

आपली पृथ्वी सूर्याभोवती परिक्रमा करते. चंद्र पृथ्वीभोवती फिरतो. पृथ्वी आणि चंद्र याव्यतिरिक्त आणखी आठ ग्रह आणि त्यांचे अनेक उपग्रह, शिवाय शेकडो लघुग्रह, उल्का, अशनी आदी सूर्याच्या एकछत्र साम्राज्याखाली सुरळीतपणे कालक्रमणा करीत असतात. या गतीमागे असलेले गुरुत्वाकर्षणाचे बळ निसर्गाचे नियम पाळून सतत कार्यरत असते. त्या बळाचे गणिती रहस्य उलगडणारा शास्त्रज्ञ आयझॅक न्यूटन. त्याने सूर्यमालेला 'घड्याळाप्रमाणे सुरळीत चालणारी यंत्रणा' अशी उपमा दिली होती.

अशा यंत्रणेत आपण राहतो आणि दिवसा सूर्याच्या तेजाने व्हाऊन निघतो, तर रात्री ताराच्छादित आकाशाचा आनंद घेतो. सूर्याच्या शक्तीमागे मानवाला दिव्यत्वाची प्रचिती आली, तर चंद्र-तारका यांनी उजळलेले नभोगण पाहून त्याला काव्य स्फुरले. क्रमाक्रमाने त्याच्यातल्या वैज्ञानिकाने याच्या मागची नियमबद्धता शोधून काढली. घडते ते सर्व सृष्टीच्या काही मूलभूत नियमांप्रमाणेच, हे पटवून देण्याचे काम आजचे विज्ञान करते.

परंतु अशा सुरळीत चालणाऱ्या यंत्रणेत काही अपवादात्मक घटना घडत असतात. अपवादात्मक असल्या तरी घटनांमागे नैसर्गिक नियमच काम करतात. खगोल विज्ञानाच्या प्रगतीबरोबर मानवाला विश्वातले आपले स्थान हळूहळू कळायला लागले आहे. पृथ्वीवर सत्ता गाजवताना

अंतराळातील संकटे : १

आपण वैश्विक संदर्भात किती नगण्य आहोत, त्याचा त्याला थोडाफार अंदाज यायला लागला आहे. नैसर्गिक घटनांपुढे ज्वालामुखी, भूकंप, चक्रीवादळ आदी प्रकोपांपुढे मानवाने आखलेली जीवनाची घडी विस्कटून जाते. पण त्याही पलीकडे जाऊन पृथ्वीबाहेरून येणाऱ्या संकटांची त्याला अंधकृशीच कल्पना येत आहे.

ही अंतराळातील संकटे क्वचितच घडतात. काही तर दीर्घ कालखंडानंतर येतात. पण एकदा असे संकट आले, की त्यापासून केवळ एका भूभागाला किंवा एका जमातीला धोका उद्भवतो असे नाही, तर संपूर्ण मानवजातीलाच त्याला तोंड द्यावे लागते.

या लेखमालेत अशा काही संभाव्य संकटांची चर्चा आहे. यापैकी बहुतेक घटना दीर्घकालीन आहेत. आपल्या जीवनकाळात घडतीलच असे नाही. पण एकंदर पृथ्वीच्या



आजवरच्या जीवनात म्हणजे सुमारे साडेचार अब्ज वर्षांच्या कालखंडात अशा घटना घडल्या असाव्यात, तर काही पुढे घडू शकतील.

सुरवात करू या आपल्या सर्वांत जवळच्या त्याऱ्यापासून.

सूर्याचा आकार आपण आज पाहतो तसाच आपले पूर्वज पाहत आले. त्यापासून येणारी ऊर्जादेखील पुरातन काळापासून स्थिर प्रमाणात आहे. त्यात प्रथमदर्शनी तरी वाढ-घट नाही. सूर्याच्या अंतरंगाचा वैज्ञानिक अभ्यास आता पुष्कळ परिपक्व अवस्थेत आहे. संगणकांद्वारे सूर्याच्या

पृथ्वीला आपल्या तेजाने सतत ऊर्जा पुरवणाऱ्या सूर्यात लहान मोठे बदल घडतात का? घडले तर त्यापासून पृथ्वीच्या हवामानात ढवळाढवळ होते का? सध्या सूर्याला प्रकाशत ठेवणारा ऊर्जेचा साठा संपला, की पृथ्वीचे काय होणार?....

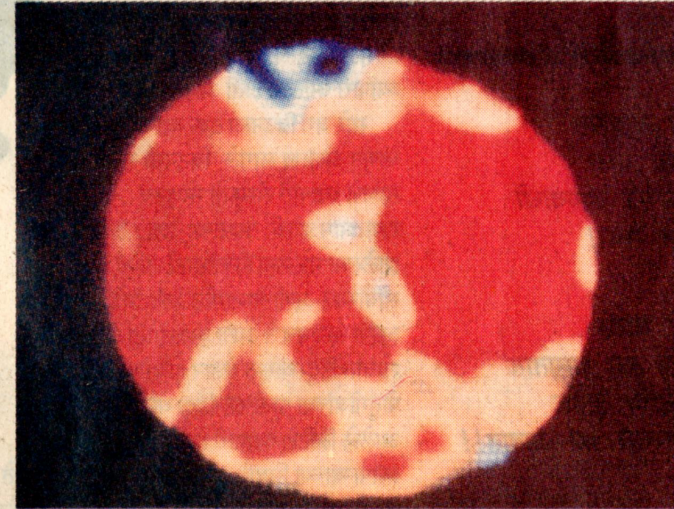
डॉ. जयंत नारळीकर

सूर्याचे अंतरंग दर्शवणारे चित्र आतल्या गाभ्यात ऊर्जा निर्मिती होते. ती प्रारणाच्या रूपात तिथून निघते, पण बाहेरील आवरणात ही उष्णता तप्त वायूच बाहेर पोचवतात. पृष्ठभागातून ती ऊर्जा सूर्यप्रकाशाच्या रूपात पसरते

बीटलग्युज ताऱ्याच्या पृष्ठभागाचे कॉम्प्युटरद्वारा काढलेले छायाचित्र

गाभ्यापासून बाहेरच्या पृष्ठभागापर्यंत तापमान कसे कमी होत जाते, घनता कशी बदलते, ऊर्जेचा उगम आणि प्रवाह कसा होतो ही सर्व माहिती मिळते.

या गणिताद्वारे सूर्याच्या त्रिज्येचा संबंध सूर्यापासून बाहेर पडणाऱ्या ऊर्जाप्रवाहाशी जोडता येतो. जर सूर्याची त्रिज्या



किंचित घटली, तर हा प्रवाह किंचित वाढेल आणि त्रिज्या वाढल्यास ऊर्जाप्रक्षेपण घटेल. हा फरक अत्यल्प असला तरी पडसाद पृथ्वीवर उमटतील.

उदाहरणार्थ, सूर्यापासून मिळणारी ऊर्जा कमी झाली, तर पृथ्वीच्या वाट्याला येणारी ऊर्जा कमी होणार आणि त्यामुळे

पृथ्वीच्या तापमानाचे संतुलन बिघडणार. परिणाम, तापमान घडण्यात आणि शीतलहर सुरू होण्यात होणार. त्याउलट सूर्याचा आकार कमी होऊन त्यापासून निघणारी ऊर्जा वाढली, तर पृथ्वीवरचे तापमान वाढणार.

प्रत्यक्ष निरीक्षणे काय सांगतात?

* * *

सूर्याचा आकार दोन प्रकारच्या निरीक्षणातून मोजण्यात येतो. एक मार्ग आहे बुध ग्रहाचा वापर करून. बुध ग्रह जेव्हा सूर्य आणि पृथ्वीच्या दरम्यान येतो तेव्हा तो सूर्याच्या चकतीपुढून जातो. तसेच काही काही प्रसंगी बुध सूर्याच्या चकतीमागून जातो. अशा वेळी चकतीच्या एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत जाण्यासाठी बुधाला किती वेळ लागतो ते मोजले जाते. बुधाचा स्वतःच्या कक्षेत फिरण्याचा वेग माहीत असल्याने गणित मांडून सूर्याच्या चकतीचा आकार मोजण्यात येतो. गेली दोन शतके अशा तऱ्हेची निरीक्षणे घेतली जात आहेत.

सूर्याची त्रिज्या मोजण्याचा दुसरा मार्ग खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळी उपलब्ध होतो. खग्रास सूर्यग्रहण सगळीकडून दिसत नाही. ते एका विशिष्ट पट्ट्यातून दिसते. हा पट्टा म्हणजे सूर्यप्रकाशात चंद्राची पडलेली सावली. पृथ्वीवरून पाहता चंद्र सूर्यापुढून सरकत जातो तशी ही सावली पश्चिमेकडून पूर्वेकडे सरकते. त्या सावलीची जाडी मोजून सूर्याच्या चकतीची त्रिज्या मोजतात.

२४ ऑक्टोबर १९९५ च्या खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळी भारतातून अशी निरीक्षणे घेण्यात आली. 'नासा'तर्फे मॉले आणि डनहम यांनी ढोलपूरमध्ये ग्रहणाच्या पट्ट्याची जाडी मोजली. भारतातर्फे आयुकातले नारायण राणा यांनी कठपुतलीजवळ मोजमापे घेतली. त्यांची अलीकडे संयुक्त मोजणी आणि संगणकावर हिशेब झाले त्यावरून सूर्याची त्रिज्या पूर्वीच्या मोजमापापेक्षा किंचित जास्त निघाली. दुर्दैवाने आपल्या प्रयोगाची परिणती पाहायला नारायण राणा हयात नव्हते. त्यांचे विद्यार्थी श्रीनिवास औंधकर हे काम पुढे करीत आहेत. आणि त्यासाठी उदयपूर सौर वेधशाळेचे संचालक अरविंद भटनागर मार्गदर्शन करीत आहेत.

गेल्या अडीचशे वर्षांच्या मोजमापावरून सूर्याचा आकार चक्रनेमीक्रमाने कमी-जास्त होत आहे आणि त्याचा आवर्तन काळ ७६ वर्षे आहे. गिल्लिस्टॅड या शास्त्रज्ञाच्या मते, याचा

(पान ४ पाहा)

* * *

सूर्याचा प्रकोप

(पान १ वरून)

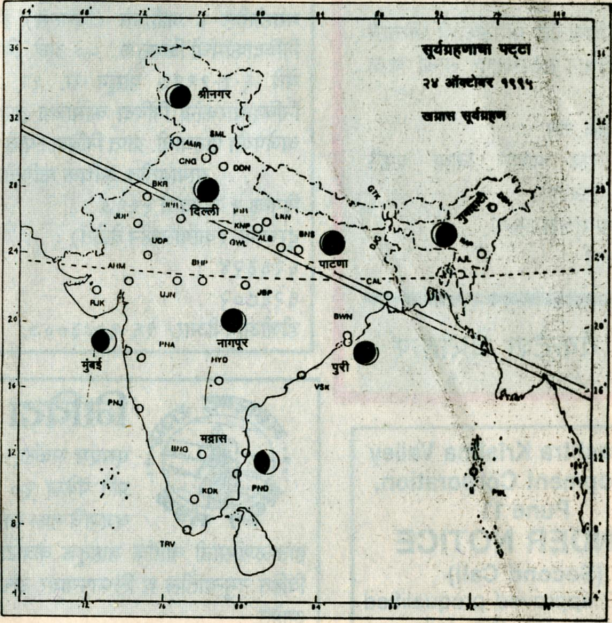
परिणाम हवामानावर होतो, म्हणजे पृथ्वीवर आपल्याला अनुभवायला मिळतो. आता उष्णतामानात वाढ होईल (तिची चुणूक १९९०-२००० दशकात लागत आहे) ती २०१० पासून जास्त जाणवेल असा अंदाज आहे. पण अद्याप हवामानाचे शास्त्र तेवढे विकसित झाले नसल्याने हा निष्कर्षदेखील चूक ठरू शकेल.

या पार्श्वभूमीवर मॅले-डनहम- राणा यांच्यासारखे प्रयोग प्रत्येक खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळी करणे योग्य ठरेल. त्यावरून आजकालच्या अधिक सुधारित

आकुंचन सुरू करेल. आकुंचनाने केंद्रातले तापमान वाढेल आणि आत्ता आहे त्याच्या दसपट होईल. आणि त्या स्थितीत एक वेगळी अणुभट्टी पुन्हा काम करू लागेल.

या अणुभट्टीत हिलियमचे रूपांतर कार्बनमध्ये होईल. त्या क्रियेतून उष्णता निर्माण होईलच; पण गुरुत्वाकर्षणाला रोखू शकणारे दाब पुन्हा नव्याने कार्यरत होतील. इतकेच नव्हे, तर ते दाब सूर्याच्या बहिरंगाला फुग्यासारखे फुगवतील! असा फुगलेलो सूर्य एक राक्षसी तारा बनेल आणि त्याचा बाहेरचा रंग पिंगट आहे तो लालसर होईल.

असे लाल राक्षसी तारे आकाशात आहेत.



२४ ऑक्टोबर १९९४ च्या खग्रास सूर्यग्रहणाचा भारतातील पट्टा. राणा आणि डनहम यांचे प्रयोग राजस्थानमध्ये झाले.

मोजमापांप्रमाणे सूर्याच्या आकाराची काही वर्षांच्या कालखंडात होणारी वाढ वा घट कळू शकेल आणि पृथ्वीवरील हवामानावर सूर्याच्या तापमानाचा कितपत प्रभाव पडतो हे शोधून काढता येईल. शतकाच्या कालखंडात सूर्याच्या त्रिज्येत एक सहस्रांशाचा फरकदेखील पृथ्वीवरील हवामानात ढवळाढवळ करू शकेल.

* * *

सुदूर भविष्यात मात्र सूर्यात महत्त्वाचे बदल घडतील. सध्या त्याच्या अंतरंगात हायड्रोजनचे रूपांतर अणुप्रक्रियांद्वारे हिलियममध्ये होत आहे. हिलियमचे प्रमाण सूर्याच्या गर्भभागात वाढत आहे, तर हायड्रोजनचे कमी होत आहे. एक स्थिती अशी येईल, जेव्हा अशा प्रक्रियांत इंधन म्हणून वापरला जाणारा हायड्रोजनचा साठा संपून जाईल. हे इंधन संपल्यामुळे सूर्य प्रकाशाच्या थांबेल का?

नाही. मात्र त्याचा गर्भभागात ऊर्जेचा साठा तात्पुरता संपल्यामुळे तिथले हवेचे आणि प्रारणाचे दाब कमी होतील आणि त्यामुळे गर्भभागाचे गुरुत्वाकर्षण त्याचे

उदाहरणार्थ, बीटलग्युज (भरत) हा तारास तसा आहे. त्यावरून आणि ताऱ्यांच्या अंतरंगातल्या गणितावरून आपण अंदाज बांधू शकतो, की सूर्य भविष्यकाळात राक्षसी तारा झाल्यावर नेमका केवढा मोठा होईल.

सूर्याच्या आणि राक्षसी ताऱ्याच्या अंतरंगाच्या गणितावरून सूर्य सध्या आहे त्यापेक्षा २००-२५० पटीने वाढेल. त्याचा पृष्ठभाग फुगत फुगत जवळचे चारही ग्रह- बुध, शुक्र, पृथ्वी आणि मंगळ- गिळून टाकेल. त्याच्यापासून निघणारा प्रकाशदेखील अनेकपटीने वाढेल. अर्थात ही स्थिती उद्भवण्यापूर्वीच पृथ्वीवासीयांना ही जागा सोडून मंगळापलीकडे वसाहत उभारावी लागेल.

परंतु ही काळजी आता नको. सूर्याचे हे स्थित्यंतर आज उद्या नव्हे, तर सहा अब्ज वर्षांनंतर घडेल. कारण तोपर्यंत सध्याच्या अवस्थेत प्रकाशत राहण्यापुरते इंधन सूर्याकडे आहे!