खगोलशास्त्राची वैज्ञानिक चौकट

प्रास्ताविक

विज्ञान हा विषय मानवी जिज्ञासेतून जन्माला आला. आपल्या सभोवताली घडणाऱ्या नैसर्गिक घटना का घडतात ? त्यांच्या मुळाशी निसर्गाचे काही मूलभूत नियम आहेत का ? प्रथमदर्शनी अगदी वेगळ्या वाटणाऱ्या घटना एकाच मूलभूत नियमामुळे घडतात का ? अशा तऱ्हेच्या प्रश्नांच्या उत्तरातून विज्ञान हा विषय प्रगती करत गेला. त्याला आणखी फाटे फुटले आणि जिज्ञासापूर्तीतून मिळालेल्या माहितीचा उपयोग स्वतःचे राहणीमान उंचावण्यासाठी करायला मानवाने सुरुवात केली. अर्थात् फायद्याबरोबर तोटेही असतातच ! विज्ञानाचा उपयोग संहाराच्या कार्याकरतापण होऊ लागला.

पण माझ्या ह्या लेखाचा विषय विज्ञानाचे फायदे-तोटे हा नसून विज्ञानाची एकूण चौकट कशी आहे आणि त्यात खगोलशास्त्र हा विषय कुठे बसतो हा आहे.

वास्तविक खगोलशास्त्राला विज्ञानाची आद्य शाखा म्हटले तर वावगे होणार नाही. कारण मानवाच्या काही प्राथमिक प्रश्नांची उत्तरे खगोलशास्त्रात सापडतात. रात्र आणि दिवस हे नियमितपणे का येतात ? ऋतूंचे चक्र कसे ठरवले जाते ? ग्रहांची आकाशातली जागा बदलत का जाते ? ग्रहणे का लागतात ? सूर्य का चकाकतो ?—प्रश्न पुरातन आहेत त्यांची उत्तरे हळूहळू मिळत गेली. ज्याप्रमाणे पृथ्वीवरील वस्तूंना सृष्टीचे काही ठरावीक नियम लागू पडतात त्याचप्रमाणे आकाशातील वस्तूंना देखील ते लागू पडतात. ही जाणीव हळूहळू होत गेली. त्यामुळे जरी प्रश्नमालिका जुनी असली तरी विज्ञानाच्या चौकटीत प्रस्थापित व्हायला खगोलशास्त्राला थांबावे लागले.

विज्ञानाची चौकट

खगोलशास्त्राकडे वळण्य पूर्वी प्रथम आपण वैज्ञानिक कार्यप्रणालीचा थोडक्यात आढावा घेऊ.

प्रयोग, निरीक्षण आणि कारणमीमांसा हे विज्ञानाचे तीन टप्पे आहेत. वास्तविक हे टप्पे एका न संपणाऱ्या शृंखलेतली कडी आहेत असे म्हणायला हरकत नाही एखादी घटना केवळ एकदाच अनुभवून भागत नाही, ती पुन्हा पुन्हा घडलेली पाहावी लागते, तेव्हा तिच्या मागले एखादे सूत्र गवसते. शक्य असल्यास ती घडवून आणावी लागते. इथे प्रयोगाचा भाग आला. घडलेली घटना पाहणे हेही महत्त्वाचे आहे. निरीक्षणात त्या घटनेला बारकाईने पाहणे अभिप्रेत आहे. निरीक्षणात मिळणारी माहिती वस्तुनिष्ठ पाहिजे. निरीक्षकावर अवलंबून असून उपयोगी नाही. प्रयोगातून दिसलेली माहिती तो प्रयोग पुन्हा दुसऱ्या कोणीतरी तसाच करुन त्याला तशाच स्वरूपात मिळवता आली पाहिजे.

आणि अशा तऱ्हेने मिळालेल्या माहितीच्या मुळाशी कुठले नैसर्गिक नियम आहेत या प्रश्नाचा उकल कारणमीमांसेत येते. कमीत कमी गृहीतके वापरून ही कारणमीमांसा करण्याकडे वैज्ञानिकांचा प्रवृत्ती असते. जसजसे विज्ञान विकसित होत गेले तसतसे गृहीतकांची संख्या कमी होत गेली. उदाहरणार्थ, भौतिक शास्त्राकडे पाहिले तर असे आढळते की, केवळ चार मूलभूत नियमांद्वारे त्या शास्त्रातल्या सर्व निरीक्षणांचा कारणमीमांसा करता येते. परंतु आजचे भौतिकशास्त्रज्ञ 'चार' ही संख्या कमी करू पाहात आहेत व भविष्यकाळात केव्हातरी हे चार नियम एकाच नियमाचे विभिन्न घटक आहेत असे सिद्ध करण्याची आशा बाळगून आहेत

परंतु मी आधी सांगितल्याप्रमाणे तीन टप्पे पुरे झाले की साखळी पुरी होत नाही. कारणमीमांसा केली की वैज्ञानिकांचं काम संपत नाही. कारण त्यापुढे त्यांची अपेक्षा असते नवीन भाकीत करायची—जे भाकीत पुढे केव्हा तरी प्रयोग आणि निरीक्षणांनी पडताळून पाहता येईल. त्यामुळे केवळ प्रयोगातून पुढे कारणमीमांसा उद्भवते असे नाही, उलट कारणमीमांसेतून नवे प्रयोगपण उद्भवतात आणि ही साखळी पुढे चालू राहते.

वैज्ञानिक विकासाच्या दृष्टीने नवी भाकिते महत्त्वाची आहेत. जर ती खरी ठरली तर आपण पूर्वी केलेल्या कारणमीमांसेबद्दल वैज्ञानिकाचा आत्मविश्वास वाढतो. जर ती चुकली तर आपली गृहीतके पुन्हा तपासून पाहणे त्याला आवश्यक असते. कधी कधी असे आढळते की भाकीत बरोबर होते पण ते चूक ठरवणारे प्रयोगच बरोबर केले गेले नाहीत तर कधी कधी फेरतपासणीतून मूलभूत नियमांचा एखादा नवा पैलू दृष्टोत्पत्तीस येतो.

त्यामुळे विज्ञानात 'अंतिम सत्य' हा प्रकार नसतो. आजपर्यंत केलेले प्रयोग, आजवरची निरीक्षणे, आजवरच्या मूलभूत माहितीद्वारे समजावून सांगता येतात. पण नवे प्रयोग, सृष्टीची नवी रहस्ये पुढे मागे उपस्थित होतील ही शक्यता नाकारता येत नाही. आत्मविश्वास बाळगून शिवाय आत्मसंतुष्ट वृत्ती दूर ठेवणे ही एक तारेवरची कसरत आहे.

खगोलशास्त्राच्या अडचणी

विज्ञानाच्या ह्या चौकटीत बसताना खगोलशास्त्रज्ञांपुढे काही अडचणी येतात त्यांवर इलाज नाही.

पहिली अडचण आहे प्रयोगांची. भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, जीवशास्त्र अशा वैज्ञानिक शाखांतील अभ्यासकांना प्रयोगशाळेत प्रयोग करून पाहण्याची मुभा असते. खगोलशास्त्रज्ञ आकाशातल्या वस्तूंना पृथ्वीवरील प्रयोगशाळेत आणून तपासू शकत नाही, त्यांच्यात हवेतसे बदल करून त्यांच्या व्यवहारात होणाऱ्या बदलांचे निरीक्षण करू शकत नाही. त्याला केवळ लांबून पाहण्यावरच समाधान मानावे लागते.

निरीक्षणांची अडचणही वेगळीच आपल्याला तपासून पाहायच्या घटना हव्या तेव्हा पाहायला मिळतील असे नाही. ग्रहण, ताऱ्यांचे स्फोट, धूमकेतूचे जवळ आगमन असे अनेक निरीक्षणांचे विषय ठरावीक प्रसंगीच आणि कधी कधी अगदी अनपेक्षित स्वरूपातच पाहावे लागतात.

कारणमीमांसा आणि त्यातून करता येण्याजोगी भाकिते याबद्दलही खगोलशास्त्रज्ञांच्या अडचणी आहेत. पृथ्वीवरील प्रयोगशाळेत जितकी बिनचूक मोजमापे घेता येतात तितकी हजारो प्रकाशवर्षे अंतरावरच्या तारकांचा करता येणे अर्थातच शक्य नाही. त्यामुळे खगोलशास्त्रीय कारणमीमांसा अनेकदा इतर वैज्ञानिक शाखांमध्ये केल्या जाणाऱ्या कारणमीमांसेइतकी बिनचूक नसते तसेच अशा कारणमीमांसेतून निघणारी नवी भाकिते जरा बोथट स्वरूपाची असतात.

ह्या अडचणींमुळे जेव्हा एकोणिसाव्या शतकामध्ये विज्ञानाची झपाटचाने प्रगती होऊ लागली तेव्हा त्यात खगोलशास्त्र मागे पडले. विज्ञानाच्या एकंदर डोलाऱ्यात त्याला मानाचे स्थान मिळेनासे झाले. ह्या विषयात विज्ञानापेक्षा अटकळीच जास्त असा आरोप त्यावर होऊ लागला.

परंतु गेल्या दोन-तीन दशकांत ह्या परिस्थितीत झपाटचाने सुधारणा होऊ लागली आहे याचे एक कारण खगोलशास्त्राने अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा फायदा घेऊन आपली निरीक्षणक्षमता अधिक बिनचूक केली आहे. पण दुसरे कारण अधिक महत्त्वाचे आहे ते असे.

खगोलशास्त्राचे फायदे

अडचणींबरोबरच खगोलशास्त्रात काही विशेष गुणही आहेत जे विज्ञानाच्या इतर शाखांत नाहीत. मुख्य म्हणजे इतर वैज्ञानिक शाखा पृथ्वीपर्यंत मर्यादित आहेत, तर खगोलशास्त्राची झेप पृथ्वीबाहेर पसरलेल्या अमाप विश्वापर्यंत आहे. वास्तविक हाच गुण पुष्कळ पूर्वी खगोलशास्त्राला विज्ञानाच्या चौकटीत महत्त्वाचे स्थान मिळवून देण्यास कारणीभूत ठरला होता.

हा काळ होता तीन शतकांपूर्वीचा, न्यूटनच्या वेळचा. योहान केप्लर याने ग्रहांच्या सूर्याभोवतालच्या कक्षा ठरवून दिल्या होत्या आपल्या ठरावीक कक्षेत फिरताना ग्रहाच्या वेगात कसे बदल होतात, सूर्याजवळच्या आणि लांबच्या कक्षा पूर्ण करताना ग्रहाला किती वेळ लागतो इत्यादींचे नियम केप्लरने सुसंबद्धपणे मांडले होते. त्या कारणमीमांसा करताना न्यूटनला आपल्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धान्ताचा साक्षात्कार झाला. व्यस्तवर्गांचा हा सिद्धान्त केप्लरच्या नियमांचे पूर्ण स्पष्टीकरण करू शकतो हे न्यूटनने दाखवून दिले.

ह्याच नियमाचा वापर करून न्यूटनचा समकालीन व मित्र शास्त्रज्ञ एडमंड हॅले याने धूमकेतूदेखील सूर्याच्याच गुरुत्वाकर्षणाखाली फिरतात हे दाखवले आणि १६८२ साली आलेला धूमकेतू आणि तत्पूर्वी १६०७, १५३१ व १४५६ साली आलेले धूमकेतू हे एकाच धूमकेतूच्या सूर्याजवळच्या स्वारीचे प्रकार आहेत असा दावा केला. सुमारे ७५–७६ वर्षांनी सूर्यानजीक येणारा हा धूमकेतू पुन्हा १७५८ साली दिसेल हे महत्त्वाचे भाकीत त्याने केले, आणि त्याने सांगितल्याबरहुकूम तो धूमकेतू १७५८ मध्ये आला. एका वैज्ञानिक सिद्धान्तातून केलेले खगोलशास्त्रीय भाकीत कसे खरे ठरले याचे एक

उत्कृष्ट उदाहरण म्हणजे हॅलेचा धूमकेतू– जो यंदा परत सूर्याजवळ आला आहे.

तीन शतके ओलांडून आपण आजच्या जमान्यातील अंतराळ प्रकल्पाकडे पाहू. स्पुटनिक, चंद्रावरील स्वाऱ्या, दळणवळणाला वाहिलेले उपग्रह ह्या सर्वांमागे काम करणारे बळ आहे गुरुत्वाकर्षणाचे. न्यूटनचा सिद्धान्त माहीत आहे म्हणूनच हे प्रकल्प शक्य झाले आहेत, आणि हा सिद्धान्त माहीत होण्यास हातभार लावला खगोलशास्त्रीय निरीक्षणांनी. न्यूटनचा नियम पृथ्वी-बाहेर कोटयवधी किलोमीटरपर्यंत लागू होतो हे विधान फक्त खगोलशास्त्रज्ञच करू शकतो.

ही जाणीव की, वैज्ञानिक नियमांची कार्यवाही किती अंतरापर्यंत लागू होते हे केवळ खगोलशास्त्रीय निरीक्षणेच सांगू शकतात. आजच्या खगोलशास्त्राच्या लोकप्रियतेच्या मुळाशी आहे. 'हे विश्वचि माझे घर.' हे विधान बदलून 'हे विश्वचि माझी प्रयोगशाळा' असे ब्रीदवाक्य खगोलशास्त्रज्ञाच्या तोंडी शोभेल.

सूर्यतेजाचे रहस्य

सूर्य का चकाकतो? ह्या पुरातन प्रश्नाचे उत्तर सुमारे पाच दशकांपूर्वी मिळाले एडिंग्टन नावाच्या खगोलशास्त्रज्ञाने सूर्य एक अतितप्त वायूचा गोळा आहे असे गृहीत धरून त्या गोळ्याच्या अंतरंगाची भौतिक-शास्त्रीय समीकरणे मांडली. वास्तविक दोन अब्ज अब्ज अब्ज टनांच्या वायूच्या गोळ्याचे गुणधर्म काय असतील हे पृथ्वीवरील कुठलाही प्रयोग सांगू शकला नसता. पण पृथ्वीवरील प्रयोगांद्वारे ते अतिशय मर्यादित असले तरी गवसलेल्या वैज्ञानिक नियमांचाच वापर एडिंग्टनने केला. सूर्याला ते नियम लागू पडतात हे गृहीतच अर्थातच त्या नियमांची व्यापकता वाढवते.

एडिंग्टनच्या गणितातून असा निष्कर्ष निघत होता की, सूर्याच्या केंद्रस्थानाचे तापमान एक कोटी अंशाहूनही जास्त असेल. सूर्याच्या बहिरंगाचे तापमान सुमारे ५५०० सेल्सियस आहे. इतक्या तप्त पदार्थाला वायू म्हणणे सुद्धा चुकीचे आहे, कारण वायूतले अणू पूर्ण स्थितीत असतात. सूर्याच्या तापमानापुढे अणूला आपले सलग अस्तित्व टिकविता येत नाही. अणूचे गर्भभाग आणि बाहेर फिरणारे इलेक्ट्रॉन वेगळे होतात. अशा विघटित अणूंना प्लास्मा म्हणतात.

सूर्यात प्रामुख्याने हायड्रोजन असतो आणि त्याचा गर्भभाग म्हणजे घनात्मक विद्युत्भाराचा कण प्रोटॉन. एडिंग्टनच्या तर्काप्रमाणे सूर्याच्या केंद्रस्थानी अशा चार गर्भांचे संघटन होऊन त्यातून हिलियमचा गर्भ तयार होतो आणि या संघटनाच्या प्रक्रियेत ऊर्जानिर्मिती होते.

हा तर्क १९२०–३० च्या काळात अणुशास्त्रज्ञांना फारच अवास्तविक वाटला. त्यांनी त्याची टरच उडविली. परंतु हळूहळू अणुगर्भाची जास्त माहिती मिळत गेली आणि एडिंग्टनचा तर्क ग्राह्य मानला गेला.

हायड्रोजनच्या संघटनातून हेलियम बनवून ऊर्जा-निर्मिती होऊ शकते हे प्रथम खगोलशास्त्रात सूर्याने प्रात्यक्षिक करून दाखवले. आज हायड्रोजन बॉंबच्या विस्फोटक स्वरूपात मानवाने ते साध्य करून दाखवले. जर सूर्याप्रमाणे संयमित स्वरूपाची ही प्रक्रिया त्याला घडवून आणता आली तर जगापुढचा ऊर्जेचा प्रश्न कायमचा सुटेल.

एकीकरणाचा सिद्धान्त

जे सूर्याला साध्य झाले ते मानवाला जमवून आणायला अवघड जातेय यात आश्चर्य नाही. सूर्याच्या केंद्रस्थानी त्याच्या प्रचंड गुरुत्वाकर्षणाला तोंड देऊ शकणारे दाब असतात. त्यामुळे प्लास्मा प्रचंड तापमान असूनही काबूत ठेवला जातो. पृथ्वीच्या प्रयोगशाळेच्या मर्यादा ओलांडून जाऊन विज्ञानाच्या नियमांची प्रात्यक्षिके केवळ आकाशातच पाहायला मिळतात.

ह्याचे प्रत्यंतर सर्वांत प्रभावी स्वरूपात विश्व-रचनेच्या सिद्धान्तात पाहायला मिळते. संपूर्ण विश्वाला वैज्ञानिक नियम, विशेष करून आइन्स्टाइनच्या व्यापक सापेक्षतावादाचे नियम लावले तर असा निष्कर्ष निघतो की, विश्वाची उत्पत्ती एका महास्फोटात झाली. तो महास्फोटाचा क्षण आजपासून सुमारे १५ अब्ज वर्षांपूर्वी होता असे तज्ज्ञ सांगतात. स्फोटातून उगम पावलेले विश्व आजही प्रसरण पावताना दिसते.

स्फोटानंतरच्या क्षणात विश्वाचे तापमान कल्पनातीत होते. प्रसरणामुळे ते कमी होत गेले व आज ते जवळ जवळ नगण्य झाले आहे, अर्थात त्या आरंभीच्या क्षणात स्फोटामुळे विश्वाचे घटक अर्थातच प्रचंड वेगाने, ऊर्जेने फिरत होते. हे आद्य घटक कुठल्या स्वरूपाचे होते?

त्या प्रश्नाचे उत्तर देण्यासाठी सर्व मूलभूत नियमांचे एकीकरण करणे आवश्यक आहे असे अनेक शास्त्रज्ञांना

वाटते. ह्या दिशेने जी वाटचाल चालू झाली आहे तिला चालना मिळाली अब्दुस्सलाम, स्टीवन वाइनबर्ग आणि शेल्डन ग्लॅशॉ यांच्या संशोधनाने. चारपैकी दोन मूलभूत क्रियांचे विद्युच्चुंबकीय आणि मंद क्रियांचे एकीकरण होऊ शकते हे ह्या शास्त्रज्ञांनी दाखवून दिले.

हे एकीकरण घडवून आणायला मूलकणांना प्रचंड ऊर्जा द्यावी लागते. अशा ऊर्जेचे मूलकण सर्नसारख्या प्रचंड प्रयोगशाळेत तयार होऊ शकतात. त्यांच्यावरील प्रयोगांद्वारे ह्या एकीकरण सिद्धान्ताला पुष्टी मिळते.

ह्या यशामुळे दोनऐवजी तीन किंवा चारही क्रियांचे एकीकरण करता येईल असा आशावाद वैज्ञानिकांत उत्पन्न झालेला आहे. मात्र त्या एकीकरणासाठी लागणारी ऊर्जा सर्न प्रभृती प्रयोगशाळांच्याच काय पण भविष्यकाळात काही दशकांत तरी होणाऱ्या प्रयोगशाळांच्या आवाक्याबाहेर आहे. मग एकीकरण सिद्धान्ताचे प्रात्यक्षिक कसे पाहायला मिळणार?

ह्या प्रश्नाचे उत्तर खगोलशास्त्रात, विश्वरचनेच्या सिद्धान्तात पाहायला मिळते. महास्फोटानंतरच्या काही प्रारंभिक क्षणात, म्हणजे सेकंदाच्या अब्ज–अब्ज–अब्ज अब्ज–अब्जांश भागात विश्व अशा स्थित्यंतरांतून गेले की तेव्हाच्या घटककणात एकीकरणाला साजेशी ऊर्जा होती. म्हणजे ह्या सिद्धान्ताचे प्रात्यक्षिक पडताळून पाहायला विश्वाच्या त्या आदिकालाची दखल घेतली पाहिजे.

अर्थात् त्या महत्त्वाच्या क्षणी काय रामायण घडले ते आत्ता पाहता येणार नाही. पण त्या घटनेचे उमटलेले ठसे पाहणे शक्य आहे. तेव्हा ते ठसे कशा प्रकारचे असतील त्याबद्दल संशोधन चालू आहे.

समारोप

थोडक्यात म्हणजे, विज्ञानाच्या घरकुलात खगोलशास्त्राचो भूमिका आज एखाद्या आश्रितासारखी नसून एका सन्मान्य आणि आवश्यक सदस्याची आहे. याचे कारण अनेक व्यावहारिक अडचणींना तोंड देऊन त्या विषयाने विज्ञानाच्या चौकटीत त्या विषयाची अवघड शिस्त पाळून वाटचाल केली आहे. आधुनिक तंत्रज्ञानाच्या मदतीने त्याने आपली निरीक्षणपद्धती कमालीची कार्यक्षम केली आहे आणि त्याबरोबरच मूलभूत नियमांच्या एकीकरणाकडे महत्त्वाचा हातभार लावला आहे.

खगोलशास्त्राच्या वैज्ञानिक चौकटीबद्दल सांगताना जाता जाता फलज्योतिषाचा उल्लेख करावासा वाटतो. फलज्योतिष व खगोलशास्त्र दोन्ही विषय एकच असून खगोलशास्त्रज्ञ भविष्यही सांगू शकतात असा घोटाळा अनेक सुशिक्षित जनसामान्यांत सापडतो. वैज्ञानिक सिद्धान्त भाकीत करतो त्याप्रमाणे खगोलशास्त्रज्ञ देखील आकाशस्थ वस्तूंच्या व्यवहारासंबंधी भाकिते करतो, परंतु आकाशस्थ वस्तूंच्यामुळे मानवी जीवनावर व्यवहारावर काय परिणाम होतो ते सांगण्याचे धाडस करत नाही ! तो प्रांत फलज्योतिषाचा आहे.

फलज्योतिष हे विज्ञान आहे असा दावा फलज्योतिषी करतात. ह्यामागे 'विज्ञान म्हणजे काय?' ह्या प्रश्नाच्या उत्तराबद्दल अनभिज्ञता हे एक कारण आहे. दुसरे कारण वैज्ञानिकांनी फलज्योतिषाची अनेक वेळा केलेली वैज्ञानिक तपासणी आणि त्यात त्याला नापास केले ह्याची त्यांना माहिती नसे. ह्या विषयांची सविस्तर चर्चा मी 'किर्लोस्कर' मधील एका लेखात केली आहे (पाहा मार्च १९८२, पृष्ठे ३७–३९) 'Recent Advances in Natal Astrology : A Critical Review 1900–1976' ह्या पुस्तकात डीन आणि माथर यांनी फलज्योतिषाच्या वेगवेगळ्या तंत्राची माहिती देऊन त्यांच्या कार्यपद्धती वैज्ञानिक चौकटीत का बसत नाहीत हे सप्रमाण सिद्ध केले आहे. डॉ. इव्हान केलो यांनी 'मर्क्युरी' द्वैमासिकात (१९८० अखेरच्या व १९८१ च्या पहिल्या अंकात) फलज्योतिषांच्या दाव्यांची वैज्ञानिक परीक्षणे कशी केली (व करता येतात) आणि त्यातून ते दावे कसे बाद ठरले हे सविस्तर सांगितले आहे.

हे नमूद करण्याचे कारण इतकेच की 'परीक्षण न करताच वैज्ञानिक फलज्योतिषाला अवैज्ञानिक ठरवतात' हा फलज्योतिषांचा दावा निरर्थक आहे हे वाचकाच्या ध्यानात यावे. वर सांगितलेले संदर्भ पाहून वाचकाने स्वतःच परीक्षण करून पाहावे !

जयंत विष्णू नारळीकर
टाटा इन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रीसर्च
मुंबई–४०० ००५