मार्च २०२५

सृष्टिज्ञान

ध्यास- मराठीतून विज्ञान आणि तंत्रज्ञान प्रसाराचा

Srishtidnyan Vol. 98 | Issue : III Monthly | Price Rs. 50/- वर्ष ९८ | अंक ३ | फाल्गुन-चैत्र सौर वर्ष १९४६-४७ | क्रमांक ११५७ रु. ५०/-

मुली शास्त्रज्ञ कशा बनतात?

सफरचंद शेतीचा नवा आयाम
पान ०५

अनावृत्तबीज वनस्पती
पान १०

हवा जागा व्यापते हे दाखवणारा प्रयोग
पान ३२

MKCL
॥ ज्ञानदीप लावू जगी ॥
www.mkcl.org

MS-CIT ने केली किमया, दाखवली मला AI ची नवी दुनिया!

MS-CIT मध्ये 100 AI Tools शिकून मी झालो 1000 पट स्मार्ट!

MS Office मध्ये AI वापरुन मी झाले सुपरस्मार्ट!!

MS-CIT

आंतरराष्ट्रीय दर्जाचा परिपूर्ण कंप्यूटर कोर्स

आर्टिफिशिअल इंटेलिजन्स (AI) च्या युगात वावरण्याचा आत्मविश्वास!

mscit.mkcl.org

सृष्टिज्ञान

ध्यास- मराठीतून विज्ञान
आणि तंत्रज्ञान प्रसाराचा

वर्ष ९८ - अंक ३ रा- मार्च २०२५

फाल्गुन -चैत्र भारतीय सौर वर्ष १९४६-४७

ISSN No. 2456-21 14

संस्थापक
कै. प्रा. गो. रा. परांजपे
कै. डॉ. दि. धों. कर्वे
कै. प्रा. स. बा. हुदलीकर

मार्गदर्शक
डॉ. रघुनाथ माशेलकर
डॉ. अनिल काकोडकर
डॉ. विजय भटकर
डॉ. शेखर मांडे

सल्लागार
ले. ज. डॉ. माधुरी कानिटकर
डॉ. भूषण पटवर्धन
डॉ. क. कृ. क्षीरसागर
श्री. र. वि. कुलकर्णी
श्री. रमेश दाते

संपादक
श्री. अभिजित मुळ्ये

सहसंपादक
डॉ. चैतन्य गिरी
डॉ. जयंत जोशी

संचालक
डॉ. नितीन करमळकर
डॉ. कौस्तुभ साखरे
डॉ. मानसी माळगावकर
श्री. अभिषेक कुलकर्णी
डॉ. कीर्ती बडवे

मुखपृष्ठ मांडणी व सजावट :
मिडिया व्हिजन, पुणे

अंकाची किंमत : रु. ५०.००
वार्षिक वर्गणी : रु. ६००.००
त्रैवार्षिक वर्गणी : रु. १५००.००

या अंकातील लेख त्या त्या विषयांतील तज्ज्ञांनी लिहिलेले आहेत. महाराष्ट्र राज्य साहित्य आणि संस्कृती मंडळाने या नियतकालिकाच्या प्रकाशनार्थ अनुदान दिले असले तरी या नियतकालिकातील लेखकांच्या विचारांशी मंडळ व शासन सहमत असेलच असे नाही

अनुक्रमणिका

■ संपादकीय ०४

मुली शास्त्रज्ञ कशा बनतात?!

रुचिरा सावंत..१४

■ सफरचंद शेतीचा नवा आयाम .... डॉ. अरविंद रानडे ०५
■ बौधायन ते मानव .... किरण बर्वे.................... ०८
■ अनावृत्तबीज वनस्पती............................ डॉ. पुरुषोत्तम काळे १०
■ अभारतीय अवैज्ञानिक परंपरांचा उद्गाता............ आनंद घैसास १२
■ यशोगाथा महिला शास्त्रज्ञांच्या .... डॉ. लीना बावडेकर २१
■ भारतीय हवामानशास्त्राच्या विकासातील महिला शास्त्रज्ञांचा सहभाग .... अनघा शिराळकर २६
■ हवा जागा व्यापते हे दाखवणारा प्रयोग .... डॉ. जयंत वसंत जोशी........ ३२
■ ५० वर्षांपूर्वी.. ३४

प्रिय वाचकहो,
आपल्या आवडत्या 'सृष्टिज्ञान' मासिकाची वार्षिक वर्गणीचे दर यापुढे ₹ ५०० ऐवजी ₹ ६०० असणार आहेत, याची कृपया सर्व वाचकांनी नोंद घ्यावी. सातत्याने वाढता मुद्रण खर्च, कागदाचे दर आणि वितरण खर्च लक्षात घेता, विशेषतः कुरिअर सेवांची शुल्कवाढ लक्षात घेता, मासिक आपल्यापर्यंत वेळेत आणि सुरक्षित पोहोचवण्यात होणारा अधिकचा खर्च लक्षात घेता हा बदल केलेला आहे. अंकाची केवळ वार्षिक वर्गणीची रक्कम बदललेली आहे. किरकोळ अंकाची किंमत बदललेली नाही, याचीही वाचकांनी दखल घ्यावी.
- व्यवस्थापन मंडळ, सृष्टिज्ञान.

SRISHTIDNYAN (RNI No. 21321/ 1973) 'Srishtidnyan' Monthly magazine **owned by Vidnyan Bharti Pune, Printed by Shailendra Borkar** of Sanwad Trade Prints at 595, Shaniwar Peth, Pune- 411002 and **Published by Dr. Manasi Malagaonkar** at 1261, Shukarwar Peth, Subhashnagar, Pune 411002 **Editor- Abhijit Mulye**

सृष्टिज्ञान हे मासिक मालक विज्ञान भारती, पुणे यांच्याकरिता मुद्रक **शैलेंद्र बोरकर** यांनी संवाद ट्रेड प्रिंट्स, ५९५ शनिवार पेठ, पुणे ४११००२ येथे छापले आणि प्रकाशक **डॉ. मानसी माळगांवकर** यांनी विज्ञान भारती, १२६१ शुक्रवार पेठ, काशी निवास, सुभाषनगर, गल्ली क्र. ६, पुणे ४११००२ येथे प्रसिद्ध केले. **संपादक : अभिजित मुळ्ये**

विज्ञान क्षेत्रातील महिला शक्ती !

'मुलगी शिकली, प्रगती झाली' हे सरकारी योजनेचं घोषवाक्य खूप अर्थपूर्ण आहे. सामाजिक विकासात महिलांची भूमिका अत्यंत महत्त्वाची असते आणि आपल्या आयुष्यावर प्रभाव पाडणाऱ्या पर्यायांची निवड करण्याचे स्वातंत्र्य आपल्याला आहे, असा भाव महिलांमध्ये विकसीत होणे म्हणजे त्यांचे सबलीकरण, ही आता सर्वमान्य तत्त्वे आहेत. अशा सक्षम, सबल महिला घरात आणि बाहेरही आपले आयुष्य अधिक जोमदारपणे जगू शकतात, त्यांच्या आयुष्यावर प्रभाव पाडणाऱ्या निर्णयांवर त्यांचे अधिक नियंत्रण असते आणि त्या साऱ्यातून सबल समाज व राष्ट्रनिर्मितीची शक्यता वाढते. विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाबद्दलही आपल्याला असेच काहीसे म्हणता येऊ शकेल. विज्ञान-तंत्रज्ञानाची माहिती असेल तर योग्य पर्याय निवडले जातात आणि त्यातून मानवकल्याण व विकासासाठीचे मार्ग खुले होतात. पण, विज्ञाना-तंत्रज्ञानाचे लाभ समाजाला खऱ्या अर्थाने होण्यासाठीही विज्ञान समजून घेण्यासाठी समाजाची एक क्षमता विकसीत व्हावी लागते. 'मुलगी शिकली, प्रगती झाली' या घोषवाक्यातून हीच समाजाची प्राथमिक क्षमता वाढवण्याचा संदेश दिला जातो. मार्च महिन्याच्या या अंकाची मुखपृष्ठ कथा या संदर्भात एक पाऊल पुढे टाकणारी आहे. विज्ञान, तंत्रज्ञान, अभियांत्रिकी आणि गणित ही क्षेत्रं पारंपरिकदृष्ट्या पुरुषांची मक्तेदारी असलेली क्षेत्रं मानली जातात. या क्षेत्रांत धडाडीने पाय रोवून उभे राहणाऱ्या विविध वयोगटांतल्या महिलांची ओळख या अंकातून करून देण्याचा प्रयत्न आम्ही केलेला आहे. मुलींनी शिक्षण घेणं आणि थेट शास्त्रज्ञ बनणं हे अजूनही आपल्याकडे एक अप्रुप आहे. हे घडून यायचं असेल तर त्या मुलींना कोणकोणत्या अनुभवांना, आव्हानांना सामोरं जावं लागतं, याचा वेध घेण्याचा प्रयत्न या मुखपृष्ठ कथेत केलेला आहे. सध्या शाळांमध्ये शिकणाऱ्या विद्यार्थिनींना महिला शास्त्रज्ञांच्या या गोष्टी प्रेरक वाटतील, अशी आशा आहे. गेल्या पंधरा-वीस वर्षांत विज्ञान संशोधनाच्या विविध क्षेत्रांमध्ये कार्यरत असलेल्या कर्तृत्ववान महिलांच्या कार्याची ओळख करून देण्याचा प्रयत्न अन्य एका लेखात आहे. तर विशेषतः हवामान खात्यासारख्या आव्हानांनी भरलेल्या आणि तुलनेने रुक्ष सरकारी विभागात विज्ञानाचे हे क्षेत्र समृद्ध करण्यासाठी राबलेल्या आजी-माजी शास्त्रज्ञ महिलांची ओळख करून देणारा लेखही या अंकात आहे.

त्या व्यतिरिक्त परंपरिक भारतीय ज्ञान-विज्ञान आणि शालेय विज्ञान शिक्षण यांना पुरक ठरणारी नेहमीची सदरे आहेतच. पारंपरिक भारतीय भूमितीची माहिती देणाऱ्या सदराचा शेवटचा लेख या अंकात प्रसिद्ध होत आहे. पुढल्या अंकापासून त्या जागी एक नवे सदर वाचकांच्या भेटीला येईल. तोवर नमस्कार.

हा अंक कसा वाटला, जरूर कळवा.

सफरचंद शेतीचा नवा आयाम

नॅशनल इनोव्हेशन फाउन्डेशनचे इनोव्हेटर हरिमन शर्मा यांना यंदा पद्मश्री पुरस्कार घोषित झाला आहे. कमी थंड प्रदेशात फळे देणारी सफरचंदाची जात त्यांनी विकसीत केली. या जातीमुळे भारताच्या सफरचंद उद्योगाचे सारे चित्रच बदलून जाऊ शकते. आयातीवरचा भर कमी होऊ शकतो, शेतकऱ्यांचे उत्पन्न वाढू शकते आणि पोषण सुरक्षेस चालना मिळू शकते. सर्वांत महत्त्वाचे म्हणजे, त्यामुळे पारंपरिक कृषी ज्ञानाकडे नव्या दृष्टिकोनातून पाहणे भाग पाडते...

डॉ. अरविंद रानडे

भारतात परंपरागत पद्धतीची सफरचंदाची शेती हिमाचल प्रदेश, जम्मू-कश्मीर आणि उत्तराखंड या समशीतोष्ण हवामान असलेल्या प्रदेशांपुरती मर्यादित होती. याचं कारण म्हणजे पारंपरिक जातींना योग्यप्रकारे फूल व फळ धारणेसाठी ८०० ते १००० तास तास ७ अंश से. पेक्षा कमी तापमान लागतं. त्यामुळे सफरचंदाची शेती फक्त उंचावरील भागांपुरती मर्यादित राहिली. देशाच्या बहुतांश भागांमध्ये सफरचंदाची लागवड करणं तेव्हा अशक्यच होतं. मात्र, तुलनेनं कमी थंड हवामानात उगवणाऱ्या आणि स्वपरागण करणाऱ्या एचआरएमएन-९९ (HRMN-99) ही सफरचंदाची जात विकसीत झाल्यामुळे भारतातील फळशेतीत मोठा बदल घडतो आहे. हिमाचल प्रदेशातील

हरिमन शर्मा, जे नॅशनल इनोवेशन फाउंडेशन-इंडियाच्या पाठिंब्याने एक इनोव्हेटर म्हणून काम करतात, यांना या वर्षी पद्मश्री पुरस्काराने सन्मानित करण्यात आले आहे.

एचआरएमएन-९९ ही जात ४५ अंश से. पर्यंतच्या तापमानातही व्यवस्थीत तगू शकते. त्यामुळे उष्णकटिबंधीय आणि उपोष्णकटिबंधीय प्रदेशातही सफरचंदाचे पीक आता घेता येऊ शकते. परपरागणाची आवश्यकता नसल्याने यात मधमाशांवर अवलंबून राहण्याची गरजही कमी होते. लागवडीनंतर दोन-तीन वर्षांत फळधारणा, शेती-हवामान लवचिकता आणि सफरचंदाच्या पिकात सामान्यतः होणाऱ्या स्कॅब रोगास प्रतिकार, ही सफरचंदाच्या या नव्या जातीची आणखी काही महत्त्वाची वैशिष्ट्ये आहेत. हा आमूलाग्र बदल फक्त फळशेतीसाठीच नव्हे, तर भारतीय कृषी क्षेत्रासाठी देखील एक नवीन शक्यता दर्शविणारा आहे. यामुळे भारताचे सफरचंदाच्या आयातीवरील अवलंबित्व कमी होऊ शकते आणि पारंपरिक प्रदेशांबाहेरील शेतकऱ्यांना आपल्या पिकांमध्ये विविधता आणण्याची संधी मिळू शकते.

वैज्ञानिक आधार आणि कृषी क्षेत्रावरील परिणाम

एचआरएमएन-९९ ला दीर्घकाळ थंड हवामानाची आवश्यकता नसते. ही अनुकूलता अनुवांशिक गुणधर्मांमुळे आहे. तिच्या स्वपरागण क्षमतेमुळे उत्पादन अधिक वाढते. मधमाश्यांची घटती संख्या हा सध्या जागतिक पातळीवर चिंतेचा विषय बनलेला असताना, स्वपरागण करणारी सफरचंदाची ही जात शेतकऱ्यांना मोठाच दिलासा आहे. या अनुकूलतेमुळे बिहार, ‘झारखंड, मध्यप्रदेश, महाराष्ट्र, गुजरात आणि अगदी दक्षिण भारतातील काही भागांतही सफरचंदाचे पीक घेता येण्याची शक्यता निर्माण झाली आहे.

शेतीच्या दृष्टिकोनातून ही जात पीक पद्धतीत एक मोठा बदल घडवून आणू शकते. उष्णकटिबंधीय आणि उपोष्णकटिबंधीय भागांत पारंपरिकपणे कमी बाजारमूल्य असलेली पिके घेतली जातात. सफरचंदाच्या या नव्या जातीमुळे आता त्यांना उच्च बाजारमूल्य असलेल्या बागायती पिकांकडे वळण्याचा पर्याय उपलब्ध झाला आहे. हा बदल फक्त शेतकऱ्यांच्या उत्पन्नात वाढ करणाराच नव्हे, तर पाणी आणि जमीनीसारख्या संसाधनांच्या कार्यक्षम वापराला चालना देणारा ठरेल.

आर्थिक प्रभाव

भारत हा जगातील दुसऱ्या क्रमांकाचा फळ उत्पादक देश असला तरी उच्च बाजारमूल्य असलेल्या फळांसंदर्भात, विशेषतः सफरचंदांसंदर्भात, प्रामुख्याने आयातीवर अवलंबून आहे. २०२३-२४ या वर्षात भारताने ४.१०ते ५.१० लाख टन सफरचंदचे आयात केली, तर २०२२-२३ या वर्षात हा आकडा ३.७० लाख टन होता. ही आयात मुख्यतः अमेरिका, इराण आणि तुर्कस्तानातून केली गेली. अशा आयातीवरील अवलंबित्व व्यापार संतुलनावर नकारात्मक परिणाम करणारे ठरतेच, शिवाय सरासरी भारतीयांना सफरचंदे अधिक महाग मिळतात. पण, एचआरएमएन-९९ ही सफरचंदाची जात देशातील २९ राज्यांमध्ये वाढू शकणारी आहे. उत्तम दर्जाचे सफरचंदे स्थानिक स्तरावर कमी खर्चात उपलब्ध होणे हे आर्थिकदृष्ट्या दुर्बल घटकांमधील पोषण सुरक्षा सुधारण्यास महत्त्वाचे ठरू शकते.

आर्थिक दृष्टिकोनातून, एचआरएमएन-९९ मुळे शेतकऱ्यांना उत्पन्नाचे पर्यायी साधन उपलब्ध होऊ शकते. ही जात प्रति झाड प्रति वर्ष सुमारे ७५ किलोपर्यंत फळं देते. पारंपरिक जातींच्या तुलनेत एचआरएमएन-९९ ला पाणी व अन्य निविष्ठांची गरज कमी असते. त्यामुळे उत्पादन खर्चात घट होऊन शेतकऱ्यांच्या हाती अधिक पैसा खेळू शकतो. एचआरएमएन-९९ च्या या आर्थिक प्रभावाचे सकारात्मक परिणाम बिहार, मध्य प्रदेश आणि छत्तीसगडसारख्या राज्यांमध्ये दिसून येत आहेत. तिथे या जातीच्या लागवडीमुळे उत्पन्न वाढ झाल्याचे आणि जीवनमान सुधारल्याचे अहवाल शेतकऱ्यांनी दिले आहेत. पिकांच्या विविधीकरणाला चालना देऊन ही जात शेतकऱ्यांची पारंपरिक पिकांवरील अवलंबित्व कमी करते. पारंपरिक पिके अनेकदा बाजारातील अस्थिरता आणि हवामान बदलांप्रती अधिक संवेदनशील असतात. त्या तुलनेत एचआरएमएन-९९ ची विक्री ८० ते १०० रुपये किलो या दराने केल्यानंतरही सफरचंद विक्रीतून एकूण शेती उत्पन्नात ३० ते ५० टक्के वाढ झाल्याचे गैर-पारंपरिक

क्षेत्रांमधील शेतकऱ्यांनी नोंदविले आहे.

नॅशनल इनोव्हेशन फाउंडेशनची भूमिका

नॅशनल इनोव्हेशन फाउन्डेशनने २०१२ साली एचआरएमएन-९९ या जातीच्या विशेषतेची दखल घेतली आणि तिचे वैज्ञानिक प्रमाणीकरण करण्यासाठी व्यापक सहकार्य केले. या प्रक्रियेमध्ये रेण्वीय अभ्यास, फळांची गुणवत्ता चाचणी आणि बहु-स्थानिय चाचण्या (multi-location trials) यांचा समावेश होता, ज्याचे आयोजन भारतीय कृषी संशोधन परिषद (आयसीएआर), कृषी विज्ञान केंद्रे आणि विविध राज्यांतील कृषी विद्यापीठे यांच्या सहकार्याने करण्यात आले. या चाचण्यांमुळे हे सिद्ध झाले की सफरचंदाची एचआरएमएन-९९ ही जात आनुवंशिकदृष्ट्या विशेष आहे आणि विविध प्रकारच्या हवामानाच्या परिस्थितींशी सुसंगत आहे. या वैज्ञानिक प्रमाणीकरणामुळे शेतकरी, बागायती तज्ज्ञ आणि धोरणकर्त्यांचा विश्वास संपादन केला. त्यातून एचआरएमएन-९९ च्या मोठ्या प्रमाणात स्वीकाराला प्रोत्साहन मिळाले. संफरचंदाच्या या जातीची 'प्लांट व्हरायटीज अँड फार्मर्स राइट्स प्रोटेक्शन ऑथोरिटी'कडे (PPV & FRA) नोंदणी व्हावी यासाठी देखील एनआयएफने सुविधा पुरवली. या नोंदणीमुळे हरिमन शर्मा यांना बौद्धिक संपदा अधिकार प्राप्त झाले आणि त्यांच्या नव्या जातीला कायदेशीर संरक्षण मिळाले. यातून भारतातील स्थानिक पातळीवरील नवकल्पनांसाठी प्रेरणादायक उदाहरण निर्माण झाले आहे.

एचआरएमएन-९९ ही केवळ एक स्थानिक समाधानात्मक जात नाही; तर ती जागतिक स्तरावर देखील मोठ्या प्रमाणात महत्त्वपूर्ण ठरू शकते. आफ्रिका, मध्य पूर्व आणि लॅटिन अमेरिका या भागांमध्येही भारतासारखी शुष्क आणि अर्ध-शुष्क हवामानातील कृषी- हवामानशास्त्रीय आव्हाने आहेत. एचआरएमएन-९९ च्या बियाण्यांची निर्यात व तंत्रज्ञान सामायिकीकरणाला चालना देऊन त्या माध्यमातून भारताची कृषी-कूटनीती बळकट केली जाऊ शकते. त्यातून कृषी निर्यातीचे नवे मार्ग खुले होऊ शकतात आणि आत्मनिर्भरतेलाही चालना मिळू शकेल. जमीनी पातळीवरील

नवकल्पना गुंतागुंतीच्या कृषी आव्हानांवर प्रभावी उपाय देऊ शकतात आणि आत्मनिर्भर भारताच्या दिशेने एक भक्कम पाऊल उचलू शकतात, हेच एचआरएमएन-९९ मुळे सिद्ध होते. शेतकऱ्यांच्या नेतृत्वाखालील संशोधन जेव्हा वैज्ञानिकदृष्ट्या प्रमाणित होऊन त्याला प्रभावी धोरणांनी पाठिंबा दिला जातो तेव्हा त्यात कृषी क्षेत्राचा चेहरामोहरा पूर्णपणे बदलण्याची क्षमता निर्माण होते, हेच यातून दिसून येते. अशा नवकल्पना उचलून धरण्यात एनआयएफची भूमिका देशात महत्त्वाची आहे. त्यातून कृषी विकासाचा ऊर्ध्वगामी मार्ग बळकट होतो.

(लेखक नॅशनल इनोव्हेशन फाउन्डेशनचे संचालक आहेत.)

बौधायन ते मानव

बौधायन शुल्ब सूत्रातील त्या काळाच्या मानाने प्रगत रचनांचा अभ्यास करीत त्यांचे गणितातील महत्व समजून घेणे आपल्या देशात गणितात प्राचीन काळी झालेल्या मोठ्या प्रगतीची माहिती असणे या दृष्टीने आवश्यक आहेच. पण, संशोधनासाठी साधने जवळपास नसताना अगोदर भूमितीचे ज्ञान आणि नंतर वेदी रचनेचे तंत्र विकसित करण्याचे काम आपल्या पूर्वजांनी कसे केले याचा अभ्यास प्रेरक ठरू शकेल.

किरण बर्वे

या लेखमालेत आत्तापर्यंत आपण बौधायन शुल्ब सूत्रातील काही भौमितिक रचनांचा अभ्यास केला. एकूण चार शुल्ब सूत्रे आहेत बौधायन, कात्यायन, आपस्तंब आणि मानव. या प्रत्येक शुल्ब सूत्रात दिलेल्या राचानाम्ध्ये थोडे थोडे वेगळेपण आहे. मात्र रचना या चौरस, काढणे आणि वर्ग ते आयात, वर्ग ते वर्तुळ आणि वर्तुळ ते वर्ग, दोन वर्गांची बेरीज, वजाबाकी हीच आहेत. हे बदल प्रामुख्याने वेदी अधिक सुलभपणे रचता यावी या साठी केले आहेत. त्यामुळे या शुल्ब सूत्रांचा स्वतंत्रपणे विचार न करता आपण सूत्रांची, रचनांची थोडी तुलना करू. किंबहुना एक आढावा फक्त घेऊ. या लेखमालेचा उद्देश्य प्राचीन भारतीय भूमितीची ओळख करून देणे आहे. जिज्ञासूनी अधिक अभ्यास करावा.

ही सूत्रे फक्त कृतींची माहिती देणारी केवळ मॅन्युअल्स आहेत की त्यात भूमितीचा स्वतंत्रपणाने अभ्यास केला आहे? हा या सूत्रांबाद्दल पुनःपुन्हा विचारला जाणारा प्रश्न आहे. या सूत्रांत विशिष्ट रचनांसाठी दिलेल्या क्रमशः सूचना आहेत, हे खरेच आहे. मात्र, या क्रियांसाठी लागणारी भूमिती त्या काळाच्या मानाने विलक्षण प्रगत आहे. त्याचबरोबर काही रचना सुधारण्याचा हेतू वेडीन्च्या रचनेतील सुलभता हा नसून कुतूहल आणि अचूकातेकडे वाटचाल हा सुद्धा आहे.

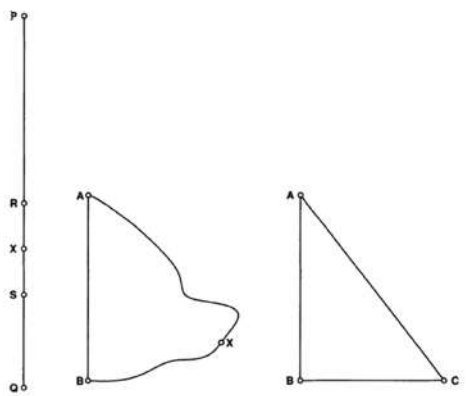
भुजांची मापे ३, ४ आणि ५ असतील तर तो त्रिकोण काटकोन असतो, हे त्या वेळी माहीत होते आणि तत्कालीन बहुतेक सर्व संस्कृतींनी या गुणधर्माचा वापर करून काटकोन त्रिकोण आणि काटकोन काढले आहेत. अर्थातच पुढचा प्रश्न अजून अशी कोणत्या संख्याची त्रिकुटे आहेत हा होता. बॅबिलोनिअन, चीनी संस्कृतींनीसुद्धा या प्रकारची त्रिकुटे शोधली होती व त्यातील काहींचा उल्लेख बौधायन पायथागोरस प्रमेयाविषयी चर्चा करताना केला होता. खालील सारीणीमध्ये शुल्ब सूत्रातील त्रिकुटे दिली आहेत.

सर्वसाधारणपणे त्रिकुटांचा उल्लेख विशिष्ट रचनेच्या अनुषंगाने केला गेला आहे. मात्र, दोन विशेष बाबी आवर्जून नमूद करायला हव्यात. चारही सूत्रांमध्ये ३/४ क्ष, क्ष; ५/४ क्ष असे सूत्र पायथागोरेअन त्रिकुटांच्यासाठी दिले गेले आहे. म्हणजेच विविध त्रिकुटे तयार करता येतात. खरे म्हणजे अनंत त्रिकुटे करता येतात. या सूत्राचे वैशिष्ट्य म्हणजे अपूर्णांकांचा वापर केला आहे. एका दोरीचे चार भाग करा आणि त्यातील तीन घ्या रीतीने सहसा मांडलेले आहे. अपूर्णांक स्वरूपातील अंतर हे दोरीचे भाग करून काढता येतील, या पद्धतीने मांडलेले आहे. दोरीची लांबी कोणतीही असली तरी या प्रकाराने काटकोन त्रिकोण काढता येईल हे सांगितले आहे. दुसरा पैलू हा की इथे समरूपतेची कल्पना अप्रत्यक्ष रीतीने वापरली आहे.

प्रथम काटकोन त्रिकोण काढण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या न्यान चान पद्धतीची आपण थोडक्यात उजळणी करू. या मालिकेतील चौथ्या लेखात आपण काटकोन त्रिकोण काढण्याच्या या न्यान चान पद्धतीचा अभ्यास केला होता.

बौधायन	आपस्तंब	मानव
३,४,५ (१.४९)	३,४,५ (५.७)	*
५,१२,१३(१.४९)	५,१२,१३ (५.१०)	१५,३६,३९ (१०.१.३.४)
८,१५,१७(१.४९)	८,१५,१७ (५.१३)	
१२,३५,३७ (१.४९)	१२,३५,३७ (५.१६)	
१५,३६,३९(१.४९)	१५,३६,३९ (५.५)	१५,३६,३९ (१०.१.३.४)
७,२४,२५ (१.४९)		
३/४ क्ष,क्ष; ५/४ क्ष (१.३२ -३५)	३/४ क्ष ,क्ष ; ५/४ क्ष (१.७)	३/४ क्ष ,क्ष ; ५/४ क्ष (१०.१.१.११-१२)
५/१२क्ष, क्ष , १३/१२ क्ष (१.४२-४४)	५/१२क्ष, क्ष , १३/१२ क्ष (१.४२-४४)	

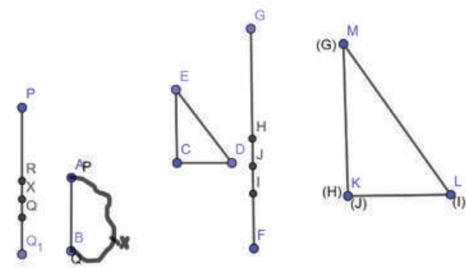
(कंसातील आकडे त्या शुल्ब सूत्रातील अध्याय/भागातील श्लोक क्रमांक दाखवत आहेत)



(ही आकृती Geometry in the Sulvasutras, Prof S. G. Dani या शोध निबंधातून घेतली आहे.)

एका दोरीचे प्रथम अर्धा, मग त्या अर्ध्याच अर्धा आणि या १/४ भागाचा अर्धा म्हणजे १/८ तयार केले आहेत. PX म्हणजे दोरीचा ५/८ भाग आणि XQ ३/८ भाग आहे. मग या दोरीच्या अर्ध्या भाग एवढी दोरी घ्यावी. आता या तीन भागांचे गुणोत्तर ३ : ४ : ५ असे आहे. ३, ४ आणि ५ हे पायथागोरसचे त्रिकुट आहे, म्हणजेच ३२ + ४२ = ५२ या ३, ४ आणि ५ बाजू असलेल्या त्रिकोणातील ३ आणि ४ लांबीच्या बाजूंच्या मधला कोण ९० अंशाचा, काटकोन, असतो. म्हणजेच या पद्धतीने त्या वेळी गणीतीनी काटकोन काढण्याची एक सोपी पद्धत तयार केली.

वरील पद्धतीमध्ये दोरीची लांबी निश्चित केलेली नाही. वेगवेगळ्या लांबीच्या दोरीसाठी ही पद्धत वापरून काटकोनच तयार होतील. हेच खालील आकृतीत दाखवले आहे.



वर आकृतीत दाखवल्यानुसार न्यान चान पद्धतीने काटकोन त्रिकोण काढले आहेत. दोरीची लांबी लहान मोठी असल्यामुळे लहान, मोठे त्रिकोण तयार झाले आहेत. मात्र, सूत्रकार त्यांच्या रचनेतील काटकोन काढणे तसेच दोन लाम्बींचे गुणोत्तर ठरवताना कोणत्याही त्रिकोणाचा उपयोग चालेल, असे म्हणतात. या दृष्टीने त्यानी समरुपतेची कल्पना वापरली, असे म्हणता येईल.

काही ठिकाणी विशेषतः मानव शुल्ब सूत्रात आसन्न म्हणजेच जवळ जवळ बरोबर असलेल्या पण तयार करायला सोप्या अशा त्रिकुटांचा उल्लेख आणि वापर केला आहे. उदाहरणार्थ, ५,५,७; ३.५, ३.५, ५ आणि ३,८,८.५. (अपूर्णांक लेखनासाठी इथे दशांश पद्धत वापरली असली तर त्या काळी दशांश पद्धत अस्तित्वात नव्हती, हे लक्षात घ्यायला हवे)

(पान ३३ वर)

अनावृत्तबीज वनस्पती

सर्व अनावृतबीजी (जिम्नोस्पर्म्स) बहुवर्षजीवी, काष्ठमय वृक्ष असतात. यांचे खोड राळ (रेझीन) युक्त असल्याने ते कीटकरोधी असते. उत्तम प्रतीची इमारती लाकडे, घरांतील लाकूड-सामान (फर्निचर), खेळ-सामग्री, सामग्री-वेष्टन खोकी (पॅकिंग बॉक्सेस), काडेपेटीच्या काड्या, कागद बनवण्यासाठी साठी लगदा, इत्यादींसाठी ते उपयुक्त असते. राळ, औषधे, अन्न म्हणून वापरता येणाऱ्या बिया, शोभेचे वृक्ष यांसाठी देखील अनावृत्तबीज वृक्षांचा वापर होतो.

डॉ. पुरुषोत्तम काळे

नेच्यांच्या गटातील वनस्पतींना अपुष्पी अथवा अबीज वनस्पती म्हणतात. सपुष्पी (फॅनेरोगॅम्स) अथवा सबीजी वनस्पतींच्या गटात, ज्यांची लैंगिक प्रजननाची इंद्रियं सहजी दृष्टीस पडतात व ज्यांची प्रजोत्पत्ती बीजांपासून अथवा भ्रूणांपासून (एम्ब्रियो) होते अशा, भ्रूणोद्भिद, भू-वनस्पतींचा समावेश होतो. अर्थात यांतील काही वनस्पती गौणतः (सेकंडरिली) जलगामी झाल्या आहेत. सबीजी वनस्पतींमध्ये अनावृतबीजी व आवृत्तबीजी अशी दोन प्रमुख अधिराज्ये आहेत. या दोहोंचे पूर्वज एकच असून अनावृतबीजी वनस्पती त्यांच्यापासून संपूर्ण जनुकसंचाच्या द्विगुणीकरणातून, वा अन्य कोण्या प्रक्रियेने, सुमारे ३२ / ३८.३ कोटी वर्षांपूर्वी उत्क्रांत झाल्या असं अर्वाचीन संशोधनांतून सिद्ध झालंय. मध्य-मिसोझोइक कालखंडातील विलुप्त अनावृतबीजी वनस्पतींचे परागण, सध्या अस्तित्वात असलेल्या आवृत्तबीजी वनस्पतींच्या परागणासाठी मकरंद प्राशन करणाऱ्या माशा करीत असत त्याच प्रकारे, विलुप्त झालेल्या विंचू-माशा (स्कॉर्पियोन फ्लाईज) व लेसिंग माशा करीत असत (अभिसारी/ कॉनव्हरजंट उत्क्रांती).

सर्व अनावृतबीजी हे बहुवर्षजीवी, काष्ठमय वृक्ष असून त्यांत शाक (हर्ब्ज) प्रकारच्या वनस्पती अजिबात नसतात. काही अनावृतबीजी परजीवी (पॅरासाईट्स), उपरीउद्भित (एपिफाइट्स) व खळाळत्या पाण्यात वाढणाऱ्या असतात. एकंदरीत या वनस्पती आवृत्तबीजी वनस्पतींच्या तुलनेत मर्यादित पर्यावरणीय कोनाडे (इकोलॉजिकल निशेस) व्यापतात.

अनावृतबीजी अधिराज्यातील गणांमध्ये अस्तित्वात असणाऱ्या जाती-प्रजातीं पैकी, काही अपवाद वगळता, अधिकतर शीत, समशीतोष्ण अथवा समुद्र-सपाटीपासून बऱ्याच उंच स्थानांवर आढळतात. जिंगोएल्स गणात एकच जिंगोएसी कुळ असून त्यात एकच अस्तित्वात असलेली प्रजाती व जाती (जिंगो बायलोबा) चीन, जपान व कोरिया या क्षेत्रांत सीमित आहेत. सायकडेल्स गणात विषवृत्तीय प्रदेशांत वाढणारे, खोडांवर झडून गेलेल्या पानांच्या टणक पर्णाधारांचे (लीफ बेसेस) कवच असलेले, ताडासारखे पण लहान वृक्ष आहेत. या गणात सायकडेसी (सायकस) स्टँजेरियासी (स्टँजेरिया, बोवेनिया) व झामीएसी (झामिया, सिराटोझामिया, डायून, इत्यादी) ही कुळे असून त्यात सुमारे ११ प्रजाती आणि ३३८ जाती आहेत. नीटेल्स गणात नीटेसी (प्रमुख प्रजाती निटम), एफीड्रेसी (प्रमुख प्रजाती एफीड्रा) आणि वेलविटिझिएसी (प्रमुख प्रजाती वेलविटझिया) ही

कुळे आहेत. पिनेल्स गणात पिनेसी कुळ असून त्यात दोन उपकुळांत ६५-७० प्रजातींच्या ६००-६३० जाती असून त्या साऱ्या शीत-समशीतोष्ण/ उन्नत स्थानांवर वाढतात. पाइनोइडी कुळातील वृक्ष सदाहरित असून त्यांची पाने सुई सारखी असतात. क्युप्रेसेसी व पोडोकारपेसी कुळांतील काही वृक्षांची पाने चपटी, त्रिकोणी, पापुद्र्यांसारखी असतात. पोडोकारपेसी कुळांतील काही व ॲरोकॅरिएसी कुळा मधील झाडांची पाने रुंद पट्ट्यांसारखी असतात.

इतर संवहनी वनस्पतींप्रमाणे अनावृतबीजींमधील जीवनचक्रांत दीर्घकाळ टिकणारी द्विगुणित, बीजाणुद्भिद अवस्था व अल्पकाळ टिकणारी, बीजाणुद्भिदांवर अवलंबून असणारी एकगुणित, युग्मकोद्भिद अवस्था आढळते. अनावृतबीजी वनस्पती असमबीजुकी (हेटेरोस्पोरस) असून बृहतबीजुक (मेगास्पोअर्स) बृहतबीजुकपर्ण (मेगास्पोरोफिल्स) व लघुबीजुक (मायक्रोस्पोअर्स) लघुबीजुकपर्ण बनवतात. ही बीजुकपर्णे हरित हरित पर्णांच्या कुक्षीत वाढणाऱ्या डंठलावर मळसूत्री रचनेत दाटीने वाढून नर/मादी शंकू तयार करतात. बीजुकधाणींत बीजुके पूर्णपणे वाढली की त्यांत एकगुणित, युग्मकधारी (गॅमेटॉफाईट्स) तयार होतात. लघुबीजुकांना परागकण (पोलेन) म्हणतात ज्यांत २/३ पेशींचा नर-युग्मकधारी बनतो. त्यातील एका पेशी पासून दोन चालनशील

पु-युग्मके/ शुक्र पेशी तयार होतात. नर-शंकूतील डंठल अकस्मात लांब होऊ लागते व लघुबीजुके वाऱ्याच्या साहाय्याने बृहतबीजुकांपर्यंत पोचतात. प्रत्येक बृहतबीजुकपर्ण आपल्या डंठला कडील भागात दोन बृहत-बीजुके बनवते. प्रत्येकात एकाच बृहतबीजुक मातृपेशीपासून चार एकगुणित बृहतबीजुके तयार होतात. त्यातील एकाच पुढे वाढून त्यात बहुपेशीय मादी-युग्मकधारी (मेगागॅमेटॉफाईट) तयार होतो. यांत एक अथवा अनेकअंदुक-कलशे (आर्किगोनिया) तयार होऊन त्यातील प्रत्येकात एक अंड-पेशी असते. परागकण बृहतबीजकाच्या जवळ पोचले की त्यांच्यापासून परागनलिका वाढून तीतून शुक्र पेशी अंड-पेशीजवळ पोचून फलन होते. द्विगुणित युग्मनजापासून भ्रूण तयार होतो. बृहतबीजुकांचे रूपांतरण बीजात होते पण फळे मात्र बनत नाहीत. बृहतबीजुकपर्णे विलगल्यावर ही बीजे सुटी होऊन वाऱ्या बरोबर इतस्ततः पसरून ती रुजून नवीन वृक्ष वाढतात.

अनावृतबीजी, प्रामुख्याने शंकूधर वनस्पतींमध्ये खोड राळ (रेझीन) युक्त असल्याने ते कीट्करोधी असते. उत्तम प्रतीची इमारती लाकडे, घरांतील लाकूड-सामान (फर्निचर), खेळ-सामग्री, सामग्री-वेष्टन खोकी (पॅकिंग बॉक्सेस), काडेपेटीच्या काड्या, कागद बनवण्यासाठी साठी लगदा, इत्यादींसाठी ते उपयुक्त असते. राळ, औषधे, अन्न म्हणून वापरता येणाऱ्या बिया, शोभेचे वृक्ष यांसाठी देखील अनावृत्तबीज वृक्षांचा वापर होतो.

■

(लेखक मुंबईतील रामनिरंजन झुनझुनवाला महाविद्यालयातील सेवानिवृत्त प्राध्यापक व प्राणिशास्त्र विभागप्रमुख आहेत.)

अभारतीय अवैज्ञानिक परंपरांचा उद्गाता

पंचसिद्धांतिका ग्रंथाच्या साह्याने खगोलशास्त्र सुगम करणारा ऋषीशास्त्रज्ञ म्हणून वराहमिहिराचे स्थान मान्य करतानाच राशी संकल्पना आणून त्या आधारे फलज्योतिष, शकून संकल्पना यांसारख्या अभारतीय व अवैज्ञानिक संकल्पना आपल्याकडे रुजवण्याचा दोषही त्याच्याकडेच जातो, हे लक्षात ठेवले पाहिजे.

आनंद घैसास

पंचसिद्धांतिका या ग्रंथात ज्या सौर, रोमक, पौलिश, वसिष्ठ आणि पैतामह अशा पाच प्राचीन सिद्धांतांचा सारांश दिला आहे, त्यातील कोणताही सिद्धांत वराहमिहिरांचा स्वतःचा नाही. यामध्ये सूर्यसिद्धान्तात सांगितल्याप्रमाणे मध्यम ग्रहाला स्वतःचा 'बीज संस्कार' (चलनातील दुरुस्ती) सांगितला आहे. या पाच सिद्धांतांपैकी ज्या गोष्टी प्रत्यक्ष अनुभवास येतात आणि ज्या सामान्य रीती उपपत्तीस अनुसरून योग्य आहेत, असे जे काही वराहमिहिराला दिसून आले, त्या गोष्टी त्याने ग्रंथांत दिल्या आहेत.

देशांतर, छायासाधन, ग्रहण, छेद्यक यांसंबंधीच्या मात्र त्याच्या स्वतःच्या रीतींचा, तसेच सर्व ग्रहांच्या स्थानविषयक गणिताचा समावेश या ग्रंथात वराहमिहिरांनी केलेला दिसतो. त्यामुळे हा वराहमिहिरांचा खगोलीय गणित सुगम करणारा 'करण ग्रंथ'च ठरतो.

यातल्या 'त्रैलोक्य संस्थान' नावाच्या तेराव्या अध्यायात 'विश्वाची संरचना आणि त्या संदर्भातील अन्य संकल्पना आहेत. यात पृथ्वीचा गोल अंतरिक्षात अधांतरी फिरत आहे, हे खरं तर वराहमिहिरांना माहीत होते, असेही त्यातून दिसून येते. पण त्याचा पाठपुरावा त्यांनी पुढे कोठे केलेला दिसत नाही. १४ व्या अध्यायात काही यंत्रांचे (खगोलीय वेध घेण्यासाठी वापरायची साधने) वर्णन आणि त्यांच्या वापराच्या काही रीतींची माहिती दिलेली आहे. वराहमिहिरांनी हा करण ग्रंथ प्रथम तयार केला, पण पुढे मात्र त्यांचे लक्ष फलज्योतिष, शकुन संकल्पना आणि त्यासोबत नाना प्रकारचे दिसणारे सृष्टिचमत्कार, पदार्थांचे जाणवणारे गुणधर्म आणि त्यांचा व्यवहारातील उपयोग यांच्याकडे जास्त गेलेले दिसते. भास्काराचार्यांनी त्यांची यासाठी स्तुती केली आहे, तसेच आपल्या अनेक ग्रंथांत वराहमिहिरांची यातली वचने आधारासाठी घेतली आहेत.

बृहत्संहिता हा वराहमिहिरांचा दुसरा मोठा ग्रंथ छंदोबद्ध असून त्याची भाषा अधिक काव्यमय आहे. यात अनेक गोष्टींचा समावेश असल्याने याला कोशवाङ्मयात गणना करण्यास हरकत नाही. यात सूर्य, चंद्र आणि ग्रह यांच्या गती आणि त्यांची फले, त्याचप्रमाणे अगस्ती, सप्तर्षी यांच्या उदयकालाची फले आणि ग्रहणे इत्यादि ज्योतिषशास्त्रीय माहिती विस्ताराने दिलेली आहे. शिवाय भरतखंडाच्या निरनिराळ्या विभागांवरील भिन्न भिन्न नक्षत्रांचे आधिपत्य, नक्षत्रव्यूह, ग्रहांची युद्धे आणि समागम फले, एकूण वर्षफल, सूर्याजवळील नक्षत्रांची फले, पर्जन्यगर्भ लक्षण, गर्भधारणा वर्षण, पर्जन्यवृष्टिमान आणि पर्जन्य मापण्याची रीत, नक्षत्रांच्या चंद्राशी होणाऱ्या योगाची फले, संध्यासमयीचा दिसणारा रक्तिमा, भूकंप, उल्का, चंद्राला पडणारे खळे, इंद्रधनुष्य इ. सृष्टिचमत्कारांची चर्चा, पक्ष्यांच्या दर्शनांचे फल, दिव्य अंतरिक्ष आणि भौम या उत्पादनांचे वर्णन,

गृहरचना, भूमिजलाचा शोध, चुना तयार करण्याची रीत, देवप्रतिमांची निर्मिती, रत्नपरीक्षा, दीप लक्षण, दंतधावन, निरनिराळे शकुन, तिथि-नक्षत्र-करण यांची फले आणि गोचर (प्रत्यक्षात दिसणाऱ्या) ग्रहांची फले अशा विविध प्रकारच्या विषयांची चर्चा यातल्या निरनिराळ्या अध्यायांमध्ये आली आहे. 'या व्यतिरिक्त समास संहिता, वट कणिका, बृहज्जातक, लघुजातक, बृहद् यात्रा, योग यात्रा, टिकणिका यात्रा आणि विवाह पटल हे त्यांचे इतर ग्रंथ आहेत. लघुजातक हे बृहज्जातकाचे संक्षिप्त रूप असून दोन्ही जातकग्रंथ आजही ज्योतिषांमध्ये प्रचारात आहेत आणि कित्येक भारतीय भाषांत त्यांची भाषांतरे झालेली आहेत. जे. एच्. केर्न यांनी बृहत्संहितेचे इंग्रजीत तर अल् बीरूनी यांनी लघुजातकाचे अरबी भाषेत भाषांतर केले आहे.

वराहमिहिरांच्या ग्रंथांवरील अनेक टीकांपैकी यात्रा, बृहज्जातक, लघुजातक आणि बृहत्संहिता या ग्रंथांच्या भटोत्पल यांच्या टीका प्रसिद्ध आहेत. पण यातील काही संहिता सध्या अर्धवट अवस्थेत उपलब्ध आहेत, पूर्ण नाहीत, किंवा केवळ टीकेमध्ये उल्लेख आहेत म्हणून त्या अस्तित्वात आहेत असे मानले जाते. पण त्या वेगळ्या संपूर्णग्रंथ म्हणून उपलब्ध आहेत असे नाही. वराहमिहिरांचा मुलगा 'पृथुयश' यांनी 'षट्पंचाशिका' हा ग्रंथ लिहिला आहे.

इसवी सन पूर्व पहिल्या ते तिसऱ्या शतकाच्या कालखंडात फक्त खगोलशास्त्र नव्हे, तर ग्रहांच्या स्थितीवरून राजा आणि राज्याच्या एकूण कारभारावर खगोलीय वस्तूंच्या होणाऱ्या परिणामांचे, चांगले किंवा वाईट अशा प्रकारात भाकित करणे हा प्रकार विशेषत: बॅबिलोनिया या संस्कृतीत मोठ्या प्रमाणात सुरू झाला. याचेच रूपांतर आणि प्रसार कालांतराने वाढत जाऊन हे 'फलज्योतिषा'चे प्रकरण वाढत जात युरोपापर्यंत पोहोचलेले दिसते. मग यात विविध ग्रहांना काही खास दैवी स्वरूप देऊन,(जसे गुरू ग्रह-ज्युपिटर म्हणजे स्वर्गाचा राजा, जणू आपल्या इंद्राप्रमाणे, मंगळ हा योध्दा तर शुक्र-व्हीनस ही सदाकुमारी लावण्यवती वगैरे) त्यांची काही स्वभाव वैशिष्ट्ये ठरवली गेली. राज्यावर होणारे परिणाम हे सारे ग्रहांचेच परिणाम आहेत असेही भासवले जात होते.

आकाशातल्या पूर्व–पश्चिम जाणाऱ्या चंद्र-सूर्याच्या मार्गाच्या आयनिक पट्ट्यात असणाऱ्या तारकासमूहांना, तिथल्या ताऱ्यांच्या मांडणीवरून त्यांचे काल्पनिक आकार धरून 'झोडियाक बेल्ट' म्हणजे 'झू' मध्ये, 'प्राणीसंग्रहालयात' असणारे या पट्ट्यातील प्राणी, असे त्यांना म्हटले गेले. (यात आधी फक्त दहाच तारकासमूह होते. त्यात सातच प्राणी होते. पण नंतर ग्रीक पुराणातील देवता, पौराणिक काल्पनिक प्राणी आणि वस्तू यांची त्यात भर पडली. उदाहरणार्थ, कन्या राशी ही 'अॅफ्रोडेईटी' न्यायदेवता, तूळ म्हणजे वजनकाटा किंवा तागडी, तसेच धनु-सॅगिटेरस हा नरतुरंग, मकर म्हणजे अर्धी बकरी आणि अर्धा मासा यांचे काल्पनिक एकत्रित रूप, असे काही काल्पनिक प्राणी यांची या राशींमध्ये भर पडली. याच आज ओळखल्या जाणाऱ्या बारा 'राशी') यांचा भूमध्यसागराच्या आसपासच्या जनमानसावर मोठा परिणाम झाला. नव्हे आजही तो दिसतो. हाच फलज्योतिषाचा प्रकार वराहमिहिराला एकूणच आवडलेला दिसतो. त्याने या संकल्पना आपल्या ग्रंथातून मांडल्या, ही फलज्योतिषाची आपल्याकडे झालेली सुरुवात म्हणायला हवी.

(पान ३३ वर)

मुली शास्त्रज्ञ कशा बनतात?

सर्रास विचारला जाणारा एक प्रश्न ... वैज्ञानिक कसे बनतात? त्याही थोडं पलीकडे जाऊन आज विचारूया - मुली वैज्ञानिक कशा बनतात? वैज्ञानिक होण्याची अशी काही खास रेसिपी असते का? नाही. आणि मुलींसाठी तर ती मुळीच नसते. वैज्ञानिक घडण्याच्या या प्रक्रियेला अनेक आयाम आणि पदर आहेत. आपली रेसिपी स्वतः ठरवावी लागते. ही रेसिपी ठरते तुमच्या सामाजिक जडणघडणीवर, तुमच्या परिसरावर, तुमच्या कुटुंबावर, तुमच्या मूल्य आणि तत्वांवर, तुम्हाला आलेल्या अनुभवांवर, तुमच्या व्यक्तिमत्वावर आणि इतर अनेक गोष्टीवर. अशाच स्वतःच्या रेसिपी तयार करून वैज्ञानिक झालेल्या काही कर्तृत्ववान स्त्री वैज्ञानिकांच्या वैज्ञानिक होण्याच्या या गोष्टी...

रुचिरा सावंत

तामिळनाडू राज्यातील पश्चिम आणि पूर्व घाटांच्या दरम्यान वसलेल्या थेनी या लहानशा गावात एक पारंपारीक विचारसरणीचं दक्षिण भारतीय मध्यमवर्गीय कुटुंब राहत होतं. प्रियदर्शनी याच कुटुंबातील थोरली लेक. भारतीय लष्करात सैनिक म्हणून रुजू झालेले, देशसेवेसाठी राष्ट्रपती पारितोषिकाने गौरवले गेलेले तिचे देशप्रेमी वडील. पुढे ते भारतीय सैन्यातून लेफ्टनंट कॅप्टन म्हणून निवृत्त झाले. अंदमान येथील पोर्ट ब्लेअर येथे एका शाळेत उत्तम नोकरी असणारी पण कुटुंबाला प्राधान्य देण्यासाठी नोकरीला, आपल्या करिअरला तिलांजली देणारी प्रियदर्शनीची आई. पुढे जाऊन थेली मधील सरकारी शाळेत त्या शिक्षिका म्हणून रुजू झाल्या आणि मुख्याध्यापिका म्हणून निवृत्त झाल्या. आपल्या दोन्ही मुलांना सर्वोत्तम देण्यासाठी त्या दोघांनीही प्रयत्नांची पराकाष्ठा केली. शाळेत

डॉ. प्रियदर्शनी नारायणस्वामी

असताना प्रियदर्शनी इतर अनेक सर्वसाधारण विद्यार्थ्यांप्रमाणेच होती. काही नवीन वाचलं, कुणा नव्या प्रेरणादायी व्यक्तीविषयी समजलं की आपणही त्यांच्यासारखं काहीतरी करावं असं तिला वाटायचं. नव्या विषयांची ओळख झाल्यावर आणि माणसं भेटल्यावर इतर अनेक लहान मुलांप्रमाणे तिचीही भविष्याविषयीची स्वप्नं बदलत रहायची. पण या साऱ्यात तीन गोष्टी मात्र कायम होत्या. अवतीभवतीच्या जगाविषयी तिला असणारं कुतूहल, विज्ञानाची आवड आणि डॉ अब्दुल कलाम यांना तिने दिलेलं आदर्शस्थान. "डॉ कलामांचा प्रवास मला अनेक अर्थांनी वेगवेगळ्या टप्प्यावर प्रेरणा देत राहिला." असं ती मनापासून सांगते.

ती म्हणते, "मला कायम गोष्टी कशा घडतात, त्या काम कसं करतात, त्यांच्यात सुधार करण्यासाठी आणखी काय करता येईल असे प्रश्न पडत आलेत. त्या प्रश्नांची उत्तरं शोधण्यासाठी विज्ञान तुम्हाला अनेक दारं खुली करून देतं आणि प्रयोगशाळा म्हणजे प्रत्येक दिवशी नव्या प्रश्नाचे उत्तर शोधण्याची नवी संधी असते. माझं हेच कुतूहल मला विज्ञानाच्या जवळ घेऊन आलं."

डॉ प्रियदर्शनी नारायणस्वामी लेझरच्या क्षेत्रात संशोधन करते. तिच्या या क्षेत्राच्या निवडीविषयी बोलताना ती काही महत्वाचे मुद्दे प्रकाशझोतात आणते. जीवशास्त्र,

रसायनशास्त्र अशा क्षेत्रांमध्ये स्त्री वैज्ञानिकांची संख्या तुलनेनं जास्त आहे. पण लेझरच्या क्षेत्रातील संशोधन हे अजूनही पुरुषांची मक्तेदारी असणारं क्षेत्र. लेझर हा एक निराळा आणि प्रभावशाली प्रकाशाचा स्रोत आहे. या लेझरप्रमाणेच तिलाही एका वेगळ्या, नाविन्यपूर्ण आणि प्रभावशाली क्षेत्रात स्वतःसाठी जागा निर्माण करायची अभिलाषा होती असं ती सांगते.

प्रियदर्शनी ज्या कुटुंबात वाढत होती तिथे स्त्री शिक्षणाचं महत्व स्वीकारलेलं असलं, कुटुंबातील स्त्रिया सुशिक्षित असल्या तरीसुद्धा स्त्रियांनी किती शिकावं याविषयीची काही परिमाणंसुद्धा ठरलेली होती. स्त्रीला नोकरी करता येईल, कुटुंबाला आधार देता येईल, इतकंच शिक्षण स्त्रीने घ्यावं हा पारंपरिक विचार तिथे रुजलेला होता आणि म्हणूनच तिने जेव्हा पीएचडी करण्याचा निर्णय घेतला तेव्हा तिच्या कुटुंबाकडून आणि नातेवाईकांकडून तिला विरोधाला सामोरं जावं लागलं. “अगं हे वय शिकण्याचं नाही. वयाच्या २७ व्या वर्षीसुद्धा तू शिकतेच आहेस?” ते तिला विचारत राहिले. आणि अत्यंत धीराने आणि एकाग्रतेने ती पीएचडीची पाच वर्षे काम करत राहिली. संशोधन करत राहिली. या दरम्यान तिच्या लहान भावाने तिला कायम साथ दिली. त्याचा आधार तिच्यासाठी महत्वाचा ठरला असं ती सांगते. सुरुवातील विरोध करणाऱ्या कुटुंबियांना आता तिचा अभिमान आहे. आणि परिस्थितीची भीड न बाळगता प्रयत्न करणं न थांबवण्याचं उदाहरण म्हणून

ते तिला पाहतात. तिचं उदाहरण अनेकांना देतात हे तीही आता अभिमानाने आणि कौतुकाने सांगते.

सुदैवाने तिच्या संशोधनासाठी तिला निधी उपलब्ध झाला होता त्यामुळे आर्थिकदृष्टीकोनातूनही ती स्वतंत्र होती. आणि त्यामुळेच तिला तिचं शिक्षण मनासारखं पुढे सुरु ठेवता आलं. या अनुभवाविषयी बोलताना ती संशोधनासाठी निधीची आवश्यकता आणि वैज्ञानिकांना आर्थिक स्वातंत्र्याची गरज याविषयीचं महत्व स्वतःचं उदाहरण देत अधोरेखित करते. पीएचडी दरम्यानच्या या काळात तिला स्वतःच्या क्षमतांविषयी प्रश्न पडायचे. निवडलेली ही अनभिज्ञ वाट योग्य दिशेला जाईल का? असे अनेक प्रश्न तिला सुरुवातीच्या दिवसांत पडायचे. पण धैर्याने आणि जिद्दीने ती या काळाला सामोरी गेली. काम करत राहिली. यामुळेच कदाचित सुरुवातीला आपलं काम सर्वांना सांगण्याविषयी ती फार उत्सुक नसायची. एके दिवशी तिच्यासाठी आदरणीय स्थानी असणाऱ्या एका वैज्ञानिकांनी तिच्या कामाचं कौतुक केलं आणि त्या क्षणापासून तिने स्वतःच्या क्षमतांवर विश्वास ठेवला. कायमचा!

सध्या ती प्राग (झेक रिपब्लिक) येथील HiLASE Centre येथे पोस्टडॉक्टरेट करते आहे. हे संशोधनकेंद्र जागतिक पातळीवर गणल्या जाणाऱ्या अत्यंत प्रभावशाली लेझर्सपैकी काही महत्वाच्या लेझर्सची निर्मिती करते. उद्योगांना विविध समस्यांसाठी उपाय म्हणून या लेझर्सचा उपयोग केला जातो. इथे जगभरातून विविध देशातील समान ध्येयाने झपाटलेले लोक एकत्र काम करतात. त्यामुळे तिथे खेळीमेळीचं वातावरण आहे. सर्वात महत्वाचं म्हणजे, इथे चुका करण्याला आणि त्यातून शिकण्याला प्रोत्साहन मिळतं.

पदवीच्या दरम्यान तिने सहा महिने काही विद्यार्थ्यांना शिकवलं. त्या काळात तिचा विद्यार्थी असलेला एक मुलगा पुढेही तिच्या संपर्कात राहिला. तिचा पीचडी पर्यंतचा प्रवास त्याने तिच्यासोबत फार जवळून अनुभवला. तिची जिद्द, एकाग्रता, निश्चयी वृत्ती या सगळ्यातून आणि तिचं तिच्या संशोधनावरील प्रेम पाहून त्यानेही वैज्ञानिक व्हायचं ठरवलं. सध्या तो हंगेरी येथे भारत तसेच हंगेरी अशा दोन्ही सरकार कडून शिष्यवृत्ती घेऊन पीचडी करत आहे. आपल्यामुळे एक विद्यार्थी विज्ञानात उच्च शिक्षण घेण्यासाठी, वैज्ञानिक होण्यासाठी प्रवृत्त झाला याचा तिला खूप अभिमान आहे. तिच्यासाठी हे एक पारीतोषिकच आहे.

विज्ञानाच्या क्षेत्रात येऊ पाहणाऱ्या तरुणांना, प्रामुख्याने मुलींना धैर्य, एकाग्रता आणि धीर ही वैज्ञानिक होण्यासाठीची त्रिसूत्री ती देते.

दिल्ली येथे एका मध्यमवर्गीय कुटुंबात जन्माला आलेली मधुरिमा. पुढे तिचं कुटुंब कोलकत्ता येथे स्थायिक झालं. मधुरिमाचे आई वडील, दोघांनाही सुरुवातीपासून तब्येतीच्या तक्रारी असत. अशातच मधुरिमा तिसरीत असताना तिच्या आईला स्तनाच्या कर्करोगाचे निदान झाले. त्या कुटुंबासाठी तो कठीण प्रसंग होता. लहानगी मधुरिमा तिच्या आईला उपचारादरम्यान होणारे त्रास पाहत होती. आई बरी झाली आणि काही वर्षांनी ती आठवीत असताना कर्करोगाने आईला पुन्हा गाठलं. या काळात कुटुंब आणि दोस्तांनी तिला आधार दिला. या सगळ्या परिस्थितीतही तिच्या पालकांनी तिच्यावर यासगळ्याचा परिणाम होणार नाही, तिला एक सामान्य आयुष्य जगता येईल यासाठी शक्य ते सगळे प्रयत्न केले. आई आणि वडिलांच्या सततच्या तब्येतीच्या तक्रारी मधुरिमाला स्वस्थ बसू देईनात. याचकाळात मानवी शरीर या विषयाला समजून घेण्याची तिची इच्छा आणि प्रयत्न वाढू लागला. ती शाळकरी मुलगी विचार करू लागली, “काय बरं करता येईल आपल्याला यासाठी?” तिने ठरवलं, “मला यावर उपाय शोधायचे आहेत.” वैद्यकीय क्षेत्रात जाण्याऐवजी तिने ठरवून संशोधन क्षेत्राची निवड केली. वैद्यकीय क्षेत्रात जाऊन लोकांची सेवा करता येईल, औषधं आणि उपचार देता येतील पण आजारांच्या मुळावर घाव घालायचा असेल तर आपल्याला वैज्ञानिकच व्हायला हवं हे तिने त्या

डॉ. मधुरिमा दत्ता

लहान वयातही ओळखलं आणि वैज्ञानिक होण्यासाठी ती तयारीला लागली.

सुक्ष्मजीवशास्त्र या विषयात कोलकत्तामधून पदवी आणि पदव्युत्तर शिक्षण घेतल्यानंतर बंगळूरच्या इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स येथून मधुरिमाने तिची पीएचडी मिळवली. इथे पीएचडीचा तिचा विषय इ कोलाय च्या जनुकशास्त्रासंबंधित होता. पीएचडीनंतर डॉ मधुरिमा दत्त नवी मुंबई येथील टाटा कर्करोग संशोधन संस्था (ACTREC) येथे पोस्टडॉक्टरल अभ्यासासाठी रुजू झाली. आणि याच संशोधन संस्थेमध्ये तिच्यासाठी एक आवर्तन घडलं. बालपणीचं कर्करोगावर संशोधन करण्याचं तिचं स्वप्नं पूर्ण करण्यासाठी तिला इथेच संधी मिळाली. सध्या मधुरिमा एका अत्यंत महत्वाच्या आणि किचकट संशोधनात मग्न आहे. ट्रिपल निगेटिव्ह ब्रेस्ट कॅन्सर या रिकरिंग, अग्रेसिव्ह आणि उपचारांसाठी कठीण असणाऱ्या ब्रेस्ट कॅन्सरवर ती आणि तिची टीम संशोधन करत आहेत. या कर्करोगासाठी काही सुधारित उपचार पद्धती सुचवता येते का हे कोडे ते सोडवताहेत. आणि त्यासाठी अँटीबॉडी बेस्ड मेडिकेशन तयार करण्यावर ते काम करत आहेत. थोडक्यात सांगायचे तर एका लसीची निर्मिती ते करताहेत. हे संशोधन सध्या प्राथमिक स्तरावर असून आतापर्यंत अत्यंत आशादायी परिणाम दिसत आहेत. जर मधुरिमा आणि तिच्या टीमने हे करून दाखवलं तर कर्करोग उपचारांमध्ये केवढ्या मोठ्या प्रमाणावर आशादायी बदल होईल हे तुमच्या लक्षात आले असेच.

विज्ञान क्षेत्रामध्ये स्त्रियांचा सहभाग वाढवायचा असेल तर भारतामध्ये त्यांच्यासाठी अधिक संधींची निर्मिती होणं गरजेचं आहे. सुरक्षित वातावरण, मुबलक संधी यामुळे ते घडवून आणणं शक्य आहे. ॲक्ट्रेक या ती सध्या संशोधन करत असलेल्या संस्थेचं उदाहरण ती त्यासाठी देते. स्त्री वैज्ञानिकांसाठी तिथे असणारं सुरक्षित वातावरण, प्रयोगशाळेत काम करत असताना उशीर झाला तर उपलब्ध असणारी शटल सर्व्हिस या सगळ्यामुळे काम करण्यासाठी आणखी उत्साह आणि प्रेरणा मिळते. तसेच गरजू मुलींना शिष्यवृत्ती उपलब्ध होणंसुद्धा आवश्यक आहे. STEM मधील स्त्रियांचा, मुलींचा सहभाग वाढवण्यासाठी या क्षेत्रातील स्त्रियांनी स्वतःच्या जोडीने क्षेत्रात नव्याने पाऊल ठेवणाऱ्या मुलींसाठी सुद्धा ठाम उभं राहून जागा उपलब्ध करून देणं तितकंच गरजेचं आहे.

आजवरच्या तिच्या प्रवासाकडे

वळून पाहताना संयम हा तिचा मूलमंत्र आहे हे जाणवलं. आणि आपली आणि आपल्या संयमाची प्रत्येक पायरीवर परीक्षा पाहणाऱ्या या चॅलेंजिंग क्षेत्रात आपल्या कुटुंबाची भूमिका आणि साथ अत्यंत आवश्यक आहे हे जाणून ती या क्षेत्रात येणाऱ्या तरुणांना , स्त्रियांना काही सांगण्याआधी त्यांच्या कुटुंबाला त्यांना साथ देण्याची विनंती करते. तसेच विज्ञानाच्या क्षेत्रात काम करत असताना, तुमचा प्रवास समजेल अशी काही माणसं जवळ बाळगा असा सल्ला ती देते.

तिच्या आईवडिलांनी, सासू-सासऱ्यांनी, स्वतः वैज्ञानिक असणाऱ्या नवऱ्याने तिला आजवर जी साथ दिली आहे त्यासाठी ती त्यांच्याविषयी कृतज्ञता व्यक्त करते. आणि आजवरचा आपला प्रवास पाहता, “मी वैज्ञानिक होणार आहे.” असं ठरवणाऱ्या छोट्याशा मधुरिमाला आज आपल्याविषयी अभिमान असेल म्हणून समाधान व्यक्त करते.

उत्तराखंडमध्ये रामनगर नावाचं एक लहानसं शहर आहे. त्या शहरात एका मध्यमवर्गीय कुटुंबात श्वेताचा जन्म झाला. लहानपणापासूनच ती फार अभ्यासू आणि शिस्तप्रिय विद्यार्थी होती. तिला कधीच अभ्यास कर असं सांगावं लागलं नाही. तिला विज्ञान आवडायचं. अवतीभवती घडणाऱ्या घटनांविषयी तिला प्रश्न होते. सुरुवातीला तिला डॉक्टर व्हायचं होतं. पण बारावीच्या परीक्षेनंतर वैद्यकशास्त्राला प्रवेश मिळाला नाही. प्रवेश मिळत होता तो दंतवैद्यकी शाखेचा. होणार तर एमबीबीएस डॉक्टरच. नाहीतर वैद्यकशास्त्रातील दुसरी कोणती शाखा नको असं तिने स्वतःशीच ठरवलं होतं. आणखी एक वर्ष थांबून पुन्हा परीक्षा द्यायची नव्हतीच. या नियमानुसार समोर दुसरा पर्याय होता तो अभियांत्रिकी शाखेचा. त्यासाठी बिर्ला इन्स्टिट्यूट या चांगल्या महाविद्यालयात प्रवेश मिळत होता. जे करायचं ते सर्वोत्तमच या नियमाने श्वेताने अभियांत्रिकीला प्रवेश घेतला. तिथून इलेक्ट्रोनिक्स आणि कम्युनिकेशनमध्ये पदवी

डॉ. श्वेता पंत

मिळवल्यानंतर पुण्याच्या डीआरडीओ येथे पदव्युत्तर शिक्षणासाठी तिने प्रवेश घेतला. इथेच तिची गट्टी जमली फायबर ऑप्टिक्स नावाच्या गंमतीशी. तिथे दुधातील भेसळ ओळखण्यासाठी एक संशोधन तिने तिच्या गाईड सोबत केले आणि फायबर ऑप्टिक्स ही काय जादू आहे हे तिच्या लक्षात आलं. त्यानंतर बंगळूरच्या इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स मध्ये पीएचडीसाठी प्रवेश तिने मिळवला आणि फायबर ऑप्टिक्सचं एक वेगळंच जग तिच्यासमोर उलगडलं. इथे पीएचडी दरम्यानच्या काळात तिने बायोमेडिकल या क्षेत्रासाठी फायबर ऑप्टिक्स कसे वापरता येतील, कोणते प्रश्न सोडवता येतील यावर काम सुरु केलं. डॉक्टर्स सोबत काम करून, त्यांच्या वेगवेगळ्या समस्या लक्षात घेऊन त्या सोडवण्यासाठी फायबर ऑप्टिक्स वापरुन उपाय योजिले. त्यापैकी काहीसाठी त्यांच्या टीमने पेटंटसुद्धा मिळवले.

पीएचडी नंतर डॉ श्वेता पंत भारताचे इनोव्हेशन इंजिन म्हणून ओळखल्या जाणाऱ्या सीएसआयआरमध्ये (कौन्सिल ऑफ सायंटिफिक अँड इंडस्ट्रियल रिसर्च) पोस्टडॉक्टरेटसाठी रुजू झाली. इथे आल्यानंतर तिला वैज्ञानिक संशोधन हे केवळ संशोधनापुरते आणि रिसर्च पेपरपुरते मर्यादित न राहता त्याचे ॲप्लिकेशन लक्षात घेऊन बाजारात आणले पाहिजे हे ध्यानात आले. त्याची गरज लक्षात आली. आणि ते करण्याची प्रक्रियासुद्धा समजली. इथे त्यांच्या टीमने फायबर ऑप्टिक्स वापरून अनेक संशोधन प्रकल्प केलेत. सध्या ते स्ट्रक्चरल हेल्थ या

विषयात काम करताहेत. म्हणजे थोडक्यात मेट्रो स्टेशन्स, इमारती, पूल यांचे स्ट्रक्चरल रिपोर्ट बनवता येण्यासाठी, त्यांचे योग्य विश्लेषण करता येण्यासाठी ऑप्टिक फायबर वापरतात. सध्या त्यांची लॅब भारतीय रेल्वे सोबत संपूर्णतः भारतात बनविलेले काही ऑप्टिकल फायबर्स वापरून प्रोडक्ट्स बनवत आहेत.

तिच्या भविष्यातील कल्पनांविषयी सांगताना ती सध्या तरी याच विषयात काम करण्याची तिची इच्छा सांगते. फायबर ऑप्टिक्सचा विविध क्षेत्रात वापर करण्याचा तिचा मानस आहे. विज्ञानाच्या क्षेत्रात मेहनतीला पर्याय नाही हे ती आवर्जून सांगते. त्यातही तरुणपणी आपल्याकडे जिद्द असते, वेळ असतो आणि शारीरिक मानसिक क्षमता सुद्धा! त्या अजमावून पाहण्याचं आणि मिळणाऱ्या कोणत्याही संधीला नकार न देण्याचं ती सुचवते. संशोधन म्हणजे लहान लहान पायऱ्या असतात. एका रात्रीत अचानक काहीतरी सापडत नसतं. ते अनेक वर्षांचं, दिवसांचं, अविरत परिश्रमाचं फळ असतं. त्यामुळे त्या लहान लहान पायऱ्यांचे महत्व नजरअंदाज बिलकुल करू नये हे ती पुन्हा पुन्हा सांगते. आपण वैज्ञानिक सुद्धा माणसं असतो. येणारा प्रत्येक क्षण आनंदाने जगायला हवा आणि त्यांचा आनंद घ्यायला हव हे ती अधोरेखित करते.

ऐंशीच्या दशकात धनखेर दाम्पत्य हरियाणामधून दिल्लीमध्ये दाखल झालं तेव्हा ते शहर, तिथली संस्कृती, माणसं सगळंच त्यांना नवीन होतं. मोजकंच शिक्षण गाठीशी असणाऱ्या त्या दाम्पत्याने नव्याने तिथे आयुष्य सुरु केलं. हे सगळं मुळीच सोप्पं नव्हतं. प्रसंगी अंगमेहनत केली. पडेल ते काम केलं आणि आपल्या चार लेकरांना वाढवलं. प्रीती त्यांची मुलगी. प्रीतीला एक थोरला भाऊ, एक थोरली बहीण आणि एक धाकटा भाऊ आहे. पारंपरिक जाट समाज आणि तेथील पुरुषसत्ताक जीवनपद्धतीत स्त्रियांना शिक्षण व इतर संधींचा असणारा मर्यादित ॲक्सेस - यामुळे आपण स्वतः जे करू शकलो नाही ते सगळं आपल्या मुलांना मिळावं असं प्रीतीच्या आईने ठरवलं. आणि त्यासाठी आपल्या चारही मुलांना तिने पाठिंबा दिला. प्रीतीचा मोठा

डॉ. प्रीती धनखर

भाऊ आणि बहीण अभ्यासात हुशार होते. त्यांनी दहावीला बोर्डात क्रमांक मिळवला आणि वृत्तपत्रात झळकले. मोठा भाऊ वडिलांसोबत सगळी कष्टाची कामं करून हे करत होता. एका कष्टकरी कुटुंबासाठी ही फार मोठी गोष्ट होती. त्या दोघांनी दाखवलेल्या धाडसामुळे प्रीतीसाठी मार्ग सोप्पा झाला. ती विनासायास महाविद्यालयात प्रवेश घेऊ शकली. अर्थात तीही बोर्डात आली होतीच.

दिल्ली विद्यापीठातून भौतिकशास्त्र या विषयात पदवी आणि पदव्युत्तर शिक्षण घेतल्यानंतर पीएचडीसाठी प्रितीने मुंबईच्या आयआयटीमध्ये प्रवेश मिळवला. जेव्हा संपूर्ण समाज लग्नासाठी तिच्या मागे लागला होता तेव्हा घरी सर्वांना समजावून सांगत, आपल्या पारंपरिक विचारसरणीच्या वडिलांना त्यासाठी तयार करणं तसं साहसी होतं. पण प्रितीने ते करून दाखवलं. शिक्षणासाठी आपलं शहर सोडून दूरच्या शहरात राहणारी ती कुटुंबातील पहिली मुलगी ठरली.

मुंबईने प्रीतीला एक वेगळा विश्वास दिला. या शहराची गती, इथला मनमोकळा वावर मूळच्या साहसी प्रवृत्तीच्या प्रीतीसाठी संजीवनी ठरली. ती इथे बहरली. माणूस म्हणून घडली. युरोपियन अणू संशोधन संस्था (सर्न-CERN) यांच्या सोबत संयुक्तपणे आखलेल्या एका प्रोजेक्टसाठी प्रीतीला स्वित्झर्लंड येथील सर्नला जावं लागलं. तो प्रीतीचा पहिला परदेश प्रवास. परदेश प्रवास करणारी,

पीएचडी पर्यंत शिकलेली डॉ प्रीती धनखेर त्यांच्या गावातील पहिली व्यक्ती ठरली. तिच्या आईकडून तिने साहसी आणि बिनधास्त वृत्ती घेतली. म्हणूनच असेल कदाचित पण या सगळ्या प्रवासाला ती फार सहज हसत सामोरी गेली. कोणत्याही दडपणाशिवाय. भाषेचं, राहणीमानाचं आपल्या पार्श्वभूमीचं दडपण नसतं घ्यायचं तर त्याची ढाल करून ते मिरवायचं असतं हेच तिच्या प्रवासाचं सार. सध्या प्रीती अमेरिकेतील बर्कली युनिव्हर्सिटी येथे पोस्टडॉक्टरल संशोधन करते आहे. CERN स्थित alice प्रकल्पामध्ये ती महत्वाचं काम करते आहे. वर्षाचे सहा महिने ती बर्कलीला तर उर्वरित वेळ सर्नमध्ये घालवते. तिला भविष्यात संशोधनातच काम करायचं आहे. संधी मिळाली तर ती भारतात परत येण्याचा विचारही करते आहे.

बालपणी कल्पना चावलाच्या गोष्टी ऐकत,तिला आदर्श मानत मोठी झालेली प्रीती आज तिच्या गावातील, समाजातील अनेक मुलींसाठी त्यांची कल्पना चावला आहे. उच्च शिक्षण घेणारी, आपली मुळं धरून असणारी, पण फांद्या सर्वदूर पसरणारी प्रीती. “जर कल्पना चावला परंपरांची बंधन तोडून अवकाशाला गवसणी घालू शकते तर मी पण करू शकते. आणि जर मी हे करू शकते तर कुणीही करू शकतं.” असं ती हसत सांगते.

प्रयत्न करत रहा. कुणामुळेही, कुणी सांगतंय म्हणून ते थांबवू नका. तुम्हाला काय शक्य आहे आणि तुमच्या काय क्षमता आहेत हे ठरवण्याचा अधिकार इतर कुणालाच देऊ नका हे ती तरुण पिढीला आणि प्रामुख्याने मुलींना सांगते.

माझ्या पालकांच्या चेहऱ्यावरील आनंद, त्यांच्या चेहऱ्यावरील माझ्यासाठीच अभिमान हे माझं सगळ्यात मोठं कर्तृत्व आहे असं मला वाटतं हे सांगताना तिच्या चेहऱ्यावरचा आनंद आणि तेज आपल्याला स्तिमित करतं.

ठाण्यामध्ये एका मध्यमवर्गीय कुटुंबात जन्माला आलेली अर्चना. जन्मतःच तिच्या पायात एक खोट होती. त्यासाठी तिच्यावर काही शस्त्रक्रिया कराव्या लागल्या. नोकरी करणाऱ्या तिच्या आईवडिलांनी घरचं सगळं सांभाळून त्यांच्या या बाळाला स्वतःच्या पायावर उभं करण्यासाठी गरजेचे सगळे प्रयत्न केले. त्यांच्या प्रयत्नांना यश आलं आणि अर्चना चालू लागली. कुणाचाही आणि कसलाही आधार न घेता. ती अभ्यासात हुशार होती. अर्चना घरचं शेंडेफळ. तिला दोन मोठ्या बहिणी. वयात बरंच अंतर असल्यामुळे त्यांच्या निमित्ताने अर्चना बरंच लवकर शिकली. मराठी माध्यमाच्या शाळेत जाऊनही तिचं इंग्रजी सुधारलं. घरी संगणक

डॉ. अर्चना पवार नायक

आल्यामुळे त्याचाही सराव. इतर हुशार मुलांप्रमाणे तीही विज्ञानाला गेली. तोवर आपण संशोधक व्हायचं, संशोधन करायचं असं काहीच तिच्या मनात नव्हतं. कुणीतरी एका मोठ्या ताईने शहरातून बाहेर पडलीस तर नवं जग समजेल असं सांगितलेलं डोक्यात ठेवून तिने ठाण्यातून बाहेर महाविद्यालयात अर्ज करण्यासाठी परवानगी मिळवली. अकरावी बारावीसाठी रुईया महाविद्यालयात प्रवेश मिळवला. दरम्यान आपल्याला गणित आवडत नाही त्यामुळे अभियांत्रिकीचा प्रश्नच नाही. पण मेडिकललाही जायचे नव्हते हे हि ठाम होतं. या दोन वर्षांच्या काळात, इंटरनेट कॅफे मध्ये जाऊन, माहिती मिळवून तीने बायोटेकनॉलॉजी हा तेव्हा नव्याने आलेला विषय निवडला. घरी जाऊन आईवडिलांना त्या क्षेत्रामधील करियर संधी समजावून सांगितल्या. आणि रुईया महाविद्यालयातच त्यासाठी ऍडमिशन घेतलं. तेव्हा तिथे हा विभाग नव्याने सुरु होत होता. तिथेच पदवी आणि पदव्युत्तर शिक्षण घेतलं. पदव्युत्तर प्रकल्पासाठी तिला ACTREC येथे काम करण्याची संधी मिळाली. तेथील प्रोफेसरचा संशोधन करण्याचा, संशोधन करवून

घेण्याचा अंदाज आणि पद्धत पाहून तिचा संशोधनातील रस वाढला आणि आपण संशोधक व्हायचं, त्यासाठी पीएचडी करायची असं तिने ठरवलं. पीएचडीसाठी पुण्याच्या आयसर मध्ये प्रवेश मिळवला. त्यावेळी तिथेही हा विभाग नव्याने सुरु होत होता. आयसर तेव्हा नव्याने आकाराला येत होतं. रुईया आणि आयसर अशा दोन्ही संस्थांमध्ये सुरुवातीच्या पायाभरणीच्या काळात आपण भाग असल्याचा वेगळाच आनंद असल्याचं ती सांगते.

पीएचडी नंतर काही काळ डॉ अर्चना पवार - नायक मुंबईच्या झेव्हिअर्स महाविद्यालयात शिकवलं. पण शिकवणं, पेपर्स सेट करणं हे आपल्याला आवडत नाही हेही तिच्या ते करूनच ध्यानात आलं आणि त्यानंतर तिने एक वर्ष पोर्तुगाल, त्यानंतर दोन वर्ष हाफकिन्स आणि मग तीन वर्ष टीआयएफआर मुंबई येथे पोस्टडॉक्टरेट केलं. टीआयएफआर मुंबई मध्ये संशोधन करणं ही तिची महाविद्यालयात असल्यापासूनची इच्छा त्यासाठी तिने पदव्यूत्तर शिक्षणापासून प्रयत्न केले. प्रत्येकवेळी ती असफल ठरली. पण ती थांबली नाही. दरवेळी तितक्याच नेटाने पुन्हा परीक्षा दिली. आणि आता टीआयएफआर मुंबई येथील डॉ महेंद्र सोनावणे यांच्या प्रयोगशाळेत तिला पोस्टडॉक्टरेटसाठी मुलाखतीची संधी मिळाली.

दरम्यान अर्चनाचं लग्न झालेलं होतं. आणि आई होण्यासाठी ती प्रयत्न करत होती. तिच्या मुलाखतीच्या पहिल्याच दिवशी तिने डॉ महेंद्र याना हे सांगितलं. बऱ्याचदा या आणि अशा कारणांमुळे स्त्रियांना संधी मिळत नाही. पण इथे उलट झालं. डॉ महेंद्र यांनी अर्चनाला एक वेगळीच अट घातली. अट होती. - आई झाल्या नंतर प्रयोगशाळेत पुन्हा येणार. संशोधन बंद करणार नाही हे वचन. डॉ महेंद्र यांच्यासोबतचा हा संवेदशील संवाद पाहून अर्चना भारावून गेली. स्त्रियांचं STEM मधील सहभाग वाढवण्यासाठी त्यांच्या आयुष्यातील या महत्वाच्या टप्प्यात त्यांना वैज्ञानिक संस्था, आणि त्यांच्या टीमने सोबत करणं, प्रोत्साहन देणं किती गरजेचं आहे हे यानिमित्ताने अधोरेखित होतं.

सध्या अर्चना वेल्सेरा या खाजगी संस्थेसोबत काम करते आहे. तिथे तिचा आजवरचा संशोधनातील अनुभव वापरून कॅन्सरच्या एखाद्या रुग्णाला त्याची लक्षणं, तीव्रता, प्रकार यावर आधारित टार्गेटेड थेरपी निवडण्यासाठी डॉक्टरांना मदत करते आहे. अमेरिका, दुबई आणि भारतातील डॉक्टर्स त्यांच्या या सुविधेचा उपभोग घेताहेत.

माझं संशोधन केवळ प्रयोगशाळेपुरतं मर्यादीत नसून ते लोकांच्या आयुष्यात बदल घडवून आणत आहे याचं विलक्षण समाधान असल्याचं ती सांगते.

एखादी गोष्ट आपल्याला हवी असेल तर त्यासाठी जिद्दीने प्रयत्न करत राहण्याचं ती एक उत्कृष्ट उदाहरण आहे. अपयशाच्या भीतीने थांबू नका असं ती वैज्ञानिक क्षेत्रात येऊ पाहणाऱ्या तरुणांना, मुलींना सांगते. निर्णय घेताना ते अभ्यासपूर्ण घ्यावेत असा सल्ला देते. आपलं घरदार, लहान बाळ आणि करियर या दोघांनाही समान महत्व देण्यात काहीच वावगं नाही. आपल्या कुटुंबाला, मुलांना महत्व दिल्याने तुम्ही वाईट वैज्ञानिक होत नाही असं ती आवर्जून सांगते. STEM मधील मुलींनी सोबती निवडताना त्याचं कार्यक्षेत्र किंवा डिग्री न पाहता तो आपलं काम समजून घेतोय का हे पाहावं हेही अधोरेखित करते.

आंदोलन न करता बंड करणाऱ्या, आपले हक्क आणि संधी आपल्या कर्तृत्वावर मिळवणाऱ्या, आपल्या कामातून जग आणि समाज बदलणाऱ्या आणि तरीही मी केवळ माझं कर्तव्य बजावलं असं सहज सांगू शकणाऱ्या या सगळ्याच जणी मला क्रांतिकारी आणि बदलाच्या वारकरी वाटतात.

त्यांचा प्रवास जाणून घेताना वैज्ञानिक होण्यासाठीची प्रत्येकाची रेसीपी वेगळी आहे हे लक्षात येतंच. पण जोडीने त्यामध्ये असणारे समान धागे ही समजतात. प्रत्येकीचा प्रवास किती वेगळा आणि तरी सारखा आहे हे जाणवतं. आणि या क्षेत्रात स्त्रियांचा वावर, वाढवण्यासाठी किती वेगवेगळ्या आयामांचा विचार होण्याची गरज आहे हे ही यानिमित्ताने लक्षात येतं.

(लेखिका विज्ञान संवादक आणि नाविन्यपूर्ण शिक्षण या क्षेत्रात कार्यरत 'मेकशिफ्ट' या संस्थेच्या सह संस्थापिका आहेत.)

यशोगाथा महिला शास्त्रज्ञांच्या

सुरुवातीला काही काळ जीवशास्त्र व वैद्यकशास्त्रापुरताच मर्यादित असलेला महिलांचा विज्ञानाच्या क्षेत्रातला वावर आता त्याही पलिकडे अनेक क्षेत्रांत होत आहे. अंतराळापासून कोविडवरील लसीपर्यंत आणि क्रिडावैद्यकापासून नॅनो तंत्रज्ञानापर्यंत अनेक क्षेत्रे पादाक्रांत करणाऱ्या महिलांच्या यशोगाथा येणाऱ्या पिढीला नक्कीच मार्गदर्शक ठरतील...

डॉ. लीना बावडेकर

डॉ. माधवी ठाकरे

भारतीय अंतराळ संशोधन संस्था इस्रोच्या अहमदाबाद केंद्रात वरिष्ठ शास्त्रज्ञ म्हणून कार्यरत असलेल्या चांद्रयान ३ मध्ये 'प्रकल्प व्यवस्थापक' या विशेष महत्त्वाची भूमिका बजावणाऱ्या विदर्भकन्या मराठी महिला शास्त्रज्ञ म्हणजे डॉ. माधवी ठाकरे!

अकोला जिल्ह्यातील मिर्झापूर तालुक्यातील, कमरगाव येथे जन्माला आलेली ही कन्या लग्नानंतर नागपूरचीची स्नुषा झाली. आई आणि वडिलांकडून विज्ञानाचे बाळकडू घेऊन लहानपणापासून स्वतःची विज्ञानाची आवड जोपासत, त्याला परिश्रमाची जोड देत आज भारत देशाची मान गौरवाने उंचावणारी महिला म्हणून सर्वत्र सन्मानास पात्र ठरली आहे. माधवी ठाकरे यांचे प्राथमिक शालेय शिक्षण वाडेगाव तालुका बाळापूर येथील जिल्हा परिषदेच्या कन्या शाळेत झाले. पुढे सहावी ते दहावी हे शिक्षण मूर्तिजापूर येथे तर कनिष्ठ महाविद्यालयीन शिक्षण अकोला येथे झाले. मुळात फिजिक्स म्हणजे भौतिकशास्त्राची अजिबात आवड नसताना 'बी एस सी कम्प्युटर सायन्स' ला प्रवेश घेतल्यावर त्यांना फिजिक्स चा अभ्यास करावा लागला. त्यावेळी 'प्रकाश' या विषयाबाबत कुतूहल निर्माण झाले आणि त्यातून अभ्यासाची एक दिशा निश्चित झाली. नंतर अमरावती विद्यापीठात एम एस सी फिजिक्स करत असताना त्यांनी द्वितीय वर्षाला 'सॉलिड स्टेट फिजिक्स' हा विषय निवडला. 2005 मध्ये एम एस सी पूर्ण करून पीएचडी ला सुरुवात केली.' Electrical and optical characterization of metallic nanoparticle polymer composites for relative humidity sensing applications' या विषयात त्यांनी 2010 मध्ये पी एच डी प्राप्त केली. पीएचडी पूर्ण करण्यापूर्वीच एप्रिल 2010 मध्ये व्यक्तिगत मुलाखतीद्वारे 'शास्त्रज्ञ' या जागेसाठी 'अहमदाबाद' येथील इस्रोच्या

केंद्रामध्ये त्यांची नेमणूक झाली. तेव्हापासून आजपर्यंत त्या याच केंद्रामध्ये कार्यरत आहेत. इस्रो मध्ये कार्यरत असतानाच 2022 मध्ये प्रोजेक्ट मॅनेजमेंट हा विषय घेऊन त्यांनी पुणे येथे डीवायपाटील विद्यापीठामध्ये एमबीएची पदवी घेतली. या शैक्षणिक पार्श्वभूमीवर आणि संशोधनाची उर्मी सतत मनामध्ये असल्यामुळे इस्रो च्या अनेक मोहिमांमध्ये त्यांचा यशस्वी सहभाग होता.

माधवी ठाकरे या मार्स ऑर्बिटर मिशन साठी जे सेन्सर्स विकसित केले गेले ते करणाऱ्या टीमच्या सदस्य होत्या. त्यांनी मार्स कलर कॅमेरा, मंगळासाठी मिथेन सेंसर, थर्मल इन्फ्रारेड इमेजिंग स्पेक्ट्रोमीटर तयार करून आपले योगदान दिले. चांद्रयान २ मध्ये मून टेरियन चा 3D मॅप विकसित करण्यासाठी त्यांनी टेरियन मॅपिंग कॅमेरा निर्माण केला. त्यांनी चांद्रयान २ आणि ३ च्या लॅन्डरसाठी चंद्रावर निश्चित केलेल्या ठराविक जागेवर लँडर सुरक्षितपणे आणि अलगद उतरावे यासाठी लॅन्डर पोझिशन डिटेक्शन कॅमेरा (LPDC) तसेच लॅन्डर हॅझार्ड डिटेक्शन आणि एव्हिडन्स कॅमेरा (LHDAC) हे कॅमेरे त्यांनी विकसित केले. १४ जुलै २०२३ या दिवशी आंध्र प्रदेशातील श्रीहरिकोटा इथल्या श्री सतीश धवन स्पेस सेंटर येथून अवकाशात प्रक्षेपित झालेल्या चांद्रयान- ३ च्या यशाने आज जगभरात अंतराळ क्षेत्रात भारताचे नाव सुवर्णाक्षरात गोंदले गेले आहे. चांद्रयान ३ च्या संपूर्ण प्रक्रियेत एकूण शंभरपेक्षा अधिक महिला कार्यरत होत्या. इंडियन नॅनो सॅटॅलाइट (INS-1C) साठी त्यांनी 'origami' म्हणजे 'folding the light multiple times' ही संकल्पना वापरून मेटॅलिक मिरर असलेला टेलिस्कोप प्रथमच तयार केला. चांद्रयान -२, चांद्रयान- ३ , मार्स ऑरबीटर मिशन, रिसोर्स सॅट(resource sat) मिशन, GISAT मिशन,INS सिरीज (1A,1B and 1C), तसेच SPADEX मोहिमेत त्यांचा सक्रिय सहभाग आहे.

डॉक्टर माधवी ठाकरे यांनी 'नॅनो टेक्नॉलॉजी आणि त्याचे उपयोजन', 'विविध डिपॉझिट टेक्निक्स वापरून थीन फिल्म कोटिंग करणे', 'रिलेटिव्ह हुमिडीटी सेन्सिंग एप्लीकेशन साठी नॅनो कंपोझिट वापरून ऑप्टिकल आणि इलेक्ट्रिकल सेंसर तयार करणे', 'लेंसेस आणि टेलिस्कोप चे ऑप्टिकल डिझाईन करणे', 'ऑप्टिकल सिस्टीम से मॉडेलिंग आणि ऍनालिसिस करणे' या विषयात विशेष प्राविण्य व गती प्राप्त केली आहे. आपण आज चंद्रावरील जे फोटो पहात आहोत ते सर्व फोटो डॉक्टर माधवी आणि त्यांच्या टीमने तयार केलेल्या कॅमेऱ्याद्वारा टिपलेले आहेत. चांद्रयान-३ च्या कालावधीत त्यांनी आणि त्यांच्या टीमने अथक परिश्रम केले आहेत. चांद्रयान-२ च्या विक्रम लॅन्डर चे लँडिंग अतिशय कठीण गेले होते. आता चांद्रयान-३ च्या विक्रम लॅन्डर चे लँडिंग त्यांना करायचे होते .यासाठी त्यांच्या संपूर्ण टीमने अतिशय कष्ट केले आणि प्रत्येक प्रणाली अत्यंत नेमकेपणाने आणि बिनचूक अशी विकसित केली .त्या प्रणालीच्या विविध परीक्षा विविध परिस्थितीमध्ये तपासून पाहिल्या आणि त्या प्रत्येकाचा परिणाम अनेक मापदंडावर अनेक वेळा तपासून पाहिला. लॅन्डर ज्या जागेवर प्रत्यक्ष उतरणार आहे त्या जागेची उत्तमात उत्तम चित्र मिळविण्यासाठी लॅन्डर कॅमेरा ची कामगिरी खूप महत्त्वाची होती. चांद्रयान-३ चे इस्रोचे कार्य प्रदर्शित करणारा रथ २०२४ च्या प्रजासत्ताक दिनाच्या परेडमध्ये सहभागी झाला होता. या रथाचे सारथ्य करणाऱ्या टीम मध्ये डॉक्टर माधवी ठाकरे या विशेष निमंत्रित होत्या, ही विशेष अभिमानाची आणि कौतुकाची गोष्ट आहे.

विज्ञान शाखे च्या माध्यमातून डॉक्टर - इंजिनीयर होणे यापेक्षा वेगळे असे संशोधनाचे क्षेत्र निवडून डॉक्टर माधवी ठाकरे यांनी इस्रो मध्ये काम करणे निवडले आणि आता अवकाश क्षेत्रामध्ये उत्तुंग भरारी घेत आहेत.

विज्ञान शाखा निवडणाऱ्या मुलींना मोठी स्वप्न पाहून देशासाठी कार्य करत राहण्याची त्या नेहमी प्रेरणा देतात. त्या स्वतः आपली अंतराळ संशोधन विषयाची आवड आपल्या कामाच्या माध्यमातून जपत आहेत, त्यामध्ये प्रगती करत आहेत, हे सर्व करत असताना एक भारतीय देशप्रेमी महिला या नात्याने आपल्या कुटुंबाप्रती जबाबदारीही समर्थपणे पार पाडत आहेत. त्यांच्या कार्याची पावती त्यांना मिळालेल्या अनेक पुरस्कारांमधून लक्षात येते. २०१७ मध्ये त्यांना भारतीय नॅनो सॅटेलाईट पेलोड (IHS 1 C) विकसित करण्याबद्दल 'टीम उत्कृष्टता' पुरस्कार प्राप्त झाला. 'मेटॅलिक ओरिगामी(मल्टी फोल्ड)ऑप्टिक्स आधारित कॅमेरा प्रणालीचे डिझाईन आणि विकास 2018, साठी 'SAC इनोव्हेशन पुरस्कार' ,2021 मध्ये 'उत्कृष्ट कार्य'पुरस्कार, 2022 मध्ये अंतराळ क्षेत्रातील योगदानाबद्दल 'महाराष्ट्र सावित्री' हा सकाळ मीडिया ग्रुप चा पुरस्कार, 2024 मध्ये रामन सायन्स अँड टेक्नॉलॉजी फाउंडेशनचा' डॉक्टर विक्रम साराभाई सायंटिस्ट पुरस्कार', तसेच 2024 मध्ये राष्ट्रसेविका समितीचा 'सिंधू सन्मान' पुरस्काराने त्यांचे कार्य गौरविले गेले आहे.

नॅनोटेक्नॉलॉजीतज्ज्ञ डॉ. वंदना घोरमाडे

डॉ. वंदना यांनी वनस्पतिशास्त्र या विषयात बीएससी (ऑनर्स), एमएससी करून नंतर जैवतंत्रज्ञान या विषयात पुणे विद्यापीठात पीएचडी प्राप्त केली. त्या ऑगस्ट २००७ पासून वैज्ञानिक ई, नॅनोबायोसायन्स, आघारकर संशोधन संस्था, पुणे, येथे कार्यरत आहेत. 'नॅनोटेक्नॉलॉजीचा प्रयोग' ही काळाची गरज आहे हे लक्षात घेऊन 'वापरण्यास सुलभ संवेदनशील वैद्यकीय उपकरणे' आणि 'उपचारांच्या' विकासासाठी डॉ. वंदना यांनी 'बुरशीजन्य विष' आणि 'एस्परगिलोसिस' या मानवी बुरशीजन्य रोगाचा शोध घेण्यासाठी, 'डायग्नोस्टिक प्लॅटफॉर्म' विकसित केले आहेत.

सुरक्षित निरोगी अन्नासाठी मायकोटॉक्सिन प्लॅटफॉर्मच्या विकासासाठी त्यांना राष्ट्रीय आणि आंतरराष्ट्रीय सहयोग मिळाला आहे. अयोग्य साठवण , दूषित हवामान यामुळे अनेकदा 'मायकोटॉक्सिन' या बुरशीने 'अन्न' दूषित होते. या अन्नामुळे प्राणी आणि मानवांना पोटदुखी, नेफ्रो-टॉक्सिसिटी आणि कार्सिनोजेनिसिटी यासारख्या आरोग्याच्या समस्या निर्माण होतात. या समस्या निर्माण होऊ नयेत म्हणून अन्न सुरक्षेसाठी उत्पादनाच्या प्रत्येक टप्प्यावर 'मायकोटॉक्सिन' शोधले जातात. डॉ. घोरमाडे यांनी ओक्रेटॉक्सिन आणि अफलाटॉक्सिन हे मायकोटॉक्सिन ओळखणारे पेप्टाइड्स विकसित केले आणि ते सोन्याच्या नॅनोपार्टिकल्समध्ये लेबल म्हणून संयुग्मित केले.

कॅन्डिडा आणि ॲस्परगिलस सारख्या मानवी बुरशीजन्य रोगजनकांमुळे जगभरात मृत्यू होतात. हे जीव वेळेत ओळखले जाऊन निदान व उपचार केल्यास मृत्युदरात लक्षणीय घट होऊ शकते. डॉ. वंदना यांनी जैवतंत्रज्ञान विभागाच्या प्रकल्पांतर्गत सोन्याच्या नॅनोकणांवर आधारित व्हिज्युअल "ऑन-साइट" डॉट ब्लॉट इम्युनोसेन विकसित केला. आक्रमक ॲस्परगिलोसिसचा लवकर शोध घेऊन उपचार सुरू करण्यासाठी अशा 'ऑन-साइट डिटेक्शन किट'चा उपयोग आहे.

नॅनोटेक्नॉलॉजी मुळे औषधाची परिणामकारकताही सुधारते. डॉ. वंदना यांनी ॲफोटेरिसिन बी हे मानवी रोगजनक बुरशीच्या नियंत्रणासाठी व अँटीफंगल औषधाच्या वितरणासाठी पेटंट केले आहे. औषध वितरीत करण्यासाठी नॅनोपार्टिकलमध्ये औषधाचे एन्कॅप्स्युलेशन हे सिल्व्हर बुलेट चे काम करते. ते बुरशीला मारण्यासाठी बुरशीच्या पडद्याला व्यत्यय आणते. नॅनो-एएमबी ४ मानवी रोगजनक बुरशीच्या नियंत्रणात सामान्यपणे आवश्यक डोसच्या अर्ध्या डोसमध्ये प्रभावी कार्य होते. याशिवाय डॉ घोरमाडे यांनी आणखी एक वैशिष्ट्यपूर्ण संशोधन केले आहे.

अनियंत्रित रक्तस्राव असताना अनेकदा क्लेशकारक मृत्यू किंवा मोठ्या प्रमाणात रुग्णालयात भरती व्हावे लागते. डॉ घोरमाडे यांनी रक्त कमी होणे किंवा थांबवण्यासाठी अत्यंत शोषक, वेदनारहित, सुरक्षित, कार्यक्षम, हलके आणि टिकाऊ टॉपिकल हेमोस्टेंटिक ड्रेसिंग हेमो-हॉल्ट' तयार केले आहे व त्याचे पेटंट घेतले आहे. त्याने दोन-तीन मिनिटांत रक्तस्त्राव थांबतो. अपघात आणि जखमांमध्ये हे अत्यंत उपयुक्त आहे. हेमोस्टॅटिक 'हेमो-हॉल्ट' अपघात, शस्त्रक्रिया, लढाई किंवा आणीबाणीच्या दरम्यान रक्त कमी होणे आणि जखम कमी करण्यात योगदान देऊ शकते.

या आणि अशा अनेक वैशिष्ट्यपूर्ण संशोधनांसाठी डॉ. वंदना यांना सादर नमन!!!

तेजस्विनी शास्त्रज्ञ डॉ. प्रज्ञा यादव

जेव्हा संपूर्ण विश्व आणि आपला भारत देश कोविड च्या विळख्यात अडकले होते त्या संकटाचा मुकाबला करण्यात sars Covid विषाणू चे विलगीकरण करून Covaxin च्या निर्मितीमधील प्रमुख शिल्पकार, भारतातील वरिष्ठ महिला शास्त्रज्ञ प्रज्ञा यादव. कोविड च्या काळात वर्षभर घरी न जाता त्यांनी आणि पुण्यातील राष्ट्रीय विषाणू संशोधन संस्थेच्या - NIV च्या त्यांच्या संघाने रोज नवीन संकटाचा सामना केला आणि रात्रंदिवस काम केले.

COVID worrier पुरस्कार तसेच Vaccine मधल्या योगदानासाठी भारत भाग्यविधाता 2022 सन्मान याच्या नावावर आहे. २०२४ या वर्षीच्या शांतीस्वरूप भटनागर पुरस्काराने त्यांचा सन्मानित आहेत.

प्रज्ञा या उत्तर प्रदेश मधील तांडा या गावातील एका मध्यमवर्गीय कुटुंबातील ४ भावांची लाडकी बहीण. लहानपणापासून अभ्यासाची खूप आवड असणाऱ्या प्रज्ञा यांना शिस्तप्रिय, आणि प्रगत विचारांच्या आई वडीलांनी शिक्षणाला प्रोत्साहन दिले.

biochemistry या विषयातील पदवी आणि पदव्युत्तर शिक्षणाच्या दरम्यान त्यांनी virology या विषयात संशोधनाच्या क्षेत्रात काम करायचे ठरवले. त्यासाठी JRF, NET या सरकारी परीक्षा उत्तीर्ण केल्यानंतर पुण्यातील राष्ट्रीय विषाणू संशोधन संस्थेमध्ये त्यांना PhD साठी शिष्यवृत्ती मिळाली आणि सावित्रीबाई फुले पुणे विद्यापीठा अंतर्गत virology या विषयात phd चे काम सुरू झाले. त्यांना तेथेच नोकरीची संधी मिळाली. ६ महिन्यांतच त्यांना अमेरिकेत प्रशिक्षणासाठी शिष्यवृत्ती मिळाली. डॉ. प्रज्ञा यांनी देशासाठी काम करायचे आहे या जिद्दीने परत येऊन आपल्या प्रशिक्षणाचा देशासाठी उपयोग करून भारतात प्रथमच प्रगत संशोधन तंत्रज्ञान आणले आणि BSL 4 लॅब च्या प्रमुख म्हणून काम करणाऱ्या त्या पहिल्या महिला शास्त्रज्ञ ठरल्या. NIV पुणे मध्ये इबोला, झिका, निपाह, mpox यासारख्या विषाणूंवर २२ वर्षांपासून संशोधनात अविरत कार्यरत आहेत.

शास्त्रीय प्रबंध लेखन हा संशोधन क्षेत्रातील अत्यंत महत्त्वाचा भाग असून डॉ. प्रज्ञा यादव यांच्या नावावर 330 पेक्षा जास्त शोधनिबंध प्रकाशित झालेले आहेत. Virology विषयातील, molecular biology, healthcare, प्रतिजैविक विकसन, bio containment science, epidemilogy, biomedical sciences या विषयातील संशोधन आणि विकास या क्षेत्रात त्यांचे भरीव योगदान आहे.या क्षेत्रात खूप साऱ्या नवीन संशोधनातील आणि नोकरीच्या तसेच उद्योजकता विकासाच्या खूप विकासाच्या संधी आता उपलब्ध झाल्या आहेत. या क्षेत्रात आता महिलांचे प्रमाण लक्षणीय आहे.

सर्व कौटुंबिक जबाबदाऱ्या पार पाडत असतानाही ही काम करणे शक्य आहे. महिलांसाठी बाळंतपण आणि त्यानंतर मुलांच्या संगोपनासाठी सुट्या तसेच त्यानंतर पुन्हा काम सुरु करता येईल अशा अनेक योजना आहेत. त्यामुळे अनेक महिलांनी या क्षेत्रात यावे असे त्यांनी आवाहन केले आहे.

क्रिडावैद्यकतज्ज्ञ डॉ अमृता देशमुख

क्रीडा वैद्यक या विषयाचा ध्यास घेऊन वयाच्या २५ व्या वर्षी प्रत्यक्ष मैदानामध्ये उतरलेली पहिली महिला वैद्य! आयुर्वेदाचार्य ही पदवी प्राप्त केल्यानंतर पदव्युत्तर अध्ययनासाठी 'क्रीडा-आयुर्वेद' हा विषय घेऊन 'संस्कृत आणि आयुर्वेद' असे आंतरशाखीय संशोधन करून पीएचडी पदवी प्राप्त केल्यामुळे वैद्य अमृता यांना आता डॉक्टर अमृता म्हणून नवीन ओळख मिळाली आहे.

बारावी पर्यंत मैदानात व्हॉलीबॉल या क्रीडा प्रकारात प्राविण्य मिळविलेल्या अमृताने शिक्षणातील वाटचालीसाठी 'आयुर्वेदाला' प्रवेश घेतला. आयुर्वेदाची आवड निर्माण झाली पण डोक्यातील व्हॉलीबॉल आणि मैदान हे विषय तिला स्वस्थ बसू देत नव्हते. आयुर्वेदाचे शिक्षण घेत असताना आयुर्वेदात काम करायचे आहेच आणि क्रीडा विषय सोडायचा नाही असा तिचा आग्रह होता. त्यातूनच या दोन्हीचा समन्वय साधत तिने आयुर्वेदाच्या इतिहासात प्रथमच आयुर्वेद आणि क्रीडाशास्त्र या विषयात संशोधन केले. त्याचवेळी प्रत्यक्ष मैदानावर स्पर्धात्मक खेळ खेळणाऱ्या खेळाडूंचे त्या त्या खेळातील प्राविण्य वाढावे यासाठी तसेच खेळ चालू असताना अपघात झाल्यास किंवा तातडीच्या वैद्यकीय सेवेची गरज पडल्यास 'आयुर्वेदाची चिकित्सा' देण्यास मान्यता मिळवून देण्याचे कार्य डॉक्टर अमृता देशमुख यांच्या नावावर जमा होते. त्यांनी फुटबॉलचे सामने सुरू असताना स्वतः मैदानामध्ये उभे राहून खेळाडूंना तातडीचे वैद्यकीय उपचार केले आहेत. याबरोबरच खेळाडूंचा सराव चालू असताना खेळाडूंचे त्यांच्या खेळातील कौशल्य वाढावे आणि त्यांचा खेळ खेळण्यासाठी त्यांचे स्वास्थ्य टिकून राहावे यासाठी त्यांनी टीम डॉक्टर, क्रीडा आहारतज्ज्ञ आणि योग तज्ज्ञ म्हणून काम पाहिले, हे त्यांचे योगदान आहे. एकेकाळी केवळ sports medicine म्हणून प्रसिद्ध असलेल्या मैदानी खेळाच्या वैद्यकीय क्षेत्राला अमृताने आयुर्वेदाचा परिचय करून दिला आणि क्रीडा आयुर्वेद अशी नवी ओळख मिळवून दिली. 'खो खो' या खेळाचा आयुर्वेदीय विमर्श या विषयावर २००७ मध्ये राष्ट्रीय परिषदेत प्रबंध सादर केला. फुटबॉल मध्ये २००९ पासून क्रीडा क्षेत्रात विविध शालेय राष्ट्रीय खेळाडूसोबत वैद्य म्हणून क्रीडाकुल ज्ञान प्रबोधिनी निगडी येथे संशोधनात्मक काम केले. कैवल्यधाम योग संस्थेसोबत योगशास्त्राचा खेळाडूंसाठी उपयोग या विषयावर संशोधन करून आंतरराष्ट्रीय परिषदेमध्ये त्याचे सादरीकरण केले.

२०१३ ते २०१८ पर्यंत फुटबॉल या खेळात स्थानिक ते आंतरराष्ट्रीय सर्व पातळीवर प्रत्यक्ष मैदानात काम केले आहे. यामध्ये भारतीय राष्ट्रीय फुटबॉल संघासोबतचे त्यांचे काम विशेष उल्लेखनीय आहे. व्यावसायिक फुटबॉल मधील I League आणि इंडियन सुपर लीग या राष्ट्रीय सर्वोच्च स्पर्धा मध्ये पुण्याच्या आणि नॉर्थ ईस्ट युनायटेड फुटबॉल क्लब आणि केरळच्या संघासाठी काम केले आहे. व्यावसायिक फुटबॉल मध्ये प्रत्यक्ष मैदानावर काम करणारी पहिली भारतीय महिला म्हणून डॉक्टर अमृता यांचे कार्य वाखाणण्याजोगे आहे.

(लेखिका पुणेस्थित वैद्यक व्यावसायिक आणि शक्तिच्या अखिल भारतीय महासचिव आहेत.)

भारतीय हवामानशास्त्राच्या विकासातील महिला शास्त्रज्ञांचा सहभाग

कामाच्या स्वरूपामुळे व वेगवेगळ्या ठिकाणी होणाऱ्या बदल्यांमुळे हवामान क्षेत्रातील नोकऱ्यांपासून महिला बराच काळ दूर राहिल्या. त्यामुळे अनेक वर्षे ते फक्त पुरूषांच्याच कर्तृत्वाचे क्षेत्र राहिले. अशाही परिस्थितीत काही मोजक्या महिलांनी हे आव्हान पेलले व यशस्वी हवामानशास्त्रज्ञ म्हणून आपला ठसा उमटवला. अशा काही यशस्विनींचा थोडक्यात परिचय...

अनघा शिराळकर

देशाला स्वातंत्र्य मिळाल्यानंतर भारतीय महिलांसाठी आनंददायी व प्रेरणादायी गोष्ट कोणती असेल तर पुरुषांच्या बरोबरीने विविध विषयांत उच्च शिक्षण व अनेक क्षेत्रात अगदी अपारंपारिक क्षेत्रातही रोजगाराच्या संधी उपलब्ध झाल्या. अभ्यासू वृत्ती, चिकित्सक स्वभाव, कष्ट करण्याची तयारी, चिकाटी इत्यादी निसर्गदत्त गुणांमुळे महिला घरसंसार व कामकाजाचे क्षेत्र अशा दोन्ही पातळ्यांवर यशस्वी ठरल्या. भारतीय संविधानात मिळालेल्या हक्कांमुळे महिलांना सामाजिक महत्त्वही प्राप्त झाले. त्यांना सर्व क्षेत्रात आपल्या कर्तृत्वाचा ठसा उमटविण्याची संधी प्राप्त झाली. संरक्षण दल, पोलीस दल, हवाई क्षेत्र, अभियांत्रिकी इत्यादी, तसेच विविध व्यवसाय जे फक्त पुरूषांसाठीच होते तिथेही महिला दिसू लागल्या. जिथे फक्त शिक्षिकेचेच काम महिला निवडत असत तिथे आता अभियांत्रिकी क्षेत्रात तंत्रज्ञ, अर्थशास्त्रात तज्ज्ञ सल्लागार तसेच संशोधन क्षेत्रात शास्त्रज्ञ म्हणूनही वाटचाल करताना दिसत आहेत. जरी हवामानशास्त्र याला अपवाद नसले तरी त्याच्या कामाच्या स्वरूपामुळे अनेक वर्षे महिलाच काय पण पुरूषही या क्षेत्रापासून दूर होते.

वेगवेगळ्या वातावरणात, ठराविक वेळेला, न चुकता प्रत्यक्ष हजर राहून हवामानाच्या विविध घटकांच्या अचूक नोंदी घेणे, हवामान मापकयंत्रांची क्षमता व स्थिती व्यवस्थित ठेवणे व त्यांचा अहवाल ठराविक वेळेला वरिष्ठांकडे सादर करणे हे काम निरीक्षकांचं असते. या नोंदी चोख असणे फार महत्वाचे आहे कारण त्यावरच पावसाचा व हवामानाचा अंदाज वर्तवणे अवलंबून असते. स्वातंत्र्यपूर्व व स्वातंत्र्योत्तराच्या सुरवातीच्या काळात कोणतीही स्वयंचलीत यंत्रणा नसताना या नोंदी अचूक घेणे हे आव्हानात्मक काम या निरीक्षकांना पार पाडावे लागे. यामुळेच या कामात महिलांचा सहभाग दुर्लभ होता. त्या काळात महिला स्वतःबद्दलचे निर्णय घेण्यात अजून तितक्याशा स्वतंत्र नव्हत्या. त्यांच्या प्राधान्यक्रमात नोकरी ही शेवटी असायची. अर्थार्जनासाठी नोकरी करणे गरजेचे असेल तरच ती केली जायची, ती सुद्धा घर व्यवस्थित सांभाळून वेळ मिळत असेल तर आणि नोकरीत जास्त कष्ट नसतील तरच. अन्यथा घरच्यांची परवानगी मिळत नसे. त्यामुळे महिलांचे हवामान खात्यात असणे नगण्यच होते. कामाच्या स्वरूपामुळे व वेगवेगळ्या ठिकाणी होणाऱ्या बदल्यांमुळे हवामान क्षेत्रापासून महिला दूर राहिल्या त्यामुळे अनेक वर्षे ते फक्त पुरूषांच्याच कर्तृत्वाचे क्षेत्र राहिले. अशाही परिस्थितीत काही मोजक्या महिलांनी हे आव्हान पेलले व यशस्वी हवामानशास्त्रज्ञ म्हणून आपला ठसा उमटवला. अशा काही यशस्विनींचा थोडक्यात परिचय करून देण्याचा प्रयत्न या लेखात केलेला आहे.

मिस ॲना मणी

मिस ॲना मणी पहिल्या भारतीय महिला हवामानशास्त्रज्ञ म्हणून १९४८ साली पुण्यातील भारतीय हवामानशास्त्र विभागात रुजू झाल्या. त्या भौतिकशास्त्राच्या पदवीधर होत्या. हवामानाच्या विविध घटकांची मोजणी करण्यासाठी जी उपकरणे लागतात त्यांच्या निर्मितीच्या संकल्पनेपासून त्यांचा वापर वदेखभाल यांची सर्व जबाबदारी त्यांनी समर्थपणे पेलली. जवळ जवळ १०० महत्त्वाच्या उपकरणांचं प्रमाणीकरण त्यांनी केले. १९५७-५८ या वर्षात सौर प्रारणांच्या मापकांच्या स्थानकांचे जाळे आपल्या देशात तयार केले. सौर विकिरण, ओझोन आणि पवन ऊर्जा मापन यंत्रांसाठी त्यांनी आपल्या विभागात एक वर्कशॉप (कारखाना) सुरू केला. तो आजही अद्ययावत स्थितीत कार्यरत आहे. सौर प्रारणे, ओझोन व पवन उर्जा या विषयांवरील त्यांच्या संशोधनाचे अनेक शोधनिबंध राष्ट्रीय व आंतरराष्ट्रीय नियतकालिकांमध्ये प्रकाशित झाले. अनेक राष्ट्रीय व आंतरराष्ट्रीय सभा व परिषदांचे सन्मानयीय सभासदत्वही त्यांना मिळाले. आपल्या शिस्तबध्द व्यवस्थापन व कार्यपद्धतीमुळे मिस ॲना मणी हवामान खात्याच्या उपमहासंचालक पदापर्यंत पोहचल्या. त्यांनी हवामान क्षेत्रात आंतरराष्ट्रीय स्तरावरील भौतिकशास्त्रज्ञ म्हणून आपला ठसा उमटवला. निवृत्त झाल्यावरही त्या वयाच्या ८० वर्षांपर्यंत बंगळुरू येथील रामन संशोधन संस्थेमध्ये सौर प्रारणे आणि पवन उर्जा विषयांवरील संशोधन कार्यात त्या मग्न होत्या. तेथील संशोधनावरही त्यांनी पुस्तके व शोधनिबंध लिहिले जे अपारंपारिक उर्जा क्षेत्रांसाठी अतिशय उपयुक्त ठरले. मिस मणी यांच्या मार्गदर्शनाचा लाभ अनेक शास्त्रज्ञांना झाला.

डॉ. एन. जयंती

पहिल्या दोन महिला अधिकारींपैकी मिस ॲना मणी यांनी उपकरण विभागाची धुरा सांभाळली तर डॉ. मेरी सेल्वम या संशोधनात कार्यरत झाल्या. भारतीय हवामानशास्त्र विभागाचे मुख्य कार्य म्हणजे हवामानाचा अंदाज वर्तवणे. डॉ. एन. जयंती यांनी हे आव्हान स्विकारले. १९७० च्या दशकाच्या सुरवातीच्या काळात हवामानशास्त्राचे प्रगत प्रशिक्षण घेऊन पूर्ण वेळ हवामानाच्या अंदाजाच्या कामामध्ये झोकून देणाऱ्या डॉ. जयंती या पहिल्या महिला होत. प्रशिक्षणाच्या काळात त्यांना मुंबईला हवाई वाहतूक विभागाला लागणाऱ्या हवामानाचा अंदाज देण्याचे (Duty Aviation Forecaster) काम करावे लागले. त्यानंतर त्यांना चेन्नई येथे वादळांचा इशारा देणाऱ्या केंद्रात हवामानाचा अंदाज देण्याचे काम करण्यासाठी नियमित स्वरूपातील अधिकारी म्हणून रुजू व्हावे लागले. या कामातही त्या पहिल्या महिला अधिकारी ठरल्या. रात्रीच्या वेळी वादळीवाऱ्यासह मुसळधार पावसात वाहनांची कोणतीही सुविधा नसतानाही डॉ. जयंती यांनी स्त्री असण्याचा बाऊ न करता अतिशय धाडसाने व धडाडीनी सर्व कामे यशस्वीपणे पार पाडली. चेन्नई विमानतळावर हवाई वाहतुकीसाठी लागणाऱ्या हवामानाचा अंदाज देण्याची धुराही त्यांनी १४ वर्षे समर्थपणे सांभाळली व तेथील आंतरराष्ट्रीय विमानतळाची पहिली महिला प्रमुख हवामानशास्त्र अधिकारी म्हणून अतिशय महत्त्वाचे पद सांभाळले. त्यानंतर त्यांची पदोन्नती होऊन त्या उपमहासंचालक झाल्या आणि पुण्यातील प्रशिक्षण विभागाच्या प्रमुख म्हणून रूजू झाल्या. जागतिक हवामान परिषदेने (World Meteorological Organization – WMO) डॉ. जयंती यांना आंतरराष्ट्रीय नागरी हवाई वाहतूक परिषदेचे शिक्षण व प्रशिक्षण तसेच हवाई वाहतुकीसाठी हवामानाचा अंदाज देणाऱ्या तज्ज्ञांमध्ये मानाचे स्थान दिले. अतिरिक्त महासंचालक या पदावरून डॉ. जयंती निवृत्त झाल्या.

भारतीय हवामानशास्त्र विभागातर्फे अंटार्क्टिका वैज्ञानिक मोहिमेत सामील होणारी पहिली व आतापर्यंतची एकमेव महिला हवामानशास्त्रज्ञ म्हणजे स्टेला सॅम्युएल. वयाच्या २८ व्या वर्षी अंटार्क्टिका येथील हवामानातील ओझोनचा अभ्यास करण्यासाठी २०००-२००१ या वर्षीच्या हवामानशास्त्रज्ञांच्या तुकडीमध्ये त्यांचा समावेश झाला आणि त्या अंटार्क्टिका मोहिमेत सहभागी होणारी पहिली महिला हवामानशास्त्रज्ञ ठरल्या. गणितामध्ये एम.एस्सी. व एम.फिल. पदवी असलेल्या स्टेला १९९८ साली भारतीय हवामानशास्त्र विभागात मिटिऑरॉलॉजिस्ट म्हणून रूजू झाल्या. या विभागाचे प्रशिक्षण झाल्यावर त्यांनी वातावरणशास्त्र (क्लायमॅटॉलॉजी) या विषयात संशोधन केले.

स्टेला सॅम्युएल

चेन्नई विमानतळावर हवाई वाहतुकीसाठी लागणारे हवामानाचे अंदाज देण्याची जबाबदारी त्यांनी व्यवस्थितपणे सांभाळली. चेन्नई येथील विभागीय हवामान केंद्रांच्या संचालक पदावर असताना त्यांनी संपूर्ण दक्षिण भारताचा हवामानाचा अंदाज तसेच शेतीसाठी पावसासह विशेष हवामानाचा अंदाज आणि वादळांचे व नद्यांच्या पूरांचे इशारे देणे हे ही काम यशस्वीपणे पार पाडले. २०१८ पासून अमरावती येथील आंध्रप्रदेश हवामानशास्त्र केंद्राच्या संचालिका व केंद्र प्रमुख म्हणून कार्यरत आहेत. आपल्या मेहनतीने विविध पदांवर व जिथे जिथे काम केले आहे त्या प्रत्येक केंद्रावर स्टेला यांनी आपल्या कामाचा ठसा उमटवला आहे. हवामानशास्त्र या महत्वाच्या सेवा क्षेत्रात काम करणाऱ्या महिलांसाठी त्या स्फुर्ति देणाऱ्या आहेत. कृषिहवामानशास्त्रात योगदान देणाऱ्या डॉ. एन. एन. खांबेटे, कलकत्ता येथील पहिल्या महिला स्थिती खगोलशास्त्रज्ञ (Positional Astronomy) सौ. अंजना चौधरी, नागपूरच्या विभागीय हवामानशास्त्र केंद्राच्या पहिल्या महिला प्रमुख संचालिका डॉ. सुरिंदर कौर, १९६० च्या दशकात कोडाईकॅनॉल येथील वेधशाळेच्या प्रमुख श्रीमती निरूपमा राघवन व १९७० च्या दशकात मुंबई येथील डॉ. नलिनी याही पहिल्या महिला विभाग प्रमुख होत्या.

कालांतराने भारतीय हवामानशास्त्र विभागात विविध क्षेत्रातील कार्यांसाठी अनेक उच्चशिक्षित महिलांची अधिकारी पदांवर नेमणूक झाली आणि त्यांनी विविध वेधशाळा व हवामान विभागात जबाबदारीची कामे पार पाडून आपल्या कामाचा ठसा उमटवला. हवामानशास्त्राचा उपयोग शिक्षण, संशोधन, तंत्रज्ञान व व्यवस्थापन यामध्येही होतो. त्या अनुषंगाने पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय व त्याच्या अखत्यारीत येणाऱ्या संस्थांमध्ये सुध्दा महिलांनी आपले योगदान दिले आहे. त्यातील काही कर्तृत्ववान महिलांचा गोषवारा खाली दिला आहे.

मद्रास विद्यापीठात पदव्युत्तर शिक्षण घेतलेल्या मेरी सेल्वम मिस मणी यांच्या विभागात १९६२ साली हवामान अधिकारी म्हणून रूजू झाल्या. त्या दुसऱ्या महिला अधिकारी होत्या. मेरी सेल्वम यांनी मेघभौतिकशास्त्र व वातावरणीय विद्युत शक्ति (Cloud Physics and Atmospheric Electricity) या विषयात संशोधक म्हणून काम सुरू केले. १९६६ साली त्या हवामान विभागाच्या संशोधन संस्थेत रूजू झाल्या, जी संस्था १ एप्रिल १९७१ रोजी भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्था या नावाने स्वायत्त झाली. खऱ्या अर्थाने त्या पहिल्या भारतीय महिला हवामान शास्त्रज्ञ ठरल्या. त्यांच्या संशोधनाच्या विषयात त्यांनी १९७० साली पुणे विद्यापीठाची

डॉ. मेरी सेल्वम

पी.एच.डी. संपादन केली. १९८० साली अमेरिकेतील कोलेरॅडो विद्यापीठात जगप्रसिद्ध हवामानशास्त्रज्ञ डब्ल्यु. आर. कॉटन यांच्याबरोबर संशोधन करण्यासाठी त्यांना संयुक्त राष्ट्र विकास कार्यक्रमाची शिष्यवृत्ती मिळाली होती. डॉ. सेल्वम यांचे अनेक शोधनिबंध राष्ट्रीय व आंतरराष्ट्रीय नियतकालिकांमध्ये व पुस्तकांमध्ये प्रसिद्ध झाले आहेत. त्यांच्या संशोधनाचे मार्गदर्शन अनेक शास्त्रज्ञांना मोलाचे ठरले. १९९९ साली त्या उपसंचालक (डेप्युटी डायरेक्टर) या पदावरून निवृत्त झाल्या. निवृत्तिनंतरही डॉ. सेल्वम यांचे संशोधनकार्य चालूच आहे. निवृत्तीनंतर त्यांचे अनेक शोधनिबंध व पुस्तके आंतरराष्ट्रीय प्रकाशकांनी प्रकाशित केली आहेत.

डॉ. स्वाती बसू

भारतीय तंत्रज्ञान संस्था (आय.आय.टी.), दिल्ली येथून पी.एच.डी. पदवी घेतल्यानंतर १९८९ साली राष्ट्रीय मध्यम पल्ल्याचे हवामान अनुमान केंद्र (नॅशनल सेंटर फॉर मिडियमरेंज केंद्र फोरकास्टिंग - एनसीएमआरडब्ल्युएफ), गुरगाव येथे डॉ. स्वाती बसू वरिष्ठ संशोधक म्हणून रूजू झाल्या. एनसीएमआरडब्ल्युएफ या संस्थेत नियुक्त होणाऱ्या डॉ. स्वाती बसू या पहिल्याच महिला शास्त्रज्ञ. १९८८ साली विशिष्ट ध्येय समोर ठेवून स्थापन झालेली ही संस्था भारतातील संस्थांपैकी अशी एक होती की जिच्याकडे १९८९ साली पहिला सुपर कॉम्प्युटर आला. या सुपर कॉम्प्युटरचा वापर करून मध्यम पल्ल्याच्या (१४ दिवसांच्या कालावधीचा) हवामानाचा अंदाज देण्यामध्ये डॉ. स्वाती बसू यांचा मोठा सहभाग होता. हवेच्या व पावसाच्या संख्यात्मक अंदाजाची प्रारूपे तयार करून त्यावरून जो अंदाज दिला जातो तो शेतकऱ्यांना शेतीचे नियोजन करण्यासाठी खूप उपयोगी असतो. डॉ. स्वाती बसू यांच्या संशोधनाच्या अनुभवाचा उपयोग संस्थेच्या व पृथ्वी विज्ञान मंत्रालयाच्या विज्ञान व्यवस्थापनेत झाला. एनसीएमआरडब्ल्युएफचे संचालकपदही काही वर्षे डॉ. बसू यांनी यशस्वीरित्या सांभाळले. त्यांच्या उत्कृष्ट कामाची दखल म्हणून भारतीय हवामानशास्त्राच्या सोसायटीने (इंडियन मिटिऑरॉलॉजिकल सोसायटी) फेलोशिप प्रदान करून त्यांना सन्मानित केले. डॉ. स्वाती बसू यांच्या अनेक शोधनिबंधाना उत्कृष्ट शोधनिबंध म्हणून पारितोषिके मिळाली आहेत. आर्क्टिक महासागरावरील हवामान बदलाच्या अभ्यास गटामध्ये सामील होऊन भारताचे प्रतिनिधित्व करणाऱ्या डॉ. स्वाती बसू पहिल्या महिला हवामानशास्त्रज्ञ होत. आर्क्टिक ध्रुवावरील अत्यंत कठीण हवामानात सात दिवस राहून तिथल्या वातावरणाचा व त्यामधील बदलांचा त्यांनी अभ्यास केला. त्यांनी पृथ्वी विज्ञान मंत्रालयात वरीष्ठ वैज्ञानिक या पदापासून विविध पदांवर जबाबदाऱ्या समर्थपणे पेलल्या व वैज्ञानिक सचिव (सायंटिफिक सेक्रेटरी) या अति महत्वाच्या उच्च पदावरून २०१७ साली निवृत्त झाल्या. निवृत्तिनंतर डॉ. स्वाती बसू यांनी पंतप्रधानांच्या प्रधान वैज्ञानिक सल्लागारांच्या कार्यालयात हवामानशास्त्रासंबधीच्या कामाची जबाबदारी स्विकारली.

डॉ. बी. शामला

डॉ. बी. श्यामला पुणे विद्यापीठाच्या एम.एस्सी. परीक्षेत प्रथम क्रमांकाने उत्तीर्ण झालेल्या सुवर्ण पदकाच्या मानकरी. एक्स रे या विषयात विशेष शिक्षण घेतलेले असूनही त्यांनी हवामानशास्त्र हे कार्यक्षेत्र निवडले. १९७४ साली भारतीय हवामानशास्त्र विभागात नियुक्त झाल्यावर मुंबई विमानतळावर हवाई वाहतुकीसाठी हवामानाचा अंदाज देणे या कार्यापासून सुरुवात करण्याऱ्या डॉ. श्यामला वादळे व पावसाचा अंदाज देणाऱ्या मुंबई विभागाच्या प्रमुख झाल्या. १९९८ सालाचे गुजरातमधील कांडला वादळ आणि २०२१ सालाचा भूजचा भूकंप या दोन घटनांच्या वेळी डॉ. श्यामला आणि त्यांच्या गटाने रात्रंदिवस केलेले काम वाखाणण्याजोगे ठरले. प्रसार माध्यमे, सरकारी व बिगर सरकारी व्यवस्थापन केंद्रे, तत्सम खात्यातील अधिकारी व कर्मचारी तसेच सामान्य जनता या सर्वांच्या प्रश्नांना उत्तरे देऊन अद्ययावत माहिती पुरवण्याचे काम तत्परतेने करणे हा त्यांच्या कार्याचा महत्त्वाचा भाग होता. जागतिक हवामान परिषदेच्या उष्णप्रदेशातील वादळांसंबंधी अभ्यास करणाऱ्या तज्ञांच्या पथकामध्ये सामिल होणाऱ्या त्या पहिल्या महिला हवामान शास्त्रज्ञ होत्या. तेल व नैसर्गिक वायू महामंडळाच्या हवामान पूर्वानुमान विभागाचाही जबाबदारी त्यांच्यावर होती. अमेरिकेतील मियामी येथील राष्ट्रीय चक्रवात केंद्र इथे डॉ. श्यामला यांनी प्रशिक्षण घेतले होते. तसेच त्यांनी बेल्जियम, स्वित्झर्लंड, बाली, इंडोनेशिया आणि मालदीव इत्यादी देशांतील हवामानशास्त्रासंबंधीच्या संस्थांना भारत सरकारच्या प्रतिनिधी म्हणून भेट दिली होती. तेथील अनुभवाचा उपयोग भारतात हवामान पूर्वानुमानाच्या तंत्रज्ञानात सुधारणा करण्यात झाला. तीस वर्षांच्या सेवेनंतर २००४ साली डॉ. श्यामला उपमहासंचालक या पदावरून निवृत्त झाल्या.

पुणे विद्यापीठातून अप्लाईड मॅथेमॅटिक्स मध्ये एम. एस्सी. पदवी घेतल्यानंतर १९७५ साली भारतीय हवाई विभागाची संशोधन शिष्यवृत्ती प्राप्त करून भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्था (इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ ट्रॉपिकल मिटिऑरॉलॉजी – आय.आय. टी.एम.), पुणे इथे संशोधन कार्य सुरू केले. १९८० मध्ये त्याच संस्थेत शास्त्रज्ञ म्हणून त्यांची नियुक्ती झाली. शास्त्रज्ञ म्हणून कार्यरत असतानाच त्यांनी १९८५ साली पुणे विद्यापीठाची पी.एच.डी. पदवी प्राप्त केली. विशेष उल्लेखनीय बाब म्हणजे १९८० साली जागतिक हवामान परिषदेचे तरूण शास्त्रज्ञांना उत्तेजन देणारे पारितोषिक (WMO Research Award for Encouragement of Young Scientist) तसेच १९८६-८७ सालाचे मौसम (नियतकालिकाचे) पारितोषिक त्यांच्या शोधनिबंधांना मिळाले. संस्थेतील रिसर्च फेलो व नवीन नियुक्ती झालेल्या शास्त्रज्ञांसाठी, तसेच हवामानशास्त्राच्या विविध विषयांवरील राष्ट्रीय व आंतरराष्ट्रीय पातळीवर प्रशिक्षण आयोजित करण्यात त्यांचा मोठा सहभाग असायचा. पुणे विद्यापीठ व आय.आय.टी.एम. यांच्या संयुक्त प्रयत्नाने हवामानशास्त्र शाखेत पदव्युत्तर (एम.एस्सी. व एम.टेक.), आणि पी.एच.डी.साठी स्वतंत्र विभाग चालू करण्यात डॉ. साळवेकर यांचे प्रयत्न व योगदान फार महत्त्वाचे आहे. संस्थेतील शास्त्रज्ञ व विद्यापीठातील प्राध्यापक य़ांच्यात समन्वय साधून अभ्यासक्रमाची पूर्ण आखणी करणे व ते यशस्वीपणे पार पाडणे हे आव्हानात्मक काम त्यांनी मोठ्या तन्मयतेने केले. त्यांच्या कार्यकाळात अनेक विद्यार्थ्यांना एम.एस्सी., एम.टेक. व पी.एच.डी.साठी डॉ. पूर्वा साळवेकर यांचे मार्गदर्शन लाभले. पी.एच.डी. करणाऱ्या विद्यार्थ्यांमध्ये दोन परदेशी हवामानशास्त्रज्ञही होते. विविध विद्यापीठांच्या तसेच भारतीय तंत्रज्ञान संस्था (आय.आय.टी) व भारतीय विज्ञान संस्था (आय. आय.एस्सी.) येथील पी.एच.डी.च्या विद्यार्थ्यांच्या परिक्षकाचेही काम त्यांनी केले आहे. डॉ. साळवेकर यांचे अनेक विद्यार्थी भारतातील तसेच परदेशातील संशोधन संस्थांमध्ये उच्च पदांवर काम करीत आहेत. सदैव मदतीचा हात देणाऱ्या डॉ. साळवेकर त्यांच्या प्रेमळ व मनमिळाऊ स्वभावामुळे विद्यार्थ्यांमध्ये व सहकाऱ्यांमध्ये फार लोकप्रिय आहेत. संशोधन कार्यातील उच्च दर्जा, सर्वोत्तम शोधनिबंध, तरुणांना योग्य मार्गदर्शन व उत्तम व्यवस्थापन यामुळे डॉ. साळवेकर वैज्ञानिक 'जी' या उच्चपदावर पोहचून २०१३ साली निवृत्त झाल्या.

डॉ. पूर्वा साळवेकर

१९९० पूर्वीच्या काळात फारशा सुविधा नसल्याने बऱ्याच कठीण परिस्थितीत काम करावे लागत होते. त्याही काळात ज्या पदवीधर महिलांची नियुक्ती झाली त्यांनी कार्यरत असतानाही पदव्युत्तर शिक्षण घेतले. काहींनी तर पी.एच.डी. ही पदवीही प्राप्त केली व आपले ज्ञान काळाबरोबर उंचावत नेले. १९९० सालानंतर मात्र पदव्युत्तर व पी.एच.डी. प्राप्त महिलांची या क्षेत्रात उपलब्धी झाल्याने त्यांची वरिष्ठ सहाय्यक व अधिकारी पदावर नियुक्ती झाली. कालांतराने हवामानशास्त्र विभागाच्या सर्व शाखा व स्वायत्त संस्थांना प्रशस्त वास्तू, अत्याधुनिक यंत्रणा, महासंगणक, सुसज्ज ग्रंथालय, प्रयोगशाळा इत्यादी सोई सुविधाही उपलब्ध झाल्या.

भारतीय हवामानशास्त्र विभाग आणि पृथ्वी विज्ञान मंत्रालयाच्या अखत्यारीत असणाऱ्या संस्था या व्यतिरिक्तही काही संस्था आहेत ज्यांचे हवामानशास्त्रातील शिक्षण व संशोधन कार्यात फार मोठे योगदान आहे. अशा संस्थांच्या संशोधनाची देवाण घेवाण व एकत्रितपणे संशोधन चालू असते. अशांपैकी ज्या संस्थेचा विशेष उल्लेख केला पाहिजे ती म्हणजे बेंगलोर येथील भारतीय विज्ञान संस्था (इंडियन इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स - आय.आय. एस.सी.). या संस्थेतून निवृत्त झालेल्या प्रा. सुलोचना गाडगीळ यांचे हवामानशास्त्रातील संशोधनकार्य खूप महान आहे.

प्रा. सुलोचना गाडगीळ

पुणे विद्यापीठातून एम.एस्सी. पदवी घेतल्यानंतर अमेरिकेतील हार्वर्ड विद्यापीठात १९७० साली अप्लाईडड मॅथेमॅटिक्स विषयामध्ये पी.एच.डी. पदवी मिळवली. त्यानंतर अमेरिकेतील मॅसॅच्युसेटस् इन्स्टिट्युट ऑफ टेक्नॉलॉजी (MIT) येथे जगप्रसिद्ध हवामानशास्त्रज्ञ प्राध्यापक ज्युल चार्नी यांच्याबरोबर पोस्टडॉक्टरल फेलोशिप अंतर्गत हवामानशास्त्रात संशोधन करण्याची संधी त्यांना मिळाली. तेथील फेलोशिप संपल्यावर १९७१ साली त्या भारतात परत आल्या व १९७१-७२ या काळात पुण्यातील भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्थेत पूल ऑफीसर म्हणून रूजू झाल्या. १९७३ साली त्यांची बेंगलोर येथील भारतीय विज्ञान संस्थेच्या सैध्दांतिक अध्यासन केंद्रात विद्यादान व संशोधन कार्यासाठी नियुक्ती झाली. १९९० साली या केंद्राचे रुपांतर हवामानशास्त्र व सागरीशास्त्र केंद्रात झाले. या प्रक्रियेत प्रा. सुलोचना गाडगीळ य़ांचा मोठा सक्रिय सहभाग होता. केंद्रात प्राध्यापक म्हणून कार्यरत असतानाच १९८९-१९९६ या काळात त्यांनी केंद्राचे अध्यक्षपद भूषविले आणि अनेक तरूण संशोधकांची नियुक्ती करून व अनेक सुविधा प्राप्त करून तसेच नवे प्रकल्प सुरू करून केंद्राचा विकास केला. पृथ्वीचे वातावरण, समुद्र आणि मोसमी पाऊस या विषयांच्या संशोधनामध्ये या केंद्राने आतापर्यंत मोलाची भर घातली आहे. मोसमी पावसाचा केवळ नैसर्गिक घटकांद्वारे अभ्यास मर्यादित न ठेवता, मोसमी पावसाचा आणि दुष्काळाचा देशाच्या अर्थव्यवस्थेवर होणारा परिणाम डॉ. सुलोचना गाडगीळ यांनी अर्थतज्ज्ञ आणि पर्यावरणतज्ञांच्या मदतीने देशासमोर आणला. देशाच्या सकल राष्ट्रीय उत्पादनामधील (जीडीपी) शेतीचा वाटा कमी झाला असला तरी, दुष्काळाचा मात्र जीडीपीवर जाणवेल इतका परिणाम होतो हे त्यांनी आकडेवारीसह दाखवून दिले. मान्सून या विषयातील जगभरातील सर्वात अनुभवी शास्त्रज्ञांमध्ये प्राध्यापक सुलोचना गाडगीळ यांची गणना होते. भारतीय मोसमी पावसाचे विज्ञान आणि अंदाज विकसित करण्यासाठी केलेल्या भरीव संशोधनाबद्दल राष्ट्रीय व आंतरराष्ट्रीय स्तरांवरील अनेक पुरस्कार व सन्माननीय सभासदत्वांनी त्यांचा उचित गौरव केला आहे. भारत सरकारच्या पृथ्वी मंत्रालयानेही प्रा. सुलोचना गाडगीळ यांना २०१६ या वर्षाचा “भू प्राणाली विज्ञान विषयातील जीवनगौरव पुरस्कार” (Life Time Excellence Award in Earth System Science Achievement) हा पुरस्कार देऊन गौरविले आहे. देशोदेशीच्या हवामानशास्त्र व तत्सम शाखेतील वैज्ञानिकांबरोबरचेही त्यांचे संशोधन व शोधनिबंध प्रसिद्ध व मार्गदर्शक आहेत. २००६ साली निवृत्त झाल्यानंतर २०११ पर्यंत भारतीय विज्ञान संस्थेच्या हवामानशास्त्र व सागरीशास्त्र केंद्रातच सन्माननीय प्राध्यापक (ऑनररी प्रोफेसर) म्हणून त्या कार्यरत होत्या. त्यांचे मोसमी पाऊस व त्यामध्ये होणारे बदल यांच्यावरील अभ्यास व संशोधन अजूनही अव्याहतपणे चालू आहे.

हवामानशास्त्राशी निगडित असणाऱ्या संस्था व विद्यापीठातील सर्वच महिलांचे योगदान उल्लेखनीय आहे. हे शास्त्र विकसित करण्यात त्यांचा मोठा सहभाग आहे. हवामानशास्त्र हे इतर विज्ञानशाखांप्रमाणेच महत्त्वाचे, थोडे जास्तच रंजक व आव्हानात्मक असून महिलांनाही या क्षेत्रात सेवा, संशोधन व विद्यादान यामध्ये आपले ज्ञान, कौशल्य व नैपुण्य सिध्द करायला भरपूर वाव आहे.

संदर्भ -

1. Hundred years of weather services (1875-1975), New Delhi, India Meteorological Department, 1976
2. Golden jubilee (1928-1978), Meteorological Office, Poona, 1978
3. 125 Years of Service to the Nation (1875-2001): A retrospective and futuristic overview, India Meteorological Department, New Delhi, 2001
4. World Meteorological Organization Bulletin, 52, 2, April 2003
5. Anna Modayil Mani: Biographical Memoirs of Fellows, Indian National Science Academy, New Delhi, 25, 2004, 77-91
6. Godbole Rohini and Ram Ramaswamy Ed., Lilavati's daughters: Women scientists of India, Indian Academy of Sciences, 2008
7. Sikka D.R., Fifty Golden Years of IITM, Indian Institute of Tropical Meteorology, Pune, 2011
8. Jayanthi N. and Amudha B., Women opting for a career in Meteorology - an Indian Scenario, Breeze, Meteorological Society, Chennai Chapter Newsletter Vol.14, Issue No.2, December 2012, 22-26

■

(लेखिका पुणे येथील भारतीय उष्णदेशीय हवामानशास्त्र संस्थेतील सेवानिवृत्त वैज्ञानिक अधिकारी आहेत.
anaghashiralkar@gmail.com)

हवा जागा व्यापते हे दाखवणारा प्रयोग

पेला किंवा भांडे पाण्याने भरलेल्या मोठ्या भांड्यात उपडे करून बुडवताना हवेचे बुडबुडे बाहेर पडतात. ते तसे बाहेर पडू दिले नाहीत, तर ते भांडे किंवा पेला पाण्याने भरलेल्या भांड्यात खाली नेण्यास जोर लागतो. असे का होते? त्याचे कारण पेल्यातली जागा हवेने व्यापलेली असते. ती कशी हे समजून घेण्यासाठीचा प्रयोग...

डॉ. जयंत वसंत जोशी

हा प्रयोग करण्यासाठी आपल्याला साधारण २ सेमी X २ सेमी आकाराचा कागदाचा तुकडा, प्लास्टिकचा पेला किंवा पेल्याच्या आकाराचा प्लास्टिकचा डबा व पाणी भरलेली बादली लागेल. प्लास्टिकच्या पेल्याच्या बुडाला मध्यभागी साधारण १.२ ते १.५ सेमी. व्यासाचे वर्तुळाकार छिद्र पाडा. यासाठी तुम्ही टाचणी गरम करून वापरू शकता.

आता बुडाच्या मध्यभागी छिद्र पाडलेला पेला उलटा ठेवा म्हणजेच त्याचा बुडाचा भाग छताकडे किंवा आकाशाकडे राहील, अशा प्रकारे ठेवा. आता २ सेमी X २ सेमी आकाराचा कागदाचा तुकडा पेल्याच्या बुडाला असलेले छिद्र पूर्ण झाकेल अशाप्रकारे त्यावर ठेवा.

कागदासह पेला उचला. पाण्याने भरलेल्या बादलीच्या वर साधारण २० ते २५ सेमी उंचीवर पेला उलटाच धरा. हळूहळू पेला बादलीतील पाण्याच्या पृष्ठभागाकडे आणा व अर्ध्यापेक्षा जास्त पाण्यात बुडवा. ही क्रिया करीत असताना पेल्याच्या छिद्रावर असलेल्या कागदाच्या तुकड्याकडे काळजीपूर्वक लक्ष असू द्या. पेल्याच्या आत हवा होती का? असेल तर ती पेला पाण्यात बुडवल्यावर कुठे गेली असेल?

आता हीच क्रिया म्हणजे, पेला साधारण २० ते २५ सेमी उंचीवरून बादलीतील पाण्याच्या पृष्ठभागाकडे वेगाने आणून उर्ध्यापेक्षा जास्त पाण्यात बुडवा. ही क्रिया करीत असतानाही पेल्याच्या छिद्रावर असलेल्या कागदाच्या तुकड्याकडे लक्ष द्या. या वेळी पेल्याच्या छिद्रावर असलेला कागदाचा तुकडा छिद्रावरून बाजूला उडालेला दिसेल.

असे का झाले असेल? असे होण्याचे कारण म्हणजे पहिल्या वेळी हळूहळू पेला बादलीतील पाण्यात बुडवला त्यावेळी पेल्याच्या आत हवा होती. ती हवा छिद्र व कागद यात असेलेल्या फटीतून हळूच बाहेर पडली. त्यामुळे कागद जेथे होता तेथेच राहिला. कागद हलला नाही. दुसऱ्या

वेळेला पेला बादलीतील पाण्याच्या पृष्ठभागाकडे वेगाने नेवून बुडवला. त्यामुळे पेल्याच्या आत पाणी आले. त्यामुळे पेल्यात असलेली हवा दाबली गेली. दाबाखाली असलेली हवा वेगाने पेल्याच्या बुढाला असलेल्या छिद्रातून बाहेर फेकली गेली. पेल्यात असलेली हवा छिद्रातून वेगाने बाहेर पडल्याने कागदाचा तुकडा छिद्रावरून बाजूला उडाला.

यावरून रिकाम्या दिसणाऱ्या पेल्यात हवा होती व हवा जागा व्यापते हे लक्षात येते. या प्रयोगात पेल्याचा आकार, पेल्याच्या बुडाच्या छिद्राचा आकार, कागदाचा आकार, कागदाची जाडी, पेला खाली आणण्याचा वेग हे घटक कमी जास्त केल्यास प्रत्येक वेळी तुम्हाला वेगवेगळे परिणाम बघायला मिळतील. प्रत्यक्ष करून बघा आणि अनुभव घ्या.

■

(लेखक मुंबईच्या भाभा अणु संशोधन केंद्रातील विद्यापीठ अनुदान आयोग-अणुऊर्जा विभाग, विज्ञान संशोधन संकुलात अभियंता म्हणून कार्यरत आहेत.)

(पान १३ वरून)

अभारतीय अवैज्ञानिक परंपरांचा उद्गाता

जरी या प्रकाराला, म्हणजे फलज्योतिषाला १८व्या शतकापासूनच 'हे विज्ञान नव्हे' असे ठसवायचा अनेक शास्त्रज्ञ प्रयत्न करीत असले, तरीही याला अजूनही एक 'छद्मविज्ञान' म्हणून मानले जाते. त्यावर भारतीय परंपरा म्हणूनही विश्वास ठेवला जातो. गंमत म्हणजे हा प्रकार कधीच भारतीय नव्हता. सिकंदराच्या आक्रमणानंतरच्या काळात हळूहळू तो आपल्याकडे आला. वराहमिहिराच्या ग्रंथांमधून पसरला. असो.

वेदांग ज्योतिषात, सूर्यसिद्धांतात, किंवा आर्यभटीय ब्रह्मस्फुटसिद्धांतातही 'राशी' ही संकल्पनाच नाही. आयनिक वृत्ताचे १२ भाग नव्हे, तर चंद्राच्या चलनाप्रमाणे २७ नक्षत्रांमध्ये केलेली विभागणी आणि त्यांचीही चरणांमध्ये केलेली सूक्ष्म विभागणी, ही सर्वत्र एकच संकल्पना भारतीय खगोलविज्ञानात सामायिक दिसते. अगदी ग्रहगणिताच्या उल्लेखांमध्येही आणि गोलीय भूमितीतही वर्तुळाचे ३६० अंश जरी धरलेले दिसतात, तरीही ग्रहांच्या स्थानांवरून त्याचे काही 'फल' निघते, होते, असे कोठेही दर्शविलेले दिसत नाही. त्यामुळे 'फलज्योतिष' ही एकूणच 'अभारतीय आणि अवैज्ञानिक संकल्पना' आपल्याकडे आणण्यासाठी वराहमिहिराला जबाबदार ठरवायला हवे.

■

(लेखक मुंबईच्या होमी भाभा विज्ञान शिक्षण केंद्रातील निवृत्त वैज्ञानिक अधिकारी आहेत. anandghaisas@gmail.com)

(पान ९ वरून)

बौधायन ते मानव

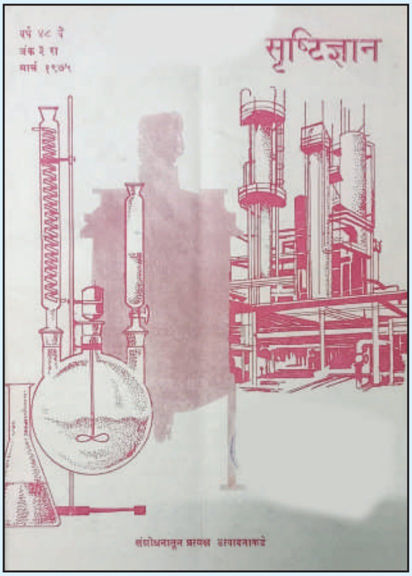
बौधायन, आपस्तंब आणि कात्यायन शुल्ब सूत्रांत पाय ची किंमत ३ घेतली आहे. १ पुरुष व्यास असलेल्या वर्तुळाचा परीघ ३ पुरुष असतो, असे उल्लेख आहेत. मात्र, मानव शुल्ब सूत्रात त्यानी पाय ची किंमत ३ १/५ अशी दिली आहे. यात महत्व या गोष्टीचे आहे की ही किंमत ३ नाही आणि ३ पेक्षा जास्त आहे, असे मत प्रथमच मांडले गेले आहे. तसेच याच सूत्रात पुढे दिलेल्या किमतीपेक्षा केसभरसुद्धा जास्त नाही, असाही उल्लेख आहे. म्हणजेच पाय ची किंमत ३ १/५ पेक्षा कमी आहे, असे सुचवले आहे.

अतिशय थोडक्यात आपण मुख्यत्वे बौधायन शुल्ब सूत्रातील त्या काळाच्या मानाने प्रगत अशा रचनांचा अभ्यास केला शक्य तेंव्हा त्यांचे गणितातील महत्व समजून घेतले. असा अभ्यास दोन कारणांनी महत्वाचा आहे. प्रथम आपल्या देशात गणितात प्राचीन काळी जी मोठी प्रगती झाली होती त्या विषयी माहिती असायला हवी. खरे वैदिक गणित म्हणजे शुल्ब सूत्रातील गणित आहे व निदान त्याचे स्वरूप तरी वाचकांच्या दीर्घकाळ स्मरणात राहील. दुसरे कारण म्हणजे त्याकाळचे हे संशोधनाचे प्रश्न होते. त्यांच्याकडे साधने जवळ जवळ नव्हतीच आणि त्यांना अगोदर भूमितीचे ज्ञान आणि नंतर वेदी रचनेचे तंत्र विकसित करावयाचे होते. ते त्यांनी कसे केले याचा अभ्यास आज आपल्याला प्रेरक ठरू शकेल.

या सर्व गाणितींना वंदन करून ही लेखमाला इथे संपवत आहे.

■

(लेखक गणिताचे प्राध्यापक असून गणिताचे प्रगत ज्ञान देणाऱ्या पुण्यातील भास्कराचार्य संस्थेमध्ये गणिताचे अध्यापन करतात.)



(सृष्टिज्ञान, मार्च १९७५, वर्ष ४८ वे, अंक ३ रा, क्र. ५६७)

सृष्टिज्ञानच्या एकूण वाटचालीतील एका महत्त्वाच्या टप्प्यावरचा हा आणखी एक अंक. जानेवारी १९७५ पासून सृष्टिज्ञानची मालकी शंभराहून अधिक वर्षे जुन्या आर्यभूषण छापखान्याकडून जवळपास तितक्याच जुन्या महात्मा फुले वस्तुसंग्रहालयाकडे हस्तांतरित होऊन नव्या व्यवस्थेखाली अंक सुरू होणे अपेक्षित होते. मात्र, अशा जुन्या संस्थांतील व्यवहारांनामधे रीतसर ठराव होणे, मान्यता मिळणे, त्यासंबंधाने पत्रव्यवहार होणे आदी बाबी पूर्ण व्हाव्या लागतात आणि त्या पूर्ण होण्यास अनेकदा बराच वेळ लागू शकतो, तसे घडले. त्यातच आर्यभूषण छापखान्यातील मनुष्यबळ कमी झाल्याने अंकाच्या छपाईवर विपरीत परिणाम झाला. त्यामुळे जानेवारी-फेब्रुवारी १९७५ चा अंक जोडअंक म्हणून (बऱ्याच उशीराने) बाजारात आला. त्यापुढचा हा अंक. तो ही उशीरानेच बाजारात आल्याचे टिपण सुरुवातीच्याच पानावर वाचायला मिळते. सोबतच अंकाच्या सल्लागार मंडळात बऱ्याच नव्या नावांचा समावेश झालेला असला तरी, प्रकाशक, मालक, मुद्रक म्हणून आर्युभीषण छापखान्याचेच नाव दिसते. मात्र, अंकाला होणाऱ्या उशीराबद्दल वाचकांनी केलेल्या चौकश्यांमुळे अंकाची वाचकप्रियता दिसून येते आणि त्यामुळे 'संपादक मंडळास कामास हुरूप आला आहे' असे संपादकीयामध्ये म्हटले आहे.

या अंकामध्ये एकूण ११ लेख असून त्यासोबत वाचकांची पत्रे, व्यंगचित्र आणि शब्दकोडे यांनाही जागा दिलेली आहे. वि. गो. भागवत यांचे 'पाण्यावरील शेतीचा अभिनव प्रयोग' आणि 'सिग्रेट शौकिनांनो किमान रात्रीचे धूम्रपान टाळा!' असे दोन लेख या अंकात आहेत. सोबतच, श. ना. ताम्हणे यांचा वनस्पतींचे साहचर्य व सहजीवन, चिं. वि. ठकार यांचा मध आणि मधमाशा पालन, कणतरंगवाद या विषयावर रा. म. साठे यांचा, कंपोस्ट खत या विषयावरचा गो. बा. सरदेसाई यांचा आणि ध्वनीलहरींचा वैद्यकीय क्षेत्रात उपयोग हा अश्विनीकुमार या (बहुदा टोपण) नावाने लिहिलेला लेख या अंकात आहेत. प्रभाकर सोवनी यांनी सूक्ष्मदर्शकाचा शोध लावणाऱ्या मार्सेलो मालापिघी या शास्त्रज्ञाची माहिती या अंकात दिलेली आहे. तर, आ. मा. लेले यांनी पुण्यातील राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाळेला (एनसीएल) २५ वर्षे पूर्ण झाल्याबद्दल या प्रयोगशाळेकडून 'अपेक्षा, कार्य आणि आगामी योजना' या शीर्षकाचा लेख लिहिला आहे.

या प्रयोगशाळेचे मूल्यमापन करताना लेखकाने रसायनशास्त्र आणि औद्यगिक रासायनिक तंत्र या क्षेत्रांत जगभर होत असलेल्या झपाट्याच्या विकासामुळे निर्माण झालेल्या आव्हानांना तोंड देत आर्थिक व तांत्रिक स्वयंपूर्णतेचे लक्ष्य साध्य करण्यातील यशस्विता हा अशा संस्थांच्या मूल्यमापनाचा निकष असायला हवा, असे सूत्र मांडले आहे. तसेच, पुढील योजनांची माहिती देताना चंद्रपूरसारख्या अविकसित जिल्ह्यावर लक्ष केंद्रित करून त्याचा आधुनिक विज्ञानाच्या साह्याने सर्वांगिण विकास घडवून आणण्याच्या योजनेवर एनसीएलमध्ये विचार सुरू असल्याची माहितीही दिली आहे. देशाच्या सर्वांगिण उन्नतीसाठी वैज्ञानिक मंडळी कशाप्रकारे कर्यरत होती, याचे असे दर्शन मनोहारी आहे.

स्थापना सन १९२८

सृष्टिज्ञान

ISSN No. 2456-2114
RNI No. 21321/1973Dt. 11 Oct. 20 100

ध्यास मराठीतून
तंत्रज्ञान प्रसाराचा

९७ वर्षांचा अखंड समृद्ध ऐतिहासिक वारसा असलेले,
विज्ञान भारती पश्चिम महाराष्ट्र तर्फे संचलित
भारतीय विज्ञानाच्या प्रचार-प्रसारास समर्पित मराठी मासिक

सृष्टीज्ञान वर्गणीदार संकल्प पंधरवडा

(२८ फेब्रुवारी ते १४ मार्च २०२५)

शताब्दीकडे वाटचाल करणाऱ्या समृद्ध वैज्ञानिक चळवळीचे
भागीदार होण्याची सुवर्णसंधी

सृष्टीज्ञान वर्गणी मूल्य	वार्षिक रू. ६००/- त्रैवार्षिक रू. १५००/-

सृष्टीज्ञान २०२५ आगामी आकर्षण बिंदू

- क्वान्टम सिद्धांत शताब्दी विशेषांक
- पर्यावरण व वातारणीय बदल विशेषांक
- राष्ट्रीय शिक्षण धोरण विशेषांक
- दिवाळी अंक
- विद्यार्थ्यांसाठी स्वास -
  * विज्ञान लेखन कार्यशाळा
  * विज्ञान कथा लेखन स्पर्धा
  * विज्ञान वाचन कट्टा

पेमेंट प्रक्रियेसाठी बँक तपशील

Bank Details

SB A/C NAME : VIDNYAN BHARATI
Bank : Bank of Maharashtra
Branch : Karve Road Branch, Pune
Account Number : 60004127404
IFSC Code : MAHB0000116

वर्गणी भरल्याची माहिती व पिन सहित पत्ता
सृष्टीज्ञान मासिक संपर्क ८६६८९७८४०१ या
क्रमांकावर पाठविण्यात यावा.

Registered SRISHTIDNYAN RNI NO. 21321 / 1973

vibha
www.vibhaindia.org

SUBSCRIBE NOW

For more details contact at:
Website: https://vibhaindia.org/publication-subscription
Email: subscription@scienceindia.in
Mobile: 96434 99869

INDIA's
LEADING NATIONAL
SCIENCE MAGAZINE

Book-Post Printed Book सृष्टिज्ञान : मासिक, विज्ञान भारती, १२६१, शुक्रवार पेठ, पुणे ४११००२.

To

____

____

____

____