

कमाल का कमाल

आमोद कारखानीस



बचपन में जब स्कूलों की छुट्टियाँ लगती थीं, तब हम सब मामा के घर जाया करते थे। हमारा ननिहाल कोंकण में था। उस समय मुम्बई से कोंकण या गोवा जाने का सबसे सुविधाजनक तरीका मोटरबोट से समुद्र के रास्ते यात्रा करना था। मोटरबोट मुम्बई से चलने के बाद हर्णे, जयगढ़ जैसे बन्दरगाहों पर रुकती हुई अगले दिन पणजी पहुँचती थी।

हालाँकि, मोटरबोट बहुत गहरे समुद्र में नहीं जाती थी; वह अधिकांश तट के आसपास ही चलती थी। फिर भी चारों ओर जहाँ तक नज़र जाती, पानी-ही-पानी दिखाई देता था। ऐसे में मन में कई सवाल उठते थे - हम इस समय ठीक कहाँ हैं? किस दिशा में

जा रहे हैं? और नाविकों को सही रास्ते का पता कैसे चलता होगा?

थोड़ा बड़ा होने पर मालूम हुआ कि मोटरबोट चलाने के लिए दिशा-सूचक यंत्र (कम्पास) और समुद्री नक्शों का सहारा लिया जाता है। लेकिन तब मन में एक और जिज्ञासा पैदा हुई कि इन आधुनिक तकनीकों के आविष्कार से पहले नाविक क्या करते होंगे?

तारों के सहारे समुद्री सफर

दुनिया के विभिन्न देशों के बीच समुद्री यात्रा और व्यापार प्राचीन काल से ही होते आए हैं। ऐसे ही एक समुद्री सफर का उल्लेख यूनानी कवि होमर के प्रसिद्ध महाकाव्य *ओडिसी* में मिलता है। इस महाकाव्य में कैलिप्सो

नामक अप्सरा नायक ओडीसियस को अपने द्वीप पर ले जाती है और उससे कहती है कि यदि वह उसके साथ रहेगा, तो उसे अमरत्व प्राप्त होगा।

लेकिन ओडीसियस का मन अपने घर लौटने के लिए व्याकुल रहता है। अन्ततः जब वह द्वीप छोड़कर वापस जाने का निश्चय करता है, तब कैलिप्सो उसे समुद्र में दिशा पहचानने का एक महत्वपूर्ण तरीका बताती है। वह कहती है, “नाव चलाते समय सप्तऋषि मण्डल को अपनी बाईं ओर रखना और कृतिका तथा स्वाती नक्षत्रों पर भी ध्यान देना।” इस प्रकार प्राचीन नाविक समुद्र में अपनी दिशा तय करने के लिए तारों और नक्षत्रों का सहारा लेते थे।

सप्तऋषि मण्डल को अपनी बाईं ओर रखने का अर्थ है कि यात्रा पूर्व दिशा की ओर करनी है। हालाँकि, इस विवरण के कुछ पहलुओं पर इतिहासकारों में मतभेद हैं, फिर भी यह बात तो तय है कि उस समय समुद्री यात्राओं के दौरान दिशा निर्धारित करने के लिए तारों और नक्षत्रों की स्थिति का सहारा लिया जाता था।

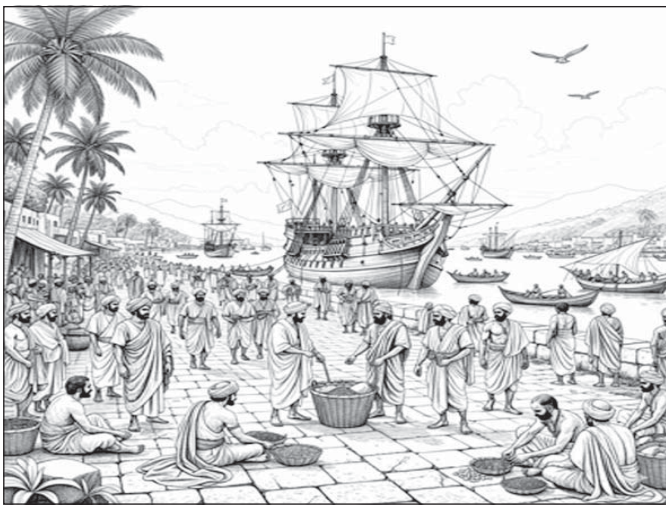
यूनानी (ग्रीक) नाविक मुख्यतः भूमध्य सागर में यात्रा करते थे। भूमध्य सागर की यात्राएँ अपेक्षाकृत कम जोखिम भरी होती थीं। यदि कभी सही दिशा का अनुमान न लग पाता या जहाज़ थोड़ा भटक भी

जाता, तब भी यह समुद्र अपेक्षाकृत संकरा तथा चारों ओर से भूमि से घिरा होने के कारण कुछ ही दूरी पर ज़मीन दिखाई देने लगती थी।

इसके विपरीत, उस समय हिन्द महासागर को पार करना अत्यन्त साहस और कुशलता का कार्य माना जाता था। इस महासागर में यात्रा करने वाले नाविक भी दिशा निर्धारित करने के लिए तारों का सहारा लेते थे। वास्तव में, वे तारों का अवलोकन होमर के वर्णनों से भी अधिक सटीकता और सावधानी से करते थे। मानसूनी हवाओं का फायदा उठाते हुए अरब, मोज़ाम्बिक (अफ्रीका) और भारत के बीच समुद्री व्यापार होता था। उस काल की समुद्री यात्रा-कुशलताओं को समझने के लिए हमें लगभग ईस्वी सन् 100-200 के आसपास केरल की ओर दृष्टि डालनी होगी।

केरल की प्रमुख नदियों में पेरियार का विशेष स्थान है। समुद्र से उसके संगम स्थल (डेल्टा) का विस्तार और गहराई इतनी अधिक थी कि उस समय के बड़े-बड़े समुद्री जहाज़ भी नदी के भीतर तक आकर सुरक्षित रूप से लंगर डाल सकते थे। पेरियार के डेल्टा पर स्थित मुज़रिस नगर पूर्व और पश्चिम के बीच समुद्री व्यापार का एक महत्वपूर्ण केन्द्र था।

भारत के विभिन्न क्षेत्रों से हाथीदाँत, कलाकृतियाँ, सूती एवं रेशमी वस्त्र, तथा आसपास के क्षेत्रों में उत्पादित



चित्र-1: मुज़रिस बन्दरगाह

काली मिर्च, दालचीनी और अन्य मसाले मुज़रिस लाए जाते थे। इसलिए इस नगर में देशी और विदेशी व्यापारियों तथा नाविकों का जमावड़ा लगा रहता था। अरब, इजिप्त, श्रीलंका और कम्बोडिया जैसे देशों के लिए मुज़रिस एक प्रमुख व्यापारिक केन्द्र था।

कमाल से दिशा का ज्ञान

मुज़रिस में अनेक व्यापारिक बाज़ार और विशाल गोदाम थे। उनमें से एक गोदाम और बिक्री केन्द्र बड़े अन्ना का भी था। उनका वास्तविक नाम तो किसी को मालूम नहीं था, लेकिन नगर के लोग उन्हें सम्मान से 'बड़े अन्ना' कहकर पुकारते थे। वे तन्दुरुस्त और गठीले शरीर के थे लेकिन उम्र बढ़ने के साथ उनके सिर

के बाल झड़ चुके थे। स्वभाव से वे अत्यन्त मृदुभाषी और व्यवहारकुशल थे।

बड़े अन्ना बरसों से समुद्री व्यापार कर रहे थे। उन्होंने अपने व्यापार की शुरुआत काली मिर्च के विक्रय से की थी। समय के साथ उनका कारोबार इतना बढ़ गया कि उनके जहाज़ खम्भात की खाड़ी से लेकर दामिरिका (केरल का मालाबार तट) के बन्दरगाहों तक नियमित रूप से व्यापार करने लगे। लेकिन वे इतने भर से सन्तुष्ट नहीं थे। उनका अगला लक्ष्य मोज़ाम्बिक और रोमन नगरों तक अपना व्यापार फैलाना था।

उस समय इस समुद्री मार्ग का बड़ा भाग अरब व्यापारियों के कब्ज़े में था। उन दिनों ऐसा कहा जाता था कि यदि हिन्द महासागर में लगभग

40 दिनों की समुद्री यात्रा कर मोज़ाम्बिक पहुँचना हो, तो ऐसा साहस और कौशल केवल अरब नाविकों में ही था। ऐसा कहने की ठोस वजह भी थी। समुद्री यात्राएँ बहुत ही लम्बी और बोरियत भरी होती थीं। कई-कई दिनों तक चारों ओर केवल अथाह जलराशि दिखाई देती थी। समय बिताने के साधन भी लगभग नहीं के बराबर होते थे। पर्वत, नदियाँ, वनस्पति और जीव-जन्तुओं से भरी धरती के दृश्य देखने के अभ्यस्त लोगों के लिए समुद्र का यह अनन्त विस्तार मानसिक धैर्य की कठिन परीक्षा लेता था। ऐसी परिस्थितियों में यात्रा करना हर किसी के बस की बात नहीं थी।

अरब नाविक दिशा ज्ञात करने के लिए 'कमाल' नामक उपकरण का इस्तेमाल करते थे। इसी कारण वे दूरस्थ समुद्री यात्राओं में अद्वितीय माने जाते थे।

बड़े अन्ना की ख्वाहिश थी कि भले वे खुद यह व्यापार न कर सकें, लेकिन उनका बेटा जरूर यह कर दिखाए। इसी उद्देश्य से वे बचपन से ही उसे छोटी-छोटी समुद्री यात्राओं पर साथ ले जाते, जहाँ उसने जहाज़ चलाने और समुद्र के स्वभाव को

समझना सीखा। बाद में उन्होंने उसे एक वर्ष के लिए उज्जैन भेजा, जहाँ उसने खगोलशास्त्र का अध्ययन किया। साथ ही, अपने एक अरब व्यापारी मित्र के जहाज़ पर भी उसे यात्रा के लिए भेजा, ताकि वह अनुभवी अरब नाविकों से समुद्री यात्रा की बारीकियाँ सीख सके। उस यात्रा से लौटने के बाद वह बड़े उत्साह से अपने अनुभव बड़े अन्ना को सुना रहा था।

“अन्ना, हम लोग अल-सुबह ही निकल पड़े थे। सूर्योदय होते ही मैंने समय सूचक बर्तन में पानी भर दिया। समुद्री यात्रा में समय का बहुत महत्व होता है। वैसे तो उज्जैन में मैंने छड़ी की छाया देखकर समय ज्ञात करना सीख लिया था, जिसका इस यात्रा में मुझे काफी लाभ मिला।

“किसी भी स्थान पर छाया से समय जानने के लिए यह जानना आवश्यक होता है कि वह स्थान उज्जैन के पूर्व में है या पश्चिम में।”

बेटा आगे बताता है, “हम मानसूनी हवाओं के साथ आगे बढ़ रहे थे। तभी अचानक मौसम का मिज़ाज बदल गया और समुद्र में भीषण तूफ़ान आ गया। ऊँची-ऊँची लहरों के बीच हमारा जहाज़ अपनी निर्धारित दिशा

* वर्तमान समय में ग्रीनविच को शून्य डिग्री देशान्तर के रूप में मान्यता है। प्राचीन भारतीय खगोलशास्त्र में उज्जैन को पृथ्वी का मध्य मानते हुए वहीं से शून्य देशान्तर रेखा गुज़रती हुई मानी जाती थी। इसलिए किसी स्थान की स्थिति, उज्जैन से उसके पूर्व या पश्चिम की दूरी के आधार पर निर्धारित की जाती थी। यदि हमें समय मालूम हो तो छड़ी की छाया की लम्बाई के आधार पर यह भी अनुमान लगाया जा सकता था कि हम उज्जैन से कितनी दूर हैं।

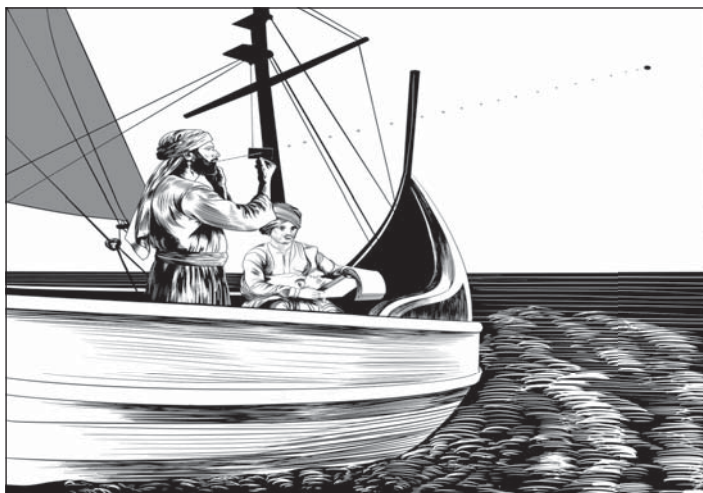
से भटक गया और हमारे लिए सही दिशा का अनुमान लगाना दुश्वार हो गया। तब एक अरब नाविक ने ‘कमाल’ उपकरण निकाला और जहाज़ की दिशा का अनुमान लगाने के लिए उसका उपयोग किया।”

बड़े अन्ना ने उत्सुकता से पूछा, “यह ‘कमाल’ क्या होता है?”

बेटे ने समझाया, “कमाल लकड़ी का एक छोटा-सा चौकोर टुकड़ा (खशबा) होता है, जिसकी प्रत्येक भुजा लगभग एक उँगली के बराबर होती है। उसके ठीक बीच में एक छेद बना होता है। उस छेद में एक धागा (खैत) पिरोया रहता है, जिस पर बराबर-बराबर दूरी पर कई गाँठें लगी होती हैं। इसे इस्तेमाल करने के लिए धागे के एक सिर को दाँतों में दबाया जाता है और लकड़ी के चौकोर

टुकड़े को आगे-पीछे सरकाया जाता है। उसे इस प्रकार सरकाया जाता है कि उसका निचला किनारा क्षितिज को छूता हुआ प्रतीत हो और ऊपरी किनारा ध्रुव तारे को ढँक ले। जब यह स्थिति बन जाती है, तब देखा जाता है कि लकड़ी के टुकड़े तक धागे की कितनी गाँठें आती हैं। गाँठों की संख्या से यह अनुमान लगाया जाता है कि जहाज़ भूमध्यरेखा से कितना उत्तर में है। लेकिन यह अनुमान तभी सही बैठता है, जब नाविक को इस उपकरण के प्रयोग का पर्याप्त अनुभव हो।”

बेटे ने आगे कहा, “उज्जैन में पढ़ाई के दौरान हमने इसकी गणनाएँ भी सीखी थीं। तब हमें बताया भी गया था कि ध्रुव तारा आकाश में क्षितिज से जितनी ऊँचाई पर दिखाई देता है,



चित्र: मणिपद्मा हर्षवर्धन

वह उस स्थान के अक्षांश के लगभग बराबर होती है। अर्थात् हम उत्तर की ओर जितना बढ़ते हैं, ध्रुव तारा उतना ही ऊँचा दिखाई देने लगता है। देखिए, हमारे नगर से ध्रुव तारा क्षितिज से लगभग 10 डिग्री का कोण बनाता है, जबकि उज्जैन में यही कोण लगभग 23 डिग्री होता है। इसी प्रकार पृथ्वी पर एक ऐसा स्थान भी है जहाँ ध्रुव तारा ठीक सिर के ऊपर, अर्थात् 90 डिग्री की ऊँचाई पर दिखाई देता है।

“उज्जैन में हमने ज्या (sin) और कोज्या (cos) के आधार पर कोणों की गणना करना सीखा था। कमाल यंत्र में लकड़ी के चौकोर टुकड़े की ऊँचाई और गाँठों वाले धागे की लम्बाई के अनुपात से ध्रुव तारे और क्षितिज के बीच बनने वाले कोण की ज्या ज्ञात की जाती है। यदि किसी रात ध्रुव तारा न भी दिखाई दे, तब

सप्तर्षि जैसे अन्य तारामण्डलों और नक्षत्रों की सहायता से भी दिशा का अनुमान लगाया जा सकता है। उनके उदय-अस्त होने का समय, आकाश में उनकी ऊँचाई और किसी निश्चित बिन्दु से उनकी स्थिति का हिसाब लगाकर अपनी दिशा मालूम की जा सकती है। इस यात्रा में अरब वाले चचाजान के वर्षों के अनुभव और उज्जैन में सीखे मेरे गणित का ऐसा बढ़िया तालमेल बैठा कि समुद्र में कभी परेशानी का एहसास ही नहीं हुआ। पता ही नहीं चला कि चालीस दिन कब बीत गए।”
उन दिनों गणित का खगोल विज्ञान



ध्रुव तारे से दिशा की पहचान

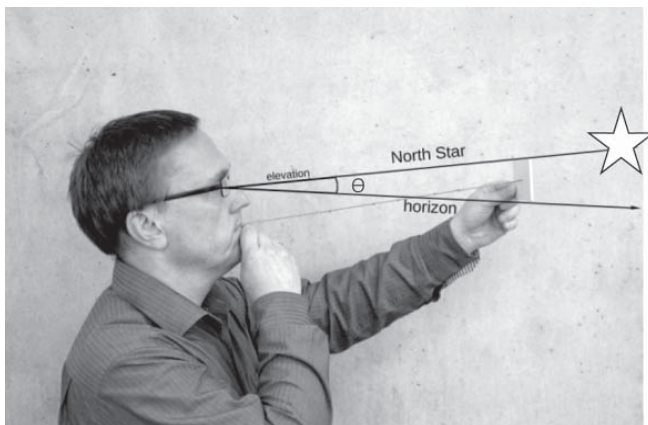
धरती के अक्ष को उत्तर की ओर बढ़ाते जाओ, बढ़ाते जाओ तो ध्रुव तारा मिल जाएगा। ध्रुव तारा धरती के उत्तर-दक्षिण अक्ष पर है। इसलिए धरती द्वारा अपनी धुरी या अक्ष पर घूमते हुए खुद का चक्कर लगाने पर बाकी के तारों का तो उदय और अस्त होता है, लेकिन ध्रुव तारा अपनी जगह पर ही स्थिर दिखता है। हम धरती पर जहाँ खड़े होते हैं, उसी के अनुसार ध्रुव तारा हमें क्षितिज से अलग-अलग ऊँचाई पर दिखाई देता है। साथ दिखाए चित्र के मुताबिक, उत्तरी ध्रुव पर खड़े इन्सान को ध्रुव तारा सिर के ठीक ऊपर दिखाई देगा और भूमध्यरेखा पर खड़े इन्सान को ध्रुव तारा क्षितिज के पास दिखाई देगा। यानी पृथ्वी के उत्तरी गोलार्द्ध में प्रत्येक अक्षांश पर ध्रुव तारे की क्षितिज से ऊँचाई अलग-अलग होती है।



चित्र: आमोद कारखानीस

में काफी इस्तेमाल होता था। भारतीय खगोलविद् इस निष्कर्ष पर पहुँच चुके थे कि पृथ्वी गोलाकार है। उन्हें यह भी ज्ञात था कि समुद्री यात्राओं में दूरी और दिशा का सही अनुमान लगाने के लिए त्रिकोणमिति अत्यन्त उपयोगी सिद्ध होती है। इन खगोलविदों ने यह भी पता लगा लिया था कि धरती अपनी धुरी पर खुद का एक पूरा चक्कर लगाने में कितना समय लेती है। यानी सौरदिन की गणना काफी सटीकता से की गई

थी। उदाहरण के लिए, आर्यभट्ट ने सौरदिन की अवधि 23 घण्टे 56 मिनट 4.1 सेकण्ड बताई थी, जो वर्तमान समय की गणनाओं – 23 घण्टे 56 मिनट 4.091 सेकण्ड – के लगभग समान है। भारतीय खगोलविदों ने विभिन्न स्थानों पर सूरज ठीक सिर के ऊपर आने में लगने वाले समय के आधार पर पृथ्वी के आकार और उसकी परिधि का भी अनुमान लगाया। कुछ गणनाओं के आधार पर उन्होंने ज्या की तालिकाएँ तैयार कीं, जिनकी



ध्रुव तारे की क्षितिज से दूरी मापने की बजाय, जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, क्षितिज और ध्रुव तारे के बीच बनने वाले कोण को माप सकते हैं।

चित्र में दर्शाया गया θ (थीटा) कोण ही उस स्थान का अक्षांश होता है।

‘कमाल’ का उपयोग करते समय लकड़ी के चौकोर टुकड़े की ऊँचाई और गाँठों वाले धागे की लम्बाई एक समकोण त्रिभुज बनाती है। इस त्रिभुज में लकड़ी के चौकोर की ऊँचाई लम्ब (perpendicular) होती है और धागे की लम्बाई कर्ण (hypotenuse)। अतः इस त्रिभुज में लम्ब ÷ कर्ण = ज्या (sin) θ होता है, जहाँ θ ध्रुव तारे की क्षितिज से ऊँचाई (कोण) को दर्शाता है।

यदि sin तालिका मालूम हो तो उसकी मदद से अक्षांश पता किया जा सकता है।

सहायता से ग्रहों और तारों की स्थिति का अनुमान लगाया जा सकता था। भारतीय नाविकों ने इन वैज्ञानिक उपलब्धियों का भरपूर लाभ उठाया। पूर्वी तट पर उड़ीसा और तमिलनाडु के बन्दरगाहों से जहाज़ इंडोनेशिया, कंबोडिया और चीन तक नियमित रूप से व्यापार के लिए जाते थे। वहीं पश्चिमी तट पर गुजरात, कोचीन और अन्य बन्दरगाहों से अरब, अफ्रीका तथा यूरोप के देशों के साथ समुद्री व्यापार होता था।

अरब व्यापारियों के एकाधिकार को तोड़कर अपना व्यापार बढ़ाने का बड़े अन्ना का सपना कितना पूरा हुआ, यह तो कोई नहीं जानता। लेकिन कुछ वर्षों बाद पेरियार नदी की गाद की वजह से मुज़रिस बन्दरगाह भी जहाज़ों के आवागमन के लिए उपयुक्त नहीं रहा और अन्ततः काल के गाल में खो गया, लुप्त हो गया। फिर भी व्यापार कभी नहीं रुका। मुज़रिस का स्थान धीरे-

धीरे कोच्ची के बन्दरगाह ने ले लिया और अगली कुछ शताब्दियों तक भारत का व्यापार यूरोप और अफ्रीका के साथ बढ़ता ही गया। तारों की गति का सूक्ष्म अध्ययन और त्रिकोणमिति की जटिल गणनाओं ने भारतीय समुद्री व्यापार को नई ऊँचाइयों तक पहुँचाया और भारतीय समाज की समृद्धि में महत्वपूर्ण योगदान दिया। लेकिन बाद की शताब्दियों में भारत में विज्ञान, गणित और तकनीकी विकास की वह निरन्तरता बनी नहीं रह सकी। हम समकालीन विश्व से पिछड़ गए। समय के साथ हिन्द महासागर के व्यापारिक मार्गों पर पहले अरब व्यापारियों का प्रभाव बढ़ा और फिर वास्को द गामा के भारत पहुँचने के बाद यूरोपीय व्यापारियों ने भी समुद्री व्यापार पर अपना प्रभुत्व स्थापित करना आरम्भ कर दिया। इसके साथ ही हिन्द महासागर के व्यापार का स्वरूप धीरे-धीरे बदलने लगा।

आमोद कारखानीस: पेशे से कम्प्यूटर इंजीनियर। लेखन एवं चित्रकारी का शौक। मुम्बई में रहते हैं।

मराठी से अनुवाद: माधव केलकर: *संदर्भ* पत्रिका से सम्बद्ध हैं।

