मासिक विज्ञानपुस्तिका

विज्ञानधारा

जानेवारी २०२६ मूल्य ५० रुपये

नागरी संरक्षण हा विषय कागदावरच का राहतो?

ग्रंथालीच्या ५१ व्या वाचकदिनी मुंबई व वाशी येथे झालेल्या कार्यक्रमांची क्षणचित्रे

रंगनाथ पठारे याच्याशी संवाद साधताना
डॉ. नीतीन रिंढे (उजवीकडे)

रंगनाथ पठारे यांच्या साहित्यातील निवडक उताऱ्यांचे अभिवाचन –
प्रमोद पवार आणि श्रीनिवास नार्वेकर सूत्रसंचालन – डॉ. निर्मोही फडके

नारायण सुर्वे यांच्या कविता सादर करताना
अनिता दाते आणि प्राजक्त देशमुख

अरुण साधू स्मृती अनुदान – रंगनाथ पठारे यांच्या हस्ते स्वीकारताना
यशोदा वाकणकर, सोबत शेफाली साधू , सुदेश हिंगलासपूरकर

राजीव श्रीखंडे लिखित 'ग्लोबल साहित्यसफर भाग २'चे प्रकाशन
डॉ. किरण कुलकर्णी यांच्या हस्ते. सोबत रंगनाथ पठारे व मान्यवर

शरद काळे लिखित 'चिंतन भाग ७'चे प्रकाशन
राजीव श्रीखंडे यांच्या हस्ते

धनराज खरटमल लिखित 'खस्ता' या आत्मकथनाचे प्रकाशन
प्राजक्त देशमुख यांच्या हस्ते

मोहन काळे यांच्या 'चला, पुन्हा शाळेत जाऊ या' कवितासंग्रहाच्या
दुसऱ्या आवृत्तीचे अनिता दाते यांच्या हस्ते प्रकाशन

'ग्रंथाली'ची मासिक पुस्तिका

विज्ञानधारा

जानेवारी २०२६, वर्ष तिसरे
पुस्तिका आठवी, मूल्य ५० रु.
संपादक : शरद काळे
कार्यकारी संपादक : अरुण जोशी
समन्वयक : सुदेश हिंगलासपूरकर (विश्वस्त, ग्रंथाली)
मुखपृष्ठ : ग्रंथाली संगणक विभाग
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

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

शरद काळे / ५
नागरी संरक्षण – काळाची गरज

Sanjay Jahagirdar / ८
The Power Paradox: When AC is Failing the Electronic home, better Switch to DC 48 V Solution.

बिपीन भालचंद्र देशमाने / १२
हॅमिल्टन ओ. स्मिथ

डॉ. संगीता गोडबोले / १६
मिस्टर ओझोन – पद्मविभूषण कलपथी रामकृष्ण रामनाथन

डॉ. स्वाती बापट / २१
आपला रक्तदाब कसा तपासावा?

डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी / २५
भावनांचे व्यवस्थापन आणि आरोग्य

सिद्धेश लक्ष्मण खटावकर / २७
ज्ञान, विज्ञान आणि प्रेरणा यांचा अनोखा संगम – पद्मश्री डॉ. शरद काळे

हेमंत लागवणकर / २९
आधार क्रमांक : प्रत्येक नागरिकाची डिजिटल ओळख

अनघा शिराळकर / ३३
ढगांची निर्मिती व प्रकार

आनंद घैसास / ३८
आफ्रिका दुभंगणार?

आनंद घारे / ४३
धातुविज्ञानाचा इतिहास

डॉ. जयंत वसंत जोशी / ४६
माळीकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान (भाग २)

वर्षा केळकर / ५१
प्रथिनांचे विश्वरूप दर्शन : भाग १

डॉ. रंजन गर्गे / ५६
तो मी नव्हेच!

संपादकीय

सन २०२५ इतिहासात जमा झाले आणि सन २०२६ हे आणखी एक नवीन वर्ष सुरू झाले. या नवीन वर्षात भिंतीवरील कॅलेंडर बदलले, हा बदल लगेचच झाला! वैज्ञानिक संशोधन-क्षेत्रातील पुढची वाटचाल कशी असेल याबद्दलचे कुतूहल 'विज्ञानधारा'च्या वाचकांच्या मनात कमीअधिक प्रमाणात असणार हे गृहीत धरून त्याचा आढावा या निमित्ताने घेणे आवश्यक आहे. हा आढावा म्हणजे हात बघून भविष्य सांगणे नसून सातत्याने घडणाऱ्या घडामोडींवरून काही महत्त्वाचे ठोकताळे वाचकांसमोर मांडता आले तर मांडावेत व त्यांची जिज्ञासा जागृत करावी हा उद्देश मनात आहे. येत्या दहा वर्षांतील संशोधनाचे महत्त्वाचे प्रवाह विज्ञान, निसर्ग आणि मानवता हेच राहणार आहेत. एकविसाव्या शतकाच्या तिसऱ्या दशकात मानवजातीसमोर उभ्या असलेल्या समस्या केवळ वैज्ञानिक नाहीत, तर त्या सामाजिक, नैतिक आणि तत्त्वज्ञानात्मकही आहेत. हवामानबदल, आरोग्यसंकट, तंत्रज्ञानाचा वाढता प्रभाव, आणि निसर्गाशी तुटत चाललेले नाते – या सर्व पार्श्वभूमीवर येत्या दहा वर्षांतील संशोधनाची दिशा ठरू लागली आहे.

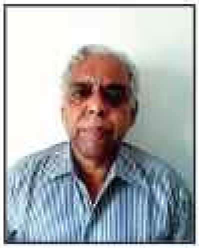
आजपर्यंत कृत्रिम बुद्धिमत्तेकडे प्रामुख्याने माहिती-विश्लेषणाचे साधन म्हणून पाहिले जात होते. परंतु अलीकडच्या काळात कृत्रिम बुद्धिमत्ता ही नवीन संकल्पना सुचवणारी, प्रयोगांचे मार्ग दाखवणारी आणि संशोधकाची भागीदार बनू लागली आहे. जैवविज्ञानासारख्या अत्यंत गुंतागुंतीच्या क्षेत्रात ही भागीदारी क्रांतिकारक ठरणार आहे. जीनोम (DNA), प्रोटिओम (प्रथिने), आणि मेटाबोलोम (चयापचयातील रेणू) यांचा एकत्रित अभ्यास माणसाला आणि इतर सजीवांना समजून घेण्याची नवी दृष्टी देतो. इतका प्रचंड डेटा मानवी मेंदूला एकट्याने हाताळणे अशक्य आहे; येथे कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा वापर अनिवार्य ठरतो. याचबरोबर नवीन औषधांचे डिझाइन, रोगांचा अंदाज, सूक्ष्मजीवांची ओळख, तसेच उत्क्रांतीतील नमुने ओळखणे या सर्व क्षेत्रांत कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रणाली झपाट्याने प्रवेश करत आहे. परिणामी, प्रयोगशाळेतील वर्षानुवर्षांचे काम संगणक काही आठवड्यांत सुचवू शकतो, ही कल्पना वास्तवात उतरू लागली आहे.

सूक्ष्मजीव, मायक्रोबायोम आणि मानवी आरोग्य यांच्या भविष्यातील वाटचालीचा विचार करता,व मानव हा स्वतंत्र जीव नाही; ती एक चालती-बोलती परिसंस्था (ecosystem) आहे हे लक्षात घेणे आवश्यक आहे. आपल्या शरीरात आणि शरीरावर अब्जावधी सूक्ष्मजीव राहतात, आणि त्यांच्याशिवाय आपले आरोग्य अपूर्ण आहे, ही जाणीव आता सर्वसामान्यांपर्यंत पोहोचत चालली आहे. विशेषतः आतड्यांतील मायक्रोबायोम आणि मेंदू यांच्यातील संबंध -आतडी – मेंदू अक्ष हा संशोधनाचा अत्यंत महत्त्वाचा आणि मध्यवर्ती विषय ठरत आहे. नैराश्य, चिंता, स्मरणशक्ती, अगदी निर्णयक्षमताही सूक्ष्मजीवांशी संबंधित असू शकते, असे संकेत मिळत आहेत. कर्करोग, मधुमेह, लठ्ठपणा यांसारख्या आजारांमध्ये आपल्या शरीरातच सहजीवन जगणाऱ्या सूक्ष्मजीवांची भूमिका समजून घेणे, तसेच प्रत्येक व्यक्तीसाठी स्वतंत्र प्रोबायोटिक्स तयार करणे, असे उपचारांचे नवे मार्ग उघडत आहेत. देशात रस्त्यांचे जाळे पसरत चालले आहे, तसेच संशोधनक्षेत्रातही ह्या नवीन मार्गांचे जाळे वाढत आहे. नवीन पिढीतील संशोधनोत्सुक विद्यार्थ्यांसाठी ही पर्वणी ठरू शकते.

प्रतिजैविक (अँटिबायोटिक्स) प्रतिकार ही एक मूक महामारी जगभर पसरत चालली आहे. प्रतिजैविकांमुळे विसाव्या शतकात असंख्य जीव वाचले; पण त्यांचा अतिवापर आता एकविसाव्या शतकात मानवतेसमोर गंभीर संकट उभे करत आहे. अनेक जिवाणू प्रतिजैविकांना प्रतिकारक बनत आहेत, आणि हा धोका मूक महामारी म्हणून ओळखला जात आहे. यामुळे नवीन प्रकारची प्रतिजैवके शोधणे, तसेच; बॅक्टेरिओफेज थेरपीसारख्या पर्यायी उपायांकडे वळणे आवश्यक झाले आहे. प्रतिकार कसा आणि का निर्माण होतो, याचा उत्क्रांतिवादी अभ्यासही तितकाच महत्त्वाचा ठरणार आहे. या संशोधनाचा अंतिम उद्देश एकच आहे – भविष्यात साधा संसर्गही जीवघेणा ठरू नये.

हवामानबदल हा केवळ तापमानवाढीचा प्रश्न नाही; तर संपूर्ण जैवसृष्टीला हादरवणारे ते फार मोठे जैविक आणि सामाजिक संकट आहे. तापमान, पर्जन्यमान, आणि समुद्रपातळीतील बदल सूक्ष्मजीवांपासून मानवापर्यंत सर्वांवर परिणाम करत आहेत. कार्बनचे शोषण करणारे सूक्ष्मजीव, परिसंस्थांचे पुनरुज्जीवन, जैवविविधतेचा ऱ्हास आणि त्याचे दीर्घकालीन परिणाम – हे सर्व संशोधनाचे महत्त्वाचे विषय ठरणार आहेत. येथे दृष्टिकोन बदलतो: निसर्गाशी संघर्ष नव्हे, तर निसर्गाच्या मदतीने उपाय शोधणे, हीच पुढील वाट आहे. यासाठी कृत्रिम जीवशास्त्र म्हणजे निसर्गाने तयार केलेल्या जैविक प्रणालींची डिझाइन आणि पुनर्रचना. कृत्रिम पेशी, जैव-इंधन, जैव-प्लास्टिक, प्रदूषण नष्ट करणारे सूक्ष्मजीव – हे सारे या क्षेत्रातून शक्य होत आहे. यामुळे जैवशास्त्र हे केवळ निरीक्षणाचे नव्हे, तर निर्मितीचे शास्त्र बनत आहे. जैवशास्त्र वाचायचे यापेक्षा जैवशास्त्र लिहायचे हे नवे वास्तव आकार घेत आहे.

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com



नागरी संरक्षण - काळाची गरज

शरद काळे

भारताच्या इतिहासात यशस्वी राजसत्ता ही संकल्पना केवळ भू-विस्तार किंवा युद्ध जिंकण्यावर आधारित नसून, प्रजेला सुरक्षितता, न्याय आणि स्थैर्य देणाऱ्या राज्यकारभाराशी जोडलेली आहे.

राज्यात किंवा देशात शांतता आणि समाधान टिकून राहण्यासाठी केवळ सक्षम व दक्ष राज्यकर्ते असणे पुरेसे नसते; त्यासाठी प्रजेचा सक्रिय आणि सजग सहभागही तितकाच आवश्यक असतो. शासनाने योग्य धोरणे आखणे, सुरक्षितता पुरवणे आणि आपत्ती व्यवस्थापनाची तयारी ठेवणे जितके महत्त्वाचे आहे, तितकेच नागरिकांनीही नियमपालन, सामाजिक जबाबदारी आणि सामूहिक शिस्त यांचे भान ठेवणे आवश्यक असते. नैसर्गिक आपत्ती, समाजविघातक प्रवृत्ती, दहशतवाद किंवा बलाढ्य राष्ट्रांच्या साम्राज्यशाही महत्त्वाकांक्षा अशा संकटांच्या काळात केवळ सैन्यबळ किंवा प्रशासकीय यंत्रणा पुरेशी ठरत नाही. अशा वेळी समाजाचे मनोधैर्य, परस्पर- सहकार्य आणि शिस्तबद्ध वर्तन हे अत्यंत निर्णायक ठरते. अफवा, भीती आणि अस्थैर्य हे अनेकदा प्रत्यक्ष संकटांपेक्षा अधिक घातक ठरतात. त्यामुळे जनतेने विवेक, संयम आणि वैज्ञानिक दृष्टिकोन राखणे, संकटाच्या काळात प्रशासनाला सहकार्य करणे हे राष्ट्रहिताचे कर्तव्य ठरते.

याच संदर्भात नागरी संरक्षण विभागाचे (Civil Defence) महत्त्व अधोरेखित होते. हा विभाग नागरिकांना आपत्तिव्यवस्थापन, प्राथमिक उपचार, स्थलांतर व्यवस्था, आग व पूरनियंत्रण, आपत्कालीन परिस्थितीत स्वयंसेवक म्हणून काम करण्याचे प्रशिक्षण देतो. नागरी संरक्षण ही केवळ युद्धकाळातील संकल्पना न राहता, आज ती नैसर्गिक आपत्ती, औद्योगिक अपघात, महामारी आणि अंतर्गत सुरक्षेशीही निगडित झाली आहे. सामान्य नागरिक सज्ज, प्रशिक्षित आणि आत्मविश्वासपूर्ण असेल तर कोणत्याही संकटाला सामोरे जाण्याची राष्ट्राची क्षमता अनेक पटींनी वाढते. म्हणूनच नागरी संरक्षणासारख्या उपक्रमांमध्ये जनतेला सहभागी करून घेतल्यास, शांतता ही केवळ संकल्पना न राहता एक सामूहिक जीवनमूल्य ठरू शकते.

आपल्या देशात पोलिसखात्याशी संलग्न असलेला नागरी संरक्षण विभाग (Civil Defence) कागदोपत्री अस्तित्वात असला, तरी प्रत्यक्ष व्यवहारात तो दुर्लक्षित राहिलेला दिसतो. नागरिकांच्या मनातदेखील ह्या शिक्षणक्रमाविषयी फारशी आस्था नसते. ज्या ठिकाणी सक्तीने हे शिक्षणक्रम शिकवले जातात, तिथेही कोर्स कसाबसा पुरा करण्याकडेच अधिक लक्ष असते. नागरी संरक्षण संकल्पनेचा पूर्ण बोजवारा उडालेला आहे, हे स्पष्टच आहे. क्वचितच आपत्ती येतात या चुकीच्या समजुतीतून या विभागाचा खर्च अनाठायी मानला जातो आणि परिणामी त्याला अत्यल्प निधी दिला जातो. मात्र आपत्ती ही पूर्वसूचना देऊन येत नाही; आणि ती येते, तेव्हा अपुरी तयारी, विस्कळीत यंत्रणा आणि गोंधळ यांची मोठी किंमत समाजाला मोजावी लागते.

आगीशी कसे लढावे, आग लागल्यास सुरक्षित स्थलांतर कसे करावे, प्राथमिक उपचार कसे द्यावेत, सार्वजनिक ठिकाणी शिस्त कशी राखावी, या मूलभूत बाबींचे ज्ञान समाजात अत्यल्प आहे. प्रत्यक्षात आगीशी लढण्याचे प्रशिक्षण असणाऱ्या व्यक्तींची संख्या हाताच्या बोटांवर मोजता येईल इतकीही नसते. नागरी संरक्षण विभागाकडे हे प्रशिक्षण देण्याची संकल्पना आणि जबाबदारी असली, तरी पुरेशा निधीअभावी आणि साधनसामग्री नसल्यामुळे ती प्रत्यक्षात राबवता येत नाही. उलट, आगी रोज कुठे लागतात? अशा मानसिकतेमुळे स्वयंसेवकही पुढे येत नाहीत, ही परिस्थिती अधिक गंभीर आहे.

आजच्या काळात आपत्तींचे स्वरूपही बदलले आहे. नैसर्गिक आपत्तींसोबतच जैविक, रासायनिक आणि आण्विक (CBRN) धोक्यांची शक्यता नाकारता येत नाही. अशा परिस्थितीत नागरिकांनी कसे वागावे, कोणती लक्षणे धोक्याची आहेत, प्राथमिक प्रतिबंधात्मक उपाय काय

आहेत, आणि प्रथम प्रतिसाद देणाऱ्या स्वयंसेवकांची भूमिका काय असावी, याची प्राथमिक माहिती समाजाला असणे अत्यावश्यक आहे. हे प्रशिक्षण देणे, जनजागृती करणे आणि स्वयंसेवकांची साखळी उभी करणे हे नागरी संरक्षण विभागाचे मूलभूत कर्तव्य आहे. मात्र प्रत्यक्षात अशा प्रकारचे प्रशिक्षण, सराव किंवा सार्वजनिक संवाद फारसा कुठे दिसून येत नाही.

याचा परिणाम असा होतो, की संकटकाळात प्रशासन, पोलिस, अग्निशमनदल आणि आरोग्ययंत्रणा यांच्यावर प्रचंड ताण येतो, तर नागरिक घाबरून, गोंधळून किंवा चुकीच्या निर्णयांमुळे परिस्थिती अधिक गंभीर करतात. जे नुकसान टाळता येऊ शकले असते, ते केवळ तयारीअभावी वाढते. त्यामुळे नागरी संरक्षण विभागाकडे केलेले दुर्लक्ष हे प्रत्यक्षात नागरिकांच्या सुरक्षिततेकडे केलेले दुर्लक्ष ठरते. हा खर्च अनाठायी नसून, तो भविष्यातील संभाव्य संकटांपासून वाचण्यासाठी केलेली गुंतवणूक आहे, ही जाणीव शासन आणि समाज दोघांनाही होणे अत्यंत आवश्यक आहे.

पुरेसा निधी, नियमित प्रशिक्षण, शालेय व महाविद्यालयीन स्तरावर जनजागृती, आणि स्वयंसेवकांना सामाजिक प्रतिष्ठा दिल्यासच हा विभाग प्रभावी ठरू शकतो. अन्यथा, आपत्ती येईपर्यंत दुर्लक्ष आणि आपत्ती आल्यावर पश्चात्ताप–हा दुर्दैवी चक्राकार प्रवास आपल्याला वारंवार करावा लागेल.

जैविक, रासायनिक व आण्विक अस्त्रे : स्वरूप, धोके आणि सजगतेची गरज

आधुनिक युद्धपद्धतीत जैविक, रासायनिक आणि आण्विक (CBRN) अस्त्रे ही मानवतेसाठी अत्यंत घातक अशी शस्त्रे मानली जातात. या अस्त्रांचे वैशिष्ट्य म्हणजे ती थेट लष्करी लक्ष्यांपुरती मर्यादित न राहता सामान्य नागरिक, पर्यावरण आणि भावी पिढ्यांवरही दीर्घकालीन परिणाम घडवतात. त्यामुळे या अस्त्रांची मूलभूत माहिती आणि त्यांचे धोके समजून घेणे हे केवळ सैन्यापुरते नव्हे, तर समाजासाठीही महत्त्वाचे ठरते.

जैविक अस्त्रे ही जिवाणू, विषाणू किंवा विषारी जैवघटकांचा वापर करून रोगराई पसरवण्यावर आधारित असतात. प्लेग, अँथ्रॅक्स किंवा स्मॉलपॉक्ससारख्या रोगांचा कृत्रिम फैलाव करून मोठ्या प्रमाणावर मृत्यू आणि भीती निर्माण केली जाऊ शकते. या अस्त्रांचा सर्वात धोकादायक पैलू म्हणजे त्यांचा परिणाम लगेच दिसून येत नाही; त्यामुळे रोगाचा प्रसार वेगाने होतो. स्वच्छता, लसीकरण, विलगीकरण आणि आरोग्य यंत्रणेची सज्जता हे जैविक हल्ल्यांपासून संरक्षणाचे महत्त्वाचे उपाय ठरतात.

रासायनिक अस्त्रे ही मानवी शरीरावर थेट परिणाम करणाऱ्या विषारी द्रव्यांचा वापर करतात. नर्व्ह एजंट, ब्लिस्टर एजंट किंवा श्वसनावर परिणाम करणारी रसायने यांमुळे काही मिनिटांतच गंभीर इजा किंवा मृत्यू होऊ शकतो. अशा हल्ल्यांमध्ये त्वचा, डोळे आणि श्वसनसंस्था सर्वाधिक प्रभावित होतात. वायुरोधक मुखवटे, संरक्षक कपडे, दूषित क्षेत्रातून त्वरित दूर जाणे आणि योग्य निर्जंतुकीकरण हे रासायनिक हल्ल्यांपासून संरक्षणासाठी महत्त्वाचे ठरते.

आण्विक अस्त्रे सर्वाधिक विनाशकारी मानली जातात. अणुभंजन किंवा अणुसंलयन प्रक्रियेतून प्रचंड ऊर्जा निर्माण होऊन तत्काळ विनाश, उष्णतेची लाट, विकिरण आणि दीर्घकालीन पर्यावरणीय हानी होते. हिरोशिमा–नागासाकी ही त्याची ऐतिहासिक उदाहरणे आहेत. अशा हल्ल्यांपासून संरक्षण अत्यंत अवघड असले, तरी आश्रयस्थाने, विकिरणापासून बचावाची माहिती आणि आपत्कालीन प्रतिसादयोजना यांमुळे हानी काही प्रमाणात कमी करता येऊ शकते.

आगीचे प्रकार व त्यावरील उपाययोजना

आग ही मानवी जीवनासाठी अत्यंत धोकादायक आपत्ती असून तिचे स्वरूप सर्वत्र समान नसते. ज्या पदार्थांमुळे किंवा कारणामुळे आग लागते, त्यानुसार आगीचे प्रकार ठरतात. त्यामुळे आग विझवण्यासाठी एकच उपाय सर्व ठिकाणी उपयोगी पडत नाही.

सामान्यतः घन पदार्थांमुळे लागणारी आग (Class A) ही लाकूड, कागद, कापड, प्लास्टिक अशा वस्तूंमुळे लागते. ही आग सर्वसाधारण घरगुती किंवा कार्यालयीन ठिकाणी आढळते. अशा आगीसाठी पाणी, वाळू किंवा फोम अग्निशामक प्रभावी ठरतात, कारण ते ज्वलनासाठी आवश्यक असलेली उष्णता कमी करतात. मात्र आग पसरत असेल तर तत्काळ परिसर रिकामा करून अग्निशमनदलाला पाचारण करणे आवश्यक असते.

ज्वलनशील द्रवांमुळे लागणारी आग (Class B) पेट्रोल, डिझेल, तेल, रंग किंवा रसायनांमुळे लागते. अशा आगीवर पाणी टाकणे धोकादायक ठरू शकते, कारण त्यामुळे ज्वलनशील द्रव पसरून आग वाढू शकते. या प्रकारच्या आगीसाठी फोम, कोरडी रासायनिक पावडर किंवा कार्बन डायऑक्साइड (CO_2) अग्निशामक म्हणून वापरले जातात. इंधनपुरवठा बंद करणे हीदेखील अत्यंत महत्त्वाची उपाययोजना आहे.

विद्युत उपकरणांमुळे लागणारी आग (Class C) ही शॉर्ट सर्किट, ओव्हरलोड किंवा खराब वायरिंगमुळे लागते. अशा वेळी सर्वप्रथम वीजपुरवठा बंद करणे आवश्यक

असते. विद्युत आगीवर पाणी वापरणे अत्यंत धोकादायक असते. या आगीसाठी CO_2 किंवा कोरडी रासायनिक पावडर अग्निशामक ठरतात. नियमित विद्युत तपासणी आणि दर्जेदार उपकरणांचा वापर केल्यास अशा आगी टाळता येतात.

स्वयंपाकातील तेल किंवा वायूमुळे लागणारी आग (Class K/F) ही घरगुती आगींमध्ये सामान्य आहे. कढईतील तेल पेटल्यास त्यावर पाणी टाकल्यास आग उड्या मारून पसरते. अशा वेळी गॅस बंद करणे, कढईवर झाकण ठेवणे किंवा ओल्या कापडाने झाकणे हे सुरक्षित उपाय ठरतात. विशेष फायर ब्लँकेट किंवा Class K अग्निशामकही प्रभावी ठरतात.

नागरी संरक्षण अंमलबजावणी

- ❊ नियमित सुरक्षा तपासणी करण्यासाठी यंत्रणा, तपासणी अहवाल अंमलबजावणी
- ❊ कर्मचाऱ्यांसाठी सहामाही किंवा वार्षिक प्रशिक्षण
- ❊ दर दोन वर्षांनी आपत्ती आढावा समन्वयक यंत्रणा
- ❊ शालेय स्तरावर बालवीर आणि वीरबाला यंत्रणा
- ❊ महाविद्यालयीन स्तरावर एन.सी.सी. प्रशिक्षणात नागरी संरक्षण विषयाचा समावेश

देशातील आपत्तीव्यवस्थापन, नागरी संरक्षण आणि सार्वजनिक सुरक्षितता प्रभावीपणे राबवायची असल्यास ती केवळ एखाद्या खात्याची जबाबदारी न राहता, एक संस्थात्मक, सातत्यपूर्ण आणि जनसहभागावर आधारित व्यवस्था बनणे आवश्यक आहे. यासाठी पुढील उपाययोजना केवळ उपयुक्त नव्हे, तर अनिवार्य ठरतात.

सर्वप्रथम, नियमित सुरक्षा तपासणीसाठी स्वतंत्र व सक्षम यंत्रणा उभारणे गरजेचे आहे. शासकीय कार्यालये, शाळा, रुग्णालये, औद्योगिक प्रकल्प, सार्वजनिक वाहतूककेंद्रे आणि गर्दीची ठिकाणे येथे ठरावीक कालावधीत संरचनात्मक, विद्युत, अग्निसुरक्षा आणि आपत्तीप्रतिसाद यांची तपासणी केली गेली पाहिजे. या तपासणीचा अहवाल केवळ कागदावर न राहता, त्यातील त्रुटी दूर करण्यासाठी स्पष्ट कालमर्यादा, जबाबदार अधिकारी आणि अंमलबजावणीची सक्ती असली पाहिजे. तपासणी अहवाल हा प्रशासकीय औपचारिकता न राहता, तो सुधारणा आणि उत्तरदायित्वाचा आधार बनला पाहिजे.

दुसरे महत्त्वाचे पाऊल म्हणजे कर्मचाऱ्यांसाठी सहामाही किंवा किमान वार्षिक प्रशिक्षण अनिवार्य करणे. शासकीय कर्मचारी, खासगी संस्थांतील कर्मचारी, सुरक्षा रक्षक, शिक्षक आणि आरोग्यसेवक यांना आग, पूर, भूकंप, जैविक-रासायनिक धोके, प्राथमिक उपचार आणि स्थलांतर प्रक्रिया यांचे प्रत्यक्ष प्रशिक्षण दिले पाहिजे. हे प्रशिक्षण केवळ व्याख्यानापुरते मर्यादित न ठेवता, सराव (mock drills), प्रत्यक्ष उपकरणांचा वापर आणि परिस्थितीजन्य निर्णयक्षमतेवर आधारित असावे. सातत्याने प्रशिक्षण दिल्यास आपत्तीच्या क्षणी घाबरट कमी होऊन कार्यक्षम प्रतिसाद मिळतो.

तिसऱ्या स्तरावर, दर दोन वर्षांनी आपत्ती आढावा व समन्वयक यंत्रणेचे पुनरावलोकन करणे अत्यावश्यक आहे. यामध्ये पोलिस, अग्निशमनदल, आरोग्यसेवा, नागरी संरक्षण, स्थानिक स्वराज्य संस्था आणि स्वयंसेवी संघटना यांच्यातील समन्वयाची चाचणी घेतली पाहिजे. मागील आपत्तींचे अनुभव, आलेल्या अडचणी, संसाधनांची उपलब्धता आणि संवादातील त्रुटी यांचा अभ्यास करून सुधारित कृती आराखडा तयार केला पाहिजे. ही यंत्रणा गतिमान ठेवली नाही, तर ती संकटाच्या क्षणी निष्क्रिय ठरण्याचा धोका असतो.

चौथ्या टप्प्यावर, शालेय स्तरावर 'बालवीर' आणि 'वीरबाला' यंत्रणा प्रभावीपणे राबवणे ही दीर्घकालीन गुंतवणूक ठरू शकते. लहान वयातच विद्यार्थ्यांना शिस्त, आपत्कालीन प्रतिसाद, प्राथमिक उपचार, पर्यावरण संरक्षण आणि सामाजिक जबाबदारी यांचे प्रशिक्षण दिल्यास ते सजग आणि आत्मविश्वासपूर्ण नागरिक घडतात. खेळ, प्रात्यक्षिके आणि उपक्रमांच्या माध्यमातून दिलेले प्रशिक्षण मुलांच्या मनावर खोल परिणाम करते आणि आपत्तीव्यवस्थापनाची संस्कृती समाजात रुजवते.

याच धर्तीवर, महाविद्यालयीन स्तरावर एन.सी.सी. प्रशिक्षणात नागरी संरक्षणाचा समावेश करणे अत्यंत आवश्यक आहे. एन.सी.सी. कॅडेटना केवळ सैनिकी शिस्त नव्हे, तर नागरी आपत्ती, अग्निसुरक्षा, शोध-बचाव कार्य, प्राथमिक उपचार आणि समुदाय नेतृत्व यांचे प्रशिक्षण दिल्यास ते 'पहिले प्रतिसादकर्ते' (First Responders) म्हणून प्रभावी भूमिका बजावू शकतात. शिक्षण पूर्ण झाल्यानंतरही हे प्रशिक्षित युवक समाजासाठी एक सज्ज मनुष्यबळ म्हणून उपलब्ध राहू शकतात.

एकूणच, या सर्व उपाययोजना स्वतंत्र न राहता परस्परपूरक स्वरूपात राबवल्या गेल्या, तर नागरी संरक्षण आणि आपत्तीव्यवस्थापन ही केवळ कागदावरील संकल्पना न राहता, प्रत्यक्षात कार्यक्षम आणि विश्वासार्ह व्यवस्था बनेल. सुरक्षित समाज घडवायचा असेल, तर तपासणी, प्रशिक्षण, समन्वय आणि शिक्षण या चारही स्तंभांवर उभे राहिलेले दीर्घकालीन धोरण स्वीकारणे अपरिहार्य आहे.

– शरद काळे
sharadkale@gmail.com

The Power Paradox: When AC is Failing the Electronic home, better Switch to DC 48 V Solution.

Sanjay Jahagirdar

The Dawn of Electricity (The DC Era!)

The earliest commercial use of electricity relied on Direct Current (DC). This power was naturally generated by the very first electrochemical cells (batteries) and later, by the first practical generators, known as dynamos.

Thomas Edison, the pioneer of the light bulb, was the primary champion of DC distribution. His Pearl Street Station (1882) in New York was the world's first central power plant, distributing 110 V DC electricity. The DC worked perfectly with the primary load of the time: the incandescent light bulb. It also allowed for the use of storage batteries for backup power and load levelling; a capability AC system lacked at the time.

The major flaw of DC was its inability to be easily transformed i.e. stepping to higher or lower voltages. To transmit the current over any significant distance, very high current was required (since voltage was fixed at 110 V, leading to enormous energy losses as heat in the wires, governed by Joule's Law I^2R.

To keep losses manageable, DC generating stations had to be located within about 1.6 km of their final customers, making power distribution extremely expensive and impractical for spreading electricity to less dense areas.

At this juncture entered two legends - Nikola Tesla (inventor of the AC induction motor) and George Westinghouse (industrialist). They championed Alternating Current (AC) and they fought the "War of the Currents" with their predecessor Thomas Edison. It is needless to mention who won the so-called debate. Why AC had victory? I will leave it to students to ponder upon and write an essay.

The present AC Era

AC voltage could be stepped up to tens of thousands of volts for transmission. Since $P = VI$, increasing V meant decreasing I for the same power. This allowed power to be sent over vast distances with minimal loss. We often see use huge electric tower carrying multiple cables marked 220 KV or 440 KV power lines in Goa, as the state is importing 100% electricity.

At the destination, the voltage is stepped down again to a safe and usable level for homes with 220 V and 50 Hz.

The ability to efficiently transmit AC over long distances, coupled with Tesla's practical AC motor, sealed the fate of DC for large-scale grid distribution. AC became the global standard for the backbone of our power infrastructure.

But there is Paradoxical twist to the story. AC won the transmission war, but DC is winning the device war. As most of the modern devices from smartphones to TVs to LED lights, BLDC fans, Laptops, Desktops work on DC. Therefore, all these devices have stepping down semiconductor devices IGBT (Previously bulky transformers were used, now outdated due to IGBT, every Indian should be proud of Dr. Jayant

Adiga, who invented this device) In the process wasting energy and creating as well.

With this historical background, this article discusses the possibility to return to DC era, wherever practical, feasible and reliable as roof top solar PV power sources and new loads (electronics) are fundamentally changing the power equation!!

The existing AC powered domestic electric wiring

Almost all grid-scale electricity, whether generated from coal, nuclear fission, natural gas, or hydro-power, is produced using a rotating machine called an alternator (an AC generator). The fundamental principle behind this conversion is Faraday's Law of Electromagnetic Induction: an electric current is generated (*induced*) in a conductor whenever it moves relative to a magnetic field. At a power station, a turbine is the source of rotational (mechanical) energy. This turbine is driven by a powerful fluid—usually high-pressure steam (created by boiling water with heat from burning fossil fuels or nuclear fission) or fast-flowing water (hydro-power). The spinning turbine shaft is directly coupled to the alternator's rotor (a large magnet). As the rotor spins rapidly inside the stationary wire coils (the stator), it creates a continuously changing magnetic field, which, by induction, forces the free electrons in the wire to move, thus generating the massive quantities of Alternating Current (AC) that are then stepped up via transformers and sent out onto the transmission grid.

We receive 220 V AC 50 Hz at our home through power meter through phase or 'live' wire and returns through 'neutral' wire to the power station, energising load (appliances) and then completing circuit. The third wire is called as earthing wire, that protects us from receiving fatal electric shock. Domestic wiring circuitry is always parallel circuit, a fundamental way to connect electrical components – Circuit energising supply, switches, fuses, passive components, circuit breakers and load.

What are the points which are in favour of AC power supply? The production of electric energy is sinusoidal (alternating) as per Faraday's law, efficiently stepped up or down, high powered appliances are designed for AC, quite safe in case of any accidental leakages and above all backed by industry.

The factors against AC power system due to its inherent character are : i) already mentioned above, most our gadgets work on DC, therefore AC to DC conversion is required which leads to loss of energy and additional components are required ii) High current requires thick copper wire but to light just 3 watt LED, 18-22 AWG under 20 ft length wire is recommended, but we depend upon our electrician who recommends 10-14 AWG.

Thus, AC power supply inadvertently created a new, systemic problem within the four walls of the modern, electronic-laden home.

The Renewable Energy Imperative

The rise of photovoltaic (PV) solar power fundamentally shifts the domestic power equation back toward DC. PV panels generate DC and then Batteries store DC. Inverter is used to convert AC into DC. However, this all works on the same domestic wiring system.

The modern domestic wiring setup forces power through a couple of wasteful conversions before reaching the device, leading to what is known as the "Conversion Cascade." If we are getting DC from rooftop solar PV panels

1. Since PV generates DC, and batteries store DC, the power must first pass through a Main Inverter to become the 230 V AC required by the home's wiring, during this conversion there is typical loss of 5 % to 10%.

2. Nearly every modern gadget (TV, laptop, router, phone) runs internally on low-voltage DC (5V to 19V) . The power circuitry or internal adapter must convert the 230 V AC back down to DC leading to typical loss of 10% - 20%.

This cumulative loss means that up to one-fifth of the energy supplied to an electronic device is wasted as heat simply due to unnecessary 'flip flop' conversions.

The conversion cascade is not just about wasted electrons; it contributes significantly to material consumption and electronic waste, latest monster of solid waste.

The Hybrid Solution

By installing a dedicated, low-voltage DC circuit 48 V bus in the home, the power generated by the PV and stored in the battery can run most of the household electronics (DC loads) directly, bypassing the main inverter completely for those loads. If the home features a 48 V DC bus, the power section is largely eliminated. The device only requires a tiny, highly efficient, and standardized DC-to-DC converter to step the voltage down from 48V to its internal requirement (e.g., 5V or 19V). This dramatically reduces the complexity, material use (less copper and specialized components), and ultimately the e-waste footprint of the device.

This design philosophy—keeping the power DC from generation to consumption—is the core argument for adopting hybrid AC/DC wiring. Let us discuss now technical aspects of 48 V DC in Hybrid Wiring. Why only 48 V? Because it is the most appropriate DC voltage level that carefully balances safety (low voltage) and efficiency (manageable current).

The Critical Limit for safety is 60 V DC, also known as Safety Extra Low Voltage threshold. This means - 1) It poses virtually no risk of lethal electric shock to humans. Sinusoidal nature of AC offers inherent safety, as Zero crossing helps to extinguish arcs because the current naturally drops to zero twice every cycle, which provides a critical, repeated opportunity for the arc to self-extinguish. DC arcs are harder to extinguish, which is why 48 V is critical—it minimizes this risk, but a mention of the challenge is important for balance

2) It significantly simplifies installation requirements and may allow for lighter-gauge wiring and less specialized installation by ITI trained electrician.

The Efficiency 48 V is decided by the Current-Voltage Trade-off. The fundamental relationship governing power distribution is $P = VI$, if 12 V DC is used to power 500 W gadget (load), then current required is 41.66 Amp!! But for 48 V DC, the current is 10.4 Amp.

Since power loss in a wire is proportional to I^2, a four-fold increase in voltage results in a sixteen-fold reduction in power loss for the same cable size. The reduced current allows for the use of thinner wire gauges, saving on material cost and making installation much easier.

With highly efficient Lithium Iron Phosphate battery banks that are Compatible to PV, it is easy to integrate the home DC bus to 48 V, directly and efficiently with the home loads, eliminating a major conversion stage (such as a large DC/AC inverter) for the DC appliances and eliminating power section altogether from electronic devices as well.

Application and Standardization

The 48 V DC circuit is perfectly suited for common household electronics and lighting:

Device Category	Power Draw	48V Feasibility
LED Lighting	Very Low	Excellent (already DC-native)
USB Charging Ports	Low	Excellent (requires simple DC/DC conversion from 48 V to 5 V

Device Category	Power Draw	48V Feasibility
TVs/Monitors	Moderate	Excellent (many run 19 V DC; simple DC/DC required)
Laptops/Routers	Moderate	Excellent (many run on 19 V DC; simple DC/DC required)
BLDC Fans/Pumps	Moderate	Excellent (BLDC motors are highly efficient on DC)

How about the appliances that require high current, such as geysers, refrigerator, and HVAC systems? Geysers can be replaced by solar water heater or installing air heat pumps which are environmentally friendly. One south based company – Basil Energetics Private limited, Chenai are manufacturing refrigerator and Air conditioners that run on DC.

There is explicitly list of the high-power loads that will *always* run on AC (Oven, high-power HVAC, Induction cooktops) and hence the AC circuit *must remain*.

A Return to DC, Perfected

The story of electricity in the home has come full circle. While Alternating Current justly won the transmission war of the 19th century, the rise of renewable energy and the dominance of sensitive, low-voltage electronics are forcing a fundamental reassessment of our interior wiring. The Hybrid AC/DC system is not merely a technical novelty; it represents the logical and inevitable evolution of a sustainable home. By integrating a safe and efficient 48 V DC bus alongside the existing AC circuit, we drastically cut down on the redundant "flip-flop" energy conversions, reduce e-waste from countless power adapters, and realize significant material savings through thinner copper wiring. Overcoming challenges such as standardization of 48 V DC appliances and plugs will require industrial collaboration. However, the reward—a smarter, more resilient, and 'DC'-native power ecosystem that seamlessly integrates generation, storage, and consumption—promises a future where every joule of solar power is utilized with near-maximum efficiency. The shift to a Hybrid DC home is the ultimate realization of the promise of localized renewable energy.

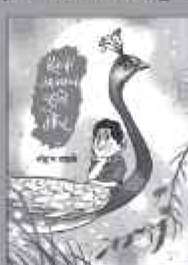
(My sincere gratitude to the Editor of Vigyandhara, Dr. Sharad Kale for suggesting this topic)

- Sanjay Jahagirdar
GSEAC Member, DoEF & CC,
Government of Goa
sanjayjahagirdar2012@gmail.com

॥ग्रंथाली॥

मोहन काळे यांचे गाजणारे बालकुमार कवितासंग्रह

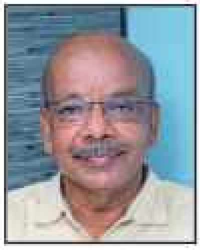
एकदा आपणच व्हावे मोर



मूल्य १२५ रुपये • सवलतीत ८० रुपये

चला, पुन्हा शाळेत जाऊ या!

मूल्य १५० रुपये • सवलतीत १०० रुपये



हॅमिल्टन ओ. स्मिथ

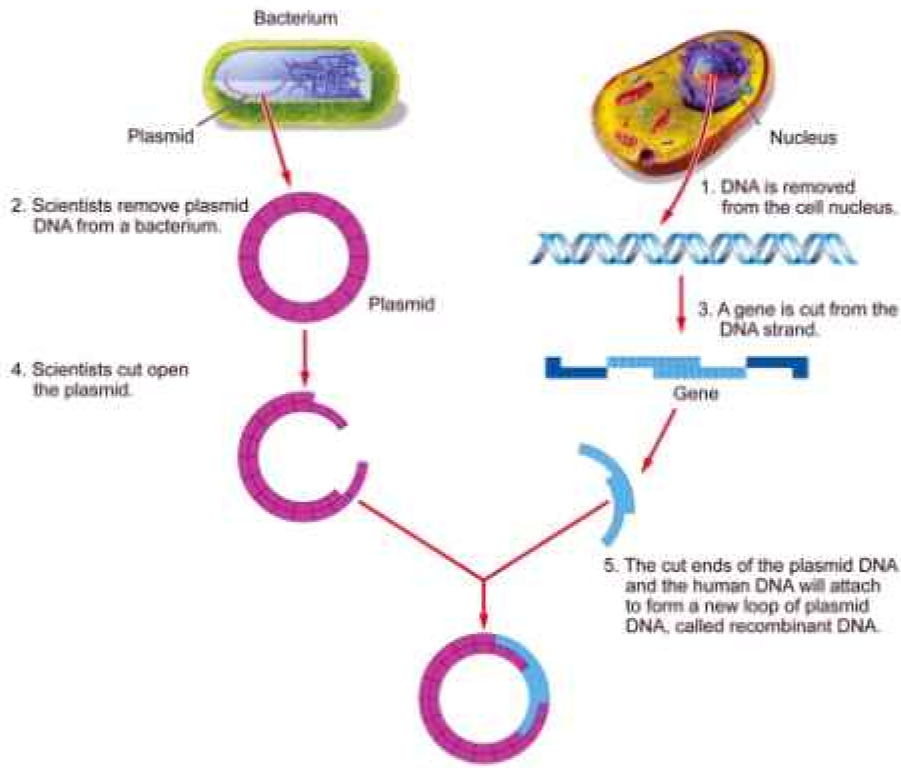
बिपीन भालचंद्र देशमाने

हॅमिल्टन ओ. स्मिथ नुकतेच वयाच्या ९४व्या वर्षी हे जग सोडून गेले. जेनेटिक इंजिनीयरिंग या क्रांतिकारी तंत्रज्ञानाचा सक्रिय उद्‌गाता काळाच्या पडद्याआड गेला. १९७८ च्या शरीरक्रियाविज्ञान आणि वैद्यकशास्त्रातील नोबेल पुरस्कार प्राप्त विजेत्यांपैकी ते एक होते. वेर्नर आर्बर आणि डॅनियल नॅथॉन्स हे त्या वर्षीचे दुसरे दोन नोबेल मानकरी.

हॅमिल्टन ओ. स्मिथ
जनुकीय अभियांत्रिकी विज्ञानशाखेच्या जनकांपैकी एक

त्यांनी रेण्वीय कात्र्या शोधून काढल्या. या साध्यासुध्या कात्र्या नव्हेत तर डीएनएला कापणाऱ्या कात्र्या आहेत. एवढेच नव्हे तर डीएनएला विशिष्ट ठिकाणीच कापणाऱ्या या रेण्वीय कात्र्या आहेत. या कात्र्यांच्या शोधालाच नोबेल पुरस्कार मिळाला आहे. एवढे काय महत्त्व आहे या कात्र्यांचे? ह्या रेण्वीय कात्र्या जिवाणूंमध्ये अस्तित्वात असतात. कशासाठी? जिवाणूंवर हल्ला करणारे काही विषाणू असतात. त्यांना बॅक्टेरिओफाज असे म्हणतात. ते त्यांचा डीएनए जिवाणूमध्ये सोडतात, आणि जिवाणूंची संपूर्ण यंत्रणा स्वतःच्या ताब्यात घेऊन विषाणूंच्या अनेक प्रती तयार करतात. म्हणजेच स्वतःचे पुनरुत्पादन करून घेतात. शेवटी जिवाणूला फोडून हे विषाणू बाहेर येतात. विषाणूंचे प्रजनन होते आणि जिवाणूंचा त्यात जीव जातो. विषाणूंच्या या हल्ल्याला विरोध, प्रतिकार करण्यासाठी निसर्गाने जिवाणूंना एक कवचकुंडल, एक हत्यार दिले आहे. ते हत्यार म्हणजे डीएनए कापायच्या या कात्र्या. विषाणूने जिवाणूच्या पोटात डीएनए घुसवला की त्यावर या कात्र्या हल्ला चढवतात आणि विषाणूच्या डीएनएचे तुकडे करतात. असा तुकडे तुकडे झालेला डीएनए जिवाणूंना काहीही इजा करू शकत नाही. जिवाणूंचे विषाणूंपासून त्यामुळे रक्षण होते. या रेण्वीय कात्र्या एक प्रकारचे विकर म्हणजेच एन्झाइम असते. या एन्झाइमना रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्यक्लिएज असे नाव दिले आहे. डीएनएवरील फक्त विशिष्ट ठिकाणी कापणाऱ्या एन्झाइमसना टाइप-II रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्यूक्लिएज असे म्हणतात. जगात सर्वात पहिल्यांदा अशा प्रकारचे टाइप-II रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्यूक्लिएज कोणी शोधून काढले असेल तर ते हॅमिल्टन ओ स्मिथ यांनी! १९६८ मध्ये स्मिथ हे जॉन हॉपकिन्स युनिव्हर्सिटीमध्ये हिमोफाइलस इन्फ्लुएन्झे या जिवाणूवर काम करत होते. त्यावेळी त्यांच्या लक्षात आले की या जिवाणूकडे असे काहीतरी हत्यार आहे, ज्यामुळे विषाणूंच्या डीएनएचे तो विशिष्ट ठिकाणी तुकडे करतो आणि स्वतःचा बचाव करतो. ते हत्यार कोणते आहे हे शोधण्याचा त्यांनी चंग बांधला आणि शेवटी या जिवाणूमधून टाइप-II रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्यूक्लिएज त्यांनी शोधून काढले! त्याला इंग्रजीत HINDII असे नाव दिले गेले आहे. त्यानंतर हजारो अशा प्रकारची एन्झाइम्स शोधली गेली. परंतु सर्वप्रथम शोधून काढण्याचा मान डॉ. हॅमिल्टन स्मिथ यांचाच! हे एन्झाइम शोधून काढले नसते तर जनुकीय अभियांत्रिकी या विज्ञानशाखेचा जन्मच झाला नसता! आणि आता आपण जी जनुकीय अभियांत्रिकी तंत्रज्ञानाने तयार केलेली औषधे वापरतोय ती तयार करता आलीच नसती! जैवतंत्रज्ञानाची एवढी भरभराट झालीच नसती! एवढे या शोधाचे महत्त्व आहे. म्हणून तर नोबेल पुरस्कार त्यांच्याकडे चालून आला!

जनुकीय अभियांत्रिकी तंत्रज्ञानामुळे कोणत्याही सजीवाच्या पेशीतील जनुक दुसऱ्या कोणत्याही सजीवाच्या



जनुकीय अभियांत्रिकी तंत्रज्ञान : यामुळे औषधनिर्माणाच्या क्षेत्रात अक्षरशः क्रांती झाली!

पेशीमध्ये घालता येते. आणि ज्या पेशीमध्ये हे जनुक घातले गेले त्या पेशीला किंवा सजीवाला नवीन गुणधर्म प्राप्त होतात. जेनेन्टेक कंपनीत १९७८ मध्ये इन्शुलिन याच तंत्रज्ञानाने तयार केले. माणसाच्या स्वादुपिंड ग्रंथींच्या पेशीतील गुणसूत्रामधून इन्शुलिनचे जनुक कापून वेगळे करायचे. जनुकाचा डीएनए कापण्यासाठी वापरलेली रेण्वीय कात्री डॉ. हॅमिल्टन ओ. स्मिथ यांनी शोधून काढली होतीच. याचाच अर्थ असा, की डॉ. हॅमिल्टन ओ. स्मिथ यांच्या शोधाशिवाय हे तंत्रज्ञान केवळ अशक्य! वेगळे केलेले इन्शुलिनचे जनुक 'ईश्वरश्चिया कोलाय' नावाच्या जिवाणूच्या गुणसूत्राबरोबर जोडून टाकतात. या जिवाणूतील लहान वर्तुळाकार गुणसूत्र (प्लाजमिड) यासाठी वापरतात. हे गुणसूत्र रिस्ट्रिक्शन एन्डोन्यूक्लिएज कात्रीने अक्षरशः कापायचे आणि इन्शुलिनचे जनुक त्याला जोडायचे. हे जोडण्यासाठी जैवरासायनिक डिंक आहे. त्याला डीएनए लिगेज एन्झायम म्हणतात. या जिवाणूच्या लहान वर्तुळाकार गुणसूत्रात इन्सुलिनचे जनुक घालून तयार झालेल्या संकरित गुणसूत्राला रिकॉम्बिनन्ट डीएनए म्हणतात. हा संकरित प्लाजमिड पुन्हा 'ईश्वरश्चिया कोलाय' या जिवाणूत घुसवायचा! म्हणून याला रिकॉम्बिनन्ट डीएनए टेक्नॉलॉजी म्हणतात. या तंत्रज्ञानाला जनुकीय अभियांत्रिकी असेही म्हणतात. मानवी इन्शुलिन जनुकावरील माहितीचा वापर करून हा जिवाणू मानवी इन्शुलिन तयार करतो. निसर्गात कधी घडू न शकणारा चमत्कार प्रयोगशाळेत घडवला! हा अनुवंशिकरीत्या बदललेला जिवाणू कारखान्यात आपल्याला हव्या तेवढ्या प्रमाणात वाढवता येतो. डॉ. स्मिथ यांचे त्यासाठी अर्थातच आभार! अशाप्रकारे मानवी इन्शुलिन हे (मधुमेहींसाठी) या तंत्रज्ञानाने तयार केलेले जगातील पहिले औषध आहे. त्याआधी गुरांपासून किंवा डुकरांपासून, त्यांच्या स्वादुपिंड ग्रंथीतून इन्शुलिन वेगळे करून वापरत असत. १९८२ मध्ये मानवी इन्शुलिन या औषधाला अमेरिकेतील एफडीएची मान्यता मिळाली. द रेस्ट इज हिस्टरी!

२३ ऑगस्ट १९३१ हा स्मिथ यांचा जन्मदिन. ९४ वर्षांचं प्रदीर्घ आयुष्य. प्रदीर्घ वैभवशाली कारकीर्द. प्रदीर्घ दैदीप्यमान कर्तृत्व. हायस्कूलमध्ये असताना ते आणि त्यांचा भाऊ नॉर्मन हे घरोघरी पेपर टाकून पैसे कमवायचे. त्या पैशांच्या स्वकमाईतून त्यांनी त्यांच्या घराच्या बेसमेंटला एक (भूमिगत!) प्रयोगशाळा उभी केली होती. बाळाचे पाय पाळण्यात दिसतात ते असे! उर्बाना येथील युनिव्हर्सिटी लॅबोरेटरी हायस्कूलमधून १९४८ मध्ये ते अंतिम परीक्षा देऊन बाहेर पडले. गणित आणि विज्ञान या दोन्ही विषयांत

ते पहिले आले. ही शाळासुद्धा फारच भारी होती! १९३५ ते १९४८ या कालावधीत जे विद्यार्थी या हायस्कूलमध्ये शिकले होते, त्यापैकी तिघा जणांनी आपले नाव जगातील सर्वोच्च नोबेल पुरस्कारावर कोरले होते! यावरून ही शाळा कोणत्या प्रकारचे विद्यार्थी घडवत असेल याची कल्पना येते. धन्य ती शाळा, धन्य ते शिक्षक आणि धन्य ते विद्यार्थी!

१९५२ मध्ये बर्कले येथील कॅलिफोर्निया विद्यापीठातून ते गणित या विषयात पदवीधर झाले. त्यानंतर १९५६ मध्ये जोन्स हॉपकिन्स स्कूल ऑफ मेडिसिन येथून त्यांनी वैद्यकीय पदवी घेतली. त्यानंतर सेंट लुईस येथील बार्नेस हॉस्पिटलमध्ये ते इंटर्नशिप करत होते. त्यावेळी त्यांची ओळख त्याच हॉस्पिटलमध्ये नर्सिंगचा कोर्स करणाऱ्या एलिझाबेथ बोल्टन यांच्याशी झाली. दोघांचे सूर जुळले. पुढे त्यांनी एलिझाबेथ यांच्याशी लग्न केले.

त्यांच्या कारकिर्दीतील प्रदीर्घ काळ, जवळजवळ ३० वर्षे, त्यांनी जॉन्स हॉपकिन्स युनिव्हर्सिटीमध्ये अध्यापन आणि संशोधन केले. १९९५ नंतर त्यांच्या जीवनात दुसरा अध्याय सुरू झाला. आयुष्याच्या दुसऱ्या अध्यायातही त्यांनी जे संशोधन केले त्याला तोड नाही!

डॉ. क्रेग व्हेन्टर हे आणखी एक प्रभावशाली, महान शास्त्रज्ञ. धडाडीने निर्णय घेण्यासाठी ते प्रसिद्ध आहेत. त्यांनी जैवतंत्रज्ञानाशी संबंधित अनेक संशोधन संस्था स्थापन केल्या होत्या. सेलेरा जिनामिक्स, इन्स्टिट्यूट फॉर जिनामिक रिसर्च, जे. क्रेग व्हेन्टर इन्स्टिट्यूट यांसारख्या त्या जगप्रसिद्ध संस्था आहेत. क्रेग व्हेन्टर यांच्या नेतृत्वाखाली सेलेरा जिनामिक्स या खाजगी कंपनीने ह्युमन जिनोम प्रोजेक्ट या महत्त्वाकांक्षी जागतिक प्रकल्पात त्यावेळी सिंहाचा वाटा उचलला होता हे कोणीही नाकारू शकत नाही.

सन १९९५ मध्ये डॉ. क्रेग व्हेन्टर यांनी डॉक्टर हॅमिल्टन स्मिथ यांना आपल्या इन्स्टिट्यूट फॉर जिनॉमिक रिसर्च या संस्थेत पाचारण केले. या दोन महान शास्त्रज्ञांनी एकत्र काम करायचे ठरवले. क्रेग व्हेन्टर म्हणतात, जगातील सर्वोच्च नोबेल पुरस्कार मिळाल्यानंतर बहुतेक शास्त्रज्ञ निवृत्त झाल्यासारखे वागतात. आता काय मिळवण्यासारखं राहिलय? असे त्यांना वाटू लागतं! परंतु हॅमिल्टन स्मिथ हे त्यातले नाहीत. नोबेल मिळाल्यानंतरही त्यांनी सर्वोत्कृष्ट संशोधनाची परंपरा कायम राखली. इन्स्टिट्यूट फॉर जिनॉमिक रिसर्च या संस्थेत रुजू झाल्यानंतर तर ही परंपरा बहरली! या संस्थेत ज्यावेळी ते आले त्यावेळी त्यांचं वय होते ६४! आणि अखेरपर्यंत त्यांनी क्रेग व्हेन्टर यांच्या विविध संस्थांत संशोधन सुरूच ठेवले होते. अगदी

दोन महान शास्त्रज्ञ
क्रेग व्हेन्टर आणि हॅमिल्टन ओ. स्मिथ

नव्वदीनंतरही ते आपले योगदान संशोधनासाठी देतच होते! व्हेन्टर यांच्या सर्व संस्थांत त्यांचे मित्र आणि सहकारी हॅमिल्टन यांना 'हॅम' या लघुनावाने संबोधत असत! डॉ. क्रेग व्हेन्टर त्यांना 'जेन्टल जायन्ट' असे म्हणायचे! कारण साडेसहा फूट उंचीचा हा धिप्पाड माणूस होता, मात्र स्वभावाने अगदी मृदू!

सन १९९८ मध्ये ते क्रेग व्हेन्टर यांच्याच सेलेरा जिनामिक्समध्ये रुजू झाले. त्याच वेळी ह्युमन जिनोम प्रोजेक्टमध्ये कोण माणसाच्या जिनोममधील न्यूक्लिओटाइडचा अनुक्रम सर्वप्रथम शोधून काढतो याची जणू काही स्पर्धा लागली होती! नेमक्या याच काळात डॉ. स्मिथ सेलेरा जिनॉमिक्समध्ये डीएनए रिसोर्सेसचे डायरेक्टर होते. यावरून या ह्युमन जिनोम प्रकल्पातील त्यांच्या योगदानाचीही आपल्याला कल्पना येते. या कंपनीमुळेच ह्युमन जिनोम प्रोजेक्ट ठरलेल्या वेळेआधीच पूर्ण झाला होता!

सन २००० मध्ये डॉ. स्मिथ सॅन डियागो येथील जे. क्रेग व्हेन्टर इन्स्टिट्यूटमध्ये रुजू झाले. २०१० मध्ये त्यांनी वैज्ञानिक इतिहास घडवला. त्यांनी आणि त्यांच्या गटात

काम करणाऱ्या शास्त्रज्ञांनी अभूतपूर्व घटना घडवली! त्यांनी संपूर्णपणे प्रयोगशाळेत मिळणाऱ्या निर्जीव रसायनांपासून कृत्रिम सजीव जिवाणू तयार केला! हे जगात कधीही, कुठेही झाले नव्हते, घडले नव्हते! त्या जिवाणूचे नाव ठेवले मायकोप्लाइमा लॅबरोटेरियम! त्याला लाडाने, प्रेमाने सिंथिया असे म्हणतात. हे संशोधन सिंथेटिक बायोलॉजीमधील मैलाचा दगड आहे! मायकोप्लाइमा जेनेट्यालियम या जिवाणूतील जिनोमचा सखोल अभ्यास केला. त्यातील कमीत कमी परंतु अत्यावश्यक अशी ३८२ जनुके असलेला डीएनए प्रयोगशाळेत संश्लेषित किंवा तयार करण्यात आला. हेच त्या जिवाणूचे 'सॉफ्टवेअर'! हा कृत्रिम जिनोम मायकोप्लाइमा कॅप्रिकोलममधील त्याचा मूळचा जिनोम काढून त्या जिवाणूच्या रिकाम्या खोक्यात प्रस्थापित करण्यात आला! व्हॉट अ ग्रेट अचीव्हमेन्ट! त्यावेळी डॉ. हॅमिल्टन स्मिथ यांचे वय होते अवघे ७९ वर्षे! नातवंडे, पंतवंडे खेळवण्याच्या वयात हा माणूस प्रयोगशाळेत मायकोप्लाइमा लॅबरोटेरियम या कृत्रिम जिवाणूला जन्माला घालून त्याला खेळवत होता! अशी वेडी माणसे जगात आहेत म्हणून शहाणी माणसे सुखाने जगत आहेत!

त्यांच्या जाण्याने सगळ्यात जास्त दुःख कुणाला झालं असेल तर ते डॉ. क्रेग व्हेन्टर यांना. त्यांना श्रद्धांजली वाहताना ते म्हणतात, 'क्रेग व्हेन्टर इन्स्टिट्यूट जे आज तुम्हाला दिसतंय ते केवळ हॅम स्मिथमुळे! हॅम नसता तर आज जे व्हेन्टर इन्स्टिट्यूट तुम्हाला दिसतंय ते दिसलं नसतं!'

'विज्ञानधारा' आणि 'ग्रंथाली' परिवारातर्फे डॉ. हॅमिल्टन ओ. स्मिथ या महान शास्त्रज्ञाला श्रद्धांजली!

– बिपीन देशमाने

bipindeshmane@gmail.com

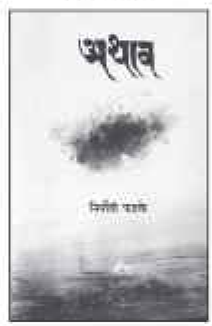
ग्रंथाली

वाचकदिनी प्रसिद्ध पुस्तके

आनंद बुरगुले लिखित
पशार

मूल्य २०० रुपये • सवलतीत १२० रुपये

डॉ. निर्मोही फडके लिखित
अथाव

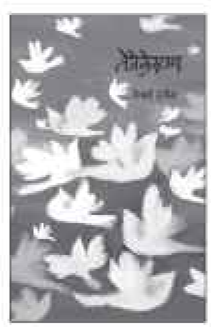


मूल्य २०० रुपये • सवलतीत १२० रुपये

हेलन डिसिल्वा लिखित
शायेली झेला

मूल्य ३०० रुपये • सवलतीत १८० रुपये

रिचर्ड न्युनीस लिखित
तेतेलेस्टाय



मूल्य २५० रुपये • सवलतीत १५० रुपये

मिस्टर ओझोन - पद्मविभूषण कलपथी रामकृष्ण रामनाथन

डॉ. संगीता गोडबोले

भारताच्याच नव्हे तर जगाच्या इतिहासाच्या पुस्तकातले एक महत्त्वाचे पान...

भारतीय भौतिकशास्त्रज्ञ, सुप्रसिद्ध हवामानशास्त्रज्ञ, अहमदाबाद येथील फिजिकल रिसर्च लबोरेटरीचे (PRL) पहिले संचालक.

काही व्यक्तींच्या नावानेही मान आदराने झुकते. त्यातीलच प्रो. रामनाथन डॉ. सी.व्ही. रामन यांचे विद्यार्थी आणि जगप्रसिद्ध रामन इफेक्टचे डॉ. रामन यांचे सहकारी.

त्यांचा जीवनप्रवास जाणून घेणे ही खरे तर पर्वणीच..

२८ फेब्रुवारी १८९३ रोजी वेदशास्त्रसंपन्न विद्वान संस्कृत पंडित, ज्योतिषी रामकृष्ण शास्त्रीगल आणि सुब्बलक्ष्मी यांच्या पोटी केरळमधील पालघाटातील कलपठी, पलक्कड येथे पुत्ररत्न जन्मास आले.

कुठल्याही माणसाच्या जडणघडणीत त्याच्या आदर्शांचा, घरातील आणि आजूबाजूच्या वातावरणाचा महत्त्वाचा सहभाग असतो.

त्यानंतर त्या व्यक्तीची ज्ञानपिपासा, अभ्यासू वृत्ती उपलब्ध साधनातून नवीन काय शिकता येईल याचा शोध, त्याची आकलनशक्ती आणि कामातील सातत्य यांवरही मिळणारे यश अवलंबून असते.

रामानथन यांचे वडील, रामकृष्ण शास्त्रीगल हे संस्कृत, तमिळ आणि मल्याळम भाषांमध्ये पारंगत असलेले एक विद्वान पंडित होते. ते एक चांगले ज्योतिषीही होते, त्यामुळे त्यांना अनेकदा 'जोसियर रामकृष्ण अय्यर' म्हणून ओळखले जात असे. ते पुराणे, उपनिषदे आणि वेदांवर अत्यंत विद्वत्तापूर्ण प्रवचने देत असत. या प्रवचनांना स्थानिक प्रतिष्ठित व्यक्ती उपस्थित राहत असत. रामकृष्ण शास्त्रीगल यांनी तामिळनाडू, तत्कालीन त्रावणकोर आणि कोचीन संस्थाने, तसेच कर्नाटक, महाराष्ट्र आणि अगदी गुजरातमध्येही अनेक ठिकाणी अशी प्रवचने दिली. त्यांच्या बुद्धीला नावीन्याचा ध्यास होता आणि तोच आदर्श समोर असल्याने तो गुण त्यांच्या मुलातही उतरला होता.

रामकृष्णशास्त्रींनी प्रकाशनापूर्वी वर्गणी गोळा करून अनेक संस्कृत पुस्तके तमिळ भाषेतील टिपांसह प्रकाशित करण्याची व्यवस्था केली. तसेच, त्यांनी स्वतःचा एक छापखाना सुरू केला होता, जिथे त्यांचे सहकारी आणि विद्यार्थी दुपारच्या वेळी अक्षरजुळणी करणारे आणि मुद्रितशोधक म्हणून काम करत असत. उमलत्या वयात रामानथनही या सर्व कामांमध्ये सहभागी होत आणि अशा प्रकारे त्यांनी नावीन्यपूर्ण कामात रस घेण्याची वृत्ती आत्मसात केली. संशोधनाचे बीज इथेच पेरले गेले होते. रामकृष्ण शास्त्रीगल यांचे अनेक विद्यार्थी होते, जे त्यांच्याकडून संस्कृत, ज्योतिष आणि इतर वेदांगे कोणत्याही मानधनाशिवाय शिकत असत. त्या काळात ज्ञानदानासाठी मानधन घेणे अयोग्य मानले जात असे.

कृतज्ञतेची भावना म्हणून, त्यांच्या वडिलांच्या विद्यार्थ्यांनी तरुण रामनाथनला संस्कृत आणि अभिजात धार्मिक साहित्याची मूलतत्त्वे शिकवली. विद्वत्ता, स्नेह आणि मैत्रीच्या कौटुंबिक वातावरणाचा त्यांच्यावर मोठा प्रभाव पडला, ज्यातील सर्वात महत्त्वाचा पैलू म्हणजे त्यांची ज्ञानपिपासू वृत्ती.

रामनाथन यांच्या वडिलांच्या लक्षात आले की काळ बदलला आहे आणि त्यांच्या एकुलत्या एक मुलासाठी पारंपरिक संस्कृत शिक्षणापेक्षा आधुनिक इंग्रजी शिक्षण आर्थिकदृष्ट्या अधिक फायदेशीर आहे. साहजिकच, मुलाच्याही ही गोष्ट लवकरच लक्षात आली. त्यांच्या कुटुंबाची आर्थिक परिस्थिती फारशी चांगली नव्हती. त्यावेळच्या निम्न माध्यमिक शाळेच्या (lower secondary examination) अंतिम परीक्षेत रामनाथन यांनी प्रथम क्रमांक पटकावला आणि सरकारी शिष्यवृत्ती मिळवली. त्यांनी सुंदर हस्ताक्षरासाठी एक बक्षीसदेखील जिंकले, जे त्यांच्या आयुष्याच्या शेवटपर्यंत त्यांच्यासाठी एक मौल्यवान गोष्ट ठरली.

पुढील माध्यमिक शिक्षणासाठी, रामनाथन यांनी

कलपथी येथील म्युनिसिपल हायस्कूलमध्ये प्रवेश घेऊन १९०९ मध्ये मॅट्रिकची परीक्षा दिली. त्यानंतर, त्यांनी ज्या हायस्कूलमध्ये शिक्षण घेतले होते, त्याच्या शेजारीच असलेल्या गव्हर्नमेंट व्हिक्टोरिया कॉलेजमध्ये प्रवेश घेतला. अभ्यासक्रमात भौतिकशास्त्राची काही पाठ्यपुस्तके रिचर्ड ग्लेझब्रुक आणि नेपियर शॉ यांनी लिहिलेली होती. पुढे सर रिचर्ड ग्लेझब्रुक टेडिंग्टन येथील नॅशनल फिजिकल लॅबोरेटरीचे संचालक झाले आणि सर नेपियर शॉ लंडन येथील यूके मेटिओरालॉजिकल सर्व्हिसेसचे महासंचालक झाले. प्राध्यापक रामनाथन यांना त्यांच्या पुढील आयुष्यात त्यांच्याशी अधिकृतपणे व्यवहार करावा लागला. ज्यांनी लिहिलेल्या पुस्तकावरून आपण अभ्यास केला त्यांच्याबरोबर काम करायला मिळणे ही खरोखरच विशेष अभिमानाची बाब असते. रामनाथन यांच्या बुद्धिमत्तेचा आणि जिद्दीचा हा एक पुरावाच म्हणता येईल.

त्यानंतर १९०९ ते १९११ या काळात पालघाट येथील व्हिक्टोरिया कॉलेजमध्ये रामनाथन यांचे शिक्षण झाले.

कॉलेजचे वातावरण कोणत्याही प्रकारच्या संशोधनासाठी किंवा सर्जनशील विचारांसाठी तसे अजिबातच अनुकूल नव्हते. मात्र त्या कॉलेजमध्ये एक उत्तम ग्रंथालय होते. रामनाथन 'नेचर' आणि 'फिलॉसॉफिकल मॅगझिन' या नियतकालिकांचे नियमित वाचक होते. डॉ. सी.व्ही. रामन हे या वैज्ञानिक नियतकालिकांमध्ये योगदान देणाऱ्या मोजक्या भारतीय व्यक्तींपैकी एक होते. याचा रामनाथन यांच्यावर प्रभाव पडला आणि त्यांच्या मनात त्यांच्यासारखेच शास्त्रज्ञ होण्याची इच्छा निर्माण झाली.

कोणतेही विशेष कार्य करण्यासाठी एक स्फूर्तिदाता आणि आदर्श लागतो जो आयुष्याची वाटच बदलून टाकतो डॉ. सी.व्ही. रामन यांच्या रूपात तो गुरू, वाटाड्या रामनाथन यांना लाभला आणि इथेच त्यांच्यातील शास्त्रज्ञाचा जन्म झाला.

रामनाथन १९११ मध्ये मद्रासला (चेन्नई) गेले आणि तेथील प्रतिष्ठित प्रेसिडेंसी कॉलेजमध्ये भौतिकशास्त्र हा मुख्य विषय घेऊन बी.ए. (ऑनर्स) अभ्यासक्रमासाठी दाखल झाले. विद्यापीठाने अभ्यासक्रमांची पुनर्रचना केल्यामुळे हा अभ्यासक्रम नुकताच सुरू करण्यात आला होता. अविभाजित मद्रास प्रेसिडेन्सीमधून भौतिकशास्त्रातील अशा अभ्यासक्रमासाठी दरवर्षी फक्त पाच किंवा सहा विद्यार्थ्यांची निवड केली जात असे.

सन १९११ मध्ये झालेल्या विद्यार्थ्यांमध्ये रामनाथन यांची निवड होऊन, त्यांना तीन वर्षांसाठी (१९११-१९१४) सरकारी शिष्यवृत्ती मिळाली.

पद्मविभूषण कलपथी रामकृष्ण रामनाथन

जिथे काही वर्षांपूर्वी सी.व्ही. रामन यांनी ज्या वातावरणात शिक्षण घेतले होते त्याच वातावरणात रामनाथनही शिकत होते. १९१४ साली मद्रास विद्यापीठाची बी.ए. (ऑनर्स) पदवी त्यांनी प्राप्त केली आणि आणखी दोन वर्षांनंतर एम.ए. ही पदवी प्राप्त केली. एम.ए.च्या प्रवेशासाठी बी.ए. (ऑनर्स) दर्जा मिळालेले पदवीधारक विद्यार्थीच पात्र असत.

तत्कालीन महाराजा कॉलेज (आताचे युनिव्हर्सिटी कॉलेज), त्रिवेंद्रम येथील प्राचार्य आणि भौतिकशास्त्राचे प्राध्यापक, प्रोफेसर स्टीफन्सन हे परीक्षकांपैकी एक होते. रामनाथन यांच्या कामगिरीने ते इतके प्रभावित झाले, की त्यांनी आपल्या विभागात डेमॉन्स्ट्रेटर (त्या दिवसांत हे एक राजपत्रित पद होते) पदाची ऑफर दिली. श्री. के.आर. रामनाथन यांनी ती आनंदाने स्वीकारली.

सन १९११ ते १९२१ पर्यंत रामनाथन यांनी त्रिवेंद्रम येथील महाराजा कॉलेजच्या भौतिकशास्त्र विभागात काम केले. त्यांच्या या कामामध्ये विद्यापीठाच्या वर्गांना शिकवण्याचाही समावेश होता. त्यांचे सहकारी त्यांच्याशी सौजन्याने वागत असत. रामनाथन यांना या कामाच्या वेळेव्यतिरिक्त इतर वेळी हवे ते करण्याची मुभा होती. त्यांनी याचा पुरेपूर फायदा घेतला आणि काचकाम व इतर प्रयोगशाळेतील कलांमध्ये प्रावीण्य मिळवले. त्यांच्या विद्यार्थ्यांनी त्रिवेंद्रम येथील वातावरणातील सापेक्ष आर्द्रतेची मोजलेली मूल्ये स्थानिक हवामान वेधशाळेने प्रकाशित

केलेल्या मूल्यांपेक्षा वेगळी आहेत हे लक्षात आल्यावर, ते एके दिवशी त्या वेधशाळेत गेले. तेव्हा असे आढळून आले, की तेथील निरीक्षक सापेक्ष आर्द्रता निश्चित करण्यासाठी चुकीच्या सारण्या वापरत होते ही चूक हवामान वेधशाळेचे संचालक प्रोफेसर स्टीफन्सन यांच्या निदर्शनास आणून दिली गेली, तेव्हा त्वरित त्यांनी रामनाथन यांना कॉलेजमधील अध्यापनाच्या कामाव्यतिरिक्त वेधशाळेचे संचालक होण्याची विनंती केली. प्रोफेसर स्टीफन्सन यांच्या उदात्त विचारांचे आपण खरेच कौतुक केले पाहिजे.

त्या त्रावणकोरच्या साम्राज्यात त्यांनी खूप प्रवास केला आणि त्रावणकोरचा पहिला 'रेनफॉल मॅप' तयार केला. त्याचबरोबर 'त्रिवेंद्रमची वादळे' या विषयावरील पहिला संशोधन प्रबंधही प्रसिद्ध केला.

१९२१च्या अखेरीस, कलकत्त्यामध्ये (कोलकाता) प्राध्यापक सी.व्ही. रामन 'एक्सरेज डिफ्रॅक्शन इन लिक्विड्स' या विषयावर काम करत होते. रामनाथन हे प्रो. रामन यांच्यासोबत काम करण्यासाठी तिथे रुजू झाले.

या कामासाठी त्रावणकोर सरकारच्या सेवेतून काळ रजा घेतली होती आणि मद्रास विद्यापीठाने त्यांना संशोधन शिष्यवृत्ती दिली होती. के.एस. कृष्णन, एस. वेंकटेश्वरन आणि एल.ए. रामदास हे विद्यार्थी म्हणून आधीच तिथे काम करत होते. प्राध्यापक रामन रामनाथन यांच्याशी विद्यार्थ्यापेक्षा एक परिपक्व सहकारी म्हणून अधिक वागत असत. रामनाथन यांनी प्राध्यापक रामन यांच्यासोबत प्रकाशाच्या आण्विक प्रकीर्णनाच्या अभ्यासात सहकार्य केले. जून १९२२ पर्यंत, त्यांनी 'प्रोसिडिंग्ज ऑफ द रॉयल सोसायटी'मध्ये 'बाष्प आणि द्रवांमधील प्रकाशाचे आण्विक प्रकीर्णन आणि विशिष्ट अवस्थेत दिसणाऱ्या अर्धपारदर्शक दुधी रंगाशी त्याचा संबंध' नावाचा एक महत्त्वाचा शोधनिबंध सादर केला. त्यांनी एका वर्षापेक्षा कमी कालावधीत द्रव, वायू आणि मिश्रणांमधील प्रकाशाचे आण्विक प्रकीर्णन आणि क्ष-किरण विवर्तनावर दहा शोधनिबंध प्रकाशित केले. या कार्यासाठी त्यांना मद्रास विद्यापीठाची डी.एससी. पदवी प्रदान करण्यात आली. मद्रास विद्यापीठाकडून अशी पदवी मिळवणारी ही पहिली व्यक्ती होती.

१९२३ मध्ये प्रो. सी.व्ही. रामन यांच्या मार्गदर्शनाखाली काम करताना काही विशेष निष्कर्ष काढून जगन्मान्य 'रामन इफेक्ट'चा शोध लावण्यात रामनाथन यांचा महत्त्वाचा सहभाग होता.

पारदर्शक माध्यमातून प्रकाश जातो तेव्हा त्याचे प्रकीर्णन (विखुरण्याची प्रक्रिया) होते. माध्यमातून बाहेर पडणाऱ्या प्रकाशाचे वर्णपट लेखकाद्वारे विश्लेषण केले असता त्यामध्ये मूळ आपाती प्रकाशाच्या कंप्रतेशिवाय (दर सेकंदास होणाऱ्या कंपनांच्या संख्येस कंप्रता म्हणतात) अत्यंक कमी तीव्रतेच्या अनेक भिन्न प्रकाशकंप्रता आढळतात. हे सिद्ध करणारे संशोधन म्हणजे 'रामन इफेक्ट'. या महत्त्वाच्या संशोधनाबद्दल प्रो. रामन यांना इ.स. १९३० सालाचे भौतिकशास्त्रज्ञाच्या नोबेल पुरस्कारही मिळाला.

सन १९२५ मध्ये रामनाथन यांची भारतीय हवामान खात्यात वरिष्ठ शास्त्रज्ञ म्हणून नियुक्ती झाली. पुढील वीस वर्षांत त्यांनी वातावरणाचे स्वरूप वातावरणातील ओझोन, मान्सूनचे नमुने आणि सौर आणि वातावरणीय किरणोत्सर्ग यासह इतर क्षेत्रांवर असंख्य निरीक्षणे घेतली आणि त्यावर अभ्यासही केला. कुलाबा आणि अलिबाग चुंबकीय वेधशाळेचे संचालक आणि त्यानंतर कोडाईकॅनाल सौरभौतिकशास्त्र वेधशाळेचे संचालक म्हणून, भारतीय भूचुंबकत्व संस्था आणि भारतीय खगोल भौतिकशास्त्र संस्थेत नंतरच्या रूपांतरणात त्यांची महत्त्वाची भूमिका होती. दुसऱ्या महायुद्धादरम्यान पुणे वेधशाळेचे अधीक्षक हवामानशास्त्रज्ञ म्हणून त्यांची नियुक्ती करण्यात आली, युद्धकाळात भारतीय हवाई दलाचा वेगाने विस्तार होत असताना त्यांनी हवामान कर्मचाऱ्यांना प्रशिक्षण देण्यात मदत केली.

सन १९२५ मध्ये, रंगून विद्यापीठातून राजीनामा दिल्यानंतर, डॉ. के.आर. रामनाथन भारतीय हवामान विभागात सामील झाले. सौर आणि वातावरणीय किरणोत्सर्ग, रात्रीच्या आकाशाचे स्पेक्ट्रम, हवामानशास्त्रीय प्रकाशशास्त्र आणि ध्वनिशास्त्र, वातावरणीय ओझोन, स्थलीय चुंबकत्व, भूकंपशास्त्र, जागतिक आणि प्रादेशिक पैलूंमध्ये वातावरणाच्या सामान्य अभिसरणाचा अभ्यास, भारतीय मान्सून अभिसरण, मान्सून कमी दाब आणि भारतीय समुद्रातील चक्रीवादळे हे सर्व अभ्यासविषय हाताळून सर्वांमध्ये निरीक्षणांची नोंद करून महत्त्वपूर्ण योगदान दिले, हवेच्या तापमानरचनेमध्ये आणि हालचालींमध्ये तसेच वातावरणीय ओझोनच्या क्षेत्रातील त्यांचे योगदान उल्लेखनीय आहे.

सन १९४०च्या दशकाच्या सुरुवातीला त्यांनी डॉब्सन ओझोन स्पेक्ट्रोग्राफ वापरून कोडाईकॅनाल, पुणे आणि दिल्ली येथून ओझोन निरीक्षणे करण्याची व्यवस्था केली. १९४०च्या दशकाच्या मध्यापर्यंत त्यांनी अरोसोलद्वारे वातावरणातील विखुरलेल्या ओझोन निरीक्षणांमध्ये सुधारणा करण्याचे मार्ग शोधले. १९४८ मध्ये अहमदाबाद येथील भौतिक संशोधन प्रयोगशाळेचे संचालक झाल्यानंतरही प्राध्यापक रामनाथन यांची वातावरणातील ओझोनमध्ये रस

कायम राहिला. डेव्ह यांच्यासोबत, त्यांनी वातावरणातील ओझोनचे उभ्या वितरण शोधण्यासाठी गोट्झ उमकेहर पद्धतीचा वापर विकसित केला आणि त्याचा विस्तार केला. वातावरणीय ओझोनच्या अभ्यासात त्यांचे प्रमुख योगदान म्हणजे उष्णकटिबंधीय प्रदेशात एकूण ओझोनच्या अर्ध-द्विवार्षिक दोलनांचा शोध, जेट स्ट्रीम आणि त्यांचे स्थान, ट्रोपॉपॉज विसंगती आणि आंतर-अक्षांश वायु विनिमय यांसारख्या हवामानशास्त्रीय घटनांवर ओझोन वितरणाचे अवलंबित्व आणि एकूणच वातावरणाच्या सामान्य अभिसरणाशी त्याचा संबंध. या अभ्यासांमुळे वातावरणाच्या वरच्या थरात ओझोनच्या वर्तनावर आणि वाहतुकीवर अनेक लेखकांनी मोठ्या संख्येने सैद्धांतिक तपास केले. आंतरराष्ट्रीय वर्तुळात, प्राध्यापक रामनाथन यांना मिस्टर ओझोन म्हटले जायचे.

प्राध्यापक रामनाथन हे वयाच्या ५५ व्या वर्षी भारतीय हवामानशास्त्र विभागातून निवृत्त झाले. त्यानंतर ते १९४८मध्ये भौतिक संशोधन प्रयोगशाळेत (पीआरएल) वायुमंडलीय भौतिकशास्त्राचे प्राध्यापक आणि तिचे पहिले संचालक म्हणून रुजू झाले. प्राध्यापक रामनाथन यांच्या नेतृत्वाखाली, भौतिक संशोधन प्रयोगशाळा अगदी सामान्य सुरुवातीपासून भारतातील सर्वोत्तम संशोधन प्रयोगशाळांपैकी एक बनली. अत्यंत सक्षम लोक पूर्णपणे आपापल्या बौद्धिक कौशल्याने कामातील स्वातंत्र्य उपभोगून संशोधन कार्य करू शकतील अशी सरकारी संस्थांमध्ये सहसा न आढळणारी गोष्ट पी.आर.एल.मध्ये होती.

आंतरराष्ट्रीय भूभौतिक वर्षामध्ये (आयजीवाय) त्यांच्या सहभागामुळे पीआरएलच्या वाढीस मदत झाली. निवृत्तीनंतर, प्राध्यापक रामनाथन यांची दुसरी पूर्ण वैज्ञानिक कारकीर्द आणखी पस्तीस वर्षे टिकली ही फार महत्त्वाची आणि आश्चर्यकारक बाब आहे.

पी.आर.एल.मध्ये त्यांचे सहकारी आणि विद्यार्थी त्यांना आदराने 'भीष्म पितामह' म्हणत असत.

अहमदाबाद येथील पीआरएल येथील प्राध्यापक रामनाथन आणि त्यांच्या विद्यार्थ्यांनी आयनोस्फेरिक भौतिकशास्त्रात जवळजवळ तीस वर्षांचे योगदान उल्लेखनीय आहे.

१. आयनोस्फीअरच्या एफ-क्षेत्रातील इलेक्ट्रॉन-आयन कोलिजनचे वैश्विक रेडिओध्वनीच्या (कॉस्मिक रेडिओ नॉईज) शोषणावर होणारा परिणाम, २. विशिष्ट आकाशगंगेच्या स्रोतांमधून येणाऱ्या क्ष-किरणांचा खालच्या (लोअर) आयनोस्फीअरवर होणारा परिणाम आणि ३. आयनोस्फीअरिक प्रदेशांमध्ये वातावरणातील सामान्य अभिसरणप्रणालींचे अस्तित्व.

याविषयीचे संशोधन फार महत्त्वाचे आहे .

रामनाथन यांच्या संचालकपदाच्या काळात भौतिक संशोधन प्रयोगशाळा ही भारतातील अवकाश संशोधनाचा महत्त्वाचा भाग होती.

अशा प्रकारे त्यांनी थुंबा रॉकेट प्रक्षेपण केंद्राची स्थापना आणि तिचा विकास यात महत्त्वाचे योगदान दिले.

(पृथ्वीचे चुंबकीय विषुववृत्त थुंबा येथून जाते. म्हणूनच विक्रम साराभाई यांनी TERLS - थुंबा इक्वेटोरियल रॉकेट लॉन्चिंग स्टेशनची स्थापना केली.

याव्यतिरिक्त या स्थानाची अशासाठी निवड केली की ते ठिकाण समुद्रकिनाऱ्यावर असल्यामुळे, रॉकेट पडले किंवा आणि कोणत्या कारणाने खाली उतरवताना काही संकट निर्माण झाले तर रॉकेटचे भाग लोकांना कोणताही धोका न पोहोचवता सुरक्षितपणे समुद्रात पडतील.)

त्यांनी त्रिवेंद्रम येथील थुंबा येथून इन्स्ट्रुमेंटेड रॉकेट प्रक्षेपणाद्वारे वरच्या वातावरणाचा, आयनोस्फीअरचा आणि चुंबकीय क्षेत्राचा अभ्यास करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावली.

(ही इन्स्ट्रुमेंटेड रॉकेट इलेक्ट्रॉनची घनता, विद्युत आणि चुंबकीय क्षेत्रे यांसारख्या विविध भौतिक मापदंडांचे आणि उंचीनुसार होणाऱ्या त्यांच्या बदलांचे मापन करणारी उपकरणे घेऊन जातात.)

सन १९६६ मध्ये प्राध्यापक रामनाथन यांनी भौतिक संशोधन प्रयोगशाळेचे संचालकपद सोडले, परंतु आयुष्याच्या शेवटपर्यंत ते प्रोफेसर एमिरिटस म्हणून राहिले. त्यांच्या मार्गदर्शनाखाली काम करणाऱ्या तीसहून अधिक संशोधकांनी विज्ञानात डॉक्टरेट पदवी मिळवली आहे. त्यांनी भारतातील भूभौतिकशास्त्र आणि समुद्रशास्त्राच्या विकासात रचनात्मक भूमिका बजावल्या. भारतातील बहुतेक वैज्ञानिक संघटनांनी त्यांचा सल्ला आणि मार्गदर्शन घेतले. १९८३ मध्ये, प्राध्यापक के.आर. रामनाथन यांच्या नव्वदव्या वाढदिवसानिमित्त, भारतीय विज्ञान अकादमीने त्यांचे निवडलेले पेपर दोन खंडांमध्ये प्रकाशित केले. प्राध्यापक रामनाथन हे संस्थापक होते.

त्या काळातील प्रचलित रीतीनुसार, रामनाथन यांनी मद्रासमध्ये विद्यार्थी असताना पार्वती अम्मल यांच्याशी लग्न केले. त्यांचे सासरे रेल्वे अधिकारी होते. सुट्टीच्या काळात ते दक्षिण भारतातील वेगवेगळ्या रेल्वेस्थानकांवर राहायचे. त्यामुळे त्यांना त्या ठिकाणच्या जीवनाबद्दल प्रत्यक्ष ज्ञान मिळाले. यामुळे त्यांच्यात वैश्विक बंधुत्वाची भावना निर्माण झाली. १९५२ मध्ये त्यांची पत्नी पार्वती अम्मल यांचे निधन

झाले. ३०-३१ डिसेंबर १९८४ रोजी रात्री झोपेतच प्राध्यापक रामनाथन यांचे शांतपणे निधन झाले. आश्चर्य असे, की मृत्यूपूर्वी सुमारे दहा दिवस म्हणजे २१ डिसेंबर १९८४ रोजीही त्यांनी पीआरएलमध्ये शिक्षण घेतले होते.

त्यांच्या पश्चात चार मुली आहेत आणि त्यांचा दुसरा मुलगा डॉ. के. रामनाथन हे अहमदाबाद येथील अंबालाल साराभाई एंटरप्रायझेसचे संचालक आहेत.

प्राध्यापक के.आर. रामनाथन यांनी त्यांच्या ऊर्जा आणि संशोधनाच्या उत्साहाने विद्यार्थ्यांच्या दोन पिढ्यांना प्रेरणा दिली आणि साठ वर्षांहून अधिक काळ भारत आणि परदेशात अनेक वैज्ञानिक क्षेत्रांच्या विकासावर कायमचा प्रभाव पाडला. त्यांनी त्यांच्या भारतीय आणि परदेशी सहकाऱ्यांवर शांत, विनम्र, ज्ञानी, सहनशील, समजूतदार, आनंदी आणि शांत सज्जन अशी छाप सोडली आहे.

या थोर शास्त्रज्ञाला मानाचा मुजरा.

महत्त्वाचे सन्मान आणि महत्त्वाच्या संस्थेतील प्रो. रामनाथन यांनी भूषवलेली विविध पदे.

Professor Ramanathan was the Foundation Fellow, Indian Academy of Sciences (1934); Foundation Fellow, Indian National Science Academy (1935); President, Indian Science Congress (Mathematics and Physics Section) at Lahore (1939); President, International Association for Meteorology (1 95 1-54); President, International Union of Geodesy and Geophysics (1954-57); President, International Ozone Commission (1960-67); Honorary Fellow of the Royal Meteorological Society, London (1960-84); Chairman, Indian National Committee for International Hydrological Decade (IHD) (1966-76), and the Chairman, Board of Nuclear Sciences, Department of Atomic Energy (1 96 1-68). He was the recipient of International Meteorological Organization Prize (1961), पद्मभूषण (१९६५); पद्मविभूषण (१९७६) आणि आर्यभट्ट मेडल (१९७७).

सन १९२१ साली त्रावणकोरमध्ये सुरू झालेला प्रो. रामनाथन यांचा संशोधनप्रवास सुमारे ११९ पब्लिकेशन आणि शोधनिबंध समाविष्ट करणारा.

माझ्या हृदयाजवळची गोष्ट अशी की माझे मामा डॉ. पी.व्ही. कुलकर्णी, पी.आर.एल. अहमदाबाद यांचेही त्यांच्या पब्लिश्ड पेपरमध्ये योगदान आहे .

अनेकदा अनेक कान्फरन्समध्ये त्यांच्यासोबत एका खोलीत राहण्याचे भाग्यही त्यांना लाभले.

डॉ. पी.व्ही कुलकर्णी यांच्या पी.आर.एल.मधील प्रवेशासाठी घेतलेल्या निर्णयात प्रो. रामनाथन यांचा सल्ला महत्त्वाचा ठरला. हे डॉ. कुलकर्णी यांनी आवर्जून नमूद केले आहे.

या लेखासाठी डॉ. एन. एम. अशोक, निवृत्त शास्त्रज्ञ पी.आर.एल. अहमदाबाद यांचे विशेष आभार तसेच पी.आर.एल.मधील, भौतिकशास्त्रज्ञ हवामानशास्त्रज्ञ आणि फादर ऑफ रिमोट सेन्सिंग डॉ. पी.आर. पिशारोटी यांनी डॉ. रामनाथन यांच्यावर लिहिलेल्या लेखाचाही यात आधार घेतला आहे.

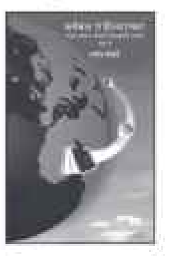
एका थोर शास्त्रज्ञाला सुयोग्य स्वरूपात शब्दांत मांडता येण्यासाठी हे अत्यावश्यक होते.

– डॉ. संगीता गोडबोले
sgodbolejoshi@gmail.com

॥ग्रंथाली॥✲॥

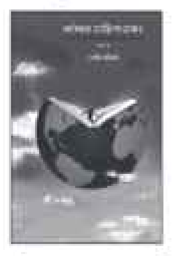
राजीव श्रीखंडे यांची निवडक जागतिक अभिजात साहित्याची ओळख करून देणारी महत्त्वपूर्ण पुस्तके

ग्लोबल साहित्यसफर भाग १



मूल्य ५०० रुपये • सवलतीत ३०० रुपये

ग्लोबल साहित्यसफर भाग २



मूल्य ५०० रुपये • सवलतीत ३०० रुपये

आरोग्यम् धनसंपदा भाग-१९

आपला रक्तदाब कसा तपासावा?

डॉ. स्वाती बापट

रक्तदाब म्हणजे काय, त्यामधील वरचा आकडा, अर्थात 'सिस्टॉलिक ब्लड प्रेशर' म्हणजे काय आणि खालचा आकडा, किंवा 'डायस्टोलिक ब्लड प्रेशर' म्हणजे काय, तसेच, या दोन्ही प्रकारचे रक्तदाब वाढण्यामुळे आपल्या आरोग्याला कसा व काय धोका निर्माण होऊ शकतो याबाबत आपण मागील महिन्याच्या लेखामध्ये विवेचन केले.

उच्च रक्तदाब आणि त्यामुळे होणारे, रक्तवाहिन्यांशी व हृदयाशी निगडित असलेले आजार, आपण आपल्या जीवनशैलीत बदल करून नियंत्रणात आणू शकतो. वाढत्या वयोमानानुसार सिस्टॉलिक ब्लड प्रेशरची पातळी हळूहळू वाढत जाते. डायस्टोलिक रक्तदाबाची (DBP) पातळी आयुष्याच्या पाचव्या दशकापर्यंत वाढते, त्यानंतर एका दशकासाठी ती स्थिर राहते आणि त्यानंतर मात्र ती कमी होते. स्त्रियांच्या तुलनेत पुरुषांमध्ये उच्च रक्तदाब होण्याची शक्यता जास्त असते. स्त्रियांमधे जोपर्यंत पाळी सुरू असते तोपर्यंत त्यांच्या शरीरात इस्ट्रोजन संप्रेरकाची पातळी जास्त असते. या संप्रेरकाच्या कार्यामुळे, किमान रजोनिवृत्तीपर्यंत बहुतांश स्त्रियांचा रक्तदाब नियंत्रित राहू शकतो. जोपर्यंत स्त्रियांना पाळी चालू असते, तोपर्यंत त्यांच्यामध्ये जननक्षमता असते. या काळात त्यांचा रक्तदाब वाढू नये आणि प्रजननाच्या कार्यामध्ये खंड पडू नये, म्हणून निसर्गाने रक्तदाब कमी ठेवण्याची संरक्षणात्मक सोय केलेली आहे, असे मानले जाते. परंतु, रजोनिवृत्तीनंतर मात्र स्त्रियांच्या शरीरात इस्ट्रोजन संप्रेरकाची पातळी कमी होत जाते. अर्थातच इस्ट्रोजन संप्रेरकामुळे मिळणारे सुरक्षाकवचदेखील नाहीसे होते. त्यामुळे रजोनिवृत्तीनंतर स्त्रियांचा रक्तदाब वाढत जातो व उच्च रक्तदाबाचा विकार जडू शकतो. रक्तदाब कमी अथवा जास्त असणे हे काही प्रमाणात आनुवंशिकतेवरही अवलंबून असते. श्वेतवर्णीय व चिनी अमेरिकन लोकांच्या तुलनेत कृष्णवर्णीय व हिस्पॅनिक लोकांमध्ये उच्च रक्तदाब होण्याचे प्रमाण जास्त आहे. या गटांमध्ये कमी वयाच्या व्यक्तींमध्येसुद्धा रक्तदाबाचा विकार दिसून येतो.

रक्तदाब मोजण्यासाठी, पूर्वापार चालत आलेल्या पद्धतीमधे मर्क्युरी किंवा पारा असलेले यंत्र वापरले जात असे. पाऱ्याच्या वापरावर बंदी घातली गेल्यानंतर, पारारहित उपकरणे (नेरॉइड) वापरात आली. ती उपकरणे वापरून रक्तदाबाची 'ऑस्कल्टेटरी' मापने घेतली जाऊ लागली. अलीकडे, 'ऑसिलोमेट्रिक' उपकरणांचा वापर सरसकट सुरू झाला आहे. उपकरणाचा 'कफ' फुगवला जात असताना किंवा हवा काढली जाताना होणाऱ्या कंपनांचे मापन करून ऑसिलोमेट्रिक उपकरणे रक्तदाबाचा अंदाज लावतात. कफमधील कंपने सर्वाधिक असताना, कफमधील रक्तदाब धमनीतील सरासरी रक्तदाबाच्या समतुल्य असतो. उत्पादकाने विकसित केलेले विशिष्ट 'अल्गोरिदम' वापरून सिस्टोलिक (SBP) व डायस्टोलिक (DBP) रक्तदाबाचा अंदाज लावला जातो. अत्यंत कठोर निकषांवर प्रमाणित केलेली ऑसिलोमेट्रिक उपकरणेच रक्तदाबमापनासाठी वापरणे योग्य असते. ऑसिलोमेट्रिक उपकरणे, एकूण तीन प्रकारची असतात. एक म्हणजे, मॅन्युअल किंवा स्वयंचलित नसलेली, दुसरी ऑटोमॅटिक किंवा स्वयंचलित असलेली, आणि तिसरी सेमी ऑटोमॅटिक म्हणजे या दोन्हींच्या मधली, असे त्या उपकरणांचे तीन प्रकार आहेत. यापैकी मॅन्युअल म्हणजेच स्वयंचलित नसलेले यंत्र एकदा सुरू केल्यानंतर एकावेळी एकदाच आपला रक्तदाब मोजते. पुन्हा रक्तदाब घ्यायचा झाल्यास ते यंत्र पुन्हा सुरू करावे लागते. अशा प्रकारची उपकरणे दवाखान्यात वापरण्यासाठी योग्य असतात. याउलट, स्वयंचलित, म्हणजेच automated office blood pressure AOBP measurement यंत्र एकदा सुरू केले की रक्तदाब मोजण्याच्या पट्ट्यामधील दाब ती उपकरणे आपोआप वाढवत आणि कमी करत नेतात. ही मशिन एकापाठोपाठ एक असे अनेक वेळा रक्तदाबाचे मापन करू शकतात. सामान्यतः, डॉक्टरांच्या अनुपस्थितीत -AOBP

उपकरण वापरता येत असल्यामुळे घरगुती वापरासाठी AOBP या प्रकारची उपकरणे योग्य समजली जातात. परंतु, या मशिनमध्ये रक्तदाबाचे अत्यंत अचूक निदान केले जाऊ शकत नाही. म्हणूनच घरगुती वापरासाठी रक्तदाब मोजण्यासाठीची सर्वात उत्तम मशिन म्हणजे सेमी ऑटोमॅटिक मशिन. अशा मशिनमधे रक्तदाब मोजताना, एक फुगा दाबून आपल्याला पट्ट्यावरील दाब वाढवत न्यावा लागतो. तो दाब कमी होताना मात्र आपोआप कमी होत असतो.

वरीलपैकी कुठल्याही प्रकाराने अथवा मशिनने रक्तदाबाचे मापन करताना, रुग्णाची शारीरिक आणि मानसिक स्थिती, आसपासचे वातावरण आणि उपकरणे यांच्या बाबतीत काहीही चूक झाल्यास, रक्तदाब अचूकपणे मोजला जात नाही. उच्च रक्तदाबाचे निदान करण्यासाठी व उपचाराची दिशा ठरवण्यासाठी; तसेच, उपचारांना मिळणाऱ्या प्रतिसादाचा आढावा घेण्यासाठी रक्तदाबाचे अचूक मापन करणे आवश्यक असते. उच्च रक्तदाबामुळे रक्तवाहिन्यांसंबंधीचे आजार आणि हृदयरोग होण्याची शक्यता खूप जास्त असते. या आजारांचा संभाव्य धोका किती आहे, याचा अंदाज लावण्यासाठीही रक्तदाबाचे अचूक मापन करणे अत्यावश्यक ठरते. रक्तदाबाचे अचूक मापन करायचे तर, रक्तदाब मोजत असताना होणाऱ्या सर्व चुका टाळणे आवश्यक असते. एका प्रमाणित कार्यपद्धतीचे पालन करून या सर्व चुका टाळता येतात आणि रक्तदाबाचे अचूक मापन करत येऊ शकते. अशा प्रमाणित कार्यपद्धतीमध्ये, रुग्णाची योग्य प्रकारे केली गेलेली शारीरिक व मानसिक तयारी, प्रमाणित व काटेकोरपणे पाळलेले मापनतंत्र, रक्तदाबाची नोंद करण्याची आणि त्याचे विश्लेषण करण्याची पद्धत, रक्तदाब किती आहे हे रुग्णाला सांगणे, अशा सर्व बाबींचा समावेश आहे. संदर्भ मानकाशी तुलना करून प्रमाणित केले गेलेले मापनयंत्र वापरणे आणि योग्य आकाराचा कफ वापरणे या दोन गोष्टी अचूक रक्तदाब मापन करण्यासाठी अत्यंत महत्त्वाच्या ठरतात. आपला रक्तदाब दिवसभर स्थिर नसतो. दिवसाच्या वेगवेगळ्या वेळामध्ये तो कमीजास्त होत राहतो. आपल्या शारीरिक हालचालीनुसार, मानसिक ताणतणावाच्या स्थितीनुसार, तसेच ऋतूनुसार, आपला रक्तदाब थोड्याफार प्रमाणात बदलत राहतो. असे असल्यामुळे, रक्तदाबाचे एकदाच मापन करून कुठलाही वैद्यकीय निर्णय घेणे अयोग्य ठरते. यासाठी दिवसभरामध्ये वरचेवर रक्तदाबाचे मापन करणे, सातत्याने काही दिवसांसाठी तसे करत राहणे, आणि त्या सर्व नोंदींची सरासरी काढून ते रीडिंग लक्षात घेणे, हाच योग्य मार्ग समजला जातो.

रक्तदाब मोजण्यासाठी पारा असलेली उपकरणे वापरणे आता नियमबाह्य झालेले असल्याने, दवाखान्यांमध्ये रक्तदाब मोजला जाताना नेरॉइड उपकरण वापरले जाते. यांमध्ये श्रवणमापन पद्धतीचा वापर केला जातो. परंतु त्यासाठी उपकरणाचे नियमित पुनःप्रमाणीकरण (Recalibration) करणे आवश्यक असते. तसेच, ही पद्धत वापरताना अनेक प्रकारची काळजी घेणेही आवश्यक असते. स्टेथोस्कोप योग्य जागेवर ठेवणे, कफच्या फुग्यामधील हवा काढत असताना ती योग्य वेगाने काढणे, अत्यंत जागरूकतेने रक्तदाबाची नोंद करणे अशा सर्व गोष्टी आवश्यक असतात. घरगुती पातळीवर श्रवणमापन पद्धतीऐवजी ऑसिलोमेट्रिक उपकरणाचा वापर करणे योग्य ठरते. रक्तदाब मोजताना, ते मापन अचूक व्हायला हवे यासाठी अनेक प्रकारची काळजी घ्यावी लागते. त्यातल्या महत्त्वाच्या बाबी पुढील कोष्टकामध्ये नमूद केलेल्या आहेत. (कोष्टक क्रमांक-१)

रक्तदाब तपासताना बांधायचा पट्टा किंवा 'कफ' हा कपड्यावरून न बांधता थेट हातावर बांधणे अत्यावश्यक असते. रुग्णाच्या खांद्यापासून ते कोपरापर्यंतच्या म्हणजे

बीपी मोजताना घेण्याची काळजी

१. बीपी मोजण्याआधी किमान अर्धा तास चहा, कॉफी, दारू यांचे सेवन किंवा धूम्रपान केलेले नसावे.
२. बीपी मोजण्याआधी पेशंटचे मूत्राशय रिकामे केलेले असावे.
३. बीपी मशीन अचूक मोजमाप करू शकत असल्याची खात्री केलेली असावी.
४. मशीनचा पट्टा (किंवा Cuff) पेशंटच्या हाताच्या लांबीनुसार योग्य मापाचा असावा.
५. पेशंटचा हात साधारणपणे त्याच्या हृदयाच्या समतल पातळीवर ठेवलेला असावा.
६. पेशंट निजलेला किंवा खुर्चीत पाठ टेकून व दोन्ही पायाचे तळवे जमिनीवर ठेवून बसलेला असावा.
७. बीपी घेत असताना पेशंटने किंवा बीपी घेणाऱ्याने एकमेकांशी, इतरांशी अथवा फोनवरही बोलू नये.
८. वातानुकूलित (AC) खोलीमध्ये बीपी घेऊ नये.
९. एक-दोन मिनिटांच्या अंतराने एकेका हातावरचे बीपी किमान १-१ वेळा मोजून त्यांची सरासरी काढावी.
१०. पेशंटला त्याचे बीपी किती आहे ते तोंडी सांगितले जावे व लेखी दिले जावे.

रक्तदाब मोजताना घ्यावयाची काळजी (कोष्टक क्रमांक-१)

दंडाचा अंदाजे ८० टक्के भाग झाकला जाईल इतक्या रुंदीचा पट्टा वापरणे अनिवार्य असते. हाताच्या आतल्या बाजूला, आपली Brachial artery, म्हणजेच हाताची मुख्य धमनी असते. पट्टा बांधत असताना पट्ट्याच्या नळ्या त्या Brachial arteryवर म्हणजेच मुख्य धमनीवर असणे आवश्यक असते. घरच्या घरी रक्तदाब तपासताना दिवसाच्या एका ठरावीक वेळी रक्तदाब घेणे योग्य असते. शक्यतो रात्रीची झोप पूर्ण होऊन सकाळी जाग आल्याबरोबर रक्तदाब तपासणे योग्य असते. रात्रीच्या विश्रांती झालेली असल्याने, त्यावेळी त्या व्यक्तीवर शारीरिक व मानसिक ताण कमी असतो.

रुग्णाचा रक्तदाब मोजला जात असताना तो बसलेल्या स्थितीत असेल तर रुग्णाने नेमके कसे बसावे, हे आकृती क्रमांक-१ मध्ये दाखवलेले आहे. बसलेल्या अवस्थेतील रुग्णाची पाठ खुर्चीला टेकलेली असली पाहिजे व पायाचे तळवे जमिनीवर टेकलेले असावेत. रुग्णाचा हात समोरील टेबलावर स्थिर अवस्थेत टेकवलेला असावा. या स्थितीमधे रुग्ण कमीत कमी पाच मिनिटे शांतपणे बसल्यानंतरच रुग्णाच्या रक्तदाबाचे मापन करावे. रक्तदाब मशिनचा पट्टा मात्र योग्य रुंदीचा असणे आवश्यक असते.

झोपलेल्या अवस्थेत रक्तदाब तपासला जात असताना रुग्णाची झोपण्याची योग्य स्थिति कशी असावी, हे आकृती

रुग्णाचा रक्तदाब तपासत असताना रुग्णाने बसण्याची योग्य स्थिती (आकृती क्रमांक-१)

क्रमांक-२ मध्ये दाखवलेले आहे. या स्थितीमध्येही रुग्णाची पाठ गादीवर टेकलेली असावी व रुग्णाचा हात रुग्णाच्या हृदयाच्या पातळीवरच ठेवलेला असावा. या स्थितीत रुग्णाने कमीत कमी पाच मिनिटे विश्रांती घेतल्यानंतरच रक्तदाबाचे मापन करावे.

झोपलेल्या अवस्थेत रक्तदाब तपासताना रुग्णाची झोपण्याची योग्य स्थिती (आकृती क्रमांक-१)

रक्तदाब मोजताना कोष्टक क्रमांक-१ मध्ये नमूद केल्याप्रमाणे सर्व काळजी घेतली नाही तर रक्तदाबाच्या मापनामध्ये काही अंकांचा फरक पडू शकतो. तशी काळजी न घेतल्यास रक्तदाबामध्ये किती अंकांचा फरक पडू शकतो हे पुढे कोष्टक क्रमांक-२ मध्ये दाखवलेले आहे. योग्य काळजी न घेतल्यास रक्तदाबाच्या आकड्यांमधे बराच फरक पडतो असे या कोष्टकावरून दिसून येते. असे झाल्यास सामान्य रक्तदाब असलेल्या व्यक्तीमध्येही चुकून उच्च रक्तदाबाचे निदान होण्याची शक्यता असते. अशा परिस्थितीत त्या व्यक्तीला विनाकारण उच्च रक्तदाब कमी करण्यासाठीच्या गोळ्या चालू केल्या गेल्या तर त्याच्या प्रकृतीला अपाय होऊ शकतो.

काही रुग्णांचा एकदा रक्तदाब दवाखान्यामध्ये आणि एकदा घरच्या घरी तपासला, तर त्या दोन ठिकाणच्या रक्तदाबाची पातळी एकच येईल असे नसते. सर्वसाधारण व प्रमाणित पद्धत वापरून वेळोवेळी घरच्या घरी रक्तदाब तपासला असता त्या रक्तदाबाची सरासरी ही दवाखान्यामध्ये आणि विशेषतः डॉक्टरांच्या उपस्थितीमध्ये घेतलेल्या रक्तदाबाच्या आकड्यापेक्षा कमी येऊ शकते. काही रुग्णांचा रक्तदाब, दवाखान्यामध्ये तपासला जातो तेव्हा तो घरी तपासले असताना येणाऱ्या अंकापेक्षा बराच जास्त येतो. अशा प्रकारच्या उच्च रक्तदाबाला वैद्यकीय परिभाषेमधे 'white coat hypertension' असे नाव दिलेले आहे. अशा रुग्णांचा रक्तदाब प्रत्यक्षात वाढलेला आहे की नाही, आणि

बी पी चे रीडिंग चुकीचे येण्याचे कारण	फरक (मि.मि.मर्क्युरी)
पट्टा (Cuff) छोटा असणे	१० ते ४०
पट्टा कपड्यांच्या वरून बांधणे	१० ते ५०
पाठ किंवा पाय टेकलेले नसणे	२ ते ८
एक पाय दुसऱ्या पायावर ठेवणे (क्रॉस करणे)	१० ते १५
मनावर ताण असणे	५ ते ४०
बी पी घेण्यापूर्वी ३ ते ५ मिनिटांची विश्रांती न घेणे	१० ते २०
बी पी घेतले जात असताना बोलणे	१० ते १५
बी पी घेण्यापूर्वी सिगारेट ओढणे	५ ते ८
बी पी घेण्यापूर्वी दारू किंवा कॉफी पिणे	५ ते ८
मूत्राशय रिकामे नसणे	१० ते १५
अति थंड वातावरण असणे	५ ते ८

रक्तदाबाचे आकडे कमी-जास्त येण्याची करणे (कोष्टक क्रमांक-२)

रक्तदाब कमी करण्यासाठीचा औषधोपचार त्या रुग्णाकरता आवश्यक आहे की नाही, हे ठरवणे अत्यंत अवघड होते. अशा रुग्णांना 24 hours ambulatory blood pressure monitoring machine, म्हणजेच सातत्याने २४ तास रक्तदाब मोजण्याचे यंत्र लावून, रक्तदाबाचे मोजमापन करून घेण्याचा सल्ला दिला जातो. या पद्धतीमध्ये बीपी मोजण्यासाठीचा योग्य आकाराचा पट्टा आणि रक्तदाब मोजण्यासासाठीचे यंत्र दंडाला बांधलेल्या अवस्थेत रुग्णाला त्याच्या घरी पाठवण्यात येते. हे मशिन स्वयंचलित असते. मशिन रुग्णाच्या शरीराला लावल्यापासून, दर तासागणीक, सतत २४ तास अहोरात्र, या मशिनद्वारे, रुग्णाचा रक्तदाब मोजला जातो. तो सामान्य पातळीपेक्षा जास्त आढळला तर त्या रुग्णावर औषधोपचार सुरू केले जातात.

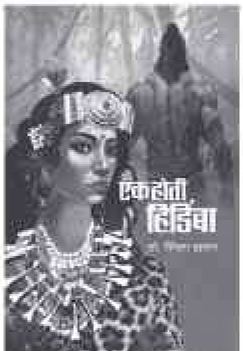
आपला रक्तदाब वाढण्यासाठी अनेक कारणे आहेत. त्यापैकी काही घटक बदलून आपल्याला आपला रक्तदाब कमी करणे शक्य असते. परंतु, काही घटक आपल्याला बदलता येत नाहीत. पुढील महिन्याच्या लेखामध्ये आपण त्याबाबत चर्चा करणार आहोत.

– डॉ. स्वाती बापट
swateebapat@gmail.com

॥ग्रंथाली॥※॥

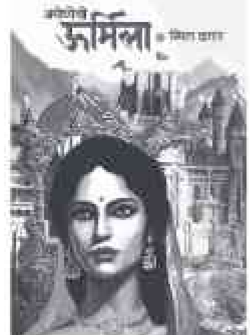
डॉ. स्मिता दातार यांची बहुचर्चित पुस्तके

एक होती हिडिंबा



मूल्य ३०० रुपये
सवलतीत २०० रुपये

अयोध्येची ऊर्मिला



मूल्य ४०० रुपये
सवलतीत २५० रुपये

भावनांचे व्यवस्थापन आणि आरोग्य .....

डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी

लेखाच्या नावामुळे संभ्रमित व्हायला होतंय ना? काय संबंध आहे भावनांचा आरोग्याशी? हं; अन्न, व्यायाम, विश्रांती, शुद्ध हवा हे घटक आवश्यक आहेत. ते दिसतात, त्यामध्ये बदल करू शकतो, काहीतरी सुधारणा करू शकतो. पण....

या भावना म्हणजे काय नक्की?

या थोडंच दिसतात आपल्याला?

आणि दिसत नसतील तर त्या आपल्या आरोग्यावर परिणाम कसा काय करतील बरं?.....

असंख्य प्रश्न उपस्थित झाले ना मनात?

या प्रश्नांची उत्तरं शोधण्यासाठी हा लेखप्रपंच....

मनुष्य आणि भावना हे एक अतूट आणि अविभाज्य समीकरण, असंच म्हणावं लागेल. जन्माला आल्यापासूनच या भावनांची आपल्याला ओळख होऊ लागते. खरं तर इतर सजीवांपेक्षा माणूस कसा वेगळा आहे, याचं उत्तर बौद्धिक आणि भावनिक प्रगल्भता असं देता येईल. जन्मापासून मरेपर्यंत आणि सकाळी उठल्यापासून झोपेपर्यंत अक्षरशः असंख्य भावना आपण अनुभवत असतो. काही भावनांची जाणीव करून घेतो, काही भावनांच्या अनुषंगानं प्रत्युत्तर देत असतो. काही भावना निसटून जात असतात, तर काही मनात खोलवर रुतून बसलेल्या असतात. प्रश्न हाच असतो की आपण त्यांच्याबाबतीत किती सजग असतो?

जन्म झाल्याबरोबर जन्मदात्या आईमध्ये वात्सल्य, प्रेम, काळजी अशा भावना निर्माण होतात. तर नवजात अर्भक असुरक्षितपणा अनुभवते. आई तर त्याची जिवाभावाची साथी, त्यामुळे तिचा स्पर्श त्याला सुरक्षिततेची भावना देतो. आणि त्यापुढे सुरू होतो त्याचा भावनिक प्रवास. आनंद, दुःख, राग, संताप, उत्सुकता, आशा, निराशा... एक की अनेक... अशा सगळ्या भावनांशी ओळख करून घेत घेतच ते बालक स्वतःला घडवतं; स्वतःचा स्वभाव, स्वतःचं व्यक्तिमत्त्व घडवतं. अर्थात, व्यक्तिमत्त्व घडण्यात नुसत्या भावना नाहीत, तर त्या भावना हाताळण्याचं, त्यांचं व्यवस्थापन करण्याचं कौशल्य जास्त महत्त्वाचं आहे, हे विसरून आजिबात चालणार नाही.

काय काम करतात बरं या भावना आपल्या आयुष्यात? हे सगळं जग, आपलं अख्खं आयुष्य या भावनांवरच चालतं; आणि जगच काय आपलं शरीरदेखील या भावनांवर चालतं हेच आहे या प्रश्नाचं उत्तर! आता हेच पाहा ना; दुःख ही भावना आहे म्हणून माणूस आनंदाचा शोध घेतो. उत्सुकता आहे म्हणून नवीन नवीन संशोधन होतं. सुख ही भावना अनुभवण्यासाठी नवीन नवीन शोध लावले जातात. एकटेपणा, असुरक्षितता अशा भावना नकोशा आहेत; त्या टाळण्यासाठी माणूस एकत्र आला, कळपानं राहू लागला. मैत्री निर्माण झाली. समाज बनला. परंतु त्यातून वर्चस्व ही भावना जन्माला आली. टोळ्या तयार झाल्या. फार काय, आपलं रामायण-महाभारतदेखील आसक्ती, असूया, प्रेम, सूड अशा अनेकविध भावनांनीच घडलं आणि विणलं गेलं... किती रंजक आहे ना हे सगळं! सृजनाच्या ऊर्मीतून अनेक कलांचा जन्म झाला...

तर अशा या भावना! या निर्माण होतात तरी कुठे? दिसत कशा नाहीत? आणि आपल्या शरीराशी आणि आरोग्याशी यांचा काय बरं संबंध....?

खरोखरच विचार करायला लावणारा प्रश्न आहे. या भावना निर्माण होतात आपल्या मेंदूमध्ये. आपल्या मेंदूचा एक भाग या भावनांची निर्मिती करतो. हा भाग थोड्याफार प्रमाणात प्राण्यांमध्येही असतो. आणि त्यामुळेच ज्या अगदी प्राथमिक भावना... असुरक्षितता, आक्रमकता, प्रजनन... या प्राणी आणि मानव दोघांमध्ये आढळतात. उत्क्रांतीमध्ये मानवाच्या भावनांमध्ये भरपूर वाढ तर झालीच; मात्र अती उत्क्रांत असा मेंदूचा भाग तयार झाला, त्याने बुद्धिमत्ता प्रदान केलीच, त्याचबरोबर भावना आणि बुद्धिमत्ता यांचा समन्वय साधण्याचं कौशल्यदेखील मिळवलं. मेंदूमध्ये तयार होऊन या भावना शरीरात सगळीकडे प्रवास करतात. या भावनांना स्वतःची ऊर्जा असते. ही ऊर्जा त्या भावनेची

अनुभूती देते, जाणीव देते आणि त्या भावनेला प्रतिसाद देण्यासाठी वापरली जाते. उदाहरण द्यायचं झालं, तर राग या भावनेचा विचार करा. मनाविरुद्ध गोष्ट घडली आहे, कोणीतरी अपमानास्पद बोललं आहे... काय होतं? दातओठ आवळले जातात, स्नायू ताठ होतात, मुठी आवळल्या जातात... कुठून घडलं हे? ही ऊर्जा कुणी निर्माण केली? तर घडलेल्या घटनेनं राग या भावनेची निर्मिती केली आणि त्या भावनेनं ऊर्जेची!

आणखी एक काम करतात या भावना, ते म्हणजे निर्णय घेण्यास मदत करणं. एखाद्या घटनेमुळे ज्या भावना आपल्या मनात निर्माण होतात, आणि त्या किती प्रमाणात होतात, त्यावर आपण ती परिस्थिती हाताळण्यासाठी काय निर्णय घेतो हे ठरवलं जातं. अर्थात, तो निर्णय योग्य की अयोग्य हे ठरवण्यासाठी बौद्धिक मेंदूची मदत गरजेची आहे. भावनिक आणि बौद्धिक या दोन्ही मेंदूंच्या समन्वयानं जो निर्णय घेतला जातो, तो बहुतांश वेळा योग्य आणि फायदेशीर असतो.

मग शरीरात काय होतं अशा वेळेस? या भावना निर्माण होतात, तेव्हा ऊर्जेबरोबरच शरीरातल्या विविध ग्रंथींवर प्रभाव टाकतात. या ग्रंथी विविध प्रकारची संप्रेरकं आणि रसायनं तयार करतात. आणि त्यांच्या माध्यमातून आपल्या प्रतिक्रिया, आपल्याला आतून काय वाटतंय (Feelings) याची अनुभूती येते. आनंद, उत्साह, कौतुकाचा स्वीकार, ईप्सित साध्य होणं या घटनांमुळे जी रसायनं तयार होतात, ती अगदी हवीहवीशी वाटतात... अगदी ये दिल मांगे मोअर!.... अगदी हलकंफुलकं वाटतं, आत्मविश्वास दुणावतो...

आणि म्हणूनच यांना पॉझिटिव्ह/सकारात्मक भावना म्हणतात...

खरा प्रश्न येतो विरुद्ध परिस्थिती उद्‌भवते तेव्हा अपमान, अपयश, तिरस्कार, असफलता, संकट असे कटू प्रसंग तशाच भावना निर्माण करतात. आणि मग कॉर्टिसॉल आणि एड्रेनलिन ही संप्रेरकं शरीरात भरपूर प्रमाणात आणि वेगानं धावायला लागतात. हृदय, श्वासोच्छ्वास, स्नायू सगळे अतिरिक्त वेगानं कामाला लागतात आणि परिस्थिती निपटण्याचा प्रयत्न केला जातो आणि यालाच आपण ताणतणाव किंवा स्ट्रेस असं संबोधतो. क्वचित कधीतरी असं झालं तर थोड्याच वेळात परिस्थिती पूर्ववत होते, आणि त्याच्या खुणा शरीरावर उमटत नाहीत. परिस्थितीवर मात करताना भावनांनी निर्माण केलेली ऊर्जा वापरली जाते. शरीर पुन्हा पूर्वपदावर येतं...

आज समाजाचं जे चित्र आपण पाहतो, त्यात प्रामुख्यानं काय जाणवतं? जीवघेणी स्पर्धा, उद्दिष्ट, गतिमान आयुष्य, असुरक्षितता, चढाओढ, अशाश्वतता... यादी न संपणारी! आणि या ताणतणावाची सुरुवात कधीपासून? तर जन्मापासून. अहो, त्या नवजात बालकाला आईचा मनसोक्त सहवास मिळणंदेखील दुरापास्त होत चाललं आहे दिवसेंदिवस. आईपासून लांब झोपणं हे देखील अगदी नवजात बाळांच्या शरीरातील स्ट्रेस हार्मोन्स वाढवतं हे शास्त्रानं सिद्ध केलं आहे. जसंजसं हे मूल मोठं होतं, पावलागणिक त्याची या ताणाशी भेट होत राहते. हा ताणतणाव तुमच्या आयुष्याचा अविभाज्य भाग बनतो, तेव्हा शरीरात काय घडत असेल? ही संप्रेरकं हळूहळू सगळ्या ग्रंथींवर परिणाम दाखवायला सुरुवात करतात. एकेक ग्रंथी हळूहळू बळी पडायला सुरुवात होते. शरीराची सुसूत्रता कमी कमी होत जाते. आणि मग लहान वयातच स्थूलपणा निर्माण व्हायला लागतो. मेंदूतील आवश्यक रसायनं कमी पडायला लागतात, आणि मग डिप्रेशन, आत्मघातकी विचार घर करू पाहातात मेंदूमध्ये!

इन्शुलीनचा असहकार हळूहळू डोकं वर काढायला लागतो आणि ऐन उमेदीत, तारुण्यात मधुमेह साथीदार म्हणून येतो. धावून धावून दमलेलं हृदय उच्च रक्तदाबाला मदतीला बोलावतं. चयापचय बिघडल्यामुळे स्निग्ध पदार्थ रक्तवाहिन्यांना चिकटून राहतात आणि रक्तपुरवठा कमी कमी करत एक दिवस उद्रेक होतो. खेळ थांबतो, फारच नशीबवान असेल तर पुढं जगण्याची संधी मिळते. जग हळहळतं... काही व्यसन नाही, वय लहान, स्वभावानं चांगला... मग असं का आणि कसं झालं?... पण मुखवट्याच्या मागे आतमध्ये सुरू असलेली त्सुनामीऽऽऽ आणि ती समजतच नाही. तोंडी लावायला थायरॉईड, नपुंसकता, व्यसनाधीनता असतातच बरोबर...

सगळ्या प्रश्नांचं उत्तर एकच... भावनांचं व्यवस्थापन न जमणं! भावनांना समजून न घेणं, समजूनदेखील दुर्लक्ष करणं किंवा जिथं त्या व्यक्त करणं अशक्य आहे अशा वेळेस त्या दाबून टाकणं किंवा मुखवटे घालून वावरणं. अशानं शरीराच्या आतमधलं युद्ध सुरूच राहतं. फक्त ती स्वतःच स्वतःची केलेली फसवणूक राहते. बरं, या भावनामुळे निर्माण झालेली ऊर्जा? ती तशीच शरीरात साठून राहते आणि एखाद्या वेळेस उद्रेक होऊन हार्ट ॲटॅक, पॅरॅलिसिस स्वरूपात बाहेर पडते. नाहीतर हळूहळू कुरतडत मधुमेह, कॅन्सर, संधिवात अशा वेगवेगळ्या स्वरूपात आपल्या अस्तित्वाची जाणीव करून देते.

जनुकांपासून पर्यावरणापर्यंत संशोधन करून आपल्या अनारोग्याची कारणं शोधण्याचा प्रयत्न करतो. अर्थात तेही गरजेचंच आहे. मात्र ही भावनांची अदृश्य शक्तीदेखील तेवढीच महत्त्वाची आहे हे विसरून अजिबात चालणार नाही.

– डॉ. मंजुश्री कुलकर्णी
manjushree1205@gmail.com

ज्ञान, विज्ञान आणि प्रेरणा यांचा अनोखा संगम पद्मश्री डॉ. शरद काळे

सिद्धेश लक्ष्मण खटावकर

कचरा! कचरा! सगळीकडे,
झाली समस्या फार मोठी रे.
रस्त्यावर, नाले-गटारीत,
शहरात, गावात, घरोदारी रे.
घाण वास, किटाणू वाढती,
माश्या, डास, रोगराई सर्वत्र पसरवती...
जेथे-तेथे फेकले प्लास्टिकचे ढीग रे,
कचरा! कचरा! सगळीकडे,
झाली समस्या ही फार मोठी रे.
जमिनीचे आरोग्य बिघडले,
निसर्ग झाला फोल रे.
पाणी दूषित झाले, हवाही बिघडली,
प्रदूषणाची समस्या डोक्यावर रे.
जनावरेही खाती कचरा, होती बेजार तीही रे,
पर्यावरणाला आपल्या, मोठा भार रे
कचरा! कचरा! सगळीकडे,
झाली समस्या ही फार मोठी रे.

भाभा अ‍ॅटोमिक रिसर्च सेंटरचे माजी ज्येष्ठ शास्त्रज्ञ आणि पद्मश्री पुरस्काराने सन्मानित डॉ. शरद काळेसर यांच्या प्रबोधनात्मक कार्यक्रमामुळे नाथ पै ज्ञानप्रबोधिनीचा परिसर साहित्य आणि विज्ञान या दोन ज्ञानशाखांच्या पवित्र संगमाने पावन झाला. विज्ञानाच्या उदात्त यशोगाथेचे दीपस्तंभ सन्माननीय डॉ. काळेसर यांनी शास्त्रज्ञ म्हणून आपले आयुष्य विज्ञानाच्या सेवेत समर्पित केले. मात्र, निवृत्तीनंतरही त्यांनी विज्ञानाचा प्रसार आणि प्रचार थांबवला नाही, तर तो सातत्याने लोकांपर्यंत पोहोचवत वैज्ञानिक दृष्टिकोन रुजवण्यासाठी अथक प्रयत्न केले. त्यांच्या या महान कार्याची दखल घेऊन २०१३ मध्ये शासनाने त्यांना पद्मश्री पुरस्काराने गौरवले. त्यांच्या या ज्ञान-यशाच्या यशोगाथेविषयी बोलावे तेवढे कमीच आहे!

हा कार्यक्रम म्हणजे केवळ भाषण नव्हते, तर प्रेरणा, भावनिक समायोजन आणि श्रोत्यांच्या आंतरक्रियेतून उलगडत गेलेला एक ज्ञानअवकाश होता.

कथाकथन, एकाग्रता आणि ध्येयवाद पराकोटीचे विज्ञाननिष्ठ आणि निखळ हेतू डोळ्यांसमोर ठेवून, एक अवलिया प्रशालेतील विद्यार्थ्यांच्या कोमल भावविश्वात रममाण झाला.

कार्यक्रमाची सुरुवात झाली ती बिरबल आणि अकबराच्या गोष्टीने. कोणतीही गोष्ट प्रभावीपणे आत्मसात करायची असेल, तर तिला शिस्तबद्ध 'चौकट' असावी लागते. या मौलिक विचाराने संपूर्ण कार्यक्रमाची वैचारिक बैठक बांधली गेली.

काळेसरांनी विद्यार्थ्यांना जीवनाच्या अनेक पैलूंबाबत उद्बोधित केले आणि पटवून दिले, की एकाग्रता हे कुठल्याही कार्याचे मूळ आहे. आपण कितीही भाऊगर्दीत असलो, तरी आपल्या ध्येयापासून विचलित न होता पूर्णपणे लक्ष केंद्रित केले पाहिजे, म्हणजे निरर्थक परिघाचा त्रास होणार नाही.डॉ. काळेसरांनी लिहिलेल्या तीन छोट्या एकांकिकांच्या पुस्तकांपैकी एका पुस्तकाच्या आधारे

नाथ पै ज्ञानप्रबोधिनी, करूळ, ता. कणकवली,
जि. सिंधुदुर्ग (करूळ पंचक्रोशी शिक्षण प्रसारक मंडळ संचालित)

विद्यार्थ्यांनी प्रत्यक्ष सादरीकरण केले. 'कचरा ही समस्या नसून संपत्ती आहे' हे त्यांनी विद्यार्थ्यांना कचरा व्यवस्थापनाचे महत्त्व समजावून सांगितले. दुसऱ्या एकांकिकेतून प्रवाहापेक्षा वेगळा ध्येयवाद आणि 'इतरांपेक्षा काहीतरी वेगळं करून दाखवण्याची जिद्द' तसेच त्यासाठी कठोर मेहनतीशिवाय पर्याय नाही, याची जाणीव करून दिली.

विशेष म्हणजे, सादरीकरणानंतर विद्यार्थ्यांना त्या एकांकिकांचे सारांशरूपी लेखन करण्यास प्रोत्साहित केले. ज्या विद्यार्थ्यांनी उत्कृष्ट सारांश सादर केला, त्यांना सरांनी स्वतः लिहिलेल्या तीन पुस्तकांची भेट देऊन त्यांच्या सुप्त गुणांना मोलाचे प्रोत्साहन दिले.

कार्यक्रमाच्या उत्तरार्धात शिक्षकांशी संवाद साधताना त्यांनी महत्त्वपूर्ण मार्गदर्शन केले. विद्यार्थ्यांच्या भावविश्वात रममाण होऊन उत्तम आणि सकारात्मक बदल घडवता येतात; त्यासाठी केवळ उपदेश न करता प्रात्यक्षिकातून प्रेरणा द्या, गुणवत्तेपेक्षा विद्यार्थ्यांमध्ये विचार करण्याची क्षमता (बौद्धिक क्षमता) प्रवर्धित करणे महत्त्वाचे आहे. यामुळे विद्यार्थ्यांचे राहणीमान सुधारते, जिज्ञासा वाढत जाते, आणि तो परिपूर्ण होतो, असे ते म्हणाले.

डॉ. काळेसरांनी शिक्षकांना आवाहन केले, की त्यांनी विद्यार्थ्यांमध्ये असलेल्या सुप्त कलागुणांचा अविष्कार घडवण्यासाठी प्रयत्नशील राहावे.

कार्यक्रमाच्या शेवटी, विद्यार्थी आणि शिक्षकांना कार्यक्रमाविषयीच्या आकलनाबद्दल मनोगत व्यक्त करण्याची संधी मिळाली. सर्व विद्यार्थ्यांनी आपल्याला झालेल्या

शरद काळे

प्रबोधनाविषयी अत्यंत उत्तम आणि प्रांजळ मनोगते मांडून या प्रेरणादायी कार्यक्रमाची यथोचित सांगता केली.

– सिद्धेश खटावकर
siddheshkhatavkar1988@gmail.com

आकडे बोलतात - ४

आधार क्रमांक

प्रत्येक नागरिकाची डिजिटल ओळख

हेमंत लागवणकर

बँकेमध्ये खातं उघडताना, मोबाइल सिमकार्ड घेताना, शासकीय अनुदान घेताना, मालमत्तेचे व्यवहार करताना एक बारा अंकी क्रमांक देणं आवश्यक ठरतं; आणि हा बारा अंकी क्रमांक म्हणजे तुमचा 'आधार क्रमांक'! स्वातंत्र्यानंतर अनेक दशकं भारतासमोर एक मूलभूत पण गंभीर समस्या होती - नागरिकांची खात्रीशीर आणि एकमेव ओळख कशी निश्चित करायची? वेगवेगळ्या खात्यांमार्फत नागरिकांना स्वतंत्रपणे ओळखपत्रं देण्यात येतात. यामध्ये रेशन कार्ड, मतदार ओळखपत्र, वाहनपरवाना, पासपोर्ट अशा अनेक ओळखपत्रांचा समावेश असतो. तरी यापैकी एकही दस्तऐवज संपूर्ण लोकसंख्येला समाविष्ट करून घेण्यासाठी असमर्थ आहे. लाखो गरीब नागरिकांकडे कोणतीही अधिकृत ओळख नसल्यानं त्यांना बँकिंग, अनुदानं आणि कल्याणकारी योजनांपासून दूर राहावं लागत होतं. अनेक वेळा बनावट आणि दुहेरी ओळखपत्रांमुळे सरकारी निधीमध्ये मोठ्या प्रमाणावर गैरव्यवहार होत असे.

ही देशव्यापी समस्या सोडवण्यासाठी २००९ साली भारत सरकारनं एक ऐतिहासिक पाऊल उचललं आणि युनिक आयडेंटिफिकेशन अथॉरिटी ऑफ इंडियाची (UIDAI) स्थापना केली. देशातील प्रत्येक रहिवाशाला बायोमेट्रिक तंत्रज्ञानावर आधारित एकमेव, खात्रीशीर ओळख देणं, हा त्यामागचा उद्देश होता. या ओळखीला 'आधार' असं नाव देण्यात आलं. सप्टेंबर २०१०मध्ये महाराष्ट्रात पहिला आधार क्रमांक जारी झाला आणि पुढच्या दहा-बारा वर्षांतच १३० कोटींपेक्षा अधिक आधार क्रमांक निर्माण झाले. जगातल्या सर्वात मोठ्या बायोमेट्रिक ओळख-प्रणालीची अशा प्रकारे उभारणी झाली.

आधारप्रणालीमध्ये प्रत्येक व्यक्तीसाठी १२ अंकी विशिष्ट क्रमांक निश्चित केला जातो. कोणत्याही दोन व्यक्तींचा आधार क्रमांक समान नसल्यानं या क्रमांकाच्या मदतीनं प्रत्येक व्यक्तीची एकमेव ओळख निश्चित केली जाते. प्रत्येक व्यक्तीचा आधार क्रमांक तीन महत्त्वपूर्ण घटकांशी जोडलेला असतो. हे तीन घटक म्हणजे-

१. लोकसंख्याशास्त्रीय माहिती : व्यक्तीचं नाव, जन्मतारीख, पत्ता
२. बायोमेट्रिक माहिती : व्यक्तीच्या बोटांचे ठसे, आयरिस स्कॅन आणि त्या व्यक्तीचं छायाचित्र
३. डिजिटल प्रमाणीकरण प्रणाली

पॅन क्रमांकाप्रमाणे आधार क्रमांकामध्ये कोणतीही वैयक्तिक माहिती संकेतांकाच्या स्वरूपात लिहलेली नसते. आधार क्रमांकावरून व्यक्तीचं राज्य, धर्म, जात किंवा उत्पन्न अशी कोणतीही माहिती कळत नाही. हे क्रमांक पूर्णपणे यादृच्छिक पद्धतीनं निर्माण केले जातात. आधार क्रमांकात असलेल्या बारा अंकांपैकी पहिले ११ अंक त्या विशिष्ट व्यक्तीचा मुख्य ओळख क्रमांक असतो आणि शेवटचा १२ वा अंक हा 'पडताळणी अंक' असतो. या पडताळणी अंकाच्या मदतीनं आधार क्रमांकाची वैधता

ठरवली जाते. आधार क्रमांकामध्ये असलेल्या पहिल्या ११ अंकांवर आधारित १२ वा अंक निश्चित केला जातो. हा १२ वा अंक ठरवण्यासाठी 'व्हरहोफ अल्गोरिदम' वापरला जातो.

व्हरहोफ अल्गोरिदम (Verhoeff Algorithm) ही एखादा क्रमांक लिहिताना अंकांमध्ये होणाऱ्या चुकांची तपासणी करण्यासाठी वापरली जाणारी एक प्रभावी गणितीय पद्धत आहे. हा अल्गोरिदम डच गणितज्ञ जेकोबस व्हरहोफ (Jacobus Verhoeff) यांनी १९६९ मध्ये विकसित केला. त्यावेळी संगणकीय प्रणालींमध्ये अंकांच्या अदलाबदलीच्या टायपिंग चुका मोठ्या प्रमाणात होत होत्या. त्या चुका लवकर आणि अचूकपणे शोधण्यासाठी व्हरहोफ यांनी एक विशेष डिजिटल डायहॅड्रल ग्रुप नावाच्या गणितीय प्रणालीवर आधारित एक पद्धत विकसित केली. ही पद्धत म्हणजेच 'व्हरहोफ अल्गोरिदम' होय.

या अल्गोरिदमचं खास वैशिष्ट्य म्हणजे तो एक-अंकाच्या चुका, दोन-अंकांच्या अदलाबदलीच्या चुका, त्याचप्रमाणे अनेक बहुअंकी चुका अत्यंत अचूकतेनं शोधू शकतो. आज ही पद्धत वेगवेगळे ओळख क्रमांक पडताळण्यासाठी आणि डेटाबेस प्रणालींमध्ये जगभरात वापरली जाते. काही देशांत हा अल्गोरिदम आरोग्य विमा क्रमांक, ग्राहक ओळखक्रमांक आणि इतर संवेदनशील ओळखक्रमांकांची वैधता तपासण्यासाठीही वापरला जातो. आधार क्रमांकाच्या १२व्या अंकाची पडताळणी याच अल्गोरिदमनं केली जाते.

एखादा आधार क्रमांक चुकून बदलला गेला, क्रमांकातल्या दोन अंकांची अदलाबदल झाली (उदा. ३८ ऐवजी ८३) किंवा अंदाजानं टाकलेले बनावट आधार क्रमांक अगदी सहजगत्या व्हरहोफ अल्गोरिदमच्या मदतीनं निदर्शनास येतात. थोडक्यात, आधार क्रमांकाची सुरक्षितता केवळ बायोमेट्रिक्स तंत्रज्ञानावरच नव्हे, तर शास्त्रशुद्ध पद्धतीनं विकसित केलेल्या गणितीय प्रणालीवरदेखील आधारित आहे.

व्हरहोफ अल्गोरिदम तीन विशेष तक्त्यांवर आणि टप्प्याटप्प्यानं केल्या जाणाऱ्या आकडेमोडीवर आधारित असतो. तो दिसायला अवघड वाटतो, पण त्यामागची संकल्पना सोपी आहे. आधार क्रमांकातल्या पहिल्या ११ अंकांवर या अल्गोरिदमप्रमाणे गणितीय प्रक्रिया केल्या जातात. शेवटी एक विशिष्ट बाकी उरते आणि त्यावरून शेवटचा १२ वा अंक ठरतो.

व्हरहोफ अल्गोरिदममध्ये पुढील तीन तक्त्यांचा समावेश होतो :

ओळ	**← स्थान क्रमांक →**							
क्र. ↓	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
p_0	0	1	2	3	4	5	6	7
p_1	1	5	7	6	2	8	3	0
p_2	5	8	0	3	7	9	6	1
p_3	8	9	1	6	0	4	3	5
p_4	9	4	5	3	1	2	6	8
p_5	4	2	8	6	5	7	3	9
p_6	2	7	9	3	8	0	6	4
p_7	7	0	4	6	9	1	3	2

(अ) **फेरबदल तक्ता (Permutation Table - p) :** या तक्त्यानुसार अंकांची जागा बदलण्याचे नियम ठरवले जातात.

ओळ	**← स्थान क्रमांक →**									
क्र. ↓	**0**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
d_0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1	1	2	3	4	0	6	7	8	9	5
d_2	2	3	4	0	1	7	8	9	5	6
d_3	3	4	0	1	2	8	9	5	6	7
d_4	4	0	1	2	3	9	5	6	7	8
d_5	5	9	8	7	6	0	4	3	2	1
d_6	6	5	9	8	7	1	0	4	3	2
d_7	7	6	5	9	8	2	1	0	4	3
d_8	8	7	6	5	9	3	2	1	0	4
d_9	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

(ब) **गुणाकार तक्ता (Multiplication Table - d):** हा तक्ता दोन अंकांमधील गणिती परस्परसंबंध ठरवतो.

(क) **उलट तक्ता (Inverse Table - inv):** हा तक्ता आधार क्रमांकात असलेला शेवटचा पडताळणी अंक ठरवण्यासाठी वापरला जातो.

0→0, 1→4, 2→3, 3→2, 4→1, 5→5, 6→6, 7→7, 8→8, 9→9

आता व्हरहोफ अल्गोरिदम कसा काम करतो हे एका उदाहरणाच्या मदतीनं समजून घेऊ या.

समजा, 23631984372 हे आधार क्रमांकातले पहिले ११ अंक आहेत. हा आधार क्रमांक वैध ठरण्यासाठी आपल्याला त्याचा १२ वा अंक शोधायचा आहे. त्यासाठी पुढील गणितीय क्रिया टप्प्या-टप्प्यानं करू.

टप्पा १ : दिलेले ११ अंक उलट क्रमानं लिहा :

अंकांचा मूळ क्रम : 2 3 6 3 1 9 8 4 3 7 2

उलट क्रम : 2 7 3 4 8 9 1 3 6 3 2

टप्पा २ : फेरबदल तक्त्याचा वापर (p-table): व्हरहोफ अल्गोरिदमच्या दुसऱ्या टप्प्यात फेरबदल तक्त्याचा उपयोग करून प्रत्येक अंक त्याच्या स्थानानुसार बदलला जातो. उदाहरणार्थ, उलट्या क्रमानं लिहिलेल्या आकड्यामध्ये पहिल्या स्थानावर २ हा अंक आहे. या अंकाचं p-मूल्य कसं काढायचं ते पाहू या.

p_1 →	1	5	7	6	2	8	3	0
स्थान क्रमांक	0	1	2	3	4	5	6	7

अंकाचं स्थान 1 आहे म्हणून आपण फेरबदल तक्त्यात p_1ची ओळ पाहणार. ही ओळ आणि त्यातील अंकांचा स्थान क्रमांक पुढीलप्रमाणे-

आता आपला अंक 2 आहे. म्हणून आपण स्थान क्रमांक 2शी संबंधित असलेला p_1 ओळीतला अंक पाहणार. हा अंक 7 आहे. म्हणून $p_1(2)=7$

अंकाचे स्थान	अंक	p-मूल्य
1	2	$p_1(2)=7$
2	7	$p_2(7)=9$
3	3	$p_3(3)=6$
4	4	$p_4(4)=1$
5	8	$p_5(8)=3$
6	9	$p_6(9)=4$
7	1	$p_7(1)=0$
8	3	$p_0(3)=3$
9	6	$p_1(6)=3$
10	3	$p_2(3)=3$
11	2	$p_3(2)=1$

अशाच प्रकारे उलट्या क्रमानं लिहिलेल्या 2 7 3 4 8 9 1 3 6 3 2 या अंकांचे p-मूल्य खाली दिल्यानुसार काढता येईल.

p-मूल्य काढल्यावर आपल्याला पुढील नवे अंक मिळतात -

7, 9, 6, 1, 3, 4, 0, 3, 3, 3, 1

टप्पा ३ : गुणाकार तक्त्याचा वापर (d-table) : या तक्त्यामध्ये c = ० ही प्रारंभिक किंमत धरली जाते.

c = ० असल्यानं या तक्त्यामध्ये d_0 ही ओळ पाहा. आता p-मूल्य काढल्यावर आलेल्या आकड्यांमध्ये पहिला अंक 7 आहे. म्हणून d_0 मध्ये 7 शी संबंधित अंक 7 आहे.

त्यामुळे पुढील प्रक्रियेसाठी c = 7 घेऊ. आता p-मूल्य काढल्यावर आलेल्या आकड्यांमध्ये दुसरा अंक 9 आहे. म्हणून d_7 ओळीमध्ये 9 शी संबंधित असलेला अंक 3 आहे.

त्यामुळे पुढील प्रक्रियेसाठी c = 3 घेऊ. आता p-मूल्य काढल्यावर आलेल्या आकड्यांमध्ये तिसरा अंक ६ आहे. म्हणून d_3 ओळीमध्ये 6 शी संबंधित असलेला अंक 9 आहे.

अशा पद्धतीने p-मूल्य काढल्यावर आलेल्या आकड्यांमधल्या प्रत्येक अंकावर प्रक्रिया केली जाते आणि

c ची किंमत	ओळ क्र.	p-मूल्य अंक	d-तक्ता अंक
0	d_0	7	7
7	d_7	9	3
3	d_3	6	9
9	d_9	1	8
8	d_8	3	5
5	d_5	4	6
6	d_6	0	6
6	d_6	3	8
8	d_8	3	5
5	d_5	3	7
7	d_7	1	6

शेवटी आपल्याला c ची किंमत 6 मिळते. मागील तक्त्यात ही किंमत कशी आली हे क्रमशः दिलं आहे.

टप्पा ४ : उलट तक्त्याचा वापर : वरील प्रक्रिया करून cची शेवटी आलेली किंमत 6 आहे.

याउलट तक्त्यात 6 च्या inv ची किंमत 6 आहे. म्हणजेच, inv(6) = 6

त्यामुळे आपण गृहीत धरलेल्या आधार क्रमांकातला शेवटचा पडताळणी अंक ६ असला पाहिजे. म्हणून अंतिम आधार क्रमांक २३६३१९८४३७२६ असा असेल. अशा प्रकारे व्हरहोफ अल्गोरिदमचा वापर करून गणितीय पद्धतीनं आधार क्रमांक निश्चित केला जातो.

समजा, हा आधार क्रमांक लिहिताना चुकून २३६३१९८४३७२५ असा लिहिला गेला तर व्हरहोफ अल्गोरिदम वापरून पडताळणी अंक वेगळा येतो. त्यामुळे लगेचच ही चूक निदर्शनास आणली जाते. विशेष म्हणजे, आधार क्रमांकाची ही वैधता बायोमेट्रिक तपासणी सुरू होण्यापूर्वी अक्षरशः क्षणार्धात तपासली जाते.

एकापेक्षा अधिक अंकबदलाच्या चुका व्हरहोफ अल्गोरिदम वापरून अत्यंत जलद गतीनं पकडल्या जातात आणि म्हणूनच डेबिट आणि क्रेडिट कार्डांवरचे क्रमांक किंवा पॅनच्या वैधतेसाठी वापरल्या जाणाऱ्या साध्या लून अल्गोरिदमपेक्षा आधारसारख्या लांब क्रमांकांच्या तपासणीसाठी व्हरहोफ अल्गोरिदम अधिक प्रभावी आहे.

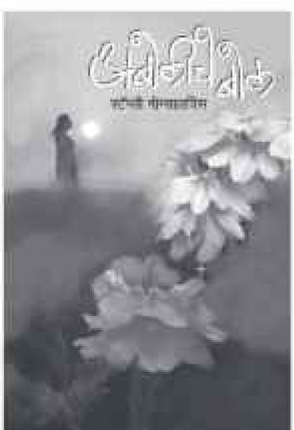
आधारप्रणाली सर्वदूर पोहोचताच सरकारच्या कार्यपद्धतीत आमूलाग्र बदल झाला. गॅस सबसिडी, शिष्यवृत्ती, पेन्शन, मनरेगा मजुरी थेट आधार क्रमांकाशी जोडलेल्या बँक खात्यात जमा व्हायला लागली. या व्यवस्थेला डायरेक्ट बेनिफिट ट्रान्सफर (DBT) म्हणतात. आधार क्रमांकाच्या आधारे बनावट लाभार्थी आणि दुहेरी नावं हटवल्यामुळे सरकारचे लाखो कोटी रुपये वाचले. २०१६ मध्ये आधार कायद्यानं या प्रणालीला कायदेशीर पाठिंबा मिळाला. त्यानंतर पॅन आणि आधार क्रमांक एकमेकांशी जोडून करून करचुकवेगिरी आणि आर्थिक फसवणुकीला मोठा आळा घातला गेला. त्यामुळे आधार हा केवळ बारा अंकी क्रमांक नसून आर्थिक पारदर्शकता आणण्यासाठी निर्माण केलेली प्रत्येक नागरिकाची डिजिटल ओळख आहे.

– हेमंत लागवणकर
(विज्ञानप्रसारक आणि शैक्षणिक सल्लागार)
https://hemantlagvankar.com/

॥ग्रंथाली॥

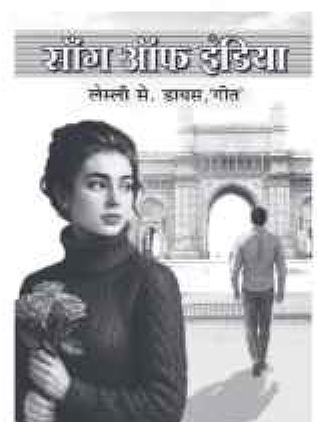
वसई-विरार येथील वाचकदिनी प्रसिद्ध पुस्तके

स्टॅन्ली गोन्सालविस लिखित
अबोलीचे बोल



मूल्य २५० रुपये
सवलतीत १५० रुपये

लेस्ली डायस लिखित
साँग ऑफ इंडिया



मूल्य ३५० रुपये
सवलतीत २१० रुपये

ढगांची निर्मिती व प्रकार

अनघा शिराळकर

मेघ, घन, जलद, बादल, बदरा, बरखा अशी विविध नावे असणारा, लहानांपासून मोठ्यांपर्यंत सर्वांना वेड लावणारा हा ढग तहानलेल्यांना सुखावणारा, शेतकऱ्यांना दिलासा देणारा, प्रेमिकांना हुरहुर लावणारा, संवेदनशील कलाकारांना भुलवणारा, आसूसलेल्या धरतीला चिंब करणारा आणि तिचे आकाशाशी नाते जोडणारा एकमेव दुवा असतो. देशोदेशीच्या संस्कृतीमध्ये व धर्मांमध्ये ढगांना विशेष स्थान आहे.

महाकवी कालिदासांचे 'मेघदूत' हे महाकाव्य मेघाने अजरामर केले. एकांतवासाची शिक्षा भोगणाऱ्या यक्षाने आपल्या प्रिय पत्नीला निरोप घेऊन जाण्यासाठी त्याला दूत बनवले. यक्षाने आपल्या पत्नीपर्यंत पोहचण्यापर्यंतचा मार्ग या मेघदूताला सांगितला, त्या मार्गात येणाऱ्या अडचणी सांगितल्या व त्यावर या मेघदूताने कशी मात करायची याच्याही सूचना दिल्या. त्या सूचनांचे विश्लेषण केले असता असे दिसून येते की भौगोलिक परिस्थितीनुसार व काळानुसार मेघ आपले रूप बदलतात. कुठे विजेच्या कडकडाटांसह घनघोर, तर कुठे संततधार, तर कुठे रिमझिम बरसात. एखाद्या ठिकाणी दडी मारणार, तर एखाद्या ठिकाणी धायमोकलून उरफोड करणार. अनेक रूपे नि अनेक कारनामे. असा हा बहुरूपी मेघ म्हणजेच ढग, त्याचे आपण शास्त्रीय पैलू पाहू या.

ढगांची व्याख्या व निर्मितीप्रक्रिया

ढग हे पृथ्वीच्या वातावरणाच्या तपांबर (troposphere), स्थितांबर म्हणजेच समताप मंडल (stratosphere) आणि मध्यांबर (mesophere) या भागात दिसतात. ढगांच्या शास्त्रीय अभ्यासाला मेघशास्त्र (Nephology) म्हणतात. हा अभ्यास हवामानशास्त्रातील मेघ भौतिकशास्त्राचा (cloud physics) एक भाग आहे.

हवेत तरंगणाऱ्या जलकणांचा किंवा हिमकणांचा समुदाय म्हणजेच ढग. ढग तयार होण्यासाठी हवा आर्द्रतेने संपृक्त असावी लागते. सूर्याच्या उष्णतेमुळे समुद्र, नद्या, तलाव इथल्या पाण्याचे बाष्पीभवन होऊन पाण्याची वाफ तयार होते. जमिनीवरील आर्द्रतायुक्त हवेला तप्त जमीन, पर्वत किंवा टेकडी यांसारख्या विशिष्ट भौगोलिक परिस्थितींमुळे वर जाण्याची दिशा मिळते. वर गेल्यावर ही हवा प्रसरण पावते आणि त्यामुळे आणखी हलकी होते. तिच्यावरील दाबही कमी होतो आणि ती आणखी वर वर जाऊ लागते. हवा वर वर जात असताना ती थंड होऊ लागते. आणखी थंड होऊ लागल्यामुळे तिची सापेक्ष आर्द्रता वाढत जाते. विशिष्ट उंचीवर गेल्यावर ती संपृक्त होते. वातावरणातील सूक्ष्म धूलिकण व धूम्रकण आर्द्रताग्राही असतात. जलकणांबरोबर हवेतील धुळीचे व धुराचे सूक्ष्म कणही ढगांमध्ये असतात. हवा वर वर जात राहिल्यास हवेचे म्हणजेच त्यातील आर्द्रतेचे तापमान कमी होऊन सूक्ष्म कणांवर तिचे द्रवीकरण होते आणि पाण्याचे थेंब तयार होतात. असे असंख्य बिंदू एकत्र आल्यावर त्यांचा ढग तयार होतो. पावसाच्या निर्मितीचे प्रमुख काम ढग करतात ज्यामुळे पृथ्वीवरील जलचक्र अव्याहत चालू राहते. जलचक्रात पाण्याची वाफ होते, ती उंच गेल्यावर त्याचे ढग होतात आणि त्यांना उंचावरची थंड हवा लागली की पाऊस पडतो. पृथ्वीच्या हवामानाचे व वातावरणाचे संतुलन टिकवण्यासाठीही ढगांची आवश्यकता असते. सूर्याची उष्णता परावर्तित करून व त्यातील अतिनील किरणे शोषून पृथ्वीवरील ऊर्जेचे संतुलन राखण्याचे अतिमहत्त्वाचे काम ढग करतात. विषुववृत्तीय प्रदेशातील उष्णता पृथ्वीवर इतर ठिकाणी विशेषतः ध्रुवीय प्रदेशात पसरवण्यासाठी ढगांची मदत होते.

कधी कधी वातावरणात कमी दाबाचे क्षेत्र निर्माण होते. अशा क्षेत्रात आर्द्र हवा सर्व बाजूंनी प्रवेश करते आणि वर उचलली जाते. अंतर्गत प्रसरणाने ती खूपच थंड होते आणि त्यामुळे विस्तृत क्षेत्रावर जाड व मोठ्या ढगांची निर्मिती होते.

खूप आर्द्रतायुक्त हवा वर वर चढत जाते व ती थंड होते तेव्हा त्या थंडाव्यामुळे हवा वाफेने संपृक्त होते आणि धुके निर्माण होते. असे धुके वाऱ्यामुळे वर उचलले जाऊन

ढगांची निर्मिती होते. हवेतील प्रदूषण वाढते, धुळीची वादळे किंवा स्फोट होतात तेव्हा पूर्ण धुळीचे किंवा धुराचे ढग तयार होतात.

ढगांचे प्रकार

तेराव्या शतकाच्या सुरुवातीला ढग हा शब्द पाऊस देणारा असे समजले जायचे. ख्रिस्तपूर्व ३४० साली ॲरिस्टॉटल या ग्रीक तत्त्वज्ञाने मिटिऑरॉलॉजिका या विज्ञानाशी संबंधित लिखाणात हवामानशास्त्राअंतर्गत ढगांचा अभ्यास समाविष्ट केलेला आहे. 'मिटिऑरॉलॉजिका'मधील लिखाण हे अंतर्ज्ञान व साध्या निरीक्षणांवर आधारित होते. जलचक्राचा व्यवस्थित अभ्यास झाला तेव्हा खऱ्या अर्थाने ढगांचा अभ्यास केला गेला. निरनिराळे आकार व रूपे या घटकांवर व आकाशातील त्यांच्या उंचीवर ढगांचे निरनिराळे प्रकार ठरवले जातात. १८०२ साली इंग्लंडमधील ल्युक हॉवर्ड आणि फ्रान्समधील जीन बाप्तीस्ते लॅमार्क यांनी ढगांची

उंचीवर आधारित ढगांचे वर्गीकरण

पद्धतशीरपणे निरीक्षणे करून त्यांचा वैज्ञानिक पद्धतीने अभ्यास केला. या अभ्यासावर आधारित त्यांनी ढगांच्या प्रकारांना नावे दिली आणि असा निष्कर्ष काढला की ढगांचे बदलणारे आकारमान व स्वरूप यावरून हवामानाचा अंदाज व्यक्त करता येऊ शकतो. या शास्त्रज्ञांनी ढगांचे वर्गीकरण करून त्यांना (१) तंतुमेघ (Cirrus सिरस) (२) स्तरीय मेघ (Stratus स्ट्रॅटस) आणि (३) पाऊस देणारे वर्षामेघ (Cumulus क्युमुलस) अशी नावे दिली. ही नावे लॅटिन भाषेतील आहेत. सिरस हे उंचावरील ढग आहेत. ते पंखांसारखे किंवा झुबक्यांसारखे दिसतात. स्ट्रॅटस हे कमी उंचीवरचे ढग अभ्रासारखे पसरलेले असून ते आकाश झाकतात. क्युम्युलस हे मध्यम उंचीवरचे ढग असून ते आकाशात महाकाय कापसाच्या गोळ्यांसारखे किंवा ढिगांसारखे दिसतात. हे तीनही प्रकारचे ढग स्वतंत्रपणे किंवा एकमेकांच्या संयोगाने विविध स्वरूपात आढळून येतात. १९५७ साली जागतिक हवामान परिषदेने ढगांच्या तळाची उंची, आकार, स्वरूप आणि इतर ढगांशी केलेला संयोग यांचा विचार करून ढगांचे दहा मुख्य प्रकार जाहीर केले आणि हेच प्रकार जगभर ग्राह्य धरले जाऊ लागले. हे दहा प्रकार प्रमुख तीन प्रकारांतर्गत येतात. हे प्रमुख तीन प्रकारचे ढग पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून त्यांच्या तळाच्या उंचीवर आधारित आहेत. त्यांना निम्नस्तरीय, मध्यमस्तरीय व उच्चस्तरीय ढग असे म्हणतात. या प्रत्येकांमध्ये आकारमान व विस्ताराप्रमाणे उपप्रकार आहेत.

१. निम्नस्तरीय ढग

निम्नस्तरीय म्हणजेच कमी उंचीवरचे ढग हे बहुतेक पाण्याच्या बिंदूंचे बनलेले असतात, कारण त्यांचा तळ २००० मीटरच्या खाली असतो. भौगोलिक परिस्थितीप्रमाणे तापमान अति थंड असते तेव्हा ते बर्फाच्या कणांचे बनलेले असतात. हे ढग चार प्रकारचे असतात, ते म्हणजे (१) स्तरी मेघ (Stratus Clouds), (२) राशी मेघ (Cumulus Clouds), (३) स्तरीराशी मेघ (Stratocumulus Clouds) आणि (४) वर्षास्तरी मेघ (Nimbostratus Clouds)

१.१ स्तरी मेघ

हे ढग राखाडी किंवा पांढऱ्या चादरीसारखे पसरलेले दिसतात. ते स्थिर व शांत असतात. त्यांची जाडी कमी अधिक असते. हवेतील तापमानाप्रमाणे ते पाण्याच्या बिंदूंनी किंवा बर्फाच्या कणांनी बनलेले असतात. त्यांच्या जाडीच्या प्रमाणात अगदी कमी किंवा रिमझिम पाऊस पाडतात. बर्फाचे ढग असतील तर ते बर्फाची भूरभूर पाडतात.

१.२ राशी मेघ

हे ढग पांढऱ्या रंगाचे असून फुलकोबीच्या आकाराचे

असतात. ते मऊ व हलके असून कापसाच्या ढिगांसारखे दिसतात. हे ढग वरच्या बाजूने वाढतात. साधारणपणे हे ढग पाऊस पाडत नाहीत किंवा अतिशय अल्पप्रमाणात पाडतात. परंतु अनुकूल परिस्थितीत त्यांच्या उंची व आकारात वाढ होऊन त्यांचे रूपांतर पावसाच्या ढगांत म्हणजेच राशीवर्षा (cumulonimbus) मेघांमध्ये होते.

१.३. स्तरीराशी मेघ

हे ढग पांढरे किंवा गडद राखाडी रंगाचे असतात. ते गुठळ्यांसारखे किंवा तंतूंसारखे आकाशात विखुरलेले असतात. हे ढग सर्व प्रकारच्या हवामानाच्या स्थितींमध्ये म्हणजेच कोरड्या हवामानापासून ते अधिक पावसाच्या स्थितीत असू शकतात. जमिनीवर पुरेशी आर्द्रता असेल तर हे ढग वर्षाराशी म्हणजेच निंबोस्ट्रेटसमध्ये बदलू शकतात व रिमझिम पाऊस पाडतात. या ढगांची उपस्थिती हवामानातील बदल सुचवते.

१.४ वर्षास्तरी मेघ

मध्यम उंचीवरील हे ढग काळसर राखाडी रंगाचे असतात. त्यांना विशिष्ट आकार नसतो. हे ढग संपूर्ण आकाशभर पसरलेले असल्याने पूर्ण आकाश झाकोळलेले दिसते. अशा वेळी मेघगर्जनेसह गारा, बर्फ किंवा विस्तृत क्षेत्रावर पाऊस पडतो.

२. मध्यम स्तरीय ढग

मध्यम स्तरावर म्हणजे २०००-६००० मीटर उंचीवर आढळणारे हे ढग पांढऱ्या किंवा राखाडी रंगाचे असतात. ते मुख्यतः सूक्ष्म जलबिंदूंनी बनलेले असून लहान लहान पुंजक्यांच्या आकारात दिसतात. हे ढग नेहमी अनेक रेषांच्या किंवा लहरींच्या समूहात पाहायला मिळतात. या ढगांचे तीन प्रकार आहेत. ते म्हणजे मध्यराशी मेघ (Altoculumus Clouds) आणि मध्यस्तरी मेघ (Altostratus Clouds)

२.१ मध्यराशी मेघ

या ढगांची व्याप्ती संपूर्ण आकाशभरही असू शकते. या ढगांच्या कडा कमी जाडीच्या आणि तंतुमय असतात तेव्हा त्या कडांमधून प्रकाश किरणांचे विकिरण होऊन वेगवेगळे रंग दिसतात. या ढगांमधून सूर्यकिरण खालवर पोहोचत नसल्यामुळे त्यांचे तळ नेहमी काळसर दिसतात. दिवसा तापलेल्या पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची उष्णता रात्री उत्सर्जित होते आणि त्याच्या संपर्कातील आर्द्रतायुक्त हवा वर वर जाऊन थंड होते. त्यामुळे हवेतील जलबिंदूंचे हे ढग रात्री तयार होतात. मात्र सकाळी त्यावर सूर्याची किरणे पडल्याने त्यातील जलबिंदूंची वाफ होऊन ते नाहीसे होतात.

२.२ मध्यस्तरी मेघ

मध्यम उंचीवर आढळणारे हे ढग निळसर राखाडी रंगाचे दिसतात. ते मुख्यतः सूक्ष्म जलबिंदूंनी बनलेले असून अनेक थरांचे बनलेले असतात. एखादा ढग कधी कधी सर्व आकाश व्यापून टाकण्याएवढा मोठा असू शकतो. या ढगांच्या वरच्या भागात मात्र बर्फाचे कण असतात. या ढगांमधून सूर्य किंवा चंद्र दिसू शकत नाहीत. हे ढग संपूर्ण आकाशभर पसरलेले असतात तेव्हा हलक्या पण दीर्घकाळ पावसाची शक्यता असते.

३. उच्च स्तरीय ढग

उच्चस्तरीय ढग हे ६००० मीटरपेक्षा जास्त उंच असतात. (१) तंतू मेघ (Cirrus Clouds), (२) तंतुराशी मेघ (Cirrocumulus Clouds) आणि (३) तंतूस्तर मेघ (Cirrostratus Clouds) हे उच्च स्तरीय ढग आहेत. ते पातळ व पांढरे असतात. अति उंचीमुळे हे ढग बर्फाच्या कणांचे असतात आणि ते आपल्या दृष्टीक्षेपात येत नाहीत.

३.१ तंतू मेघ (Cirrus Clouds)

हे ढग नाजूक धाग्यांसारखे, ठिपक्यांसारखे किंवा अरूंद पट्ट्यांसारखे असतात. ते बर्फाच्या स्फटिकांनी भरलेले असतात. सूर्योदयापूर्वी आणि सूर्यास्तानंतर सिरस ढग चमकदार पिवळ्या किंवा लाल रंगाचे दिसतात. असे पिवळे- तांबूस ढग सूर्यास्ताच्या वेळच्या उन्हामुळे आकाश सुंदर दिसते. दिवसा क्षितिजाजवळील तंतुमेघ पिवळसर रंगाचे असतात.

३.२ तंतुराशी मेघ

हे ढग पांढरे शुभ्र किंवा हलक्या राखाडी रंगाचे

स्तरी मेघ (strotus clouds)

राशी मेघ (Cumulus clouds)

स्तरीराशी मेघ (Stratocumulus Clouds)

वर्षास्तरी मेघ (Altoculumus Clouds)

मध्यराशी मेघ (Altoculumus Clouds)

मध्यस्तरी मेघ (Altostratus Clouds)

असतात. ते थोड्या प्रमाणात अतिथंड अवस्थेतील जलबिंदूंनी बनलेले असतात. ते पांढरेशुभ्र व छोट्या छोट्या पुंजक्यांचे असतात. हे ढग समुद्राच्या लाटांप्रमाणे किंवा माशांच्या खवल्यांप्रमाणे दिसतात. हे ढग विरळ व कमी जाडीचे असल्यामुळे आणि खूप उंचीवर असल्यामुळे सूर्य त्यांच्यामागे गेला तरी या ढगांची सावली पडत नाही. या ढगात हिमकण असतात. अतिथंड जलबिंदूंचे रूपांतर हिमकणात होते. त्यामुळे असे ढग फार काळ टिकत नाहीत. त्यांचे रूपांतर तंतुस्तरमेघात (cirrostratus) होते.

३.३ तंतुस्तर मेघ

हे ढग पातळ पापुद्र्यासारखे असतात. ते पारदर्शी असून आकाशाचा मोठा भाग व्यापतात. कधी कधी ते सूर्याभोवती किंवा चंद्राभोवती प्रभावळीच्या किंवा खळ्याच्या स्वरूपात दिसतात. हे ढग हवेचा दाब कमी होण्याच्या एक दिवस आधी तयार होतात. हे ढग दाट आणि खालच्या स्तरावर असतील तर पुढील १२ ते २४ तासांमध्ये पाऊस किंवा बर्फ पडतो. हे ढग पाऊस देत नाहीत. पण पावसाची शक्यता आहे किंवा नाही हे त्यांच्यावरून कळू शकते.

४. लंबरेषेत विकसित होणारे ढग (Clouds with Vertical Development)

हे ढग इतर ढगांप्रमाणे तपांबर या विशिष्ट स्तरावर नसतात. यांची वाढ तपांबराच्या खालच्या स्तरापासून सुरु होऊन ती लंबरेषेत वर सरकते व पूर्ण तपांबर व्यापते. या ढगांचे नाव आहे राशीवर्षा मेघ (Cumulonimbus Clouds)

४.१ राशीवर्षा मेघ (Cumulonimbus Clouds)

हे ढग निम्न-स्तरीय आणि उच्च-स्तरीय प्रकारचे असतात. कमी उंचीवरचे ढग पाण्याच्या थेंबापासून बनलेले असतात तर उच्च उंचीवरचे ढग बर्फाच्या कणांचे असतात. हे ढग विजांच्या गडगडाटांसह गारा व पाऊस पाडतात. अगदी चक्रीवादळसुद्धा निर्माण करतात. हे ढग उन्हाळ्यात दुपारच्या वेळी आकाशात दिसतात. ढगांचा राजा म्हणून ओळखला जाणारा हा ढग एखादाच असतो तेव्हा एक तासात पाऊस पाडून संपतो. मात्र तो समूहाने तयार होतो तेव्हा तो प्रदीर्घ काळ पाऊस पाडतो. हे ढग तयार होण्यासाठी भरपूर आर्द्रता, अस्थिर वारे आणि त्यांना वर ढकलणारी उष्णता आवश्यक असते. या ढगांच्या तीन अवस्था असतात. पहिल्या अवस्थेत ढग तयार होण्यास सुरुवात होते, दुसऱ्या अवस्थेत ते पूर्णपणे तयार होतात आणि तिसऱ्या अवस्थेत ते बरसतात आणि संपून जातात. हवामानाच्या परिस्थितीनुसार या पूर्ण प्रक्रियेला ३० मिनिटांचा अवधी लागतो. हे ढग हवाई वाहतुकीस दगा देणारे व अतिशय घातक असतात. हे ढग जमिनीपासून ११०० फूट इतके खालच्या स्तरापासून ते ५०,००० फूट उंच असू शकतात. कधी कधी तर हे ढग इतके वाढतात की ते समताप मंडल भेदून वर जातात. आणखी एक

तंतुमेघ (Cirrus Clouds)

तंतुराशी मेघ (Cirrocumulus Clouds)

तंतुस्तर मेघ (Cirrostratus Clouds)

राशीवर्षा मेघ
(Cumulonimbus Clouds)

रात्रीचे ढग
(noctilucent clouds)

ध्रुवीय समतापमंडलीय ढग
(polar strato-spheric clouds)

वैशिष्ट्य म्हणजे पूर्णपणे तयार झालेल्या या ढगाचा माथा ऐरणीसारखा दिसतो.

५. ढगांचे इतर प्रकार

पृथ्वीच्या वातावरणाच्या वरच्या आवरणात (upper atmosphere) काही ढग असतात. यामध्ये दोन प्रकारचे महत्त्वाचे ढग आहेत. ते म्हणजे रात्रीचे ढग (noctilucent clouds) आणि ध्रुवीय समतापमंडलीय ढग (polar stratospheric clouds).

५.१ रात्रीचे ढग (noctilucent clouds)

काही ढग त्यांच्या खास आकार व त्यांच्या तयार होणाऱ्या पद्धतीने विशेष ठरतात. काही वेगवेगळ्या प्रकारचे ढग एकत्र येतात आणि त्यांचे स्वरूप व गुणधर्म बदलतात. अशा प्रकारे ढगांचे अनेक उपप्रकार व प्रजाती तयार होतात व त्यांचे वेगळे परिणाम दिसतात हे मध्यांबरामध्ये पृथ्वीपासून ५० ते ८५ किलो मीटर उंचीवर असतात. हे ढग सर्वात उंच ढग असून त्यांना ध्रुवीय ढग म्हणतात. या ढगांत बर्फाचे कण असतात.

५.२ ध्रुवीय समतापमंडलीय ढग (polar strato-spheric clouds)

हे नावाप्रमाणे फक्त ध्रुवीय प्रदेशातच आढळतात. ते पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून १० ते २५ किलो मीटर (६ ते २५ मैल) उंचीवर असतात. ते आर्क्टिकपेक्षा अंटार्क्टिकावर जास्त प्रमाणात असतात. त्यांना इंद्रधनुष्यातील सप्तरंगांची चमक असल्याने रंगीत व सुंदर दिसतात. अलीकडच्या संशोधनातून असे दिसून येते की हे ढग वातावरणातील ओझोनवायूचे प्रमाण कमी होण्यास कारणीभूत ठरत आहेत. नायट्रोजन व क्लोरिन अणूंची रासायनिक प्रक्रिया झाल्याने असे होते.

ढगांच्या अभ्यासासाठी आधुनिक तंत्रज्ञानाचा उपयोग

आधुनिक तंत्रज्ञानाचा उपयोग करून उपग्रहांच्या मार्फत ढगांचे प्रकार व त्यात होत जाणारे बदल जाणून घेता येतात. ढगांची जलद वेगाने होणारी वाढ आणि त्यांच्या वरच्या टोकाला थंड होण हे हवामानात होणाऱ्या तीव्र बदलांचे संकेत देतात. क्लाऊड रडार हे ढगांची जागा व आकार दर्शवतात. उच्च वारंवारिता (high frequency) वापरणारे रडार सर्व प्रकारच्या ढगांची जागा व स्थिती दाखवू शकतात. ढगांचा अभ्यास हा हवामानशास्त्राचे प्रमुख अंग आहे. अनेक देशांमध्ये ढगांचा अभ्यास करण्यासाठी विशिष्ट अत्याधुनिक स्वयंचलित यंत्रणेसह खास प्रयोगशाळा कार्यरत आहेत. भारतात महाराष्ट्रातील महाबळेश्वर येथे अशा प्रकारची प्रयोगशाळा पुण्यातील भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्थेने (Indian Institute of Tropical Meteorology) स्थापन केलेली आहे. या प्रयोगशाळेतील निरीक्षणांचा अभ्यास हवामानाच्या विशेषतः पावसाच्या अंदाजासाठी व कृत्रिम पावसाचे प्रयोग करण्यासाठी उपयुक्त असतो.

अनघा शिराळकर
anaghashiralkar@gmail.com

संदर्भ

1) Ahrens C.Donald and Henson Robert, Meteorology Today: An introduction to Weather, Climate and The Environment, Brooks/Cole Pub Co; 12th edition, 2018
2) International Cloud Atlas (the global standard for cloud classification), World Meteorological Organization (WMO), Geneva, Switzerland, https://cloudatlas.wmo.int
3) Meteorology for Observers, India Meteorological Department (IMD), Training Notes, https://mausam.imd.gov.in
4) Types of Clouds, Met. Office, U.K. https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/weather/types-of-weather/clouds/types-of-cloud

आफ्रिका दुभंगणार?

आनंद घैसास

उत्तर इथिओपियामधील 'हेली गुब्बी' या ढालीच्या आकाराच्या ज्वालामुखीमध्ये रविवार, २३ नोव्हेंबर २०२५च्या सकाळी अनेक तास उद्रेक झाला - 'होलोसीन' युगाच्या सुरुवातीनंतरचा हा पहिलाच उद्रेक होता. इथिओपियामधील या ज्वालामुखीचा, किमान १२,००० वर्षांनंतर पहिल्यांदा उद्रेक झाला, असा एक निष्कर्ष काढला गेला. ज्या उद्रेकामुळे राख आणि धुराचा एक उंचच उंच ढग वर फेकला गेला. हा ढग नंतर तांबड्या समुद्रावरून ईशान्य दिशेला पसरला.

उत्तर इथिओपियाच्या 'अफार' पर्वतरांगांच्या प्रदेशातील 'हेली गुब्बी' या ज्वालामुखीचा सकाळी सुमारे ८:३० वाजता (यूटीसी) म्हणजे जागतिक प्रमाण वेळ, तर (पहाटे ३:३० वाजता ईएसटी म्हणजे अमेरिकेची पूर्व किनाऱ्यावरील प्रमाण वेळ) या वेळी हा उद्रेक झाला. फ्रान्समधील 'टुलुझ ज्वालामुखी राख सल्लागार केंद्रा'च्या (VAAC) माहितीनुसार, रात्री ८ वाजता (यूटीसी) म्हणजे दुपारी ३ वाजता ईएसटीपर्यंत या उद्रेकाचा स्फोटक टप्पा थांबला होता.

'होलोसीन' युगात हेली गुब्बीचा उद्रेक झाल्याची ही पहिलीच नोंद आहे. 'होलोसीन' हे सध्याचे भूवैज्ञानिक युग मानले जाते, जे सुमारे ११,७०० वर्षांपूर्वी झालेल्या शेवटच्या हिमयुगाच्या अखेरीस सुरू झाले असे मानतात. सामान्यतः एखाद्या ज्वालामुखीचा या होलोसीन युगाच्या कालावधीत उद्रेकच झालेला नसेल, तर त्याला 'मृत ज्वालामुखी' किंवा 'निद्रिस्त ज्वालामुखी' असे मानले जाते. तथापि, ज्या भागात हा ज्वालामुखी आहे, त्या भागाचा फारसा अभ्यास झालेला नाही, त्यामुळे या पूर्वीचे येथील उद्रेक हे कदाचित लक्षातच आले नसावेत.

हेली गुब्बी हा 'अफार' प्रदेशातील ज्वालामुखींच्या 'एर्टा आले' पर्वतरांगेतील सर्वात दक्षिणेकडील ज्वालामुखी आहे. ही पर्वतरांग पूर्व आफ्रिकन 'रिफ्ट प्रणाली'चा (डोंगर-दऱ्यांची प्रणाली) एक भाग आहे, जिथे आफ्रिकेचा बहुतेक भाग बनवणारी एक मोठी टेक्टोनिक प्लेट, भूपट्ट, दोन भागांमध्ये विभागली जात आहे. हेली गुब्बी ज्वालामुखी हजारो वर्षांपासून सुप्त अवस्थेत असला तरी, ज्या 'एर्टा आले' ज्वालामुखीवरून या पर्वतरांगेला नाव मिळाले आहे, तो किमान इ.स. १९६७ पासून सतत सक्रिय आहे, असे दिसून आले आहे.

या बाबतीत नॉर्थ कॅरोलिना स्टेट युनिव्हर्सिटीच्या ज्वालामुखी-शास्त्रज्ञ एरियाना सोल्डाटी यांनी 'सायंटिफिक अमेरिकन'ला सांगितले, ''जोपर्यंत मॅग्मा, शीलारस तयार होण्यासाठी आवश्यक परिस्थिती अस्तित्वात आहे, तोपर्यंत एखादा ज्वालामुखी १,००० वर्षे किंवा १०,००० वर्षांपासून

उद्रेक झाला नसला तरीही, त्याचा अचानक कधीही उद्रेक होऊ शकतो.'' हेली गुब्बीचा स्फोटक उद्रेक हा कदाचित आफ्रिकेच्या या भौगोलिक बदलापाठीमागचा पहिला दिसण्यात आलेला मोठा प्रभाव असावा..

उत्तर इथिओपियातील 'हेली गुब्बी' या निद्रिस्त समजल्या जाणाऱ्या ज्वालामुखीचा नाट्यमय उद्रेक झाला. दानाकिल (किंवा अफार) पर्वतरांगातील ढालीच्या आकाराच्या म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या या ज्वालामुखीने त्या दिवशी स्थानिक वेळेनुसार सकाळी ११:३० वाजता (जागतिक सार्वत्रिक वेळेनुसार सकाळी ८:३०) राख आणि ज्वालामुखीतून वायू सोडण्यास सुरुवात केली, ज्यामुळे त्याचा पहिला दस्तऐवजीकरण केलेला स्फोटक उद्रेक झालेला दिसला. हा वर उसळणारा 'प्लम' फळासारखा दिसणारा ढग, वरच्या ट्रॉपोस्फीअरमध्ये लगेचच उंचावर पोहोचला. नंतर या डोंगराच्या ईशान्येकडे वाहत गेला, अखेर उत्तर भारत आणि चीन ओलांडून पुढे जात स्थिरावला. या ढगातील राख आणि धुळीमुळे आणि ढगाच्या आसमंतातील एकूण दृश्यमानता कमी झाल्याने, या विभागात विमानांच्या उड्डाणांमध्ये मोठा व्यत्यय आला आणि त्यामुळे बरीच उड्डाणे मार्गबदल करून चालवावी लागली, किंवा चक्क रद्द करावी लागली. खरे तर आंतरराष्ट्रीय स्तरावरील विमान वाहतुकीत यामुळे व्यत्यय आला.

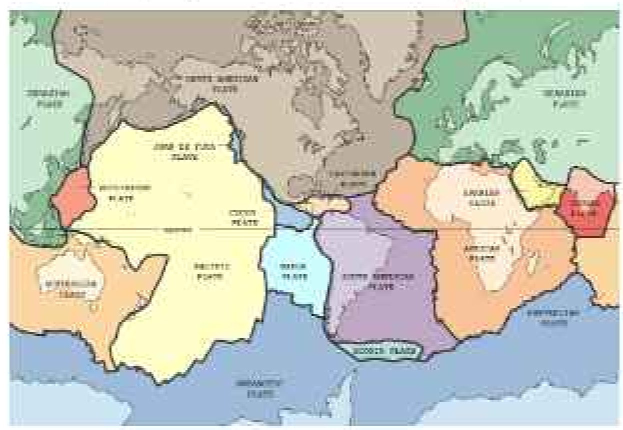
नासाच्या 'ॲक्वा' उपग्रहावरील MODIS (मॉडरेट रिझोल्युशन इमेर्जिंग स्पेक्ट्रो-रेडिओमीटर) उपकरणाने या

उद्रेकाची वरील प्रतिमा घेतली, ती पहिल्यांदा आढळल्यानंतर, सुमारे ४ तासांनी इतर उपग्रहांनी घेतलेल्या डेटावरून असे दिसून आले की याचा उद्रेकातून वर फेकला गेलेला ढग 'प्लम' (आलुबुखारच्या फळासारखा दिसणारा ढग) समुद्रसपाटीपासून वातावरणात सुमारे १५ किलोमीटर (९ मैल) उंचीवर पोहोचला होता आणि त्यात अंदाजे ०.२ टेराग्राम (२,२०,००० टन) सल्फर डायऑक्साइड होता. आणखी एक थोड्या हलक्या रंगाचा ढग, जो कदाचित 'पायरोक्लास्टिक' पदार्थांचा असेल असा अंदाज आहे, तो उत्तरेकडे पसरलेला दिसतो आणि तो जमिनीलगत किंवा त्याच्या जवळ असल्याचे दिसून येते, हे असे ग्लोबल ज्वालामुखी कार्यक्रमाच्या अहवालानुसार कळले होते.

तुलना करण्यासाठी, दुसरी प्रतिमा पाहा..

जी १५ नोव्हेंबर रोजी, म्हणजे उद्रेकापूर्वी त्याच ठिकाणची त्याच सेन्सरने घेण्यात आली होती.

पूर्व आफ्रिकेच्या या दुर्गम भागात, 'टेक्टोनिक प्लेट्स' म्हणजे पृथ्वीच्या पृष्ठभागातील कवचावरील भूपट्ट, (म्हणजे दिसणाऱ्या जमिनीचे खंड नव्हे, तर प्रत्यक्षात एकसंध असणारे पृष्ठीय कवचाचे जमिनीचे तुकडे, पट्ट, म्हणून त्यांना भूपट्ट असे म्हणतात. त्याचे आकार खंडप्राय प्रदेशांहून वेगळे आहेत. (सोबतचे चित्र पाहा.) जे काही ठिकाणी एकमेकांपासून दूर जात आहेत, ज्यामुळे भूगर्भातला



मध्यावरणातील वरच्या थरातला 'मॅग्मा' म्हणजे 'शीलारस' पृष्ठभागावर येऊ शकतो आणि तोच अनेक सक्रिय ज्वालामुखींना पोसणारा असतो.

भूगर्भात असलेल्या शीलारसाला मॅग्मा, तर वर जमिनीवर उघडा पडणाऱ्या शीलारसाला लाव्हा असे म्हणायची पद्धत आहे.

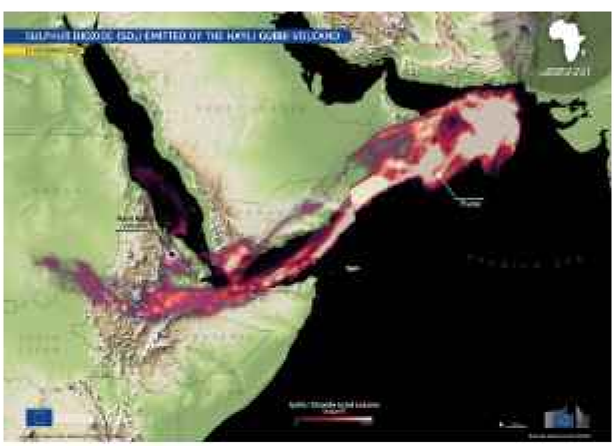
हेली गुब्बीच्या दुर्गम जागेमुळे, भूगर्भशास्त्रज्ञांना हेली गुब्बीचा या आधीचा, शेवटचा उद्रेक कधी झाला, यावद्दल

मात्र खात्री नाही. भूगर्भशास्त्रीय पुरावे असे सूचित करतात की ते सुमारे गेल्या ८,००० वर्षांमध्ये घडले असेल, तरी काही तज्ज्ञांचा असा अंदाज आहे की ते गेल्या काही शतकांमध्येच घडले असावे, परंतु समजून आले नसावे.

इथिओपियातील सर्वात सक्रिय ज्वालामुखी, 'एर्टा अले' पासून फक्त १२ किलोमीटर (७ मैल) आग्नेयेस हे हेली गुब्बी ठिकाण आहे, जिथे अनेक दशकांपासून लाव्हाचे एक सरोवर आहे. जुलै २०२५ मध्ये 'एर्टा अले'च्या सर्वात अलीकडच्या उद्रेकानंतर, शास्त्रज्ञांनी इंटरफेरोमेट्रिक सिंथेटिक अपर्चर रडार (InSAR) मोजमाप आणि इतर तंत्रांचा वापर करून इथे पृष्ठभागाखाली होणाऱ्या मॅग्माच्या हालचालींचा मागोवा घेतला होता. त्यांना त्यात आढळले की मॅग्मा 'एर्टा अले'पासून दक्षिणेस पसरतो, हेली गुब्बीच्या खालीही तो आहे आणि त्याचा प्रवाह त्यापलीकडेही जातो.

सेंटर फॉर ऑब्झर्वेशन अँड मॉडेलिंग ऑफ अर्थक्वेक्स, ज्वालामुखी अँड टेक्टोनिक्स (COMET) यानुसार, जुलैच्या अखेरीस हेली गुब्बी येथे कमी-स्तरीय क्रियाकलाप दिसून आले आणि त्यात सल्फर डायऑक्साइडचे उत्सर्जन, त्याच्या शिखराच्या विवरात पांढरे ढग जमणे आणि अनेक सेंटिमीटरच्या वरच्या दिशेने जमिनीचे विस्थापन होणे यांचा समावेश होता. 'एर्टा अले'च्या उद्रेकानंतर मॅग्मा घुसल्यानेही हा क्रियाकलाप सुरू झाल्याची शक्यता आहे, असे COMET च्या सह-संचालक ज्युलिएट बिग्स यांनी रेकॉर्ड केलेल्या निवेदनात म्हटले आहे.

हेली गुब्बीचा उद्रेक हा अल्पकाळासाठी होता. २५ नोव्हेंबरपर्यंत तो लगेच (दोन-तीन दिवसांत) कमी झाला, परंतु त्यामुळे जमिनीच्या पृष्ठभागावर मात्र दृश्यमान बदल झाले. इथिओपियाच्या अफार प्रदेशातील जवळच्या गावांचा समावेश असलेल्या मोठ्या भागात सगळीकडे राख पसरली.



हेली गुब्बी ज्वालामुखीने उत्सर्जित केलेल्या सल्फर डायऑक्साइडच्या धुराचा लोट दर्शवणारी कोपर्निकस उपग्रहाची प्रतिमा.

बातम्यांनुसार, ज्वालामुखीतून राख बाहेर पडल्यामुळे रहिवाशांना श्वसनाच्या समस्या येत होत्या आणि जनावरांसाठी लागणारे खाद्य-गवत आणि पाणीही दूषित झाले होते.

ज्वालामुखीच्या शिखराच्या क्षेत्रानेही एक नवीन रूप धारण केले. लँडसॅट ९ वरील "OLI-2' सह (ऑपरेशनल लँड इमेजर-२) घेतलेल्या वरील तपशीलवार दृश्यात २४ नोव्हेंबर २०२५ रोजी हेली गुब्बी आणि शेजारच्या 'एर्टा अले' ज्वालामुखी डोंगरावरचे खड्डे दिसत आहेत. उद्रेकामुळे हेली गुब्बीचा विद्यमान खड्डा आकाराने मोठा झालाय. जो प्रतिमेत सखल ढगांनी अंशतः भरलेला दिसतो आहे आणि मुख्य खड्ड्याच्या आग्नेय दिशेला दोन नवीन खड्डे तयार झालेले दिसत आहेत. राखेचे साठे ज्वालामुखीच्या उतारावरील जुन्या लाव्हा प्रवाहांना व्यापत गेलेले दिसत आहेत.

नासा 'पृथ्वी निरीक्षण वेधशाळे'च्या या प्रतिमा 'मिचाला गॅरिसन' यांनी काढल्या आहेत, ज्यामध्ये नासा 'ईओएसडीआयएस लान्स' आणि 'जीआयबीएस/वर्ल्डव्ह्यू'मधील मोडिस डेटा आणि युनायटेड स्टेट्स जिओलॉजिकल सर्व्हेमधील लँडसॅट डेटा वापरला आहे..

ज्वालामुखीच्या उद्रेकातून निघालेला राखेचा ढग किमान ४५,००० फूट (१३,७०० मीटर) उंचीपर्यंत पोहोचला आणि सुरुवातीला येमेन आणि ओमानच्या दिशेने ईशान्येकडे वाहिला. सोमवार (२४ नोव्हेंबर) दिवसभर हा धुराचा लोट ईशान्येकडे वाहत राहिला आणि उत्तर भारत ओलांडून चीनच्या काही भागांपर्यंत पसरला.

टुलुझ व्हीएएसीने उपग्रहाद्वारे ज्वालामुखीचा उद्रेक पाहिला आणि त्याच्या प्रगतीबद्दल अनेक अद्यतने जारी

उद्रेकानंतर राखेनी भरलेला प्रदेश

केली, त्यानंतर सोमवार संध्याकाळी सूचना जारी करण्याची जबाबदारी टोकियो व्हीएएसीकडे सोपवली. विविध उपग्रहांनी अंतराळातून या उद्रेकाची छायाचित्रे घेतली. यात कोणतीही जीवितहानी झाल्याचे वृत्त नाही, परंतु एका स्थानिक अधिकाऱ्याने या उद्रेकामुळे प्रदेशातील शेतकरी आणि पशुधनावर होणाऱ्या परिणामांबद्दल चिंता व्यक्त केली आहे. 'आतापर्यंत या उद्रेकात कोणतीही मानवी जीवितहानी किंवा पशुधनाची हानी झाली नसली तरी, अनेक गावे यातल्या राखेने झाकली गेली आहेत आणि परिणामी त्या परीसरातील जनावरांना खायला फारसे काही मिळत नाही,' असे स्थानिक प्रशासक मोहम्मद सेद यांनी असोसिएटेड प्रेसला सांगितले.

तर 'अफ्डेरा' या जवळच्या गावातील रहिवासी अहमद अब्देला यांनी असोसिएटेड प्रेसला सांगितले, की हा उद्रेक 'धूर आणि राखेसह अचानक मोठा बॉम्ब फेकल्यासारखा वाटला.'

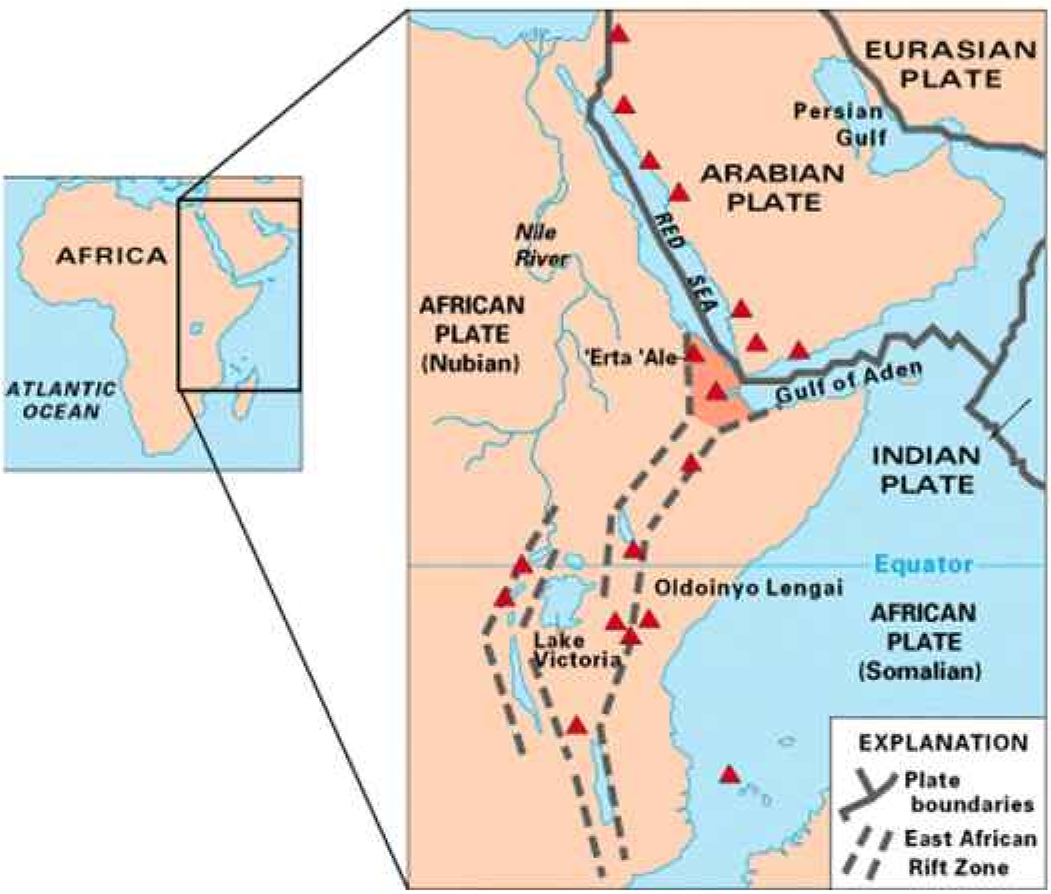
खंडाची विभागणी?

पृथ्वीच्या खोल गाभ्यातून येणाऱ्या उष्ण खडकांच्या अर्थात, शीलारसाच्या 'सुपरप्लम'मुळे आफ्रिका खंड दुभंगला जात आहे, असे एका अभ्यासातून समोर आले आहे. संशोधकांना यात नवीन पुरावे सापडले आहेत, की पूर्व आफ्रिकन 'रिफ्ट सिस्टीम'च्या खाली (दऱ्या किंवा खिंडीच्या-उंचवट्यांच्या प्रणालींच्या रचनांखाली) असलेल्या गरम खडकांच्या खोल 'मॅन्टल सुपरप्लम'मुळे आफ्रिका खंड दुभंगत आहे.

संशोधकांना असेही नवे पुरावे सापडले आहेत, की आफ्रिकेच्या खाली उष्ण खडकांचा एक प्रचंड मोठा सुपरप्लूम वर येत आहे, ज्यामुळे तीव्र ज्वालामुखी क्रिया होत आहे आणि हा खंड त्यामुळे दोन भूपट्टांच्या भागांमध्ये बहुधा विभागला जाणार आहे.

भूगर्भशास्त्रज्ञांना बऱ्याच काळापासून माहीत आहे, की आफ्रिका 'पूर्व आफ्रिकन रिफ्ट सिस्टीम' (EARS) नावाच्या प्रदेशात हळूहळू तुटत आहे, परंतु या प्रचंड भूवैज्ञानिक प्रक्रियेमागील प्रेरक शक्तीबद्दल आधी शंका आणि वाद होता. आता, एका नवीन अभ्यासाने असे रासायनिक पुरावे सादर केले आहेत, की पूर्वी गृहीत धरलेला सुपरप्लम आफ्रिकन भूपट्टच्या कवचावर खालून वर दाब टाकत आहे आणि त्यामुळे त्याला भेगा पाडत आहे.

शास्त्रज्ञांना आढळले आहे, की मध्य केनियामधील



मिंगाई भूऔष्णिक क्षेत्रातील वायूंच्या रासायनिक रचनेचे वैशिष्ट्य पृथ्वीच्या मध्यावरणाच्या (मँटलच्या) खोल भागातून आले आहे, जे कदाचित आवरणाच्या तळाशी आणि गाभ्यादरम्यानच्या भागातून आले आहे. स्कॉटलंडमधील ग्लासगो विद्यापीठाच्या एका निवेदनानुसार, हे वैशिष्ट्य उत्तरेकडील तांबड्या समुद्रातील आणि दक्षिणेकडील मलावीमधील ज्वालामुखी खडकांमध्ये आढळणाऱ्या वायूंच्या वैशिष्ट्यांशी जुळते, जे दर्शवते की ही सर्व ठिकाणे एकाच खोल आवरणातील खडकांच्या पट्ट्यावर वसलेली आहेत.

'ईएआरएस'च्या (EARS) वेगवेगळ्या भागांमध्ये दिसणारे खोल मध्यावरणाचे (मँटलचे) वैशिष्ट्यपूर्ण ठसे लक्षणीयरीत्या एकसारखे आहेत, जे सूचित करते की ते सर्व एकाच सामान्य खोल स्रोतापासून उत्पन्न झाले आहेत, असे स्कॉटलंडमधील एडिनबर्ग विद्यापीठाच्या भूविज्ञान शाळेतील पोस्टडॉक्टरल संशोधन सहयोगी आणि या अभ्यासाच्या पहिल्या लेखिका बियिंग चेन यांनी 'लाइव्ह सायन्स'ला (विज्ञान संशोधनाची ही एक वेबसाईट सातत्याने नव्या संशोधनाबद्दल प्रसिद्धी देत असते) एका ईमेलमध्ये सांगितले आहे.

संशोधकांनी याबाबतचे त्यांचे निष्कर्ष १२ मे रोजीच 'जिओफिजिकल रिसर्च लेटर्स' या जर्नलमध्ये प्रकाशित केले होते.

मागील अभ्यासांमध्ये EARS च्या खाली असलेल्या खोल आवरणातील मॅन्टल प्लमची चिन्हे दुर्मिळ वायूंच्या रासायनिक खुणांमध्ये ओळखली गेली होती. हेलियम आणि निऑनसारखे दुर्मिळ वायू दुर्मिळ आणि निष्क्रिय असतात, याचा अर्थ ते सहसा इतर पदार्थांशी रासायनिक अभिक्रिया करत नाहीत. परिणामी, ते बराच काळ टिकून राहतात, त्यामुळे संशोधक त्यांचा वापर दीर्घकालीन भूवैज्ञानिक प्रक्रियांचा मागोवा घेण्यासाठी करू शकतात. तथापि, चेन यांनी नमूद केले की, EARS च्या खाली हे भू-रासायनिक ट्रेसर विरळ आणि अनेकदा वादग्रस्त होते.

EARS च्या खाली काय घडत आहे हे स्पष्ट करण्यासाठी, टीमने केनियन वायूमध्ये निऑन (Ne) समस्थानिकांचा शोध घेण्यासाठी उच्च-सुस्पष्टता उपकरणांचा वापर केला आणि त्यांना खोल आवरणातील मॅन्टलची खूण आढळली. या वायूंच्या खुणा हवाईमधील सर्वात प्राचीन पृष्ठभागावरील खुणांसारख्याच आहेत, ज्याच्या खालीदेखील खोल आवरणातील मॅन्टल प्लम असल्याचे मानले जाते.

''प्राथमिक निऑन समस्थानिकांच्या डेटामध्ये प्राचीन खोल आवरणातील मॅन्टलची खूण पाहून आम्हाला खूप आनंद झाला,'' असे सांगून चेन म्हणाले, ''पण खोल आवरणातील मॅन्टलची खूण लहान होती आणि ती वेगळी करण्यासाठी आम्हाला खूप मेहनत करावी लागली – खरे सांगायचे तर, तो कोणताही 'युरेका' क्षण नव्हता, आम्ही निकालावर वारंवार प्रश्नचिन्ह उपस्थित केले, कारण समाधान होत नव्हते आणि मिळालेला डेटा तपासण्यात व तो पुन्हा पुन्हा तपासण्यात अनेक तास घालवले.''

संशोधक संघाने डेटाचे सखोल मूल्यांकन केल्यानंतर, त्यांना खात्री पटली की ही खूण अस्सल आहे आणि ती दरीच्या इतर भागांमध्ये आढळलेल्या खुणांशी जुळते. चेन यांनी नमूद केले, की EARS प्लमचा उगम पृथ्वीच्या आत सुमारे १,८०० मैल (२,९०० किमी) खोल असलेल्या गाभा-प्रावरण सीमेपासून होत असावा.

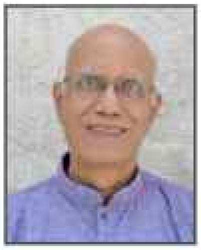
EARS च्या खुणा हवाईमधील ज्वालामुखी खडकांमध्ये आढळणाऱ्या खुणांसारख्याच असल्या तरी, चेन यांनी नमूद केले, की हवाईचा प्लम हा उष्ण प्रावरणाचा एक वेगळा, वरच्या दिशेने वाहणारा प्रवाह आहे, जो काहीसा लाव्हा लॅम्पसारखा आहे, तर EARS चा प्लम कदाचित वेगळ्या आकाराचा आहे.

''अधिक शक्यता अशी आहे, की पृथ्वीच्या खोलवरच्या भागातून वर आलेल्या उष्ण आणि हलक्या पदार्थांच्या एका मोठ्या वस्तुमानाने EARS च्या खाली मूळ असलेल्या प्रावरणाची जागा घेतली असावी,'' असे चेन म्हणाले. ''तो वर येऊन घन आणि थंड शिलावरणाला भेटल्यावर, तो पसरतो आणि पातळ शिलावरणाला तडा देण्यासाठी हवी ती पुरेशी शक्ती निर्माण करतो, ज्यामुळे त्या प्रदेशात अचानक तीव्र ज्वालामुखी क्रिया घडते.''

संबंधित वाचण्यासारखे आणखी काही :

ईएआरएस ही पृथ्वीवरील सर्वात मोठी सक्रिय खंडीय विभंग प्रणाली आहे, जी आफ्रिका खंडाच्या सुमारे २,१७५ मैल (३,५०० किलोमीटर) भागातून पसरलेली आहे. शिलावरण, म्हणजेच पृथ्वीचे खडकांचे कवच आणि वरच्या आवरणाचा बनलेला खडकाळ बाह्य थर, या विभंगातून सुमारे ३५ दशलक्ष वर्षांपासून हळूहळू तुटत आहे. यामुळे दऱ्यांचे एक जाळे तयार झाले आहे, जे ईशान्य आफ्रिकेजवळील तांबड्या समुद्रापासून दक्षिण आफ्रिकेतील मोझांबिकपर्यंत खंडाच्या वरच्या भागातून पसरलेले आहे. हे लाइव्ह सायन्सने नुकतेच प्रकाशित केले आहे. जरूर वेबसाइटवर जाऊन वाचावे...

आनंद घैसास
anandghaisas@gmail.com



धातुविज्ञानाचा इतिहास

आनंद घारे

धातुकांचे (खनिजांचे) संस्करण, धातूंचे प्रगलन, धातूचे तुकडे तापवून किंवा थंड अवस्थेतच त्यांना विविध आकार देणे, धातूंचे जोडकाम करणे, धातूचा रस करून विविध आकारांची ओतिवे तयार करणे, धातूचे चूर्ण करून त्यापासून उपयुक्त वस्तू बनवणे, धातूच्या वस्तूवर उष्णता-संस्करण करणे, धातूच्या वस्तूवर दुसऱ्या धातूचा वा इतर संरक्षक द्रव्याचा मुलामा देणे, मिश्रधातू तयार करणे, मिश्रधातू आणि धातुमळी यांचे रासायनिक पृथक्करण करण्याच्या भौतिक आणि रासायनिक पद्धती शोधून त्या वापरणे, धातुवैज्ञानिक भट्ट्यांचा अभिकल्प तयार करणे आणि त्यांची रचना करणे, शुद्ध आणि मिश्रधातूच्या संरचना आणि त्यांमधील प्रावस्थाबदलांच्या मूलभूत नियमांचा अभ्यास करणे, धातुवैज्ञानिक यंत्रे आणि उपकरणे कोठे व कोणत्या पद्धतीने बसवायची ते ठरवणे इत्यादी अनेक बाबींचा समावेश या धातुविज्ञानात होतो. भौतिकी आणि रसायनशास्त्र या दोहोंचा उपयोग करणारी ही विज्ञान अभियांत्रिकीची एक महत्त्वाची शाखा आहे. धातुविज्ञान (मेटॅलर्जी), धातुविद्या किंवा धातुशास्त्र म्हणजे काय हे विश्वकोशातील या विषयावरील लेखामधील पहिल्या वाक्यात असे सांगितले आहे. यावरून हा विषय किती विस्तृत आहे याची कल्पना येईल. मी या लेखमालेत त्याबद्दलची काही माहिती थोडक्यात देण्याचा प्रयत्न करणार आहे.

सोने, चांदी, तांबे, कथिल, शिसे, जस्त, आर्सेनिक, लोखंड आदी काही धातूंचा उपयोग हजारो वर्षांपासून होत आला आहे हे आपण 'धातूंचा इतिहास' या लेखात पाहिले. यातील काही थोडे धातू जगातील काही प्रदेशांमध्ये नैसर्गिक स्वरूपात सापडले आणि इतर धातू माणसाने खनिजांपासून तयार केले. खनिजांमध्ये मुख्यत्वे धातूंचे ऑक्साइड, सल्फाइड अशा प्रकारची संयुगे असतात. अशा खनिजांमधून धातूंना वेगळे करण्यासाठी त्या खनिजांना कोळसा, चुना यांसारख्या काही इतर पदार्थांबरोबर एका खास प्रकारच्या भट्टीत घालून खूप जास्त तापमानापर्यंत भाजल्यावर तो धातू वितळून त्याचा रस बाहेर पडतो. त्यामध्ये मिसळलेली अशुद्ध द्रव्ये काढून टाकून त्या धातूंना शुद्ध करण्यासाठी त्यांना पुन्हा पुन्हा वितळवले जाते. दोन किंवा अधिक धातूंना एकत्र वितळवून मिश्रधातू तयार केले जातात. शुद्ध किंवा मिश्रधातू तापवल्यानंतर वितळायच्या बरेच आधी ते मऊ होतात आणि त्यावेळी त्यांना ठोकून हवा तसा आकार दिला जातो किंवा त्याचा पत्रा, नळी, पात्रे वगैरे तयार करता येतात. काही धातूंना वितळवून आणि साच्यात ओतून हवे तसे आकार दिले जातात. प्राचीन काळात हे सगळे तंत्रज्ञान असंख्य प्रयोग करूनच साध्य झाले असणार. म्हणून हा विज्ञानाचा भाग समजला जातो. मात्र या प्रयत्नांच्या क्रमवार आणि तपशीलवार नोंदी करून ठेवलेल्या नाहीत. उत्खननांमध्ये मिळालेल्या पुरातन अवशेषांची तपासणी करून पुरातत्त्वविद्यावेत्त्यांनी (आर्किऑलॉजिस्ट) अंदाजाने त्यांची माहिती जमा केली आहे.

पूर्वीच्या काळी मूलद्रव्ये, संयुगे आणि मिश्रणे अशी पदार्थांची वर्गवारी केलेली नव्हती आणि त्यांची सुस्पष्ट कल्पनाही नसायची किंवा त्याची गरजही वाटत नसेल. इतर धातूंचे सोन्यात रूपांतर करणे शक्य आहे अशीच वैज्ञानिकांचीसुद्धा समजूत असल्यामुळे ते साध्य करण्यासाठी अनेक प्रकारचे -मुख्यतः रासायनिक- प्रयोग केले जात होते. त्याला अल्केमी किंवा किमया म्हणत असत. यातून कृत्रिम रितीने सोने तयार होऊ शकले नाही, पण अल्केमीने प्रायोगिक तंत्रे, भट्टीचे नियंत्रण आणि भौतिक शुद्धीकरण विकसित करून धातुविज्ञानात लक्षणीय भर टाकली. त्यातून अनेक रसायने तयार केली गेली, तसेच जगाला नवनवे धातू आणि मिश्रधातूही मिळाले आणि त्यांचे व्यवहारात उपयोग होऊ लागले.

भारतामध्ये राजस्थानातील अरवली पर्वताच्या खेत्री विभागात मिळणाऱ्या तांब्याच्या धातुकांपासून (खनिजापासून) शुद्ध तांबे मिळवणे व त्यामध्ये इतर देशांतून आणलेले कथिल मिसळून कासे तयार करण्याचा उद्योग इ.स.पूर्व २५०० पासून

अनेक ठिकाणी चालू होता. त्यावेळी तांब्यापासून वस्तरे, सुऱ्या, बाणाची टोके इ.घडीव वस्तू आणि कुऱ्हाडी व लहान मूर्ती अशा ओतीव वस्तू तयार करीत असत. पुढील काळात उत्तर आणि दक्षिण भारतात सगळीकडे त्याचा प्रसार झाला आणि अनेक कुशल कारागीर धातूंच्या वस्तू तयार करायला लागले. (आकृती-१)

प्राचीन काळातील भारतीय कारागीर
धातुविज्ञान आकृती – १

पितळ हा तांबे आणि जस्त यांचा मिश्रधातू इ.स.पूर्व १६०० ते ६०० च्या दरम्यानच्या काळात प्रचारात आला; धातुविज्ञानाच्या प्रगतीच्या दृष्टीने रोमन लोकांची ही कामगिरी महत्त्वाची मानण्यात येते. धातुवैज्ञानिक प्रक्रियांचे पहिले वर्णन रोमन शास्त्रज्ञ थोरले प्लिनी (इ.स. २९-७९) यांच्या 'Naturalis Historia' या ग्रंथात आढळते. त्यांनी त्या काळी उपलब्ध असलेली धातूंसंबंधीची सर्व माहिती या ग्रंथात संग्रहित केलेली होती.

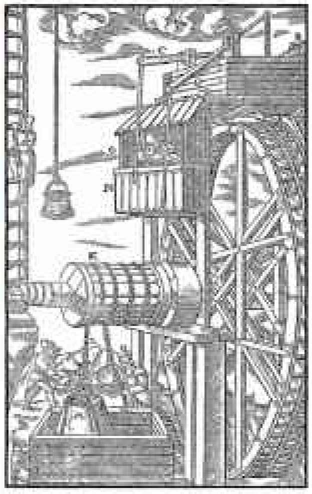
प्राचीन काळी धातुविज्ञानामध्ये रसायनशास्त्राचा मोठा वाटा होता. महान प्राचीन भारतीय शास्त्रज्ञ नागार्जुन हे या दोन्ही शास्त्रांमध्ये तसेच वैद्यकशास्त्रातही पारंगत होते. त्यांनी अनेक प्रयोग करून नवी रसायने आणि नवे मिश्रधातू तयार केले. (आकृती – २) त्यांनी पारा आणि सोने यांचा विशेष अभ्यास केला होता. रसायनशास्त्रावर 'रसरत्नाकर', 'रसहृदय' आणि 'रसेंद्रमंगल' यांसारखे ग्रंथ लिहिले आणि काही रसायनांचे वैद्यकीय उपयोगही सांगितले. त्यांना कृत्रिम सोने तयार करण्याची किमया गवसली होती अशी अफवाही उठली होती.

नंतरच्या काळात धातुविज्ञानाच्या प्रगतीच्या दृष्टीने महत्त्वाचे असे बरेच शोध लागले. उदाहरणार्थ, आर्किमिडीज याने राजाच्या मुकुटामधले सोने किती शुद्ध आहे हे ठरवण्यासाठी त्याचे हवेत आणि पाण्यात बुडवून वजन केले आणि त्या मुकुटाने दूर सारलेल्या पाण्याचे घनफळ मोजून त्या मुकुटातल्या सोन्याची घनता मोजली. त्यावरून सोनाराची लबाडी पकडली गेली. या प्रयत्नात भौतिक विज्ञानातील सुप्रसिद्ध आर्किमिडीजचा सिद्धांत प्रस्थापित झाला. या गोष्टीवरूनही हे दिसते की त्या काळात युरोपात धातूंचा उपयोग सर्रास केला जात होता, एवढेच नव्हे तर त्यात सरमिसळसुद्धा केली जात होती. त्यानंतर इतर पदार्थांप्रमाणेच विविध धातूंच्या भौतिक आणि रासायनिक गुणधर्मांचा कसून अभ्यास केला गेला.

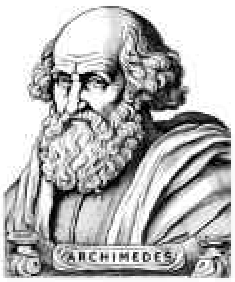
आल्केमीमध्ये केले जाणारे प्रयोग आणि त्यात साध्य झालेले यश याबद्दल कमालीची गुप्तता बाळगली जात असे. आपण कुठली रसायने किंवा उपकरणे, प्रक्रिया वगैरे वापरतो याची गुपिते इतरांना कळू नयेत असा उद्देश असावा. धातूंचा उपयोग करून शस्त्रे तयार केली जात असल्यामुळे ती विद्या शत्रूला कळता कामा नये असाच विचार तेव्हाही केला जात असणार. परंतु सोळाव्या शतकात व्हॅनोसियो बिरिनगुकिओ

आचार्य नागार्जुन
आणि त्याची प्रयोगशाळा
धातुविज्ञान आकृती – २

जॉर्जियस ॲग्रिकोला



ॲग्रिकोलाची यंत्रसामुग्री

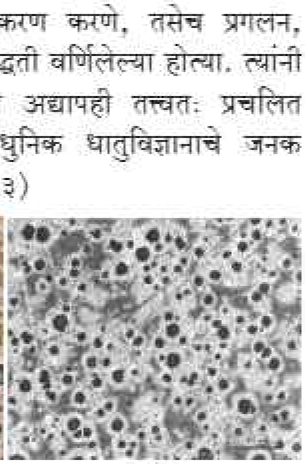


आर्किमिडीस

धातुविज्ञान आकृती - ३

या इटालियन धातुकारागिराचा 'De la pirotechnia' व जॉर्जियस ॲग्रिकोला या जर्मन धातुवैज्ञानिकाचा 'De re metallia' हे धातुविज्ञानाच्या दृष्टीने महत्त्वाचे ग्रंथ प्रसिद्ध झाले. बिरिनगुकिओ यांच्या ग्रंथात प्रगलन, परिष्करण, आमापन पद्धती, धातू-ओतकाम, साचाकाम, ओतिवात जरूरीप्रमाणे पोकळ्या वा भोके तयार करणे, तसेच, तोफा व तोफांचे बिडाचे गोळे यांसारख्या वस्तू तयार करण्याच्या पद्धती इत्यादींचे पद्धतशीर व संपूर्ण वर्णन दिलेले होते. ग्रिकोला यांच्या ग्रंथात धातुकांचे पूर्वेक्षण, सर्वेक्षण, धातुके चुरडणे आणि त्यांचे संकेंद्रीकरण करणे, तसेच प्रगलन, परिष्करण, आमापन यांच्या पद्धती वर्णिलेल्या होत्या. त्यांनी वर्णन केलेल्या काही पद्धती अद्यापही तत्त्वतः प्रचलित आहेत. ग्रिकोला यांना आधुनिक धातुविज्ञानाचे जनक मानण्यात येते. (आकृती - ३)

कांस्य



लोह

सूक्ष्मदर्शक यंत्रातून दिसणारी रचना

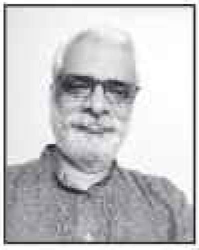
धातुविज्ञान आकृती - ४

त्यानंतर गेल्या चारशे वर्षांत धातुविज्ञानामध्ये प्रचंड प्रगती झाली आहे. मूलद्रव्ये, संयुगे आणि मिश्रणे, तसेच शुद्ध आणि मिश्रधातू यांच्या व्याख्या करण्यात आल्या. मेंडेलीव्ह याने तयार केलेल्या आवर्तसारणीमध्ये (पीरिऑडिक टेबल) जगातील सर्व मूलद्रव्ये दाखवली त्यात सुमारे ८० टक्के धातू आहेत, त्यातले बरेचसे दुर्मिळ धातू (रेअर अर्थ्स) आहेत. आता यातील बहुतेक सगळ्या धातूंची निर्मितीप्रक्रिया माहीत झाली आहे आणि काही वस्तुसंग्रहांमध्ये सर्व धातूंचे नमुने ठेवले आहेत. धातूंच्या नमुन्याला सूक्ष्मदर्शक यंत्रातून पाहिले तर त्याच्या सूक्ष्मकणांच्या रचनेचे चित्र (मायक्रोस्ट्रक्चर) दिसते. (आकृती-४) धातूंचा असा अभ्यास करण्याची मेटलोग्राफी ही धातुविज्ञानाची शाखा तयार झाली. यातून धातूंचे अनेक गुणधर्म समजतात.

सर्व धातूंचे विविध गुणधर्म मोजण्यासाठी अनेक प्रकारच्या चाचण्या करण्याचे एक वेगळे शास्त्र तयार झाले आहे. त्यात रासायनिक पृथःकरण (केमिकल ॲनॅलिसिस), तन्यता चाचणी (टेन्साइल टेस्ट), प्रभाव चाचणी (इम्पॅक्ट टेस्ट), थकवा चाचणी (फटीग टेस्ट), कडकपणा चाचणी (हार्डनेस टेस्ट), औष्णिक चालकता (थर्मल कंडक्टिव्हिटी), विद्युत चालकता (इलेक्ट्रिकल कंडक्टिव्हिटी), गंजप्रतिकार (करोजन रेझिस्टन्स) यांसारख्या अनेक चाचण्या करून त्या धातूंचा दणकटपणा, लवचीकपणा, काठिण्य वगैरे गुणधर्म मोजले जातात. गैर-विध्वंसक चाचण्या (नॉन डिस्ट्रक्टिव्ह टेस्टिंग) करून त्यात दडलेली अंतर्गत वैगुण्ये शोधली जातात. कुठल्या धातूचा उपयोग कुठल्या कामासाठी करायला पाहिजे ते अशा तपासण्यांवरून ठरवले जाते.

लोखंड, पोलाद आणि त्यांच्या मिश्रधातूंमधून अनेक प्रकारची यंत्रसामग्री तयार होत गेली. विशिष्ट गुणधर्म असलेल्या निरनिराळ्या मिश्रधातूंची निर्मिती करून त्यांना विशिष्ट आकार देण्यात झालेल्या प्रगतीमुळेच अनेक प्रकारची आणि विविध आकारांची उपकरणे तयार करता आली आणि त्यामधून संशोधनाला वेग मिळाला. ॲल्युमिनियम आणि स्टेनलेस स्टील यांसारख्या धातूंनी स्वयंपाकघरातल्या भांड्यांचे स्वरूप बदलून टाकले. दुर्मिळ धातूंच्या उपयोगातून इलेक्ट्रॉनिक्स आणि अणुशक्ती या आजच्या युगातल्या महत्त्वाच्या शास्त्रांचा विकास झाला. घरे, कारखाने, प्रयोगशाळा, रुग्णालये, रणांगण अशा सगळ्याच ठिकाणी वापरल्या जाणाऱ्या बहुतेक वस्तू निरनिराळ्या धातूंपासूनच तयार केल्या जातात. अशा प्रकारे धातुविज्ञानात झालेल्या प्रगतीमधून माणसाचे जीवन अत्यंत समृद्ध झाले आहे.

- आनंद घारे
abghare@yahoo.co



माळीकामातील विज्ञान आणि तंत्रज्ञान

(भाग २)

डॉ. जयंत वसंत जोशी

कलम करण्याच्या काही पद्धती व त्यातील विज्ञान

बागकाम व फलोत्पादनामध्ये कलम ही वनस्पतींची शाकीय वाढ करण्याची एक महत्त्वाची पद्धत आहे. या पद्धतीत एका झाडाचा निवडक भाग, ज्याला सायन म्हणतात, तो दुसऱ्या झाडाच्या मुळांवर किंवा खोडावर असलेल्या भागाशी म्हणजेच रूटस्टॉकशी जोडला जातो. कलमाचा मुख्य उद्देश म्हणजे उत्तम गुणधर्म असलेले झाड कमी वेळेत आणि खात्रीशीरपणे तयार करणे. कलम यशस्वी होण्यासाठी विविध पद्धती वापरल्या जातात आणि त्या सर्व वनस्पती शरीरक्रिया व पेशीशास्त्राच्या वैज्ञानिक तत्त्वांवर आधारित असतात.

कलम करण्याची पहिली व सर्वसाधारण पद्धत म्हणजे 'पाचर कलम'. या पद्धतीत खोडाच्या सालीवर चिर करून त्यात पाचरीच्या आकाराचा सायन बसवला जातो. या पद्धतीमागील विज्ञान म्हणजे सायन व खोडाच्या विभाजनामुळे नवीन पेशी निर्माण करणारा (कॅम्बियम) थर शक्य तितक्या जास्त क्षेत्रात एकमेकांच्या संपर्कात आणणे. हा थर पेशीविभाजन करणारा जिवंत थर असून त्याच्या जुळणीमुळे तंतुग्रंथी (कॅलस) उतक तयार होते आणि दोन्ही भाग एकत्र वाढतात.

दुसरी महत्त्वाची पद्धत म्हणजे 'छाट कलम'. यात कोवळ्या, हिरव्या फांद्यांचा वापर केला जातो. कोवळ्या उतींमध्ये पेशीविभाजनाची क्षमता जास्त असल्यामुळे तंतुग्रंथी लवकर तयार होतात. तसेच, या उतींमध्ये ऑक्सिन संप्रेरकाचे प्रमाण जास्त असल्याने मुळांची व वाहिन्यांची वाढ जलद होते. त्यामुळे या पद्धतीत कलमाचे यशाचे प्रमाण अधिक असते.

'भेट कलम'. ही आणखी एक पारंपरिक पण विश्वासार्ह पद्धत आहे. यात सायन व खोड-मुळे दोन्ही झाडे स्वतंत्रपणे मुळांसह जिवंत ठेवून त्यांचे पेशी निर्माण करणारे थर एकमेकांना जोडले जातात. कलम पूर्णपणे जुळेपर्यंत दोन्ही झाडांना अन्न व पाणी मिळत राहते. यामागील विज्ञान म्हणजे झाडावर ताण कमी ठेवणे, त्यामुळे पेशी मृत होत नाहीत आणि जुळवणी अधिक सुरक्षित होते.

'डोळा कलम'. ही पद्धत कमी साहित्य वापरणारी आणि जलद आहे. यात संपूर्ण फांदीऐवजी फक्त एक डोळा खोडावर बसवला जातो. डोळ्यात सतत विभाजित होणाऱ्या पेशी असल्यामुळे योग्य परिस्थितीत तो लवकर फुटतो. ही पद्धत पेशीविभाजन व संप्रेरकसंतुलनाच्या तत्त्वांवर आधारित आहे.

डोळा भरून कलम करण्याची पद्धत

आधुनिक काळात मशिनद्वारे कलम आणि नर्सरीत नियंत्रित वातावरणात कलम करण्याच्या पद्धती विकसित झाल्या आहेत. पॉलीहाऊस किंवा शेडनेटमध्ये तापमान, आर्द्रता आणि प्रकाश नियंत्रित केल्यामुळे पेशींची वाढ अनुकूल परिस्थितीत होते. हे पर्यावरणशास्त्र व वनस्पती शरीरक्रियेच्या विज्ञानावर आधारित आहे.

अशा प्रकारे, कलम करण्याच्या विविध पद्धती वेगवेगळ्या परिस्थितीनुसार वापरल्या जात असल्या तरी त्यामागील मूलभूत विज्ञान एकच आहे, ती म्हणजे नवीन पेशी निर्माण करणाऱ्या (कॅम्बियम) थराची अचूक जुळवणी, पेशीविभाजन, तंतुग्रंथींची निर्मिती आणि वाहिन्यांची पुनर्रचना. योग्य पद्धतीची निवड केल्यास कमी वेळेत रोगमुक्त, उत्पादनक्षम आणि दर्जेदार झाडांची निर्मिती शक्य होते.

कलम करताना रोपांची काळजी

कलम यशस्वी होण्यासाठी योग्य पद्धत, साधने व रसायने जितकी महत्त्वाची आहेत, तितकीच कलमानंतर रोपांची योग्य काळजी घेणे आवश्यक असते. कारण या काळात सायन व खोड यांच्या जखमी भागांवर पेशी जुळण्याची व नवीन उती तयार होण्याची प्रक्रिया सुरू असते. ही संपूर्ण प्रक्रिया वनस्पती शरीरक्रिया, पेशीशास्त्र व पर्यावरणशास्त्र यांच्या वैज्ञानिक तत्त्वांवर आधारित आहे.

कलम केल्यानंतर सर्वप्रथम आर्द्रतेची योग्य पातळी राखणे अत्यंत महत्त्वाचे असते. जास्त कोरडे वातावरण असल्यास सायनमधील पाण्याचे वेगाने बाष्पीभवन होते आणि पेशी कोरड्या पडतात. त्यामुळे कलम अयशस्वी ठरू शकते. म्हणूनच रोपे सावलीत, शेडनेट किंवा पॉलीहाऊसमध्ये ठेवली जातात. यामागील विज्ञान म्हणजे बाष्पोत्सर्जन (ट्रान्सपिरेशन) नियंत्रण. योग्य आर्द्रतेमुळे पेशी जिवंत राहतात आणि तंतुग्रंथी उतक लवकर तयार होतात.

पाणी देताना संतुलित सिंचन करणे गरजेचे असते. खूप जास्त पाणी दिल्यास मातीमध्ये हवा कमी होते आणि मुळांचे श्वसन बाधित होते. तर कमी पाणी दिल्यास रोप कोमेजते. त्यामुळे हलके पण नियमित पाणी देणे योग्य ठरते. हे मृदाशास्त्र आणि वनस्पतीच्या शरीरक्रियेच्या तत्त्वांवर आधारित आहे.

कलमानंतर उन्हापासून संरक्षण करणेदेखील आवश्यक असते. थेट तीव्र सूर्यप्रकाशामुळे तापमान वाढते आणि पेशींमधील प्रथिने खराब होऊ शकतात. म्हणूनच रोपांवर पानांचे आच्छादन, कागद किंवा प्लास्टिकचे छत लावले जाते. यामुळे सूक्ष्म वातावरण अनुकूल राहते आणि पेशीविभाजन सुरळीत चालते.

कलम जुळेपर्यंत अनावश्यक फुटवे किंवा कोंब काढून टाकणे आवश्यक असते. खोडावर येणारे फुटवे अन्नद्रव्ये व संप्रेरके वापरून घेतात, ज्यामुळे सायनला कमी पोषण मिळते. यामागील विज्ञान म्हणजे संप्रेरकांचे संतुलन. सायनमध्ये ऑक्सिनचे प्रमाण योग्य राहिल्यास कोंबांची वाढ चांगली होते.

कलमानंतर रोग व कीड नियंत्रणाची काळजी घेणेही महत्त्वाचे आहे. जखमी भागावर बुरशी व जिवाणूंचा संसर्ग

सावलीत रोपे वाढवणे

होण्याची शक्यता असते. त्यामुळे हलक्या प्रमाणात बुरशीनाशकांचा वापर केला जातो. हे सूक्ष्मजीवशास्त्राच्या तत्त्वांवर आधारित आहे.

योग्य वेळेनंतर कलम बांधण्यासाठी वापरलेली पट्टी सैल करणे किंवा काढणे गरजेचे असते. जास्त काळ पट्टी राहिल्यास वाहिन्यांवर दाब येतो आणि अन्न व पाण्याच्या प्रवाहाला अडथळा होतो.

कलम करताना वापरले जाणारे मूलभूत साधन म्हणजे चाकू. हा चाकू अतिशय धारदार असतो. तो स्वच्छ असणे आवश्यक असते. खोडाच्या सालीवर सरळ काप घेण्यासाठी त्याचा वापर होतो. वैज्ञानिक दृष्ट्या रचना केलेले हे अवजार आहे. चाकू अतिशय धारदार असला तरच काप व्यवस्थित व सहज येतो. सहजतेमुळे रोपाच्या/झाडाच्या खोडाच्या पेशींची हानी कमी होते व पेशीजनक (कॅम्बियम) थर सुरक्षित राहतो व तंतुग्रंथी (कॅलस) उतक लवकर तयार होते आणि कलम यशस्वी होण्याची शक्यता वाढते. कलम करताना सायन व खोडाचा पेशीजनक थर अचूक जुळणे आवश्यक असते. तसेच सरळ व अचूक काप मिळाल्यामुळे, मुळांद्वारे शोषलेले पाणी व पोषकद्रव्य पाने व फुलांपर्यंत पोहचवणाऱ्या वाहिन्या (झायलम-फ्लोएम) लवकर जोडल्या जातात. कलम करण्याचा काप घेताना उतींना कमीत कमी इजा होईल यादृष्टीने चाकूचे पाते व खोड यातील घर्षण शक्य तितके कमी होणे गरजेचे असते. त्यासाठी पात्याचा कोन साधारण १५-२५ अंश ठेवतात. चाकूच्या पात्याची धार चांगली व विशिष्ट कोनात असल्यामुळे काप घेताना कमी दाब द्यावा लागतो. त्यामुळे घर्षण कमी झाल्याने पेशींचे नुकसान कमी होते. चाकूचे पाते स्वच्छ व निर्जंतुक असल्याने जंतुसंसर्ग टाळता येतो किंवा नियंत्रणात ठेवता येतो. बुरशी व जिवाणूंचा संसर्ग कमी होतो व रोप निरोगी राहते.

आधुनिक चाकू कार्बन स्टील, स्टेनलेस स्टील, उच्च-कार्बन स्टील यासारख्या धातू, मिश्रधातूंचे तयार केलेले असतात व त्यावर टेफलॉन किंवा टायटेनिअम अवरण असते. त्यामुळे ते खूप धारदार, गंजरोधक व जास्त टिकाऊ असतात. चाकूच्या मुठीची रचना विशिष्ट आकाराची केल्याने चाकूवर पकड चांगली येते, वापर करताना हाताला थकवा कमी येतो व अपघात टाळता येतात.

कलम करण्याच्या आधुनिक चाकूंची घडी करता येते. कलम करण्याच्या वनस्पतीचा डोळा उचलण्यासाठी पातळ टोक असते. योग्य दाब व योग्य कोन असल्याने सलग एकच काप घेता येतो. यामुळे कलम यशस्वी होण्याचे प्रमाण वाढते. वेळ व श्रम कमी होतात.

कलम करताना वापरली जाणारी रसायने

कलम करताना झाडाच्या पेशींना जखम होते, त्यामुळे योग्य काळजी न घेतल्यास संसर्ग, कूज किंवा कलम अपयशी होण्याची शक्यता असते. म्हणूनच कलम प्रक्रियेत काही विशिष्ट रसायनांचा वापर केला जातो. ही रसायने वनस्पतिशास्त्र, सूक्ष्मजीवशास्त्र आणि जैवरसायनशास्त्र या विज्ञानशाखांवर आधारित असतात.

कलम करताना वापरली जाणारी सर्वात महत्त्वाची रसायने म्हणजे वाढीचे संप्रेरके (हार्मोन्स). यामध्ये प्रामुख्याने ऑक्सिन गटातील संप्रेरकांचा वापर होतो. या संप्रेरकांमुळे पेशीविभाजन आणि पेशी लांबी वाढण्याची प्रक्रिया वेगाने घडते. कलमाच्या जखमी भागावर कॅलस उतक लवकर तयार होते. हे उतक सायन, खोड व मुळं यांना जोडण्याचे काम करते. त्यामुळे पाणी व पोषणद्रव्य वाहिन्या पुन्हा तयार होऊन अन्न व पाण्याचा प्रवाह सुरू होतो. ही संपूर्ण प्रक्रिया वनस्पतीशरीरक्रियेच्या तत्त्वांवर आधारित आहे.

दुसरा महत्त्वाचा रासायनिक गट म्हणजे बुरशीनाशके. कलम करताना कापलेल्या भागावर बुरशीचा संसर्ग होण्याची शक्यता जास्त असते, विशेषतः ओलसर वातावरणात. यासाठी कार्बेन्डाझिम, मॅन्कोझेब किंवा कॉपर ऑक्सिक्लोराईड यांसारखी बुरशीनाशके वापरली जातात. ही रसायने बुरशीच्या पेशीभित्तीवर किंवा एन्झाइम प्रणालीवर परिणाम करून तिची वाढ रोखतात. परिणामी कलमाचा भाग कुजण्यापासून वाचतो.

कलमप्रक्रियेत निर्जंतुकीकरण द्रव्येदेखील महत्त्वाची भूमिका बजावतात. अल्कोहोल, पोटॅशियम परमँगनेट किंवा सोडियम हायपोक्लोराइट यांचा वापर कलम चाकू, कात्री आणि कापलेल्या भागाच्या स्वच्छतेसाठी केला जातो. या रसायनांमुळे जिवाणूंची प्रथिने नष्ट होतात आणि जंतुसंसर्ग टाळला जातो. हे सूक्ष्मजीवशास्त्राच्या तत्त्वांवर आधारित आहे.

याशिवाय कलम मेन (ग्राफ्टिंग वॅक्स किंवा पेस्ट) वापरली जाते. यात पॅराफिन वॅक्स, राळ आणि तेल यांचा समावेश असतो. या मिश्रणामुळे जखमी भाग सीलबंद होतो, पाण्याचे बाष्पीभवन कमी होते आणि हवा व जंतू आत शिरत नाहीत. यामुळे कलम सुरक्षित राहते आणि बरे होण्याची प्रक्रिया जलद होते.

छाटणी करण्याची कात्री

छाटणीची कात्री हे बागकाम व शेतीतील एक अत्यंत महत्त्वाचे साधन आहे. झाडांच्या अनावश्यक, वाळलेल्या किंवा रोगट फांद्या कापून झाडांची योग्य वाढ, फुलोरा

छाटणी करण्याची कात्री

आणि फळधारणा वाढवण्यासाठी छाटणी केली जाते. ही प्रक्रिया प्रभावीपणे करण्यासाठी छाटणी कात्रीची रचना वैज्ञानिक तत्त्वांवर आधारित असून आधुनिक तंत्रज्ञानाचा त्यात मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जातो.

छाटणीच्या कात्रीतील सर्वात महत्त्वाचा वैज्ञानिक घटक म्हणजे यांत्रिकी दाबाचे तत्त्व. कात्रीमध्ये तरफेचे तत्त्व वापरलेले असते. मुठीवर कमी जोर लावला तरी पात्याच्या टोकावर अधिक दाब निर्माण होतो. त्यामुळे जाड फांद्या सहज कापता येतात. यामुळे माळ्याचा शारीरिक थकवा कमी होतो आणि कामाची कार्यक्षमता वाढते.

दुसरा महत्त्वाचा वैज्ञानिक भाग म्हणजे पात्याच्या धारेचे विज्ञान. छाटणी कात्रीची पाते अतिशय धारदार ठेवली जातात, जेणेकरून काप स्वच्छ व गुळगुळीत होतो. स्वच्छ कापामुळे झाडाच्या पेशींचे नुकसान कमी होते आणि जखम लवकर भरून येते. त्यामुळे बुरशी किंवा जीवाणूजन्य रोगांचा प्रादुर्भाव कमी होतो. हे वनस्पतीशरीरक्रियेच्या दृष्टीने अत्यंत महत्त्वाचे आहे.

छाटणीच्या कात्रीमध्ये वापरले जाणारे साहित्यतंत्रज्ञान महत्त्वाचे आहे. पारंपरिक कात्र्यांमध्ये कार्बन स्टील वापरले जात असे, तर आधुनिक कात्र्यांमध्ये स्टेनलेस स्टील, उच्च-कार्बन स्टील किंवा टेफ्लॉन कोटेड ब्लेड वापरले जातात. या धातूंमुळे कात्री गंजरोधक, टिकाऊ आणि दीर्घकाळ धार टिकवणारी बनते. काही कात्र्यांमध्ये घर्षणविरोधी आवरण दिलेले असते, ज्यामुळे कापताना घर्षण कमी होते.

आधुनिक छाटणीच्या कात्रीत एर्गोनॉमिक तंत्रज्ञानाचा वापर केला जातो. हँडल मानवी हाताच्या रचनेनुसार डिझाइन केलेले असते. रबर किंवा फायबरचे नॉन-स्लिप हँडल हातातून घसरण्यापासून रोखते आणि अपघाताची शक्यता कमी करते. स्प्रिंग यंत्रणा असल्यामुळे कात्री आपोआप उघडते, ज्यामुळे सतत काप करताना हातावर कमी ताण येतो.

तसेच, काही आधुनिक छाटणी कात्र्यांमध्ये एकाच दिशेने फिरण्याचे (रॅचेट) तंत्रज्ञान वापरले जाते. यामुळे जाड फांदी टप्प्याटप्प्याने कापता येते. वृद्ध, महिला किंवा कमी ताकद असलेल्या व्यक्तींनाही याचा फायदा होतो. काही कात्र्यांमध्ये बंद करण्याची यंत्रणा दिलेली असते, ज्यामुळे वापर नसताना ती सुरक्षितपणे बंद ठेवता येते.

अशा प्रकारे, छाटणीची कात्री ही केवळ साधी कात्री नसून ती यांत्रिकी, वनस्पतिशास्त्र, धातूविज्ञान आणि एर्गोनॉमिक तंत्रज्ञान यांच्या संयोगातून विकसित झालेली आधुनिक बागकाम साधन आहे. योग्य छाटणीकात्रीचा वापर केल्यास झाडांचे आरोग्य सुधारते, उत्पादन वाढते आणि बागकाम अधिक शास्त्रीय व कार्यक्षम बनते.

कुंड्यांसाठी मातीचे मिश्रण

कलम यशस्वी होण्यासाठी फक्त योग्य तंत्र किंवा साधनेच नव्हे, तर योग्य मातीचे मिश्रणदेखील तितकेच आवश्यक असते. कारण कलम झाल्यानंतर नवीन मुळे तयार होणे, पाणी व अन्नद्रव्यांचे शोषण आणि रोपाची स्थिर वाढ ही सर्व प्रक्रिया मातीवर अवलंबून असते. म्हणूनच कलम करताना वापरली जाणारी माती ही वैज्ञानिक तत्त्वांवर आधारित तयार केली जाते.

कलमासाठी वापरली जाणारी माती हलकी, सच्छिद्र, पाण्याचा निचरा चांगला होणारी आणि पोषकद्रव्यांनी समृद्ध असावी लागते. सर्वसाधारणपणे मातीचे मिश्रण तयार करताना माती, वाळू आणि सेंद्रिय खत यांचा योग्य प्रमाणात वापर केला जातो. अनेक ठिकाणी प्रमाण १:१:१ किंवा २:१:१ असे ठेवले जाते. या मिश्रणामागे मृदाशास्त्र आणि वनस्पतीशरीरक्रियेचे शास्त्र कार्यरत असते.

मातीचा मुख्य घटक म्हणजे बागायती माती. ही माती रोपाला स्थैर्य देते आणि मूलभूत खनिजे पुरवते. मात्र केवळ माती वापरल्यास ती घट्ट होते, ज्यामुळे मुळांना हवा मिळत नाही. म्हणूनच त्यात वाळू मिसळली जाते. वाळूमुळे माती

कुंडी भरणे

सच्छिद्र होते, पाण्याचा निचरा सुधारतो आणि मुळांना आवश्यक असलेला ऑक्सिजन मिळतो. ऑक्सिजन उपलब्ध झाल्यामुळे मुळांतील श्वसनप्रक्रिया सुरळीत चालते, ही वनस्पतीशरीरक्रियेतील एक महत्त्वाची वैज्ञानिक प्रक्रिया आहे.

मातीच्या मिश्रणातील तिसरा महत्त्वाचा घटक म्हणजे सेंद्रिय खत जसे की शेणखत, गांडूळ खत किंवा कंपोस्ट. सेंद्रिय खतामुळे मातीतील सेंद्रिय कर्ब वाढतो, सूक्ष्मजीवांची संख्या वाढते आणि नत्र, स्फुरद, पालाश यांसारखी आवश्यक अन्नद्रव्ये हळूहळू उपलब्ध होतात. यामागील विज्ञान म्हणजे सूक्ष्मजीवशास्त्र. उपयुक्त सूक्ष्मजीव सेंद्रिय पदार्थांचे विघटन करून वनस्पतींना अन्नद्रव्ये शोषण्यायोग्य स्वरूपात उपलब्ध करून देतात.

कलमासाठी वापरल्या जाणाऱ्या मातीचा सामू (pH) साधारण ६ ते ७ दरम्यान असणे योग्य मानले जाते. या सामूमध्ये बहुतेक अन्नद्रव्ये सहज उपलब्ध होतात. जास्त आम्लीय किंवा जास्त क्षारीय मातीमध्ये अन्नद्रव्यांचे शोषण अडथळले जाते. त्यामुळे मातीचे मिश्रण तयार करताना हा वैज्ञानिक मुद्दा लक्षात घेतला जातो.

आधुनिक नर्सरीमध्ये मातीच्या मिश्रणात कोकोपीट, पर्लाइट किंवा वर्मिक्युलाइट यांसारख्या घटकांचाही वापर केला जातो. कोकोपीट पाणी धरून ठेवण्याची क्षमता वाढवते, तर पर्लाइट व वर्मिक्युलाइट माती हलकी व हवेशीर ठेवतात. हे सर्व घटक जलधारण क्षमता आणि वायुसंचलन या वैज्ञानिक तत्त्वांवर आधारित असतात.

अशा प्रकारे, कलम करतानाचे मातीचे मिश्रण हे केवळ अनुभवावर नव्हे, तर मृदाशास्त्र, वनस्पती शरीरक्रिया आणि सूक्ष्मजीवशास्त्र या विज्ञान शाखांवर आधारित असते. योग्य मातीचे मिश्रण वापरल्यास कलम लवकर जुळते, मुळे मजबूत होतात आणि निरोगी, उत्पादनक्षम रोपांची निर्मिती होते.

बागेला पाणी देण्याच्या पद्धती

बागकामामध्ये पाणी देणे ही अत्यंत मूलभूत पण तितकीच शास्त्रीय प्रक्रिया आहे. वनस्पतींच्या वाढीसाठी पाणी हे अन्नद्रव्यांइतकेच आवश्यक असते, कारण पाण्याशिवाय प्रकाशसंश्लेषण, अन्नद्रव्यांचे शोषण, पेशीताण आणि तापमाननियंत्रण शक्य होत नाही. म्हणूनच बागेला पाणी देताना विविध पद्धती वापरल्या जातात आणि त्या सर्व वनस्पती शरीरक्रिया, मृदाशास्त्र व जलविज्ञान या विज्ञानशाखांवर आधारित असतात.

सर्वात पारंपरिक पद्धत म्हणजे पाट पद्धत. यात पाणी जमिनीवर पसरवून दिले जाते. या पद्धतीत पाणी गुरुत्वाकर्षणामुळे जमिनीत झिरपते. यामागील विज्ञान म्हणजे मातीतील केशिक क्रिया. मात्र या पद्धतीत पाण्याचा अपव्यय जास्त होतो, तसेच मातीची धूप होण्याची शक्यता असते. त्यामुळे ही पद्धत आजकाल मर्यादित प्रमाणात वापरली जाते.

दुसरी महत्त्वाची पद्धत म्हणजे ठिबक सिंचन. या पद्धतीत पाणी थेंबाथेंबाने थेट झाडांच्या मुळांजवळ दिले जाते. यामुळे पाण्याचा अपव्यय कमी होतो आणि मुळांच्या परिसरातच आवश्यक ओलावा उपलब्ध राहतो. यामागील विज्ञान म्हणजे मातीतील ओलावावितरण आणि मुळांचे पाणीशोषण. ठिबक सिंचनामुळे मुळांना योग्य प्रमाणात ऑक्सिजन मिळतो, ज्यामुळे मुळांचे श्वसन सुधारते.

स्प्रिंकलर पद्धत ही आधुनिक व प्रभावी पद्धत आहे. यात पाणी फवाऱ्यांद्वारे पावसासारखे फवारले जाते. ही पद्धत हलक्या जमिनीसाठी उपयुक्त आहे. स्प्रिंकलर पद्धतीमागील विज्ञान म्हणजे दाब व गुरुत्वाकर्षणाचा वापर. मात्र तीव्र वाऱ्यामुळे पाण्याचे वितरण असमान होऊ शकते, हे लक्षात घ्यावे लागते.

बागांमध्ये काही ठिकाणी सूक्ष्म सिंचन पद्धती जसे की मायक्रो स्प्रिंकलर किंवा मिस्ट सिंचन वापरले जाते. या पद्धतीत पाण्याचे कण अतिशय सूक्ष्म असतात. त्यामुळे वातावरणातील आर्द्रता वाढते आणि पानांमधील बाष्पीभवन कमी होते. यामागील विज्ञान म्हणजे ट्रान्सपिरेशन नियंत्रण.

पाणी देताना योग्य वेळेचे महत्त्वदेखील वैज्ञानिक आहे. सकाळी किंवा संध्याकाळी पाणी दिल्यास बाष्पीभवन कमी होते आणि झाडांना जास्त पाणी उपलब्ध होते. दुपारी तीव्र उन्हात पाणी दिल्यास पाण्याचा मोठ्या प्रमाणात अपव्यय होतो. हे पर्यावरणशास्त्र व उष्णताविज्ञानाच्या तत्त्वांवर आधारित आहे.

याशिवाय, पाणी देण्याचे प्रमाण झाडाच्या वयावर, मातीच्या प्रकारावर आणि हवामानावर अवलंबून असते. वाळूयुक्त जमिनीत पाणी लवकर निचरा होते, तर चिकणमातीमध्ये पाणी जास्त काळ धरून ठेवले जाते. हे मृदाशास्त्रातील जलधारण क्षमतेच्या तत्त्वांवर आधारित आहे.

अशा प्रकारे, बागेला पाणी देण्याच्या विविध पद्धती अनुभवावर आधारित नसून त्या वनस्पतीशरीरक्रिया, मृदाशास्त्र, जलविज्ञान व पर्यावरणशास्त्र यांच्या वैज्ञानिक तत्त्वांवर आधारलेल्या आहेत. योग्य पद्धतीने आणि योग्य वेळी पाणी दिल्यास झाडे निरोगी राहतात, पाण्याची बचत होते आणि बाग अधिक उत्पादनक्षम बनते.

(छायाचित्रे माहितीजालावरून साभार)

– **डॉ. जयंत वसंत जोशी**
jvjoshi2002@yahoo.com

प्रथिनांचे विश्वरूप दर्शन : भाग १

वर्षा केळकर

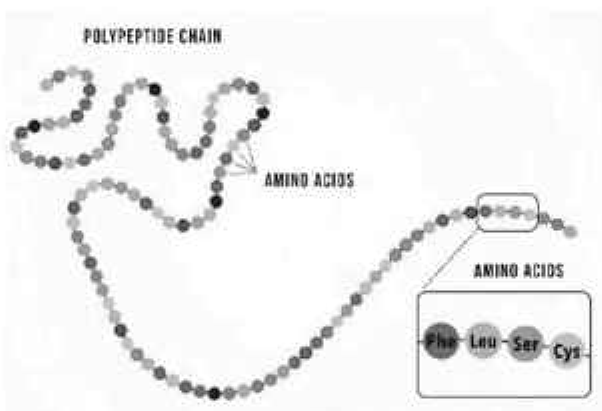
सध्या वाचाल तिथे आणि जाल तिथे प्रथिनांचे अनन्य साधारण महत्त्व, त्यांच्या पाककृत्या, थोडक्यात त्यांच्या (अतिरेक) वाचून आहार कसा अयोग्य आहे हे आपल्यावर सतत बिंबवले जाते आहे. थोडासा विचार करू : गेंडा, हत्ती, जिराफ तर गवत खातात. गवतात प्रथिनांचे प्रमाण नगण्य असते. परंतु ह्या प्राण्यांचे स्नायू जे प्रथिनांचेच बनलेले असतात इतके शक्तिशाली की ...एक हलका धक्का लागला तर बस उलटी होते.. असो! पण त्यांच्या चयापचयकडे किंवा त्यांच्या प्रथिनांच्या प्रमाणाच्या सेवनाकडे आता आपण जाणार नाही. तर एका जीवरसायनशास्त्रज्ञानाच्या दृष्टिकोनातून प्रथिने, त्यांचे प्रकार, आकार, विकार आणि गरज जाणून घ्यायचा प्रयत्न करू.

जेवणापासून सुरुवात करू.

संतुलित आहाराची व्याख्या म्हणजे 'असा आहार जो आवश्यक आणि योग्य प्रमाणात सर्व पोषक तत्त्वे आपल्याला देतो. त्यात चार मूलभूत अन्नाच्या गटांच्या समावेश असतो. पोषक तत्त्वांच्या गरजा पूर्ण करण्यासाठी आवश्यक असलेल्या अन्नाचे प्रमाण, वय, लिंग, शारीरिक स्थिती, ताण-तणावानुसार आणि शारीरिक हालचालींनुसार बदलत असते. छोट्या बाळाना आणि मुलांना, गर्भवती महिलांना, आजारी व्यक्तींना अधिक प्रथिनांची आवश्यकता असते

संतुलित आहारात एकूण कॅलरींपैकी सुमारे ५०-६०% कॅलरी कर्बोदकांमधून (complex carbohydrates) मिळायला हव्या, सुमारे १०-१५% प्रथिनांमधून आणि २०-३०% दृश्यमान आणि अदृश्य चरबीमधून. शाकाहारी आणि मांसाहारी लोकांचे प्रथिनांचे स्रोत वेगळेवेगळे आहेत. दूध, मांस, मासे आणि अंडी यांसारखे प्राणिजन्य पदार्थ तसेच डाळी आणि शेंगा यांसारखे वनस्पतिजन्य पदार्थ हे प्रथिनांचे समृद्ध स्रोत आहेत. प्राणिजन्य प्रथिने उच्च दर्जाची असतात, कारण ती सर्व आवश्यक अमिनो आम्ले योग्य प्रमाणात पुरवतात, त्या मानाने वनस्पती किंवा वनस्पतिजन्य प्रथिने समान दर्जाची नसतात, कारण त्यांच्यात काही आवश्यक अमिनो आम्ले कमी असतात. तथापि, तृणधान्ये, बाजरी आणि कडधान्यांचे मिश्रण बहुतेक अमिनो आम्ले देतात, व हे मिश्रण एकमेकांना पूरक असते. आपल्या पेशींमध्येसुद्धा प्रथिनांचे संश्लेषण होताच असते

सध्या आपल्याला प्रथिनांची गरज का असते हे पाहू. प्रथिने हे प्रत्येक सजीव पेशीचे प्राथमिक संरचनात्मक आणि कार्यात्मक घटक आहेत. आपल्या शरीरातील जवळजवळ अर्धी प्रथिने स्नायूंच्या स्वरूपात असतात आणि उर्वरित हाडे, कूर्चा, इम्युनोग्लोबिनस, संप्रेरक, विकरे आणि त्वचेमध्ये प्रामुख्याने असतात. आपले शरीर कमीत कमी १०,००० वेगवेगळ्या प्रकारच्या प्रथिनांची बनलेले आहे. प्रथिने ही वेगवेगळ्या अमिनो आम्लांपासून बनलेले जटिल (complex) रेणू आहेत.



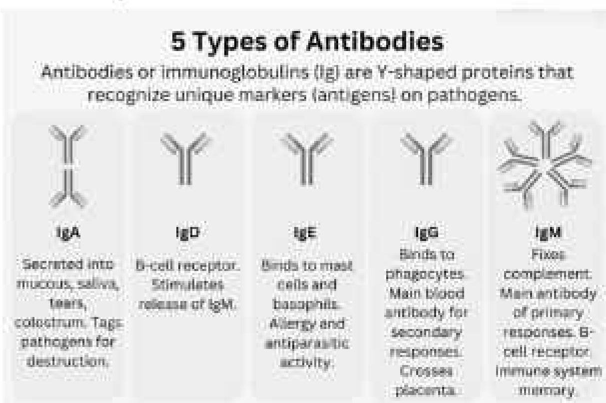
आकृती क्र. १. प्रथिने म्हणजे अमिनो आम्लांची साखळी

काही अमिनो आम्ले आवश्यक असतात, म्हणजे आपल्या शरीरात ती बनू शकत नाहीत, त्यामुळे आहारातील प्रथिनांमधूनच (म्हणजे वनस्पती, इतर प्राण्यांपासून) मिळवावी लागतात. तर इतर अनावश्यक अमिनो आम्ले शरीरात संश्लेषित केली जाऊ शकतात त्यांना नॉन एस्सेनसिल अमिनो आम्ले म्हणतात.

आकृती क्र २. मानवी शरीरासाठी आवश्यक व अनावश्यक अमिनो आम्लांची यादी

प्रथिने शरीराला साधारण ४ किलोकॅलरी/ग्रॅम ऊर्जा देतात. त्यांच्या शरीरातील कार्यानुसार एकूण सात वेगवेगळ्या प्रकारांमध्ये त्यांचे वर्गीकरण करता येते.

१. **प्रतिपिंडे/अँटीबॉडीज :** बेचकीच्या आकाराची असलेली ही प्रथिने म्हणजे आपले रक्तातील सैनिक. ही विशेष प्रथिने आपल्या रक्तातील बॅक्टेरिया, विषाणू आणि इतर नॉन सेल्फ घटकांना/घुसखोरांना ओळखण्यास आणि त्यांच्यापासून संरक्षण देण्याचे काम करतात.

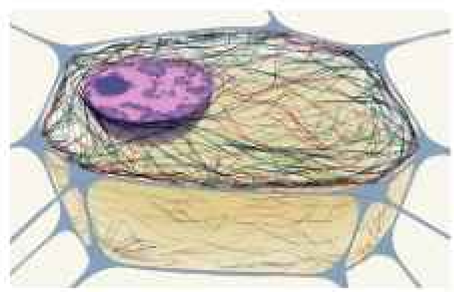


आकृती क्र ३. प्रतिपिंडांचे प्रकार

२. **संकुचित (Contractile) प्रथिने :** संकुचित प्रथिने स्नायूंच्या आकुंचनासाठी आणि हालचालीसाठी जबाबदार असतात, आण्विक मोटरचाही ते महत्त्वाचा भाग असतात. पेशींमधील सायटोप्लाझम तर कॉन्ट्रॅक्टाइल प्रथिनांचे कोलाइडल नेटवर्क असते व ॲक्टिन फिलामेंट हे या जाळ्याचे प्रमुख घटक आहेत.

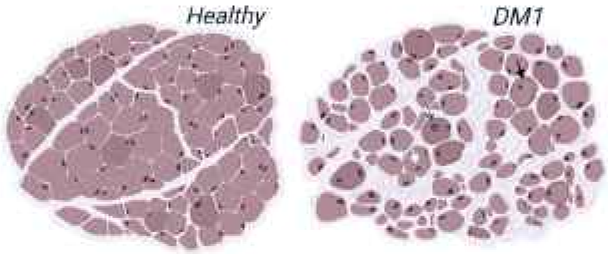
साधा घास गिळणे किंवा पाणी पिणेसुद्धा ह्याच प्रथिनांमुळे शक्य होते, हे लक्षात असू द्या. स्नायूपेशीदेखील ह्याच प्रथिनांच्या बनलेल्या असतात. युकेरियोट्समध्ये मुबलक प्रमाणात ॲक्टिन असते, जे स्नायूंच्या आकुंचन तसेच पेशींच्या हालचाली आणि विभाजन प्रक्रिया नियंत्रित करते. आपले हृदयाचे स्नायू ह्याच प्रथिनांनी बनलेले असतात.

पेशींच्या विभाजनामध्ये ह्या प्रथिनांचा सिंहाचा वाट असतो. त्यांच्यामध्ये होणाऱ्या विकृतींमुळे अनेक गंभीर आजार होऊ शकतात. त्यांना मसक्युलर डीस्ट्रॉफी असे म्हणतात. हृदयाचे अनेक विकारसुद्धा ह्या प्रथिनांच्या विकारामुळे होतात.



आकृती क्र. ४ ॲक्टिन फिलामेंट्सचे जाळे असलेली पेशींचे अंतर्गत रचना

आकृती क्र ५. शरीरातील स्नायूंचे (संकुचित प्रथिने) प्रकार हृदयाचे स्नायू, स्मूथ स्नायू, स्केलिटल स्नायू



आकृती क्र ६. निरोगी आणि मायोटोनिक डिस्ट्रोफी दर्शवणारे हिस्टोपॅथोलॉजिचे चित्र,
वेळ: १०.११११/**brv.12674** वेळ: १०.११११/**brv.1267**

३. विकर/एन्झाइमस : आतापर्यंत माहीत असलेली सर्व एन्झाइमस/विकर ही प्रथिनेच आहेत. पेशींमधील सर्व चयापचय प्रतिक्रियांचे हे जनक आहेत. पेशींच्या जगण्यासाठी आवश्यक असलेले अनेक बृहद् रेणू (प्रथिने, न्यूक्लिक ॲसिड, कार्बोहायड्रेट आणि लिपिड) हे ह्या विकरामुळेच बनवले जातात. तसेच, आपण खाल्लेल्या अन्नाचे विघटन, पचन, त्यांचे इतर घटकांमध्ये होत असलेल्या रूपांतरणासुद्धा हे विकर कारणीभूत असतात. थोडक्यात सांगायचे तर त्यांच्याशिवाय जीवन अशक्य आहे.

लाळेमधील अमायलेजमुळे पिष्टमय पदार्थांचे विघटन सुरू होते. भाकरी/पोळीचा घास ३२/अनेक वेळा चावला की गोड लागतो, तो ह्याच विकराच्या क्रियेमुळे. आपल्यापैकी बहुतेकांना माहीत नसेल पण डोळ्यांमध्येसुद्धा मोठ्या प्रमाणात विकर असतात. आतापर्यंत डोळ्यांच्या पृष्ठभागावर १००० हून अधिक विकरांचा शोध लागला आहे. ह्यांचे मुख्य काम डोळ्यांचे रोगांपासून संरक्षण आणि चयापचयाचे नियंत्रण ठेवणे आहे. आपल्याला डोळ्याने दिसते हेसुद्धा क्रिस्टलाईने नावाच्या प्रथिनांच्या विशिष्ट रचनेमुळे.

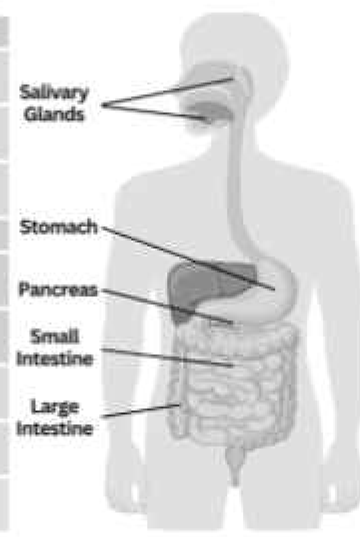
Location	Primary Enzymes
Tears	Lysozyme, Amylase, Peroxidase, Lactate Dehydrogenase
Cornea	ALDH3A1, SOD, Glutathione Reductase, Esterases
Lens	Carbonic Anhydrase, Glutathione-related enzymes, Alpha-crystallin (chaperone-like)
Retina/RPE	RDHs, LRAT, RPE65, Heme Oxygenase, PDE6

आकृती क्र ८. डोळ्यातील काही विकरांचे त्यांच्या स्थानाप्रमाणे असलेलं विभाजन

कॉर्निया (डोळ्याचा पडदा) आणि लेन्स यामधील विकरांचे प्रमुख कार्य हे डोळ्यांतील पेशींना ऑक्सिडेटिव्ह स्ट्रेस (फ्री रॅडिकल्स) पासून संरक्षण देणे तसेच लेन्सची पारदर्शकता अबाधित ठेवणे हे असते.

४. संप्रेरक पेप्टाइड/प्रथिने : ही संदेशवाहकाचे, तसेच शरीराच्या अनेक कार्यांचे नियमन करतात. ह्यात प्रमुख उदाहरणे म्हणजे इन्सुलिन (रक्तातील साखर), Growth Hormone, ऑक्सिटोसिन (गर्भाशयाचे आकुंचन, बंधन), प्रोलॅक्टिन (दुधाचे उत्पादन) आणि TSH, FSH, LH सारखे पिट्युटरी संप्रेरके, जे इतर अंतःस्रावी ग्रंथी नियंत्रित करतात व सर्व पेशींच्या पृष्ठभागाच्या रिसेप्टरशी समन्वय साधून कार्य करतात.

	Enzyme	Produced in	Released in	pH Level
Carbohydrate Digestion	Salivary amylase	Salivary glands	Mouth	Neutral
	Pancreatic amylase	Pancreas	Small intestine	Basic
	Maltase	Small intestine	Small intestine	Basic
Protein Digestion	Pepsin	Gastric glands	Stomach	Acidic
	Trypsin	Pancreas	Small intestine	Basic
	Peptidases	Small intestine	Small intestine	Basic
Nucleic Acid Digestion	Nuclease	Pancreas	Small intestine	Basic
	Nucleosidases	Small intestine	Small intestine	Basic
Fat Digestion	Lipase	Pancreas	Small intestine	Basic



आकृती क्र ७. पचन संस्थेतील काही विकरांची अवयवानुसार विभागणी

४. **स्ट्रक्चरल प्रथिने :** ही शरीराच्या पेशींना आधार, आकार आणि ताकद देतात. त्वचा, हाडे, केस आणि स्नायू यासारख्या आवश्यक चौकटी तयार करतात. ह्या प्रथिनांची प्रमुख उदाहरणे म्हणजे कोलाजेन (जे कॉनेक्टिव्ह टिशू, इतर पेशी तसेच हाडांमध्ये आढळते), केराटिन (केस, नखे, त्वचेचे मुख्य घटक) आणि ॲक्टिन/मायोसिन (स्नायूंची हालचाल शक्य करणारे घटक). ही प्रथिने तंतुमय असल्यामुळे मजबूत जाळे तयार करतात. ज्यामुळे उतींना ताण सहन करण्यास व अखंड राखण्यास मदत होते. पेशींची हालचाल आणि पेशीय वाहतूकही सुलभ होते. ह्यांचे अनेक वैविध्यपूर्ण प्रकार आपल्या शरीरात आढळतात. त्याचेच आणखीन एक अफलातून उदाहरण म्हणजे आपल्या डोळ्यातील लेन्स. ही लेन्स, क्रिस्टलिन नावाच्या स्ट्रक्चरल प्रथिनांपासून बनलेली असते. म्हणून त्या लेन्सला क्रिस्टलाइन लेन्स असेही म्हणतात.

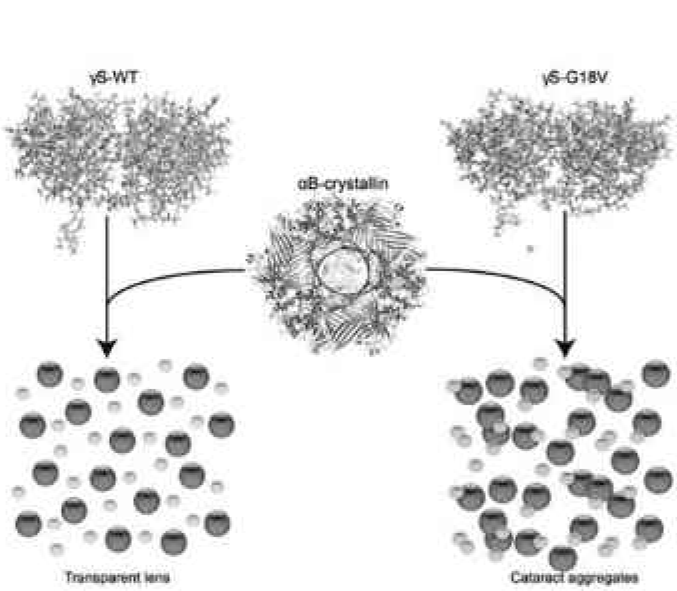
आश्चर्याची बाब म्हणजे शरीरातील कोणत्याही पेशींपेक्षा ह्यात प्रथिनांचे प्रमाण सर्वाधिक असते. ही विशेष प्रथिने लेन्सला पारदर्शक आणि लक्ष केंद्रित करण्याचे सामर्थ्य देतात. म्यॅच्युर क्रिस्टलिन लेन्समध्ये कोणतेही केंद्रक/ऑर्गेनेल नसतात – ते परिपक्व होताना ते गमावतात. यामुळे त्यांची स्पष्टता आणि पारदर्शकता वाढते. ह्या कॅरिस्टॉलीन प्रथिनांचे α, β, γ असे तीन प्रकार आहेत. त्यातील α चे (अल्फा) काम वर्गातील मॉनिटरप्रमाणे असते. ते इतर प्रथिनांना एकत्रित होण्यापासून रोखते तसेच लेन्सला तणावमुक्त ठेवते.

ह्या क्रिस्टलीय प्रथिनाची रचना वयाने तसेच काही आनुवंशिकतेमुळे बिघडते. ती प्रथिने एकत्रित होतात व त्यामुळे लेन्सची पारदर्शकता आणि प्रकाश केंद्रित करण्याची क्षमता कमी होते, त्यालाच आपण मोतीबिंदू झाला असे म्हणतो

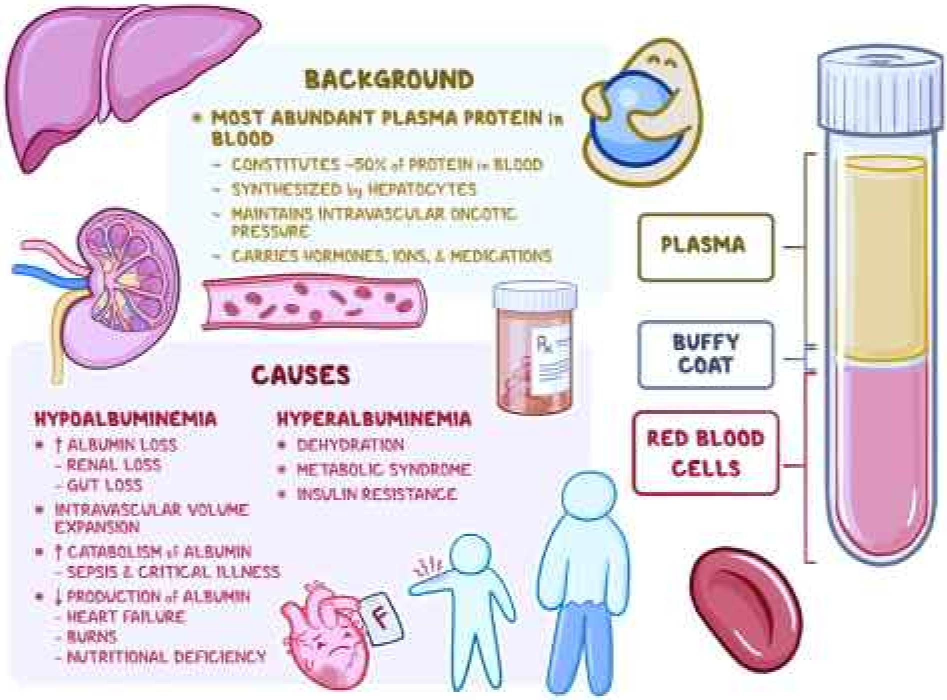
६. **वाहक प्रथिने :** मानवी शरीरातील वाहक प्रथिने, आयर्न, कॉपर (लोह, तांब), इतर रेणू आणि पोषक तत्त्वे, पेशींच्या अंतरपटलातून किंवा रक्तामधून नेआण करण्यास मदत/साहाय्य करतात. त्यातील काही चॅनेल (छोटे बोगदे), पंप किंवा वाहक म्हणून काम करतात. रक्तातील अल्ब्युमिन, लिपिड्स/हार्मोन्सचे वाहक म्हणून काम करतात, तर हिमोग्लोबिनसारखे प्रथिन ऑक्सिजनचे वाहक म्हणून काम करते. GLUT1 – हा ग्लुकोजचा वाहक असून Na+/K+ pump या सारखी transmembrane प्रथिनेसुद्धा ह्यामध्ये मोडतात. कोलेस्टेरॉलचे वाहकसुद्धा प्रथिनेच असतात. HDL चा (High density Lipoprotein), LDL (Low density Lipoprotein) बगलबुआ आपण अनुभवला असेलच.

https://www.osmosis.org/answers/serum-albumin

७. पेशींमधील संपर्कासाठी रिसेप्टर प्रथिने महत्त्वाची असतात. एखाद्या कुलपाची किल्ली असावी तसे हे रिसेप्टर आणि त्यांचे संदेशवाहक असतात. उदाहरण, इन्सुलिन रिसेप्टर : ज्याची इन्सुलिन ही चावी आहे. ती लागली की पेशींची दारे उघडून ग्लुकोज पेशींमध्ये जाते. ॲसिटिल्कोलीन

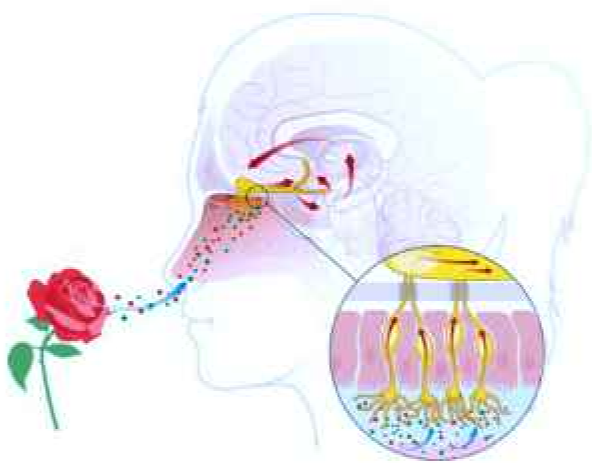


आकृती क्र ९. ह्या चित्रामध्ये प्रथिनांची रचना बदलल्यामुळे मोतीबिंदू कसा होतो हे दिसते.



आकृती क्र.१०. मुबलक प्रमाणात असलेल्या अल्बुमिन नावाच्या प्रथिनांचे कार्य दर्शवणारे चित्र

रिसेप्टर (मज्जातंतू-स्नायूंना सिग्नल देणारे), एपिडर्मल ग्रोथ फॅक्टर रिसेप्टर (EGFR) (पेशींची वाढ करू देणारे), टोल-लाइक रिसेप्टर (TLRs) (रोगप्रतिकारक प्रतिक्रिया यामध्ये कार्यरत असणारे), आणि घ्राणेंद्रियाचे रिसेप्टर (ज्यामुळे खमंग चकली, अनेक सुगंधाचे सुवास घेणे शक्य होते), ही सर्व प्रथिनेच आहेत. ही पेशींच्या पृष्ठभागावर किंवा पेशीच्या



आकृती क्र ११. फुलातील व्होल्टाइल रसायने आपल्या नाकातल्या अलफाक्टरी रेसिपिटर्स वर जाऊन बसतात. ह्या किल्लीने सुगंधांची कवाडे उघडतात व मज्जातंतूंद्वारे आपल्या मेंदू पर्यंत हा संदेश पोहोचवतात.

आतसुद्धा आढळतात. ती हार्मोन्स, न्यूरोट्रान्समीटर आणि वाढीच्या घटकांसारख्या विशिष्ट रासायनिक सिग्नलना प्रतिसाद देतात. ह्यांचे त्यांच्या कार्यानुसार अनेक प्रकार आहेत, उदाहरणार्थ : थर्मो, मेकॅनो, किमो, फोटो रिसेप्टरस इत्यादी आपल्याला खांद्यावर किंवा अंगाला स्पर्श झालेला समजतो, हाताला/ त्वचेला, जिभेला गरम, थंड, चव समजते ते ह्याच रिसेप्टर प्रथिनांमुळे. डोळ्यांना दिसते ह्यांच्याचमुळे, त्यांना फोटोरिसेप्टर म्हणतात.

हे झाले प्रथिनांचे ढोबळ विभाजन. वनस्पतींमधील प्रथिने, रोगजन्य प्रथिने तसेच विषाणू, जिवाणूंमधील प्रथिनांची तर साधी तोंड ओळखपण झाली नाही आहे. ती पुढच्या लेखात करून घेऊ. प्रथिनाबद्दल थोडक्यात सांगताच येणार नाही! एक अद्भुत विश्व आहे. ज्यांच्यामुळे सजीवसृष्टी शक्य आहे. प्रथिनांच्या ह्या अलीबाबाच्या गुहेतली ही काही अनमोल उदाहरणे आहेत. पुढच्या लेखात ह्या खजिन्यातील आणखी काही रत्नांचा परिचय करून घेऊ. शरीरात प्रथिनांचे, कर्बोदकांचे, मेदाचे परस्पररूपांतरण होतच असते हे ध्यानात ठेवून संतुलित आहार घेऊ, उत्तम व्यायाम करू आणि कसलाही अतिरेक न करताही तंदुरुस्त राहता येते हे समजून घेऊ!

– वर्षा केळकर
varshakelkar@hotmail.com

विज्ञानकथा

तो मी नव्हेच!

डॉ. रंजन गर्गे

'हिंदुस्थान म्हणे स्वातंत्र्याची शंभरी साजरी करतो आहे! वा, काय दिवे लावले असे आम्ही शंभर वर्षांत? हिंदुस्थानचा गेल्या सहाशे वर्षांचा इतिहास बघा म्हणावं जरा. पानिपतचं एक युद्धसुद्धा जिंकता आलं नाही आम्हाला. १५२६ साली पहिल्या युद्धात बाबर घुसला, १५५६ साली दुसऱ्या युद्धात अकबर घुसला आणि १७६१ साली तर पेशव्यांनी कहरच केला. उत्तर भारताचा ना इतिहास माहीत, ना भूगोल माहीत ना सपाट युद्धभूमीवरील युद्ध कौशल्याची माहिती. एवढे बाजारबुणगे घेऊन कुठे युद्धाला निघत असतात का? भारतीयांना १७५७ साली प्लासीची लढाई जिंकता आली नाही, ना १८५७ साली इंग्रजांविरुद्ध यशस्वी उठाव करता आला. १८१८ साली तर भीमाकोरेगावची लढाई हरून इंग्रज भारतात चांगलेच प्रस्थापित झाले. शंभरीच्या निमित्त कशाची यशोगाथा गायची?

अंधश्रद्धा, गरिबी, भूकबळी यांनी बरबटलेल्या या देशात विज्ञानाला कुठे स्थानच नव्हतं! शांततेची आणि भक्तीची गाथा वाचून कुठे स्वातंत्र्य मिळत असतं का? शांतीच्या मार्गानं कुठे स्वतःचं संरक्षण करता येतं? धूर्त इंग्रजांनी शांततेची फक्त खिल्ली उडवली. आम्ही भारतीय स्वातंत्र्याच्या बदल्यात चक्क एका अनावश्यक देशाची निर्मिती केली! आणि करोडो लोकांची कत्तल झाली. आपलं म्हणावं असं आम्ही आजपर्यंत जगाला भारतीय म्हणून काय देऊ शकलो आहोत? सांगान माझ्या भारतीय बांधवांनो. मी मागे वळून पाहतो तेव्हा सगळाच अंधार दिसतो आहे मला. मला आता हा भारतीय स्वातंत्र्याचा इतिहास पुन्हा नव्यानं लिहून काढावा लागणार आहे.'

सत्तरीतले, सामाजिक शास्त्राचे गाढे अभ्यासक व एक आदरणीय इतिहासतज्ज्ञ डॉ. अपस्तंभ आपला डोळ्यांवरचा सोनेरी काडीचा चश्मा सारखा वर-खाली करत वेड्यासारखं बोलत सुटले होते. त्यांना सगळे विद्यार्थी आदरानं अप्पासाहेब नावानं ओळखत. संपूर्ण व्यासपीठच अस्वस्थ झालं होतं. आयोजक तर या देशभक्ताला आज झालंय काय? म्हणून आवाक् झाले होते. आप्पासाहेबांना अनेक सूचना देऊनसुद्धा ते ऐकायला तयार नव्हते. स्वातंत्र्याची शंभरी साजरी करण्यासाठी आप्पासाहेबांचं व्याख्यान ऐकायला हजारो नागरिक, आणि अभ्यासक भारताच्या विविध राज्यांतून मोठ्या आशेनं आले होते. सभागृह गच्च भरलेलं होतं. दिवस होता २६ जानेवारी २०४७.

आणि जे होऊ नये तेच घडलं!

सभागृहातील चारही दरवाजांतून पोलिसांचा फाटा सरळ व्यासपीठावर अवतरला आणि पोलिस आप्पासाहेबांच्या दंडाला पकडून पोलिसचौकीत घेऊन गेले. त्यांच्या चाहत्यांनी खूप विनवणी केली. सभागृहात गोंधळ वाढतच चालला होता. भारतीय इतिहास परिषदेचे अध्यक्ष सुधांशू मिश्रा पोलिस अधिकाऱ्यांना समजावून सांगण्याचा कसोशीनं प्रयत्न करत होते. पण अप्पासाहेब ऐकून घ्यायला तयारच नव्हते. ते जास्तच अद्वातद्वा बोलत होते. परिस्थिती हाताबाहेर जाते आहे म्हटल्यावर मिश्रांनी पोलिस अधिकाऱ्याला बाजूला बोलावून घेतलं आणि विनंतीच्या स्वरात म्हणाले, 'हे बघा, ते एक सज्जन गृहस्थ आहेत, शास्त्रज्ञ तसे कधी कधी एककल्ली होतात. मी जबाबदारी घेतो. त्यांना आपण पोलिसचौकीतून सोडा.'

'ठीक आहे, आम्ही त्यांच्यावर लक्ष ठेवून आहोत. परत राष्ट्रद्रोही भाषणं दिली तर त्यांना अटक करावी लागेल. जामीनाची कार्यवाही पूर्ण करा आणि घेऊन जा त्यांना.'

मिश्रा हे या घटनेनं अस्वस्थ झाले होते. देशभक्तीनं ओतप्रोत भरलेले अप्पासाहेब असं कसं वागू शकतात? आप्पासाहेबांना घरी आणलं. घरी अभ्यासिकेत मिश्रा यांनी इतर विषयांवर अभ्यासपूर्ण चर्चा केली. विषयांतर केलं. आणि कशीबशी गाडी रुळावर आणून स्वगृही गेले.

'इतिहासाचे थोर अभ्यासक डॉ. अप्पासाहेब अपस्तंभ यांना राष्ट्रद्रोही वक्तव्य केल्याबद्दल अटक आणि जामीनावर सुटका'. दुसऱ्या दिवशीच्या वृत्तपत्रांत ही ठळक बातमी

अस्वस्थ करणारी होती. विशेष म्हणजे शास्त्रज्ञांच्या एका पथकानं थेट राष्ट्रपतींचीच भेट घेऊन निषेध नोंदवला. त्यांनी तर विविध शास्त्रशाखांतील भारतीय संशोधनाचे पुरावेच सादर केले.

अप्पासाहेबांच्या अर्धांगिनी अर्चनाताईसुद्धा राज्यशास्त्राच्या प्राध्यापिका म्हणून निवृत्त झाल्या होत्या. त्या तर आप्पासाहेबांचं हे आगळेवेगळं रूप बघून स्तिमित झाल्या होत्या.

''अहो, मी काय म्हणते, तुम्हाला झालंय तरी काय? सुधांशू होता म्हणून वाचलात.''

''आता तूसुद्धा मला शहाणपणा शिकवणार आहेस का? पारतंत्र्यात स्त्रीशिक्षण होतं तरी कुठे? सावित्रीबाई फुले यांच्यावर चिखलफेक करण्यापर्यंत तुम्हा स्त्री जातीनं स्त्रीशिक्षणाचा दुस्वास केला आहे. तो मॅकॉले भारतात आला, त्यानं शिक्षणपद्धती बदलली, त्यात आधुनिकता आणली म्हणून आज हे दिवस आपल्याला बघायला मिळताहेत!'

''झालं का पुन्हा तुमचं सुरू!''

''मला हे पुन्हा लिहून काढायलाच हवं. आणि मला यासाठी एकांत हवा आहे.''

''ठीक आहे, तुम्ही म्हणाल तसं.''

***

घटना घडून आता पंधरा दिवस होऊन गेले होते. सुधांशू आप्पासाहेबांना भेटायला म्हणून घरी जातात तो काय! घराला कुलूप. अप्पासाहेब आणि अर्चनाताई नेमक्या गेल्या कुठे असतील बुवा? चौकशी केल्यावर मोठ्या प्रयासानं समजलं की ते त्यांच्या फार्म हाऊसवर एकांत मिळवा म्हणून अज्ञातवासात वास्तव्य करायला गेलेले आहेत.

''ये, सुधांशू, शेवटी तू माझा पत्ता शोधून काढलासच ना!

संगणक, इंटरनेट, पुस्तकांचे मोठे ग्रंथालय, इतिहास, विज्ञान, अर्थशास्त्र या विषयाच्या संशोधनपत्रिका इतस्ततः विखुरलेल्या होत्या. हे सगळं बघून मिश्राजी म्हणाले ''सर! हे कुठलं कार्यालय थाटलं आहे आपण आता इथे!''

''भारतीय स्वातंत्र्याच्या इतिहासाची पुनर्मांडणी करतोय. संशोधनपत्रिका धुंडाळतो आहे. काय रे.. या क्रांतिकारकांनी शेवटी मातेरंच केलंना या देशाचं!

''काय, झालं तरी काय असं, सर?''

''आमचे शास्त्रज्ञ म्हणे क्रांतिकरक होते! ते क्रांतिकारक होते तर मग महेंद्रलाल सरकार काय किंवा जगदीशचंद्र बोस काय किंवा प्रफुल्लचंद्र राय काय यांनी 'नाइटहुड' किंवा 'कमपॅनियन ऑफ दि ऑर्डर ऑफ दि इंडियन एम्पायर' यांसारखे ब्रिटिश सन्मान का स्वीकारले? बघ ना त्या जगदीशचंद्र बोस यांनी आपलं वायरलेस लहरींचं संशोधन देऊन टाकलं मार्कोनीला फुकट आणि गमावलं नोबेल. तळपदे नावाच्या गृहस्थाने म्हणे पहिलं विमान उडवलं. मग सगळं श्रेय राइट बंधूंना का? सत्येन्द्रनाथ बोस मोठे आइनस्टाइनशी जर्मनीला जाऊन गप्पा मारून आले पण साधी पीएच.डी. डिग्री मिळवता आली नाही त्यांना. महात्मा गांधी काय लालबहाददुर शास्त्री काय, यांची हत्या झाल्यावर साधं पोस्टमॉर्टमसुद्धा केलं नाही? जालियनवालाबाग हत्याकांडानंतर डायरचं काय केलं? मला या सगळ्या गोष्टींची पुनर्मांडणी करायलाच हवी.''

''अप्पासाहेब हे तुमचं क्षेत्र नव्हे. कशाला करता आहात हा उपद्व्याप?''

मग मी इतिहासकार झालो तरी कशाला? आणि हे घडलं भारतीयांच्या बाबतीतच ना?

अप्पासाहेब काहीच ऐकून घ्यायच्या मनःस्थितीत नव्हते. कुठल्या नकारात्मकतेनं त्यांना घेरलं होतं कोण जाणे?

''अप्पासाहेब, तुम्हाला तर या वयात दिसण्याचा त्रास सुरू झाला होता. तुम्ही जास्त वेळ वाचूसुद्धा शकत नव्हता. तुमचं डोकं खूप दुखत असे. आणि सध्या १२-१२ तास कम्प्युटर स्क्रीनच्या समोर बसून तुम्ही एवढी माहिती ब्राउझ करूनसुद्धा तुम्हाला थकवा येत नाहीये. क्रांतीच म्हणायची की!''

अप्पासाहेब आता मात्र जरा सावरले. आपल्या नाकावर खाली सरकलेल्या चष्म्यातून डोळे बारीक करून टोकदार नजरेनं सुधांशूकडे बघून म्हणाले, 'आयुष्यभर आनंदासाठी काम केलं, आता कामातून आनंद मिळवतो आहे, मग थकवा कशाला जाणवतोय!''

''पण ही तुमची डोकेदुखी नेमकी थांबली कशी?''

''हा चष्मा आणि हा संगणक.''

''चष्मा! बघू बरं जरा. अरे व्वा, सोन्याचा दिसतोय. चांगलाच जड आहे. डोक्याला मागे घट्ट बसावा म्हणून दोन विशेष बटन्सदेखील आहेत. आणि सर! तुम्ही संगणक वापरताना तर मी पूर्वी कधी पाहिलं नव्हतं. हे सगळं चांगलंच महाग असेल नाही का!''

''महाग असेना का, चष्म्यामुळे डोकं दुखणं थांबलं आणि संगणकामुळे दुप्पट वेगानं कामाला लागलो, मन कसं तृप्त झालंय.''

सुधांशू चांगलेच अंतर्मुख झाले होते. या नकारात्मक

विचारांपासून सरांना त्यांच्याच भल्यासाठी कुठेतरी थांबवायला हवं होतं.

''सर, आपल्या कार्याला शुभेच्छा देतो.''

''अरे असाच मधूनमधून भेटत जा. माझं संशोधन नाहीतरी तुझ्याशिवाय कोण ऐकून घेणार आहे!''

''नमस्कार. येतो'', असं म्हणून सुधांशू तिथून घाईघाईनेच निघाले.

***

''मी सुधांशू बोलतोय, डॉक्टर आहेत का? मला त्यांची ॲपॉइंटमेंट हवी आहे.''

''आपण दुपारी ३ वाजता येऊ शकता.'' रिसेप्शनिस्ट उत्तरली.

''नमस्कार डॉक्टर, मी सुधांशू मिश्रा. थोर इतिहासतज्ज्ञ अप्पासाहेब अपस्तंभ यांच्या आजाराबद्दल बोलायचंय जरा.''

''या, सुधांशू, बसा. अप्पासाहेब. अपस्तंभ.. अच्छा, अच्छा....., आठवलं, ते परवाचं वर्तमानपत्रात गाजलेलं प्रकरण!.....पण आपण कोण आहात त्यांचे?''

''मी त्यांचा विद्यार्थी तर आहेच, अखिल भारतीय इतिहास परिषदेचा अध्यक्षसुद्धा आहे. राष्ट्रप्रेमी विचारसरणीचे आमचे सर भारताच्या स्वातंत्र्यसंग्रामाबद्दल आणि वैज्ञानिक परंपरेबद्दल अचानकपणे इतके नकारात्मक कसं बोलायला लागले आहेत, हेच समजत नाही. ते असेच वागत राहिले तर त्यांच्यावर राष्ट्रद्रोहाचा खटला उभा राहू शकतो.''

''तुमची काळजी रास्त आहे. हा मानवी भावनांच्या अदलाबदलीचा प्रकार आहे. आपल्या मेंदूतली लिंबिक सिस्टिम या भावनांचं नियंत्रण करत असते. न्यूरोट्रान्स्मीटर पेप्टाइड्समुळे आपल्या भावभावना उत्साहवर्धक किंवा निराशाजनक, सकारात्मक किंवा नकारात्मक, अशा पद्धतीनं व्यक्त होत असतात. ही झाली अगदी प्राथमिक माहिती. पण 'लॅन्सेट' नावच्या नावाजलेल्या जर्नलमध्ये मी नुकताच या संबंधीचा एक रिपोर्ट वाचला आहे. हे संशोधन झालं आहे कॅलिफोर्नियाच्या साल्क संस्थेत. या प्रकल्पात भारताचे डॉ. गणपती यांचं महत्त्वाचं योगदान असल्याचं कळतं. अहमदाबादच्या सेंटर फॉर सेल्युलर ॲंड न्यूरल बायॉलॉजी इथे ते न्यूरोसर्जन म्हणून सध्या कार्यरत आहेत. मी तुम्हाला त्यांचा नंबर देतो. आपण त्यांना जाऊन जरूर भेटा.''

''आभारी आहे डॉक्टर!''

सहा महिन्यांच्या कालावधीनंतर सुधांशू यांना डॉक्टर गणपती यांची ॲपॉइंटमेंट मिळाली. सुधांशू आता या भेटीसाठी खूपच उत्सुक झाले होते.

''या, सुधांशू बसा, आपण मला फोनवर सगळा इतिवृत्तान्त सांगितलेला आहेच. तुमची अधीरता आणि अगतिकता बघून मी विस्तारानेच सांगतो.''

''खरं आहे, मीसुद्धा जाणून घ्यायला उत्सुक आहे. अहो डॉक्टर, ते माझे गुरू आहेत. ते तर आमच्या गुरुमाउलीलासुद्धा उलटसुलट बोलायला लागले आहेत. इतकी नकारात्मकता त्यांच्या विचारात आली तरी कुठून?''

''हे बघा सुधांशू, मानवी मेंदूत पेशींचे वेगवेगळे दोन समूह असतात. एका गोष्टीशी चांगल्या किंवा सकारात्मक भावना जोडलेल्या असतात तेव्हा वेगळा समूह सक्रिय बनतो आणि वाईट किंवा नकारात्मक भावना जोडलेल्या असताना वेगळा समूह. रेल्वेचे दोन मार्ग ज्या जंक्शनमधून वेगळे होतात तिथे सिग्नल ज्या पद्धतीनं मार्ग नियंत्रित करतो तसंच काहीसं हे असतं. मेंदूचा एकच रेणू आपल्याला वाईट आठवणींच्या छायेतून बाहेर पडूच देत नाही. आणि मग त्यातून येतं ते नैराश्य किंवा नकारात्मकता. यामुळे एखादा देवभोळा आणि अंधविश्वासू माणूस अत्यंत बुद्धिप्रामाण्यवादी असल्यासारखा वागू शकतो. आता हेच बघा ना. जसं तुम्ही प्रथमच कारले खाता तेव्हा त्याची चव तुम्हाला चांगली लागत नाही. मग आज कारल्याची भाजी करणार आहे म्हटल्यावर खाण्यापूर्वीच तुम्हाला त्याची चव नकोशी होते. इथे होतं काय की तुमचा मेंदू कारल्याच्या सोबत तुमच्या वाईट भावना जोडतो. याला शास्त्रीय भाषेत 'बॅलेन्स असाईनमेंट' असं म्हणतात. आमच्या संशोधनात चांगली किंवा वाईट आठवण असलेल्या शरीराच्या जैविक प्रक्रियेचा 'स्विच' आम्हाला सापडलेला आहे. त्यामुळे आपण चांगल्या किंवा वाईट, सकारात्मक किंवा नकारात्मक भावना सांगणारे 'स्विच' आपल्या मर्जीनुसार बदलू शकतो. यासाठी आम्ही तंत्रज्ञानसुद्धा विकसित करत आहोत. याला ब्रेन-कम्प्यूटर इंटरफेस आणि कम्प्यूटर-ब्रेन इंटरफेस तंत्रज्ञान म्हणतात.''

''डॉक्टर, थांबा. काय म्हणालात. सकारात्मक किंवा नकारात्मक भावना सांगणारे 'स्विच' आपल्या मर्जीनुसार बदलू शकतो? डॉक्टर इथेच तर गोम आहे.''- सुधांशू यांना धागा सापडल्याचा आनंद झाला होता.

''म्हणजे, मी नाही समजलो.''- डॉक्टरांना सुधांशू यांनी मधेच केलेल्या विधानाचं जरा आश्चर्यच वाटलं.

सुधांशू पटकन पुढे म्हणाले 'डॉक्टर, आप्पासाहेबांच्या चष्म्यात आणि संगणकात तर हे गुपित दडलं नसेल? एक विशिष्ट सोन्याच्या काडीचा चष्मा आणि संगणक त्यांना

एका कंपनीनं फुकट दिलेला आहे. त्यामुळे त्यांचं डोकं दुखणं बरं झालं आणि कामाचा वेग वाढला असल्याचं ते सांगतात.''

''काय? सोन्याच्या काडीचा चष्मा आणि संगणक! ओह, आय सी! हे ब्रेन वॉश करण्याचं षडयंत्र असण्याची शक्यता आहे. आणि असं असेल तर यासाठी गुप्तता पाळून गुप्तचर विभागाला विश्वासात घेऊन पुढचं स्टिंग ऑपरेशन करावं लागेल.''- डॉक्टरांची चर्या एकदम बदलली. ते गंभीर झाले.

''डॉक्टर, या प्रकरणात आम्हाला सहकार्य कराल ना! आप्पासाहेबांसारख्या विद्वान माणसाच्या जीवन-मरणाचा प्रश्न आहे.''- सुधांशू अगतिक होऊन विनंतीच्या स्वरात उद्गारले.

''हा तर या तंत्रज्ञानाचा गैरवापर झाला! तो मी कसा होऊ देईल बरं? आता मी सांगतो तसं करा. तो चष्मा आणि संगणक आप्पासाहेबांनी कोठून मिळवला ते त्यांच्याकडून न कळत काढून घ्या. भरपूर किम्मत मोजावी लागली तरी चालेल, पण तो चष्मा आणि संगणक मिळवा. गुप्तचर विभागाकडे तक्रार नोंदवून हे स्टिंग ऑपरेशन सुरू करा. या प्रकरणाच्या तांत्रिक विश्लेषणाची सर्व जबाबदारी मी सांभाळीन.''- डॉक्टरांनी संपूर्ण सहकार्याची भूमिका घेतली.

***

''नमस्कार अप्पासाहेब, कसे आहात, काय म्हणतं आहे काम?''

''अरे, सुधांशू, इकडे कसं येणं केलंस? काही विशेष?''

''सर, मलाही सध्या वाचताना त्रास होणं, डोकं दुखणं असा त्रास व्हायला लागला आहे. म्हटलं तुमच्यासारखा चष्मा मिळाला तर बरं वाटेल.''

''घे घे. अरे, हा माझा घालून बघ ना. कसं वाटतं ते तरी कळेल? आणि त्याच्याबरोबर ते संगणकसुद्धा देतात बरं का!''

''ते? ते म्हणजे कोण?''

''सांगतो रे! हा चष्मा घालून तर बघ!''

''नको सर, मला फक्त सांगा, कुठे मिळतो ते. मी विकत घेऊन टाकेन.''

''सफदरजंग भागात इंद्रायणी कॉम्प्लेक्समध्ये १२व्या मजल्यावर अतिशय भव्य दुकान आहे. ईश्वरलाल या त्याच्या मालकाला भेट आणि माझं नाव सांग. आणि मला दिला तसा चष्मा आणि संगणक फुकट दे म्हणावं.'

''बरं, नमस्कार सर, येतो.'' असं म्हणून सुधांशू यांनी काढता पाय घेतला.

***

'ईश्वरलालसेठ आहेत का? मी सुधांशू मिश्रा.''- इंद्रायणी कॉम्प्लेक्सच्या १२व्या मजल्यावर असलेलं दुकान सुधांशू यांनी शोधून काढलं होतं.

''बोला, चष्मा बनवायचा आहे का?''

''हो..., नाही.... पण,.... म्हणजे ईश्वरलालसेठ यांनाच भेटायचं आहे.''

''या समोरच्या केबिनमध्ये बसले आहेत ते. भेटा त्यांना.''

नमस्कारचमत्कार झाले आणि सुधांशू म्हणाले, 'मी अपस्तंभसाहेबांकडून आलो आहे. मीसुद्धा एक इतिहासकार आहे. मला त्यांच्यासारखाच चष्मा बनवून पाहिजे आहे.''

असं म्हणताच तो चमकला. सुधांशूला त्यानं बारकाईनं न्याहाळलं. आणि म्हणाला, 'त्यांच्यासारखाच हवा आहे का? जरूर मिळून जाईल सर. आणि सध्या एका योजनेखाली आम्ही त्याबरोबर एक संगणकसुद्धा मोफत देत आहोत.'' - ईश्वरलालसेठला आणखीन एक बकरा मिळाल्याचा आनंद झाला होता.

असं म्हणून बाहेर जाऊन त्यानं एका व्यक्तीला फोन लावला आणि अस्खलित उर्दूत तो त्याच्याशी काहीतरी बोलू लागला आणि परत येऊन म्हणाला,

''मिळून जाईल साहेब. आणि अपस्तंभसाहेबांकडून आलं आहात म्हटल्यावर कंपनीनं तो चष्मा आणि संगणक तुम्हाला फुकटच द्यायचं ठरवलेलं आहे. असं करा आतल्या खोलीत जाऊन डोळ्याचा नंबर काढून घ्या म्हणजे चष्मा बनवायला बरं. पत्ता देऊन जा, सात दिवसांत घरपोच पाठवून देऊ.''

सगळ्याच हालचाली संशयास्पद वाटत होत्या. चष्मा आणि संगणक मिळाला की गुप्तहेर विभागाचे इन्स्पेक्टर सूर्यवंशी यांना भेटण्याचं सुधांशू यांनी निश्चित केलं होतं. सातव्या दिवशी सुबक अशा लहानशा लाकडी पेटीत तो सुंदरसा चष्मा आणि एक संगणक त्यांना प्राप्त झाला. हुबेहूब तसाच!

'इन्स्पेक्टर सूर्यवंशी साहेब, मी सुधांशू बोलतोय. चष्मा आणि संगणक मिळालेला आहे. डॉक्टर गणपतीसाहेबांची परवा भेटण्याची वेळ घेतली आहे. आपल्याला दिल्लीहून विमानानं अहमदाबादला निघायचं आहे. डॉक्टर गणपतीसाहेबांच्या केबिनमध्येच आपली गुप्त बैठक निश्चित

केली आहे.'' – सुधांशू यांच्या गुप्त हालचालींना आता वेग आला होता.

''ओके, डन.'' – इन्स्पेक्टर सूर्यवंशी यांनी होकार दिला.

***

रात्रीचे १० वाजले होते.

''डॉक्टरसाहेब, आत येऊ का?''गग

''यस कम इन, या बसा. काही त्रास नाही ना झाला. मी सेक्युरिटीला तसं सांगून ठेवलं होतं. वेळ जरा ऑड आहे ना. बोला.''

सुधांशू आणि सूर्यवंशी डॉक्टरसाहेबांच्या केबिनमध्ये स्थानापन्न झाले.

डबी उघडून सुधांशू यांनी डॉक्टरसाहेबांना चष्मा दाखवला. सोन्याचा तो चष्मा त्यांनी हातात घेतला, त्याचं वजन अजमावलं, त्याला चारही बाजूंनी फिरवून बघितलं, कड्यांवर बोटं फिरवून बघितली, आणि कड्यांच्या मागच्या टोकांवर असलेल्या बटणासारख्या दिसणाऱ्या संवेदकांवर त्यांची बोटं स्थिरावली. त्यांनी तो चष्मा परिधान करून बघितला. डोक्याच्या मागील भागावर कानामागच्या दोन उंचवट्यांवर ती बटणं स्थिरावली होती.

''आणि हे पार्सल कसलं आहे?'' – डॉक्टरांनी कुतुहलानं विचारलं.

''डॉक्टर, या चष्म्याबरोबर त्यांनी मला हा संगणकसुद्धा फुकट दिला आहे.''

''ओह, स्मार्ट कंपनी.'' असं काहीसं डॉक्टर पुटपुटले

आणि त्यांनी मोबाईलवर कोण्या एका स्त्रीला केबिनमध्ये बोलावून घेतलं.

"डॉक्टर, ही गुप्त सभा आहे. इथे चौथा कोणी कशाला पाहिजे!"– सुधांशूनं सावध केलं

"घाबरू नका, डॉ. मोना या कृत्रिम बुद्धिमत्ता या विषयातल्या तज्ज्ञ शास्त्रज्ञ आहेत. त्या आपल्या या टीमचा एक भाग असणार आहेत. आणि त्याच या सिस्टिमचा छडा लावणार आहेत.' – डॉक्टरांनी खुलासा केला.

"मे आय कमइन सर?" दार ठोठावत मोना दरवाजात उभ्याच होत्या.

"या मोना मॅडम, जॉइन अस. हे सुधांशू आणि हे इन्स्पेक्टर सूर्यवंशी." असं म्हणत डॉक्टरांनी तो चष्मा मोना मॅडमच्या हातात दिला. त्यांनीही तो बारकाईनं न्याहाळला आणि म्हणाल्या,

"यस, मला सांगा, अपस्तंभसाहेब हा चष्मा घालून संगणकाच्या पडद्यासमोर बसूनच काम करतात का?"

"बरोबर बोललात मॅडम. अहो, पूर्वी पुस्तकं वाचणारा हा माणूस एकाएकी संगणकवेडा झाला कसा, आणि तेही वयाच्या पंचाहत्तरीत?"

"ही ब्रेन-कम्प्युटर इंटरफेस तंत्रज्ञानाची कमाल आहे. पूर्वी केसाच्या धाग्याइतकी बारीक चिप त्या व्यक्तीच्या मेंदूत रोपित करावी लागत असे. परंतु सध्या अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाच्या साहाय्याने इंटरफेस तंत्राचा वापर करून चांगल्या किंवा वाईट भावना सांगणारे 'ब्रेन स्विच' आपल्या मर्जीनुसार आपण बदलू शकतो."

"पण मॅडम, हा संगणक कशासाठी?"

"हे न्यूरालिंक नावाचं कृत्रिम बुद्धिमत्ता तंत्रज्ञान आहे. यात नकारात्मक ज्ञान मिळवण्याची प्रक्रिया भावनेनं इतकी भारावून जाते की मेंदूत चाललेले विचार संगणकाच्या पडद्यावर शब्दांकित होतात."

"हे तर 'न्यूरो राईट्स' कायद्याचं उल्लंघन आहे. हा गुप्त हेरगिरीचा तर प्रकार नाही ना? ही बाब आंतरराष्ट्रीय सुरक्षेच्या दृष्टीनं अत्यंत गंभीर आहे." – इन्स्पेक्टर सूर्यवंशी म्हणाले.

"तसंच काहीसं, ठीक आहे, मी याची बारकाईनं तपासणी करते आणि मग आपण इतिहासतज्ज्ञ अप्पासाहेब अपस्तंभ यांच्या घरीच त्यांची प्रत्यक्ष भेट घेऊ या." – मॅडम म्हणाल्या.

"मॅडम, हे प्रकरण फार मोठ्या आंतरराष्ट्रीय षडयंत्रापर्यंत आपल्याला नेऊन पोहोचवू शकतं. हा चष्मा आणि हा संगणक मी आपल्याकडे सुपूर्द करतो."

"सुधांशूसर, काळजी करू नका. ते सुरक्षित राहील." – मोनाने सुधांशूला आश्वस्थ केलं.

***

"अरे, ये ये सुधांशू, बस. मिळाला का तुला चष्मा? हा चष्मा घालून तू संगणकावर काम करायला बसशील ना तेव्हा बघ कामाला कशी गती प्राप्त होते." असं म्हणून अप्पासाहेब थोडीशी मान वर करून समोर बघतात तो काय, त्यांना आणखीन तीन जण खोलीत शिरताना दिसले.

"सुधांशू, अरे ही कोण मित्रमंडळी बरोबर घेऊन आला आहेस?"

"हे डॉक्टर गणपती, हे इन्स्पेक्टर सूर्यवंशी आणि या शास्त्रज्ञ डॉ. मोना."

"बसा, बसा. आज एवढं मोठं कसलं काम काढलं माझ्यासारख्या निवृत्त इतिहासकाराकडे? माझ्या संशोधनाविषयी जाणून घ्यायचं आहे की काय?"

"सर, सरळच विषयाला हात घालतो. हा तुमचा चष्मा आणि संगणक म्हणजे एका षडयंत्राचा भाग आहे. तुमच्या भावनांवर तांत्रिकदृष्ट्या नियंत्रण प्राप्त केलं गेलं आहे. तुमचा चष्मा आणि संगणक यांच्या परस्परसंबंधातून कृत्रिम बुद्धिमत्तेचा आविष्कार डॉ. मोना मॅडम यांनी शोधून काढला आहे." सुधांशूनं विषय काढला.

"हे बघा, हे तंत्रज्ञान आहे वगैरे सगळं ठीक आहे, पण माझा माझ्या बुद्धीवर पूर्ण विश्वास आहे. मी विचार करू शकतो, माझा काही बुद्धिभ्रम झालेला नाहीये." – असं म्हणून अप्पासाहेब आम्ही काय म्हणतो आहे याकडे लक्ष द्यायला तयारच नव्हते.

"हे बघा अप्पासाहेब, तुम्हाला दिलेला हा चष्मा आणि संगणक म्हणजे तंत्रज्ञानाचा अतिप्रगत आविष्कार आहे. तुमच्या मेंदूमध्ये कुठलीही चिप रोपित न करता 'बिना रोपण' 'नॉन इन्वेसिव' तंत्रज्ञानानं कार्य करणारं हे एक छुपं अस्त्र आहे. बाहेरून आकर्षक दिसणाऱ्या या चष्म्याच्या कड्यांमधून आवश्यक ती यंत्रणा बसवलेली आहे. तुम्ही डोळ्यांवर चष्मा लावता, तेव्हा त्याच्या कड्यांचा तुमच्या मस्तिष्काच्या आत मागील बाजूला असलेल्या 'व्हिज्युअल कॉर्टेक्स'शी संपर्क होतो, आणि तेथूनच तुमच्या मेंदूवर नियंत्रणाची सुरुवात होते. तुमची प्रत्येक बौद्धिक हालचाल, विचार, मेंदूतून उमटणारे तरंग यांची नोंद संगणकावर घेतली जाते. प्रत्येक नोंदीचा अभ्यास करून त्याचे आकृतिबंध बनवले जातात. या आकृतिबंधांचा अभ्यास करून संगणकाद्वारे योग्य वेळी त्या मेंदूतल्या योग्य न्यूरॉनसना सूचना दिल्या जातात. म्हणजे चक्क नवे विचार तुमच्या मेंदूत

पेरले जातात. आणि मग तुम्ही त्यानुसार विचार करू लागता. यालाच 'ब्रेन स्विच' असं म्हणतात. अप्पासाहेब, तुमच्या बाबतीत असंच काहीसं झालेलं दिसतय.'' डॉ. मोना विस्तारानं सांगत होत्या.

''अहो, मोना मॅडम, तुम्ही या तरुण पिढीतल्या मुलं-मुली आहात. एकूणच भारताच्या स्वातंत्र्यसंग्रामाचा, विज्ञानाच्या प्रगतीचा इतिहास तुम्हाला माहीत आहे का? मला हे समजत नाहीये की माझ्या विचारांवर कोणी कसं नियंत्रण मिळवू शकेल? एखाद्याचे विचार बदलायला ती काय एखादी वस्तू आहे का? आता इतिहासाची पुनर्मांडणी करायची म्हणजे मला संदर्भ गोळा करण्यासाठी संगणकाशिवाय पर्यायच नाही म्हणून मी पुस्तकांकडून संगणकाकडे वळलो हे साधं तर्कशास्त्र आहे. यात कसला आला आहे 'ब्रेन स्विच'! माझा काही या तुमच्या विज्ञानावर विश्वास बसत नाही.'' – अप्पासाहेब आपला हट्ट सोडायला तयारच नव्हते.

अप्पासाहेब ऐकत नाहीत म्हटल्यावर सूर्यवंशींमधला इन्स्पेक्टर जागा झाला होता. आता सूत्र इन्स्पेक्टर सूर्यवंशी यांनी आपल्या हातात घेतली आणि म्हणाले, ''आम्हाला तुमच्या चष्म्याच्या कड्यांमध्ये डॉक्टर मोना म्हणतात तशाच प्रकारची यंत्रणा सापडली आहे. आठ महिन्यांपूर्वी तुम्ही संशोधनाला सुरुवात केली होती आणि चष्मा व संगणकसुद्धा तुम्हाला आठ महिन्यांपूर्वीच मिळाला होता, हा काही केवळ योगायोग नाहीये. तुम्ही चष्मा घातल्यावर तुमच्या नकळत त्या परदेशी कंपनीनं आपल्या देशाबद्दल नकारात्मक विचार पेरले असावे. आणि ते सूत्र पकडून तुमच्या संशोधनाला सुरुवात झाली असावी. तुम्ही इंटरनेट आणि सोशल मीडियावर तेच शोधत राहिलात. सर्च इंजिनच्या विशिष्ट कार्यसूचीमुळे अल्गोरिदम त्याला अधिक बळ मिळालं. तुम्ही त्या वादग्रस्त बाजूचा पुनःपुन्हा अभ्यास करत सुटलात. आपल्या देशाची सकारात्मक बाजू आपल्या समोर कधी येणारच नाही याचीही खबरदारी घेण्यात आली होती. एक 'देशाचा इतिहास' हा विषय सोडला तर इतर कुठलेही वावगे विचार तुमच्या मनात पेरले गेले नसावे. त्यामुळे देशाविषयीचा विचार वगळता तुमची वर्तणूक सामान्य आहे. म्हणून तसं विशेष असं कोणाच्या लक्षातसुद्धा आलं नाही. हेरगिरीच्या क्षेत्रात विज्ञानाच्या कक्षा खूप विस्तारलेल्या आहेत अप्पासाहेब!'

''सर, मी तुम्हाला जे ओळखतो, ते असं, की आपल्याच देशाच्या विरोधात बंड करून उभे राहण्याचा तुमचा स्वभाव कधीच नव्हता. राष्ट्रप्रेमाबद्दल तुमच्या मनातली तळमळ तुम्ही नेहमीच बोलून दाखवत असत. म्हणजे तुम्ही परिघावर कुठेतरी आहात हे या परदेशी कंपनीनं जाणलं असावं. आणि याचा फायदा या कथित यंत्रणेनं घेतला. तुमच्या मनात राष्ट्रद्रोही विचारांचं नक्कीच बीजारोपण केलं गेलं आहे.' – सुधांशूनं पुस्ती जोडली.

''अरे सुधांशू, माझा अजूनही विश्वास बसत नाहीये की माझ्या विचारांवर कोणी कसा काय कब्जा मिळवू शकतो? मलासुद्धा विचार प्रकटीकरणाचं स्वातंत्र्य आहे. प्रत्येक नाण्याला दोन बाजू असतातच. माझा मेंदू या संगणकाशी जोडला गेला आहे वगैरे गोष्टींवर माझा विश्वास नाही.'' आप्पासाहेब आपल्या विचारांवर ठाम होते.

आतापर्यंत चाललेल्या संवादाला जरा वेगळं वळण देत डॉक्टर गणपती चतुराईनं बोलू लागले. म्हणाले, ''अप्पासाहेब! यानिमित्त आपल्यासारख्या महान इतिहासकारची ओळख झाली हे मी माझं भाग्य समजतो. नाहीतर आम्ही २४ तास मेंदूची शल्यकर्म करणारी यंत्रं आहोत. लहान तोंडी मोठा घास घेतो, पण जीवनाचं हे तत्त्वज्ञान नक्की अंगिकारा. 'या जगात कोणालाही फुकट जेवण मिळत नाही. एखाद्या वस्तूसाठी आपण पैसे मोजत नसाल तर नक्की समजा की आपणच एखाद्याच्या हातातली वस्तू झालो आहोत. विचार करा, मी काय म्हणतो आहे त्याच्यावर.''

''हं,... बरोबर आहे डॉक्टरसाहेब तुम्ही म्हणता ते.'' एक दीर्घ श्वास टाकून अप्पासाहेब म्हणाले, ''गेल्या दहा महिन्यांपासून ते लोक माझ्या मागावर होते. प्रत्येकाचे स्वविचार याच्याइतकी दुसरी खाजगी मालमत्ता असूच शकत नाही, पण त्यांनी चक्क माझ्या विचारांचीच चोरी केली! हा तर माझ्या विचारस्वातंत्र्यावरच घाला घातला गेला आहे. माझा स्थायी स्वभाव आणि मूळ ओळखच मी विसरून गेलो होतो. नाही नाही, मुळीच नाही, 'तो मी नव्हेच'.

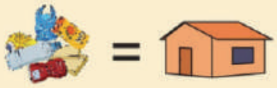
दारावर सबइन्स्पेक्टर यांनी काठीनं ठक... ठक... केलं. ''सर, ईश्वरलालसेठ आणि त्यांच्या टोळक्याला अटक झाली आहे. स्टिंग ऑपरेशन इज कंप्लिट.''

अभिनंदन करत इन्स्पेक्टर सूर्यवंशीच्या चेहऱ्यावर हास्य विलसत होतं.

गंभीर वातावरण आता निवळलं होतं. अप्पासाहेब आता मोकळेपणानं हसताना बघून सगळ्यांना हायसं वाटलं. शकुंतलाताई इतक्यात फराळाचं घेऊन आल्याच. गरमागरम चहा घेत सगळेच हास्यकल्लोळात सामील झाले.

– **रंजन गर्गे**
ranjan.garge@gmail.com

DO YOU KNOW?

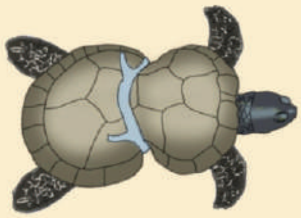


We generate more than 800 tonnes of waste every day in Goa.
This is equivalent to 800 classrooms full of garbage per day.

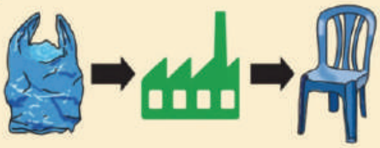
When we carelessly generate mixed waste, a toxic liquid called 'leachate' leaks out of it. This liquid is dangerous to humans & the environment too. Leachate is polluting our drinking water.

Do you know that energy can & should be produced from waste? But only when you segregate your waste properly!

The burning of plastic generates dangerous gaseous substances such as 'dioxins' & 'furans', they can cause diseases like cancer. So, burning of waste is bad for our health and is illegal too.



Thousands of animals & marine life die every year due to us, carelessly throwing waste onto the land and into water bodies.



85% of the waste we produce could be recycled. This means that it will not end up in a landfill or dumpsite.

You don't need to just rely on the Panchayat, you can also give your waste directly to a recycler.

NEED ASSISTANCE? YOU MAY PLEASE GET IN TOUCH WITH...

Goa Waste Management Corporation, Saligao
for assistance or more information on waste managment or to book your visit to Saligao Solid Waste Managment Facility -
Shashank Dessai - 9923326872 Samir Natekar - 9922815596
Email: contact@zerowastegoa.com

Zero Waste Goa

WASTE CATEGORIES

Wet

Waste that can decompose.
Leftover food
Spoilt food
Fruit & Vegetable peels
Milk products
Seafood waste
Fish bones
Meat bones
Egg-shells,
Hair
Coconut shell & husk
Dead animals
Soiled paper
Garden waste.

(Composting unit)

Recyclable Dry Waste

Waste which does not decompose but can be recycled.

Paper & Cardboard	Plastic	Glass & Metal
News Paper, Paper, Paper-cups & plates, Cardboard box, TetraPak	*Plastic bottles, cups, bags, containers & Hard plastic*	*Glass, glass bottle, Aluminium foil, All kind of metal*

Non Recyclable Waste

Waste which does not decompose & can't be recycled.

Thermocol, Chips packet, Rubber items, Cloth, Rexine, Leather, Vinyl

WHAT CAN I DO?

TIPS TO BE A GREAT WASTE WARRIOR

If you follow these tips, you can be a true waste warrior & reduce the amount of trash that ends up in landfills & dumpsites.

A) **REFUSE** – do not accept plastic bottles, straws, unnecessary packaging.

REDUCE - your own waste
REUSE-whatever you can
RECYCLE-the rest, is always best!

B)Identify the nearest recycler (**Kabadiwala**) or authorised person from your panchayat & hand over your waste to them. You could even earn some pocket money by selling your recyclable items to a recycler.

C)Shop from your local grocery shop & remember to bring your own shopping bag instead of asking for a plastic bag.

D)Carry your own reusable bags, water bottle & tiffin when you go out.

E)Do not litter. Never throw ANY wrapper or garbage into the open. It is **illegal**, a danger to life & looks terrible too. **Put** your waste away until you find a bin or get back home.

F)If you notice others littering, politely teach them not to litter.

G)Find out where your parents dispose your family's waste & teach them some best practices for responsible waste disposal.

DO YOU KNOW?

We generate more than 800 tonnes of waste every day in Goa. This is equivalent to 800 classrooms full of garbage per day.

When we carelessly generate mixed waste, a toxic liquid called 'leachate' leaks out of it. This liquid is dangerous to humans & the environment too. Leachate is polluting our drinking water.

The burning of plastic generates dangerous gaseous substances such as 'dioxins' & 'furans', they can cause diseases like cancer. So, burning of waste is bad for our health and is illegal too.

Zero Waste Goa

NEED ASSISTANCE? YOU MAY PLEASE GET IN TOUCH WITH...

Goa Waste Management Corporation, Saligao
for assistance or more information on waste managment or to book your visit to Saligao Solid Waste Managment Facility -
Shashank Dessai - 9923326872   Samir Natekar - 9922815596
Email: contact@zerowastegoa.com