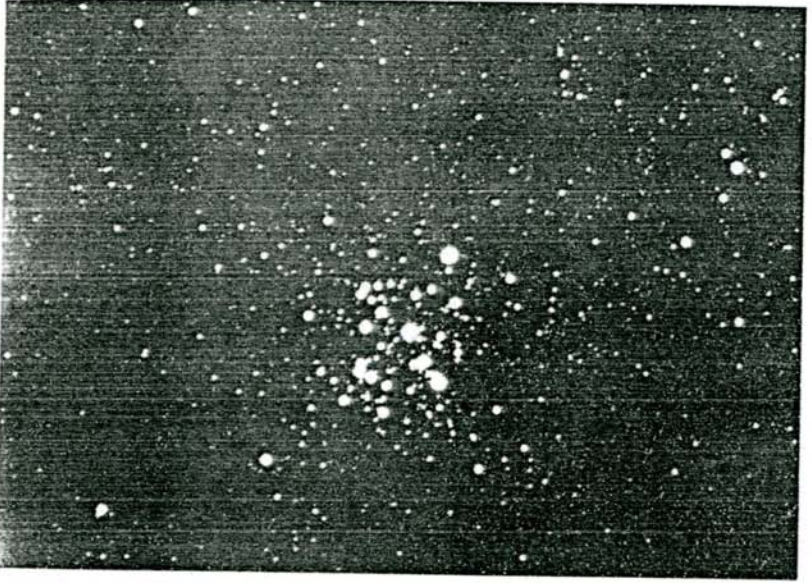


# गेल्या सहस्रकातील विश्वसंकल्पनेचा विकास

- जयंत नारळीकर



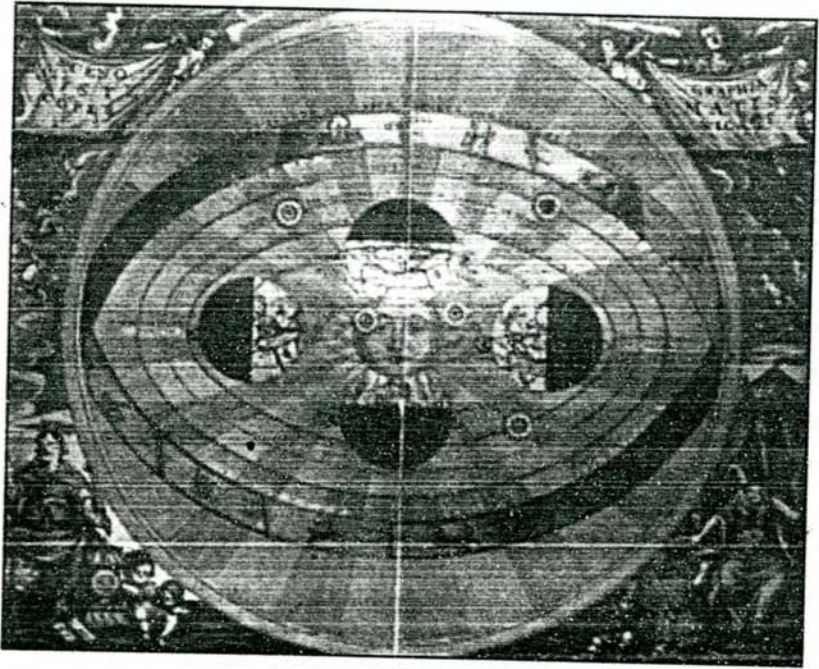
विज्ञानाच्या कुठल्याही शाखेप्रमाणे खगोल विज्ञानाचा विकास, आरंभीच्या काळात हळुहळू झाला आणि अलिकडच्या काळात भरधाव वेगाने होत आहे. गेल्या दहा पैकी नऊ शतके विश्वाबद्दलची मानवी संकल्पना अतिशय मर्यादित स्वरूपाची, आकाशगंगेपर्यंतच सीमित होती. ह्या लेखात त्या संकल्पनेचे बदलते कालचित्र चितारण्याचा प्रयत्न केला आहे.

## पृथ्वी स्थिर का सूर्य?

आपण रोज दिवसा सूर्य आणि रात्री तारका पूर्वेपासून पश्चिमेकडे जाताना पाहतो. साहजिकच हे दृश्य नेहमी पाहणाऱ्यांची कल्पना होईल की विश्व पूर्वेपासून पश्चिमेकडे एका गोलाप्रमाणे फिरते आहे आणि त्यांच्या केंद्रभागी पृथ्वी स्थिर स्वरूपात विराजमान झाली आहे. दोन सहस्रकांपूर्वी युरोपातील ग्रीक संस्कृतीत आणि त्यानंतर हळुहळू पसरत गेलेल्या ख्रिश्चन धर्मात ही धारणा दृढमूल होती. भारतात आणि मध्यपूर्वेत सुध्दा हाच विश्वास सर्वमान्य होता.

याचाच एक भाग म्हणजे आपल्या सूर्यमालेत सूर्य, चंद्र आणि त्यावेळी माहीत असलेले बुध, शुक्र, मंगळ, गुरू आणि शनी हे ग्रह सगळे पृथ्वीभोवती फिरतात असे मानले जात असे. ही परिक्रमा दाखवायला ग्रीक खगोलविदांनी चक्रांचा वापर केला होता. पृथ्वीभोवती एक फिरते चक्र, त्याच्या परिघावरील एका बिंदूभोवती फिरणारे दुसरे चक्र, त्याच्या परिघावरील एका बिंदूभोवती फिरणारे तिसरे चक्र,.... अशा चक्रांच्या श्रेणीत अखेरच्या चक्रावर हे ग्रहआदि फिरतात असा त्यांचा दावा होता.

या विश्वासाला तडा गेला सोळाव्या आणि सतराव्या शतकात. निकोलस कोपर्निकस, टायको ब्राहे, गॅलिलिओ गॅलिलेई आणि योहान्न केप्लर अशा चार खगोल-तज्ञांच्या संशोधनातून सूर्यमाला पृथ्वीकेंद्रित नसून सूर्यकेंद्रित आहे हे सिध्द झाले. केप्लरने



सूर्यकेंद्री सूर्यमालेची क्रांतीकारी संकल्पना

आपल्या तीन नियमांद्वारे ग्रह नियोजित दीर्घ वर्तुळाकार कक्षांत सूर्य परिक्रमणा करतात आणि पृथ्वीचा पण त्यांत समावेश आहे हे दर्शविले. चंद्र तेवढा पृथ्वी प्रदक्षिणा करतो.

## गुरूत्वाकर्षणाच्या नियमाचा शोध

विश्वाची अधिक माहिती मिळायला आवश्यक असे शोध सतराव्या शतकात

लागले. केप्लरने निरीक्षणांतून ग्रहाच्या फिरण्याचे नियम शोधले खरे; पण ते तसे का फिरतात हे कोडे सोडवले आयझॅक न्यूटने. ग्रहांना अशा तऱ्हेने फिरवणारी शक्ती म्हणजे सूर्याचे गुरुत्वाकर्षण आणि असे आकर्षणाचे बळ कुठल्याही दोन वस्तूंना परस्परांकडे खेचते हा महत्वाचा शोध आणि ह्या आकर्षक बळामागचे सूत्र न्यूटने आपल्या प्रिंकिपिया नामक ग्रंथात 1676 मध्ये प्रसिध्द केले.

गुरुत्वाकर्षण हे सृष्टीतील आजवर ज्ञात असलेल्या चार मूलभूत क्रियांपैकी एक. ह्या चार क्रिया (गुरुत्वाकर्षण, विद्युच्चुंबकीय शास्त्र, तीव्र क्रिया आणि मंदक्रिया) निसर्गातील सर्व ज्ञात व्यवहारांच्या मुळांशी आहेत असे आज मानले जाते. त्यांत गुरुत्वाकर्षण मोठ्या वस्तुमानांच्या गोष्टींवर विशेष प्रभावी ठरते (-इतर तीन क्रियांच्या तुलनेत-) म्हणून त्याचे खगोलशास्त्रात महत्व जास्त. तारायुगुले, ताऱ्यांचे अंतरंग, ताऱ्यांचे समूह, आकाशगंगांची रचना, विश्वांचे प्रसरण आदि सर्व बाबतीत गुरुत्वाकर्षणाचा सिंहाचा वाटा आहे.

## दुर्बिणींचा वापर

सतराव्या शतकात - 1609 साली-गॅलिलिओने दुर्बिणींचा वापर करून एका नव्या युगाचा आरंभ केला. मानवी डोळ्यापेक्षा दुर्बिणींचा निरीक्षणांचा आवाका जास्त असतो हे त्याने दाखवले. दुर्बिणींचा शोध लागल्यावर आणि त्याचा पृथ्वीवरची दूरची निरीक्षणे करण्यास वापर सुरू झाल्यावर थोड्याच काळात त्याने मूळ डिझाइनमध्ये काही बदल करून एक दुर्बिण बनवली आणि तिचा वापर चंद्र, सूर्य आणि ग्रहांवर केला. सूर्यावर असलेले काळे डाग, चंद्रावरची विवरे, गुरुभोवती फिरणारे चार चंद्र, शुक्राच्या कला इत्यादींची निरीक्षणे दुर्बिणीमार्फतच शक्य होती. अशा शोधांवर प्रथम अविश्वास व्यक्त करण्यात आला तरी हळुहळू दुर्बिणींची महती खगोल वैज्ञानिकांना पटली.

खुद्द न्यूटनने एक वेगळ्या प्रकारची दुर्बिण तयार केली. तिच्यात मुख्य भिंगा ऐवजी वक्रगोल आरसा वापरला होता. प्रथम प्रथम न्यूटनचे हे मॉडेल लोकांना निरीक्षणासाठी बोजड वाटले तरी हळुहळू तिची महत्ता पटली. आजच्या प्रचंड दुर्बिणी मुख्य भिंगाऐवजी वक्रगोल आरसेच वापरतात.

## ताऱ्यांच्या जगात

दुर्बिणींच्या तंत्रज्ञानात विकास होत गेला त्याचा फायदा खगोलनिरीक्षकांनी भरपूर घेतला. फार दूर वाटणारे तारे दुर्बिणींनी जणू जवळ आणले. विलियम हर्शेल आणि त्याचा मुलगा जॉन हर्शेल यानी अठराव्या आणि एकोणिसाव्या शतकात ताऱ्यांबद्दल प्रत्यक्ष निरीक्षणाने पुष्कळ माहिती मिळवली. पुढे ताऱ्यांचे प्रकाशवर्णपट घेतले जाऊ

लागले त्यांतून ताऱ्यांच्या पृष्ठभागावरील मूलद्रव्यांची आणि त्याच्या तापमानाची माहिती मिळवणे शक्य झाले.

आणखी महत्वाची गोष्ट म्हणजे ताऱ्यांची अंतरे मोजणे शक्य झाले. पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते तेव्हा तिच्या अंतराळातील स्थानात सर्वाधिक बदल सहा महिन्यात होतो. म्हणून लांबच्या ताऱ्यांच्या पार्श्वभूमीवर जवळचा तारा आज आणि सहा महिन्यांनी पाहिल्यास त्याच्या दिशेत थोडा बदल झालेला दिसेल. हे बदल सूक्ष्म असतात पण सक्षम दुर्बिणीने टिपता येतात आणि त्यांचा वापर करून त्रिकोणमितीद्वारे त्या ताऱ्याचे अंतर मोजता येते.

ह्या मार्गाने जवळच्या ताऱ्यांची अंतरे मोजता येतात. ही अंतरे साधारण 10-30 प्रकाशवर्षांपर्यंत असतात. (प्रकाशवर्ष म्हणजे प्रकाशाने वर्षभरात टिपलेले अंतर. हे सुमारे दहा हजार अब्ज किलोमीटर असते.) ह्या पद्धतीने पृथ्वी स्थिर नसून अंतराळात आपले ठिकाण बदलत राहते हे सिद्ध करता येते. अशा मोजमापांनी आणि काही वेगळे तर्क वापरून अधिक दूरच्या ताऱ्यांची अंतरे पण अजमाविता येतात. अशा धर्तीवर ताऱ्याची अंतरे मोजून विलीयम हर्शेलने 1785 साली आपल्या आकाशगंगेचा नकाशा तयार केला.

## आकाशगंगेचे स्वरूप

आकाशगंगेचे दर्शन आपल्याला आकाशात पसरलेल्या धूसर पट्ट्याच्या स्वरूपात होते. वास्तविक तो 'पट्टा' असंख्य ताऱ्यांच्या तेजाचा बनलेला आहे. अशा ताऱ्यांच्या समूहात सूर्याचाही समावेश आहे; फक्त आपण हे तारे पाहतो ते आकाशगंगेच्या 'आतून'. म्हणून आपल्याला तिचे वास्तविक स्वरूप कळत नाही. हर्शेलने केलेल्या नकाशात सूर्य केंद्रस्थानी दर्शवला होता. वस्तुस्थिती काय आहे?

वस्तुस्थिती कळून यायला विसावे शतक उजाडावे लागले. साधारण 1920 सालापर्यंत हार्लो शॅपली यांच्या प्रयत्नातून आकाशगंगेचे रूप स्पष्ट झाले. ती साधारण एका चकतीप्रमाणे आहे, जिचा व्यास जवळ जवळ एक लक्ष प्रकाशवर्ष असून तिच्या केंद्रभागी किंचित फुगवटा आहे. चकतीत सर्पिल भुजांत तारे प्रामुख्याने आढळतात. आपला सूर्य केंद्रस्थानी जवळ जवळ 25,000 प्रकाशवर्ष अंतरावर आहे.

आकाशगंगेत जवळजवळ 100-200 अब्ज तारे असावेत. अशी चकती हळुहळू फिरत आहे. सूर्याला एक परिक्रमणा पूर्ण करायला 25 कोटी वर्षे लागतील असा निष्कर्ष सध्याच्या निरीक्षणातून काढला जातो. ताऱ्याव्यतिरिक्त आपल्या आकाश गंगेत धूळ आणि वायूचे साठे पण आहेत.

## आकाशगंगेबाहेरचे विश्व

आकाशगंगेबाहेर देखील विश्वाचा पसारा आहे का? एकोणिसाव्या शतकाअखेरपर्यंत बहुसंख्य खगोलशास्त्रज्ञ ह्या प्रश्नाचे उत्तर नकारार्थी देत. परंतु 1920 च्या सुमारास अधिक कार्यक्षम दुर्बिण (-तीत माउंट विल्सन वरील 2.5मीटर व्यासाच्या नुकत्याच बांधलेल्या दुर्बिणीचा समावेश होता -) वापरून एडविन हबल प्रभृती खगोलनिरीक्षकांनी असा निष्कर्ष काढला की आपल्या आकाशगंगे सारख्याच अनेक आकाशगंगा विश्वात दूरवर पसरलेल्या आहेत. लांब असल्याने त्या धूसर पुंजक्यां प्रमाणे दिसतात. हे पुंजके आपल्या आकाशगंगेत ताऱ्यांच्या प्रकाशात चमकणारे वायुमेघ आहेत असा गैरसमज पूर्वीच्या खगोलनिरीक्षकांनी केला होता.

## विश्वाचे आजचे रूप

विसाव्या शतकातील अनेक कार्यक्षम दुर्बिणींनी ह्या चित्राला दुजोरा दिला आहे. आकाशगंगाचे समूह, समूहांचे समूह आणि त्यांच्या दरम्यानचा प्रचंड पोकळ्या -30कोटी प्रकाशवर्ष विस्ताराच्या- आहेत असे चित्र स्पष्ट होत आहे. शिवाय आपल्याला दिसते त्याच्या दसपट (किंवा जास्तच) वस्तुमान विश्वात 'अदृश्य' किंवा काळे आहे असा तर्क केला जातो. ते कशाचे बनले आहे याबद्दल वाद आहेत. परंतु त्याचे गुरुत्वाकर्षण गगनवते.

1929 साली हबलने निरीक्षणांतून एक महत्वाचा निष्कर्ष काढला...हे आकाशगंगानी व्याप्त विश्व प्रसरण पावत आहे. कुठल्याही दोन आकाशगंगांमधले अंतर वाढत आहे. वाढण्याचा वेग अंतराच्या समप्रमाणात आहे हा हबलने शोधून काढलेला नियम. आज असा सामान्य समज आहे की हे प्रसरणशील विश्व अतितप्त स्थितीत एका महास्फोटात उद्भवले.

1965 मध्ये अर्नेपेंझियास व रॉबर्ट विल्सन यांनी एक महत्वाचा शोध लावला. त्यांनी हे दाखवले की विश्वात सर्व दिशांना सारखे असे प्रारण आहे आणि ते बहुतांशी सूक्ष्म तरंगाचे आहे. हे प्रारण प्रसरणशील विश्वाच्या भूतकालात तप्तावस्थेत निर्माण झालेले आज आपण थंड झालेले पाहत आहोत (-प्रारणाचे तापमान शून्याखाली सुमारे 270 सेल्सियस इतके आहे) असा विश्वास व्यक्त केला जातो.

असे हे प्रसरणशील विश्व पूर्वी जास्त घनावस्थेत आणि तप्तावस्थेत होते का? त्याची उत्पत्ती 'शून्यातून' झाली का? पुढे त्याचे भविष्य काय? हे प्रश्न एकविसाव्या शतकात सुटतील अशी आशा अनेक विश्वरचना शास्त्रज्ञांनी व्यक्त केली आहे. पण कोणी सांगावे, आजवरची परंपरा पाहता, नव्या शतकात विश्वाबद्दल अनपेक्षित नवी माहिती उजेडात येईलही आणि एक नवी प्रश्नावली पुढे चालू राहील.