आसमानों को छूने की आशा

डॉ. राजाराम नित्यानंद

खगोल शास्त्र में कम फेशनेबल या कम दर्शनीय घटनाएं कई बार उपेक्षित रह जाती हैं। खबरों में आने का मतलब यह नहीं होता उस चीज़ में गहराई है, नवीनता है, या सचमुच कोई तरक्की हुई है। भारत में शिक्षा व अनुसंधान के संदर्भ में चुनौती तो यह है कि ऐसी सामग्री तैयार की जाए जो अधिकांश छात्रों के लिए सार्थक हो।

खगोल शास्त्र आजकल खबरों में रहता है। अखबारों और न्यूज़ चैनल्स को इंटरनेट सुलभ है जहां ताज़ा घटनाओं को प्रस्तुत किया जाता है। इनमें नए ग्रहों या दूरस्थ निहारिकाओं की खोज या ब्लैक होल्स की टक्कर के कम्प्यूटर सिमुलेशन्स प्रदर्शित किए जाते हैं। कई बार हमारी उत्पत्ति - सौर मण्डल के तौर पर या ब्रह्माण्ड के तौर पर - मंच के केंद्र में होती है। आम लोगों को रहस्यों की सुलझती गुत्थियों का आनन्द मिलता है और शायद विधायिका के सदस्य भी प्रभावित होते हैं जो फण्ड के फैसले करते हैं।

हेलिक्स नेबुला

पेशेवर खगोल शास्त्री जानते हैं कि यथार्थ इस सबसे कम या ज़्यादा है। कम फेशनेबल या कम दर्शनीय घटनाएं कई बार उपेक्षित रह जाती हैं। खबरों में आने का मतलब यह नहीं होता उस चीज़ में गहराई है, नवीनता है, या सचमुच कोई तरक्की हुई है। भारत में शिक्षा व अनुसंधान के संदर्भ में आकाश के विज्ञान का परिप्रेक्ष्य हासिल करने के लिए पूरा चित्र देखना होगा।

आज खगोल शास्त्र कई धाराओं का संगम है जिन्हें यहां संक्षेप में रखा गया है। सबसे पहले तो यह कहा जा सकता है कि यह आंकड़ों व गणनाओं पर आधारित सबसे प्राचीन व्यवसाय होने का दावेदार है। प्राचीन काल से ही धरती पर घटने वाली घटनाओं की अव्यवस्था और आकाश की नियमितता के अन्तर ने लोगों का ध्यान खींचा होगा। तारों ने शुरुआती यात्रियों व नाविकों के लिए समय की गणना और स्थान निर्धारण का साधन उपलब्ध कराया। प्राचीन मिस्र, मेसोपोटेमिया, चीन और भारत में गणितज्ञ-सह-ज्योतिषियों के कुनबे ने खगोल शास्त्र को जीवित रखा और आगे बढ़ाया।

मध्य युग युरोप में तो अंधकार का युग था मगर 11वीं सदी के इस्फहान में नहीं जहां उमर खय्याम रुबाइया रचने के साथ-साथ खगोल शास्त्र, बीजगणित और गोलीय त्रिकोणमिति का अभ्यास कर रहे थे। उन्होंने वर्ष की अवधि की गणना एक मिनट की त्रुटि के अन्दर कर ली थी। न ही समरकंद में 15वीं सदी में जहां उलुग बेग (तैमूर के पोते) ने तो और भी शानदार काम किए और करीब एक हज़ार तारों का कैटलॉग बना डाला था।

यह सही है कि कॉपरनिकस, गैलीलियो, केप्लर ने प्राचीन मत को सदा के लिए बदल डाला। इसके बाद जल्दी ही न्यूटन के गति के नियम और गुरुत्वाकर्षण सिद्धांत आए जिन्होंने धरती और आकाश को एक सूत्र में बांध दिया। हम कह सकते हैं कि खगोल भौतिकी इसी समय शुरू हुई। लाप्लेस, गॉस, पॉइनकेयर और कोल्मोगोरोव के साथ ब्रह्माण्ड यांत्रिकी की परम्परा शुरू हुई। अगली दो सदियों तक खगोलीय गतिकी पर सर्वोच्च बौद्धिक प्रभाव इसी परम्परा का रहा। और आइंस्टाइन, जो स्वयं गणितज्ञ नहीं थे, ने

बुध ग्रह की विचलित गति के आधार पर सामान्य सापेक्षता को वैध साबित किया। सामान्य सापेक्षता बीसवीं सदी में खगोल भौतिकी में सबसे प्रमुख शक्ति रही।

मगर खगोल भौतिकी मात्र गुरुत्वाकर्षण और गति विज्ञान नहीं है। उन्नीसवीं सदी में फ्रॉनहाफर और किरचॉफ ने सूर्य के वर्णक्रम की गुत्थी सुलझाई और इसके बाद बीसवीं सदी में तारों के वर्णक्रम का नंबर आया। लौ परीक्षण की ही तरह वर्णक्रम यानी स्पेक्ट्रम आपको बता सकता है कि कौन-से तत्व उपस्थित हैं। सबसे पहले जो पैटर्न दिखा वह अजीबोगरीब था। गर्म तारों में हाइड्रोजन व हीलियम की प्रचुरता थी जबकि ठण्डे तारों में कैल्शियम और टाइटेनियम ज़्यादा थे। वर्णक्रम के आधार पर तत्वों की मात्रा ज्ञात करने के लिए जिस समीकरण की आवश्यकता थी वह 1920 में साहा ने प्रतिपादित की। इस समीकरण को लेकर सेलिया पैन ने 1925 में दर्शाया कि तारों में90 प्रतिशत से अधिक हाइड्रोजन है - इस निष्कर्ष को मान्यता मिलने में दो दशक बीते। इसके एक वर्ष बाद हार्वर्ड विश्वविद्यालय ने पैन को पूर्ण प्रोफेसर नियुक्त किया। तारों के वर्णक्रम के विश्लेषण की यह परम्परा अब काफी विकसित हो चुकी है। कौन सोच सकता था कि अस्थिर टेक्नीशियम कुछ तारों में पाया जाएगा। आखिर तारों के अन्दर धधक रही भट्टियों में कहां यह बनता है और कौन-से बल इसे तारों की सतह पर लाते हैं? तारों के वर्णक्रम की बातें आपको सुर्खियों में नहीं मिलेगी मगर विज्ञान में इनकी भूमिका बहुत महत्वपूर्ण है।

धुंधले पिण्डों का अध्ययन करना अधिक मुश्किल होता है। जिन्हें हम आज निहारिकाएं कहते हैं वे दरअसल नेबुला के एक उपसमूह के रूप में पहचानी गई थी - नेबुला मतलब आकाश में हल्के-हल्के प्रकाश का धब्बा। चार्ल्स मेसिए ने इन्हें यह सोचकर सूचीबद्ध किया था कि कहीं धूमकेतु खोजने वाले उनके साथी इन्हें गलती से धूमकेतु न समझ बैठें। जब बीसवीं सदी के शुरू में यह समझ में आया कि ये 'धब्बे' वास्तव में हमारी आकाशगंगा के समान हैं (सिर्फ दूरी ज़्यादा है), तो यह निष्कर्ष भी काफी तकलीफदायक था - उतना ही जितना यह निष्कर्ष था कि सूरज न तो इकलौता है, न ब्रह्माण्ड के केन्द्र में है।

निहारिकाओं का वर्णक्रम हासिल करने के लिए उस समय की सबसे बड़ी दूरबीनों का उपयोग किया गया। ये दूरबीनें अधिकांशतः यू.एस. के प्रशांत तट पर स्थित थीं। एडविन हबल ने अपने व हुमासन व स्लाइफर जैसे अनजाने खगोल शास्त्रियों के मापन के आंकड़ों को लेकर फैलते ब्रह्माण्ड की जो परिकल्पना प्रस्तुत की थी वह समय की कसौटी पर खरी उतरी है। वैसे यह खुशी की बात है कि उस समय हबल ने ब्रह्माण्ड की उम्र 1.6 अरब वर्ष आंकी थी उसे नई खोजों के आधार पर 13.7 अरब वर्ष माना जाता है; थोड़ी खुली-खुली लगती है यह बढ़ी हुई अवधि।

निहारिकाओं का बारीक अध्ययन 1980 के दशक में शुरू हुआ था और इससे पता चला है कि निहारिकाएं तारों की अपेक्षा कहीं अधिक पेचीदा चीज़ें हैं। ये विभिन्न साइज़ और आकृति की होती हैं। इनकी साइज़ व आकृति प्रारम्भिक स्थिति, इतिहास और पर्यावरण से निर्धारित होती हैं। ये छोटे-छोटे घटकों के विलीनीकरण से निर्मित हुई हैं। रोचक बात यह है कि इन्हें एक जगह बांधे रखने का काम जो गुरुत्व बल करता है वह इनके तारों या गैस का गुरुत्व बल नहीं है बल्कि 'अदृश्य पदार्थ' यानी 'डार्क मैटर' का गुरुत्व बल है। इस बात का खुलासा 1980 के दशक में वेरा रुबिन और उनके साथियों ने निर्णायक रूप से किया था। आज बीस साल बाद हम इस 'अदृश्य पदार्थ' के बारे में काफी कुछ जानते हैं - कि यह कितना है और कहां है। हम यह भी कुछ हद तक जानते हैं कि यह क्या नहीं है, मगर हम यह नहीं जानते कि यह क्या है। इस अदृश्य पदार्थ के सर्वोत्तम प्रत्याशी कुछ कण हैं जिनकी भविष्यवाणी कुछ सिद्धान्तों के आधार पर की गई है मगर इन्हें देखा नहीं गया है।

बीसवीं सदी का उत्तरार्ध तो विस्फोटक था - विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम के लगभग तीस सालों के आंकड़ों का उपयोग करके ब्रह्माण्ड के बारे में जानकारी निकाली गई। रेडियो तरंगों का उपयोग1950 में शुरू हुआ था; निहारिकाओं के केन्द्र में गैसें निगलते और जेट्स उगलते ब्लैक होल्स की शिनाख्त इन्हीं के खाते में जाती है। इसके अलावा, न्यूट्रॉन तारों और महाविस्फोट के सुलगते अंगारों की शिनाख्त

भी रेडियो तरंगों की मदद से हुई।

पर्वत शिखरों, गुब्बारों और अंतरिक्ष से इन्फ्रारेड यानी अवरक्त वर्णक्रम विश्लेषण से तारों के निर्माण का इतिहास व भूगोल समझने में मदद मिलती है। यह एक ऐसी प्रक्रिया है जिसके बारे में काफी आंकड़े हैं और जिसका विवरण आज भी मूलतः कुछ अनुभव जन्य नियमों के आधार पर किया जाता है। एक्स-रे से सघन तारों के इर्द-गिर्द चल रही प्रक्रियाओं को समझने में मदद मिली है। और गामा-किरण आधारित खगोल अध्ययन ने तो कई आश्चर्य खोल दिए है।

सैद्धान्तिक पक्ष को देखें, तो सापेक्षतावादी/कण आधारित खगोल भौतिकी एक नए क्षेत्र के रूप में उभरा जहां बुनियादी भौतिकी और गुरुत्वाकर्षण को ब्रह्माण्ड के स्तर पर एकीकृत करना संभव हुआ। इस क्षेत्र में एक विशाल व्यक्तित्व याकोब ज़ेल्डोविच (1914-1987) हैं। मात्र हाई स्कूल प्रमाण पत्र से लैस ज़ेल्डोविच ने 1930 में रासायनिक भौतिकी से शुरूआत की थी और उत्प्रेरण, दहन, विस्फोट और शॉक वेव्स का अध्ययन किया था। बाद में वे रूस के बम प्रोजेक्ट में चले गए और फिर महाविस्फोट (बिग बैंग) तक पहुंचे। खगोल भौतिकी में उनके योगदान की सूची बहुत लम्बी है - एक्रीशन, ब्रह्माण्ड में पृष्ठभूमि सूक्ष्म तरंग विकिरण, अदृश्य पदार्थ, निर्वात ऊर्जा, ब्लैक होल्स, चुम्बकीय क्षेत्र...।

तो, खगोल शास्त्र की एक समृद्ध परम्परा है। इसका दायरा बहुत लम्बा-चौड़ा है, भौतिकी से कड़ियां मज़बूत हैं और तरक्की विस्फोटक है। शिक्षाविद् पूछ सकते हैं कि पाठ्यक्रम के हर चरण पर इसमें से कितना व किस हद तक बारीकी से शामिल किया जाना चाहिए। एक वास्तविक खतरा है कि यह सब क्विज़ की सामग्री बनकर रह जाए और मामला सिर्फ शब्दों को याद करने तक सीमित हो जाए। मगर यह भी ठीक न होगा कि स्कूल स्तर पर इसे पूरी तरह छोड़ दिया जाए। चुनौती तो यह है कि ऐसा सिलेबस व सामग्री तैयार की जाए जो अधिकांश छात्रों के लिए सार्थक हो।

यदि उच्च शिक्षा की बात करें, तो खगोल शास्त्र में स्नातक या शायद स्नातकोत्तर पाठ्यक्रम भी भारत के संदर्भ अतिविशिष्टीकरण लगेगा। अलबत्ता स्नातक पाठ्यक्रम में भी खगोल शास्त्र के ज़्यादा उदाहरण गुंथे जा सकते हैं। स्नातकोत्तर स्तर पर ऐच्छिक पर्चा तो हो ही सकता है।

हमारे खगोल शास्त्र के शोध संस्थान प्रायः भौतिकी या इंजीनियरिंग के छात्रों को लेकर उनका प्रशिक्षण करते हैं। भारतीय विज्ञान संस्थान (बैंगलोर) में ज़रूर एक संयुक्त खगोल कार्यक्रम शुरू किया गया है। इसके तहत कई सारे कोर्स चलाए जाते हैं। यहां सवाल यह उठता है कि ऐसे कोर्स में कितना महत्व तकनीकों और अवलोकनों को दिया जाए और कितना महत्व भौतिक सिद्धान्तों को। मेरा जवाब लगभग वही है जो रसायनज्ञ कहते हैं - ज़ाहिर है आपको सिद्धान्त पता होने चाहिए मगर जिस तरह से रसायन शास्त्र सिर्फ भौतिक रसायन नहीं है, उसी तरह समूचे खगोल शास्त्र को खगोल भौतिकी मान लेना उचित न होगा। खगोलीय सिद्धान्तों ने काफी प्रभावशाली तरक्की की है मगर इसकी सीमाएं प्रेक्षकों की अपेक्षा सिद्धान्तविद ज़्यादा समझते हैं।

खगोलशास्त्र में शोध करने के इच्छुक छात्रों के सामने संभावनाएं क्या हैं? भारत में सुविधाएं बेहतर होती जा रही हैं। मेरी इच्छा है कि हर छात्र जब जीएमआरटी से सुपरनोवा, या छोटी या धातु विपन्न निहारिकाओं, पल्सर्स, माइक्रो क्वाज़र्स का अध्ययन करे, तो उसे रोमांच ओर खोजबीन का एहसास मिल पाए। खगोल शास्त्र में एक ठीक-ठाक पीएच.डी. के दौरान भौतिक प्रक्रियाओं के मॉडलिंग और अवलोकनों के विश्लेषण का प्रशिक्षण भी अवश्य मिलना चाहिए। आजकल अन्तर्राष्ट्रीय सुविधाओं तथा आंकड़ों तक पहुंच और पोस्ट डॉक्टरल अवसर भी काफी अच्छे हैं। सचमुच महत्वाकांक्षी छात्र भविष्य की अन्तर्राष्ट्रीय परियोजनाओं पर नज़र रख सकते हैं। इस प्रकार की एक परियोजना है अतिविशाल प्रकाशीय दूरबीन (व्यास लगभग 50 मीटर) और दूसरी है स्क्वेयर किलोमीटर एरे। इनसे वर्तमान दूरबीनों की अपेक्षा 100 गुना अधिक संवेदनशीलता की उम्मीद की जाती है।

आज खगोल शास्त्र सचमुच एक राष्ट्र-पारी उद्यम है। भारत अन्य क्षेत्रों में ऐसे उद्यम अपना रहा है। तो क्या हम आसमानों को छूने को तैयार हैं? ***(स्रोत फीचर्स)***