दूरबीन और इसका क्रमिक विकास

रवीन्द्र कुमार यादव

जब से मनुष्य इस धरती पर आया, तब से तारों भरा आकाश उसके आकर्षण का केन्द्र बना रहा। सूर्य, चन्द्रमा और ग्रहों की दुनिया रहस्यमय मानी जाती थी। क्यों न हो पृथ्वी पर रहने वाले हरेक वस्तु का अध्ययन वे पास से देख, छू, सूंघ, सुन, और स्वाद लेकर कर सकते थे, पर आकाश के इन चमकदार रहस्यमय पिंडो पर कोई जोर नहीं चलता था। उनकी उस समय की समझ, आंखों द्वारा किये गये प्रेक्षण तथा कल्पना पर ही आधारित थी। इन प्रेक्षणों के बाद भी कुछ कमी थी और इसी कमी को पूरा किया दूरबीन ने।

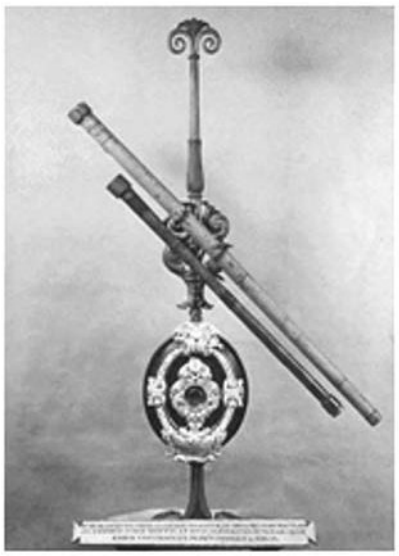
आज से करीब चार शताब्दी पूर्व 1609 में इटली के वैज्ञानिक गैलीलियो गैलेली ने दूरबीन का रुख आकाश की ओर किया। उन्होंने जो कुछ भी देखा, उसने ब्रह्मांड के बारे में हमारी समझ को गहराई से प्रभावित किया। वास्तव में, दूरबीन का अविष्कार गैलीलियो ने नहीं किया था। इसका श्रेय तो नीदरलैंड के चश्मेकार हांस लिपरशे को जाता है। रोचक तथ्य तो ये है कि लिपरशे ने अपने द्वारा आविष्कृत उपकरण का उपयोग आकाशीय पिंडो को देखने के लिए कभी नहीं किया था। वो इसका उपयोग जासूसी कार्य तथा समुद्री यात्राओं में करना चाहते थे। इसलिए वो अपने नये आविष्कार को पेटेंट करना चाहते थे पर नीदरलैंड सरकार ने इसकी स्वीकृति नहीं दी क्योंकि कुछ और लोग भी इसके आविष्कार का दावा कर रहे थे, विशेषकर उसके प्रतिस्पर्धी सैरोरियास जेन्सन। लेकिन उसके डिजायन को कॉपी करने के लिए नीदरलैंड सरकार द्वारा उसे अच्छा इनाम दिया था।

वास्तव में, दूरबीन का अविष्कार गैलीलियो ने नहीं किया था। इसका श्रेय तो नीदरलैंड के चश्मेकार हांस लिपरशे को जाता है। रोचक तथ्य तो ये है कि लिपरशे ने अपने द्वारा आविष्कृत उपकरण का उपयोग आकाशीय पिंडो को देखने के लिए कभी नहीं किया था। वो इसका उपयोग जासूसी कार्य तथा समुद्री यात्राओं में करना चाहते थे। इसलिए वो अपने नये आविष्कार को पेटेंट करना चाहते थे पर नीदरलैंड सरकार ने इसकी स्वीकृति नहीं दी क्योंकि कुछ और लोग भी इसके आविष्कार का दावा कर रहे थे

हर आविष्कार के पीछे एक कहानी छुपी होती है। दूरबीन के आविष्कार के पीछे भी एक रोचक कहानी कही जाती है। 1608 में लेंस आम हुआ करती थीं। बच्चे खेलने के लिए इसका उपयोग करते थे। ऐसे ही दो बच्चों के खेलने के क्रम में जब उत्तल और अवतल लेंस को एक साथ रखकर देखा गया तो दूर स्थित चर्च का क्रॉस अद्‌भुत रूप से साफ और आवर्धित दिखा। इस बात को लिपरशे ने भी देखा और जल्द ही वैसे ही दो लेंसों की एक व्यवस्था तैयार की और उसे 'लूकर' नाम दे दिया जो संसार का पहला व्यावहारिक दूरबीन बना।

इस नये आविष्कार की खबर तेजी से पूरे यूरोप में फैल गई। जब गैलीलियो ने इस नये आविष्कार के बारे में सुना तो उन्होंने इसे खुद से बनाने की ठानी। धातु की नली में एक तरफ उत्तल लेंस तथा दूसरी तरफ अवतल लेंस फिट किया और कुछ दिनों के जोड़-घटाव के बाद अंततः उन्हें एक पहले से बेहतर दूरबीन बनाने में सफलता मिल गई। इसका

उपयोग वह जासूसी कार्यों से हट कर आकाशीय पिंडो को देखने के लिए किया करते थे और उन्होंने जो देखा वह कल्पना से परे था। इस प्रेक्षण ने ब्रह्मांड के बारे में हम लोगों की तब तक की समझ को ही गलत साबित कर दिया। उन्होंने सबसे पहले चंद्रमा का अवलोकन किया और ये बताया कि ये सिक्के की तरह चपटा गोल नहीं बल्कि बॉल की तरह है जो कि उस समय तक अधिकतर खगोलविदों का मानना था। उन्होंने चन्द्रमा पर विशाल पर्वतों, गर्तों और मैदानों को देखा और चंद्रमा के काले धब्बों को मरिया (यानि सागर) नाम दिया जो कि विशाल मैदान थे। बृहस्पति के चार चंद्रमाओं को सबसे पहले देखने वाले व्यक्ति वही थे। इसलिए उनके सम्मान में उन चंद्रमाओं को गैलीलियन चंद्रमा की संज्ञा दी जाती है। उन्होंने अपने दूरबीन का रुख शुक्र की तरफ किया और पाया कि शुक्र भी चंद्रमा की तरह कला प्रदर्शित करता है। इससे उन्होंने यह निष्कर्ष निकाला कि चंद्रमा की तरह ही शुक्र भी अपनी रोशनी से न चमक कर सूर्य से परावर्तित होकर आने वाली रोशनी से ही चमकता है। गैलीलियो के अवलोकन केप्लर द्वारा कॉपरनिकस संशोधित क्रांतिकारी अवधारणा (सूर्य, सौर मंडल का केन्द्र है न कि पृथ्वी) से मेल खाते प्रतीत होते थे। सूर्य के बेदाग होने की छवि भी उनके अवलोकन के बाद धूमिल हो गई। उन्होंने सूर्य पर काले धब्बे देखे जिसे उन्होंने सन स्पॉट (सौर दाग) नाम दिया। अंततः 1610 में अपने अवलोकनों और प्रक्षेणों को कलमबद्ध कर 'साइडरियस नन्सियस' (द स्टारी मेसेंजर) के नाम से प्रकाशित करवाया जिसने आकाशीय पिंडों के बारे में हमारी समझ को गहरे प्रभावित किया।



गैलीलियो की मूल दूरबीन

गैलीलियो दूरबीन को बेहतर बनाने के लिए निरंतर प्रयासरत रहे और कुछ दिनों में दूरबीन बनाई जो 30X (बिंब को तीसगुना आवर्धित) करके दिखता था। लेकिन लेंसो में बहुत सारी त्रुटियों के कारण प्रतिबिंब धुंधली और विकृत बनती थी। इसके बावजूद ये उनके आकाश को छानने के लिए काफी था। उनके बनाये गये यंत्र को ही सर्वप्रथम 'टेलीस्कोप' कहा गया। 1611 में वे जब अपने नये आविष्कृत यंत्र का प्रदर्शन वेनिस में कर रहे थे, तभी किसी ग्रीक कवि ने यह नाम दिया था, जो ग्रीक भाषा के दो शब्द टेली और स्कोप का युग्म है जिसका अर्थ क्रमशः दूर और दर्शी होता है। उनके इस यंत्र के बेहतर बनाने के लिए लगातार किये गये प्रयास तथा उनकी महान उपलब्धि के सम्मान में उनके दूरबीन को गैलेलियन टेलीस्कोप कहा जाने लगा।

जब कोई राह बनती है तो उसमें चलने वाले अनन्य पथिक भी हो जाते हैं। गैलीलियो ने आकाशीय पिंडो को देखकर जिस युग की शुरुआत की थी, उसे आने वाली पीढ़ियों ने भी निरंतर जारी रखा तथा वैज्ञानिक आकाशीय पिंडों के अध्ययन के लिए दूरबीनों को बेहतर बनाने की कोशिश करते रहे जिसमें जोहानस् केपलर, विलियम गैसकोएन, क्रिस्टीयन हाइगेन और गेओवेनी केसीनी के नाम प्रमुख हैं गैलीलियो की दूरबीन में वर्ण विपथन एक समस्या थी जिससे प्रतिबिंब के अलग-अलग रंगों में बंट कर धुंधली और विकृत छवि बनती थी। इस समस्या के समाधान के लिए दर्पण का उपयोग किया गया। सर्वप्रथम 1616 में दूरबीन (परावर्तक) में अवतल दर्पण का प्रयोग इटली के खगोल विज्ञानी निकोलो जूकी ने किया, इसे देखने के लिए प्रेक्षणकर्ता को दर्पण के फोकल समतल पर सीधे देखना पड़ता था, जहां आने वाली प्रकाश किरणें प्रेक्षणकर्ता के सिर से रुक जाती थीं। इसके अव्यावहारिक होने के बावजूद जूकी ने 1630 में इससे वृहस्पति के बेल्ट की खोज की। उनका टेलीस्कोप वर्ण विपथन समस्या से तो मुक्त हो गया पर गोलीय दर्पण के उपयोग से एक नई समस्या गोलीय विपथन का शिकार हो गया।

सर्वप्रथम 1616 में दूरबीन (परावर्तक) में अवतल दर्पण का प्रयोग इटली के खगोल विज्ञानी निकोलो जूकी ने किया, इसे देखने के लिए प्रेक्षणकर्ता को दर्पण के फोकल समतल पर सीधे देखना पड़ता था, जहां आने वाली प्रकाश किरणें प्रेक्षणकर्ता के सिर से रुक जाती थीं। इसके अव्यावहारिक होने के बावजूद जूकी ने 1630 में इससे वृहस्पति के बेल्ट की खोज की। उनका टेलीस्कोप वर्ण विपथन समस्या से तो मुक्त हो गया पर गोलीय दर्पण के उपयोग से एक नई समस्या गोलीय विपथन का शिकार हो गया।

अपवर्तक दूरबीन के विकास में जेम्स ग्रेगरी का भी योगदान रहा। गोलीय विपथन को दूर करने के लिए उन्होंने बहुत प्रयास किया पर इस, समस्या का समाधन नहीं हो पाया।

न्यूटन की मूल दूरबीन

छोटे लेंसों (लगभग 50 मिमी) को टेलीस्कोप में स्थापित करने के लिए एक मिमी का चारों तरफ से सहारा काफी होता है पर बड़े दूरबीन (40 इंच) के लिए एक मिमी के सहारे से पकड़ पाना संभव नहीं है। उसके लिए 4 इंच का भी सहारा कम होगा, क्योंकि 40 इंच लेंस का वजन लगभग 2 क्विंटल होगा। किसी भी तरह से हम यदि लेंस को स्थापित कर भी दें तो भी ये व्यावहारिक नहीं हो सकता। जैसा कि हम जानते हैं कि लेंस में लचीलापन न के बराबर होता है, जिससे चारों तरफ के सहारे से स्थापित किये गयें उत्तल लेंस का वजन केंद्र में अधिक होगा और अपने भार के कारण इसके टूटने का खतरा रहता है। इसके अलावा तापांतर के कारण कसे हुए लेंस के विकृत होने की संभावना बढ़ जाती है। इसलिए हम बड़े दूरबीनों में दर्पणों का उपयोग करते हैं।

अंततः उन्होंने परवलयिक दर्पण का उपयोग कर एक डिजाइन तैयार किया जिससे वर्ण विपथन के साथ गोलीय विपथन की समस्या का भी समाधान होता लेकिन उस समय परवलयिक दर्पण बनाने की तकनीक नहीं होने के कारण उनका दूरबीन कभी भी व्यवहार में नही आ पाया।

गैलीलियन दूरबीन के करीब 70 साल बाद न्यूटन ने पहला व्यावहारिक परावर्तक दूरबीन बनाया। उन्होंने अपने डिजाइन में फोकल समतल के कुछ पहले एक समतल दर्पण को दपर्ण के प्रधान अक्ष पर 45 अंश पर लगाया ताकि किरणों को दूरबीन के बगल में लगे दर्शिका (eye piece) की तरफ मोड़ा जा सके। इस डिजाइन में प्रेक्षणकर्ता दूरबीन के बगल में लगे दर्शिका से देख सकता था। लेकिन उनकी भी दूरबीन वर्ण विपथन से मुक्त थी, पर गोलीय विपथन से नहीं। उन्होंने इस सफलता से प्रेरित होकर दूसरा दूरबीन बनया जो बिंब को 38 गुना आवर्धित करता था, जिसे उन्होंने रॉयल सोसायटी ऑफ लंदन को भेंट किया। इस तरह की दूरबीन को अभी भी न्यूटोनियन दूरबीन कहा जाता है।

हम लोगों ने दो प्रकार की दूरबीन के बारे में जाना, एक जो लेंस से बना था (गेलीलियन), और जिसमें दर्पण का उपयोग किया गया था अर्थात न्यूटॉनियन। वास्तव में ये दोनों दूरबीनें, दृश्य प्रकाश दूरबीनों के प्रकार हैः अपवर्तक (Refracting), जिसमें लेंसों का उपयोग किया जाता हैं, और दूसरी परावर्तक (Reflecting), जिसमें दर्पणों का उपयोग किया जाता है।

दूरबीनों की गुणवत्ता उसके आकार से तय होती हैं, आकार से अभिप्राय दूरबीन में लगे मुख्य/प्राथमिक (Primary or objective) प्रकाशिकी (लेंस या दर्पण) के आकार (व्यास) से है। प्राइमरी लेंस या दर्पण का आकार जितना बड़ा होगा, उससे बनने वाली छवि उतनी ही स्पष्ट, आवर्धित एवं चमकदार होगी।

दूरबीनों में लेसों का प्रयोग तो आप सभी ने देखा होगा, लेकिन बड़े दूरबीनों में हम लेंस का उपयोग नहीं कर सकते क्योंकि लेंसों के साथ काफी समस्यायें होती हैं जिसमें मुख्य हैं वर्ण विपथन, इस समस्या से ग्रसित टेलीस्कोप से बनी छवि अलग-अलग रंगों के साथ धुंधली बनती है। दूसरा कारण, लेंस को हमेशा किनारे से पकड़ा जाता है क्योंकि हम उसे पीछे से सहारा नहीं दे सकते। छोटे लेंसों (लगभग 50 मिमी) को टेलीस्कोप में स्थापित करने के लिए एक मिमी का चारों तरफ से सहारा काफी होता है पर बड़े दूरबीन (40 इंच) के लिए एक मिमी के सहारे से पकड़ पाना संभव नहीं है। उसके लिए 4 इंच का भी सहारा कम होगा, क्योंकि 40 इंच लेंस का वजन लगभग 2 क्विंटल होगा। किसी भी तरह से हम यदि लेंस को स्थापित कर भी दें तो भी ये व्यावहारिक नहीं हो सकता। जैसा कि हम जानते हैं कि लेंस में लचीलापन न के बराबर होता है, जिससे चारों तरफ के सहारे से स्थापित किये गयें उत्तल लेंस का वजन केंद्र में अधिक होगा और अपने भार के कारण इसके टूटने का खतरा रहता है। इसके अलावा तापांतर के कारण कसे हुए लेंस के विकृत होने की संभावना बढ़ जाती है। इसलिए हम बड़े दूरबीनों में दर्पणों का उपयोग करते हैं।

दर्पणों के उपयोग से लेंसजनित समस्यायों से बचा जा सकता है। वर्ण विपथन की समस्या से निपटने के लिए दर्पण के परावर्तक सतह का आवरण पीछे न करके सामने की तरफ (front coat) कर देते हैं, जिससे आपतित (आने वाली) किरणें शीशे के पार न होकर सतह से ही परावर्तित हो जाता हैं इसलिए वर्ण विपथन नहीं होता। किनारे से पकड़ पाने वाली समस्या का भी समाधान होता है क्योंकि मिरर को आप पीछे से भी सहारा दे सकते हैं। इसके अलावा भी अपवर्तक दूरबीनों के साथ समस्या है जिसमें इसका बड़ा होना (व्यास के अनुपात में दूरबीन की लंबाई) शामिल है। इसे किसी भी तरह से छोटा नहीं किया जा सकता है। अपवर्तक दूरबीनों के विपरीत, परावर्तक दूरबीन के डिजायनों में फेर-बदल

करके इन्हे छोटा किया जा सकता हैं। परावर्तक दूरबीनों के इन्ही गुणों के कारण आज सभी उन्नत दूरबीनें परावर्तक हैं।

न्यूटन के बाद दूरबीनों में काफी प्रयोग किये गए। इसी क्रम में 1672 में लॉरेंट केसेग्रेन ने दूरबीन एक नया डिजाइन तैयार किया। इस डिजाइन में न्यूटॉनियन दूरबीन के समतल दर्पण की जगह पर उत्तल - अति परवलयाकार दर्पण को समांतर किरणों के लंबवत रखा गया। प्राथमिक दर्पण से परावर्तित किरणें, इस दर्पण द्वारा पुनः परावर्तित होकर प्राथमिक दर्पण के केंद्र में बने छेद से दूरबीन के पीछे फोकस होते थे। उनके इस डिजाइन से कम लंबी दूरबीन में ज्यादा फोकस दूरी पाया जा सकती थी।

गैलीलियन दूरबीन नली की लंबाई उसकी फोकस दूरी से थोड़ी ज्यादा होती थी, जबकि न्यूटॉनियन की कम, लेकिन इस डिजायन में दूरबीन की लंबाई को फोकस दूरी के आधे से भी कम किया जा सकता था। उस समय यह एक चमत्कार था क्योंकि अधिक आवर्धन क्षमता पाने के लिए बड़े एवं लंबे टेलीस्कोप बनाए जा रहे थे। इसमें एक था केपलर द्वारा निर्मित 45 मीटर लंबी अपवर्तक दूरबीन। इस दूरबीन को आकाशीय पिंडों को देखने मचान और क्रेनों की अवश्यकता पड़ती थी। इसी तरह के कुछ प्रयासों में एक थी एरीअल दूरबीन। इस दूरबीन मे प्राथमिक लेंस को नली में स्थापित न कर, किसी पोल, पेड़, या उपलब्ध लंबी संरचना के उपर बॉल ज्वाइंट पर स्थापित किया जाता था। आकाशीय पिंडों को देखने के लिए एक संयोजित रस्सी या छड़ की मदद से नेत्रिका (eye piece) को फोकस के पास रखते थे तथा फोकस करने के लिए परीक्षण एवं त्रुटि विधि उपयोग किया जाता था।

केसेग्रेन डिजाइन के बाद लगभग 50 वर्षों तक परावर्तक दूरबीनों पर कोई उन्नति नहीं देखी गई, जब तक की जॉन हडले ने सटीक परवलयाकार दर्पण की विधि का विकास न कर लिया। 1721 में उन्होंने पहला परवलयाकार न्यूटॉनियन दूरबीन रॉयल सोसायटी के समक्ष रखा, जिसमें मिश्रित धातु से बनी 6 इंच व्यास और लगभग 62 इंच फोकस वाली दर्पण का प्रयोग किया गया था। इसके बाद परावर्तक दूरबीनों के एक नए युग का प्रारम्भ हो गया। इस युग में धातु से बने दर्पणों को पॉलिश करने की विधि और अगोलीय दर्पण बनाने की तकनीक का काफी विकास हुआ।

1774 में विलियम हर्शल (संगीत शिक्षक, इंगलैंड) ने अपने खाली समय में दूरबीनों के दर्पण बनाने को कार्य प्रारंभ किया और बाद में दूरबीन निर्माण और खगोलीय शोध में अपना जीवन समर्पित कर दिया। उन्होंने 1778 में अपनी पहली दूरबीन (6.25 इंच) से एक शानदार खोज की। अपनी खोजों से प्रेरित होकर वे बड़े से बड़ा दूरबीन बनाने के लिए प्रयासरत रहे। 1789 में उन्होंने अपनी सबसे बड़ी दूरबीन बनाई जिसका व्यास 49 इंच और फोकस दूरी 40 फुट था। यह दूरबीन आने वाले 50 वर्षों तक दुनिया की सबसे बड़ी दूरबीन रही। दूरबीन के केसेग्रेन डिजायन में भी गोलीय विपथन की समस्या थी। तरक्की के बावजूद दूरबीनों की खामियों को खत्म करने के लिए निरंतर प्रयोग चलते रहे। 1940 में जेम्स गिलबर्ट बेकर द्वारा बर्नाड स्मिड्ट द्वारा बनाये गए स्मिड्ट कैमरा/दूरबीन के लिए केसेग्रन डिजायन प्रस्तावित किया। जिसके तहत केसेग्रन डिजाइन में सेकेण्डरी दपर्ण के उपर एक करेक्टिंग प्लेट स्थापित किया गया जिससे गोलीय विपथन की समस्या को सही किया जा सका। इस मिश्रित डिजायन की मदद से केसेग्रन दूरबीन के संक्रीण दृश्य-क्षेत्र को भी विस्तृत किया जा सका। लेकिन इस डिजायन का करेक्टिंग लेंस बनाना आसान नहीं था। दिमित्रि माक्सूतोव ने इस जटिल करेक्टिंग लेंस के बदले नवचंद्राकर लगाया जिससे जिसे बनाना आसान था। वर्तमान समय में भी स्मिड्ट-केसेग्रेन और माक्सूतोव - केसेग्रेन, दूरबीनों के दोनों प्रकार, अपने छोटे होने और कम से कम खामियों के कारण शौकिया खगोलविदों में लोकप्रिय है।

दूरबीनों के क्रमिक विकास के क्रम में अभी तक काफी प्रयोग किये गये हैं। दूरबीन द्वारा बनने वाली छवि को अच्छे से अच्छा करने के लिए हर तरह के जोड़-घटाव, और प्रयोग किये गए। आज हम जो भी देखते हैं, वो उन सभी लोगों के प्रयास और उससे मिलने वाले अनुभव का संचित रुप मात्र है।

drrahiiprs@gmail.com