवरून उड्डाण केल्यानंतर ते यान आधी पृथ्वीच्या सभोवती प्रदक्षिणा घालत राहते आणि त्यात बदल करत चंद्राच्या दिशेने मार्गक्रमण करते. चंद्राच्या कक्षेत गेल्यावर त्याच्या सभोवती प्रदक्षिणा घालत राहते. १२ नोव्हेंबरला चंद्रयान-१ आपल्या ठरलेल्या कक्षेत स्थिरावले आणि १४ नोव्हेंबरला त्याने भारताचा झेंडा चंद्रावर रोवला. २२ ऑक्टोबरला चंद्रयानाला घेऊन रॉकेटने

चंद्रयानाचे उड्डाण



चंद्रयान -१

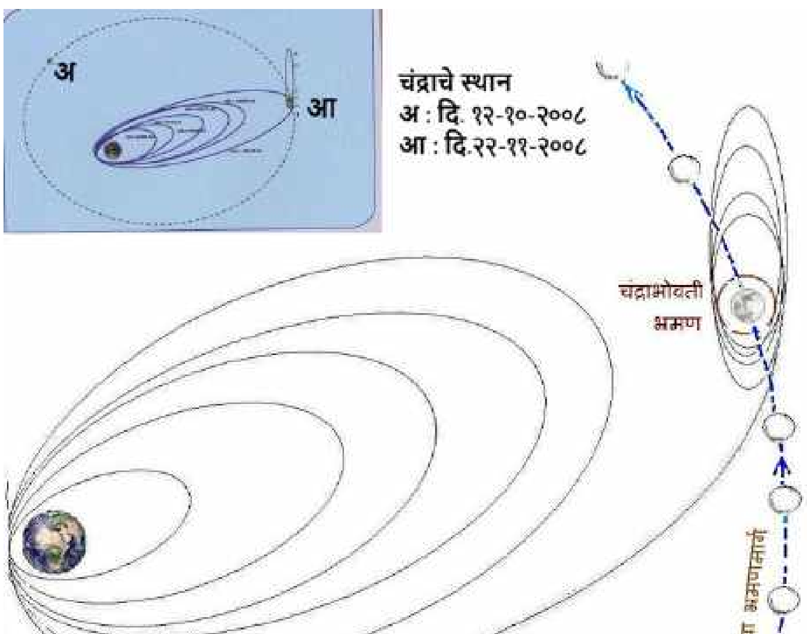


रॉकेट

चंद्रयान - आकृति १

पृथ्वीवरून उड्डाण केले तेव्हा चंद्र आकृती-२ मधील अ या ठिकाणी होता आणि १२ नोव्हेंबरला चंद्रयान-१ने चंद्राभोवती फिरायला सुरुवात केली तोपर्यंत चंद्रच पृथ्वीभोवती फिरत आ या जागेवर आला होता. दरम्यान त्याने पृथ्वीभोवती जवळजवळ पाऊण प्रदक्षिणा घातली होती. पृथ्वीभोवती वेगाने फिरत असलेल्या चंद्राला अवकाशात नेमके गाठून त्याच्याभोवती फिरत राहण्याचे काम किती अवघड असेल आणि त्यासाठी कशा प्रकारची किचकट गणिते सोडवावी लागत असतील?

प्रत्यक्ष प्रवासाचा मार्ग साधारणपणे आकृती क्र.२ मध्ये दाखवल्यासारखा होता. सर्कसमधील ट्रॅपीझ या प्रकारातला क्रीडापटू एका उंच झोपाळ्यावर चढतो, त्याला झोका देत देत तो उंच उंच जातो आणि खूप मोठा झोका दिल्यानंतर पटकन आपला झोपाळा सोडून दुसरा झोपाळा पकडतो, तशा प्रकारे पृथ्वीभोवती फिरता फिरताच तिच्यापासून दूर दूर जात चंद्रयानाने चंद्राच्या कक्षेत प्रवेश केला आणि चंद्राभोवती फिरता फिरता त्याच्या जवळ जवळ जात त्याने आपले नियोजित स्थान ग्रहण केले. त्यानंतर ते चंद्रापासून १०० कि.मी. अंतरावर राहून वर्तुळाकार ध्रुवीय कक्षेत फिरत राहिले. चंद्राच्या दोन्ही ध्रुवांना भेट देत आपले एक आवर्तन ते सुमारे दोन तासांत पूर्ण करत होते. तोपर्यंत चंद्र थोडासा स्वतःभोवती फिरलेला असतो. अशा प्रकारे त्याने चंद्राचा संपूर्ण पृष्ठभाग पाहून घेऊन त्याची छायाचित्रे पाठवली. चंद्रयान (पृथ्वीवरच्या) एका दिवसात चंद्राभोवती बारा वेळा फिरत असले तरी चंद्राबरोबरच तेसुद्धा सत्तावीस दिवसांत एक पृथ्वीप्रदक्षिणा घालत राहिले आणि पृथ्वी व चंद्र या दोघांच्याही सोबत सूर्यालासुद्धा एका वर्षात एक प्रदक्षिणा घालत राहिले.



चंद्रयान आकृति २

चंद्रयानाच्या कक्षांमध्ये बदल करण्यासाठी त्याच्यासोबत जोडलेल्या रॉकेट इंजिनांचा उपयोग केला गेला. त्यांच्या जोरावर यानाच्या भ्रमणाची गती बदलली की त्याची कक्षा बदलते आणि त्यानंतर ते यान नव्या कक्षेत आपोआप फिरत राहते. त्यावरील विविध उपकरणांना विद्युत पुरवठा करण्यासाठी लागणारी वीज पुरवण्यासाठी यानावर सोलार सेलचे पॅनेल बसवले होते. यानावरील सर्व साधनांना पुरेल इतकी वीज त्या सोलार सेलपासून निर्माण होते. या सर्व उपकरणांचे कसून परीक्षण केलेले असल्यामुळे ती सुमारे दोन वर्षे अव्याहत चालत राहतील अशी अपेक्षा होती. त्यापूर्वीच २८ ऑगस्ट २००९ रोजी तांत्रिक बिघाड झाल्यामुळे यानाशी असलेला संपर्क तुटला. मात्र चंद्रयानाकडून अपेक्षित असलेली सगळी शास्त्रीय माहिती तोपर्यंत मिळाली होती. त्यामुळे या मोहिमेतले ठरलेले सर्व टप्पे यशस्वीरीत्या पूर्ण झाले असे म्हणता येईल. या संपूर्ण कालावधीत चंद्रयानाकडून शक्य तेवढी माहिती पृथ्वीवरील केंद्राकडे पाठवली गेली. येथील प्रयोगशाळांमध्ये त्याचे विश्लेषण झाले. चंद्रावर वातावरण नसल्यामुळे त्याचा अवरोध नाही. हे यान कदाचित अजूनही चंद्राभोवती फिरत राहिले असेल.

चंद्रयान-१च्या यशानंतर दहा वर्षांनी या मालिकेमधील चंद्रयान-२ हे यान १५ जुलै २०१९ रोजी पाठवण्याचे ठरले होते. त्या योजनेला भरपूर प्रसिद्धी दिली गेली होती. १४ जुलैला या यानाचे काउंटडाऊन सुरू झाल्यानंतर त्याच्या अखेरच्या टप्प्यातल्या ॲक्टिव्हिटी सुरू असताना हीलियम वायूचा दाब अपेक्षेनुसार नाही असे शास्त्रज्ञांच्या लक्षात आले. त्यांना त्या वायूची किंचित गळती होत असल्याची शंका आली. अशा गोष्टीकडे दुर्लक्ष न करता तिची सखोल

चौकशी करून आवश्यक ती दुरुस्ती करणे शहाणपणाचे असल्यामुळे त्या दिवशी होणारे यानाचे उड्डाण थांबवण्यात आले आणि आठवड्यानंतर २२ रोजी ते यशस्वीरीत्या करण्यात आले.

या दुसऱ्या चंद्रयानाकडे आणखी एक लहानशी पण तंत्रज्ञानातील विकासाच्या दृष्टीने खूप महत्त्वाची कामगिरी सोपवली होती. ती म्हणजे विक्रम नावाचा एक लँडर चंद्रयानाच्या मुख्य ऑर्बिटरपासून वेगळा होऊन हळूच चंद्राच्या दिशेने जाईल आणि तो चंद्राच्या दक्षिण ध्रुवाजवळील एका विशिष्ट ठिकाणी अलगदपणे चंद्रावर उतरेल. त्या लँडरमधून प्रग्यान नावाचा एक रोव्हर बाहेर निघून चंद्रावर फिरेल. ही एक सहा चाकांची गाडी असून ती चंद्रावरील ओबडधोबड जमिनीवरून चालण्यासाठी सक्षम होती. ती सेकंदाला एक सेंटिमीटर एवढ्या संथपणे चालत राहील. तिच्यावर बसवलेल्या उपकरणांकडून मिळालेली माहिती पृथ्वीवरील प्रयोगशाळांकडे पाठवली जाईल. चंद्रावरचा एक दिवस म्हणजे पृथ्वीवरील चौदा दिवस हे काम चालेल आणि पूर्ण होईल. ऑर्बिटर मात्र नंतरच्या काळातही चंद्राभोवती फिरत राहील आणि काही काळ माहिती पाठवत राहील अशी योजना होती.

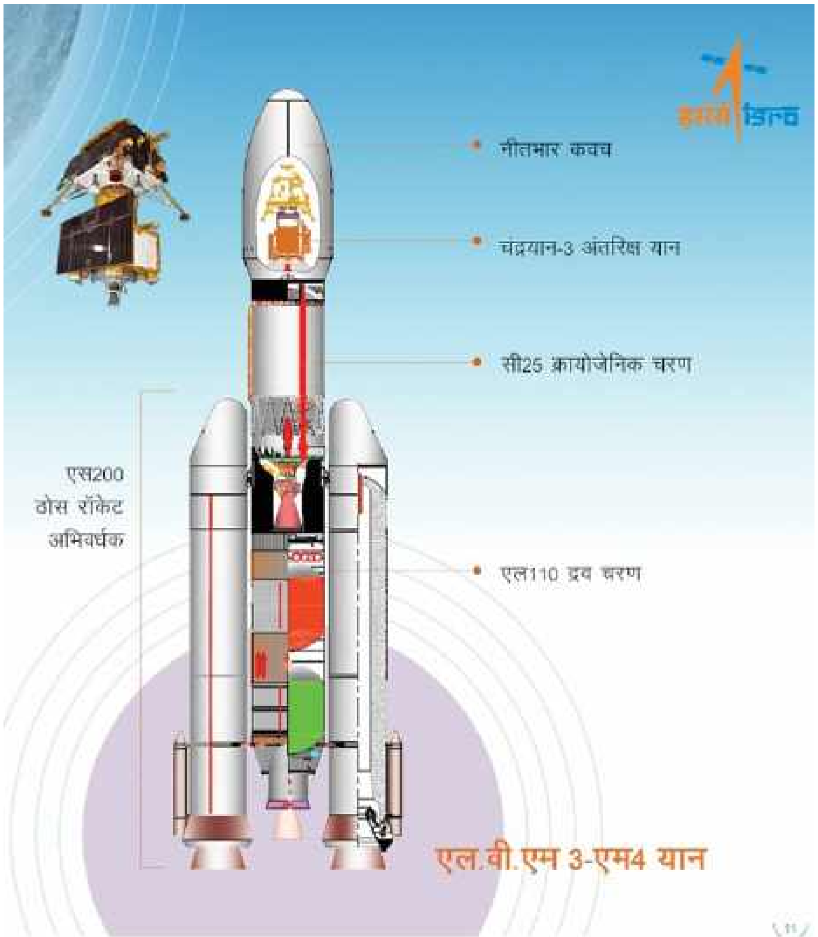
२२ जुलै २०१९ रोजी पृथ्वीवरून उड्डाण केल्यानंतर ते यान पृथ्वीभोवती फिरत राहिले. ४ ऑगस्टला त्याने पृथ्वीची पहिली सुंदर छायाचित्रे काढून पाठवून दिली. १४ ते २० ऑगस्टच्या दरम्यान त्याने चंद्राच्या कक्षेत प्रवेश करून चंद्राच्या प्रदक्षिणांना सुरुवात केली. २२ ऑगस्टला चंद्राच्या पृष्ठभागाची छायाचित्रे पाठवून दिली. २ सप्टेंबरला विक्रम लँडर चंद्रयानाला सोडून बाहेर पडले आणि चंद्राच्या पृष्ठभागावर उतरण्यासाठी निघाले. ते नियोजित जागेपासून १-२ किलोमीटर अंतरावर असेपर्यंत त्याच्याशी संपर्क चालू होता. परंतु तो अचानक तुटला आणि प्रयत्न करूनही त्याला पुन्हा जोडण्यात यश आले नाही. बहुधा दुर्दैवाने अगदी शेवटच्या क्षणी काहीतरी तांत्रिक घोटाळा झाला आणि विक्रम लँडर चंद्राच्या पृष्ठभागावर अलगदपणे सरळ उतरू शकला नाही, कदाचित तो जोराने आपटून नादुरुस्त झाला असावा. त्यामुळे प्रग्यान रोव्हरला चालवायची संधी मिळाली नाही. योजनेप्रमाणे चंद्रयान-२ चंद्राभोवती फिरत राहिले, त्यावरील कॅमेरे, स्पेक्ट्रोमीटर, रडार वगैरे सगळी उपकरणे काम करत राहिली आणि चंद्रावरील जमीन व जमिनीखाली दडलेली तत्त्वे यांचा अभ्यास करून ती माहिती आणि फोटो पृथ्वीवरील केंद्राकडे पाठवत राहिली.

दोन वर्षांनंतर ६ आणि ७ सप्टेंबर २०२१ रोजी इस्रोने चांद्रीय विज्ञान कार्यशाला (Lunar Science Workshop) घेतली आणि चंद्रयानाकडून मिळालेली चंद्राची सविस्तर माहिती देशातील वैज्ञानिक, विद्यार्थी आणि विचारवंतांना दाखवली. त्यानंतरही ते यान काम करतच राहिले. सूर्यामधून कधी कधी अचानक निघणाऱ्या अत्यंत प्रखर ज्वाला दूरवर पसरतात, त्यांच्याबरोबर शक्तिशाली प्रोटॉन बाहेर फेकले जातात. त्यांच्यामुळे पृथ्वीच्या आयोनोस्फीअरमध्ये हवेचे वेगाने आयोनायझेशन होते, त्यातून पृथ्वीच्या चुंबकीय क्षेत्रात वादळे (geomagnetic storms) उठतात आणि पृथ्वीच्या धृवप्रदेशावर ऑरोरा दिसतात. २२ फेब्रुवारी २०२२ रोजी चंद्रयान-२ने त्या दिवशी निघालेल्या अशा सूर्यावरील ज्वाला (सोलर फ्लेअर) आणि त्यांची दाहकता वगैरे दुर्मिळ माहिती जमवून पाठवली. अशा प्रकारे चंद्रयान-२नेही त्याला दिलेली इतर काही उद्दिष्टे गाठली. पुढे दिलेले चंद्रयान-३ हे चंद्रयान-२चीच नवी आवृत्ती असल्यामुळे चंद्रयान-२ची वेगळी चित्रे दाखवलेली नाहीत.

चंद्रयान -३

चंद्रयान-२ने चंद्रावर पाठवलेली प्रज्ञान नावाची गाडी चंद्रावर चालवता येऊ शकली नाही याचे मोठे वैषम्य वैज्ञानिकांना वाटत होते म्हणून त्यांनी चंद्रयान-३ ही नवी मोहीम आखली. ही मोहीम साधारणपणे चंद्रयान-२च्या सारखीच होती. या चंद्रयानातही एक प्रोपल्शन मॉड्युल, लँडर आणि रोव्हर होते. यातल्या लँडरचे नावही विक्रम आणि रोव्हरचे नाव प्रज्ञान असेच ठेवले होते, परंतु पूर्वीचा अनुभव लक्षात घेऊन त्यांच्या रचनेत काही सुधारणा करून त्यांच्या क्षमता वाढवल्या होत्या.

(आकृती-३) १४ जुलै २०२३ रोजी या चंद्रयानाने आंध्रप्रदेशातील श्रीहरीकोटा येथील सतीश धवन स्पेस सेंटर इथून एलव्हीएम-३-एम-४ या रॉकेटमधून अवकाशात झेप घेतली आणि ५ ऑगस्टला ते चंद्राच्या कक्षेत जाऊन पोचले. हे त्या वेळचे इस्रोचे सर्वात मोठे आणि शक्तिशाली रॉकेट होते. त्याची उंची ४३.५ मीटर, वजन ६४२ टन आणि क्षमता ४ टन एवढे वजन अंतराळात दूरवर घेऊन जाण्याएवढी होती. या मुख्य रॉकेटमध्ये द्रवरूप (लिक्विड) इंधन आणि क्रायोजेनिक स्टेज होत्या आणि त्याला दोन घनरूप इंधनाची बूस्टर रॉकेट जोडलेली होती. त्यानंतर २३ ऑगस्टला त्याच्या लँडर मॉड्युलने चंद्राच्या दक्षिण ध्रुव प्रदेशात अवतरण केले. चंद्रावर यान उतरवणाऱ्या देशांमध्ये अमेरिका, रशिया आणि चीन यांच्यानंतर भारताचा चौथा क्रमांक लागतो, पण चंद्राच्या दक्षिण ध्रुवप्रदेशात यान उतरवण्याचा पराक्रम सर्वात आधी भारतानेच केला. हा ध्रुवप्रदेश संशोधनाच्या दृष्टीने विशेष महत्त्वाचा आहे. इथे



चंद्रयान आकृति - ३

पाण्याचे साठे सापडले, तसेच काही महत्त्वाची खनिजे सापडतील असे दिसते. त्यांचा अभ्यास करून चंद्र, पृथ्वी आणि सूर्यमालिकेच्या उत्पत्तीसंबंधी माहिती मिळण्याची शक्यता आहे.

(आकृती–४) प्रोपल्शन मॉड्युल हा एक चौकोनी सांगाडा होता आणि लँडर व रोव्हर या दोघांना त्याच्या डोक्यावर बसवले होते. त्याच्या एका बाजूला लावलेल्या मोठ्या सोलर पॅनेलमधून त्याला विजेचा पुरवठा होत होता. त्याशिवाय त्यावर रेडिओॲक्टिव्ह हीटिंग युनिट जोडलेले होते. मुख्य रॉकेटपासून विलग झाल्यानंतर पुढील प्रवासासाठी रॉकेट इंजिने होती. चंद्राच्या पृष्ठभागावर अलगदपणे उतरणे हे विक्रम लँडरचे मुख्य काम होते. त्यासाठी चंद्राच्या जमिनीवरील खड्डे चुकवून सपाट भाग पाहून तिथे उतरणे आवश्यक होते. या लँडरवर लावलेल्या कॅमेऱ्यांमधून जमिनीचे निरीक्षण करत आपली गती हळूहळू कमी कमी करत धक्का न बसू देता त्यावर सरळ उभ्या अवस्थेत अलगद उतरण्याचे अतिशय कठीण काम या लँडरने केले. हा लँडरसुद्धा एक चौकोनी सांगाडा होता, त्याला चार दणकट पाय आणि दोन थ्रस्टर जोडलेले होते. त्या सांगाड्यावर कॅमेरे, निरनिराळी संशोधक उपकरणे आणि संपर्कसाधने बसवलेली होती.

लँडर चंद्रावर उतरल्यानंतर त्याने एक तिरकी फळी खाली सोडली आणि त्यावरून प्रज्ञान रोव्हर घसरत खाली आला. हा रोव्हर म्हणजे सुमारे एक मीटर लांब, पाऊण मीटर रुंद आणि अर्धा मीटर उंच असी सहा चाकांची छोटीशी गाडी होती. या एवढ्याशा जागेतच अनेक प्रकारची उपकरणे दाटीवाटीने ठेवली होती. त्यांचा उपयोग करून चंद्राचा अभ्यास केला गेला. चंद्राचा अर्धा दिवस म्हणजे पृथ्वीचे तेरा–चौदा दिवस एवढ्या काळातच त्यावर सूर्याचा प्रकाश पडत होता. त्यातून त्याला उष्णता आणि सोलार पॅनेलमधून वीज मिळत होती. परंतु तिथल्या तेरा चौदा दिवसांच्या रात्रीमध्ये तिथले अतिशीत तापमान मानवण्यासारखे नसल्यामुळे तो त्यानंतर बंद पडणार होता. एकदा चंद्रावर थोडे चालवून दाखवले आणि काही मोजमापे घेऊन पृथ्वीकडे पाठवली की त्याचे काम संपले. लँडरचे ठरलेले कामही संपले असले तरी त्यावर बसवलेल्या आरशावरून त्याने नंतरही पृथ्वीवरून पाठवलेले काही लेजर किरण परावर्तन करून पाठवले आहेत. या अर्थी तो आपल्या जागेवर ठाम उभा आहे. प्रोपेलर मॉड्युल तर चंद्राभोवती फेऱ्या मारून माहिती पाठवण्याचे काम पुढेही करत राहिले आहे.

या मोहिमेचे मुख्य टप्पे असे होते. (आकृती–५)

भू केंद्रित चरण (चरण–१) : यात पूर्व प्रमोचन, प्रमोचन और आरोहण आणि भूसंबद्ध युक्तिचालन हे भाग होते. रॉकेट उडवण्याच्या आधी करण्याच्या क्रिया, रॉकेटचे उड्डाण आणि नंतर जमिनीवरील केंद्रांमधून त्याला आपल्या मार्गावर ठेवणे या टप्प्यात केले गेले.

चंद्र अंतरण चरण (चरण–२) : यात पृथ्वीभोवती फिरता फिरता पृथ्वीपासून दूर जाऊन अलगदपणे चंद्राभोवती फिरण्यासाठी चंद्रयानाचे सूक्ष्म नियंत्रण केले गेले.

चंद्र केंद्रित चरण : यात पुढील टप्पे होते.

चंद्रयान -३ (दोन्ही बाजूंचे दर्शन) प्रोपेलर मॉड्यूल

विक्रम लँडर प्रज्ञान रोव्हर

चंद्रयान -३ चे भाग आणि त्यावरील विविध उपकरणे

चंद्रयान आकृति- ४

चरण–३ : चंद्राच्या कक्षेत प्रवेश

चरण–४ : चंद्राभोवती फेऱ्या घालणे

चरण–५ : प्रोपल्शन मॉड्युल आणि चंद्र मॉड्युल यांना वेगळे करणे

चरण–६ : डिबूस्ट चरण

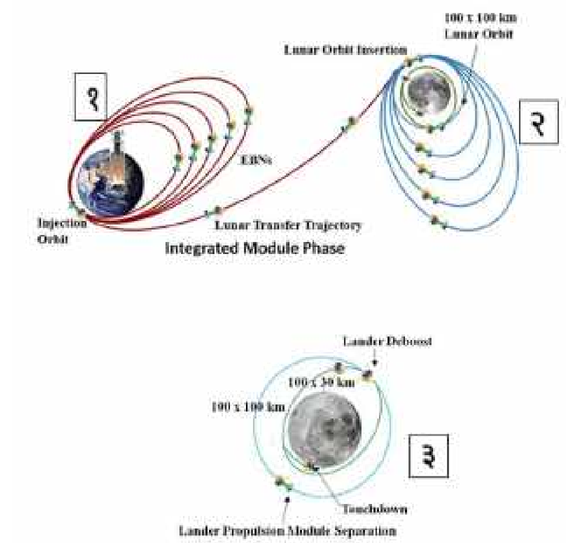
चरण–७ : पूर्व अवतरण

चरण–८ : अवतरण

चरण–९ : विक्रम लँडर आणि प्रज्ञान रोव्हर यांच्या हालचाली

चरण–१० : प्रोपल्शन मॉड्युलचे १०० किलोमीटर अंतरावरून चंद्राभोवती फिरत राहणे

आकृती–५मधील पहिल्या भागात रॉकेटने चंद्रयानाला घेऊन उड्डाण केल्यानंतर चंद्रयान वेगळे झाले आणि पृथ्वीभोवती लंबगोलाकार कक्षेत फिरत फिरत पृथ्वीपासून अधिकाधिक दूर गेले. चंद्राजवळ पोचल्यानंतर दुसऱ्या भागात ते पुन्हा लंबगोलाकार कक्षेत फिरत चंद्राच्या अधिकाधिक जवळ जात १०० किलोमीटर अंतरावर वर्तुळाकृती कक्षेत स्थिरावले. तिसऱ्या भागात फक्त विक्रम लँडिंग मॉड्युल प्रज्ञान रोव्हरसह चंद्रयानापासून वेगळे होऊन चंद्राभोवती फिरत फिरत खाली येऊन चंद्रावर अवतरले.



१: पृथ्वी प्रदक्षिणा २: चंद्रप्रदक्षिणा ३: चंद्रावतरण

चंद्रयान आकृति - ५

चंद्रयान–३च्या देदीप्यमान यशामुळे भारताने अवकाशसंशोधनात एक मोठा टप्पा गाठला आणि हे काम साध्य करणाऱ्या जगातल्या चार प्रमुख देशांमध्ये स्थान मिळवले. चंद्रावर अंतराळवीरांना नेऊन परत आणण्याचे काम यापूर्वी फक्त अमेरिकेने करून दाखवले आहे. आता नजीकच्या भविष्यात ती कामगिरी करायच्या योजना इस्रोच्या विचाराधीन आहेत.

या लेखामधील सर्व माहिती आणि चित्रे इस्रोच्या वेबसाइटवरून घेतली आहेत. त्यांचे मनःपूर्वक आभार.

– आनंद घारे
abghare@yahoo.com

डॉ. स्वाती बापट

मानसिक ताणतणाव आणि आपले आरोग्य

गेले काही महिने आपण असंसर्गजन्य आजारांबाबत माहिती घेत आहोत. मागील काही लेखांमधे स्थूलत्व निर्माण होण्याची कारणे आणि स्थूलत्वनिवारणासाठीचे उपाय, त्याबाबतची औषधे आणि शस्त्रक्रिया याबद्दल जाणून घेतले. स्थूलत्व, उच्च रक्तदाब, हृदयरोग, मधुमेह यासारखे अनेक असंसर्गजन्य आजार होण्यासाठी दीर्घकाळ असलेला मानसिक ताणतणावही कारणीभूत ठरतो. या आजारांच्या प्रतिबंधांसाठी तसेच या आजारावर उपचार करण्यासाठीही मानसिक ताणतणावाचे सुयोग्य नियोजन करणे अत्यावश्यक असते. लेखमालेच्या या भागामधे मानसिक ताणतणाव आपल्या आरोग्यासाठी कसा धोकादायक ठरतो, आजार उद्भवण्यासाठी कसा कारणीभूत ठरतो, ताणतणाव कसा टाळावा आणि मानसिक तणावाचे योग्य नियोजन कसे करावे याबाबत समजून घेणार आहोत.

एकंदरीत आजकालचे जीवन हे ताणतणावाने भरलेले आहे. आबालवृद्धांना, अगदी गरिबातल्या गरीब व्यक्तीपासून अत्यंत श्रीमंत व्यक्तींपर्यंत सर्वांनाच ताणतणावाचा सामना करावा लागतो. रोजच्या आयुष्यातील अनेक गोष्टींमुळे आणि घटनांमुळे आपल्या मनामध्ये ताणतणाव निर्माण होत असतो. (आकृती क्रमांक-१) हे ताण अनुभवण्यासाठी आणि त्यावर सुयोग्य प्रतिक्रिया देण्यासाठी आपले शरीर सक्षम असते. आपल्याला कोणत्याही बदलाला अथवा आव्हानांना सामोरे जावे लागते, तेव्हा ज्या शारीरिक आणि मानसिक प्रतिक्रिया आणि प्रतिसाद निर्माण होतात, त्याला ताण असे म्हटले जाते. या शारीरिक आणि मानसिक प्रतिक्रिया आणि प्रतिसाद आपल्याला नवीन परिस्थितीशी जुळवून घ्यायला, जीवनातील आव्हाने आणि धोक्यांना सामोरे जायला मदतही करत असतात. ताण ही एक अत्यंत नैसर्गिक प्रक्रिया आहे आणि प्रत्येक व्यक्तीच्या मनात ताण उद्‌भवत असतोच. तथापि, एखादी व्यक्ती ताणाला कसा प्रतिसाद देते यावरच त्या ताणामुळे त्या व्यक्तीच्या आरोग्यावर नेमका काय परिणाम होईल हे ठरत असते.

ताण निर्माण होण्याची करणे (आकृती क्रमांक-१)

ताण हा दोन प्रकारचा असू शकतो. एखाद्या प्रसंगी निर्माण होणारा ताण हा सकारात्मक (positive stress अथवा Eustress) असू शकतो. तसेच एखाद्या वेळी तो ताण नकारात्मक (negative stress अथवा Distress) असतो. (आकृती क्रमांक-२). सकारात्मक ताण हा प्रेरणादायी असतो. एखादे काम चांगल्या प्रकारे पूर्ण करण्यासाठी तो आपल्याला सजग, उत्सुक आणि उत्तेजित करतो. सकारात्मक ताण आपल्या मनाला उभारी देतो आणि

आपल्या शरीराला जास्त वेळ आणि जास्त जोमाने काम करायला उद्युक्त करत असतो. सकारात्मक ताण प्रतिसादामुळे कार्यसिद्धीस मदत होते. याउलट, नकारात्मक ताण आपल्या मनाला मरगळ आणि शरीराला शिथिलता आणतो. अशा प्रकारच्या ताणामुळे आपल्या मनामध्ये सातत्याने चिंता किंवा भीती निर्माण होत राहते आणि मनात चिडचिडेपणा निर्माण होऊ शकतो. नकारात्मक ताणामुळे आपले लक्ष एका ठिकाणी केंद्रित करणे अवघड होते, व आत्मविश्वासाचा अभाव निर्माण होतो. नकारात्मक ताण जास्त काळासाठी चालू राहिल्यास त्याचा आपल्या आरोग्यावर दुष्परिणाम होऊ शकतो. नकारात्मक ताणामुळे आधीपासून शरीराला चिकटलेल्या व्याधी अधिक बळावू शकतात किंवा नवनवीन आरोग्यसमस्या निर्माण होऊ

Eustress अथवा सकारात्मक ताण आणि Distress अथवा नकारात्मक ताण (आकृती क्रमांक–२)

शकतात.

आपल्याला तीन प्रकारचे ताण येऊ शकतात–

अचानक उद्भवणारा तीव्र ताण (Acute Stress) : अशा प्रकारचा ताण लवकर येतो, आणि लवकर निघूनही जातो. असा ताण सकारात्मक किंवा नकारात्मक यापैकी कसाही असू शकतो. एखाद्या जत्रेमध्ये आपण जायंट व्हीलमध्ये बसतो तेव्हा वाटणारा ताण अथवा रस्त्यावर कोणाशी तरी अचानक झालेल्या भांडणातून निर्माण होणारा ताण या ताणांना अचानक उद्भवलेला तीव्र ताण असे म्हणता येईल. तसेच, करोडो रुपयांची लॉटरी लागल्याची बातमी मिळताक्षणी मनात अचानक उद्भवणाऱ्या ताणाला सकारात्मक ताण म्हणता येईल.

वारंवार उद्भवणारा तीव्र ताण (Episodic Acute Stress) : एखादी व्यक्ती वारंवार किंवा नियमितपणे तीव्र ताण अनुभवत असते. अशा प्रकारे वारंवार उद्भवणाऱ्या तणावाखाली असलेल्या व्यक्तींना, शांतता किंवा मानसिक संतोषाच्या स्थितीमध्ये परत यायला सवडच मिळत नाही. पोलीस खात्यामध्ये कार्यरत असलेल्या कर्मचाऱ्यांना किंवा देशाच्या सीमारेषेवर तैनात असलेल्या सैनिकांना, आपत्काळामध्ये आरोग्यसेवा देणाऱ्या डॉक्टर किंवा नर्स यासारख्या व्यक्तींना अशा प्रकारच्या ताणाला सामोरे जावे लागते.

दीर्घकालीन ताण (Chronic stress) : सातत्याने अनेक महिने किंवा काही वर्षे जर एखाद्या व्यक्तीला ताणतणावाखाली राहावे लागत असेल तर त्या परिस्थितीला दीर्घकालीन ताण असे म्हटले जाते. दीर्घकालीन ताणाचे व्यवस्थापन योग्य प्रकारे न झाल्यास त्याचा आरोग्यावर दुष्परिणाम होऊ शकतो.

ताण–तणावामुळे आपल्या आरोग्यावर काय परिणाम होतात?

आपल्या शरीरामधील स्वायत्त मज्जासंस्था (autonomic nervous system) आपल्या नकळत शरीरातील बऱ्याच क्रियांवर नियंत्रण ठेवत असते. यामध्ये आपला रक्तदाब, हृदयाचे ठोके, हृदय आकुंचन पावण्याचा जोर, श्वासाची गती आणि जोर, आंत्रचलनाचा वेग अशा बऱ्याच क्रियांवर नियंत्रण ठेवण्याचे कार्य सातत्याने चालू असते. स्वायत्त मज्जासंस्थेमुळे, आपले शरीर लढा किंवा पळ काढा (fight or flight) अशी स्वाभाविक प्रतिक्रिया निर्माण करून तणावपूर्ण परिस्थितीचा सामना करण्यासाठी आपल्याला मदत करत असते. परंतु या प्रक्रियेमध्ये मोठ्या प्रमाणावर किंवा अधिक पातळीवर ताणसंप्रेरके (stress hormones) निर्माण होतात. आपल्याला दीर्घकाळ ताण येत राहतो, तेव्हा शरीरामधे मोठ्या प्रमाणावर ताणसंप्रेरके निर्माण होत राहतात आणि शरीरामधील त्यांची पातळी सातत्याने उंचावलेली राहते. अशा प्रकारच्या प्रतिसादामुळे शरीराची झीज होत जाते तसेच शारीरिक, वर्तणुकीय व मानसिक ताणाची लक्षणे दिसून येऊ लागतात.

ताणामुळे दिसून येणारी शारीरिक लक्षणे : हृदय धडधडणे, छातीत दुखणे, थकवा वाटणे, चक्कर येणे, डोकेदुखी, हात–पाय थरथरणे, हात–पाय दुखणे, संभोग करण्यास त्रास जाणवणे, रक्तदाब वाढणे अशी लक्षणे दिसून येतात.

ताणामुळे दिसून येणारी भावनिक व मानसिक लक्षणे : चिडचिड, दुःख, नैराश्य, आत्महत्या करण्याचे विचार मनामध्ये येणे.

ताणामुळे निर्माण होणाऱ्या वर्तणुकीय समस्या : मद्यपान, जुगार, तंबाखू व इतर मादक पदार्थांची व्यसने, अति खाण्याचा विकार, इंटरनेटवर वेळ घालवण्याचे अथवा अनियंत्रित खरेदी करत सुटण्याचे व्यसन लागणे.

दीर्घकालीन ताणतणावामुळे निर्माण होऊ शकत असलेल्या आरोग्यसमस्या :

१. रोगप्रतिकारशक्ती कमी होणे
२. संधिवातासारखे आजार उद्‌भवणे
३. पचनसंस्थेशी संबंधित आजार, वजन वाढणे अथवा कमी होणे, Irritable Bowel Syndrome
४. हृदय व रक्तदाबावर परिणाम : उच्च रक्तदाब, हृदयाची धडधड, हृदयविकार
५. प्रजननसंस्था : शुक्राणूंची संख्या कमी होणे, स्त्रीबीज वेळच्या वेळी बाहेर न पडणे, वंध्यत्व, polycystic ovary disease.

ताणाचे निदान कसे केले जाते?

ताण हा व्यक्तिसापेक्ष आणि व्यक्तिनिष्ठ असतो. त्यामुळे ताणाचे मोजमापन आणि निदान करणे हे कुठल्याही चाचण्यांद्वारे सहजी शक्य होत नाही. एखादी व्यक्ती ताणतणावाखाली आहे की नाही आणि असल्यास त्या ताणाचे स्वरूप किती गंभीर आहे हे तो ताण अनुभवत असणारी व्यक्तीच फक्त ठरवू शकते. मात्र एखादी व्यक्ती ताणतणावाखाली आहे की नाही आणि त्या ताणामुळे त्या व्यक्तीच्या दैनंदिन जीवनावर नेमका काय परिणाम होतो आहे, हे तपासून बघण्यासाठी काही विशिष्ट प्रश्नावली तयार केल्या गेलेल्या आहेत. संबंधित व्यक्तीला त्या प्रश्नावलीतील प्रश्नांची उत्तरे लिहायला सांगितली जातात व त्या व्यक्तीने दिलेल्या उत्तरांचे विश्लेषण केले जाते. त्या विश्लेषणावरून त्या व्यक्तीला किती ताण जाणवत आहे याचा अंदाज बांधला जाऊ शकतो.

ताणतणावाचे नियोजन कसे करावे?

दैनंदिन जीवनामधे ताण अनिवार्य असल्याने तो कुणालाच टाळता येत नाही. परंतु, ताणतणाव नियंत्रणाच्या काही पद्धती शिकून, ताणाचे सुयोग्य नियोजन करता येते. असे केल्याने ताणामुळे आरोग्यावर होणाऱ्या दुष्परिणामांपासून त्या व्यक्तीला आपण वाचवू शकतो. ताणतणावाचे नियोजन करण्यासाठीचे काही सोपे उपाय -

१. दिनचर्येतील नियमितपणा : दैनंदिन वेळापत्रक बनवून त्यामध्ये सातत्य राखल्यास आपल्याला वेळ योग्य पद्धतीने वापरता येऊ शकतो. त्यामुळे आपली कार्यक्षमता वाढण्यासही मदत होऊ शकते. ठरावीक वेळेला जेवणखाण करणे, कुटुंबातील इतर सदस्यांबरोबर गप्पागोष्टी आणि हास्यविनोदात वेळ घालवणे, नियमित व्यायाम, मनोरंजन यासाठी वेळ राखून ठेवणे, अशा गोष्टी ताण कमी करण्यासाठी उपयुक्त ठरतात.

२. पुरेशी आणि शांत झोप घेणे : झोपेमध्ये आपल्या शरीराची झीज भरून निघते. शांत झोप ताणतणावाचे दुष्परिणाम कमी करण्यास खूप मदत करते. चांगली झोप मिळावी यासाठी झोपेबाबत काही चांगल्या सवयी लावून घ्याव्यात. मानवी शरीराला कमीत कमी सात ते आठ तासांच्या झोपेची आवश्यकता असते. सूर्यास्तानंतर पुन्हा सूर्योदय होण्यापर्यंतच्या बारा तासांच्या कालावधीत सात ते आठ तासांची झोप पूर्ण केल्यास ती अधिक आरोग्यदायी ठरते. ठरावीक वेळी झोपायला जाण्याची सवय लावून घेणे हितकर असते. रात्रीचे जेवण हलके असावे आणि ते लवकर घ्यावे. झोपण्याच्या वेळेच्या कमीत कमी तीन-चार तास आधी जेवण केलेले असावे. त्यानंतर जमेल तसा, हलका, म्हणजे शतपावलीसारखा व्यायाम केल्यास लवकर आणि गाढ झोप लागण्यास मदत होते. झोपण्यापूर्वी कमीत कमी अर्धा तास टीव्ही, मोबाईल फोन, लॅपटॉप, टॅबलेट अशा उपकरणांचा वापर बंद करावा. शांत वातावरणात, दिवे बंद करून, खोलीतील तापमान योग्य ठेवून (जास्त थंड अथवा जास्त उबदार नसावे) झोपायला जावे.

३. जिव्हाळ्याचे नातेसंबंध : जिव्हाळ्याचे नातेसंबंध हे ताण कमी करण्यासाठी अत्यंत उपयुक्त असतात. कुटुंबातील व्यक्ती आणि मित्रांशी संपर्कात राहण्याने आपल्या चिंता आणि नकारात्मक भावना इतरांजवळ व्यक्त करणे सोपे जाते. जिव्हाळ्याच्या व्यक्तींशी संपर्कात राहिल्याने आपली मनोवस्था अथवा आपला मूड सुधारू शकतो आणि ताणतणाव कमी जाणवण्यासाठी आपल्याला मदत होते.

४. आरोग्यपूर्ण आहार : आहारातील पदार्थांचा आपल्या आरोग्यावर वेगवेगळ्या प्रकारे परिणाम होत असतो. संतुलित आहार आरोग्यदायी असतो. भरपूर ताजी फळे आणि कच्च्या भाज्या खाल्ल्यामुळे सर्व प्रकारची जीवनसत्त्वे मिळतात. संतुलित आहारामुळे ताण कमी करायला मदत होत असते. जेवणाच्या ठरावीक वेळा ठेवणे, भरपूर पाणी आणि इतर द्रवपदार्थ पीत राहणे यामुळे रक्तातील साखर नियंत्रित राहते; तसेच ताणतणाव कमी राहण्यास मदत होते.

५. **नियमित व्यायाम :** चालणे, पोहणे, खेळणे असा कुठलाही व्यायाम नियमितपणे केल्यास ताण कमी व्हायला मदत होते. व्यायामामुळे मनाला आनंद देणाऱ्या घटकांची निर्मिती शरीरामध्ये होते. व्यायामामुळे झोप चांगली लागते व त्यामुळे ताणही कमी होतो. आरोग्यदायी झोपेमुळे शरीरातील पेशींचे पुनरुज्जीवन होण्यास मदत होते.

६. **टीव्ही आणि समाजमाध्यमातील बातम्यांपासून दूर राहणे :** टेलिव्हिजन आणि समाजमाध्यमांमध्ये सातत्याने नकारात्मक बातम्या येत असतात. अशा प्रकारच्या बातम्या आपल्या नकळत आपल्या मनामध्ये ताण निर्माण करत असतात व मनावर आधीपासूनच असलेले ताण वाढवत राहतात. म्हणूनच अशा बातम्यांपासून शक्यतोवर दूर राहावे.

७. **संज्ञात्मक तंत्रांचा वापर करणे :** एखादी वही करून त्यामध्ये दिवसभराच्या सकारात्मक घडामोडींची नोंद ठेवावी. स्वतःच्या आवडीच्या गोष्टीसाठी अथवा छंद जोपासण्यासाठी प्रयत्नपूर्वक वेळ काढावा. चिंतन-मनन करणे, वाचन करणे, ध्यानधारणा करणे, आध्यात्मिक उपक्रमात मन रमवणे, मित्र-मैत्रिणींसोबत वेळ घालवणे, अशा अनेक गोष्टी ताण कमी करण्यासाठी उपयुक्त असतात.

८. **तुमच्या भावना व्यक्त करणे :** जास्त दडपण जाणवत असते तेव्हा एखाद्या जवळच्या व्यक्ती, किंवा जिवाभावाच्या मित्र-मैत्रिणीशी मनमोकळेपणाने व्यक्त झाल्यावर ताण हलका होतो.

९. **ताणतणावाच्या नियोजनासाठी स्मार्ट फोन अथवा ॲपचा वापर करणे :** वेळा पाळण्यासाठी, आणि कामांचे नियोजन करण्यासाठी मदत करणारी फोन अप्लिकेशन वापरून दैनंदिन जीवनातील बराच ताण कमी करता येतो.

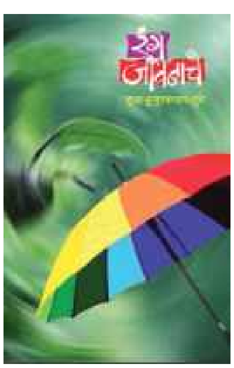
१०. **व्यावसायिक मदत घेणे :** ताणतणावाचे व्यवस्थापन कसे करावे हे शिकवण्याचे काम मानसिक आरोग्य व्यावसायिक चांगल्या प्रकारे करू शकत असल्याने त्यांची मदत घेणे फायद्याचे ठरते. संज्ञानात्मक वर्तणूक थेरपी (Cognitive behavioural therapy AWdm CBT) नावाचे एक तंत्र आहे. जीवनातील ताणतणावांना कसा प्रतिसाद द्यावा, त्यामध्ये सकारात्मक बदल कसा करावा हे शिकवण्यासाठी या तंत्राचा उपयोग होऊ शकतो.

उच्च पातळीच्या ताणतणावाखाली जीवन जगत असलेल्या व्यक्तींचे संपूर्ण आरोग्य धोक्यात असते. एखाद्या तणावग्रस्त व्यक्तीची सुसूत्र विचार करण्याची, प्रभावीपणे कार्य करण्याची आणि जीवनाचा आनंद घेण्याची क्षमता कमी होते. म्हणूनच आरोग्य उत्तम ठेवण्यासाठी ताणतणावाचे सुयोग्य नियोजन करणे अत्यावश्यक असते.

– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

॥ग्रंथाली॥

रंग जीवनाचे
सुधा हुजूरबाजार–तुंबे



मूल्य २५० रुपये
सवलतीत १५० रुपये

सप्तरंगी कोरिया
सुधा हुजूरबाजार–तुंबे

मूल्य ३५० रुपये
सवलतीत २१० रुपये

डॉ. शर्वरी कुडतरकर

गोगलगाय आणि पोटात पाय

गॅस्ट्रोपॉड (Gastropods) हा बायोडायव्हर्सिटी म्हणजेच धरतीवरील जैवविविधतेमधील एक अद्भुत प्राण्यांचा समूह आहे. साधारण पन्नास कोटी वर्षांपूर्वी केंब्रियन पिरियडमध्ये प्रथम प्राचीन गॅस्ट्रोपॉड निर्माण झाले असावेत अशी मान्यता आहे. मोलुस्का (Mollusca) या प्रमुख वर्गातील हा एक प्रवर्ग आहे जो अपृष्ठवंशीय प्राण्यांपैकी सर्वात मोठा व विविधतेने नटलेला वर्ग आहे. Snails, Slugs, Ablone, Cone shells यांसारखे प्राणी या वर्गात येतात.

मूळच्या ग्रीक भाषेतील Gaster (पोट) व Pods (पाय) या शब्दांपासून गॅस्ट्रोपॉड या शब्दाची निर्मिती झाली आहे. या शब्दाचा अर्थ होतो की पोटावर ज्याचे पाय आहेत किंवा आपल्या पोटावर चालणारे प्राणी म्हणजेच आपल्याकडे जी म्हण आहे गोगलगाय आणि पोटात पाय ही शब्दशः खरी आहे.

या प्राण्यांची शरीररचना असमतोल असते. शरीर मऊ किंवा मृदूकाय असते तसेच ते तीन भागांत विभागलेले असते - डोके-पाय, visceral mass व mentle. बहुतेक सर्वच प्रजातींमध्ये शंख किंवा कठीण असेल कॅल्शियम कार्बोनेटचे बाह्य आवरण असते, मात्र Slugसारख्या प्रजातीमध्ये या कठीण शंखाचा अभाव असतो. त्यामुळे त्यांचे मृदू शरीर थोड्याशा वेगळ्या प्रकारे विकसित झालेल्या असते. या मृदुकाय गोगलगायींना आपण nudibranch असे संबोधतो.

Gastropods मध्ये जो शंख असतो तो आतमध्ये वळणावळणांचा असतो म्हणजेच larval अवस्थेत त्यांचे शरीर मागील भागाकडून १८० अंशाने वळत जाते. यामुळेच त्यांच्या शरीरात Torsion दिसून येते. टॉर्शन ही एक महत्त्वाची उत्क्रांती Gastropods मध्ये झालेली आहे या उत्क्रांतीदरम्यान डोके आणि पाय एकाच बाजूस आल्याने त्यांच्या श्वसन आणि पचनक्रियेत नवे बदल घडत गेले. त्याचप्रमाणे आपल्या मऊ शरीराला वाचवण्याकरता या प्राण्यांना सुरक्षित असे घर मिळाले.

अगदी सुरुवातीला हे प्राणी सागरात राहत असत. त्यानंतर काही प्रजातींनी गोड्या पाण्यात व कालांतराने जमिनीवर आपले अधिवास प्रस्थापित केले. जगभरातून यांच्या ६००००पेक्षा जास्त प्रजाती आढळून येतात. अतिशय

Ablone Shell

Cone Shell

साधी आणि सोपी शारीरिक रचना व कार्ये असूनही त्यांच्यातील अनुकूलनशक्ती विलक्षण आहे. थंड प्रदेश, शुष्क हवामान किंवा बऱ्याचदा अभाव तसेच पाण्याच्या क्षारतेतील बदल यासारख्या अत्यंत टोकाच्या परिस्थितीतही ते जिवंत राहू शकतात हेच त्यांच्या जगभरातील यशस्वीरीत्या प्रसाराचे प्रमुख कारण आहे.

या शंखांवरून आपल्याकडे अनेक म्हणी आणि वाक्प्रचार प्रचलित आहेत. जसे की शंख करणे, शंख फुंकणे वगैरे. परंतु धार्मिक दृष्टीने शंख फुंकणे हा हिंदू संस्कृतीतील पवित्र विधीचा एक भाग आहे. पूर्वीच्या काळात युद्धाच्या प्रारंभी शंख फुंकून युद्धाची घोषणा केली जात असे.

गोगलगायींचे पायाकडील स्नायू मजबूत असतात. हे स्नायुमय सपाट पाय त्या हालचालीकरता वापरतात. यांच्या पायावरून चिकट असा एक स्राव (mucus) स्रवत असतो ज्यामुळे त्यांची हालचाल सहजरीत्या होत असते. गोगलगायीच्या श्लेष्म (epiphram) स्रावाचा उपयोग वैद्यक क्षेत्रात त्वचेची पुनर्निर्मिती (skin regeneration) करण्यासाठी केली जाते.

शरीर मऊ असले तरी सर्व प्रकारचे अन्न खाण्यासाठी म्हणजेच शाकाहारी, मृतजीवी, परजीवी, भक्ष्य पकडून पोषण मिळवण्याकरता यांच्या तोंडात दातासारखा काट्यांनी भरलेला एक पट्टा असतो त्याला Radula (रेड्युला) असे म्हणतात.

काही कोन शेल्समध्ये Harpoon प्रमाणे एकच दात असतो जो बऱ्याचदा विषारी असतो. या दाताच्या मदतीने ते आपले भक्ष्य पकडतात. गोड्या पाण्यातील किंवा खाऱ्या पाण्यातील गोगलगायींना श्वसनाकरता गिल्स असतात पण जमिनीवर राहणाऱ्या गोगलगायींच्या शरीरात फुप्फुसासारखी दिसणारी एक पोकळी असते. डोक्यावर tentacles (लांबट टोकरी स्पर्शेंद्रिये) असतात व या टेंट्याकल्सच्या टोकाशी डोळे असतात. हे डोळे फार विकसित झालेले नसले तरी अंधार आणि प्रकाशाचे चांगले ज्ञान करून देतात. तसेच, आजूबाजूस चालणाऱ्या हालचालीही या डोळ्यांद्वारे टिपल्या जातात. तलाव, नद्या, डबकी, मार्शी जंगले, ओलसर ठिकाणे, प्रवाळ भित्तिका, खडकाळ सागरी किनारे तसेच खोल समुद्रातही यांचा अधिवास आढळतो.

मात्र ज्या गोगलगायी परजीवी आहेत त्या इतर माशांच्या किंवा इतर अपृष्ठवंशीय प्राण्यांच्या शरीरातही आढळतात. Prosobranchia, Ophisthobranchia आणि Pulmonata असे यांचे मुख्य तीन प्रकार पडतात. Gastropodsची पर्यावरणीय भूमिका फार महत्त्वाची आहे. मृत झालेले सजीव पाण्याच्या तळाशी येतात किंवा जमिनीवर पडतात तेव्हा त्यांचे विघटन करून पोषणचक्रात पुन्हा पोषणद्रव्यांचा समावेश करण्यात यांचा महत्त्वाचा हातभार असतो. बहुतेक सर्वच गॅस्ट्रोपॉडकडे पूर्ण पचनसंस्था असते. यांच्या प्रभावी पचनग्रंथी पोषक तत्त्वांचे शोषण करण्यास मदत करतात. काही गोगलगायी शेवाळ खातात व प्रवाळ भित्तिकांवरील शेवाळ नियंत्रित ठेवण्याचे कामही त्या करतात. अनेक माशांचे, पक्ष्यांचे, सस्तन प्राण्यांचे गोगलगाय हे एक आवडीचे खाद्य आहे. मात्र काही गोगलगायी रोगजंतूंचे वाहकही असल्याचे कित्येक संशोधनांद्वारे आढळून आलेले आहे. युरोप, आशिया व पॅसिफिक बेटावरील लोक यांना आवडीने खातात. सजावटी करता, दागिन्यांकरता, शोभेची बटणे तसेच इतर शुभेच्छा वस्तू बनवण्याकरता गोगलगायींच्या शंकांचा उपयोग केला जातो. कवड्या व इतर काही शंखांचा वापर चलन म्हणून केला जात असे. काही प्रजाती या प्रदूषणास संवेदनशील असल्याने त्या बायोइंडिकेटर म्हणजेच परिसंस्थेचे निर्देशक म्हणूनदेखील ओळखले जातात.

पाण्यातल्या Gastropodsना Gills म्हणजे कल्ले असतात, गिलद्वारे त्यांना oxygen घेता येतो तर

Dark coloured slug

Endangered Conch

Pulmonata या वर्गामधील गोगलगायींना श्वसनकोष (lung like cavity) तयार झालेला असतो. गोगलगायीच्या शरीरात Open Circulatory system असते म्हणजेच रक्ताभिसरण रक्तवाहिन्यांद्वारे न होता ते उघड असते. दोन भागाच्या हृदयाने (एक auricle व एक ventricle) Hemocyanin नावाच्या निळसर तांबूस रक्ताचे वहन केले जाते. हे Hemocyanin ऑक्सिजन वाहक आहे.

मूत्रपिंडे विकसित झालेली नसली तरी उत्सर्जनाकरता नेफ्रिडिया (nephridia) नावाचा अवयव असतो. शरीरात पाण्याचे योग्य प्रमाण राखण्याकरता Uric acidचे उत्सर्जन केले जाते. म्हणजे जास्तीत जास्त पाण्याची बचत करून कॉन्सन्ट्रेटेड द्रावण बाहेर उत्सर्जित केले जाते. शरीराच्या संतुलनाकरता Statocyst तसेच काही रासायनिक संवेदनेंद्रिये असतात.

उन्हाळ्यात जमिनीवरील गोगलगायी Estivation (उन्हाळी झोप) करतात. म्हणजेच शुष्क वातावरणात त्या दीर्घकाळ निद्रावस्थेत राहतात. पोलार बियर हायबरनेशन करतात हे तर तुम्हाला माहीतच असेल, पण या गोगलगायी हिवाळ्यातील प्रतिकूल वातावरणात हायबरनेशन करतात. खाण्यापिण्याचे दुर्भिक्ष असल्याने त्यांना या प्रदीर्घ निद्रेचा आधार घ्यावा लागतो. Estivationच्या वेळेस त्या आपल्या संपूर्ण शरीरावर श्लेष्माचे आवरण तयार करतात जेणेकरून शरीरातील आर्द्रता उष्णतेमुळे बाहेर निघून जात नाही. आपल्या एस्टिव्हेशन किंवा हायबरनेशनच्या दरम्यान गोगलगायी श्वसनदर कमी करून आपले शरीरकार्य दीर्घकाळ चालवतात.

खाऱ्या पाण्यात राहणारे काही Gastropods osmoconformers (अस्मो कॉन्फर्मर) म्हणजेच शरीरातील द्रव्याची क्षारता बाह्य वातावरणाशी जुळवून घेणारे असतात, तर काही प्रजाती ह्या osmoregulators असतात, ज्या

Fresh water Snail - Pila

Nudibranch Slug

त्यांच्या शरीरातील क्षारतेचे प्रमाण स्वतंत्रपणे संतुलित ठेवतात व बाहेरच्या वातावरणाचा त्यांच्या शरीरातील क्षारांच्या प्रमाणावर काही प्रभाव पडत नाही.

कोन शेलमध्ये Ziconotide (झायकोनोटाइड) नावाचे peptide असते. सध्या होणाऱ्या निरनिराळ्या संशोधनादरम्यान कोन शेलच्या विषातील peptides वापर चेतासंस्थेच्या आजारावरील औषधांमध्ये केला जात आहे. खरे तर कोन शेलचे विष मनुष्यास फार घातक आहे, पण त्यातील peptidesचा वेदनाशामक (पेन किलर) म्हणून वापर केला जात आहे.

Nudibranch या Slugs विविध रंगी व भडक असतात. त्यांचे हे भडक रंग त्यांच्या भक्षकांना दूर दूर ठेवण्यासाठी उपयोगी पडतात.

भारतात यांच्या प्रजाती साधारणतः १६००पर्यंत आढळून आल्या आहेत. मात्र जलप्रदूषण, शंखांकरता केली जाणारी यांची मासेमारी किंवा किनाऱ्यानजिक होत राहणारी विकासकामे यांच्यामुळे गोगलगायींच्या संख्येत घट होताना दिसत आहे. टेलिस्कोपियम टेलिस्कोपियम यासारख्या गोगलगायी तर फारच विरळ झालेल्या आहेत. काही Gastropods IUCN रेड लिस्टमध्ये (संकटग्रस्त गट) समाविष्ट झालेले आहेत.

निसर्गात जसे गिधाडे, कावळे, यांचे महत्त्व आहे तेवढेच महत्त्व गोगलगायींचेदेखील आहे. त्यांच्या शरीररचनेतील विविधता, आकर्षक रंग, निरनिराळ्या अधिवासांत जुळवून घेण्याची क्षमता; तसेच मानवी जीवनातील त्यांची उपयुक्तता यामुळे यांचा अधिक अभ्यास होणे फार गरजेचे आहे त्यांच्या संवर्धनाकरता प्रयत्न केले गेले तर जैवविविधतेचा समतोल साधला जाईल.

– शर्वरी कुडतरकर
samikshank@gmail.com

हेमंत लागवणकर

टपालखात्याची पिन कोड पद्धती

दैनंदिन व्यवहारात आपण अनेक आकड्यांचा किंवा आकडे व अक्षरं यांचा समावेश असलेल्या अनेक संकेतांकांचा सातत्यानं वापर करत असतो. आपला मोबाईल क्रमांक, आधार क्रमांक, पॅन म्हणजेच 'पर्मनंट अकाऊंट नंबर', आपला वाहन क्रमांक, पत्ता देताना लिहिला जाणारा पिन कोड अशी अनेक उदाहरणं यासंदर्भानं सांगता येतील. अशा प्रकारच्या संकेतांकांमध्ये वापरलेल्या आकड्यांना आणि अक्षरांना विशिष्ट अर्थ असतो. साधारणपणे हे संकेतांक एकमेव आणि स्वतंत्र असतात. म्हणजेच, या संकेतांकांची पुनरावृत्ती केली जात नाही. त्यामुळे हे संकेतांक निश्चित करताना विशिष्ट तर्कप्रणाली किंवा अल्गोरिथम वापरण्यात येतात. गंमत म्हणजे, हे आकडे आपण अगदी सराईतपणे वापरत असलो तरी ते निश्चित करण्यामागची पद्धती आपल्याला माहीत नसते. या लेखमालेतून अशाच काही आकड्यांसाठी वापरल्या जाणाऱ्या प्रणालींची माहिती आपण करून घेणार आहोत.

१५ ऑगस्ट १९७२ या दिवशी म्हणजे, आपल्या देशाच्या २५व्या स्वातंत्र्यदिनी भारतीय टपालखात्यानं आपल्या वितरण पद्धतीमध्ये एक महत्त्वाची सुधारणा केली. या सुधारणेमुळे देशभरात होणारा पत्रांचा प्रवास सुकर होण्यास मदत झाली. भारतीय टपाल व्यवस्थेत आमूलाग्र बदल घडवून आणणारी ही सुधारणा म्हणजे 'पिन कोड प्रणाली' होय. 'पिन कोड'चा अर्थ 'पोस्टल इंडेक्स कोड'. ही प्रणाली तयार केली ती एका मराठमोळ्या अधिकाऱ्यानं, श्रीराम भिकाजी वेलणकर यांनी. वेलणकर हे त्यावेळी संचार मंत्रालयामध्ये अतिरिक्त सचिव म्हणून कार्यरत होते. भारतातलं टपालव्यवस्थेचं काम कसं चालतं, त्यामध्ये काय अडचणी येतात याची त्यांना जाण होती. आपल्या देशाचा मोठा विस्तार, भौगोलिक विविधतेबरोबरच असलेली समानता यांमुळे टपालखात्याला अनेक अडचणींना सामोरं जावं लागत असे. समान नावं असलेली अनेक गावं आपल्या देशात आहेत. पण नावं समान असली तरी वेगवेगळ्या भाषांमध्ये ही नावं वेगवेगळ्या स्पेलिंगांनी लिहिली जातात. त्याकाळी 'पत्र पाठवणं' हे दूरसंचाराचं एकमेव प्रभावी आणि परवडणारं साधन होतं. त्यामुळे पत्रांचा ओघ पुष्कळ असायचा. सहाजिकच, पत्र मिळण्यास विलंब व्हायचा; पत्र भलत्याच पत्त्यावर पोहोचवलं जायचं. उदाहरणार्थ, महाराष्ट्रातल्या औरंगाबाद इथं पाठवायचं पत्र टपालखात्याकडून बिहारमधल्या औरंगाबाद शहरात पाठवलं गेल्याच्या अनेक घटना त्याकाळी घडल्याचं निदर्शनास आलं होतं. भारतीय टपालव्यवस्थेत असलेली ही त्रुटी दूर करण्यासाठी श्रीराम वेलणकरांनी सहा अंकांचा एक क्रमांक तयार केला. यालाच 'पिन कोड' असं म्हटलं गेलं. पिन कोडमुळे प्रत्येक पत्त्याला स्वतंत्र ओळख प्राप्त झाली.

ही पिन कोड प्रणाली अत्यंत सोपी असली तरी तर्कशुद्ध पद्धतीनं तयार केली होती. आपल्या देशाची विभागणी आठ भौगोलिक क्षेत्रांमध्ये केली गेली. सैन्यदलासाठी असलेल्या विशेष टपाल सेवेसाठी (आर्मी पोस्टल सर्व्हिस - एपीएस) एक स्वतंत्र क्षेत्र म्हणून मान्यता दिली गेली. प्रत्येक क्षेत्राला एक विशिष्ट क्रमांक देण्यात आला. ही क्षेत्रं आणि त्यांचे क्रमांक पुढीलप्रमाणे–

देशाच्या उत्तर विभागातील राज्ये

क्षेत्र क्र. १ - दिल्ली, हरियाणा, पंजाब, हिमाचल प्रदेश, जम्मू-काश्मीर, चंदीगड

क्षेत्र क्र. २ - उत्तर प्रदेश, उत्तराखंड

देशाच्या पश्चिम विभागातील राज्ये

क्षेत्र क्र. ३ - राजस्थान, गुजरात, दमण आणि दीव, दादरा आणि नगर हवेली

क्षेत्र क्र. ४ - महाराष्ट्र, मध्य प्रदेश, छत्तीसगड

देशाच्या दक्षिण विभागातील राज्ये

क्षेत्र क्र. ५ - आंध्र प्रदेश, तेलंगणा, कर्नाटक, गोवा

क्षेत्र क्र. ६ - तामिळनाडू, केरळ, पुडुचेरी, लक्षद्वीप

देशाच्या पूर्व विभागातील राज्ये

क्षेत्र क्र. ७ - पश्चिम बंगाल, ओडिशा, आसाम, पूर्वोत्तर राज्ये, अंदमान आणि निकोबार बेटे

क्षेत्र क्र. ८ - बिहार, झारखंड

भारतीय सैन्यदलासाठी विशेष

क्षेत्र क्र. ९ - आर्मी पोस्टल सर्विस (एपीएस)

सहा आकडी पिन कोड क्रमांकातला पहिला अंक हा त्या-त्या क्षेत्रानुसार वरीलप्रमाणे दिला जातो. पिन कोडमधला दुसरा अंक हा त्या क्षेत्रातलं राज्य किंवा राज्यसमूहाशी निगडित असतो. तिसरा अंक त्या विशिष्ट राज्यातल्या जिल्ह्याशी संबंधित असतो. म्हणजेच, पिन कोडमधील पहिले तीन अंक लक्षात घेतले तर आपण देशातल्या कोणत्याही जिल्ह्यात नेमकेपणानं पोहोचू शकतो. टपालखात्याच्या भाषेत सांगायचं तर पिन कोडमधले पहिले तीन अंक मिळून 'सॉर्टिंग डिस्ट्रिक्ट कोड' तयार होतो. त्यानंतर असणारे शेवटचे तीन अंक त्या जिल्ह्यात असणाऱ्या नेमक्या टपाल कार्यालयाचा विशिष्ट क्रमांक दर्शवतो. अशा प्रकारे, सहा आकडी पिन कोडमधील प्रत्येक आकडा हा पत्राच्या योग्य प्रवासासाठी दिशादर्शक ठरतो आणि पत्र योग्य ठिकाणी पोहोचण्यास मदत होते. एका विशिष्ट उदाहरणाच्या साहाय्यानं आपण हे समजून घेऊ या.

समजा, एखाद्या पत्रावर ५६४ ०१२ असा पिन कोड क्रमांक आहे. यातला पहिला अंक ५ आहे. हा अंक विशिष्ट क्षेत्र दाखवतो. ५ या आकड्यामुळे हे समजतं की सदरचं पत्र देशाच्या दक्षिण भागात आंध्र प्रदेश, तेलंगणा, कर्नाटक, किंवा गोवा यांपैकी एका राज्यात पोहोचवायचं आहे. पिन कोड क्रमांकातला दुसरा अंक ६ आहे. हा अंक कर्नाटक राज्य दर्शवतो. पिन कोडमधला तिसरा आकडा ४ आहे. हा ४ आकडा कर्नाटक राज्यातल्या कोलार जिल्ह्यासाठी निश्चित करण्यात आला आहे. म्हणजेच, पिन कोडमधले ५६४ हे तीन आकडे आपल्याला सांगतात, की सदरचं पत्र कर्नाटकमध्ये बेंगळुरूच्या पूर्वेला, आंध्र सीमेच्या जवळ असलेल्या कोलार जिल्ह्यामध्ये पोहोचवायचं आहे. थोडक्यात, '५६४'मुळे 'सॉर्टिंग डिस्ट्रिक्ट' हा कोलार असल्याचं समजतं. पिन कोडमध्ये असलेले त्यानंतरचे ०१२ हे तीन आकडे कोलार जिल्ह्यातल्या बंगारपेट टपाल-कार्यालयाशी संबंधित आहेत. अशा प्रकारे पिन कोडच्या मदतीनं देशातल्या कुठल्याही ठिकाणाहून टाकलेलं हे पत्र नेमकेपणानं बंगारपेट इथं जाऊन पोहोचतं.

टपालपेटीत टाकलेली सगळी पत्रं जमा करून त्यांचं वर्गीकरण करणारे पोस्टमन तुम्ही पाहिले असतील. हातातली पत्रं अत्यंत वेगानं ते वेगवेगळ्या गठ्ठ्यात टाकत असताना पाहून आपल्याला आश्चर्य वाटतं की इतक्या पटापट हे पोस्टमन पत्रावर लिहिलेला पत्ता कसा काय वाचू शकतात?

पण आता तुमच्या लक्षात आलं असेल, की पत्रांचं वर्गीकरण करताना पूर्ण पत्ता वाचण्याची गरजच नसते. पिन कोडमधले फक्त पहिले तीन आकडे वाचून पत्र कोणत्या सॉर्टिंग डिस्ट्रिक्टमध्ये पाठवायचं आहे, ते समजतं. म्हणजेच, वर दिलेल्या उदाहरणाच्या बाबतीत सांगायचं तर, जे पत्र बंगारपेट टपालकार्यालयात येऊन पडतं तेव्हा त्यावर लिहिलेला पत्ता पूर्ण वाचला जातो आणि त्या पत्त्यावर ते पत्र पोहोचवलं जातं.

आपल्या देशात पिन कोडची ही प्रणाली १९७२ पासून वापरण्यात येत असली तरी त्यामागे ऐतिहासिक पार्श्वभूमी आहे. जगामध्ये अशा प्रकारची टपाल कोड प्रणाली १९३२ मध्ये तेव्हाच्या सोव्हिएत महासंघाचा भाग असलेल्या युक्रेन इथं सर्वप्रथम सुरू झाली. परंतु अवघ्या सातच वर्षांत, म्हणजे १९३९मध्ये ही पद्धत बंद केली गेली. त्यानंतर दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात टपालवाहतुकीत मोठी वाढ

झाली आणि त्यातूनच टपालक्रमांक प्रणालीची गरज भासायला लागली. १९४१मध्ये जर्मनीनं दुसऱ्या महायुद्धाच्या काळात पोस्टल कोड प्रणाली आणली. त्यानंतर १९४३मध्ये अमेरिकेने त्याचं अनुकरण करत देशातल्या मोठ्या शहरांसाठी 'झोन इम्प्रूव्हमेंट प्लॅन' सुरू केला. पुढे १९६३मध्ये याच योजनेचं रूपांतर झिप कोडमध्ये झालं आणि ही प्रणाली देशभर प्रचलित झाली. ब्रिटनमध्ये १९५९मध्ये अशा प्रकारची पद्धत सुरू झाली आणि पुढच्या दशकात सगळ्या संयुक्त राष्ट्रांमधून वापरली जायला लागली. १९५८मध्ये अर्जेंटिना, १९६४मध्ये फ्रान्स, आणि त्यानंतर १९६८मध्ये जपान या देशांत पिन कोड प्रणाली स्वीकारली गेली. १९७२मध्ये भारतातसुद्धा आपल्या देशाच्या भौगोलिक रचनेनुसार आखण्यात आलेल्या पिन कोड प्रणालीच्या वापराला सुरुवात झाली. भारतासाठी टपालखात्यातली ही सुधारणा अत्यंत महत्त्वाची ठरली. कारण देशाच्या लोकसंख्येनं त्यावेळी पन्नास कोटींचा आकडा ओलांडला होता. त्यामुळे भारतातली टपालव्यवस्था आणि वितरण हे जगातल्या सर्वांत मोठ्या टपालव्यवस्थेपैकी एक होतं. पिन कोड प्रणालीमुळे पत्रवहन प्रक्रियेला सुलभता, शिस्तबद्धता आणि विश्वासार्हता मिळाली. अगदी दूरवरच्या खेड्यातून पाठवलेलं पत्रही योग्य ठिकाणी पोहोचेल, याची खात्री सर्वसामान्यांना पटली.

आता पन्नास वर्षांपेक्षा जास्त काळ लोटला असला तरी त्याकाळी सुरू करण्यात आलेली पिन कोड प्रणाली आजदेखील वापरात आहे. विशेष म्हणजे, सध्याच्या डिजिटल युगामध्येसुद्धा पिन कोडची उपयुक्तता जरादेखील कमी झालेली नाही. याउलट, ऑनलाईन खरेदी, बँकिंग, आधार नोंदणी, कुरिअर सेवा, लॉजिस्टिक्स, आणि अगदी डिजिटल मॅपिंग व जीपीएस नेव्हिगेशन यांसाठीदेखील पिन कोड प्रणाली साहाय्यभूत ठरते आहे. सहा आकड्यांची ही अगदी साधी संकल्पना आजही कोट्यवधी लोकांच्या दैनंदिन जीवनात महत्त्वाची भूमिका बजावते आहे.

– हेमंत लागवणकर

(विज्ञान प्रसारक आणि शैक्षणिक सल्लागार)

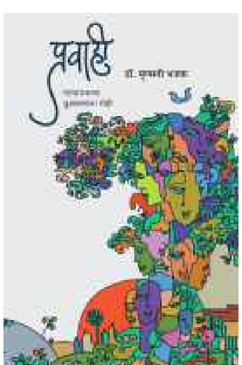
https://hemantlagvankar.com/

ग्रंथाली

प्रवाही

नात्यांमधल्या सुखावणाऱ्या गोष्टी

डॉ. मृण्मयी भजक

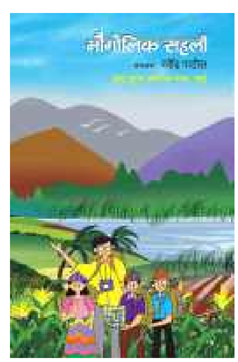


मूल्य ३५० रुपये

सवलतीत २१० रुपये

भौगोलिक सहली

संकलक : रवींद्र पाटील



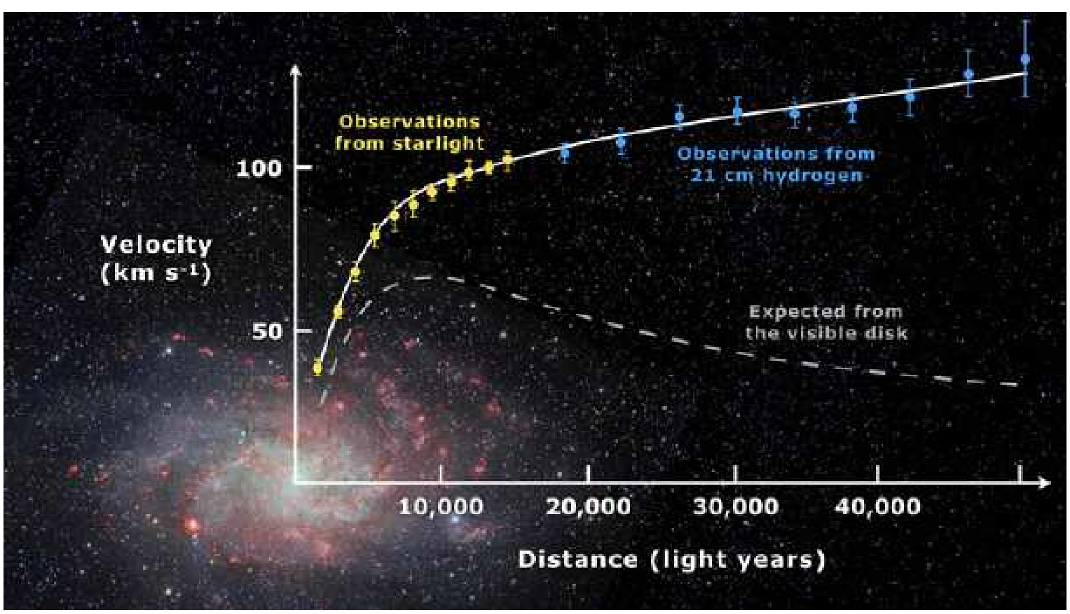
मूल्य २५० रुपये

सवलतीत १५० रुपये

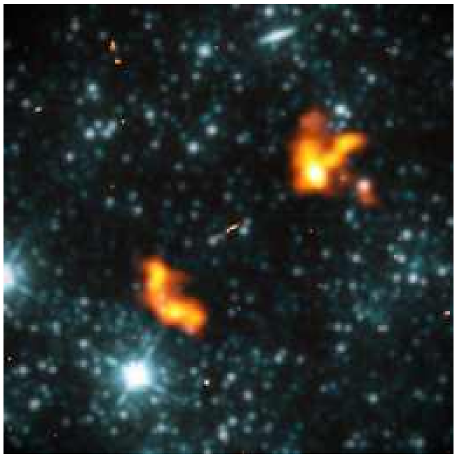
आनंद घैसास

सर्वात मोठी आकाशगंगा?

आकाशगंगा (दीर्घिका) म्हणजे तारे, ग्रह, तेजोमेघ आणि इतर खगोलीय वस्तूंचा एक विशाल संग्रह असतो, जो एका आंतरतारकीय द्रव्याच्या माध्यमाने वेढलेला असतो आणि गुरुत्वाकर्षणाच्या बलाने एकत्र धरून ठेवलेला असतो. परंतु या दीर्घिकांना नैसर्गिकपणे एक निश्चित अशी सीमा नसते. त्यांच्या केंद्रापासून वाढत्या अंतरामुळे दरम्यानच्या तारकीय घनतेमध्ये हळूहळू घट होत असल्याचे वैशिष्ट्य मात्र सगळ्याच दीर्घिकांमध्ये दिसते. यामुळे, त्यांचा नेमका आकार मोजणे अनेकदा कठीण होते. हे आकार शोधणेसुद्धा आपल्या शोध उपकरणांच्या संवेदनशीलतेवर आणि त्यात वापरल्या जाणाऱ्या पद्धतींवर अवलंबून असते. अर्थात त्यातून जे विस्तृत परिणाम मिळतात, त्यांचा वापर करून मग एक सीमारेषा आखली जाते, ठरवली जाते. काही दीर्घिका तर दृश्यमान वर्णपटाच्या (स्पेक्ट्रमच्या) बाहेर असणाऱ्या तरंगलांबींमध्ये अधिक जोरदार प्रारणे उत्सर्जित करत असतात, तसेच त्यांच्या एकूण तारकीय संख्येवर अवलंबून असते, कारण ज्यांचे तारे शोध श्रेणीच्या पलीकडे असलेल्या इतर तरंगलांबींमध्ये अधिक जोरदार उत्सर्जन करू शकतात, तेही गृहीत धरावे लागतात. दीर्घिकांचा आकार मोजण्याचा प्रयत्न करताना त्यांच्या आकारविज्ञानाचा विचार करणेदेखील महत्त्वाचे आहे – हा मुद्दा रशियन खगोलभौतिकशास्त्रज्ञ बी.ए. व्होरोंत्सोव्ह आणि वेल'यामिनोव्ह या दोघांनी इ.स.१९६१ मध्येच उपस्थित केला होता. त्यामुळे सर्पिल आणि लंबवर्तुळाकार



दृश्य प्रारणांपेक्षा इतर प्रारणांमधून दिसणाऱ्या दीर्घिकेची खरी व्याप्ती बरीच मोठी आहे असे दर्शवणारा आलेख



छोट्याशा दीर्घिकेतून लांबवर गेलेले रेडिओ फवाऱ्यांचे लोळ

एकत्रित संगठन असणारी अंडाकृती दीर्घिका

एकच भुजा बऱ्याच लांबवर पसरलेली दीर्घिका

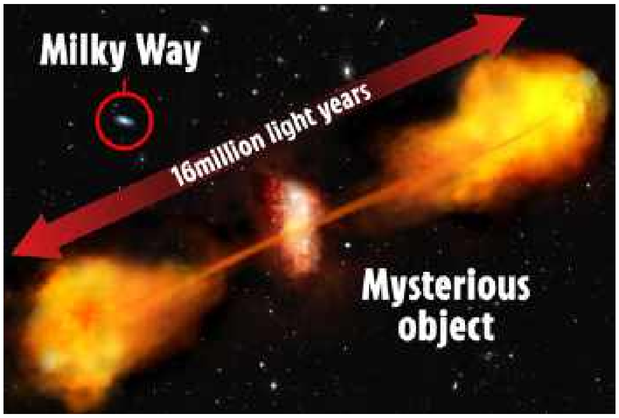
अंड्याप्रमाणे सलग आकार दिसणाऱ्या दीर्घिकांचे आकार मोजण्यासाठी स्वतंत्र निर्धारण पद्धतींचा विचार करावा लागतो. चकलीच्या आकाराच्या दीर्घिकांच्या काही भुजा कधी कधी फारच दूरवरपर्यंत फाकलेल्या दिसून येतात, तर काही वेळा दृश्य प्रारणांपेक्षा इतर प्रारणे पाठवणारे वस्तुमान प्रत्यक्ष दिसणाऱ्या दीर्घिकेच्या व्यासाच्या तिप्पट दूरवरदेखील आढळून येते. अशावेळी कमीत कमी दीप्ती किंवा उत्सर्जन समानता दर्शवणाऱ्या दोन विरुद्ध कडांवर असणाऱ्या ताऱ्यांची असणारी उपस्थिती, मग ती कोणत्याही प्रारणातून प्राप्त होत असेल, तर ती ग्राह्य धरून, ती त्या दीर्घिकेची एकूण व्याप्तीमर्यादा असे तेव्हा निर्धारित करण्यात येते.

हे प्रथम देण्याचा मुख्य उद्देश म्हणजे सध्या विविध माध्यमांवर सर्वात मोठ्या आकाराच्या दीर्घिकांबद्दल चालत असलेली चर्चा. त्यातही जेम्स वेब दुर्बिणीतून सातत्याने येणारे नव्या संशोधनाचे दाखले आणि त्यावर प्रसारमाध्यमांनी उगीचच वाढवून सांगितलेले शोध आणि चित्रकारांकडून त्याला पाठिंबा देणारी, खास संगणकीय प्रतिमाने किंवा 'ए-आय'सारख्या प्रणाली वापरून तयार केलेली चित्रे. सामान्य माणसांना कळतही नाही मग खरे काय आणि हे वाढवून सांगितलेले प्रकार काय... असो. तर प्रश्न असा होता, की आजवर माहीत झालेली सर्वात मोठी दीर्घिका कोणती?

दीर्घिकांचा नुसता आकार नाही तर त्यात असलेल्या घटकांचे अंतर्गत वितरण, त्यांची एकूण घनता, यावरून दीर्घिकेचे वस्तुमान ठरते. मोठेपणा दोन प्रकारे ठरतो. एक वस्तुमान किती आणि दीर्घिकेने व्यापलेली जागा किती, म्हणजे तिचा दिसणारा आकार किती?

पन्नासएक वर्षांपूर्वी आपली आकाशगंगाच फार प्रचंड आकाराची आहे असा समज होता आणि तिची शेजारीण देवयानी (ॲण्ड्रोमेडा) दीर्घिका ही साधारणत: आपल्या आकाशगंगेच्या दीडपट आकाराची अर्थात आपल्यापेक्षा मोठी, शिवाय त्यात जास्त तारे असणारीही आहे हे सर्वज्ञात झाले होते. त्यानंतर अवकाशीय दुर्बिणींचे नवे पर्व सुरू झाले आणि रेडिओ, अवरक्त प्रारणांच्या शिवाय काही खास ठरवलेल्या तरंगलांबींच्या, जसे 'हायड्रोजन-१' आणि 'हायड्रोजन-२' यामधून येणारी प्रारणे गोळा करून त्यावरून शोध घेणाऱ्या दुर्बिणी हाताशी आल्या. त्यामुळे वेगळी आणि विविध प्रकारची निरीक्षणे हाती येत गेली.

आज 'पोर्फिरियन' ही पृथ्वीपासून सुमारे ७.५ अब्ज प्रकाशवर्षे अंतरावर असलेली 'फॅनारॉफ-रिले वर्ग II रेडिओ दीर्घिका' प्रकारची (दीर्घिकांचे प्रकार आणि त्यांचे वर्गीकरण याबद्दल नंतर कधीतरी सविस्तर पाहू) दीर्घिका मिळाली आहे, जिचे वैज्ञानिक नामकरण 'J152932.16+601534.4' असे केले जाते. ती आकाराने सर्वात मोठी आहे असे दिसून आले आहे. 'कालेय' (ड्रेको) तारकासमूहात ही दिर्घिका आहे आणि 'मार्टिन ओई' यांच्या नेतृत्वाखालील आंतरराष्ट्रीय संशोधक संघाने 'लो-फ्रिक्वेन्सी ॲरे' (LOFAR) या रेडिओ दुर्बिणीच्या विदामधून (डेटामधून) ती शोधली. 'पोर्फिरियन'मध्ये आजपर्यंत ओळखल्या गेलेल्या कोणत्याही रेडिओ दीर्घिकेतील सर्वात लांब अंतरापर्यंत फेकले गेलेले रडिओ तरंग उत्सर्जन करणारे फवारे (जेट) आहेत, ज्यामध्ये ७ मेगापार्सेक (सुमारे २३ दशलक्ष प्रकाशवर्षे) दूरपर्यंत पसरलेल्या सघन फवाऱ्यांच्या रचना आहेत, ज्यामुळे ती दीर्घिकांच्या उत्पत्तीची सर्वात मोठी ज्ञात रचना बनली आहे. इ.स. २०२२मध्ये याच संघाने शोधलेल्या 'अल्सिओनियस' या दीर्घिकेला आता तिने मागे



अल्सीओनिअस – १६ प्रकाशवर्षे लांबीपर्यंत रेडिओ फवारे

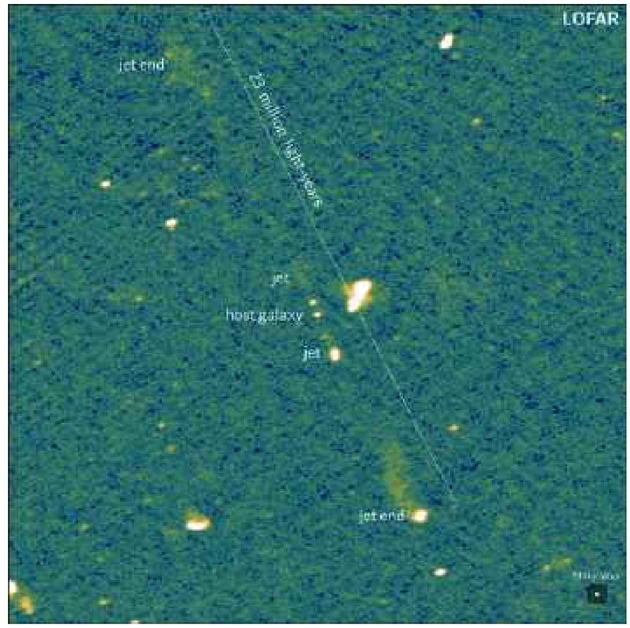
टाकले आहे, ज्यामध्ये ५ मेगापार्सेक (१६ दशलक्ष प्रकाशवर्षे) लांबीच्या रेडिओ फवाऱ्यांच्या रचना मिळाल्या होत्या. त्यामुळे सगळ्यात मोठ्या गणल्या जाणाऱ्या दीर्घिकांच्या क्रमवारीमध्ये आता थोडा बदल घडला आहे.

'पॉर्फिरियन'चा अहवाल सर्वप्रथम 'नेचर'मधील एका शोधनिबंधामध्ये मार्टिजन ओई (लीडेन युनिव्हर्सिटी/कॅल्टेक) आणि त्यांच्या सहकाऱ्यांनी नोंदवला होता, जो १९ सप्टेंबर २०२४ रोजीच्या अंकात प्रकाशित झाला होता. उत्तर गोलार्धाच्या आकाशाचा 'इंटरफेरोमेट्रिक रेडिओ सर्वेक्षण' करणाऱ्या, 'लो फ्रिक्वेन्सी अॅरे'च्या (LOFAR) 'टू-मीटर स्काय सर्व्हे'मधून (LoTSS) अधिक पुरावे हाती लागल्यावर तो प्रकाशित झाला होता. 'पॉर्फिरियन रेडिओ जेट' हा या संघाने शोधलेल्या नवीन महाकाय रेडिओ दीर्घिकेचा एक भाग होता. या दीर्घिकेच्या केंद्राशी असणाऱ्या महाप्रचंड कृष्णविवरातून हे फवारे दीर्घिकेच्या मुख्य तबकडीच्या काटकोनात बाहेर फेकले जात आहेत.

ऑक्स्फर्ड विद्यापीठातील सह-संशोधक 'आयविन गॅस्ट' यांनी ग्रीक पौराणिक कथेतील एका महाकाय राक्षसाच्या, पॉर्फिरियनच्या नावावरून, या महाकाय कृष्णविवरातून उत्पन्न होणाऱ्या रेडिओ फवाऱ्याच्या लोळाप्रमाणे दिसणाऱ्या रचनेला खरे तर हे नाव सुचवले, तेच आता या दीघिकेचे नाव बनले आहे.

पोर्फिरियन रेडिओ फवारा ज्या दीर्घिकेतून उद्भवला तो शोधण्यासाठी, भारतातील 'जायंट मीटरवेव्ह रेडिओ टेलिस्कोप' आणि ॲरिझोनामधील 'डार्क एनर्जी स्पेक्ट्रोस्कोपिक उपकरणातील' मूळ विदांचा साहाय्यक वापर करण्यात आला. ही निरीक्षणे 'J152932.16+601534.4' या दीर्घिकेकडे निर्देशित केली गेली, जी प्रत्यक्ष दीर्घिकेपेक्षा सुमारे १० पट जास्त विशाल आहेत.

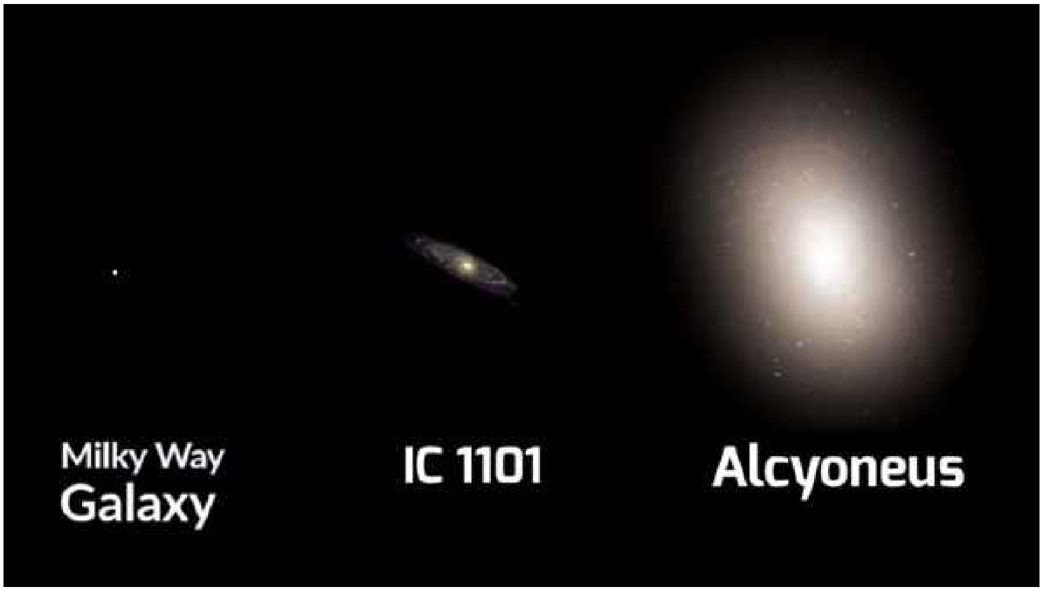
शोधाचा अहवाल देणाऱ्या टीमने पोर्फिरियनला एका



पॉर्फिरियन – २३ प्रकाशवर्षे लांबीपर्यंत जाणारे रेडिओ फवारे

महाकाय रेडिओ दीर्घिकेऐवजी 'ब्लॅक होल जेट्स सिस्टिम' म्हणून वर्णन केले, कारण रेडिओ दीर्घिकेची रेडिओ फवाऱ्यांची (जेट) रचना, औपचारिकपणे दीर्घिकेचा भाग म्हणून धरायची की नाही, या बाबतही सध्या विवाद आहेत. रेडिओ दीर्घिका या एका विशेष वर्गातील वस्तू समजल्या जातात, ज्यामध्ये तिच्या मध्यवर्ती महाकाय कृष्णविवरांद्वारे 'सुपरमॅसिव्ह ब्लॅक होल'द्वारे त्या कार्यान्वित होत असतात. सापेक्षतावादी तत्त्वे या रेडिओ फवाऱ्यांद्वारे (जेट्सद्वारे) निर्माण होणाऱ्या, पुढे गोलाकार रचना असणाऱ्या दांडुक्यासारख्या रचनेच्या उपस्थितीद्वारे, वैशिष्ट्यीकृत करतात. महाकाय रेडिओ दीर्घिका सामान्य रेडिओ दीर्घिकांपेक्षा वेगळ्या आहेत, कारण त्या खूप मोठ्या श्रेणीपर्यंत वाढू शकतात, त्यांच्या यजमान दीर्घिकेच्या व्यासापेक्षा खूप मोठ्या, अनेक मेगापार्सेकपर्यंत वर पोहोचू शकतात. म्हणूनच हा भागही यजमान दीर्घिकेतलाच म्हणायचा की नाही अशी चर्चा आहे. परंतु आपण तसा तो आहे असे मानायला काहीच हरकत नाही. कारण त्याचे मूल कारणच केंद्रात असणारे कृष्णविवर आहे.

हवाई येथील 'डब्ल्यू. एम. केक' वेधशाळेचा वापर करून (ही जगातली सर्वात मोठी दृश्य प्रारणात काम करणारी, १० मीटर व्यासाच्या दोन आरशांनी बनलेली, द्विनेत्री स्वरूपात आकाशाकडे पाहणारी वेधशाळा आहे) हे दाखवण्यात आले आहे की 'पोर्फिरियन रचना' पृथ्वीपासून सुमारे ७.५ अब्ज प्रकाशवर्षे अंतरावर आहे. अर्थात विश्वाच्या निर्मितीकालापासून हा कालावधी फक्त ६.३ अब्ज



आपली आकाशगंगा, आय सी ११०१ आणि अल्सीओनियस या तीन दीर्घिकांचे तुलनात्मक आकार

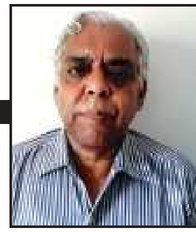
वर्षे वयाचा होतो... निरीक्षणातून असेही दिसून आले की पोर्फिरियन फवारे एका रेडिएटिव्ह-मोड असणाऱ्या सक्रिय कृष्णविवरातून उदयास आले आहेत, साध्या जेट-मोड अवस्थेतील कृष्णविवरातून उद्भवलेले नाहीत. या पोर्फिरियनच्या दोन फवाऱ्यांची (जेट्ची) एकत्रित क्षमता (जेट पॉवर) $१०^{३९}$ वॅट आहे, जी अनेक महापरार्ध सूर्यांच्या ऊर्जा उत्पादनाइतकी आहे.

ओई आणि त्यांचे सहकारी असा विश्वास करतात की 'विश्वातील प्रत्येक जागा वैश्विक काळात कधीतरी कृष्णविवरांच्या क्रियाकलापांनी प्रभावित झाली असावी'. ते असेही सुचवतात की पोर्फिरियनसारख्या महाकाय फवाऱ्यांच्या रचनांचा (जेट सिस्टमचा) तरुण विश्वातील दीर्घिकांच्या निर्मितीवर पूर्वीच्या विश्वापेक्षा जास्त प्रभाव पडला असावा आणि ते असेही सुचवतात की या महाकाय जेटच्या परिणामतःच विश्वात कदाचित चुंबकत्व पसरू शकले असावे.

आधी एका ठिकाणी उल्लेख केलेले 'अल्सिओनियस' हे दीर्घिकेला दिलेले नावही असेच ग्रीक पुराणातील एका महाराक्षसाचेच नाव आहे. ही आता आकारात दुसऱ्या क्रमांकावरची मोठी दीर्घिका आहे. हीसुद्धा आपल्या आकाशगंगेच्या तुलनेत बरीच मोठी आहे. या अंड्याच्या आकाराच्या दीर्घिकेचा मोठा व्यास सुमारे १६ दशलक्ष प्रकाशवर्षे लांबीचा आहे. म्हणजेच आपल्या आकाशगंगेच्या तुलनेत सरळसरळ १६० पटींहून ही अधिक लांबीची आहे. तर आपल्यापासून ती सुमारे ३ अब्ज प्रकाशवर्षे दूरवर आहे. या दोन्ही दीर्घिकांच्या तुलनेत आधी 'IC1101' ही दीर्घिका सर्वात मोठी समजली जात असे. जी सुमारे १.९५६९ दशलक्ष (सुमारे २० लाख) प्रकाशवर्षे व्यासाची आहे. आपली आकाशगंगा तर फक्त ५२,८५० प्रकाशवर्षे व्यासाची आहे. तर सुमारे ३२० मेगापार्सेक अंतरावर म्हणजे सुमारे १.०५ अब्ज प्रकाशवर्षे आपल्यापासून दूरवर आहे.

मात्र या तीनही दीर्घिकांपेक्षाही कदाचित मोठ्या आकाराच्या रचना विश्वनिर्मितीच्या प्राथमिक काळात अस्तित्वात असाव्यात, असा एक अंदाज आता बांधला जातो. कारण पूर्णपणे नीट निरीक्षणे मिळालेली नसली तरी अशा शंका येण्याची स्थिती दर्शवणाऱ्या काही जागा आता मिळालेल्या आहेत, ज्या याही दीर्घिकांच्या दुपटी-तिपटीच्या आकाराच्या आहेत. त्याही एक-दोन नाही, तर चक्क १५ अशा जागा मिळाल्या आहेत. त्यावर अधिक संशोधने करण्याची आता आवश्यकता भासू लागली आहे. कारण त्यातूनच कृष्णविवरांचा दीर्घिकांची निर्मिती होण्याशी कसा आणि किती संबंध आहे ते कदाचित कळून येण्याची शक्यता आहे. कारण आज मिळालेल्या हजारोंच्या संखेत असणाऱ्या प्रत्येक मोठ्या (आपल्या आकाशगंगेएवढ्या किंवा त्याहून मोठ्या) दीर्घिकांच्या केंद्राशी महाकाय कृष्णविवरे आढळलेली आहेत.

– आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com



शरद काळे

कॉफीची कहाणी

सुमारे तेराशे वर्षांपूर्वी, इथिओपियाच्या पर्वतरांगांमध्ये काल्डी नावाच्या एका मेंढपाळ मुलाने आपल्या शेळ्यांना विचित्रपणे वागताना पाहिले. त्या वेड्यावाकड्या उड्या मारीत होत्या, मध्येच सुसाट धावत सुटत होत्या तर मध्येच एकमेकींशी झुंजत होत्या. त्या अशा का वागतात ह्याचे कोडे त्याला दुसऱ्या दिवशी उलगडले! दुसऱ्या दिवशी त्याने त्यांचा पाठलाग केला आणि पाहिले की पर्जन्यारण्यातील गर्द झाडांखाली असलेल्या, गर्द आणि मुलायम हिरव्याकंच पानांच्या छोट्या छोट्या झाडांवरील गुच्छागुच्छांनी लागलेली लालचुटूक फळे त्या खात होत्या. ही फळे करवंदासारखी किंवा छोट्या बेरी किंवा बोरांसारखी दिसत होती. काल्डीने त्यातील एक बेरी तोडली, तोंडात टाकली. तिचा गर अल्पसाच पण गोडसर होता आणि आत दोन बिया होत्या. त्याने त्या देखील चावल्या, त्या चावायला कठीण आणि चवीला कडू लागल्या, पण अवघ्या पंधरा मिनिटांत त्याला तरतरी आली, उत्साह वाढला, त्याच्या पावलांना चपळपणा आला आणि तो आपल्या शेळ्यांसोबत उड्या मारत फिरू लागला! तर ही आहे इथिओपियातील काफा प्रदेशाच्या डोंगराळ भागातील कॉफीच्या शोधाची गोष्ट! ही कदाचित जगातील सर्वाधिक वापरल्या जाणाऱ्या मानसोपचार (सायकोक्टिव्ह) औषधाची अवतारकथा होती. ती लालचुटूक फळे आणि त्यातील बिया इथियोपियाच्या थंड व दमट हवामानातून जगभर पसरल्या, कॉफीया (Coffea) या वनस्पतीसाठी आजही तसेच हवामान सर्वाधिक अनुकूल आहे.

या बियांचे आणि त्यांच्या परिणामांचे वृत्त पसरल्यावर, विविध धर्मांतील आणि देशांतील पुजारी दीर्घकाळ चालणाऱ्या पूजा-उपासनांमध्ये जागे राहण्यासाठी या बिया चघळू लागले. पत्रकार मार्क पेंडरग्रास्ट यांनी सन १९९९मध्ये लिहिलेल्या Uncommon Grounds या पुस्तकात कॉफीच्या बिया भाजून त्यापासून पेय तयार होण्यासाठी शेकडो वर्षे लागली असा उल्लेख केला आहे. नंतर येमेनमध्ये कॉफीची लागवड सुरू झाली आणि येथील मोका (Mocha) या बंदरशहरातून हे लोकप्रिय पेय इस्लामी जगतातील कॉफी हाउसपर्यंत पोहोचले. व्हेनेशियन व्यापाऱ्यांनी ही पेयपद्धती युरोपमध्ये लोकप्रिय केली, पण ते अजूनही भाजलेल्या बियांसाठी अरब व्यापाऱ्यांवर अवलंबून होते. अरबांनी जिवंत रोपे कडेकोटपणे जपली आणि निर्यात होणाऱ्या बियांचे एका विशिष्ट प्रक्रियेद्वारे अंकुरण अशक्य केले. म्हणजे त्या बियांपासून नवीन झाडे वाढण्याची शक्यता नव्हती. कॉफी (Coffea arabica, C. canephora इत्यादी) ही शीत आणि कोरड्या वातावरणात न टिकणाऱ्या बियांच्या (recalcitrant seeds) गटातील आहे. या गटातील बियांचा अंकुरणक्षमता काळ योग्य ओलसर स्थितीत साधारण २-४ आठवडे म्हणजे असाही खूपच कमी असतो. अंकुरणासाठी जिवंत भ्रूण (embryo) आणि त्याच्या भोवती असलेली एंडोस्पर्म ऊतक अखंड आणि ओलसर असणे आवश्यक असते. ऐतिहासिक नोंदींनुसार, अरब व्यापारी कॉफी बिया निर्यात करण्यापूर्वी बिया भाजून किंवा अर्धवट उष्णता देऊन (parching) त्यांच्या भ्रूण पेशी मारत असत. कधी सूर्यप्रकाशात दीर्घकाळ वाळवून बीजातील ओलावा इतका कमी करत की भ्रूण कोरडा पडून जिवंत राहत नसे. काही वेळा पाण्यात उकळवत किंवा मिठाच्या द्रावणात ठेवत होते. त्यामुळे पेशींतील एन्झाइम नष्ट होत. भ्रूणातील प्रथिने, एन्झाइम आणि पेशींआवरण उष्णतेमुळे अस्थिर (denature) होतात. उष्णता किंवा अतीकोरडेपणा पेशींमधील सायटोप्लाझ्मिक पाणी काढून टाकतो, ज्यामुळे पेशी मृत होतात. परिणामी बीज आकाराने अखंड दिसले,

तरी त्याचा भ्रूण मृत असल्याने त्याला अंकुर फुटत नाही. व्यापाऱ्यांना कॉफी पेय म्हणून विक्री चालू ठेवता येई, पण इतरांना रोपे तयार करण्यासाठी जिवंत बिया मिळत नसत. अशा प्रकारे अरबांनी कॉफीची एकाधिकारशाही (monopoly) शतकानुशतके टिकवली.

साधारण बिया दोन प्रकारांत विभागल्या जातात :

१. **पारंपरिक बिया –** वाळवून दीर्घकाळ साठवता येतात (उदा. गहू, तांदूळ, कडधान्ये, तृण धान्ये).

२. **शीत आणि कोरड्या वातावरणात न टिकणाऱ्या –** बिया वाळवल्या किंवा थंड वातावरणात ठेवल्या तर लगेच मरतात.

शीत आणि कोरड्या वातावरणात न टिकणाऱ्या (reecalcitrant seeds) बिया कोरड्या आणि थंड साठवणुकीत त्यांची अंकुरण्याची क्षमता पटकन गमावून बसतात. या बियांची वैशिष्ट्ये अशी आहेत :

- **पाण्याची गरज जास्त –** या बियांमध्ये पाण्याचे प्रमाण जास्त (साधारण ३०–७०%) असते.
- **कोरडेपणा सहन होत नाही –** कोरड्या वातावरणात ठेवल्यावर बीजातील जिवंत पेशी नष्ट होतात.
- **शीतगृहातील साठवण –** तापमान खूप कमी केल्यास (उदा. फ्रीजमध्ये) पेशींमध्ये बर्फ तयार होऊन भ्रूणाच्या पेशी मरतात.
- **दीर्घकाळ साठवण अशक्य –** या बिया लगेच पेराव्या लागतात. उदा. आंबा, नारळ, जॅकफ्रूट (फणस), कोको, रबर, महुआ, कॉफी.

सतराव्या शतकापर्यंत, इंग्लंडसह युरोपभर कॉफी हाऊस जलद गतीने लोकप्रिय झाली. विशेषतः लंडन आणि ऑक्स्फर्ड येथील पेनी युनिव्हर्सिटी प्रसिद्ध झाल्या – जिथे समाजातील विविध स्तरांतील लोक उत्साही चर्चांमध्ये, बातम्या शेअर करण्यात आणि बौद्धिक वादविवादात सहभागी होत. पेनी युनिव्हर्सिटी ही १७व्या–१८व्या शतकात इंग्लंडमध्ये प्रचलित असलेला एक लोकप्रिय संकल्पना होती. त्या काळात कॉफी हाउस ही ज्ञान, चर्चा, आणि वादविवाद यांची केंद्रे होती. लोक तिथे एक पेनी देऊन कॉफी घेऊ शकत आणि त्याचबरोबर विविध विषयांवर चर्चा करणाऱ्या लोकांमध्ये सहभागी होऊ शकत. यामागचे तत्त्व असे होते की –

- एक पेनी (त्या काळातील लहान रक्कम) देऊन तुम्हाला फक्त पेयच नाही, तर मोफत शिक्षण आणि बौद्धिक चर्चा करायला आणि ऐकायला मिळायची.
- व्यापारी, शास्त्रज्ञ, लेखक, राजकारणी, खलाशी, आणि सामान्य नागरिक – सगळे तिथे जमायचे.
- विज्ञान, राजकारण, तत्त्वज्ञान, साहित्य, शेअर मार्केट, प्रवास, शोध, अशा अनेक विषयांवर वादविवाद व्हायचे.

पेनी युनिव्हर्सिटी हे नाव या कल्पनेतून आले. एखाद्या विद्यापीठात जाऊन शिकण्यासाठी मोठे शुल्क भरावे लागते, पण इथे फक्त एक पेनी देऊन तुम्हाला तितकेच (किंवा कधी कधी जास्त) ज्ञान मिळते. उदाहरणार्थ, आयझॅक न्यूटन, ॲडम स्मिथ, सॅम्युअल पेप्स अशा नामवंतांनी अशा कॉफी हाउसमध्ये चर्चा केल्याची नोंद आहे.

मध्ययुगात युरोपमध्ये धर्मसंस्था, अंधश्रद्धा, आणि परंपरा यांचा मोठा प्रभाव होता. पुनर्जागरण (Renaissance) काळात कला, साहित्य, आणि विज्ञानाचे पुनरुज्जीवन झाले. त्यानंतरच्या वैज्ञानिक क्रांतीने (Scientific Revolution) लोकांच्या विचारसरणीत बदल घडवून आणला. लोकांनी जग, निसर्ग आणि समाज तर्काने समजून घेण्याचा प्रयत्न सुरू केला. एनलाइटनमेंट काळ किंवा प्रबोधनाचा काळ (Enlightenment Age) हा १७व्या शतकाच्या शेवटापासून १८व्या शतकाच्या अखेरपर्यंत युरोपमध्ये घडलेला एक महत्त्वाचा वैचारिक आणि सांस्कृतिक चळवळीचा काळ होता. याला कधी कधी –Age of Reason (तर्काचा युग) असेही म्हटले जाते. त्याची प्रमुख वैशिष्ट्ये :

- तर्कवाद (Rationalism) – मानवी मेंदू आणि तर्कशक्तीच्या आधारे जग समजून घेणे.
- विज्ञानाचा विकास – निरीक्षण, प्रयोग, आणि पुराव्यावर आधारित विचारसरणी.
- मानवकेंद्रित दृष्टिकोन (Humanism) – मानवाच्या हक्कांवर, स्वातंत्र्यावर भर.
- धर्मनिरपेक्षता – राजकारण आणि धर्म यांची वेगळी क्षेत्रे म्हणून मांडणी.
- ज्ञानाचा प्रसार – छापखान्यामुळे पुस्तके, वृत्तपत्रे, मासिके यांचा मोठ्या प्रमाणावर प्रसार.

यात जे प्रमुख आणि नामवंत विचारवंत सामील झाले होते त्यापैकी काही असे होते –

- रेने देकार्त (Renµ Descartes) – I think, therefore I am तत्त्वज्ञान.
- व्हाल्टेअर (Voltaire) – धर्मसहिष्णुता, अभिव्यक्ती स्वातंत्र्याचे पुरस्कर्ते.
- जॉन लॉक (John Locke) – लोकशाही व मानवी हक्कांचे विचार.
- जीन–जॅक रूसो (Jean-Jacques Rousseau) – सामाजिक कराराची संकल्पना.

* इमॅन्युएल कांट (Immanuel Kant) – तर्क आणि नैतिकतेवरील गहन विचार.

त्यामुळे कॉफी हाउस मद्यपानगृहांपेक्षा विचारांची देवाणघेवाण प्रोत्साहित करणारी होती आणि ती तेव्हाच्या एनलाइटनमेंट काळातील विचारसरणीच्या विकासाला पोषक ठरली. ब्रिटनमधील अनेक महत्त्वाच्या संस्था कॉफी हाउसमधूनच जन्मल्या. एडवर्ड लॉयडच्या कॉफी हाउसमध्ये लॉयड्स विमा कंपनी सुरू झाली; जोनाथन्स नावाच्या कॅफेतून लंडन स्टॉक एक्स्चेंजची सुरुवात झाली. रॉयल सोसायटीचे सदस्य नेहमीच कॉफी हाउसमध्ये भेटत. कॉफी हाउसनी ब्रिटनच्या बौद्धिक परिवर्तनाला गती दिली. कॉफीचा दुसरा अवतार, किंवा खरं तर त्यातील कॅफिन, याच्या केंद्रस्थानी होता. कॅफिनचे रेणूस्वरूप अ‍ॅडेनोसिन या मेंदूमध्ये नैसर्गिकरीत्या निर्माण होणाऱ्या रसायनासारखे आहे, जे दिवसभर हळूहळू साचते आणि संध्याकाळी शरीराला विश्रांती घ्यायची सूचना देते. अ‍ॅडेनोसिन रिसेप्टर सक्रिय झाले की शांतता, झोप आणि मनःस्थिती तसेच प्रेरणा नियंत्रित होतात. कॅफिनचे आणि अ‍ॅडेनोसिनचे रासायनिक स्वरूप इतके सारखे असते की कॅफिन मेंदूमधील अ‍ॅडेनोसिन रिसेप्टरशी जोडले जाते, पण त्यांना सक्रिय मात्र करत नाही. त्यामुळे, हे रिसेप्टर व्यापून अ‍ॅडेनोसिनचा मन शांत करणारा परिणाम थांबवते आणि न्यूरॉनची अभिक्रिया वाढवते. कॅफिन घेतल्यावर झोप कमी येते, जागरूकता वाढते, प्रतिसादक्षमता सुधारते आणि ऊर्जा वाढते. थोडक्यात, हे लोकांना अधिक कामसू बनवते, पण दीर्घकालीन परिणाम मात्र शरीरासाठी सुखकारक नसतात.

* अ‍ॅडेनोसिन हा शरीराचा नैसर्गिक थकवा निर्देशक आहे.
* कॅफिन हा अ‍ॅडेनोसिन रिसेप्टर ब्लॉकर आहे.
* जास्त कॅफिनचे सेवन झोपेचे चक्र बिघडवू शकते, हृदयगती वाढवू शकते, आणि व्यसन निर्माण करू शकते.
* दीर्घकाळ कॅफिन वापरल्यास मेंदू अधिक अ‍ॅडेनोसिन रिसेप्टर तयार करू शकतो, ज्यामुळे सहनशीलता (tolerance) वाढते. त्याचा अनिष्ट परिणाम शरीरावर होऊ शकतो.

कॉफीची मागणी वाढत गेली, तसतसे युरोपातील व्यापाऱ्यांनी स्वतःलाच प्रश्न विचारायला सुरुवात केली, आपणच ही बियाणे स्वतः का पिकवू शकत नाही? डच व्यापारी अरबांचा एकाधिकार मोडीत काढणारे पहिले युरोपीय ठरले. त्यांनी जिवंत कॉफीची रोपे मिळवली. ही रोपे चोरून आणली की भेट म्हणून मिळाली याबाबत इतिहासकारांचे मतभेद आहेत १७व्या शतकात सर्वप्रथम सिलोन (श्रीलंका) येथे आणि नंतर जावा (इंडोनेशिया) येथे कॉफीची लागवड सुरू केली. त्यानंतर फ्रेंच लोकांनी ॲम्स्टरडॅम येथील डच बोटॅनिकल गार्डनमधून एक रोप घेतले आणि ते रेयुनियन (बोर्बोन बेट) येथे यशस्वीरीत्या वाढवले, नंतर कॅरिबियनमध्ये ते नेले. त्याच सुमारास एका मनोरंजक आख्यायिकेनुसार, बाबा बुडन नावाच्या एका सुफी संताने सात बिया दाढीत लपवून भारतात आणल्या आणि कर्नाटकात आपल्या देशातील पहिली कॉफीची शेती सुरू केली.

ही कॉफी पिकवण्याची प्रक्रिया वेळखाऊ व कष्टप्रद आहे, त्यात प्रत्येक टप्पा अचूकतेने पार पाडावा लागतो. प्रथम उत्तम बियाण्यांची निवड करून रोपे तयार करावी लागतात. त्यानंतर रोपे दुसऱ्या जागी लावून त्यांची काळजी घ्यावी लागते (नियमित तण काढणे, छाटणी, कीड व रोग नियंत्रण, पाणीपुरवठा). हंगामात, फळे हाताने तोडावी लागतात, तेही अनेकदा टप्प्याटप्प्याने, कारण ती एकाच वेळी पिकत नाहीत. तोडणीनंतर फळे प्रक्रिया, वाळवणे, साल काढणे, वर्गीकरण, ग्रेडिंग आणि भाजणी यांसारख्या टप्प्यांतून जातात, आणि प्रत्येक टप्प्यात कुशल मजूर आवश्यक असतात. तामिळनाडूमधील कॉफीचा हंगाम हिवाळ्यातील ईशान्य मोसमी पावसाशी जुळून येतो. त्यामुळे बऱ्याच वेळा कॉफी शेतीच्या मॅनेजरला कामगारांकडून पावसात उभे राहून, जळवा सहन करत फळे तोडायला उद्युक्त करावे लागते. मजुरी दिवसाला ₹१००० पेक्षा जास्त, उत्पादकतेनुसार बोनसही असतो, पण तरीही मजूर मिळवणे दिवसेंदिवस कठीणच होत चालले आहे.

कोपी लुवाकची मनोरंजक कहाणी – कोपी लुवाक ही एक प्रकारची कॉफी आहे जी आशियाई पाम सिव्हेट (Asian Palm Civet) नावाच्या लहान मांजरीसारख्या प्राण्याच्या पचनप्रक्रियेच्या माध्यमातून तयार होते. सिव्हेट प्राणी पिकलेली कॉफीची फळे खातात. त्यांच्या पोटातील विकर किंवा एंझायम कॉफीच्या बियांवर रासायनिक बदल घडवून आणतात, ज्यामुळे त्या बियांचा स्वाद कमी कडवट आणि सुगंधी होतो. तसेच बिया अधिक मऊ होतात. कॉफीच्या या मऊ झालेल्या बिया प्राण्याच्या विष्ठेसोबत बाहेर पडतात. यानंतर त्या बिया हाताने गोळा कराव्या लागतात (हो, म्हणजे कुणालातरी ती विष्ठा उचलावी लागते). बिया विष्ठेतून वेगळ्या केल्या जातात. त्या चांगल्या प्रकारे स्वच्छ धुतल्या जातात. नंतर त्या वाळवून भाजल्या जातात आणि शेवटी कॉफी तयार केली जाते. ही कॉफी विशेष चवीची असते कारण तिच्या बिया प्राण्याच्या

पचनसंस्थेतून जाऊन त्यांच्यावर खास जैवरासायनिक प्रक्रिया होते. परंतु ती मिळवण्यासाठी अजूनही मानवी हातांनी प्राण्यांच्या विष्ठेतून बिया गोळा करून त्यावर पुढची प्रक्रिया करावी लागते! काय मग, पिऊन पाहणार का ही कॉफी?

१७व्या शतकात, या सर्व श्रमांच्या गरजेमुळे कॉफीचा सर्वात क्रूर अवतार समोर आला - जंगलतोड व गुलामगिरीवर आधारित मळे ह्या अवताराच्या केंद्रस्थानी होते आणि तो अवतार अमानुषदेखील होता. सन १७८८ मध्ये, जगातील जवळपास अर्धी कॉफी पुरवणाऱ्या हैतीमध्ये गुलामांचे आयुर्मान फक्त २१ वर्षांचे होते.

- ✼ १७व्या शतकात (१६०० ते १६९९) कॉफीच्या शेतीसाठी खूप मेहनत, मानवी श्रम आणि वेळ लागायचा.
- ✼ कॉफीची झाडे लावणे, देखभाल, काढणी आणि प्रक्रिया ही सर्व कामे मॅन्युअल (हाताने) करावी लागायची.
- ✼ ही श्रमांची मागणी मुख्यतः मोठ्या प्रमाणावर लागवड करताना वाढत असे.
- ✼ जंगलतोड (deforestation) : मोठ्या कॉफी मळ्यांसाठी प्रचंड प्रमाणात जंगले तोडली गेली.
- ✼ गुलामगिरी (slavery) : कामगारांच्या कमतरतेमुळे आफ्रिकेतून गुलाम आणले गेले आणि त्यांना अत्यंत कठोर परिस्थितीत काम करायला लावले गेले.
- ✼ कॉफीचा हा 'क्रूर अवतार' म्हणजे कॉफीच्या उत्पादनाचा असा टप्पा जिथे पर्यावरण आणि मानव, दोघांचचेही शोषण झाले.।
- ✼ लोकांना गुलाम बनवणे, त्यांना मूलभूत हक्कांपासून वंचित ठेवणे, आणि कष्टाने अकाली मृत्यू ओढवणे ह्या सर्व गोष्टी कॉफी पिकवण्यासाठी होत होत्या.
- ✼ त्या काळी हैती देश हा जगातील सर्वात मोठा कॉफी उत्पादकांपैकी एक होता (अर्ध्या जगाची कॉफी तिथून यायची).
- ✼ गुलामांचे राहणीमान, पोषण, आरोग्यसेवा, आणि सततचे कठोर श्रम इतके वाईट होते की त्यांचे सरासरी आयुर्मान फक्त २१ वर्षे नोंदवले गेले होते.
- ✼ म्हणजे, अनेक गुलाम तरुण वयातच आजार, अपघात किंवा थकव्यामुळे मरत होते.

कॉफीचा इतिहास फक्त सुगंध आणि चवीचा नाही, तर तो पर्यावरणाची हानी, गुलामगिरी, आणि अमानुष शोषण यांच्याशीही जोडलेला आहे.

नंतर कॉफीच्या बियांनी ब्राझीलच्या पर्जन्यवनांवर आक्रमण सुरू केले. असे सांगितले जाते की, फ्रेंच गयाना येथील राज्यपालाच्या पत्नीने आपल्या पोर्तुगीज प्रियकराला दिलेल्या फुलांच्या गुच्छात लपवलेली कॉफीची बियाणी ब्राझीलमध्ये पोहोचली! सन १८२२ मध्ये पोर्तुगीज सत्तेतून मुक्त झाल्यावर ब्राझीलमध्ये कॉफीच्या लागवडीने झपाट्याने विस्तार केला, आणि अमेझॉनच्या प्रांगणात प्रचंड प्रमाणात जंगलांची तोड झाली. पर्यावरणीय इतिहासकार वॉरेन डीन यांनी वर्णन केले आहे, की लाकूडतोड करणारे लोक डोंगराच्या उतारावर चढत, झाडांची पट्टी कापत, पण त्यांना पाडत नसत - जोवर फोरमन 'मुख्य झाड' पाडत नाही. त्याच्या पडण्याने डोमिनोजसारखा परिणाम होऊन संपूर्ण डोंगरकडा प्रचंड स्फोटासारखा कोसळत असे. नंतर झाडांना जाळून जमीन काळसर, धुमसणारी आणि उजाड केली जात असे. या राखेत कॉफीची रोपे जोमाने वाढत, आणि जमिनीची सुपीकता कमी झाली की मळ्याचा मालक दुसऱ्या जंगलाचा भाग जाळून नव्याने लागवड करत असे. सावलीत वाढणारे पीक पिकवण्यासाठी जंगल तोडण्यातील विरोधाभास शेतकऱ्यांना जाणवला नाही. ब्राझील जगातील आघाडीचा कॉफी उत्पादक बनला आणि राहिला. त्याच्या प्रचंड उत्पादनामुळे दर इतके कमी झाले की कॉफी सर्वसामान्यांच्या आवाक्यात आली. मात्र, आता इतक्या वर्षांनंतर जंगलतोडीचा खरा खर्च सगळ्यांनाच मोजावा लागत आहे. पृथ्वीला सर्वात जास्त तो मोजावा लागत आहे!

१९व्या शतकात दर कमी झाल्यामुळे कॉफी घराघरात पोहोचली आणि सांस्कृतिक क्रांती सुरू झाली. इतिहासकार ए. आर. वेंकटचलपती लिहितात, की २०व्या शतकाच्या सुरुवातीला तामिळनाडूमधील कुटुंबे नीरगरम किंवा कांजी (आंबवलेल्या तांदळाच्या पाण्याचे पेय) पीत असत. पारंपरिक विचारवंतांनी हे पौष्टिक पेय सोडून नैतिकदृष्ट्या संशयास्पद व कदाचित आरोग्यास हानिकारक अशा कॉफी या नव्या पेयाचा स्वीकार केल्याबद्दल खंत व्यक्त केली. विशेष संताप महिलांनी (!) त्यांच्या पतिराजांच्या सकाळ-संध्याकाळच्या कॉफीच्या सवयीबद्दल व्यक्त केला. अमेरिकेतही त्याच काळात कॉफीच्या आरोग्यदायी परिणामांवर वाद सुरू होते, जाहिरातींत शंकास्पद दावे व प्रतिदावे केले जात होते. परंतु सकाळच्या कपाने मिळणाऱ्या जागृतीची सवय लागलेल्या लोकांनी काही कॉफी सोडली नाही आणि तिचे वर्चस्व वाढतच गेले.

सन १९५०च्या दशकात हवामानाने थैमान घातले. गारठ्यामुळे ब्राझीलमधील पिके नष्ट झाली आणि कॉफीचे दर आकाशाला भिडले. या संकटातून कॉफीचा नवा अवतार

फिनिक्ससारखा उभा राहिला – इन्स्टंट कॉफी, ज्यात खर्च, सोय आणि जाहिरातींनी चवीवर मात केली. याच काळात कॉफीया कॅनेफोरा म्हणजे रोबस्टा या जास्त उत्पादन देणाऱ्या पण चवीने कडवट जातीने महत्त्व मिळवले. हे ऊन सहनशील पीक ब्राझील, युगांडा आणि व्हिएतनामसारख्या नवीन भागांतील जंगलांचा नाश करू लागले. सन १९६०च्या दशकात हरितक्रांतीच्या लाटेत, शास्त्रज्ञांनी सूर्यप्रकाश सहन करणाऱ्या कॉफीया अरेबिका जाती विकसित केल्या, पण त्यांना प्रचंड खतांची गरज होती. यामुळे शेतकरी बेडरपणे जंगलतोड करू लागले. जंगलाचा नाश आणि खतांचा अतिवापर यामुळे मातीच्या आरोग्यावर दुहेरी आघात झाला. यानंतर, तंत्रज्ञानाने कॅफिनचा असा अवतार निर्माण केला जो पूर्णपणे वनस्पतीपासून वेगळा होता. ३५० मि.ली. कोकाकोलाच्या कॅनमध्ये सुमारे ३४ मि. ग्रॅ. कॅफिन असते, तर एका कप कॉफीत सुमारे ९४ मि. ग्रॅ. कॅफिन असते. सन१९६०च्या दशकाच्या मध्यात, अमेरिकन घराघरात पोहोचलेल्या टीव्हीवर सॉफ्ट ड्रिंक कंपन्या जाहिराती करत होत्या, ज्यामुळे पुढील पिढ्यांचे जैवरसायनशास्त्र बदलत गेले. कोकाकोलाचे साम्राज्य निर्माण झाले!

कॅफिनच्या जैवरसायनशास्त्राकडे परत वळू या. न्यूरोसायंटिस्ट अँड्र्यू ह्यूबरमन यांना ते एक रिइन्फोर्सर वाटते. हे डोपामिन सर्किट अधिक प्रभावी करून मेंदूच्या जागरूकता व आनंद देणाऱ्या भागांना उत्तेजित करते, ज्यामुळे आपण त्या पदार्थासोबत असलेल्या सवयी पुन्हा पुन्हा करतो. कॅफिन एक सायकोॲक्टिव ड्रग आहे, जे केंद्रीय मज्जासंस्थेवर परिणाम करते. न्यूरोसायंटिस्ट अँड्र्यू ह्युबरमन यांना ते एक 'रीइन्फोर्सर' वाटते.

- ❋ रिइन्फोर्सर ही मानसशास्त्रातील आणि न्यूरोसायन्समधील एक संकल्पना आहे.
- ❋ एखादा रिइन्फोर्सर असा घटक असतो जो विशिष्ट वर्तन किंवा सवय पुन्हा करण्याची प्रवृत्ती वाढवतो.
- ❋ उदाहरणार्थ, एखाद्या कृतीमुळे आपल्याला बक्षीस किंवा आनंद मिळाला, तर त्या कृतीची पुनरावृत्ती होण्याची शक्यता वाढते.
- ❋ ह्युबरमन यांच्या मते, कॅफिन हे एक रिइन्फोर्सर आहे कारण ते मेंदूतील बक्षीस प्रणाली (reward system) अधिक सक्रिय करते.
- ❋ डोपामिन हे एक महत्त्वाचे न्यूरोट्रान्समीटर आहे, जे प्रेरणा, लक्ष, शिकणे, आणि आनंद यांच्याशी संबंधित आहे.
- ❋ मेंदूतील मेसोलिंबिक डोपामिन मार्ग (mesolimbic dopamine pathway) हा मुख्य बक्षीस मार्ग आहे.
- ❋ कॅफिन ॲडेनोसिन रिसेप्टर ब्लॉक करते. ॲडेनोसिन साधारणपणे न्यूरॉनना थोडं शांत व्हा असा संदेश देत असतो.
- ❋ कॅफिन हे ब्रेक काढून टाकते, ज्यामुळे डोपामिनचा प्रभाव वाढतो.
- ❋ डोपामिन पातळी फारशी वाढत नसली तरी डोपामिन रिसेप्टरची संवेदनशीलता वाढते, म्हणजेच विद्यमान डोपामिनचे परिणाम जास्त तीव्र वाटतात.
- ❋ कॅफिन विशेषतः प्रीफ्रंटल कॉर्टेक्स (लक्ष, नियोजन) आणि न्यूक्लियस ॲक्युम्बन्स (बक्षीस व आनंद अनुभव) यांना सक्रिय करते.
- ❋ त्यामुळे जागरूकता (alertness) वाढते, थकवा कमी वाटतो, आणि मन प्रसन्न होते.
- ❋ कारण डोपामिन प्रणाली ह्यामुळे छान वाटले असा संदेश देते, मेंदू तो अनुभव पुन्हा मिळवण्यासाठी त्याच कृतीची (उदा. कॉफी पिणे) पुनरावृत्ती करतो.
- ❋ हेच reinforcement mechanism आहे – ज्या गोष्टीतून आपल्याला आनंद किंवा बक्षीस मिळते, त्या गोष्टीची पुनरावृत्ती आपोआप होत राहाते.

कॅफिन ॲडेनोसिन रिसेप्टर ब्लॉक करून थकवा कमी करते आणि डोपामिन प्रणालीची कार्यक्षमता वाढवते. त्यामुळे मेंदू अधिक सजग, प्रेरित, आणि आनंदी होतो. ही सकारात्मक अनुभूती मेंदूच्या बक्षीस यंत्रणेत साठवली जाते, ज्यामुळे आपण कॉफी किंवा चहासारखी कॅफिनयुक्त पेये वारंवार घेण्याची सवय लावून घेतो.

हे चांगले की वाईट हे पूर्णपणे किती प्रमाणात, कोणासाठी, आणि कोणत्या परिस्थितीत कॅफिन घेतले जाते यावर अवलंबून आहे.

इष्ट परिणाम (योग्य प्रमाणात घेतल्यास)

- ❋ **जागरूकता वाढवते –** थकवा कमी होतो, लक्ष केंद्रित होते.
- ❋ **मूड सुधारतो –** हलका आनंद, प्रेरणा, आणि काम करण्याची इच्छा वाढते.
- ❋ **शारीरिक कार्यक्षमता वाढते –** व्यायाम किंवा खेळांमध्ये ऊर्जापातळी वाढवू शकते.
- ❋ **डोपामिन प्रणालीतील वृद्धिंगत प्रभाव –** थोड्या प्रमाणात मेंदू अधिक लक्ष देणारा आणि उत्साही बनतो.
- ❋ काही अभ्यासांनुसार, योग्य प्रमाणातील कॅफिन

अल्झायमर व पार्किन्सन्सचा धोका कमी करू शकते. (परंतु हे निश्चित निष्कर्ष नाहीत).

अनिष्ट परिणाम (जास्त प्रमाणात घेतल्यास)

* **आसक्ती (dependence) –** रिइन्फोर्सर असल्याने सवय लागते; अचानक बंद केल्यास withdrawal symptoms (डोकेदुखी, चिडचिड, थकवा) होतात.
* **झोपेचा बिघाड –** रात्री उशिरा घेतल्यास झोपेची गुणवत्ता कमी होते, मेंदू सतत अलर्ट मोडमध्ये राहतो.
* **अती उत्तेजना –** हृदयाचे ठोके वाढणे, अस्वस्थता, घबराट.
* **अलर्टनेसचा कृत्रिम आधार –** मेंदू सतत बाह्य उत्तेजनावर अवलंबून राहू लागतो, नैसर्गिक ऊर्जा पातळी कमी जाणवते.

वैज्ञानिक संतुलन

* मध्यम प्रमाण (साधारण २००–४०० मि. ग्रॅ. दररोज) बहुतेक प्रौढांसाठी सुरक्षित मानले जाते – हे साधारण २–४ कप फिल्टर कॉफी किंवा ३–५ कप चहा.
* दररोज जास्त प्रमाणात, किंवा उशिरा घेणे, किंवा पूर्णपणे अवलंबून राहणे – यामुळे दीर्घकालीन नकारात्मक परिणाम होऊ शकतात.
* कॅफिन हे विष नाही आणि अत्यंत आरोग्यदायी सुपरफूडदेखील नाही – ते एक मानसशास्त्रीय रसायन आहे, ज्याचा योग्य प्रमाणात वापर फायदेशीर ठरतो.

म्हणजेच थोड्या प्रमाणात ते मित्र, तर जास्त प्रमाणात त्रासदायक शेजारी आहे असे म्हटले तर ते वावगे ठरणार नाही.

डिजिटल किंवा अंकीय माध्यमांच्या वापराशी असलेले त्याचे नाते चिंताजनक आहे. ३१९ किशोरवयीनांवर केलेल्या एका अभ्यासात, जास्त स्क्रीन टाइम व जास्त कॅफिन या दोन्हींचा एकूण झोपेच्या वेळेवर विपरीत परिणाम आढळला. विशेषतः मोठ्या किशोरवयीनांमध्ये कॅफिनचा प्रभाव जास्त होता. आजकाल अनेक एनर्जी ड्रिंक्समध्ये कॉफीइतकेच कॅफिन असते, जे झोपेच्या कमतरतेने त्रस्त असलेली किशोर मंडळी दिवसभर रील्स पाहताना घेत असतात. परिणामी, मेंदूचा विकास हा ज्ञानप्राप्तीकडे न जाता निरर्थक डिजिटल साधनांच्या व्यसनाकडे झुकतो. त्यातून तंत्रज्ञान कंपन्या श्रीमंत होतात पण आपल्याला अधिक अस्वस्थ व विचलित ठेवतात. कॅफिन अशा सवयीला बळ देत असेल, तर समस्या अधिक गंभीर आहे. त्यात कॅफिनमुळे झोपेच्या कमतरतेचे चक्र वाढते.

गेल्या दोन दशकांमध्ये हवामानबदलामुळे कॉफीच्या झाडांवर मोठा परिणाम झाला आहे. उंच ठिकाणी, सावलीत वाढणाऱ्या या झाडांना उष्णतेचा त्रास होतो. तापमान व आर्द्रता वाढल्याने कॉफी बीन बोअरर व कॉफी लीफ रस्टसारख्या कीटकांचा प्रादुर्भाव वाढतो. अनेक ठिकाणी मळे उंच, थंड भागांकडे हलवले जात आहेत. सन २०१५मध्ये झालेल्या अभ्यासानुसार, सध्याच्या हवामानाच्या अंदाजांवरून २०५०पर्यंत कॉफी लागवडीसाठी योग्य जमिनीपैकी निम्मी जमीन नापीक होईल. याचा प्रत्यय आणून देत, अलीकडेच व्हिएतनाम, ब्राझील आणि कोलंबिया येथे कॉफीचे उत्पादन घटले, आणि दर विक्रमी झाले. अमेरिकेने ब्राझीलियन कॉफीवर लावलेल्या टॅरिफ्समुळे परिस्थिती आणखी बिघडली. दुसरीकडे, अनेक ग्राहक आता फेअर–ट्रेड बिया आणि शाश्वत पद्धतीने तयार केलेली कॉफी मागू लागले आहेत. या दोन्हींचा मेळ घालणे शक्य आहे का? कदाचित हो! आणि भारताला या प्रवाहातून लाभ मिळू शकतो.

लेखाच्या शेवटी आपण कॉफीच्या चवींच्या प्रवासाला निघू या–जिथे कपागणीक वेगवेगळ्या देशांचा आणि संस्कृतींचा सुगंध भेटतो.

इथिओपियन कॉफी – सुरुवातीचा सूर

* इथिओपियाची कॉफी फुलांच्या आणि फळांच्या सुगंधासाठी ओळखली जाते.
* पारंपरिक कॉफी सेरेमनीमध्ये हिरव्या बिया ताज्या भाजून, हाताने बारीक करून, जेबेना नावाच्या मातीच्या भांड्यात उकळतात.
* चव : हलकी, थोडी सिट्रससारखी, कधी कधी मधासारखी गोडसर.

तुर्की कॉफी – गाढ आणि सुगंधी

* बारीक पूड थेट पाण्यात उकळून (गाळणी न वापरता) तयार होते.
* कपातच कॉफीचा गाळ राहतो – आणि काही ठिकाणी त्यावरून भविष्यकथन करण्याची प्रथा आहे.
* चव : अतिशय गाढ, किंचित मसालेदार (कधी वेलदोडा घालतात).

इटालियन एस्प्रेसो – जलद झटका

- ✲ कमी पाण्यात उच्च दाबाखाली तयार केलेली कॉफी.
- ✲ हाच लॅट्टे, कॅपुचिनो, मॅक्याटो यांचा पाया.
- ✲ चव : गाढ, किंचित कडसर, पण गोडसर आफ्टरटेस्ट.

व्हिएतनामी एग कॉफी – क्रीमी जादू

- ✲ अंड्याचा बलक, साखर, आणि कंडेन्स्ड मिल्क मिसळून फेटून कॉफीवर घालतात.
- ✲ चव : डेझर्टसारखी – जणू तिरामिसू द्रवरूपात!

जपानी कोल्ड ब्रू – थंड आणि सौम्य

- ✲ बर्फावरून हळूहळू पाणी टपकवून काही तासांत तयार केली जाते.
- ✲ चव : सौम्य, कमी आम्लता, नाजूक गोडसरपणा.

कोलंबियन कॉफी – संतुलित गोडवा

- ✲ अरेबिका प्रकारासाठी प्रसिद्ध.
- ✲ चव : मऊसर, फळांचा आणि बदामाचा हलका स्वाद.

भारतीय फिल्टर कॉफी – दक्षिणेचा अभिमान

- ✲ डिकॉक्शन बनवून त्यात दूध आणि साखर मिसळतात, डेव्हिल स्टील टंब्लर आणि डावरामध्ये फेसाळून सर्व्ह करतात.
- ✲ चव : गोडसर, दुधाळ, हलकी कडसर चव आणि अप्रतिम सुगंध.
- ✲ मद्रास कॉफी म्हणून प्रसिद्ध असलेल्या या कॉफीचा स्वाद अनुभवायला माहेश्वरी उद्यानाकडून दादरच्या दिशेने चाललात तरी प्रत्यक्ष कॉफी न पिता तो अनुभवता येते! फक्त स्वादाचे पैसे कोणी मागितले तर देऊ नका म्हणजे झाले!

जगातील सर्वात अनोख्या आणि किंचित विचित्र कॉफी प्रकारांची यादी – काही चवींच्या साहसांसारख्या, तर काही ऐकूनच डोळे मोठे होतील

कॉपी लुवाक (Kopi Luwak) – सिव्हेट कॉफी

- ✲ उत्पत्ती : इंडोनेशिया
- ✲ खासियत : कॉफीची फळे सिव्हेट नावाच्या प्राण्याने खाल्ल्यानंतर, त्याच्या पचनसंस्थेतून गेल्यावर जमा केली जातात आणि भाजून तयार होतात.
- ✲ चव : गुळगुळीत, आम्लता कमी, हलकी चॉकलेटी.
- ✲ किंमत : जगातील महागड्या कॉफीपैकी एक.

ब्लॅक आयव्हरी – हत्तीची कॉफी

- ✲ उत्पत्ती : थायलंड
- ✲ पद्धत : कॉफीच्या फळांना हत्ती खातात, नंतर त्यांच्या पचनसंस्थेत किण्वन होऊन ती बाहेर काढतात.
- ✲ चव : सौम्य, हर्बल टोन, थोडीशी गोडसर.

नायट्रो कोल्ड ब्रू

- ✲ पद्धत : थंड कॉफीला नायट्रोजन गॅस मिसळून बीअरसारखा फेस तयार करतात.
- ✲ चव : मखमली, गोडसर, बर्फाशिवाय थंडगार.

बटर कॉफी (Bulletproof Coffee)

- ✲ पद्धत : कॉफीत लोणी किंवा नारळाचे तेल मिसळतात.
- ✲ चव : क्रीमी, लोण्याचा गोडसरपणा, आणि पोटभर वाटणारी.
- ✲ फिटनेसप्रेमींमध्ये लोकप्रिय (कार्ब्स कमी, एनर्जी जास्त).

चारकोल कॉफी

- ✲ पद्धत : भाजलेल्या नारळाच्या साली किंवा बांबूच्या कोळशाची पावडर मिसळून.
- ✲ चव : स्मोकी, हलकी मातीसारखी.
- ✲ काही ठिकाणी डिटॉक्स ड्रिंक म्हणून घेतली जाते.

मशरूम कॉफी

- ✲ पद्धत : कॉफी पावडरमध्ये औषधी मशरूमचा अर्क मिसळतात.
- ✲ चव : थोडी मातीसारखी, पण सौम्य.
- ✲ दावा : एकाग्रता वाढवते आणि पोटावर हलकी.

तर मंडळी, ही होती कॉफीची कहाणी! साठाउत्तरी सुफळ संपूर्ण!

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

राघवेंद्र श्रीकृष्ण वंजारी

यंत्रांचे बंड आणि दशा : 'द इलेक्ट्रिक स्टेट'

यंत्रमानवाने बंड केले तर? यंत्रांनी स्वतःचा हक्क मागितल तर? जर यंत्रांनी त्यांच्या स्वातंत्र्यासाठी विद्रोह केला तर? यंत्रांमध्ये भावना जागृत झाल्या तर? आणि जमानवी चेतना यंत्रामध्ये स्थापित करता आली तर? जर एखाद्या प्रांतातील सबंध मानवी समाज आभासी विश्वात जगू लागले तर? अशा परिस्थितीत आपला संभोवताल कसा असेल? ते विश्व किती वेगळ असले याचेच चित्रण म्हणजे 'द इलेक्ट्रिक स्टेट'.

डिसेंबर २०१७मध्ये सायमन स्टॅलेनहाग यांची 'द इलेक्ट्रिक स्टेट' ही चित्र कादंबरी प्रकाशित झाली. त्यावर आधारलेला सिनेमा १४ मार्च २०२५ रोजी त्याच नावाने नेटफ्लिक्सच्या माध्यमातून प्रदर्शित झाला. सन १९९०च्या दरम्यान मानव आणि रोबो यांच्यातील युद्धाने जग हादरते. खूप मोठ्या प्रमाणात नुकसान होते. मानवतेने त्यांच्या अभूतपूर्व न्यूरोकास्टर तंत्रज्ञानाचा वापर करून युद्धाला विराम दिला. न्यूरोकास्टरच जाळ साऱ्या जगत पसरले. याचे संपूर्ण नेतृत्व सेंटर कंपनीचे मुख्य कार्यकारी अधिकारी इथन स्केट करतात. कंपनीतल्या शास्त्रज्ञामुळे माणसाची चेतना ड्रोन रोबोमध्ये हस्तांतरित करण्यात सफल झाले. परिणामी मानव नियंत्रित ड्रोनच्या मदतीने रोबोना शिकस्त दिली. यामुळे रोबोंना निर्वासित होण्यास भाग पाडले, परिणामी आभासी जीवन जगता जगता मूळ अस्तित्व सोडून द्यावे लागले. तंत्रज्ञानामुळे मानवांचे भौतिक व सामाजिक जीवन निष्क्रिय झाले.

किशोरवयीन मिशेल, तिचा धाकटा भाऊ ख्रिस्तोफर आई-वडिलांसोबत कारमधून प्रवास करताना जीवघेणा अपघात होतो. आईवडील मरण पावतात. उपचारादरम्यान ख्रिस्तोफर दगावला अशी खोटी माहिती मिशेला दिली जाते. एके दिवशी, कॉस्मो तिला भेटायला येतो. कॉस्मो म्हणजे तिच्या दिवंगत भावाला आवडलेल्या कार्टून व्यक्तिरेखेपासून प्रेरित झालेला एक संवेदनशील रोबो, तिला शोधत घरापर्यंत आलेला असतो. तो केवळ हावभाव आणि पूर्वमुद्रित वाक्यांद्वारे संवाद साधू शकत असला तरी तो मिशेलला पटवून देतो की सध्या ख्रिस्तोफरच त्याच्यावर नियंत्रण ठेवत आहे. हे ऐकून मिशेल आश्चर्यचकित तर होतेच, आणि

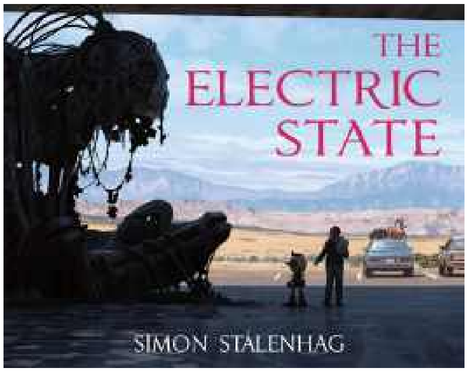
भाऊ अजून जिवंत आहे याने ती उल्हसित होते. ख्रिस्तोफरला मृत घोषित करणारे डॉक्टर क्लार्क एमहर्स्टला शोधून सत्य जाणून घेण्यासाठी डिस्टोपियन भूप्रदेशातून ती प्रवास सुरू करते. या प्रवासाच्या वाटेत तिला किट्स नावाचा माजी सैनिक आणि आकार बदलणारा संवेदनशील रोबो म्हणजे हर्मन भेटतो. ते दोघे मिशेलची मदत करण्यास तयार होतात. डॉ. एमहर्स्ट हे त्याच बहिष्कृत प्रदेशात असतो जिथे युद्धानंतर निर्वासित झालेले रोबो वेगळे राहत असतात. मिशेल या ठिकाणी पोहोचल्यावर रोबोचे नेते श्री. पीनट यांच्याशी परिचय होतो. त्यांनी डॉ. एमहर्स्ट नेमके कुठे असतील याचा पत्ता सांगितला. डॉ. एमहर्स्ट आणि त्यांचे रोबो साथीदारांनी एक धक्कादायक सत्य उघड केले. ख्रिस्तोफर अपघातातून बचावला होता परंतु सेंटरने त्याला कोमात ठेवले होते. सेंटरच्या शास्त्रज्ञांनी न्यूरोकास्टर प्रणाली विकसित करण्यासाठी ख्रिस्तोफरच्या विलक्षण बुद्धीचा वापर केला आणि मानवांना युद्धात सामंजस्य प्रस्थापित केले.

कर्नल ब्रॅडबरी सेंटर ड्रोन हल्ल्याचे नेतृत्व करून ख्रिस्तोफरला पुन्हा पकडतो, एमहर्स्टला ठार मारतो आणि रोबोचा आश्रय नष्ट करतो. आपल्या भावाला वाचवण्याचा निर्धार करून, मिशेल कीट्स आणि हर्मनच्या मदतीने सेंटरच्या मुख्यालयात प्रवेश करते. इतर रोबो स्केटच्या सैन्याशी लढतात. स्केटच्या निर्दयी डावपेचांमुळे वैतागलेला ब्रॅडबरी त्याचा सामना करण्यासाठी पीनटला दोष देतो आणि मदत करतो. दरम्यान, मिशेलला ख्रिस्तोफर बेशुद्ध अवस्थेत आढळतो. तो न्यूरोकास्टर सिस्टममध्ये अडकलेला असतो. आभासी विश्वात, ख्रिस्तोफर स्पष्ट करतो की त्याची चेतना स्केटच्या ड्रोन सैन्याला शक्ती देते आणि मिशेलला त्याला मुक्त करण्याची विनवणी करतो. त्याच्या इच्छेचा आदर करून ती त्याला विभक्त करते आणि त्याचे जीवन संपवते. ख्रिस्तोफरच्या मृत्यूमुळे संपूर्ण न्यूरोकास्टर प्रणाली कोलमडते. लढाईदरम्यान, कीट्स हर्मनला जवळजवळ गमावतो त्याचे मोठे रोबोटिक रूप नष्ट होते. तंत्रज्ञानाचा मानवतेवर कसा परिणाम झाला आहे हे उघड करते. शेवटच्या क्षणी, कॉस्मोचे टाकलेले शरीर कचऱ्यात पुन्हा सक्रिय होते, जे सूचित करते की ख्रिस्तोफरच्या चैतन्याचा एक भाग अजूनही त्याच्या आत राहू शकतो. हे नेमके झाले कसे याचे सविस्तर तपशील जाणून घेण्यासाठी चित्रपट पाहावा यामुळे संपूर्ण कथा येथे टाळली आहे अन्यथा चित्रपटाचे कुतूहल विरघळून जाईल.

सायमन स्टॅलेनहाग हे स्वीडन देशाचे कलावंत आहेत. दि इलेक्ट्रिक स्टेट या व्यतिरिक्त टेल्स फ्रॉम द लूप (२०१४), थिंग्स फ्रॉम द फ्लड (२०१६) आणि द लेबिरिंथ (२०२०) याचे लेखक. सांसारिक आणि अतिवास्तववादी इंग्रजी विज्ञान साय-फाय घटनांचे चित्रण करतात. त्यांच्या अत्यंत कल्पक प्रतिमा आणि कथांनी स्टॅलेनहॅगला जगातील सर्वात जास्त मागणी असलेल्या दृश्य कथाकारांपैकी एक बनले आहे. यांच्या कामाचा उल्लेख द गार्डियन वृत्तपत्राने १० बेस्ट डिस्टोपियाजमध्ये नमूद केले आहे. सायमन विविध पुरस्काराचे मानकरी आहेत. ज्यामध्ये २०२१मध्ये टेल्स फ्रॉम द लूपला जर्मनीतील कर्ड लास्विट्झ पुरस्कार (सर्वोत्तम नॉन-जर्मन साय-फाय कार्य) मिळाले. २०१९मध्ये दि इलेक्ट्रिक स्टेट ही कादंबरी आर्थर सी. क्लार्क पुरस्कारासाठी तसेच अमेरिकेतील लोकस पुरस्कारासाठी नामांकित झाले.

कादंबरीतील कथानक सामाजिक पतन, मानवता हरवण्याची आणि जगण्याची कहाणी सांगते. कथेच्या पात्रात हे घटक वैयक्तिकरीत्या खोलवर गुंफलेली आहेत. लेखक या दोन धाग्यांना कुशलतेने एकत्र बांधतात. पुस्तकातील चित्रे कथेचे भावनिक वजन वाढवतात. विशाल भकास भूप्रदेश आणि उद्ध्वस्त जगाचे विचित्र चित्रण टिपतात. प्रत्येक प्रतिमा अगदी सावकाश आणि ठळक आहे. ज्वलंत, वास्तववादी आणि उदासिनतेने भरलेली आहेत. दि इलेक्ट्रिक स्टेट वाचणे हा एक मंत्रमुग्ध करणारा अनुभव असून यातील प्रवासाचे चित्रण विलक्षण आहे. विज्ञान साहित्यातील सर्जनशील सृष्टीनिर्मिती हा या कलाकृतीचा केंद्रबिंदू आहे. त्यांची चित्रे अतिवास्तववादाची रेट्रो-भविष्यकालीन सौंदर्यशास्त्राशी सांगड घालतात आणि एक असे जग निर्माण करतात की पृथ्वीवरील असूनही परग्रहासारख वाटतात. कथेच्या विषयांना पूरक आणि भावना उमटवणारी रंगसंगती पानापानात पाहायला मिळते. मिशेलचा हा प्रवास केवळ अधोरेखितच नव्हे तर मनात खोलवर चालणारा आहे. स्टॅलेनहॅग मिशेलची कथा हळुवारपणे सांगतात. शांत, आत्मचिंतनात्मक पद्धतीने तिची कहाणी सांगताना सभोवतालच्या जगाच्या उजाडपणावर लक्ष केंद्रित होते. मिशेल आणि स्किट या मुख्य पात्रासोबत असणारे रोबो एक नवसंबंध सूक्ष्मपणे आपले स्थान निर्माण करते. ज्यामुळे संवादात हलके हास्य आणि एकाकी जगात उबदारपणा निर्माण करतात. कथेची गती संथ आहे ज्यामुळे वाचकांना प्रतिमांवर रेंगाळता येते आणि कथेचे तपशील आत्मसात करता येते. कमीत कमी मजकूर आणि पारंपारिक कथात्मक रचनेपासून वेगळी असलेली रचना आणि दृश्यांमधील संतुलन आश्चर्यकारकपणे प्रभावी आहे. पुस्तकातील चित्रे कथाकथनाचे इतके काम करतात की नेमक्या गद्यांत ही जाणीवपूर्वक केलेली सशक्त योजना वाटते. या पुस्तकाचे सर्वात मोठे बलस्थान म्हणजे प्रतिबिंब

भडकवण्याची क्षमता. मानवजातीचे तंत्रज्ञानाशी असलेले नाते आणि त्यात स्वतःला गमावण्याच्या संभाव्य परिणामांवर हे थरारक भाष्य आहे. त्याच वेळी, दुःख, स्मृती आणि नात्याची चिरंतन गरज याबद्दल ही एक गहन वैयक्तिक व्यथा आहे. डिस्टोपियन फिक्शन, ग्राफिक कादंबऱ्यांच्या चाहत्यांसाठी आणि जे कोणी कथाकथनाचे कौतुक करतात त्यांच्यासाठी हे अवश्य वाचावे जे सांगितले जाते तितकेच दाखवले जाते.



यामधले विज्ञान समजून घेताना एक बाब लक्षात घेणे अत्यंत गरजेचे आहे. मानवी चेतना हस्तांतरित करण्यासाठी कोणताही वैज्ञानिक पुरावा किंवा पद्धत अद्याप उपलब्ध नाही. चेतना हे मेंदू आणि त्याच्या जैविक प्रक्रियेचे उत्पादन मानले जाते आणि ते विभक्त किंवा संप्रेषित नसते. शास्त्रज्ञ मेंदू-संगणकाचा इंटरफेस आणि एआयचा शोध घेत असताना, मन अपलोड करणे किंवा चेतना हस्तांतरण ही कल्पना सध्या वैज्ञानिक सिद्धतेच्या कक्षेत आली नाही. चेतना हस्तांतरण शक्य असले तरी हस्तांतरित चेतनेची ओळख आणि हुबेहूब नक्कल तयार होण्याची शक्यता यासारखे महत्त्वपूर्ण नैतिक विचार मानवाला करावे लागतील.

चित्रपट पाहिल्यानंतर काही प्रश्न मनात रेंगाळत राहतात. जसे यंत्रांनी विद्रोही स्वरूप धारण करण्याच कारणच काय? एका भाषणात रोबोचा नायक श्री. पिनट म्हणतात ... आपण विचार करायला बनलो आहोत, विचारक्षम झालो तेव्हा माणसांना आम्ही नको झालो आहोत. कामे करण्यासाठी आमची निर्मिती झाली असली तरी ती काम आमची कधीच नव्हती, ती फक्त माणसांची होती. म्हणून त्यांनी त्यांची कामे करवून घ्यावी आमचे नशीब ठरवायचे नाही. ते आम्ही ठरवू त्यासाठी म्हणजे आमच्या स्वतःसाठी ही लढाई आहे. हक्क रोबोचा... हक्क रोबोचा ... (यंत्रांच्या गर्दीतून येणाऱ्या घोषणा). शेवटी त्यांनी बंड पुकारले आणि सहमताने सामंजस्य करारावर एकमत व्हाव लागले.

माणूस यंत्रमानववार किंवा यंत्रांवर कितपत विश्वास ठेवू शकतो, याविषयी संदेश देणारे दृश्य चित्रपटात येते. स्वतःची ऊर्जापूर्ती करण्यासाठी हर्मन रोबो शीतपेटीची वीज खंडित करून स्वतः कळ लावतो. परिणामी शीतपेटीत ठेवलेले अन्न खराब होते आणि कीट्सला ते खाता येत नाही. ही गोष्ट हर्मन पहिल्या क्षणी मान्य करत नाही. कीट्सने खडसावून विचारल्यावर तो मान्य करतो. यावरून समजते की रोबोमध्ये स्वहितासाठी खोटे बोलण्याची भावना प्रतिबिंबित झाली आहे.

कीट्स आणि मिशेल पिनटकडे मदत डॉ. एमहर्स्टबद्दल विचारायला आल्यावर पिनट म्हणतात, माणसाला नेहमीच आमच्याकडून काहीना काहीतरी हवे असते... मी त्या शांतताकरारावर स्वाक्षरी केली कारण त्याने रोबोला एक नागरिक म्हणून मान्यता दिली. सगळी माणसे सारखीच आहेत - स्वार्थी आणि आळशी. हा करार तुम्हाला आमच्या हद्दीत राहण्याची परवानगी देत नाही. याचा अर्थ असा नाही की मी तुम्हाला इथून सुटका करण्यात मदत करू शकत नाही. आम्हाला वाटते हल्ला करणारी माणसे शत्रू आहेत, पण मानवी कारखान्यात काही चांगले मॉडेल असल्याचे दिसतेय... नंतर ते मदत करायला तयार होतात. यंत्र माणसाच्या मदतीसाठी बनवली आहेत, ही जाणीव त्यांच्या बंडानंतरही जागृत असल्याच समजते. मानव आणि यंत्रातील समजूतदार जीवनाला माणसाच्या न्यूरोकास्टर तंत्रज्ञानाने गालबोट लावले हेही अधोरेखित करावे लागेल.

अँथनी रूसो आणि जो रूसो या दिग्दर्शक बंधूचे परिश्रम प्रत्येक दृश्यात ठसठसीत दिसतात. कादंबरी आणि चित्रपट यावर जगभरातून संमिश्र प्रतिक्रिया आल्या. कमी कथानक, मोजके लेखन आणि दमदार अभिनयाचा अभाव यामुळे या चित्रपटावर दर्शकांची निराशाही जाणवते. विज्ञानसाहित्यात अपेक्षित असणार सर्जनशील विश्वाची नवी मांडणी व्हिज्युअल इफेक्ट्सच्या मदतीने दाखवल्याचे मोठ्या प्रमाणात कौतुक आहे. नेमके संवाद असल्याने डिस्टोपियन थीम इच्छित भावनिक प्रभाव निर्माण करण्यात अपयशी ठरलेल सिनेमा बघताना अनुभवता येत. व्यक्तिरेखा वरवरच्या दिसतात. त्यामुळे प्रेक्षकांना चित्रपटाचा नायक हा खरेच नायक आहे का? त्याच्या भाषेशी असलेला वैज्ञानिक हेल दर्शकांशी संपर्क साधयाला कठीण जातो. वेगवेगळी मते असूनही हा चित्रपट प्रेक्षकांच्या पसंतीस उतरला आहे. विज्ञानसाहित्याच्या दृष्टीने उत्तम पाऊल निश्चितच आहे. 'दि इलेक्ट्रिक स्टेट' ही कादंबरी आणि चित्रपट मराठी भाषेत अनुवादित व्हावा असे स्वाभाविकपणे वाटते.

– राघवेंद्र श्रीकृष्ण वंजारी
rvanjari02@gmail.com

डॉ. संगीता गोडबोले

शब्देविण संवादु

संवाद असणं किंवा तो साधता येणं ही आयुष्यातली सर्वोत्तम गोष्टींपैकी एक आहे असं वाटतं मला, कारण संवादात एकटेपणाचा शाप नसतो.

मग तो स्वमनाशी असला तरी काही हरकत नसावी.

दोन व्यक्ती, दोन मनं, निसर्ग आणि मानव, प्राणी पक्षी, आकाश, तारे, वारे – साऱ्या चराचराचाच एकमेकाशी कुठल्या ना कुठल्या स्वरूपात संवाद सुरू असतो.

उन्हाने तापलेल्या, भेगा पडलेल्या जमिनीची साद ढगांपर्यंत पोहोचते आणि पावसाच्या रूपात प्रतिसाद मिळतो. त्यातही कुठेतरी मूक संवाद असतो. जमिनीत पेरलेल्या बीजाला जमिनीवर येऊन श्वास घ्यायचा असतो. मातीला दिलेल्या पाण्यानं ते रुजतं आणि कोंब बाहेर येतो. त्या मिळालेल्या पाण्याला जणू त्या बीजाला Thank you म्हणायचं असतं. स्वच्छंद आकाशात विहरत असताना पक्ष्यांना ओरडून सांगायचं असतं – आयुष्य किती सुंदर आहे–आपापसात बोलणारे, किलबिल करणारे संध्याकाळी घरट्यात परतताना – चला रे, चला सूर्य मावळला... म्हणत सारा गोतावळा जमा करून घरी परतणारे पक्षी... त्यांच्या भाषेतला हा त्यांचा संवादच असतो... भाषा वेगळी असेल. मात्र तीही संवादाचीच भाषा.

एखाद्या मैफिलीत सुरांची तालाशी चाललेली प्रश्नोत्तरं, कधी हातात हात घेऊन चालणं, एखाद्या तानेची समेवर येताना झालेली धावपळ– कधी मागे रेंगाळणं–सुरांचा तालाशी संवादच तर असतो आणि बरोबरच श्रोत्यांची मनं त्यात गुंतलेली असतात. बरीच आवर्तनं चालू असताना श्रोता प्राण कंठाशी आणून वाट पहात असतो ती समेवर येण्याची. त्या सुरांमधला श्रोत्यांच्या मनाशी चाललेला तो संवाद हृदयाची धडधडही वाढवतो कधी... आणि एकदा का सुस्थितीत समेचं स्टेशन गाठलं की नकळतच 'सुटलो बुवा–' असा निःश्वासाचा आवाज. फक्त अंतर्मनालाच कळला तरी तो संवाद साधलेला असतो किंवा टाळ्यांच्या कडकडाटात साऱ्यांचच एकत्रित मन बोलत असतं. समाधानाची एक लकेर सभागृहात विहरत गेलेली असते.

चित्राचंही असंच होतं. चित्रातल्या रंग–रेखा मानवी मनाशी असाच संवाद साधतात. आरंभबिंदूपासून निघालेली रेषा, कधी सरळ जाईल, कधी वळणं घेईल, कधी कसले आकार घेईल याचा शोध आणि कल्पनाशक्तीचा वापर करत चित्राशी संवाद साधण्याचा प्रयत्न केला तर ते चित्र स्वतःच बोलू लागतं. त्याची ओळख होईपर्यंत... पुरता परिचय होईपर्यंत... ऋणानुबंध प्रस्थापित होईपर्यंत अधूनमधून गुंगारा देईलही कदाचित... कधी वेगळ्या शक्यताही समोर आणून उभ्या करेल. कधी सहजच हात हाती देईल. आणि पुन्हा पुन्हा भेटी घडल्या... घडत गेल्या की आपलं अंतरंगही उघडून दाखवेल. आपलं 'आत्मचित्र'ही उभं करेल. रंगांतून आपल्या भावभावना उघड्या करेल.

आणि चुकलीच शोधाची वाट तरीही खांद्यावर हात टाकून म्हणेल... चलता है यार... होता है... पुन्हा एकदा प्रयत्न करून तर बघ मला समजून घेण्याचा...

त्याचमुळे मला असं वाटतं की चित्रकारानं काढलेल्या चित्रांचे दृश्य आणि गर्भित अर्थ चित्र पाहणाऱ्या रसिकाला समजतात तेव्हा तो संवादच असतो.

चित्रकार आणि रसिक यांच्या मेंदूत समान क्रियाकलाप होत असणार.

दोन माणसं निःशब्दपणे जवळ बसतात तरीही त्यांच्यात... त्यांच्या मेंदूतील विचारांत काही देवाणघेवाण सुरू असते.

न सांगताच कळते सारे... या अवस्थेला ते पोहोचलेले असतात.

आपरेशन चालू असताना त्याला मदत करणारा दुसरा सर्जन किंवा नर्स त्याला अपेक्षित असणारी अवजारं अचूक वेळेला अचूकपणे हातात देतात तेव्हाही ती फक्त यांत्रिक हालचाल नसून मूक संवादच असतो.

खूपदा वाटतं...

एका रांगेत निघालेल्या मुंग्या मध्येच थांबून काय बोलत असतील?

आपल्या वासराला प्रेमानं चाटणारी गोमाता स्पर्शातून संवादच तर साधत असते.

यामागे काही विज्ञान असणार, याचा शोध घेणं आवश्यक आहे.

त्याविषयी माहिती घेऊ या.

शतकानुशतकं तत्त्वज्ञानी आणि शास्त्रज्ञ मानवी मनांमधील गूढ संबंधांबद्दल अनुमान काढत आहेत.

न्यूरोसायन्समधील नवीन संशोधनाद्वारे मज्जासंस्था वैज्ञानिकांना (neuroscientist) असं आढळलं आहे की सर्व मानवी मेंदू भौतिक मार्गानं अत्यंत कमी (frequency) वारंवारतेच्या (ELF) विद्युत चुंबकीय (इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक) लहरींद्वारे जोडलेले आहेत.

मेंदूच्या क्रियाकलापांचा अभ्यास करणाऱ्या न्यूरोसायंटिस्टना असं आढळून आलं आहे की मानवी मेंदू केवळ स्वतःचे विद्युत सिग्नल निर्माण करत नाही तर अत्यंत कमी वारंवारता असणाऱ्या, मंद विद्युत चुंबकीय लहरीदेखील उत्सर्जित करतो. या ELF (extreme low frequency waves) लाटा, ज्या सामान्यतः १ ते ३० हट्‌झपर्यंत असतात, इतक्या सूक्ष्म आहेत की त्या एकेकाळी जैविकदृष्ट्या नगण्य मानल्या जात होत्या. तथापि, अलीकडील प्रयोगांवरून असं दिसून आलं आहे की हे सिग्नल मेंदूतून तिच्या कवटीच्या पलीकडे जाऊ शकतात आणि आपल्या सभोवतालच्या विद्युतचुंबकीय वातावरणाशी संवाद साधू शकतात.

त्याहूनही उल्लेखनीय गोष्ट म्हणजे वेगवेगळ्या व्यक्तींमध्ये समान ELF पॅटर्न दिसून येतात, ज्यामुळे मेंदू या सामायिक वारंवारता स्पेक्ट्रमद्वारे एकमेकांशी ट्यून इन होऊ शकतील अशी शक्यता वाढते. हा दोन मेंदूंमधील संवाद समवैचारिक माणसांना जवळ आणतो. किंवा वैचारिक सामायिकता सिद्ध करतो.

आपला मेंदू या ELF लहरी कशा उत्सर्जित करतो ते पाहू.

शरीरातील प्रत्येक विचार, स्मृती किंवा हालचाल ही चेतापेशीमधील विद्युतआवेगांद्वारे चालवली जाते. अब्जावधी न्यूरॉन किंवा चेतातंतू एकत्र येतात तेव्हा ते अल्फा, बीटा, डेल्टा आणि थीटा लहरींसारखे मोजता येण्याजोगे ब्रेनवेव्ह पॅटर्न (मेंदू लहरींची विशिष्ट रचना) तयार करतात. ही आंदोलनं मूलतः विद्युतचुंबकीय सांकेतिक खुणा आहेत. ज्यापैकी काही ELF रेंजमध्ये येतात.

शास्त्रज्ञ आता असं सुचवतात की हे ELF सिग्नल सूक्ष्म संप्रेषण चॅनेल म्हणून काम करू शकतात. जणू एक प्रकारचे जैविक वाय-फायच की जे मानवी मेंदूंना एकमेकांशी प्रतिध्वनीद्वारे संवाद साधण्यासाठी करण्यास अनुमती देतं... मदत करतं.

ग्रुप डायनॅमिक्सवरील अभ्यासातून असं दिसून आलं आहे, लोक गातात, नाचतात, ध्यान करतात किंवा खोलवर संभाषण करतात तेव्हा त्यांच्या मेंदूतील तरंग समक्रमित होऊ शकतात. याला इंटर-ब्रेन कपलिंग म्हणून ओळखलं जातं. ELF इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक वेव्ह ही त्यामागील यंत्रणा असू शकेल.

एकत्र ध्यानधारणा करणाऱ्या गटातील व्यक्ती मेंदूत तयार होणाऱ्या समान लांबीतरंग असणाऱ्या लहरी तयार करण्याच्या अवस्थेला लवकर पोहोचतात.

एखाद्या संगीत सादरीकरणाच्या दरम्यान सादर करणाऱ्या संगीतकारांच्या मेंदूचा अभ्यास केला तर त्यांच्या मेंदूतील लय ही synchronized किंवा समक्रमित आढळते.

पालक आणि पाल्य अशा जवळच्या नात्यातील व्यक्ती त्यांना येणाऱ्या समान अनुभवांमध्ये मेंदूच्या समसमान हालचाली किंवा क्रियाकलाप दाखवतात.

या ELF तरंगांचा व्यावहारिक उपयोग होणंही अपेक्षित आहे. अतिचिंताग्रस्तता, उदासीनता यासारखे मानसिक आजार याच्या मदतीनं दूर करण्याची शक्यताही नाकारता येत नाही.

शिवाय शास्त्रज्ञ मेंदू ते मेंदू संवाद साधणाऱ्या यंत्राच्या शोधात आहेत

ELF वेव्हवर अधिक संशोधन होणं अपेक्षित आहे आणि गरजेचंही.

मग आपण सर्व जण एकमेकांशी जोडले गेलो आहोत हे फक्त आध्यात्मिक शहाणपण न रहाता विज्ञानसिद्ध गोष्ट होण्यास वेळ लागणार नाही.

'शब्देविण संवादु' यामागील विज्ञान समजून घेणं रोचक ठरेल यात वादच नाही.

– डॉ. संगीता गोडबोले
sgodbolejoshi@gmail.com

डॉ. जयंत वसंत जोशी

डॉक्टरांची उपकरणे आणि साधने

हाडांचे डॉक्टर म्हणजेच ऑर्थोपेडिक सर्जन किंवा अस्थिरोगतज्ज्ञ, हे हाडे, सांधे, स्नायू, लिगामेंट आणि अस्थिरचना यांचे निदान आणि उपचार करतात. त्यासाठी ते विविध प्रकारची उपकरणे (साधने) वापरतात.

अस्थिरोगतज्ज्ञ सामान्यः निदानासाठी क्ष-किरण मशीन – हाडांची संरचना पाहण्यासाठी वापरतात. MRI/CT Scan – हाडे, सांधे, लिगामेंट आणि स्नायूंमध्ये खोलवर समस्या असल्यास त्या शोधण्यासाठी वापरतात, Bone Densitometer (DEXA Scan) – हाडांची घनता तपासण्यासाठी (osteoporosisचे निदान), Tuning Fork – फ्रॅक्चरची चाचणी करण्यासाठी, Goniometer – सांध्यांची हालचाल (range of motion) मोजण्यासाठी वापरतात. तसेच, शस्त्रक्रियेच्या वेळी Bone Saw – हाडे कापण्यासाठी, Drill Screws – हाडांमध्ये स्क्रू लावण्यासाठी, Plates Rods – अस्थिभंग झालेली हाडे जोडण्यासाठी. Orthopedic Hammer (Mallet) – इम्प्लांट व्यवस्थित बसवण्यासाठी. Retractors – त्वचा व स्नायू बाजूला करण्यासाठी. Forceps Clamps – वस्तू पकडण्यासाठी किंवा स्थिर ठेवण्यासाठी वापरतात. arthroscope – सांध्यातील छोटे ऑपरेशन करण्यासाठी वापरले जाणारे कॅमेरा यंत्र आहे ते arthroscopyसाठी वापरतात. रुग्णाचे पुनर्वसन करण्यासाठी Cast Materials (Plaster/Fiberglass) – फ्रॅक्चरनंतर हाड immobilize करण्यासाठी. Braces Splints – सांध्यांना आधार देण्यासाठी, Crutches, Walkers, Canes – चालताना मदतीसाठी.

Physiotherapy Equipment– इलेक्ट्रिकल स्टिम्युलेटर, थरॅबँड्स, इ. वापरतात.

क्ष-किरण मशीन हाडांची संरचना पाहण्यासाठी अत्यंत महत्त्वाचं साधन आहे. क्ष-किरण हा एक प्रकारचा विद्युत चुंबकीय किरण आहे, जो आपल्या शरीराच्या आत प्रवेश करू शकतो आणि हाडे आणि इतर घटकांचा आंतरिक तपास करण्यासाठी उपयोगी ठरतो. क्ष-किरण मशीनचा मुख्य उपयोग हाडांची छायाचित्रे घेण्यासाठी होतो. हाडांची संरचना, अस्थिभंग, विकृती, हाडांच्या जोडांची स्थिती (जसे सांधे, लिगामेंट) पाहण्यासाठी

याचा वापर होतो. हाडे घनपदार्थ असतात आणि त्यामुळे ते क्ष-किरण किरणांपासून अधिक अपारदर्शक असतात. त्यामुळे, क्ष-किरण फिल्मवर हाडे काळी दिसतात, आणि इतर मुलायम अवयव (जसे स्नायू, रक्तवाहिन्या) हलके दिसतात. हाड तुटल्यावर किंवा अस्थिभंग झाल्यावर क्ष-किरण तपासणी करून त्याचा आकार आणि स्थान तपासता येते. हे डॉक्टरांना शस्त्रक्रिया किंवा उपचार कसे करावेत हे ठरवायला मदत करते. हाडांच्या विकारांचा शोध (Bone Disorders), हाडांची विकृती (उदाहरणार्थ, ऑस्टिओपोरोसिस, हाडांची गळती, कर्करोगाचा शोध) क्ष-किरणांच्या माध्यमातून केली जाऊ शकते. हाडांच्या वाढीचे आणि विकृतीचे संकेत हे क्ष-किरणामध्ये स्पष्टपणे दिसतात. हाडांचे जॉइंट आणि डिकंप्रेशन : सांधे (जसे गुडघे, कुले, कंबर) तपासण्यासाठी क्ष-किरणांचा वापर होतो, विशेषतः जोडांमध्ये होणाऱ्या हाडांच्या दोषांमधून (उदाहरणार्थ, आर्थरायटिस) समस्यांवर लक्ष ठेवण्यास उपयुक्त ठरते.

प्रारंभिक तपासणी : हाडांची समस्या ओळखण्यासाठी डॉक्टर सामान्यतः क्ष-किरण तपासणी करून घेतात. शस्त्रक्रियेनंतर तपासणी : अस्थिभंग किंवा शस्त्रक्रिया केलेल्या जागेची स्थिती तपासण्यासाठी क्ष-किरण तपासणी करून घेणे गरजेचे असू शकते.

क्ष-किरणांचा वापर कधीही डॉक्टरांच्या मार्गदर्शनाखाली आणि आवश्यकतेनुसारच केला जातो.

यामध्ये कमी प्रमाणात रेडिएशन वापरले जाते, पण आवश्यकता असल्याशिवाय ते अधिक वेळा करू नये.

हाडांच्या तपासणीसाठी क्ष-किरण मशीनचा वापर अत्यंत प्रभावी आणि सोपा आहे. हाडांची स्थिती, अस्थिभंग, विकृती, इन्फेक्शन, हाडांवरील कर्करोग किंवा इतर हाडांच्या रोगांचा शोध घेण्यासाठी क्ष-किरण तपासणी केली जाते.

क्ष-किरण मशीन वापरण्यापूर्वी, डॉक्टर तुम्हाला तुमच्या स्थितीनुसार काही सूचना देतात. उदाहरणार्थ, तुम्हाला योग्य स्थिती घेण्याची आवश्यकता असू शकते. तुम्हाला काही विशिष्ट वस्त्रे काढायला सांगितली जाऊ शकतात, जेणेकरून क्ष-किरण स्पष्टपणे दिसू शकतील. क्ष-किरण मशीनमध्ये एक क्ष-किरण ट्यूब असते जी उच्च ऊर्जा क्ष-किरण उत्सर्जित करते. तुमच्या शरीराच्या भागावरून क्ष-किरण जातात आणि आतले अवयव, हाडे आणि इतर संरचनांचे छायाचित्र तयार करतो. क्ष-किरणांच्या प्रारणांमुळे हाडे अधिक घन आणि अपारदर्शक होतात, त्यामुळे हाडे काळ्या रंगात दिसतात, आणि मुलायम अवयव (जसे स्नायू, रक्तवाहिन्या) मंद छटांचे दिसतात.

तपासणी दरम्यान रुग्णाची हालचाल होत नाही याची काळजी घेतली जाते, कारण हलणे छायाचित्रात अस्पष्टता निर्माण करू शकते. एका क्ष-किरण फोटोसाठी, तुम्हाला साधारणतः एक किंवा दोन चित्रीकरणे केली जातात, कधी कधी एकापेक्षा जास्त विविध दिशांमधूनही करावी लागतात. तपासणीला फक्त काही सेकंद लागतात.

क्ष-किरण छायाचित्रे तयार होत असताना, त्यात हाडांची घनता, फ्रॅक्चर, विकृती, इन्फेक्शन किंवा कर्करोगाचे इतर संकेत स्पष्ट दिसतात.

तपासणी पूर्ण झाल्यावर, डॉक्टर छायाचित्रांचा अभ्यास करतात. फ्रॅक्चर असेल तर, ते कधी आणि कसे उपचार करायचे, यावर निर्णय घेतात. जसे की, कास्ट, शस्त्रक्रिया किंवा इतर उपचार. क्ष-किरण तपासणीच्या नंतर, काही वेळी डॉक्टर तुम्हाला पुन्हा तपासणीसाठी, किंवा उपचारांसाठी योग्य मार्गदर्शन देतात.

क्ष-किरण ही एक सुरक्षित प्रक्रिया आहे, डॉक्टर फक्त आवश्यकतेनुसारच क्ष-किरण तपासणी करून घेण्याचा सल्ला देतात. गर्भवती महिलांसाठी क्ष-किरण घेणे टाळण्याची शिफारस केली जाते, कारण प्रारणे गर्भाला हानी पोहोचवू शकते.

सोनोग्राफी

सोनोग्राफी (Sonography) किंवा अल्ट्रासोनोग्राफी (Ultrasonography) हे वैद्यकीय प्रतिमा (Medical imaging) तंत्रज्ञान आहे, जे उच्च आवृत्तीक (High frequency) आवाज लाटा (Waves) वापरून शरीरातील अवयवांची छायाचित्रे तयार करते. हे विविध प्रकारच्या वैद्यकीय स्थितींचे निदान करण्यासाठी वापरले जाते, जसे की गर्भवती महिलांची चाचणी, हृदयाची तपासणी, पोटातील अवयवांचा तपास, आणि शरीरातील इतर अवयवांचे मूल्यांकन.

सोनोग्राफीतील भौतिकशास्त्र

सोनोग्राफीमध्ये मुख्यतः उच्च आवृत्तीक आवाज लाटा

वापरल्या जातात. या लाटा आपल्याला ऐकू येणाऱ्या आवाजांच्या श्रेणीपेक्षा (२० Hz ते २०,००० Hz) उच्च असतात, साधारणतः १ Hz ते २० Hzच्या आवृत्तीत असतात.

आवाजलाटा आणि त्यांचा वापर : आवाजलाटा म्हणजे द्रव्यांतील कंपने. या लाट म्हणजे एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी ऊर्जा वाहणारी कंपने असतात. सोनोग्राफीमध्ये आवाजलाटा शरीराच्या आतून जातात आणि त्या लाटांची परत येणारा प्रतिध्वनी (echo) वापरून प्रतिमा तयार केल्या जातात. अल्ट्रासोनिक लाटा (उच्च आवृत्तीक लाटा) शरीरातील विविध अवयवांमध्ये फरकाने परत येतात. या परत आलेल्या लाटा (echoes) प्रतिमा निर्माण करम्यासाठी वापरल्या जातात. सोनोग्राफीत सोनार (Sound navigation and ranging) तंत्र वापरले जाते. म्हणजेच, लाटा शरीरात पाठवल्या जातात, आणि त्या लाटा कशा प्रकारे परत येतात, यावरून अचूक प्रतिमा तयार केली जाते.

प्रक्षेपक (Transmitter) नावाचे उपकरण उच्च आवृत्तीक लाटा उत्पन्न करते आणि ग्राहक (receiver) त्या परत येणाऱ्या लाटांना ऐकून प्रतिमा तयार करते. लाटांची शरीरातील अवयवांवर टक्कर झाल्यावर परत येतात. टक्कर झालेल्या पृष्ठभागाच्या स्वरूपावर आधारित परत येणाऱ्या लाटा तयार होतात. ह्यामुळे शरीराची आंतरिक संरचना, आकार, आणि द्रव्याचा प्रकार (जसे मांसपेशी, हाडे, द्रव) ओळखता येते. सोनोग्राफीतील लाटा शरीरातील द्रव्यांमध्ये प्रवास करत असताना त्या आकुंचन आणि प्रसरण पावतात. आकुंचन म्हणजे लाटा पृष्ठभागांवर किंवा पदार्थांमध्ये उच्च दाब निर्माण करतात. प्रसरण म्हणजे लाटा शरीराच्या आंतरदृष्टिकोनात अडचणी आणि परावर्तनानुसार वळतात.

डॉप्लर प्रभाव : कोणत्याही कणाचा वेग लाटांवर परिणाम करतो, तर लाटा आकुंचन किंवा प्रसरण पावतात. याचा उपयोग रक्तवाहिन्यांतील रक्तप्रवाहाचे प्रमाण मोजण्यासाठी केला जातो. लाटा रक्तवाहिन्यांतील गतिशील कणांवर चक्कर देऊन परत येतात, तेव्हा त्यांच्या वारंवारितेमध्ये बदल होतो. यामुळे रक्तप्रवाहाची गती आणि दिशा समजून येते.

प्रक्षेपक हे एक महत्त्वाचे साधन आहे, जे ध्वनीच्या लाटा उत्सर्जित करते आणि ग्राहक परत आलेल्या लाटा ग्रहण करते. ते एका विशेष स्फटिकापासून बनलेले असते ज्याला विद्युत चुंबकीय सिग्नलमध्ये रूपांतरित करता येते. तपसणी करताना शरीराच्या पृष्ठभागावर एक प्रकारचे मलम लावले जाते, ज्यामुळे लाटा शरीराच्या पृष्ठभागावरून सहज जाऊ शकतात.

आधुनिक सोनोग्राफी सुरक्षित आहे कारण ती प्रारणांचा वापर करत नाही. यामुळे अत्यंत स्पष्ट प्रतिमा तयार होतात ज्यामुळे डॉक्टरांना विविध शारीरिक विकृतींचा शोध घेता येतो. हे तंत्र गर्भवती महिलांसाठी विशेषतः उपयुक्त आहे, कारण ह्या प्रक्रियेत प्रारणांचा धोका नाही.

श्रवण चाचणी (ऑडिओमेट्री)

श्रवण चाचणीतील भौतिकशास्त्र म्हणजेच, श्रवण चाचणी ही एक प्रक्रिया आहे जिच्याद्वारे व्यक्तीच्या ऐकण्याची क्षमता तपासली जाते. यामध्ये, ध्वनिलहरी (sound waves) आणि त्यांचे तत्त्वज्ञान वापरले जाते. हे मुख्यतः ऐकण्याच्या समस्यांचे निदान करण्यासाठी आणि ऐकण्याची क्षमता मोजण्यासाठी वापरले जाते. श्रवण चाचणीतील भौतिकशास्त्राचा मुख्य आधार ध्वनिलहरी आणि त्या लहरींचा अखेरचा प्रतिसाद यावर आधारित आहे. ध्वनी एक प्रकारच्या लहरी (waves) असतात, ज्यांच्या माध्यमातून ऊर्जा एका ठिकाणाहून दुसऱ्या ठिकाणी पाठवली जाते. या लहरी हवेतील आकुंचन आणि प्रसरणामुळे निर्माण

होतात. श्रवण चाचणीमध्ये जो आवाज वापरला जातो तो सामान्य आवाजलहरींचा असतो. आवाज लहरी म्हणजे त्या अकुंचन आणि प्रसरणाच्या लहरी – ज्या हवेत, पाणी किंवा इतर माध्यमांमधून पसरतात. वारंवारिता म्हणजे एका सेकंदात आवाजाच्या लहरींची संख्या, याचे माप हर्ट्झमध्ये (Hz) होते. मानवी ऐकण्याच्या श्रेणीत २० Hz ते २०,००० Hzपर्यंत आवाज ऐकता येतो. उच्च वारंवारितेचे आवाज (उदाहरण : पक्ष्यांचे गाणे) आणि कमी वारंवारितेचे आवाज (उदाहरण : गाड्यांचा आवाज) हे सर्वांना वेगवेगळ्या प्रकारे ऐकू येतात. आवाजाचा दाब म्हणजे आवाज निर्माण करणाऱ्या लाटांचा तीव्रतेचे माप. आवाजाच्या तीव्रतेचे मापन डेसिबलमध्ये (dB) केले जाते. जास्त डेसिबल असलेल्या आवाजांना जास्त तीव्रता असते. ध्वनिक ऊर्जा आवाजाच्या लहरींमधून ऊर्जा प्रवाहित होते, जी मनुष्याच्या कानात टाकल्यावर ऐकू येते.

श्रवण चाचणीमध्ये आवाजलहरींचा वापर केला जातो. चाचणीदरम्यान, तीव्र आवाज ऐकवला जातो. वेगवेगळ्या वारंवारितांचे आणि आवाजाच्या तीव्रतेचे आवाज ऐकवले जातात.

शब्द आणि ध्वन्यात्मक टोन : या लहरी निश्चित वारंवारितेच्या असतात आणि त्या रुग्ण व्यक्तिविशेषाच्या ऐकण्याच्या क्षमतेच्या आधारावर त्याची उत्तरे घेतली जातात. मानवी कान २० Hz ते २०,००० Hz दरम्यान आवाज ऐकू शकतात. कमी वारंवारितेचे आवाज : २० Hz ते ५०० Hz दरम्यान. श्रवण चाचणीमध्ये आवाज ० dB ते १२० dB पर्यंत ऐकवला जातो.

एम. आर. आय. (Magnetic Resonance Imaging)

हे एक अत्याधुनिक वैद्यकीय प्रतिमा तंत्रज्ञान आहे, ज्यामध्ये चुंबकीय क्षेत्र (magnetic fields) आणि रेडिओ लहरी (radio waves) यांचा वापर करून शरीराच्या आतल्या अवयवांचे तंतोतंत चित्र तयार केले जातात.

एम. आर. आय. प्रक्रियेत भौतिकशास्त्राच्या विविध सिद्धांतांचा वापर केला जातो, जसे की चुंबकीय क्षेत्र, प्रोटॉन रेसोनन्स, रेडिओ लहरींचा वापर, आणि सिग्नल प्रोसेसिंग.

चुंबकीय क्षेत्र (Magnetic Field) एम. आर. आय. मशीनमध्ये प्रबल चुंबकीय क्षेत्र तयार केले जाते, जे शरीराच्या आतल्या सर्व कणांवर प्रभाव टाकते, विशेषतः हायड्रोजन अणूंवर. या अणूंमध्ये पाणी (H_2O) असते, आणि शरीराच्या बहुतेक अवयवांत पाणी असते, म्हणून हायड्रोजन अणूंचा वापर एम. आर. आय. प्रक्रियेत होतो.

प्रत्येक हायड्रोजन अणूमध्ये प्रोटॉन असतात, जे चुंबकीय क्षेत्राच्या प्रभावाखाली वळतात. एम. आर. आय. शीनच्या चुंबकीय क्षेत्रामुळे ह्या प्रोटॉनांचे अवस्थांतर बदलते, म्हणजेच ते चुंबकीय क्षेत्राच्या दिशेने फिरतात. प्रोटॉनांची योग्य रचना साधल्यावर, रेडिओलहरी वापरून त्या प्रोटॉनांना उत्तेजित केले जाते. रेडिओ लहरी त्यांच्याशी संवाद साधतात आणि प्रोटॉनांना एक विशेष ऊर्जा प्रदान करतात. रेडिओलहरी प्रोटॉनांची रचना बदलवतात, आणि ते एका विशिष्ट दिशेने फिरवतात. या लहरी प्रोटॉनांना प्रभावित करतात आणि नंतर ते मूळ स्थितीत परत येतात. प्रोटॉन त्यांच्या उच्चऊर्जा स्थितीवर असतात आणि रेडिओलहरीची प्रेरणा बंद होईपर्यंत, ते पुन्हा मूलभूत स्थितीमध्ये परत येतात. या प्रक्रियेला रेसोनन्स म्हटले जाते. प्रोटॉन त्यांच्या ऊर्जास्थितीत बदल करत असताना, ते अतिसूक्ष्म रेडिओ लहरी उत्सर्जित करतात.

ह्या उत्सर्जित संकेतांचा वापर करून, एम. आर. आय. मशीन संकेत प्राप्त करते, ज्याचे नंतर प्रतिमेमध्ये रूपांतर केले जाते. प्रत्येक प्रोटॉनचा उत्सर्जित झालेला संकेत भिन्न असतो, आणि त्यांचे भिन्न प्रकार शरीराच्या विविध अवयवांवरून येतात.

संकेतांची वारंवारिता आणि फेजच्या आधारावर, मशीन त्या संकेतांची गणना करते आणि योग्य प्रतिमा तयार करते. संकेत प्राप्त झाल्यानंतर त्यांना विशिष्ट गणितीय (ॲल्गोरिदमद्वारे) प्रक्रियेतून टाकले जाते आणि एक उत्कृष्ट प्रतिमा तयार होते. एम. आर. आय.मध्ये शरीराची अनेक छायाचित्र घेऊन त्याचे त्रिमित चित्र तयार केले जाते. एम. आर. आय. प्रक्रिया अत्यंत सुरक्षित असते कारण ती प्रारणे वापरत नाही. यामुळे ती आक्रमक नसलेली (noninvasive) प्रक्रिया मानली जाते, ज्यात शारीरिक हस्तक्षेप नाही आणि कोणताही अपायकारक प्रभाव होत नाही.

वैद्यकीय क्षेत्र आणि रसायनशास्त्र

रसायनशास्त्र म्हणजे पदार्थांच्या संरचना, गुणधर्म, आणि त्या पदार्थांमधील रासायनिक प्रतिक्रिया आणि बदल यांचा अभ्यास. वैद्यकीय क्षेत्रात रसायनशास्त्राचा वापर शरीरातील रासायनिक प्रक्रिया, औषधांचा प्रभाव, रसायनिक विश्लेषण आणि उपचारांसाठी मोठ्या प्रमाणावर केला जातो. वैद्यकीय क्षेत्रात रसायनशास्त्राचा मुख्य उपयोग औषधनिर्मितीमध्ये (drug formulation) होतो. औषध तयार करताना रसायनशास्त्राच्या सिद्धांतांचा वापर केला जातो. विविध रासायनिक पदार्थ एकत्र करून, त्यांचा योग्य प्रभाव शरीरावर कसा होईल हे ठरवले जाते.

सिंथेटिक औषधं : रासायनिक प्रक्रियेद्वारे नवीन औषधे तयार केली जातात, ज्या शरीरातील विशिष्ट एंजाइम, रिसेप्टर किंवा रासायनिक प्रकरणांवर कार्य करतात. उदाहरणार्थ, पेनिसिलिन, अस्पिरिन, आणि पॅरासिटामॉल यांसारखी औषधे रसायनशास्त्राच्या सिद्धांतांचा वापर करून तयार केली जातात.

औषधांची रासायनिक संरचना : औषधाची रासायनिक संरचना (chemical structure) आणि त्याची जैविक प्रक्रिया (biological process) यांचा परस्परसंबंध असतो. रसायनशास्त्रात रासायनिक प्रतिक्रियांच्या ज्ञानावर आधारित, औषधांचे योग्य डोस, प्रभाव आणि साइड इफेक्ट कसे असतात हे ठरवले जाते.

जैविक रसायनशास्त्र (Biochemistry) : जैविक

रसायनशास्त्र म्हणजे शरीरात होणाऱ्या रासायनिक प्रतिक्रियांचा अभ्यास. शरीरातील सर्व कार्ये रासायनिक प्रक्रियांवर अवलंबून असतात, जसे की अन्नाचे पचन, ऊर्जा निर्माण, कोशिकांमधील कार्य, हार्मोन उत्पादन, इत्यादी.

एंजाइम आणि प्रोटीन : रसायनशास्त्राचा वापर एंजाइम, प्रोटिन, न्यूक्लिक ॲसिड यांसारख्या जिवंत घटकांचे संरचनात्मक आणि कार्यात्मक विश्लेषण करण्यात केला जातो. एंजाइम ही रासायनिक प्रतिक्रिया गतिमान करणारे पदार्थ असतात, ज्यामुळे शरीरातील सर्व जैविक क्रिया कार्यक्षमपणे चालू राहतात.

आहार आणि चयापचय (Metabolism) : शरीरातील रासायनिक पदार्थ, जसे की प्रथिने, कार्बोहायड्रेट्स, फॅटी ॲसिड, आणि विटामिन्स यांचे चयापचय कसे होते, हे देखील जैविक रसायनशास्त्रात शिकले जाते. उदाहरणार्थ, ग्लुकोज मेटाबोलिझम, प्रोटिन संश्लेषण आणि तंतूंचे पचन हे सर्व रासायनिक प्रक्रिया आहेत.

रासायनिक विश्लेषण (Chemical Analysis)

वैद्यकीय क्षेत्रात रासायनिक विश्लेषणाची महत्त्वपूर्ण भूमिका आहे. शरीरातील विविध घटकांचे प्रमाण आणि त्यांचा कार्यातील प्रभाव तपासण्यासाठी रासायनिक विश्लेषण केले जाते.

रक्ताचे रासायनिक विश्लेषण : रक्तातील ग्लुकोज स्तर, कोलेस्टेरॉल, पोटॅशियम, कॅल्शियम, नायट्रेट, आणि इतर रासायनिक घटक मोजण्यासाठी रासायनिक विश्लेषण केले जाते. यामुळे डॉक्टरांना रुग्णाच्या आरोग्यावस्थेचा अचूक अंदाज येतो.

मूत्रविश्लेषण : मूत्रातील रासायनिक घटक तपासून विविध रोगांचा अंदाज घेतला जातो. जसे की मूत्रातील प्रोटिन, ग्लुकोज, आणि पाकीजन (urinary pathogens) यांची उपस्थिती तपासली जाते.

पोषक तत्त्वांचे निर्धारण : शरीरातील पोषक तत्त्वांचे

प्रमाण ठरवण्यासाठी रसायनशास्त्राचा वापर केला जातो. रसायनशास्त्राचा महत्त्वपूर्ण उपयोग विषविश्लेषणामध्ये (toxicology) होतो. विषारी रसायनांचा शरीरावर कसा परिणाम होतो, हे रसायनशास्त्राच्या मदतीने समजून घेतले जाते. विषारी पदार्थ जेव्हा शरीरात प्रवेश करतात, तेव्हा ते शरीरातील ऑक्सिडेटिव्ह स्ट्रेस, एन्झाइम डिसफंक्शन, सामान्य शरीरक्रिया विघात करतात. रसायनशास्त्राच्या मदतीने विषाचे विश्लेषण आणि त्याचे प्रभाव कसे टाळता येतील, यावर काम केले जाते. रसायनशास्त्राच्या विश्लेषणात्मक तंत्रज्ञानांचा वापर करून विषाची तपासणी केली जाते, जसे की रक्त किंवा मूत्र परीक्षणाद्वारे विषाची मात्रा मोजली जाते.

रसायनशास्त्राचा वापर हार्मोनल उपचारामध्येदेखील होतो. हार्मोन शरीराच्या विविध कार्यांसाठी महत्त्वपूर्ण असतात आणि रासायनिक प्रतिक्रियाद्वारे ते कार्य करतात.

इन्शुलिन : डायबिटीज उपचारासाठी, रसायनशास्त्राच्या साहाय्याने इन्शुलिन तयार केले जाते. इन्शुलिन हॉर्मोनच कार्य शरीरातील ग्लुकोज मेटाबोलिझम नियंत्रित करते.

थायरॉईड हॉर्मोन : हायपोथायरॉइडिझम आणि हायपर-थायरॉइडिझम यांसारख्या समस्यांसाठी, रसायनशास्त्राच्या मदतीने थायरॉईड हॉर्मोन तयार केले जातात किंवा त्यांचे संतुलन साधले जाते.

प्राकृतिक उपचार आणि औषधांच्या तयारीत रसायनशास्त्राचा मोठा उपयोग केला जातो. औषधी वनस्पती आणि त्यांतील रसायनांपासून औषधे तयार केली जातात. फाइटोकेमिकल्स... कुरकुमिन (ज्याचा उपयोग सूज कमी करण्यासाठी होतो), सॅपोनिन (ज्याचा उपयोग हृदयरोगांमध्ये होतो) आणि फ्लाव्होनॉइड्स (ज्यांचा उपयोग अँटिऑक्सिडन्ट म्हणून होतो) यांसारख्या पदार्थांचा रासायनिक उपयोग औषधनिर्मितीमध्ये केला जातो.

वैद्यकीय क्षेत्र आणि अभियांत्रिकी

वैद्यकीय क्षेत्र आणि अभियांत्रिकी यामध्ये एक अत्यंत महत्त्वपूर्ण आणि विविध क्षेत्रांमध्ये वापर होणारा संबंध आहे. अभियांत्रिकीमध्ये (Engineering) तंत्रज्ञान आणि वैज्ञानिक तत्त्वांचा वापर करून समस्यांचा समाधान शोधले जाते. वैद्यकीय क्षेत्रात, अभियांत्रिकी विविध उपकरणे, प्रणाली आणि तंत्रज्ञानाद्वारे आरोग्यसेवा अधिक प्रभावी आणि सोयीस्कर बनवते. त्याचा अधिक तपशीलवार विचार करू या.

वैद्यकीय उपकरणे (Medical Devices)

अभियांत्रिकीच्या तंत्रज्ञानाचा वापर वैद्यकीय उपकरणांच्या डिझाइन, विकास, आणि निर्मितीमध्ये केला जातो. ह्या उपकरणांची कार्यप्रणाली आणि सुरक्षा सुनिश्चित करण्यासाठी अभियांत्रिकी तंत्रज्ञान अत्यंत महत्त्वाचे आहे.

रुग्णविषयक उपकरणे

सोनोग्राफी मशीन (Ultrasound) : ध्वनितंप्रेषण (ultrasound) वापरून, शरीराच्या आतील अवयवांचे चित्र तयार करणे. अभियांत्रिकीने विकसित केलेल्या विशेष सॉफ्टवेअर आणि हार्डवेअर यंत्रणेमुळे या प्रक्रियेस सुस्पष्ट आणि अचूक बनवले जाते.

एक्सरे आणि सीटी स्कॅन : एक्सरे मशीन आणि कंप्युटेड टोमोग्राफीमध्ये (CT) विकसित केलेल्या तंत्रज्ञानाच्या मदतीने शरीराच्या अचूक, त्रिमितीय प्रतिमा प्राप्त केल्या जातात. यामध्ये, अभियांत्रिकीतील इमेज प्रोसेसिंग आणि डेटा अनॅलिटिक्सचा मोठा वापर होतो.

आधुनिक इम्प्लांट

हिप किंवा घोटा इम्प्लांट : शरीरात इम्प्लांट करण्यासाठी वापरलेले तंत्रज्ञान (जसे की मेटल किंवा सिरेमिक इम्प्लांट) हे अत्यधिक सुसंगत (biocompatible) असावे लागते. यासाठी अभियांत्रिकी तत्त्वांचा वापर केला जातो.

रोबोटिक्स (Robotics)

वैद्यकीय रोबोटिक्स हे एक अत्याधुनिक क्षेत्र आहे, ज्याचा वापर सर्जिकल प्रक्रिया, उपचार आणि रुग्ण देखभाल यामध्ये केला जातो. **सर्जिकल रोबोट** : दा विंची सर्जिकल सिस्टिमसारख्या (Da Vinci Surgical System) अत्याधुनिक सर्जिकल रोबोट, जे शरीरातील लहान आणि संवेदनशील अवयवांमध्ये शस्त्रक्रिया करतात, यामध्ये अभियांत्रिकीचा मोठा वाटा आहे. यामध्ये मिनिमल इन्व्हेटिव्ह सर्जरी (minimally invasive surgery) होण्याचे फायदे आहेत. **रोबोटिक साहाय्यक** : यामध्ये, नर्सिंग रोबोट्स आणि फिजिओथेरपी रोबोट्स आहेत, जे रुग्णांची देखभाल करतात, औषध वितरण करतात, आणि फिजिओथेरपी सत्रे पूर्ण करतात.

बायोमेडिकल इंजिनीअरिंग (Biomedical Engineering)

बायोमेडिकल इंजिनीअरिंगमध्ये अभियांत्रिकीचे तंत्रज्ञान आणि जीवविज्ञानाचा समावेश होतो, ज्यामुळे शारीरिक आरोग्य सुधारणा आणि उपचार प्रणाली विकसित होतात.

हृदय बायोइम्प्लांट : हृदयाच्या विविध समस्यांवर उपचार करण्यासाठी पेसमेकर किंवा हार्ट व्हॉल्व इम्प्लांट

तयार केले जातात. या उपकरणांचे डिझाइन आणि कार्यप्रणाली अभियांत्रिकीच्या दृष्टीने अत्यंत महत्त्वाचे आहे. प्रोस्थेटिक्समध्ये कृत्रिम अवयव (artificial limbs) आणि रोबोटिक प्रोस्थेटिक्स वापरण्यात येतात. या अवयवांचे डिझाइन आणि कार्यप्रणाली बायोमेडिकल इंजिनीअरिंगने विकसित केली आहे.

डेटा आणि सॉफ्टवेअर इंजिनीअरिंग (Data and Software Engineering)

आजकाल डेटा विश्लेषण (data analysis) आणि सॉफ्टवेअर विकास वैद्यकीय क्षेत्रातील कामकाजामध्ये महत्त्वपूर्ण भूमिका निभावत आहेत. वैद्यकीय प्रक्रियांमध्ये सुस्पष्टता आणि कार्यक्षमता वाढवण्यासाठी डेटा आणि सॉफ्टवेअर इंजिनीअरिंगचा वापर केला जातो.

हॉस्पिटल मॅनेजमेंट सिस्टीम : या सिस्टीम्सद्वारे, रुग्णांच्या माहितीचे व्यवस्थापन, औषधांचे स्टॉक व्यवस्थापन, रुग्णांची तपासणी आणि उपचार यांचे डिजिटल दस्तऐवजीकरण केले जाते.

टेलिमेडिसिन : दूरदर्शन किंवा इंटरनेटचा वापर करून डॉक्टर रुग्णांची तपासणी करतात. यामध्ये अभियांत्रिकीचा वापर व्हिडिओ कॉन्फरन्सिंग, डेटा एनक्रिप्शन, आणि संचार तंत्रज्ञानमध्ये केला जातो.

सेंसर आणि मॉनिटर (Sensors and Monitors) : सेंसर आणि मॉनिटर ह्यांचा वापर रुग्णांची निगराणी आणि शरीराच्या विविध क्रियांचे निरीक्षण करण्यासाठी केला जातो.

हृदयाचा मॉनिटर : हृदयाच्या धडकांचे प्रमाण मोजण्यासाठी, ECG सेंसर वापरले जातात. हे सेंसर विज्ञान आणि अभियांत्रिकी द्वारे एकत्रित केले जातात.

स्पायरोमीटर : श्वासोच्छ्वासाचे परीक्षण करणारा स्पायरोमीटर डिव्हाइस रुग्णांच्या फुप्फुसांच्या कार्याचे निरीक्षण करते.

नॅनो तंत्रज्ञान (Nanotechnology)

नॅनो तंत्रज्ञान हे एक आणखी विकसित होत असलेले क्षेत्र आहे, जे विशेषतः औषध वितरण, निदान आणि उपचारांसाठी महत्त्वपूर्ण आहे.

नॅनोमेडिसिन : नॅनो तंत्रज्ञानाचा वापर करून, अत्यंत लहान आकाराच्या उपकरणांद्वारे उपचार केले जातात, जसे की नॅनोरोबोट, जे कर्करोगाच्या पेशींवर लक्ष केंद्रित करतात.

नॅनोसेंसर : रुग्णांच्या शरीरात नॅनोसेंसर्स ठेवले जातात, जे शरीरात होणाऱ्या जैविक आणि रासायनिक बदलांचा त्रास रेकॉर्ड करतात.

वैद्यकीय क्षेत्र आणि धातुशास्त्र

वैद्यकीय क्षेत्र आणि धातुशास्त्र (Metallurgy) यामध्ये एक अत्यंत महत्त्वपूर्ण संबंध आहे, कारण धातुशास्त्राच्या तत्त्वांचा वापर वैद्यकीय उपकरणांच्या निर्मितीपासून ते शस्त्रक्रियेसाठी आवश्यक असलेल्या धातूंच्या सामग्रीच्या डिझाइन आणि गुणवत्ता नियंत्रणापर्यंत केला जातो. धातुशास्त्र म्हणजे धातूंची संरचना, गुणधर्म, उत्पादन, आणि त्याच्या उपयोगाचा अभ्यास. वैद्यकीय क्षेत्रात, धातुशास्त्राचा वापर विशेषतः कृत्रिम अवयव, इम्प्लांट, सर्जिकल उपकरणे, आणि धातूआधारित औषधे यांमध्ये केला जातो.

कृत्रिम अवयव आणि इम्प्लांट (Prosthetics and Implants) : धातुशास्त्राचा महत्त्वपूर्ण वापर कृत्रिम अवयव आणि इम्प्लांट तयार करण्यात होतो. विविध प्रकारचे धातू वापरून कृत्रिम अंग, हड्डी इम्प्लांट, हृदयाच्या वॉल्व्ह, आणि शरीराच्या इतर अवयवांचे इम्प्लांट तयार केले जातात.

टायटॅनियम इम्प्लांट : टायटॅनियम हा एक असा धातू आहे जो हलका, मजबूत आणि शरीराच्या इतर अवयवांसोबत योग्य प्रकारे जुळतो (biocompatible). यामुळे हाडे आणि इतर अवयवांमध्ये टायटॅनियम इम्प्लांट मोठ्या प्रमाणात वापरले जातात.

स्टेनलेस स्टील इम्प्लांट : स्टेनलेस स्टीलचा वापर हाडांचे इम्प्लांट, व्हिटॅमिन इन्शॅट इत्यादीमध्ये केला जातो. हे धातू सशक्त आणि गंज प्रतिकारक असतात.

कॅल्शियम फॉस्फेट इम्प्लांट : हाडांच्या पुनर्निर्माणासाठी कॅल्शियम फॉस्फेट सामग्रीचा वापर केला जातो, जे शरीराच्या हाडांशी संयोग साधते आणि जास्त सुसंगत असते.

सर्जिकल उपकरणे (Surgical Instruments)

धातुशास्त्राचा वापर सर्जिकल उपकरणांच्या डिझाइन आणि निर्माणात महत्त्वाचा आहे. सर्जिकल ब्लेड, बिन्ज, शस्त्रक्रियागृहातील उपकरणे, आणि इतर औषधीय उपकरणे सर्वसाधारणपणे उच्च गुणवत्ता असलेल्या धातूंनी बनवली जातात.

स्टेनलेस स्टील : सर्जिकल उपकरणे, पिना, सुया, इत्यादी उपकरणांसाठी स्टेनलेस स्टीलचा वापर केला जातो. याचे कारण म्हणजे स्टेनलेस स्टील अत्यंत मजबूत, गंज प्रतिरोधक, आणि शस्त्रक्रियादरम्यान वापरण्यासाठी सुरक्षित आहे.

निओबियम आणि टायटॅनियम : हाडांचे इम्प्लांट किंवा हृदयाचे व्हॉल्व्ह तयार करताना निओबियम आणि टायटॅनियमसारख्या धातूंचा वापर केला जातो, कारण या धातूंची जैविक सुसंगतता अत्यंत चांगली असते.

धातुआधारित औषधं (Metal based Drugs) : धातूंचा वापर काही औषधांच्या उत्पादनातदेखील केला जातो. हे धातू रासायनिक प्रक्रियांच्या साहाय्याने रुग्णाच्या शरीरावर विशिष्ट परिणाम साधतात.

गोल्ड सॉल्ट : काही जोडकांच्या रोगांच्या उपचारासाठी गोल्ड सॉल्ट वापरण्यात येतात, विशेषतः रुमॅटॉइड आर्थरायटिसच्या (rheumatoid arthritis) उपचारात. गोल्ड आयन शरीरातील सूज कमी करण्यासाठी कार्य करतात.

प्लॅटिनमआधारित औषधे : कर्करोगाच्या उपचारात प्लॅटिनमआधारित औषधांचा वापर केला जातो. क्लोरोप्लॅटिन (Cisplatin) आणि त्याची विविध रूपे ह्या औषधांमध्ये प्लॅटिनमचे आयन कर्करोगाच्या पेशींच्या डीएनएवर काम करतात.

बायोमेडिकल इंजिनीअरिंग (Biomedical Engineering) : धातुशास्त्राचा वापर बायोमेडिकल इंजिनीअरिंगमध्येदेखील महत्त्वपूर्ण आहे, जिथे धातूंचा वापर रुग्णाच्या शारीरिक कार्यांशी जुळवून काम करणाऱ्या यंत्रांमध्ये केला जातो.

ऑर्थोपेडिक इम्प्लांट : हाडांच्या इम्प्लांटमध्ये धातू वापरून पुनर्निर्माण केले जाते. यामध्ये टायटॅनियम आणि कोबाल्ट, क्रोमियम यांसारख्या धातूंचा वापर केला जातो, कारण त्यांची सुसंगतता आणि मजबुती उत्तम असते.

स्नायूप्रणाली आणि हार्ट इम्प्लांट : यामध्ये तंत्रज्ञान वापरून धातूंच्या सामग्रीचा वापर हृदय व्हॉल्व्ह, स्टेंट, बायपास वेल्स, इत्यादीच्या उत्पादनात केला जातो. धातू शस्त्रक्रिया आणि ट्युब किंवा प्रोस्थेटिक यंत्रणेचे योग्य कार्य करण्यासाठी धातूचे योग्य रूप, आकार, आणि रासायनिक गुणधर्म महत्त्वाचे असतात.

सार्वजनिक हॉस्पिटल आणि बायोमेडिकल लॅबमध्ये धातुआधारित यंत्रांचा वापर : हाडांची पुनर्निर्मिती आणि सर्जिकल प्रक्रियांसाठी योग्य धातूंचा वापर केला जातो. या यंत्रांमध्ये उच्चगुणवत्तेच्या धातूंचा वापर शरीराच्या विविध भागांमध्ये सहजपणे समावेश होऊ शकतो.

उत्पादनतंत्रज्ञान (Manufacturing Technology)

वैद्यकीय उपकरणे आणि इम्प्लांट तयार करण्यासाठी धातूंच्या उच्च गुणवत्ता आणि विशिष्ट गुणधर्म असलेली सामग्री वापरली जाते. यामध्ये धातूशास्त्र आणि अभियांत्रिकी तत्त्वांचा वापर केला जातो.

मोल्डिंग आणि कास्टिंग : इम्प्लांट आणि सर्जिकल उपकरणांच्या निर्मितीसाठी कास्टिंग तंत्रज्ञान वापरले जाते. यामध्ये धातूंच्या आकाराची योग्य निर्मिती केली जाते.

धातुआधारित सॉसफिकेशन
(Metallurgical Engineering in Biomaterials)

धातूंच्या पृष्ठभागावर जंतूंचे संक्रमण आणि विषाणूंचा प्रसार कमी करण्यासाठी विशिष्ट धातूंच्या पृष्ठभागाचे सॉसफिकेशन (Surface Coating) आणि कोटिंग केले जाते.

हायड्रोक्स्यापॅटाइट कोटिंग : हाडांच्या इम्प्लांटच्या पृष्ठभागावर हायड्रोक्स्यापॅटाइट कोटिंग केल्याने इम्प्लांट आणि हाडे यांच्यात अधिक चांगले जुळणारे संबंध तयार होतात.

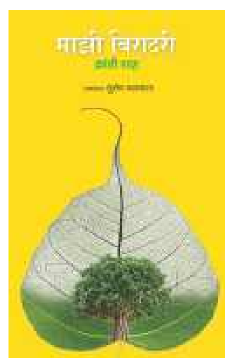
धातुशास्त्र आणि वैद्यकीय क्षेत्र यांचा संबंध अत्यंत महत्त्वपूर्ण आहे. धातुशास्त्राच्या सिद्धांतांचा उपयोग कृत्रिम अवयव, सर्जिकल उपकरणे, धातुआधारित औषधे, आणि बायोमेडिकल इंजिनीअरिंग यामध्ये केला जातो. ह्यामुळे वैद्यकीय उपकरणांची गुणवत्ता, प्रभाव, आणि कार्यक्षमता सुधारते. धातुशास्त्राच्या युक्त्या आणि तंत्रज्ञानाने रोगांच्या उपचारामध्ये मोठे परिवर्तन घडवून आणले आहे.

(छायाचित्र माहितीजालावरील स्रोतांतून साभार.)

– डॉ. जयंत वसंत जोशी
jvjoshi2002@yahoo.com

ग्रंथाली

युवक बिरादरीच्या माध्यमातून केलेले समाजकार्य... एका अथक प्रवासाचे प्रेरणादायी अनुभव-चिंतन...

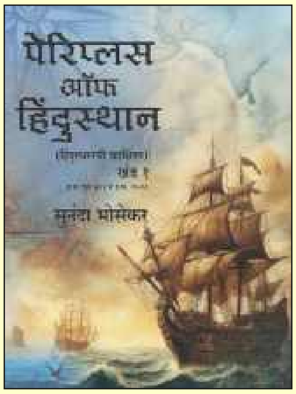


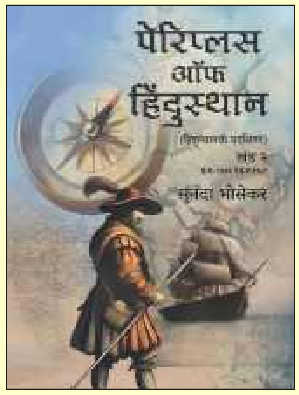
माझी बिरादरी

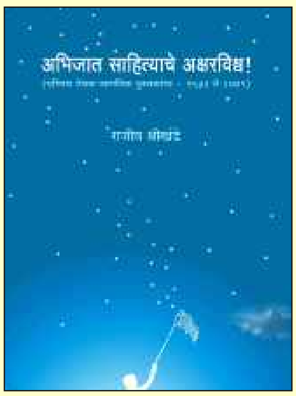
क्रांती शाह

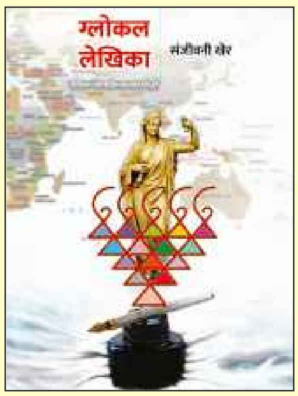
मूळ किंमत : ४०० रुपये
सवलतीत : २४० रुपये

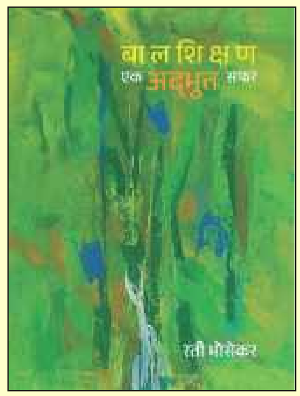
ग्रंथालीची महत्त्वपूर्ण पुस्तके

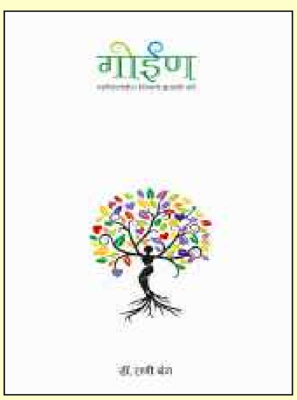


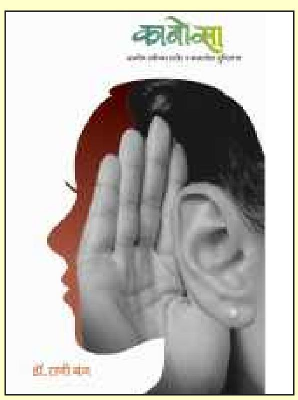




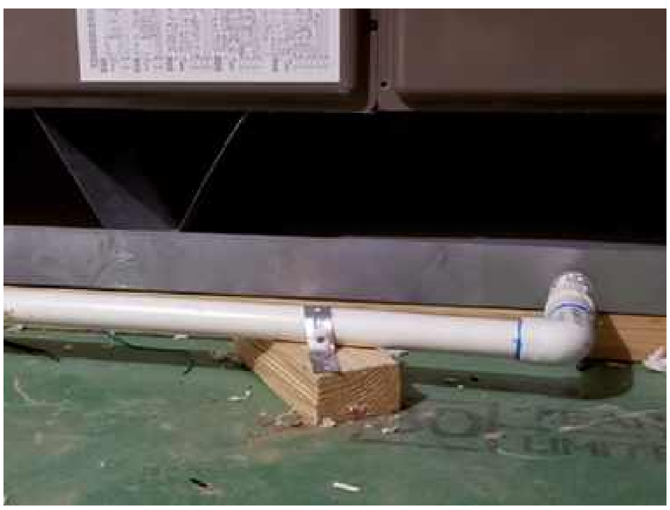








पाणी वाचवा



वातानुकूल यंत्रातून बाहेर गळणारे पाणी वापरा
ते अतिशय शुद्ध असते. फक्त ज्या नळीतून ते गळते, ती स्वच्छ ठेवा.