आई एस एस एन : 0972-169X
पंजीयन क्रमांक 70269/98 के अंतर्गत भारत सरकार के समाचार पत्रों के रजिस्ट्रार द्वारा पंजीकृत
डाक पंजीयन क्रमांक : डी एल : 11360/2003

विज्ञान प्रसार की मासिक पत्रिका

ड्रीम 2047

जून 2003 खण्ड 5 अंक 9 मूल्य: रुपये 0.50

विज्ञान प्रसार समाचार

दक्षिण भारतीय भाषाओं में विज्ञान लोकप्रियकरण

विज्ञान प्रसार ने इंटरनेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ तमिल स्टडीज (IITS) के सहयोग से दक्षिण भारतीय भाषाओं में विज्ञान लोकप्रियकरण विषय पर 21 से 23 मई, 2003 तक चेन्नई में एक तीन दिवसीय सेमिनार का आयोजन किया। सेमिनार का उद्घाटन करते हुए तमिलनाडु सरकार के स्वास्थ्य व शिक्षा मंत्री माननीय श्री सेम्मालाई ने विभिन्न भारतीय भाषाओं में विज्ञान को लोकप्रिय बनाने में विज्ञान प्रसार के प्रयासों की सराहना की। उन्होंने जानकारी दी कि अगले शैक्षणिक वर्ष से राज्य में स्कूली स्तर के तमिल पाठ्यक्रम में गद्य व कविता के साथ "वैज्ञानिक तमिल" को भी शामिल किया जाएगा। इग्नू के पूर्व उप–कुलपति और आई आई टी एस चेन्नई के उपाध्यक्ष डॉ. वी सी कुलंदईसामी ने अपने अध्यक्षीय संबोधन में आर्थिक संसाधनों के असंतुलित बंटवारे के कारण धनी व गरीब देशों के बीच बढ़ती खाई के प्रति चिंता प्रकट की और विकसित देशों द्वारा अपने सामाजिक–राजनीतिक विकास के लिए विज्ञान व प्रौद्योगिकी का उपयोग कर लेने की क्षमता को इसका प्रमुख कारण बताया। उन्होंने ध्यान दिलाया कि भारत की आर्थिक स्थिति इसके वैज्ञानिक व तकनीकी क्षेत्रों की स्थिति के अनुरुप नहीं है और यह भी कहा कि इसका मूल कारण विज्ञान व तकनीकी विकास की किरण का आम आदमी तक न पहुंच पाना है। उन्होंने कहा कि राष्ट्र के विकास के लिए आम लोगों की भाषा में विज्ञान शिक्षण व लोकप्रियकरण पूर्व शर्त है। विज्ञान प्रसार के निदेशक डॉ वी बी काम्बले ने विज्ञान प्रसार द्वारा संचालित बहुउद्देश्यीय गतिविधियों और कार्यक्रमों के बारे में बताया। उन्होंने कहा कि क्षेत्रीय भाषाओं में हुए गुणवत्तापूर्ण कार्य को अन्य भारतीय भाषाओं में अनुवाद किया जाना चाहिए और स्रोत सामग्री के लिये सिर्फ अंग्रेजी पर निर्भर नहीं रहा जा सकता। उन्होंने चेन्नई या बंगलौर में एक अनुवाद ब्यूरों स्थापित करने पर बल दिया। आई आई टी एस के निदेशक डॉ. एस कृष्णामूर्ति ने धन्यवाद भाषण दिया जिसमें उन्होंने विज्ञान प्रसार द्वारा प्रकाशित पुस्तकों के तमिल में अनुवाद कराने में रुचि जाहिर की।

डा. वी.सी. कुलंदईस्वामी, पूर्व कुलसचिव इग्नू, सेमीनार में अपना अध्यक्षीय भाषण देते हुए। मंच पर हैं (बाये से दायें) माननीय शिक्षा एवं स्वास्थ्य मंत्री, तमिलनाडु सरकार, श्री सेम्मालाई और डा. वी.बी. काम्बले, निदेशक, विज्ञान प्रसार

सेमिनार का पहला तकनीकी सत्र प्रमुख ऐतिहासिक परिदृश्यों को समर्पित किया गया। केरल शास्त्र साहित्य परिषद (KSSP) के संस्थापकों में से एक और विज्ञान के लोकप्रियकरण के लिए एन सी एस टी सी पुरस्कार विजेता डॉ एम पी. परमेश्वरन ने के एस एस पी के विकास और वृद्धि पर प्रकाश डालने वाला शोधपत्र प्रस्तुत किया और विज्ञान लोकप्रियकरण के लक्ष्यों को वर्तमान समय की आवश्यकताओं के अनुरुप निर्धारित करने पर जोर दिया। डॉ हरी बाबू ने अपने शोध पत्र में 20 वीं शताब्दी में हैदराबाद की उस्मानिया वेधशाला के तत्वावधान में चलायी गयी विज्ञान को लोकप्रिय बनाने की गतिविधियों पर प्रकाश डाला। दूसरे तकनीकी सत्र में श्री सेंतिल बाबू ने सिंगारेवलर (विज्ञान को लोकप्रिय बनाने वाले प्रमुख व्यक्तित्व) के विचारों और आदर्शों पर अपना शोध पत्र प्रस्तुत किया। कालीकट विश्वविद्यालय के शोध छात्र श्री के बालकृष्णन ने 20 वीं शताब्दी में मलयालम में विज्ञान सहित्य के इतिहास पर अपना शोध पत्र प्रस्तुत किया। डॉ नोएल (सी ई सी आर आई, कराईकुडी) ने कुद्राकुडीमट्ट और विज्ञान लोकप्रियकरण विषय पर अपना शोध पत्र प्रस्तुत किया।

सेमिनार के दूसरे दिन तीसरे तकनीकी सत्र में विज्ञान प्रसार के प्रधान वैज्ञानिक अधिकारी डॉ टी वी वेंकटेश्वरन ने 19 वीं शताब्दी के दौरान तमिल में विज्ञान लेखन के सामाजिक इतिहास विषय पर अपना शोध पत्र प्रस्तुत किया। डॉ राधा चेलप्पन ने पेना अप्पूसामी पर एक शोधपत्र प्रस्तुत किया जिन्होंने 19 वीं शताब्दी के दौरान मद्रास

शेष पृष्ठ 18 पर

इस अंक में

संपादकीय

- अलबर्ट आइंस्टीन पृष्ठ... 3

- डिजिटल कनवर्जेन्स पृष्ठ... 9

- पाई का बनना पृष्ठ... 12
- डॉ. केलकर से साक्षात्कार पृष्ठ... 13

...वैज्ञानिक ढंग से सोचें, वैज्ञानिक ढंग से करें...वैज्ञानिक ढंग से सोचें, वैज्ञानिक ढंग से करें...वैज्ञानिक ढंग से सोचें, वैज्ञानिक...

विज्ञान प्रसार के लिए डॉ. सुबोध महंती द्वारा सी–24, कुतुब इंस्टीट्यूशनल एरिया, नई दिल्ली से प्रकाशित तथा उन्हीं की ओर से रैक्मो प्रैस प्रा. लि., सी–59, ओखला इंडस्ट्रीयल एरिया, फेस–I, नई दिल्ली–110 020 द्वारा मुद्रित
सम्पादक : डॉ. विनय बी. काम्बले

विशाल आकाश तले छोटे उभार

विश्व की सबसे ऊंची पर्वत चोटी माउंट एवरेस्ट पर मानव के पहुंचने के पचास वर्ष पूरे हो गये। आधुनिक युग में हिमालय के प्रति रुचि कैसे विकसित हुई? हमारे देश में दो शताब्दि पहले एक चुनौतीपूर्ण एवं साहसिक वैज्ञानिक प्रयास के साथ इसकी शुरुआत हुई, जिसको 'द ग्रेट इंडियन आर्क ऑफ द मेरिडियन' कहा जाता है (ड्रीम 2047 अप्रैल 2002)। पृथ्वी की सतह को मापने का यह अब तक का सबसे बड़ा प्रयास था। इसके तहत पृथ्वी की यथार्थ वक्रता को निर्धारित करने तथा संपूर्ण भारतीय उप–महाद्वीप का मानचित्र तैयार करने का विचार था। विलियम लैम्बटोन ने इस विचार को अभिव्यक्त किया और 1823 में उनकी मृत्यु के बाद, जॉर्ज एवरेस्ट (सर्वेयर जनरल ऑफ इंडिया, 1830–45) और सर्वेक्षण के उनके साहसी दल को 78^0 पूर्वी रेखांश के केप कोमोरिन से देहरादून तक की 2400 किलोमीटर की दूरी को पार करने में 50 वर्ष लग गए। 1843 में, एंड्रयू स्कॉट वॉ ने इस परियोजना की जिम्मेदारी ली तथा हिमालय की चोटियों पर विशेष ध्यान दिया। 1852 में, वॉ के दल ने विश्व की सबसे ऊंची चोटी का सर्वेक्षण करने में सफलता पायी। इसकी ऊंचाई 29,002 फीट आंकी गयी (इस समय इसकी स्वीकृत ऊंचाई 29,035 फीट या 8850 मीटर है)। मुख्य गणनाकार राधानाथ सिकदर ने यह महसूस किया कि यह विश्व की सबसे ऊंची चोटी है। वॉ ने इसका नाम माउंट एवरेस्ट रखकर अपने वरिष्ठ 'सहकारी–''भौगोलिक गवेषणा के उत्कृष्ट निष्णात''को अमर बना दिया।

इस जानकारी के बाद कि माउंट एवरेस्ट (नेपाली में सागरमाथा और तिब्बती में चोमोलुंग्मा) विश्व की सबसे ऊंची चोटी है, विश्व भर के लोगों की कल्पनाएं जोश मारने लगीं, लेकिन यह कोई नहीं जानता था कि वहां तक कैसे पहुंचा जाए। इसके अतिरिक्त पहले के पर्वतारोहियों को काफी पुराने उपकरणों से संघर्ष करना पड़ता था। नेपाल ने द्वितीय विश्व युद्ध के बाद भी दक्षिण दिशा से – रिज रूट से – इस पर्वत पर चढ़ने की अनुमति नहीं दी थी, और इसीलिए इस पर्वत पर चढ़ने के लिए एकमात्र रास्ता तिब्बत में उत्तर दिशा से था। माउंट एवरेस्ट के लिए पहला अभियान 1922 में किया गया, जब ज्योफ्री ब्रूस और जॉर्ज फिंच ऑक्सीजन की प्रारंभिक सुविधा के साथ 8627 मीटर की रिकार्ड ऊंचाई तक चढ़ गये। 1924 में, बिना ऑक्सीजन के चढ़ रहे जॉर्ज ली–मैलोरी और एंड्रयू सैंडी इरविन की इस पर्वत ने जान ले ली (75 वर्ष बाद 1 मई, 1999 को 8170 मीटर की ऊंचाई पर बर्फ में मैलोरी का जमा हुआ शव पाया गया था)। महायुद्ध के बाद पर्वतारोही महायुद्ध के समय की प्रौद्योगिकियों से सुसज्जित हुए। युद्धोपरांत नेपाल ने दक्षिण–पूर्वी रिज रूट का प्रस्ताव देते हुए इस पर्वत के लिए अपने द्वार खोल दिए। एक स्विस दल ने 8598 मीटर तक की चढ़ाई की, जिसमें रेमंड लैम्बर्ट और तेंजिंग नोर्गे शामिल थे।

अंततः एडमंड परसिवल हिलेरी और तेंजिंग नोर्गे दक्षिण–पूर्वी रिज की ओर से 29 मई, 1953 को एवरेस्ट की चोटी पर पहुंचने में सफल हुए। वे ऑक्सीजन और नाइलोन से बने सूट से सुसज्जित थे जो 100 किलोमीटर प्रति घंटे रफ्तार से चलने वाली हवा को सह सकता था। उनके वहां पहुंचने के पचास साल बाद अब तक करीब 1200 लोग एवरेस्ट की चोटी तक पहुंच चुके हैं। अप्पा शेरपा ने बिना ऑक्सीजन के 11 बार ऐसा किया है। अन्य दो लोगों ने 10 बार एवरेस्ट की चढ़ाई चढ़ी है। कुशांग शेरपा चारों ओर से चोटी पर चढ़ चुका है। एवरेस्ट की चोटी पर पहुंचने वालों में सबसे अधिक 70 वर्ष के बुजुर्ग हैं तो सबसे कम 16 वर्ष की लड़की भी है। महिलाएं भी पीछे नहीं हैं। जापान की जुंको तेबेई 16 मई, 1975 को चोटी पर पहुंची। इसके बाद भारत की बचेन्द्री पाल शिखर पर पहुंची। संतोष यादव दो बार एवरेस्ट पर चढ़ी। कृत्रिम पैर के साथ विकलांग व्यक्ति और यहां तक कि एक नेत्रहीन व्यक्ति ने भी चोटी तक का सफर तय किया है। लोग चोटी से पैराग्लाइडिंग और स्की करके भी नीचे उतरे हैं। इस तथ्य को जानते हुए भी कि इस पर्वत ने 176 लोगों की इहलीला समाप्त कर दी है, शीत ऋतु की समाप्ति के तुरंत बाद विश्व के सबसे ऊंचे स्थान पर पहुंचने का प्रलोभन प्रारंभ हो जाता है।

तेंजिंग के लिए यह एक लम्बा एवं मुश्किल रास्ता रहा। सर एरिक शिप्टॉन के 1935 के एवरेस्ट अन्वेषण में एक भारवाहक का कार्य करने के पश्चात् तेंनजिंग ने इस चोटी पर चढ़ने के इतने अधिक प्रयास किये जितने उनके पहले किसी ने नहीं किए। 1938 में, उन्होंने समुद्री सतह से 7000 मीटर की ऊंचाई तक एवरेस्ट की चढ़ाई की। 1952 के प्रयास में वे 8600 मीटर तक जा चढ़े। द्वितीय विश्व युद्ध के बाद, तेनजिंग भारवाहकों के पर्यवेक्षक या 'सरदार' बन गये। वे 1953 में एक 'सरदार' और ब्रिटिश एवरेस्ट अभियान दल के सदस्य दोनों थे। हालांकि वे सात भाषाएं बोलते थे, लेकिन कुछ भी लिख या पढ़ नहीं सकते थे। इसके विपरीत, हिलैरी अपने बचपन में साहसिक अन्वेषणों की एक पुस्तक प्रतिदिन पढ़ लिया करते थे। कई वर्षों तक उन्होंने मधुमक्खी पालक के रूप में कार्य किया। जब वे 16 वर्ष के थे तभी उनको न्यूजीलैंड के दक्षिणी आल्पस से परिचय हो गया था। द्वितीय विश्व युद्ध में उन्होंने न्यूजीलैंड वायु सेना में भी काम किया। वे 1951 और 1952 के एवरेस्ट अभियान दल के सदस्य थे। एवरेस्ट विजय के बाद, उन्होंने दक्षिणी ध्रुव की तथा गंगा नदी की सागर से लेकर हिमालय में उसके उद्‌गम स्थल तक की पैदल यात्रा की। उन्होंने भारत में चार वर्षों तक न्यूजीलैंड के उच्चायुक्त के रूप में भी कार्य किया।

पिछले दो दशकों से ज्यादा समय से, पर्वतारोहण उपकरणों में हुई प्रगति ने पर्वत चोटियों पर चढ़ना आसान बना दिया है। बर्फ की कुल्हाड़ी काफी हल्की और टाइटेनियम की बनी हुई होती है, जूते भी हल्के होते हैं और जमते नहीं, ऑक्सीजन सिलिंडर का वजन केवल 3 किलोग्राम होता है, टेंट भी हल्के और मजबूत होते हैं – सब कुल बदल गया है। आज के पर्वतारोहियों के साथ आधुनिकतम प्रौद्योगिकी उपलब्ध है। आज के पर्वतारोहियों के पास एक हाथ में सैटेलाइट फोन होता है, एवं उनके पास निरंतर मौसम की विस्तृत भविष्यवाणियां पहुंचायी जाती रहती हैं। तेनजिंग एवं हिलैरी प्रत्येक अपने साथ करीब 30 किलोग्राम वजन का सामान ले गये थे। आज एक पर्वतारोही को उससे आधे से भी कम वजन ढोना पड़ता है। इसका माउंट एवरेस्ट पर क्या प्रभाव पड़ा है? पिछले कुछ वर्षों के दौरान इस चोटी पर पहुंचने के लिए होनी वाली आवाजाही की दर आश्चर्यजनक रूप से बढ़ी है। 23 मई, 1991 को सिर्फ एक दिन में उल्लेखनीय 89 पर्वतारोही चोटी पर चढ़े। यह क्रमशः एक पर्यटन स्थल के रूप में बदलता जा रहा है। इस मौसम में 50वीं वर्षगांठ ने रिकार्ड भीड़ का ध्यान आकृष्ट किया है। आज 30 लाख रुपए भुगतान

शेष पृष्ठ 18 पर

सम्पादक : विनय बी. काम्बले
पत्र व्यवहार के लिए पता : विज्ञान प्रसार सी–24, कुतुब इंस्टीट्यूशनल एरिया, नई दिल्ली–110016
दूरभाष : 26967532, फैक्सः 26965986
ई–मेल : *vigyan@hub.nic.in*
वेबसाइट : *http://www.vigyanprasar.com*

''ड्रीम 2047'' में प्रकाशित लेखों/प्रलेखों में व्यक्त लेखकों के कथनों, मतों व सुझावों के लिए विज्ञान प्रसार किसी भी रूप में उत्तरदायी नहीं है।

''ड्रीम 2047'' में प्रकाशित लेखों के अंश, सौजन्य/साभार के साथ पुनर्प्रकाशित/उद्‌धृत किए जा सकते हैं।

अलबर्ट आइंस्टीन

सापेक्षता सिद्धांत के संस्थापक

❑ सुबोध महंती

कोई व्यक्ति अपनी इच्छा–अनुसार कर्म कर सकता है, पर इससे वह वैसा नहीं बन सकता, जैसा कि वह बनना चाहता है।

जर्मन दार्शनिक आर्थर स्कोपैंहोर (सन् 1788–1860)

मैंने अधिकांश कार्य अपनी प्रकृति के अनुसार ही किए हैं, पर उनके कारण मुझे जितना प्यार और सम्मान मिला है, उससे उलझन होती है।

अलबर्ट आइंस्टीन

मैंने अपने लंबे जीवन में यह बात समझ ली है कि यथार्थ का आकलन करने वाला हमारा विज्ञान आदिम और बचकाना है, फिर भी यह हमारी सर्वाधिक मूल्यवान वस्तु है।

अलबर्ट आइंस्टीन

भौतिक यथार्थ की समझ को विकसित करने में आइंस्टीन ने बीसवीं सदी के किसी भी वैज्ञानिक से अधिक योगदान दिया। वास्तविकता तो यह है कि सर आइज़क न्यूटन के बाद भौतिक यथार्थ की हमारी समझ को विकसित करने में उन्होंने किसी भी अन्य वैज्ञानिक की तुलना में अधिक योगदान दिया। सन् 1905 में आइंस्टीन ने अपना सापेक्षतावाद का सिद्धांत प्रस्तुत किया। अपने सिद्धांत में उन्होंने उस समय प्रचलित इस अवधारणा को खारिज कर दिया कि दिक ओर काल स्वायत्त इकाईयां हैं। उसी वर्ष उन्होंने प्रकाश–क्वांटा अथवा फोटान तथा ऊर्जा–क्वांटा की तुलनात्मकता पर विचार करके फोटो–विद्युत् प्रभावों की भी व्याख्या की। सन् 1916 में आइंस्टीन ने अपने सामान्य सापेक्षता के सिद्धांत को प्रस्तुत किया। कई भौतिक वैज्ञानिक उसे मानव समाज की श्रेष्ठतम सर्वकालिक बौद्धिक उपलब्धि मानते हैं। इस सिद्धांत में अनेक जटिल ब्रह्मांडीय संदर्भों की विवेचना की गई है। उन्होंने ब्रह्मांड के बारे में हमारे सोचने के ढंग को हमेशा के लिए बदल दिया। आइंस्टीन का व्यक्तित्व वैज्ञानिक, दार्शनिक और विश्व–राजनेता, इन तीनों व्यक्तित्वों से कहीं अधिक विस्तृत था। वह अत्यंत आस्थावान व्यक्ति थे। लेकिन भजन–पूजन से उनका कोई सरोकार नहीं था। उनके जीवन का लक्ष्य था प्रकृति के नियमों का उद्घाटन और विशुद्ध ज्ञान के वृक्ष में फलोत्पादन।

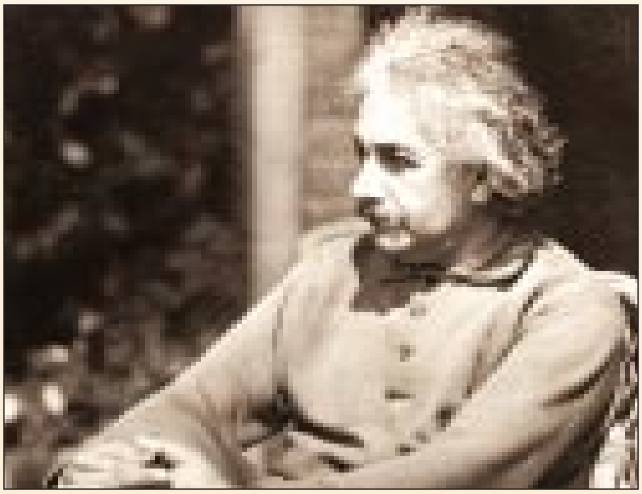
अलबर्ट आइंस्टीन पेटेंट आफिस में

आइंस्टीन के जीवन और उनके कार्यों को सविस्तार लिपिबद्ध किया गया है। वस्तुतः शायद ही ऐसा कोई अन्य वैज्ञानिक हो, जिसके जीवन के बारे में इतने विस्तार से लिखा गया हो, और जिसने लोगों का ध्यान अपनी ओर इतने व्यापक स्तर पर आकर्षित किया हो। सन् 1930 के दशक तक जन–संचार माध्यमों के नए स्वरूप विकासशील अवस्था में ही थे। उस दौरान उन्होंने आम लोगों को जिस पहले वैज्ञानिक विषय से अवगत कराने का प्रयास किया, वह था सापेक्षतावाद का सिद्धांत। लेकिन जनसंचार माध्यम लोगों को यह समझा पाने में असफल रहे कि आइंस्टीन कहना क्या चाहते हैं। उनके सिद्धांतों की सरलतम व्याख्या को भी समझ पाना काफी कठिन था, लेकिन मीडिया ने एक अन्य उपाय ढूंढ़ निकाला। उसने आइंस्टीन के कार्यों के बजाय उनके व्यक्तित्व को प्रचारित करना शुरू किया। मीडिया ने आइंस्टीन की छवि को इतना प्रचारित किया कि लोगों ने उसे आधुनिक वैज्ञानिक की छवि का मॉडल मान लिया। मीडिया ने आइंस्टीन के व्यक्तित्व को अद्वितीय किंवदंति जैसा बना दिया। कई लोगों को भ्रम है कि वे आइंस्टीन के काम को समझते हैं, लेकिन वास्तव में वे मीडिया–सृजित आइंस्टीन की छवि से ही परिचित हैं। सन् 1931 में 'सिटी लाइट्स' फिल्म देखने के लिए आइंस्टीन और चार्ली चैपलिन ने लास एंजिल्स तक की यात्रा साथ–साथ की। भीड़ ने उन्हें पहचान कर अत्यंत उत्साहपूर्वक स्वागत किया। इस पर चैपलिन ने टिप्पणी की, ''लोगों ने आपका अभिवादन इसलिए किया कि आपको कोई नहीं समझ पाता, ओर मेरा अभिवादन इसलिए किया कि मुझे हर कोई समझता है।'' चैपलिन ने जो कहा, वह आज भी सच है। आइंस्टीन ने जो किया, उसे अधिकतर लोग वास्तव में नहीं समझते। सामान्य लोगों की कौन कहे, अनेक भौतिक विज्ञानी भी आइंस्टीन के काम को पूरी तरह नहीं समझ पाते। आइंस्टीन के बारे में रेनर मारिया रिकले की यह उक्ति काफी सटीक लगती है, ''अंतिम निष्कर्ष यही है कि किसी नए नाम के इर्द–गिर्द फैली हुई अनेक भ्रांतियों का सदर तत्व प्रसिद्धि है।'' स्वयं आइंस्टीन नहीं समझ पाते थे कि जब लोग उनके काम को इतना कम समझते हैं, तो फिर उन्हें इतना पसंद क्यों करते हैं। यह सब लिखने का आशय यह नहीं है कि आइंस्टीन के काम को समझा नहीं जा सकता, पर इसके लिए भौतिक विज्ञान और गणित का गहन ज्ञान आवश्यक है।

आइंस्टीन का जन्म 14 मार्च 1897 को जर्मनी के उल्म नामक छोटे से कस्बे में हुआ था। उनकी मां का नाम पौलिन और पिता का नाम हर्मन आइंस्टीन था। आइंस्टीन शैशवास्था में ही थे, तभी उनका परिवार म्युनिख चला आया। वहां उनके पिता हर्मन आइंस्टीन और चाचा जैकब आइंस्टीन ने मिलकर एक छोटे से विद्युत्–संयंत्र और इंजीनियरिंग वर्कशाप की स्थापना की। आइंस्टीन का परिवार बाद में मिलान चला गया। उनके पिता को अपने व्यवसाय में अधिक सफलता कभी नहीं मिली। कई अन्य लोगों की तरह आइंस्टीन के प्रारंभिक जीवन में उनकी विलक्षण प्रतिभा का कोई संकेत नहीं मिला। तीन साल की उमर तक तो उन्होंने बोलना भी शुरू नहीं किया था, और नौ वर्ष की आयु तक वह धाराप्रवाह ढंग से नहीं बोल पाते थे। पांच साल की उम्र में उन्हें घर पर पढ़ाने के लिए एक महिला शिक्षिका नियुक्त की गई। उसी समय उन्होंने वायलीन भी सीखनी शुरू की। सात वर्ष की आयु में उन्हें सार्वजनिक प्राथमिक पाठशाला में दाखिला कराया गया। जर्मनी में ऐसी पाठशलाओं को वोल्क स्कूले कहा जाता था। आइंस्टीन के बारे में यह गलत धारणा फैली हुई है कि अपने प्रारंभिक छात्र जीवन में वह पढ़ाई में कमजोर थे। वास्तविकता यह है कि उन्हें हमेशा अच्छी श्रेणी प्राप्त होती रही, और वह कक्षा मे प्रथम आते रहे। प्राथमिक पाठशाला में आइंस्टीन अपने शिक्षकों के साथ अच्छा तालमेल नहीं बैठा पाते थे। उन्हें कठोर अनुशासन और रटाने वाले पढ़ाई के तरीके पसंद नहीं थे। वह शांत प्रकृति के बालक थे। इसलिए खेलकूद और बाहरी गतिविधियों के प्रति उनमें स्वाभाविक अरुचि थी। स्कूल में उनके बहुत कम दोस्त थे। इसलिए वह स्वयं को अकेला महसूस करते थे। अपने सहपाठियों के साथ खेलना उन्हें पसंद नहीं था। वह बच्चों के साथ घर पर भी नहीं

खेलते थे। इसके बजाय उन्हें ऐसे खेल पसंद थे, जिनमें धैर्य और स्थिरता की अपेक्षा होती है। उनकी बहन माजा ने लिखा है, ''परिवार के बच्चे और रिश्तेदार म्युनिख स्थित उनके पिता के बगीचे में अक्सर जमा होते थे, लेकिन अल्फ्रेड स्वयं को उनके उधमभरे खेलों से दूर रखते थे। उस दौरान वह अपने शांतिपूर्ण कामों में लगे रहते थे।

कभी–कभार जब वह ऐसी गतिविधियों में हिस्सा लेते थे, तो उन्हें हर झगड़े को सुलझाने के लिए स्वाभाविक मध्यस्थ मान लिया जाता था। बच्चों में सामान्यतः न्याय का पालन करने की प्रबल और अक्षत प्रवृत्ति होती है, अतः उनके प्रभाव को आम तौर पर स्वीकार किया जाना, इस तथ्य का परिचायक है कि उनमें (आइंस्टीन में) वस्तुपरक ढंग से सोचने की क्षमता का विकास काफी जल्दी हो गया था।'' उनका एक प्रिय खेल था ताश के पत्तों से घर बनाना। वैसे उनके मनोरंजन का मुख्य माध्यम संगीत था। आइंस्टीन को बचपन से ही आत्मनिर्भरता का पाठ पढ़ाया गया था। आइंस्टीन की बहन ने लिखा है, ''बच्चों को अभिभावकत्व की गहन छाया तले पालने की यूरोपीय प्रवृत्ति के विपरीत उस बालक को (आइंस्टीन) को बचपन से ही आत्मनिर्भरता का प्रशिक्षण दिया गया। उस तीन–चार साल के बच्चे को म्युनिख की सबसे अधिक भीड़ वाली गलियों में भेज दिया जाता था। पहली बार उसे रास्ता दिखाया जाता था। दूसरी बार बिना कुछ कहे ही उस पर निगरानी रखी जाती थी। चौराहों पर वह पहले दाएं देखता था, फिर बाएं, और उसके बाद निश्चिंत भाव से सड़क पार करता था। आत्मनिर्भरता उनके चरित्र का अंग बन चुकी थी, जिसका मुखर प्रकटीकरण उनके बाद के जीवन में अनेक अवसरों पर हुआ।'' उल्लेखनीय है कि आइंस्टीन की बहन माजा विंटलर आइंस्टीन द्वारा लिखा गया अलबर्ट आइंस्टीन का जीवन–चरित्र उनके परिवार और प्रारंभिक जीवन–संबंधी जानकारियों का प्रमुख स्रोत है।



अलबर्ट आइंस्टीन (1931)

आइंस्टीन को सन् 1888 में ल्यूइटपोल्ड जिमनैजियम (हाई स्कूल) में दाखिला कराया गया। वहां पर उन्होंने 15 साल की उम्र तक शिक्षा प्राप्त की। उस स्कूल में प्राकृतिक विज्ञानों की अपेक्षा यूनानी और लैटिन जैसी शास्त्रीय भाषाएं पढ़ाने पर अधिक जोर दिया जाता था। आइंस्टीन ने लैटिन और गणित में अच्छी सफलता हासिल की, लेकिन उन्हें पंडिताऊ अनुशासन नापसंद था। इस संबंध में उनकी बहन माजा ने लिखा है, ''दरअसल वह स्कूल में काफी असुविधा महसूस करते थे। अधिकांश विषय जिस ढंग से पढ़ाए जाते थे, उससे उन्हें चिढ़ थी.... स्कूल के फौजी तेवर और सत्ता के आगे नतमस्तक होने के योजनाबद्ध प्रशिक्षण से उन्हें खास तौर पर नफ़रत थी। ऐसा प्रशिक्षण यह सोच कर दिया जाता था कि छात्र बचपन से ही सैनिक अनुशासन से परिचित हो जाएं। वह कुछ ही समय बाद आने वाले उस क्षण के बारे में सोच कर भयातुर रहा करते थे, जब फौजी दायित्वों का निर्वाह करने के लिए उन्हें सैनिक की बर्दी पहननी होगी। हताशा और घबराहट में वह इस स्थिति से बचने के लिए रास्ता तलाशा करते थे। इसलिए एक बार जब उनकी कक्षा के प्रभारी प्रोफेसर (यह वही प्रोफेसर था, जिसने भविष्यवाणी की थी कि उनके जीवन में कुछ भी अच्छा घटित नहीं होगा) ने किसी अवसर पर उन्हें फटकार दिया, तो उन्होंने अपने घरेलू डाक्टर से एक प्रमाणपत्र प्राप्त किया ओर उसे प्रिंसिपल के समक्ष प्रस्तुत कर अपने अभिभावकों से मिलने के लिए एकाएक मिलान रवाना हो गए। वे उनके इस उदंड व्यवहार को देखकर चिंतित हो गए, लेकिन उन्होंने (आइंस्टीन ने) म्युनिख लौटने से दृढ़ता के साथ इनकार कर दिया, और अभिभावकों को अपने भविष्य के बारे में यह वादा करके पूरी तरह आश्वस्त किया कि ज्युरिख पालिटेक्निक की प्रवेश परीक्षा के लिए वसंत ऋतु में वह स्वयं ही तैयारी करेंगे। 16 वर्ष के एक किशोर के लिए यह निर्णय लेना काफी साहसिक काम था, और उन्होंने उसे लागू भी किया। उनके अभिभावकों ने इस नई परिस्थिति को काफी संदेह भरे मन से स्वीकार किया पर वे इस योजना को सफल बनाने के लिए हर संभव सहयोग देने को तैयार हो गए।''

अक्टूबर 1895 में आइंस्टीन प्रतिष्ठित एइड्जेनोसिके टेक्निस्के होचस्क्युले (द फेडेरल इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नॉलजि –आमतौर पर इसे ई.टी.एच. कहा जाता है) की प्रवेश परीक्षा में बैठे, पर असफल हो गए। उन्होंने विज्ञान और गणित में अच्छी उपलब्धि हासिल की, लेकिन भाषा, इतिहास, साहित्य और कला में वे प्रवेश परीक्षा उत्तीर्ण करने लायक सफलता अर्जित नहीं कर सके। आइंस्टीन के लिए यह गहरा आघात था। पर उनकी किशोरावस्था को देखते हुए अधिकारियों ने नर्म रवैया अपनाया। उन्होंने आइंस्टीन के अभिभावकों से कहा कि यदि उनका पुत्र स्विट्जरलैंड के किसी माध्यमिक स्तर के स्कूल में अंतिम वर्ष की पढ़ाई कर ले तो वे उसे पालिटेक्निक में दाखिला दे देंगे। उसके बाद आइंस्टीन को स्विट्जरलैंड के एक छोटे से कस्बे अराऊ के फैंटोनल स्कूल में दाखिला कराया गया। वह अत्यंत प्रतिष्ठित स्कूल था। वहां पढ़ने के लिए विदेशी छात्र भी आते थे।

आइंस्टीन जब स्कूल में थे, तभी उन्होंने इस विराट विश्व का आजीवन अध्ययन करने का निर्णय लिया। उन्होंने इस संबंध में बाद में कहा, ''वहां पर वह विराट विश्व उपस्थित है, जो हम मनुष्यों से स्वाधीन है, और हमारे सामने महान शास्वत पहेली की तरह खड़ा है, लेकिन हमारी निरीक्षण–प्रक्रिया और विचार उसमें अंशतः तो प्रवेश कर ही सकते हैं। मुझे विश्व के बारे में मनन करना मुक्ति के संकेत जैसा लगा।'' उन्होंने यह भी कहा, ''मैंने प्रकृति पर कभी ऐसा लक्ष्य, उद्देश्य अन्य कुछ अरोपित करने का प्रयास नहीं किया जो उनके मानवीयकरण के प्रयास जैसा लगे। मैंने प्रकृति का अवलोकन ऐसी भव्य संरचना के रूप में किया, जिसके बारे में हमारी समझ अत्यंत अपूर्ण है, और यह अनुभूति एक विचारशील व्यक्ति में विनम्रताबोध को ही जन्म देगी। यह ऐसी निष्कपट धार्मिक भावना है, जिसका रहस्यवाद से कुछ लेना–देना नहीं है।''

आइंस्टीन अक्सर अपने बचपन की एक घटना की चर्चा किया करते थे। जब वह चार–पांच साल के थे, तब उन्होंने कुतुबनुमा देखा। वह उनके लिए अजूबा था। किसी अदृश्य शक्ति द्वारा कुतुबनुमा की सुई को हमेशा उत्तर दिशा में स्थिर रखे जाने से वह काफी प्रभावित हुए। उसे देखकर उन्हें विश्वास हो गया कि ''कुछ ऐसा है जो वस्तुओं के पीछे गहराई में छिपा हुआ है।'' आइंस्टीन ने कक्षा में पढ़ाए जाने से पहले ही ज्यामिति का स्वयं अध्ययन कर लिया। ज्यामिति विषय की सुस्पष्टता और निश्चितता उन्हें काफी प्रभावित करती थी। इस संबंध में आइंस्टीन ने कहा है, ''12 वर्ष की आयु में स्कूल के एक साल के प्रारंभ में मेरे हाथ लगी युक्लिडियाई समतल रेखागणित की एक पुस्तिका ने मुझे आश्चर्यचकित कर दिया। उसमें दावे प्रस्तुत किए गए थे। उदाहरण के तौर पर उसमें एक दावा यह था कि त्रिभुज के तीनों शीर्ष लंबों का प्रतिच्छेदन बिन्दु एक ही है – हालांकि यह प्रत्यक्ष नहीं था, इसके बावजूद इसे इतनी निश्चितता के साथ सिद्ध किया जा सकता था कि किसी भी संदेह के लिए स्थान न रह जाए। इस सुबोधगम्यता और निश्चितता ने मुझ पर वर्णनातीत प्रभाव डाला।'' आइंस्टीन ने समाकल और अवकल गणित का भी स्वयं ही अध्ययन किया। गणित में आइंस्टीन की अभिरुचि उत्पन्न करने में उनके चाचा जैकब आइंस्टीन का काफी योगदान था। उनकी बहन माजा ने लिखा है, ''जिमनैजियम में अपेक्षा की जाती थी कि छात्र बीजगणित ओर रेखागणित का अध्ययन 13 वर्ष की आयु से शुरू करेंगे, लेकिन उस समय तक उनमें (आइंस्टीन में) प्रायोगिक गणित की जटिल समस्याओं को सुलझाने की अभिरुचि उत्पन्न हो चुकी थी। हालांकि गणना करने में होने वाली त्रुटियों के कारण अपने अध्यापकों की दृष्टि में वे विशेष मेधावी नहीं थे। अब वह (आइंस्टीन) यह सोच रहे थे कि इन विषयों के बारे में छुट्टियों में पहले से ही क्या–क्या

अध्ययन किया जा सकता था। उन्होंने अपने अभिभावकों से पाठ्यपुस्तकें लाने को कहा। उसके बाद तो उन्हें न खेल याद रहा, और न ही खेलकूद के संगी–साथी। वह सिद्धांतों पर काम करने में जुट गए। उपपत्तियों के लिए किताबों का सहारा लेने के बजाय वह उन्हें स्वयं सिद्ध करने का प्रयास करते थे और हल मिलने तक कोशिशें जारी रखते थे। वह अक्सर ऐसी उपपत्तियां ढूढ़ लेते थे, जो उनकी पाठ्य पुस्तकों से बिल्कुल अलग होती थीं। केवल कुछ महीनों की उन छुट्टियों में ही उन्होंने जिमनेजियम के पूरे भावी पाठ्यक्रम को स्वयं ही पूरा कर डाला। उनके चाचा जैकब अभियंता थे, और उन्होंने गणित की शिक्षा विधिवत प्राप्त की थी। उन्होंने कठिन समस्याएं प्रस्तुत कर उनके उत्साह को और बढ़ाया। ऐसा करते समय वह उन्हें हल करने की उनकी (आइंस्टीन की) क्षमताओं पर संदेह व्यक्त कर दिया करते थे, हालांकि इसके पीछे उनकी मंशा अच्छी होती थी। अलबर्ट हमेशा उन समस्याओं की सही व्युत्पत्ति ढूंढ लिया करते थे, बल्कि पाइथागोरस के प्रमेय की तो उन्होंने बिल्कुल मौलिक व्युत्पत्ति ढूंढ़ निकाली। परिणाम मिल जाने पर वह बालक प्रसन्नता से भर जाता था, उस समय तक वह समझ चुका था कि उसकी प्रतिभा उसे किस दिशा में ले जा रही थी।''

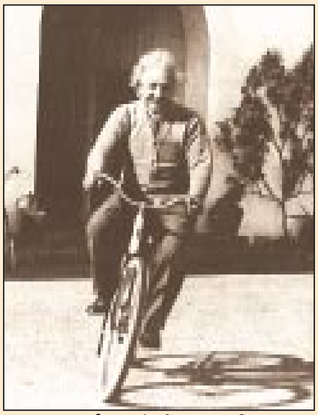
पौलिन आइंस्टीन

हर्मन आइंस्टीन

अलबर्ट आइंस्टीन के माता–पिता

उनके चाचा के अलावा मेडिकल के एक निर्धन छात्र मैक्स टालमड ने भी आइंस्टीन को छात्र जीवन के दौरान प्रभावित किया। सप्ताह में एक दिन टालमड शाम का भोजन आइंस्टीन के साथ किया करता था। वह उन्हें विज्ञान और दर्शनशास्त्र की पुस्तकें दिया करता था। वे दोनों घंटों बहस किया करते थे।

आइंस्टीन की मानसिक एकाग्रता की क्षमता अद्भुत थी। वह शोर भरे कमरे के कोने में भी बड़ी आसानी से गहन विचारों में डूबे रह सकते थे। दूसरों की बातचीत से बाधित हुए बिना काम कर सकते थे। एक बार आइंस्टीन ने अपने एक छात्र से कहा था, ''मैं तुमसे बात करने के लिए हमेशा उपलब्ध हूं। अगर तुम्हारे मन में कोई प्रश्न हो तो निःसंकोच आ जाया करो। तुम मेरे लिए कभी व्यवधान का कारण नहीं बनोगे, क्योंकि मैं किसी क्षण अपना काम रोक सकता हूं, और व्यवधान के तत्काल बाद उसे शुरू कर सकता हूं।'' उनके एक छात्र को आइंस्टीन को अपने आसपास के वातावरण से अप्रभावित रह कर काम करते हुए देखने का अवसर वास्तव में मिला। उसने इस स्थिति का वर्णन इन शब्दों में किया है, ''वह गणित के सूत्रों से भरे हुए कागजों के ढेर के सामने बैठे हुए थे, और अपने दाएं हाथ से लिखना जारी रखते हुए उन्होंने बाएं हाथ से अपने छोटे बेटे को संभाल रखा था, साथ ही वह ईंटों से खेल रहे अपने बड़े बेटे अलबर्ट के सवालों का जवाब भी देते जा रहे थे। ''एक मिनट रुको, मैंने काम करीब–करीब खत्म कर लिया है, इन शब्दों के साथ उन्होंने कुछ क्षणों के लिए मुझे बच्चा थमाया और काम में व्यस्त हो गए। इससे मुझे उनकी असाधारण एकाग्रता–क्षमता की एक झलक मिली।''



अलबर्ट आइंस्टीन साइकिल चलाते हुए (1933)

आइंस्टीन ने सन् 1900 की बसंत ऋतु में गणित और भौतिकी के माध्यमिक स्कूल के अध्यापक के तौर पर स्विस पालिटेक्निक की स्नातक–परीक्षा उत्तीर्ण की। स्नातक की उपाधि प्राप्त करने के बाद उनका पहला लक्ष्य काम हासिल करना था। उन्हें आशा थी कि वह सहायक शिक्षक की नौकरी पाने में सफल हो जाएंगे, पर उनके हाथ निराशा लगी। उनकी इस असफलता का एक मुख्य कारण स्कूल और कालेज के दिनों में अधिकारियों के प्रति उनके द्वारा दर्शाया गया उपेक्षा भाव था। पालिटेक्निक में उनके गणित के शिक्षक हर्मन मिनोवस्की आइंस्टीन को ऐसा 'सुस्त कुत्ता' मानते थे, जो कक्षा में शायद ही कभी आता था। उनके अन्य शिक्षकों की राय भी उनके बारे में अच्छी नहीं थी। पालिटेक्निक के उनके भौतिकी के अध्यापक हेनरिक वेबर ने उनसे कहा था, तुम चुतर लड़के हो, पर तुममें एक कमी है। तुम किसी की कोई बात नहीं सुनते हो।'' कहा जाता है कि उनके एक अध्यापक ने तो आइंस्टीन को स्कूल छोड़ने की सलाह भी दी थी। उस अध्यापक का मानना था कि उनकी उपस्थिति से अन्य छात्र भी बरबाद होते हैं। स्वाभाविक तौर पर उनके अध्यापकों ने शिक्षक के पद के लिए उनकी संस्तुति करने से इनकार कर दिया। शायद उनका मानना था कि वह कक्षा में अपना कार्य करने में जैसी अरुचि प्रदर्शित करते थे, वैसी ही अरुचि व्यावसायिक कार्यों में भी प्रदर्शित करेंगे। परिणाम यह हुआ कि उन्हें दो साल तक ट्यूटर और सहायक अध्यापक के तौर पर अध्यापन करके जैसे–तैसे जीवनयापन करना पड़ा। अंततः उन्हें काम मिल गया। जून 1902 में उन्हें बर्न (स्विट्जरलैंड) में पेटेंट कार्यालय में तृतीय श्रेणी के तकनीकी विशेषज्ञ की अस्थाई नौकरी मिल गई। आइंस्टीन को यह नौकरी उनके मित्र मार्सेल ग्रासमैन के सहयोग से मिली। मार्सेल के पिता स्विस पेटेंट कार्यालय के निदेशक थे। आइंस्टीन ने पेटेंट कार्यालय में अपना काम काफी रुचि के साथ किया। वहां वह सन् 1902 से 1909 तक रहे। इस संबंध में आइंस्टीन ने लिखा है : ''तकनीकी पेटेंटों को सूत्रबद्ध करने का काम मेरे लिए सही अर्थों में वरदान सिद्ध हुआ। इसने मेरी चिंतनशीलता को बहुआयामी होने के लिए प्रेरित किया, साथ ही यह भौतिकी के बारे में सोच–विचार करने के लिए भी एक महत्वपूर्ण उद्दीपन सिद्ध हुआ। किसी व्यावहारिक प्रकृति के व्यवसाय से जुड़ना मेरे जैसे लोगों के लिए वरदान ही है। उसका कारण यह है कि जब कोई युवक अकादमिक कैरियर अपनाता है तो उसके लिए प्रभावशाली ढंग के वैज्ञानिक लेखों को लिखने की एक बाध्यकारी परिस्थिति बन जाती है, स्वयं को कृत्रिम ढंग से उभारने के ऐसे प्रलोभन से केवल दृढ़ चरित्र के लोग ही बच सकते हैं।''

आइंस्टीन के दामाद रुदोल्फ कैयसेर ने लिखा है, ''हालांकि अलबर्ट का काम अधिक थकाने वाला नहीं था, फिर भी वह उनके लिए तनाव भरा तो था ही। वह जिस काम को एक हद तक ईमानदारी के साथ तीन–चार घंटे में ही निपटा सकते थे, उसके लिए दफ्तर में आठ घंटे बैठने की उन्हें आदत नहीं थी। उनके लिए अन्य लोगों की तरह धीमी गति से काम करना कठिन था क्योंकि एक तो वह काफी युवा थे, दूसरे अति संवेदनशील थे। उन्होंने जल्दी ही अनुभव किया कि यदि वह अपना काम कम अवधि में निपटा लें, तो उन्हें विज्ञान–संबंधी अध्ययन के लिए समय मिल सकता है। लेकिन इसके लिए सावधानी जरूरी थी; क्योंकि अधिकारी धीमी गति से काम करने से तो संतुष्ट हो सकते थे, पर व्यक्तिगत लाभ के लिए समय बचाने पर रोक थी। आशंकित आइंस्टीन इतने सावधान रहते थे कि वह कागज के जिन छोटे पर्चों पर लिखा, अथवा चित्र बनाया करते थे, उन्हें दरवाजे के पीछे आती कदमों की आहट को सुनते ही अपने डेस्क के ड्रायर में डाल दिया करते थे।

पेटेंट कार्यालय में काम करने के दौरान उन्होंने सैद्धांतिक भौतिकी के जितने व्यापक क्षेत्र में काम किया, उसे देखकर आश्चर्य होता है। आधुनिक भौतिकी से अवगत रहने के लिए उन्हें काफी बाहरी अध्ययन और विश्लेषण करना पड़ता था। जैसा कि उनके दामाद ने लिखा है, उन्हें अपने कार्यालय के काम के घंटों में से बचाए गए समय में भी काम करना पड़ता था। आइंस्टीन को विज्ञान–संबंधी साहित्य, अथवा अपने समकालीन वैज्ञानिकों से घनिष्ठ संपर्क की सुविधा प्राप्त नहीं थी। इसके बावजूद सन् 1905 में आइंस्टीन ने केवल अपनी क्षमता से चार ऐसे लेख प्रकाशित कराए, जिन्होंने भौतिकी का चेहरा ही बदल

दिया। ये लेख 20वीं सदी में भौतिकी की भावी दिशा निर्धारित करने वाले सिद्ध हुए। आइंस्टीन ने वह सारा काम बर्न स्थित अपने छोटे से अपार्टमेंट के पिछले कमरे में बैठ कर किया था। आइंस्टीन के बर्न–निवास की तुलना शायद भौतिकी के इतिहास की केवल उस अवधि से की जा सकती है, जब सन् 1665–66 के दौरान आइज़क न्यूटन वुल्सथ्राप में ठहरे थे। सन् 1905 में आइंस्टीन द्वारा प्रकाशित कराए गए चारों लेखों का शीर्षक था :

1. ऑन द मोशन ऑफ स्माल पार्टिकिल्स सस्पेंडेड इन ए स्टेशनरी लिक्विड, एकार्डिंग टु दि मालिक्युलर थिअॅरि ऑफ हीट।
2. ऑन ए हेयूरिस्टिक प्वाइंट ऑफ व्यू एबाउट द क्रिएशन एंड कनवर्जन ऑफ लाइट।
3. ऑन द इलेक्ट्रोडायनैमिक्स ऑफ मुविंग बाडीज़।
4. डज द इनर्शिया ऑफ ए बाडी डिपेंड ऑन इट्स इनर्जी कांटेंट?

इन लेखों के शीर्षक के आधार पर उनकी विषय–वस्तु के बारे में अनुमान नहीं लगाया जा सकता। आइंस्टीन ने प्रकाशन के लिए अपना पहला लेख मार्च 1905 में भेजा था। वह ब्राउनियन गति से संबंधित था। इस परिघटना की खोज सबसे पहले राबर्ट ब्राउन ने सन् 1828 में की थी। उस लेख में आइंस्टीन ने प्रलंबित (सस्पेंडेड) कणिकाओं के औसत विस्थापन के सूत्र की व्युत्पत्ति की थी। वह सूत्र इस अवधारणा पर आधारित था कि यदि किसी द्रव में किसी लघु कणिका पर उसके इर्द–गिर्द स्थित अणुओं की निरंतर बमबारी हो रही हो तो वह कणिका अनियमित गति से चक्कर लगाती रहेगी। जीन पेरिन ने सन् 1908 में आइंस्टीन के इस सूत्र की पुष्टि की। इस सूत्र ने निश्चित आकार के अणुओं और परमाणुओं के अस्तित्व का पहला स्पष्ट प्रमाण प्रस्तुत किया, और इस प्रकार रासायनिक तत्वों की मूल प्रकृति के बारे में हजारों साल से चलती आ रही बहस का अंत हो गया।

अलबर्ट आइंस्टीन ब्लैकबोर्ड पर लिखते हुए

आइंस्टीन का दूसरा लेख प्रकाश–वैद्युत् प्रभाव से संबंधित था। आइंस्टीन ने अवधारणा प्रस्तुत की कि प्रकाश, ऊर्जा के पृथक–पृथक स्वतंत्र कणों की तरह व्यवहार कर सकता है, जिनकी तुलना एक हद तक गैसीय कणिकाओं से की जा सकती है। उससे पहले मैक्स प्लैंक ने ऊर्जा–कणों की पृथकता की अवधारणा प्रस्तुत की थी। आइंस्टीन ने दर्शाया कि प्रकाश–क्वांटा अथवा ऊर्जा–कण किस प्रकार प्रायोगिक भौतिकी के अंतर्गत अध्ययन की जाने वाली अनेक परिघटनाओं, उदाहरण के तौर पर प्रकाश के कारण धातुओं से इलेक्ट्रानों के उत्सर्जन की व्याख्या करते हैं। आइंस्टीन के प्रकाश–संबंधी सिद्धांत ने क्वांटम यांत्रिकी के आधार के बहुत बड़े अंश का निर्माण किया।

अपने तीसरे लेख में आइंस्टीन ने पहली बार सापेक्षता–सिद्धांत की अवधारणा प्रस्तुत की। उसे ''विशेष सापेक्षता सिद्धांत'' कहा जाता है। इसका कारण यह है कि वह सिद्धांत कुछ विशेष परिस्थितियों, जैसे पिंड के स्थिर रहने अथवा समान सापेक्षिक आवेग से गतिशील रहने की अवस्था में ही लागू होता है। विशेष सापेक्षता का सिद्धांत यह नहीं कहता कि ब्रह्मांड में हर वस्तु सापेक्ष है। वह केवल यह बतलाता है कि दिक् और काल (जिन्हें पहले पूर्ण स्वायत्त माना जाता था) परस्पर सापेक्ष हैं और प्रकाश की गति परमगति है। सापेक्षता के सिद्धांत के अनेक अप्रत्याशित निष्कर्ष सामने आए। उदाहरण के तौर पर

1. आवेग बढ़ने के साथ–साथ ही पिंड की लंबाई गति की दिशा में घटती जाती है।
2. आवेग बढ़ने के साथ–साथ पिंड का द्रव्यमान बढ़ता जाता है, और प्रकाश की गति प्राप्त करने पर पिंड का द्रव्यमान अनंत हो जाता है।
3. गतिशील वस्तु के लिए समय की गति धीमी पड़ जाती है।

अपने चौथे लेख में आइंस्टीन ने अपने सापेक्षता सिद्धांत का एक अत्यंत महत्वपूर्ण परिणाम प्रस्तुत किया; ओर वह यह था कि यदि कोई पिंड ऊर्जा की एक निश्चित मात्रा उत्सर्जित करता है, तो पिंड का द्रव्यमान ऊर्जा की उत्सर्जित मात्रा के अनुपात में घट जाएगा। आइंस्टीन ने निष्कर्ष प्रस्तुत किया कि यदि कोई पिंड विकिरण के रूप में E ऊर्जा उत्सर्जित करता है तो उसके द्रव्यमान m में E/c^2 की कमी आ जाएगी। यहां पर C प्रकाश का आवेग है। इस प्रकार उन्होंने $E = mc^2$ सूत्र की व्युत्पत्ति की। निश्चित रूप से यह सर्वश्रेष्ठ सर्वकालिक सूत्र है। यह सूत्र तारों को शक्ति प्रदान करने वाली ताप–नाभिकीय प्रक्रिया और नाभिकीय बम की विस्फोटक शक्ति को व्याख्यायित करता है।

इतने दूरगामी प्रभाव डालने वाले लेखों के प्रकाशन के बाद भी आइंस्टीन को अकादमिक क्षेत्र में आसानी से नियुक्ति नहीं मिली। सन् 1907 में आइंस्टीन ने बर्न विश्वविद्यालय में अप्रशिक्षित व्याख्याता (प्राइवैटडोजेंट) के पद के लिए आवेदन किया। अप्रशिक्षित होने के बावजूद प्राइवैटडोजेंट विश्वविद्यालय का अधिकारिक सदस्य होता है। वह अपनी पसंद के विषय पर व्याख्यान दे सकता है, और उसे सुनने के लिए आने वाले छात्रों से शुल्क ले सकता है। आइंस्टीन का आवेदन अस्वीकार कर दिया गया। कहा जाता है कि उनके आवेदन पत्र को अस्वीकृत किए जाने का एक कारण यह था कि बर्न विश्वविद्यालय के भौतिकी के विभागाध्यक्ष ने उनके सापेक्षता सिद्धांत संबंधी लेख को 'समझ में न आने वाला' करार दे दिया। अगले साल वह अप्रशिक्षित व्याख्याता का पद पाने में सफल तो हो गए पर पेटेंट कार्यालय की नौकरी नहीं छोड़ सके। कारण यह था कि विश्वविद्यालय में प्राप्त पद से उन्हें नियमित वेतन नहीं मिलता था। बर्न विश्वविद्यालय में सन् 1908/9 की शीतऋतु में आयोजित किए गए उनके शुरुआती व्याख्यानों को सुनने के लिए अधिक छात्र नहीं आए, पर कुछ ही दिनों में उनके सापेक्षता सिद्धांत को एक मौलिक और गहन सिद्धांत के रूप में व्यापक स्तर पर मान्यता मिलने लगी। उसके बाद तो अकादमिक क्षेत्र में उनके लिए अवसरों की भरमार हो गई।

सापेक्षता के विशेष सिद्धांत के प्रकाशन के दो वर्ष बाद आइंस्टीन ने अपने सिद्धांत का और विस्तार कर ऐसी निर्देश प्रणालियों (फ्रेम ऑफ रिफरेंस) के सिद्धांत का विकास करने के बारे में सोचना शुरू किया, जिन्हें एक–दूसरे के सापेक्ष त्वरित किया जा सकता था। ऐसा करने से सापेक्षता के विशेष सिद्धांत में उपस्थित प्रतिबंध दूर हो जाते थे। आइंस्टीन ने अनुभव किया कि कुछ अनुमानों को स्वीकार करके त्वरित गति को सापेक्षता के सिद्धांत में समाहित किया जा सकता था। सापेक्षता के सामान्य सिद्धांत के मुख्य निष्कर्ष ये थे :

1. गुरुत्व और जड़ता एक ही परिघटना को व्याख्यायित करने वाले दो शब्द हैं।
2. अंतरिक्ष के बारे में चिंतन करते समय चार आयामों लंबाई, चौड़ाई, ऊंचाई और समय पर विचार करना चाहिए। ब्रह्मांड में घटित होने वाली प्रत्येक घटना दिक् और काल के चतुर्आयामी विश्व में घटित होती है।
3. दिक् और काल सूर्य जैसे अत्यधिक द्रव्यमान वाले पिंडों के कारण वक्रिल, हो जाते हैं, अथवा उनमें झोल पड़ जाता है।
4. सूर्य जैसे विशाल पिंड के समीप से गुजरने पर प्रकाश मुड़ जाता है। सन् 1911 में आइंस्टीन ने बताया था कि सूर्य को स्पर्श करने वाले तारों के प्रकाश को विचलित हो कर 1.7 मिनट का चाप बनाना चाहिए। एक पूर्ण सूर्यग्रहण के दौरान एडिंगटन ने इसको मापा। उन्होंने पाया कि तारों के प्रकाश के विचलन से बनने वाला चाप 1.61 मिनट का था।

सन् 1919 में एक छात्र ने आइंस्टीन से पूछा कि यदि प्रायोगिक मापन से सापेक्षता के सिद्धांत की पुष्टि नहीं होती तो क्या होता, इस पर आइंस्टीन ने उत्तर दिया, ''मैं अपने प्रिय ईश्वर के समक्ष दुख व्यक्त करता क्योंकि सिद्धांत तो सही

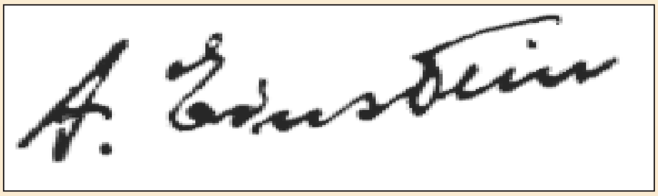
है।'' सन् 1920 के दशक के प्रारंभ में आइंस्टीन ने एकीकृत क्षेत्र सिद्धांत पर काम करना शुरू किया और उसमें वह जीवनपर्यंत लगे रहे।

सन् 1922 में आइंस्टीन को नोबेल पुरस्कार मिला। रोचक तथ्य यह है कि उन्हें यह पुरस्कार गणितीय भौतिकी, विशेषकर प्रकाश–वैद्युत् प्रभाव की खोज के लिए दिया गया था। आइंस्टीन उस समय जापान की यात्रा पर होने के कारण पुरस्कार समारोह में भाग नहीं ले सके। उन्होंने इसका उल्लेख न तो अपनी डायरी में और न ही मित्रों को लिखे गए पत्रों में किया। एक बार उन्हें एक फार्म पर स्वयं को मिले सम्मानों का विवरण दर्ज करना था। उसमें भी नोबेल पुरस्कार का जिक्र करना वह भूल गए। लेकिन एक विचित्र तथ्य यह है कि जब उन्होंने अपनी पहली पत्नी मिलेवा को तलाक दिया तो उसे निर्वाह–धन के रूप में नोबेल पुरस्कार से प्राप्त होने वाली राशि देने का वादा करना वह नहीं भूले।

अलबर्ट आइंस्टीन अपनी बहिन माजा के साथ

आइंस्टीन केवल अमूर्त चिंतन नहीं करते थे। उन्होंने भौतिक विश्व को उसके यथार्थ–स्वरूपों में ही समझने का प्रयास किया। इस संबंध में आइंस्टीन के शब्द ये थे, ''शब्दों, अथवा भाषा को जिस रूप में लिखा या बोला जाता है, मेरी विचार–पद्धति में उनकी उस रूप में कोई भूमिका नहीं है। विचार–प्रक्रिया में अवयव की भूमिका निभाती प्रतीत होने वाली भौतिक इकाईयां वस्तुतः निश्चित चिन्ह, और कमोबेस स्पष्ट छवियां हैं, तथा इन्हें ''इच्छानुसार'' पुनर्सृजित और संयुक्त किया जा सकता है। ऊपर जिन अवयवों की चर्चा की गई है, मेरे मामले में वे चाक्षुष (विजुअल) और स्थूल प्रकृति के हैं। पारंपरिक शब्दों अथवा अन्य प्रतीकों के लिए दूसरे चरण में केवल तब परिश्रम करना चाहिए, जब ऊपर वर्णित संबंद्धिकरण (एसोसियटिव) का खेल पूरी तरह संपन्न हो चुका हो, और उसे इच्छानुसार दुहराया जा सकता हो।''

आइंस्टीन के बारे में आम तौर पर प्रचलित एक भ्रांति यह है कि उन्होंने परमाणु बम के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई थी। कई लोग तो उन्हें परमाणु बम का जनक मानते हैं। ऐसा सोचने के दो कारण हैं। पहला कारण तो यह है कि लोग समझते हैं कि उनके प्रसिद्ध सूत्र $E = mc^2$ का परमाणु बम के निर्माण से कोई संबंध है। दूसरा कारण यह है कि उन्होंने अमरीका के राष्ट्रपति रुजवेल्ट को एक पत्र लिखा था। लेकिन सच यह है कि परमाणु बम परियोजना में आइंस्टीन की किसी प्रकार की प्रत्यक्ष भूमिका नहीं थी। इस संबंध में अपनी भूमिका के बारे में आइंस्टीन ने लिखा है, ''ऐटम बम के निर्माण में मेरी भूमिका केवल एक काम तक सीमित थी : मैंने राष्ट्रपति एजवेल्ट को लिखे गए उस पत्र पर हस्ताक्षर किया था, जिसमें उनसे ऐटम बम बनाने की संभावनाओं के बारे में बड़े पैमाने पर प्रयोग करने का आग्रह किया गया था। इस प्रयास के सफल हो जाने पर मानव समाज के लिए उत्पन्न होने वाले भयानक खतरे से मैं पूरी तरह अवगत था। लेकिन जर्मन भी इस दिशा में काम कर रहे थे, अतः उनके सफल हो जाने की आशंका ने मुझे यह कदम उठाने के लिए बाध्य किया। उस स्थिति में मैं इसके सिवा और कुछ न कर सका, यद्यपि मैं हमेशा शांति का पक्षधर रहा हूं, और मेरे विचार से युद्ध में किसी को मारना, सामान्य तौर पर की जाने वाली हत्याओं से लेश मात्र भी बेहतर कार्य नहीं है। जब तक देश सामूहिक प्रयासों से युद्ध को टालने, अपने झगड़े सुलझाने तथा कानूनी आधार पर शांतिपूर्ण निर्णयों के माध्यम से अपने हितों की रक्षा का संकल्प नहीं लेते, तब तक वे स्वयं को युद्ध की तैयारी के लिए बाध्य अनुभव करते रहेंगे। हथियारों की आम तौर पर चलने वाली दौड़ में न पिछड़ने के लिए वे स्वयं को हर संभव, यहां तक कि घृणिततम साधनों से भी सुसज्जित करने के लिए विवश अनुभव करते रहेंगे।''



आइंस्टीन विश्व में शांति स्थापित करने के लिए निरंतर प्रयासरत रहे। उन्होंने अनेक सामाजिक मुद्दों को सुलझाने के लिए पहल की, पर अन्य लोगों अथवा समूहों से सीधा संपर्क कायम करने में उनकी विशेष रुचि नहीं थी। उन्होंने अपने आंतरिक संतुलन का निर्माण व्यक्तिगत संबंधों के आधार पर नहीं, बल्कि प्रकृति के नियमों को समझने की अपनी लालसा के आधार पर किया था। एक बार उन्होंने कहा था, ''सामाजिक न्याय और सामाजिक दायित्वों के निर्वाह की मेरी भावप्रवण अनुभूतियों तथा अन्य मनुष्यों और मानव समुदायों से प्रत्यक्ष संपर्क के प्रति मेरी मुखर अरुचि के बीच हमेशा विरोधाभास रहा है। मैं पूरी तरह ''एकाकी यात्री'' रहा हूं और अपने देश, अपने घर, अपने मित्रों, अथवा अपने वर्तमान परिवार तक से हृदय से नहीं जुड़ा रहा हूं; मेरे मन में इन सभी बंधनों से हमेशा एक दूरी रही है और एकांत की आवश्यकता की अनुभूति मेरे मन से कभी लुप्त नहीं हुई – बल्कि यह साल दर साल बढ़ती ही गई। मेरे जैसे व्यक्ति को बिना किसी ग्लानि के इस तथ्य की तीव्र अनुभूति हो जाती है कि अन्य लोगों के साथ समझदारी और सामंजस्य कायम करने की एक सीमा है। निश्चित तौर पर ऐसा व्यक्ति कुछ हद तक अपनी निश्चिंतता और मासूमियत को गंवा बैठता है, पर दूसरी ओर उसे अपने विचारों, स्वभाव तथा साथियों के बारे में निर्णय लेने की व्यापक स्वतंत्रता मिल जाती है, तथा वह ऐसी असुरक्षित नींव पर अपना आंतरिक संतुलन कायम करने के प्रलोभन से बच जाता है।''

आइंस्टीन ने दर्शनशास्त्र का गहन अध्ययन किया था। वह इस संबंध में पूरी तरह आश्वस्त थे कि विज्ञान, गणित और प्रौद्योगिकी को न केवल दर्शनशास्त्र, नैतिकता और आध्यात्मिकता से संतुलित किए जाने की आवश्यकता है, बल्कि वे ''एक ही वृक्ष की विभिन्न शाखाएं हैं।'' आइंस्टीन का कहना था, ''सभी धर्मों, कलाओं और विज्ञानों का उद्देश्य मानव जीवन को उदात्त बनाना है, उसे उसके मात्र भौतिक अस्तित्व के दायरे से उठाकर वैयक्तिक स्वतंत्रता की ओर उन्मुख करना है।'' आगे उनका कहना था, ''चर्च और विश्वविद्यालय, ये दोनों जिस सीमा तक अपने वास्तविक कार्य को सम्पन्न करते हैं, उस सीमा तक वे मनुष्य के उदात्तीकरण की अपनी भूमिका को ही निभाते हैं। वे यह महान् दायित्व पाशविक शक्ति के प्रयोग से परहेज करने की नैतिक और सांस्कृतिक समझ का प्रसार करके निभाते हैं।'' स्कूलों में शिक्षा प्रदान किए जाने के ढंग को लेकर आइंस्टीन काफी चिंतित रहते थे। वह इस मत के थे कि स्कूलों का मुख्य उद्देश्य विशेषज्ञों का नहीं, बल्कि सर्वदा सुव्यवस्थित व्यक्तित्वों का निर्माण होना चाहिए। उनका कहना था, ''मैं इस अवधारणा का विरोध करना चाहता हूं कि स्कूलों को उस विशेष ज्ञान और कौशल की सीधी शिक्षा देनी चाहिए, जिसका उपयोग व्यक्ति बाद के जीवन में करता है। जीवन की मांगें इतनी बहुआयामी होती हैं कि स्कूलों में उस तरह का विशेषीकृत प्रशिक्षण संभव ही नहीं है। इसके अलावा मुझे यह बात काफी आपत्तिजनक लगती है कि व्यक्ति के साथ निर्जीव उपकरण जैसा व्यवहार किया जाए। स्कूलों का लक्ष्य हमेशा यही होना चाहिए कि युवक वहां से विशेषज्ञ बन कर नहीं, बल्कि सुव्यवस्थित व्यक्तित्व के स्वामी बन कर निकलें। मेरे विचार से एक निश्चित आशय में यह बात उन तकनीकी स्कूलों के लिए भी सही है, जिनके छात्र किसी व्यवसाय विशेष से प्रतिबद्ध होते हैं। यदि कोई व्यक्ति अपने विषय के मूलभूत ज्ञान पर अधिकार प्राप्त कर लेता है, और स्वतंत्र ढंग से सोचना तथा काम कना सीख लेता है तो वह निश्चित रूप से अपना रास्ता ढूंढ़ लेगा, इसके अलावा वह प्रगति और परिवर्तन के साथ अनुकूलन करने में उस व्यक्ति की तुलना में अधिक सफल होगा जिसके प्रशिक्षण का मुख्य लक्ष्य विस्तृत ज्ञान प्रदान करना है।''

सन् 1940 में आइंस्टीन अमरीका के नागरिक बन गए, लेकिन उन्होंने स्विट्जरलैंड की अपनी नागरिकता बरकरार रखी। सन् 1944 में उन्होंने अपने

''प्रकृति में हम एक विशाल संरचना देखते हैं जिसे हम आधे–अधूरे रूप से ही समझ पाते हैं, जो एक विचारशील व्यक्ति के मन में विनम्रता का भाव पैदा करता है। यह एक सच धार्मिक अनुभव है, जिसका रहस्यात्मकता से कोई संबंध नहीं है।''

अलबर्ट आइंस्टीन

1905 के सापेक्षता सिद्धांत की हस्तलिखित टीका तैयार की और युद्ध–कोष में सहयोग देने के लिए उसे नीलाम कर दिया। वह हस्तलिखित टीका साठ लाख अमरीकी डालर में नीलाम हुई। अंततः पांडुलिपि को धरोहर के तौर पर अमरीकी कांग्रेस के पुस्तकालय में रखा गया। सन् 1952 में उन्हें इज़राइल का राष्ट्रपति बनने के लिए आमंत्रित किया गया। अगर उन्होंने वह प्रस्ताव स्वीकार कर लिया होता तो वह इज़राइल के दूसरे राष्ट्रपति होते, पर उन्होंने उसे अस्वीकार कर दिया।

सन् 1955 में 18 अप्रैल को आइंस्टीन का निधन हो गया। उनका अंतिम संस्कार ट्रेंटन (न्यूजर्सी) में किया गया। बर्ट्रेंड रसेल को अपनी मृत्यु से एक सप्ताह पूर्व लिखे गए अपने अंतिम पत्र में उन्होंने इस बात पर सहमति व्यक्त की थी कि सभी देशों से नाभिकीय अस्त्रों का परित्याग करने का आग्रह करने वाले घोषणापत्र में उनका नाम भी जाना चाहिए। आइंस्टीन अपने जीवन के अंत तक काम करते रहे। आइंस्टीन की वैज्ञानिक आत्मकथा लिखने वाले अब्राहम पायस ने उल्लेख किया है कि मृत्यु से एक दिन पूर्व आइंस्टीन उन पृष्ठों का अध्ययन कर रहे थे, जिन्हें उन्होंने एकीकृत क्षेत्र सिद्धांत के बारे में बिल्कुल हाल में लिखा था।

इस लेख का समापन स्कूली छात्रों को संबोधित आइंस्टीन के कथन से करना उचित रहेगा। उनका कहना था, ''याद रखों कि तुम स्कूल में जो उत्कृष्ट बातें पढ़ते हो, वह कई पीढ़ियों का काम है, उन्हें हासिल करने में विश्व के हर देश में उत्साहपूर्वक प्रयास किए गए हैं और अनन्त परिश्रम किया गया है। यह सब कुछ तुम्हारे हाथों में धरोहर के तौर पर इसलिए सौंपा गया है कि तुम इसे ग्रहण करो, इसका सम्मान करो, इसमें वृद्धि करो, और एक दिन इसे पूरी ईमानदारी से अपने बच्चों को सौंप दो...... यदि तुम यह बात अपने मन में हमेशा रखोगे, तो तुम्हें अपने जीवन और कार्य का अर्थ मिल जाएगा, तथा तुम अन्य राष्ट्रों और युगों के बारे में सही दृष्टिकोण अपना सकोगे।''

और जानकारी के लिए पढ़ें :

1. डेविड कैसिडी लिखित आइंस्टीन एंड आवर वर्ल्ड, अटलांटिक हाई लैंड्स, एन.जे. : ह्युमिनिटीज़ प्रेस, सन् 1995
2. अल्बर्ट आइंस्टीन : ए बॉयग्राफी, लेखक : अलब्रेक्ट फाल्सिंग, न्यूयार्क : वाइकिंग, सन् 1997
3. आइंस्टीन : ए सेंटेनरी वाल्युम, संपादक ए.पी. फ्रेंच, कैंब्रिज : हार्वर्ड युनिवर्सिटी प्रेस, सन् 1997
4. आइंस्टीन्स ड्रीम्ज़, लेखक – एलैन लाइटमैन, न्यूयार्क : पैंथेआन, सन् 1993
5. सबल इज़ द लार्ड......'' : द साइंस एंड द लाइफ ऑफ अलबर्ट आइंस्टीन – लेखक–अब्राहम पायस, न्यूयार्क : आक्सफोर्ड युनिवर्सिटी प्रेस, सन् 1982
6. आइंस्टीन, लेखक – जेरेमी बर्नस्टीन, न्यूयार्क : वाइकिंग, सन् 1973
7. अलबर्ट आइंस्टीन : हिस्टारिकल एंड कल्चरल परस्पेक्टिव, दसेंटेनियल सिंपोजियम इन जेरुसलेम, संपादक – जेराल्ड होल्टॉन और येहूदा एल्काना, प्रिंसटन, प्रिंसटन युनिवर्सिटी प्रेस, सन् 1982
8. अंडरस्टैंडिंग रिलेटिविटी : ओरिजिन एंड – इंपैक्ट ऑफ ए साइंटिफिक रिवोल्युशन, लेखक स्टैनली गोल्डबर्ग, कैंब्रिज, एम.ए. : बिर्क हाउज़र, सन् 1984
9. आइंस्टीन ऑन पीस, संपादक और अनुवादक – ऑटो नाथन और हेंइज नोर्डन, न्यूयार्क शाकेन बुक्स, सन् 1960
10. आइंस्टीन्स मिरैकुलस ईयर : फाइव पेपर्स दैट चेंज्ड द फेस ऑफ फिजिक्स, संपादक – जॉन स्टैकेल, प्रिंस्टन, एन.जे. : प्रिंस्टन यूनिवर्सिटी प्रेस, सन् 1998
11. द इवाल्युशन ऑफ फिजिक्स : द ग्रोथ ऑफ आइडियाज़ फ्राम अर्ली कंसेप्ट्स टु रिलेटिविटी एंड क्वांटा, लेखक – अलबर्ट आइंस्टीन और लिओपोड इनफेल्ड, न्यूयार्क : साइमन एंड स्कस्टर, सन् 1938
12. आइडियाज़ एंड ओपिनियंस, लेखक – अलबर्ट आइंस्टीन, संपादक – कार्ल सीलिंग, अनुवाद – सोनजा बर्गमैन (सन् 1952), न्यूयार्क : क्राउन 1984 (पुनर्प्रकाशन)
13. आउट ऑफ माई लैटर ईयर्स, लेखक – अलबर्ट आइंस्टीन, न्यूयार्क : फिलॉसाफिकल लाइब्रेरी, सन् 1950
14. रिलेटिविटी: द स्पेशल एंड द जनरल थिअरि – लेखक – अलबर्ट आइंस्टीन, अनुवाद – राबर्ट डब्यू लासन, सन् 1916, न्यूयार्क : बोनॉज़ा बुक्स, सन् 1952
15. द क्वोटेबल आइंस्टीन, संपादन – एलिस कैलिप्रस, प्रिंसटन, एन.जे : प्रिंसटन युनिवर्सिटी प्रेस, सन् 1966
16. द रिलेटिविटी एक्सप्लोजन – मार्टिन गार्डनर, न्यूयार्क : विंटेज बुज़, सन् 1976 (पुनर्प्रकाशन)
17. द इन्वेंटेड युनिवर्स : द आइस्टीन – डे सिटर कंट्रोवर्सी (सन् 1916–17) एंड द राइज ऑफ रिलेटिविस्टिक काज़्मॉलज़ि पियरे कसावर्ग, न्यूयार्क, आक्सफोर्ड प्रेस, सन् 1989
18. आइंस्टीन एंड द ह्युमिनिटीज़, संपादक – डेनिस पी. रियान, न्यूयार्क : ग्रीनवुड प्रेस, सन् 1987
19. आइंस्टीन इन अमेरिका : द साइंटिस्ट्स कांशंस इन द एज ऑफ हिटलर एंड हिरोशिमा जैमी सेन, न्यूयार्क : सन् 1985

• • •

संपादक के नाम पत्र

ड्रीम 2047 पत्रिका में हर वर्ग के लिए जानकारी उपलब्ध रहती है और सबसे अच्छी बात तो मुझे यह लगती है कि यह पत्रिका हिन्दी और अंग्रेजी दोनों भाषाओं में प्रकाशित होती है। इससे अंग्रेजी भाषा का ज्ञान भी बढ़ता है। ड्रीम 2047 के दिसम्बर 2002 अंक में अद्भुत कृमि (गोल कृमि) के बारे में बहुत ही अच्छी जानकारी थी। साथ ही आचार्य 'रे' का जीवन वृत्त और डिजिटल टेलिविजन के बारे में बहुत ही अच्छी जानकारी थी।

उमाकांत
मुहल्ला, बड़ा कुंआ, ग्राम+पोस्ट बाघरा, मुजफ्फर नगर, उ.प्र.

विज्ञान प्रसार की मासिक पत्रिका 'ड्रीम 2047' का दिसम्बर 2002 अंक प्राप्त हुआ। ''लोकप्रिय विज्ञान लेखन इतना अलोकप्रिय क्यों?'' सम्पादकीय विचारोत्तेजक है। वाकई यह बिडम्बना ही है कि वर्षों के प्रयास के बावजूद विज्ञान लेखकों की संख्या काफी कम है। आपकी चिन्ता जायज है। 'विज्ञान का इतिहास' अद्भुत कृमि, डिजिटल टेलीविजन की विस्तृत जानकारी, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की अभिनव उपलब्धियां के अंतर्गत दी गयी जानकारी काफी ज्ञानवर्द्धक है जिसके कारण अंक संग्रहणीय बन पड़ा है।

शंकरानंद 'क्रांति'
चित्रगुप्त नगर, खगड़िया, पिन – 851204

आपकी पत्रिका ''ड्रीम 2047'' मुझे हाल में ही मिलना प्रारंभ हुई है। आपका प्रयास प्रशंसनीय है। फिर भी इस पत्रिका को रोचक बनाने के संबंध में एक छोटा सा सुझाव है : नोबेल पुरस्कार जब से प्रारंभ हुआ तब से लेकर अब तक के विजेताओं के जीवन वृत्त तथा पुरस्कार प्राप्त करने के अवसर पर दिए गए उनके भाषण को यदि क्रमवार प्रस्तुत किया जा सके तो यह एक बड़ी सेवा होगी।

प्रेम शंकर दुबे
टेक्नीकल ऑफिसर, केमिकल इंजीनियरिंग विभाग
बनारस हिन्दू विश्वविद्यालय, वाराणसी 221005

डिजिटल कनवर्जेन्स

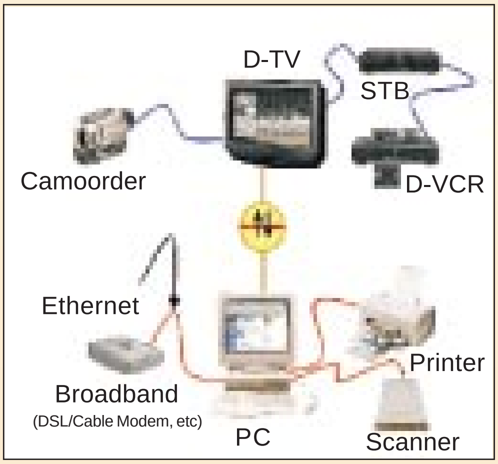
❑ किंकिणी दासगुप्ता मिश्रा

इसमें कोई आश्चर्य नहीं, जब आप जल्दी ही अपने ई–मेल को देखने और अपनी फिल्मों को पढ़ने में सक्षम हो सकेंगे। कनवर्जेन्स की नयी तकनीक द्वारा टेलीविजन देखने, इंटरनेट शॉपिंग करने, चित्र लेने, बच्चों के साथ खेलने, चित्र बनाने के नये विस्मयकारी विकल्प संभव हो गये हैं।

डिजिटल कम्युनिकेशंस प्रौद्योगिकी, कम्प्यूटिंग और डिजिटल मीडिया का मिश्रित रूप डिजिटल कनवर्जेन्स कहलाता है। यह व्यक्तियों और संगठनों के आपसी सहयोग करने व सूचनाओं के आदान–प्रदान के तरीके को पुनर्निर्धारित कर रहा है। श्रव्य, दृश्य, एनिमेशन, आवास और मीडिया के अन्य प्रकार ने विद्यमान डिजिटल संचार में वृद्धि की है और मानवीय अन्योन्यक्रिया के नये रूपों को समर्थ बनाया है। यह संचार का एक नया प्लेटफॉर्म है जो न केवल हमारे व्यवसाय करने के तरीके बल्कि हम किस तरह से सीखते हैं और अपना मनोरंजन ठीक से करते हैं, इन सबको बदल देगा।

सूचना प्रौद्योगिकी में कनवर्जेन्स शब्द का मतलब होता है – पर्सनल कम्प्यूटर, दूरसंचार और टेलीविजन को संयुक्त कर प्रयोगकर्ता के लिए एक ऐसे माध्यम में परिवर्तित करना जो प्रत्येक के लिए सुगम हो। इस प्रकार कनवर्जेन्स का मतलब दूरसंचार अवसंरचना को एक साथ लाना है ताकि केबल टेलीविजन, बुनियादी टेलीफोन सेवाओं और इंटरनेट सुलभ सेवाओं को एकल अवसंरचना के रूप में प्रदान किया जा सके।

1990 में वर्ल्ड वाइड वेब को अपनाने के साथ ही डिजिटल कनवर्जेन्स युग की शुरुआत हुई। वेब ही डिजिटल कनवर्जेन्स प्रौद्योगिकी का आधार है। इस परिघटना के पहले चरण में वैश्विक अन्योन्य क्रिया व सूचना भागीदारी की दुनिया में इंटरनेट ने मुख्य स्थान ले लिया है, जिसमें टेक्स्ट व चित्रों के नैरोबैंड आदान–प्रदान पर बल दिया गया है। वेब, ई–मेल और डाटा बेस डिजिटल कनवर्जेन्स के इस चरण की आधारभूत प्रौद्योगिकी हैं। अगला चरण दो प्रौद्योगिकीय विशेषताओं द्वारा अभिलक्षणित किया गया है – समृद्ध माध्यम (श्रव्य, दृश्य, एनीमेशन इत्यादि) और मोबाइल इंटरनेट एक्सेस – जिसने हमारे जीवन में कन्वर्जेन्स प्रौद्योगिकी के प्रभाव में उल्लेखनीय वृद्धि का भरोसा दिलाया है।



पर्सनल कम्प्यूटर, इंटरनेट के व्यापक उपयोग के बढ़ते जाने से नेटवर्क केंद्रित कम्प्यूटिंग का विकास हो रहा है। इसके अतिरिक्त बेतार संचार प्रौद्योगिकी के तीव्र विकास और दूरसंचार के वैश्विक सुधार ने उपभोक्ताओं, घरों व कार्यालयों द्वारा नेटवर्क संचार व नेटवर्क प्रौद्योगिकी के विकास को त्वरित किया है। दूसरे शब्दों में हम कह सकते हैं कि डिजिटल कनवर्जेन्स उद्योगों में तीन बड़े क्षेत्रों सूचना, संचार और उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिक्स का एकीकरण है। इसने अंतिम उपयोग अनुकूल सूचना उपकरणों (आई.ए.) और इंटरनेट उपकरण प्रणाली के निर्माण को बढ़ावा दिया हे। इसके अतिरिक्त नेटवर्क मेरुदंड के हिस्सों का विभिन्न प्रौद्योगिकियों में विलय किया जा सकेगा जैसे सार्वजनिक सेवा टेलीफोन नेटवर्क (पी.एस.टी.एन.), प्रसारण टेलीविजन, केबल टेलीविजन (सी.ए.टी.वी.) और बेतार नेटवर्क। इससे सभी स्वतंत्र नेटवर्क से जुड़े एक वैश्विक वेब लिंग और वेब पर विभिन्न हार्डवेयर व सॉफ्टवेयर प्रौद्योगिकियों के कनवर्जेन्स को बढ़ावा मिलेगा। इंटरनेट और डिजिटल कनवर्जेन्स प्रौद्योगिकी के विस्तार के द्वारा एकीकरण एक प्रमुख प्रवृत्ति बन गयी है और यह एक उल्लेखनीय प्रौद्योगिकी व औद्योगिक क्रांति की ओर बढ़ रही है।

ध्वनि व डाटा नेटवर्क का फायदा यह है कि यह संपूर्ण नेटवर्क के नवाचार व विकास में गुणोत्तर त्वरण उत्पन्न कर रहा है जैसे पैकेट – स्विचिंग प्रौद्योगिकी से यह सुविधा होती है कि ध्वनि संचार को डाटा नेटवर्क पर प्रसारित किया जा सकता है। यह बदले में लागत में उल्लेखनीय बचत करता है, सूचना तक पहुंच को सुविधाजनक बनाता है, जोड़ से जोड़ तक के संयोजन को आसान बनाता है और नयी वृद्धिमान सेवाओं के विकास के लिए उत्प्रेरक का कार्य करता है।

एक स्तर पर वाइस–ओवर–इंटरनेट–प्रोटोकॉल (वी.ओ.आई.पी.) में कम्प्यूटिंग व टेलीफोनी में कनवर्जेन्स देखा जा सकता है। अधिकांश कम्प्यूटर उपयोगकर्ताओं को अब वी.ओ.आई.पी. की जानकारी हो चुकी है जिसके उपयोग से लोग इंटरनेट के द्वारा बहुत कम खर्च में लंबी दूरी तक बातचीत कर रहे हैं। साधारणतया कनवर्जेन्स का मतलब है एक सकल अधोसंरचना के आर–पार ध्वनि व डाटा नेटवर्क को एकीकृत करना। वी.ओ.आई.पी. एक कन्वर्ज्ड नेटवर्क के ऊपर ध्वनि यातायात (टेलीफोन काल) के प्रसारण के लिए इंटरनेट प्रोटोकॉल का उपयोग करता है। वी.ओ.आई.पी. एक उभरती हुई प्रौद्योगिकी है जिसके द्वारा टेलीफोन काल, फैक्स अथवा पेजिंग को एक विद्यमान आई.पी. डाटा नेटवर्क टोपोलॉजी पर वाहित किया जाता है। परंपरागत रूप से ध्वनि व डाटा अलग–अलग नेटवर्क पर वाहित किये जाते थे जो ध्वनि व डाटा यातायात की अलग–अलग विशेषताओं के अनुकूल होता था। प्रौद्योगिकी की उन्नति के साथ ही अब यह संभव हो गया है कि ध्वनि व डाटा को एक ही नेटवर्क पर वाहित किया जा सके जबकि ध्वनि व डाटा के द्वारा विभिन्न विशेषताओं के लिए कैटरिंग की अब भी जरूरत होती है। इससे नया केबल लगाये बिना नये ध्वनि संचार उत्पादों को जोड़ने की सुविधा प्राप्त होती है।

अगले पांच से दस वर्षों के दौरान ध्वनि यातायात के डाटा नेटवर्क पर स्थानान्तरण में वृद्धि होगी और परंपरागत नेटवर्क साधारण रूप से लुप्त हो जाएगा। इसके फलस्वरूप कनवर्जेन्स तीन भूमिकाएं निभाएगा :

- परंपरागत ध्वनि व डाटा नेटवर्क के बीच एक अंतराफलक प्रदान करेगा
- ध्वनि व वीडियो प्रसारण के लिए डाटा नेटवर्क में सुधार करेगा (सेवा की गुणवत्ता)
- विभिन्न सुलभ नेटवर्क को कनेक्टिविटी प्रदान करेगा (वायरलेस, डी.एस.एल. केबल, सैटेलाइट)

भारत विशेषकर कनेक्टिविटी के लिहाज से कम से कम महानगरों में, पश्चिमी देशों से बहुत पीछे नहीं है। केबल द्वारा नेट कनेक्शन लेने वालों की

संख्या बढ़ती जा रही है जो उन्हें कनवर्जेन्स के संचालन के लिए बैंडविड्थ प्रदान करता है। इसकी लागत भी बहुत अधिक नहीं होती, यह लगभग 1500 रुपए प्रति महीना पड़ता है और दिल्ली के कुछ क्षेत्रों में सिर्फ 800 रुपए प्रति महीना है और नियमित मोडेम की तुलना में इसकी गति 10 से 12 गुना अधिक होती है।

हालांकि कनवर्जेन्स सिर्फ साधारणतया प्रौद्योगिकी का मुद्दा नहीं है बल्कि संस्कृति व जीवन शैली का मुद्दा भी है। साधारणतया टी.वी. कहने पर सिर्फ दृश्य माध्यम का ही बोध होता है और जब तक आप चैनल सर्फिंग न करें यह इंटरैक्टिव नहीं होता। यह प्राथमिक रूप से मनोरंजन व समाचार पर आधारित होता है। इन दिनों बड़ी–बड़ी स्क्रीनों वाले टी.वी. आते हैं जिन्हें चलाना आसान होता है।

दूसरी तरफ, पर्सनल कम्प्यूटर अपने ग्राफिकल यूजर इन्टरफेस (जी. यू.आई.) के होते हुए भी अधिक टेक्स्ट ओरियंटेड, उच्च इंटरैक्टिव और व्यवसाय व शिक्षा की जरूरतों के प्रति अभिमुख होते हैं। अधिकांशतः कम्प्यूटर स्क्रीन काफी छोटे होते हैं और टी.वी. सेट की बजाय इनके उपयोग में अधिक बुद्धिमत्ता की जरूरत होती है।

वेब टी.वी. कनवर्जेन्स का एक अच्छा उदाहरण हैं, इसमें एक साधारण फोन लाइन के द्वारा एक सेट टॉप बॉक्स के साथ थोड़े से परिवर्तित टी.वी. सेट पर वर्ल्ड वाइड वेब उपलब्ध होता है और कुछ हद तक इंटरएक्टिविटी भी उपलब्ध होती है। टी.वी. के लिए निर्मित कई ऐसे इंटरैक्टिव खेल हैं जिन्हें इंटरनेट पर भी खेला जा सकता है। एन.बी.सी. जैसी प्रसारण कंपनियों ने टी.वी. कार्यक्रमों के लिए माइक्रोसॉफ्ट जैसी कम्प्यूटर कंपनियों के साथ समझौता किया है। इसमें कोई आश्चर्य की बात नहीं है कि हम बिना प्रतीक्षा के जब चाहें, जो चाहें कार्यक्रम देख सकते हैं।

बहुत से वेबसाइट पर आप वीडियो सामग्री भी देख सकते हैं। यह इसका दूसरा उपयोग है और अगले चरण में स्ट्रीमिंग वीडियो उपलब्ध होगा जिसके द्वारा सीधा प्रसारण हो सकेगा। हालांकि यह सिर्फ एक पहलू है। इसका उद्देश्य मनोरंजन, सूचना और नेटवर्क होम शापिंग/ई–कॉमर्स सेवाओं को संयुक्त करना है। स्ट्रीमिंग मीडिया एक ऐसी प्रौद्योगिकी है जिसके द्वारा एक वेबपेज से ऑडियो व वीडियो फाइल खेला जा सकता है। तात्कालिक प्ले बैक के लिए आप सीधे वेब सर्वर से ऑडियो या वीडियो फाइल देख सकते हैं।

कनवर्जेन्स की तीव्र वृद्धि में सबसे बड़ी बाधा यह है कि केबल प्रदाता व व्यक्तिगत गृहस्वामियों दोनों के द्वारा घरों में इस प्रकार की केबल टी.वी. लगाने के लिए भारी पूंजी की आवश्यकता होती है। इस प्रकार यह उन्हीं क्षेत्रों तक सीमित होता है, जहां इसकी भारी मांग होती है। अतः यह कुछ क्षेत्रों में ही उपलब्ध है। निश्चित रूप से यह इसकी एक सीमा है, लेकिन एक समय के बाद और बढ़ती मांग को आसानी से पूरा किया जा सकता है। संक्षेप में कहें तो बेहतर सेवाएं और अधिक सेवा–अभिमुख कार्य उपलब्ध होंगे। इस प्रकार यदि आपको एक सेवा की जरूरत है तो इसके लिए एक उपकरण की जरूरत होगी जो आपके लिए वह सेवा निष्पादित करेगा।

यद्यपि हाल के दूरसंचार सुधारों से किफायती स्तर पर बैंडविड्थ की अधिक मात्रा उपलब्ध हुई है लेकिन हम कनवर्जेन्स के लिए पर्याप्त रूप से तैयार नहीं हैं, अभी इस दिशा में बहुत काम करने की आवश्यकता है। मल्टीमीडिया अनुप्रयोगों के लिए सामग्री के निर्माण और उसे अपनाने की जरूरत है जो कनवर्जेन्स पदार्थ को समृद्ध करेगा।

कई भारतीय कंपनियां रचनात्मक प्रतिभाओं को प्रशिक्षण देने के लिए तैयार हुई हैं। वे ऐसी मल्टीमीडिया सामग्री बनाएंगे जिसमें टेक्स्ट, वीडियो व ध्वनि का संयोजन होगा और काफी हद तक इंटररैक्टिविटी भी होगी, जिसके द्वारा कनवर्जेन्स का पूरा उपयोग किया जाएगा। कनवर्जेन्स के क्षेत्र में भारत की सबसे बड़ी सुविधा यह है कि यहां दूरसंचार का ढांचा नवीनतम है और लोगों की ग्रहणशीलता भी अच्छी है। विगत कुछ वर्षों में कम्प्यूटर का उपयोग काफी तेजी से बढ़ा है और बैंडविड्थ भी बढ़ा है और सस्ता हुआ है।

समग्र दृष्टिकोण से विभिन्न प्रौद्योगिकियों को एक एकल विकास मार्ग में विलय करने की प्रवृत्ति में निम्न विशेषताएं होंगी :

- प्रौद्योगिकी कनवर्जेन्स के परिणामस्वरूप विभिन्न प्रकार के प्रसारण व संयोजी माध्यमों को एक साथ लाया जा सकेगा जैसे प्रसारण व केबल टेलीविजन, सैटेलाइट संचार, डिजिटलीकरण, इंटरैक्टिविटी एरिया नेटवर्क इत्यादि। इससे मल्टीमीडिया, डिजिटलीकरण, इंटरैक्टिविटी की उच्च मात्रा और तकनीकी विकास में उपयोगकर्ताओं की भागीदारी को बढ़ाने में सहायता मिलेगी। इस प्रकार के विकास में मनोरंजन, मांग आपूर्ति, उच्च गुणवत्ता की सामग्री और व्यापक उपयोगिता पर बल दिया जाएगा। इन सभी विकास कार्यों के परिणामस्वरूप अधिक एकीकृत मीडिया और नेटवर्क का विकास होगा। तीन प्रौद्योगिकियों के पूर्ण एकीकरण में अत्यधिक उन्नत, जटिल विज्ञान व प्रौद्योगिकी का उपयोग किया जाएगा।
- कनवर्जेन्स प्रौद्योगिकी अंतर्राष्ट्रीय समुदाय के सदस्यों के बीच दूरी को सीमित कर देगी। लोगों के आपसी संपर्क में वृद्धि होगी, जबकि दूरी की समस्या कम से कम हो जाएगी। इन परिस्थितियों में घरेलू प्रौद्योगिकी और उद्योगों की अंतर्राष्ट्रीय प्रतिस्पर्धा में वृद्धि करना आवश्यक होगा। एकीकरण प्रौद्योगिकी और उत्पादों पर नियंत्रण के द्वारा एक देश वैश्विक समुदाय से संपर्क करने के लिए डाटा नेटवर्क शापिंग अनुप्रयोग इसका अच्छा उदाहरण है। वर्तमान कानूनों व विनियमों में संशोधन कर उन्हें एकीकरण के अनुकूल बनाने की आवश्यकता है। उदाहरणस्वरूप इंटरनेट शापिंग से संबंधित अधिकारों व हितों को परिभाषित करने वाले विनिमय स्थापित करने की जरूरत है।
- कनवर्जेन्स प्रौद्योगिकी व उद्योग के विकास से समाज के सभी स्तरों पर सूचना के प्रसार में सुविधा होगी। प्रौद्योगिकी के विलय से प्रौद्योगिकी व मानवता को साथ–साथ कार्य करने की प्रेरणा मिलेगी और विकास का सामाजिक दुष्प्रभाव कम होगा। सामाजिक समस्याओं में भी कमी की जा सकेगी।
- कनवर्जेन्स की मात्रा बढ़ने से उपभोक्ताओं की मांग की पूर्ति के लिए बड़ी संख्या में डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक उत्पाद तैयार किये जा रहे हैं। इन नये उत्पादों ने परंपरागत सूचना, संचार और उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिक उद्योग के बीच की सीमाओं को तोड़ दिया है। यह स्पष्ट है कि भविष्य में परंपरागत अपसारी अनुप्रयोगों को एकीकृत करने वाले एकल उत्पाद विश्व बाजार में उपभोक्ता इलेक्ट्रॉनिक्स की एक नयी मुख्यधारा में वृद्धि करेंगे।

स्रोत :

1. डिजिटल कन्वर्जेन्स टेक्नोलॉजी - www.itb.hu
2. 3 C इन्टीग्रेशन टेक्नोलॉजी एण्ड इंडस्ट्रीज़
3. ट्रिब्यून इंडिया
4. आई.सी.सी.एम. साप्ताहिक का संपादकीय, फरवरी 7, 2002 – 'कन्वर्जेन्स एहेड'

• • •

पाई का बनना

❑ रिन्टू नाथ

इस बार मैंने ईस्टर का समारोह बहुत अच्छी तरह मनाया। ईस्टर वाले रविवार को हमारे परिवार के सभी लोग पड़ोस के सैमुअल अंकल के घर पहुंचे तथा उन्हें और उनके परिवार को ईस्टर की बधाई दी। इस अवसर को मनाने के लिए सैमुअल अंकल ने हमारे सामने ढेर सारे पकवान लाकर रखे। उसमें आठ या दस प्रकार के स्वीट डिश, एपल पाई, ब्रेड, केक, चार प्रकार के आइसक्रीम और अन्य कई पदार्थ थे। उन स्वादिष्ट पकवानों और मित्रतापूर्ण जमावड़े के साथ मैंने शाम के उत्सवपूर्ण माहौल का खूब आनन्द लिया।

हम रात को लगभग 8 बजे घर लौटे। मैंने अगले दिन के स्कूल के लिए अपना होमवर्क पूरा कर लिया था। अतः मैंने अगले दिन के लिए अपना स्कूल बैग तैयार कर लिया और अपने अंकल के पास ड्राइंग रूप में चला गया।

'प्रिय गोगोल, मैं समझता हूं कि तुमने उन स्वीट डिशों का खूब स्वाद लिया' अंकल ने मुस्कराते हुए कहा।

'वे वास्तव में स्वादिष्ट थे। क्यों? मैंने थोड़ा लज्जित होते हुए कहा।

'वास्तव में वे स्वादिष्ट थे' अंकल ने कहा, 'अतः अब मैं खाने पर तुम्हारे सामने एक पहेली रखता हूं।'

'यह पहेली उतनी ही अच्छी होगी जितना कि वे स्वादिष्ट खाद्य पदार्थ थे', मैंने कहा।

'मैं तुम्हें एक गूढ़ संकेत दे रहा हूं : **संपूर्ण खाद्य पदार्थ',** अंकल ने कहा।

'मैं समझता हूं कि पार्टी में उपलब्ध सभी खाद्य पदार्थ अपने आप में संपूर्ण थे', मैंने कहा।

'ठीक है, इसमें कोई संदेह नहीं कि सभी खाद्य पदार्थ अपने आप में संपूर्ण थे, लेकिन **एपल–पाई** संपूर्ण खाद्य पदार्थ था। तुम जानते हो क्यों?

'नहीं, मेरे पास कोई संकेत नहीं है।'

'मैं समझता हूं कि इसमें कोई संदेह नहीं है कि एपल–पाई ही वह खाद्य पदार्थ है जिसका इस शाम तुमने खूब स्वाद लिया।'

'लेकिन इसे संपूर्ण खाद्य पदार्थ क्यों माना जाएगा?'

'अनौपचारिक अंग्रेजी के प्रयोग में एपल–पाई शब्द का मतलब सम्पूर्ण या परिशुद्ध होता है। उदाहरणस्वरूप : **पुट द बुक इन द सेल्फ इन एपल–पाई ऑर्डर।'**

अब मैं समझा।'

'यह उदाहरण भी पिछले उत्तर से कुछ संबंधित होगा। इसे और आसान होना चाहिए : टेक द एंड ऑफ चार्ट नंबर।'

'हम पाइ के बारे में बातचीत कर रहे हैं, अतः यह पाई चार्ट से संबंधित होना चाहिए।'

'अतः यदि तुम पाई चार्ट का अंतिम बिंदु लो तो तुम कौन–सी संख्या प्राप्त करोगे?'

'हां, यह पाई होगा, मैं जानता हूं यह एक ऐसी संख्या है जिसे ग्रीक प्रतीक π से व्यक्त करते हैं और जिसका मान 22/7 के बराबर होता है।'

अंकल ने मुस्कराते हुए मुझे देखा, वे मेरे त्वरित जवाब से थोड़े निराश लग रहे थे।

'प्रिय गोगोल, यदि तुम कहते हो कि पाई 22/7 के बराबर होता है तो वास्तव में तुम एक गलत कथन कह रह हो।'

'यानी पाई 22/7 के बराबर नहीं है........'

'यदि तुम यह मानते हो कि पाई का मान 22/7 के बराबर होता है तो तुम पाई के वास्तविक मान में 0.0004 गुना की त्रुटि कर रहे हो।'

'तो पाई का मान क्या होना चाहिए?' मझे आश्चर्य हुआ।

'पाई का वास्तविक मान बताने से पहले मुझे यह बताओ कि पाई द्वारा व्यक्त ज्यामितीय धारणा क्या होती है?'

'पाई (π) किसी वृत्त की परिधि और व्यास का अनुपात होता है।'

'बहुत अच्छे। अथवा दूसरे शब्दों में भी तुम इसे किसी वृत्त के क्षेत्रफल तथा वृत्त की त्रिज्या के वर्ग के अनुपात के रूप में व्यक्त कर सकते हो। लेकिन रोचक बात यह है कि काफी समय पूर्व गणितज्ञ यह सोचते हैं कि वे दोनों मान भिन्न–भिन्न हैं।'

'पाई के मान की गणना के पीछे भी कोई कहानी है', मुझे रुचि हुई।

'सचमुच, इसके पीछे एक लंबी कहानी है', अंकल ने जोर दिया।

'मुझे इसके बारे में कुछ बताएं', मैं अंकल से कहानी सुनने का विरोध नहीं कर सका।

'ठीक है, यह तथ्य युगों से ज्ञात है कि किसी वृत्त की परिधि और व्यास का अनुपात स्थिरांक होता है। हालांकि, यह अब भी एक रहस्य है कि पाई जैसे किसी प्रतीक का उल्लेख पहली बार कब हुआ। सर्वाधिक संभावना यह है कि 1650 ईसा पूर्व में ही मिश्र वासियों ने पपीरस पत्र पर अपने लेखन में इस स्थिरांक का उल्लेख किया था। निश्चित रूप से उस समय इसका उल्लेख आज की तरह पाई के रूप में नहीं हुआ था, लेकिन उन्होंने एक स्थिरांक का अनुमानित मान रखते हुए एक वृत्त के क्षेत्रफल का उल्लेख किया था जिसे आज हम पाई के नाम से जानते हैं। इस बात के प्रमाण है कि इस स्थिरांक के मान के लिए 256/81 (जो कि 3.16 के बराबर है) का प्रयोग किया गया था। लगभग इसी समय बेबीलोन के निवासियों ने इस स्थिरांक के मान के लिए 25/8 (जो 3.125 के बराबर है) का प्रयोग किया। बाइबिल में भी इस स्थिरांक का उल्लेख किया गया है और इसका मान 3 लिखा गया है।'

'प्रारंभिक समय में ज्यामिति काफी उन्नत थी और पाई की अवधारणा स्वयं ज्यामिति से उत्पन्न हुई थी। अतः कुछ लोगों ने ज्यामितीय धारणा से पाई के मान की गणना करने का प्रयास किया होगा।'

'आर्कमिडीज ने संभवतः 200 ईसा पूर्व में पाई की पहली सैद्धांतिक गणना प्रस्तुत की। लेकिन एक बार में पुनः तुम्हें याद दिलाता हूं कि यद्यपि यहां हम पाई शब्द का प्रयोग कर रहे हैं लेकिन तुम्हें यह ध्यान रखना चाहिए कि 18 वीं शताब्दी की शुरुआत तक इसे विशिष्ट ग्रीक प्रतीक 'π' के द्वारा नहीं व्यक्त किया जाता था।'

'ठीक है, मैं यह समझ गया। लेकिन अंकल, मुझे एक छोटा प्रश्न पूछना है। क्या यह आर्कमिडीज वही व्यक्ति हैं जिनसे द्रवस्थैतिकी का आर्कमिडीज सिद्धांत संबंधित है?

'हां। आर्कमिडीज कई विशेषताओं वाले व्यक्ति थे। ज्यामिति के क्षेत्र में कई उत्कृष्ट कार्य करने के अलावा उन्होंने कई मशीनों का आविष्कार किया और द्रवस्थैतिकी तथा संख्या पद्धति में सिद्धांतों का विकास किया।'

'तो आर्किमिडीज ने पाई का मान कितना अनुमानित किया था?'

'उन्होंने कहा था कि इस स्थिरांक का मान 223/71 और 22/7 के बीच होना चाहिए। रोचक बात यह है कि उन्होंने पाई का वास्तविक मान जानने का दावा नहीं किया, इसके बजाय उन्होंने उस सीमा का उल्लेख किया जिनके बीच पाई का मान होता है।'

'आर्किमिडीज ने इतने समय पहले ही उल्लेख कर दिया था कि पाई का मान 22/7 के बराबर नहीं होता।'

'वास्तव में उन्होंने ऐसा ही किया। आर्किमिडीज के कथन के अनुसार यदि तुम उच्च और निम्न सीमा के मान का औसत लो और इसे दशमलव बिंदु में बदलो तो तुम्हें मान के रूप में 3.1418 प्राप्त होगा जिसमें पाई के मान के बारे में निश्चित नहीं था।'

'तुम्हें याद रखता चाहिए कि जब आर्किमिडीज ने उक्त सीमा निर्धारित की तो उस समय तक बीजगणित या त्रिकोणमिति की कोई अवधारणा नहीं थी। न ही दशमलव संख्या पद्धति अस्तित्व में थी। अतः उन्होंने वृत्त व नियमित बहुभुज का प्रयोग करते हुए भिन्न के पद में अपने कथन को व्यक्त करने के लिए शुद्ध ज्यामिति का प्रयोग किया।

'वास्तव में यह एक महान् उपलब्धि थी!'

'वास्तव में इतिहासकारों ने यह पाया कि कई शताब्दियों तक कोई भी गणितज्ञ आर्किमिडीज के पद्धति में सुधार करने में समर्थ नहीं हो सका। कई व्यक्तियों ने यथार्थ अनुमानों के लिए बहुभुजीय मापन की उनकी सामान्य पद्धति का उपयोग किया। रोचक बात यह है कि आर्किमीडिज ने ही पहली बार यह बताया कि दोनों अनुपात जिनका हमने पाई के मान के लिए वर्णन किया है (1. वृत्त के परिधि व व्यास का अनुमान 2. वृत्त के क्षेत्रफल व त्रिज्या के वर्ग का अनुपात) समान मान निर्धारित करते हैं।

'क्या किसी अन्य गणितज्ञ ने इस मान में सुधार किया?'

'150 ईस्वी में मिस्र के अलैक्जेंड्रिया में रहने वाले यूनानी खगोलविद् टालमी ने पाई के मान के अनुमान के लिए एक नियमित 360 बहुभुज का उपयोग किया और आर्कमिडीज की ही पद्धति का उपयोग किया। उन्होंने एक संख्या $3+8/60/30/60^2$ प्राप्त की जिसे यदि दशमलव के पद में व्यक्त करें तो 3.1416666 प्राप्त होता है। यह दशमलव के तीन स्थान तक शुद्ध है।'

'क्या किसी अन्य व्यक्ति ने आर्किमिडीज के पद्धति का उपयोग किया?'

'पांचवीं शताब्दी में चीनी गणितज्ञ सु शुंग ने आर्किमिडीज की पद्धति के एक रूप का प्रयोग करते हुए पाई का मान 355/113 प्रदान किया जो कि वास्तव में 3.1415926 और 3.1415927 के बीच था। पाई का यह मान 7 अंकों तक सही था और अगले हजार वर्षों तक यूरोप के गणितज्ञ इससे बेहतर मान नहीं प्रदान कर सके।'

'इस बारे में हमारे भारतीय गणितज्ञों ने क्या किया?'

'आर्यभट ने 384 किनारों वाले बहुभुज का प्रयोग करते हुए पाई के मान की गणना की और उसे 62832/2000 के रूप में रखा जो कि 3. 1416 के बराबर है और दशमलव के चार स्थानों तक सही था। इसके बाद ब्रह्मगुप्त, जिन्होंने दुनिया को शून्य की संचालनात्मक धारणा प्रदान की, पाई का मान 10 के वर्गमूल के बराबर बताया जो कि दशमलव के केवल एक स्थान तक शुद्ध था।'

'अन्य किसी भारतीय गणितज्ञ ने पाई का मान निकालने का प्रयास नहीं किया........'

'1400 ईस्वी के दौरान एक अन्य गणितीय प्रतिभा कोचीन निवासी माधव ने पाई के मान की गणना के लिए एक शृंखला का प्रयोग किया। उन्होंने निम्न शृंखला का प्रयोग किया :

$$\pi/4 = 1-1/3 + 1/5 - ...$$

और इस शृंखला के द्वारा उन्होंने पाई का आनुमानित मान 3. 14159265359 निर्धारित किया जो कि दशमलव के ग्यारह स्थानों तक सही था। ऐतिहासिक रूप से यह एक महान् उपलब्धि थी क्योंकि उस सयम तक उनके यूरोपीय सहयोगी इस अनुमान से काफी पीछे थे।'

'उस समय पश्चिमी एशिया में भी गणित काफी उन्नत था जैसा कि आप मुझे बता चुके हैं कि किस प्रकार अरबी गणितज्ञों द्वारा शून्य की धारणा ली गयी (ड्रीम 2047 मार्च 2003 अंक देखें)। अतः मैं समझता हूं कि वहां के किसी व्यक्ति ने भी पाई के मान की गणना करने का प्रयास किया होगा।'

'1430 में एक ईरानी गणितज्ञ जमशीद अल–कैशी ने आर्किमिडीज के नियमित बहुभुज सिद्धांत का प्रयोग किया और दशमलव के 14 स्थानों तक पाई के मान का अनुमान लगाया।'

'यूरोपीय गणितज्ञों ने इस संबंध में क्या किया?'

'एक अन्य गणितज्ञ ल्यूडोल्फ वान सीयूलेन ने पाई के मान का अनुमान लगाने के लिए आर्किमिडीज पद्धति का प्रयोग किया। 1956 में वह दशमलव के 35 स्थानों तक पाई का अनुमानित मान निकालने में सफल रहे। सीयूलेन के जीवन के बारे में एक रोचक कहानी है। कहा जाता है कि वह अपने पूरे जीवन भर पाई के मान की गणना में भावप्रवण रूप से लगे रहे। अतः उन्हें श्रद्धांजलि स्वरूप उनकी कब्र के पत्थर पर दशमलव के 35 स्थानों तक पाई का मान उत्कीर्ण किया गया है। जर्मनी में काफी समय तक पाई का 'डाई ल्यूडोल्फशे जहल' या 'ल्यूडोल्फाइन नंबर' कहा जाता था।

'इसका मतलब है कि आर्किमिडीज का तरीका 16वीं शताब्दी तक विद्यमान रहा।'

'सत्रहवीं शताब्दी के लगभग मध्य में जॉन वालिस ने एक वृत्तपाद के क्षेत्रफल के मान का उपयोग करते हुए पाई के मान की गणना के लिए एक तरीके का आविष्कार किया।' इसे सरल शब्दों में इस प्रकार कह सकते हैं, यदि तुम इकाई त्रिज्या वाले एक वृत्त को चार बराबर भागों में विभाजित करो और एक भाग का क्षेत्रफल प्राप्त करो तो एक चौथाई भाग के क्षेत्रफल को पाई/4 के रूप में व्यक्त किया जा सकता है। इस प्रकार तुम पाई का मान आसानी से ज्ञात कर सकत हो।

'आर्किमिडीज प्रणाली से यह भिन्न तरीका है।'

'बिल्कुल ठीक, वास्तव में यह बहुभुज की उपयोग के आर्किमिडीज प्रणाली से भिन्न है। असल में एक अर्थ में यह समाकलन–गणित की अवधारणा के काफी जनदीक है जो कि कुछ समय बाद खोजा गया था। वालिस ने आन्तर–गणन और अधिष्ठापन की एक लंबी शृंखला की और निम्न व्यंजक प्राप्त किया :

$$\frac{\pi}{2} = \frac{2.2.4.4.6.6.8.8...}{1.3.3.5.5.7.7.9...}$$

इसे आमतौर पर वालिस सूत्र के नाम से जाना जाता है।

'इस प्रकार वालिस ने पाई के मान की गणना के लिए अन्य प्रणाली के लिए एक अन्य प्रवृत्ति स्थापित किया।'

'हां कुछ सीमा तक यह सही है। माधव के अलावा वालिस पहले व्यक्ति थे जिन्होंने एक शृंखला की खोज की जिसमें अपरिमेय संख्याएं नहीं होती हैं। यह व्यंजक बहुत आसान है और कोई भी व्यक्ति पाई के अधिक शुद्ध अनुमान के लिए शृंखला को आसानी से विस्तारित कर सकता है। इस विचार का बाद में गणितज्ञों द्वारा उपयोग किया गया जब वे कलन के सिद्धांतों द्वारा अधिक समर्थ हो गये थे।

'कलन के आगमन के बाद 17वीं शताब्दी की गणित में परिवर्तनकारी चरण आया।'

'हां। सत्रहवीं शताब्दी के दौरान न्यूटन व लेब्निज के द्वारा कलन के आविष्कार के बाद पाई के मान की गणना के लिए आर्कमिडीज प्रणाली की जगह पर वालिस द्वारा खोजे गये अनंत शृंखला के व्यंजक का इस्तेमाल किया जाने लगा। इसी दौरान बीजगणित व त्रिकोणमिति की अवधारणा का भी विकास हुआ। इसके अलावा शून्य व दशमलव प्रणाली की अवधारणा ने गणित को काफी उन्नत बनाया। इस प्रकार गणित की इन सभी शाखाओं की सहायता से पाई की समस्या की व्याख्या करने में आसानी हुई।'

'यानी पाई ज्यामिति के घेरे से बाहर निकलकर गणित, बीजगणित, त्रिकोणमिति, कलन और आधुनिक गणित के सभी क्षेत्रों के दायरे में आ गया।'

'हां, तुम बिल्कुल सही हो। उदाहरणस्वरूप बीजगणित, त्रिकोणमिति व कलन की सहायता से यह सिद्ध किया जा सकता है कि :

$$\sin^{-1} x = x + \left(\frac{1\times x^3}{2\times 3}\right) + \left(\frac{1\times 3\times x^5}{2\times 4\times 5}\right) + \left(\frac{1\times 3\times 5\times x^7}{2\times 4\times 6\times 7}\right) + \ldots\ldots$$

यह ग्रेगोरी – लेबनीज का प्रसिद्ध सूत्र है। इस सूत्र में x = 1 रखने पर एक ऐसी श्रृंखला प्राप्त होती है जो हमारे गणितज्ञ माधवन द्वारा बहुत समय पहले ही उपयोग की गयी थी।

$$\tan^{-1} 1 = \frac{\pi}{4} = 1 - \left(\frac{1}{3}\right) + \left(\frac{1}{5}\right) - \left(\frac{1}{7}\right) + \left(\frac{1}{9}\right) \ldots\ldots$$

'वास्तव में यह रोचक है।'

'हालांकि उपरोक्त श्रृंखला की एक कमी यह है कि यह बहुत धीरे–धीरे अभिसरित होता है, अतः दशमलव के दो बिन्दुओं तक पाई के मान की यथार्थतः गणना के लिए इस श्रृंखला को कई सौ पदों तक पूरा करने की आवश्यकता होती है।'

'आइज़क न्यूटन ने भी वालिस के समान अवधारणा का उपयोग करते हुए एक अर्धवृत्त के क्षेत्रफल के अंतर्गत कुछ श्रृंखलाएं निरूपित कीं। उन्होंने कलन व बाइनोमियल थ्योरम का उपयोग करते हुए अधिक परिशुद्ध व्यंजक प्रदान किया। 1665 में पाई के मान की गणना के लिए न्यूटन ने निम्न श्रृंखला का उपयोग किया.......

$$\sin^{-1} x = x + \left(\frac{1\times x^3}{2\times 3}\right) + \left(\frac{1\times 3\times x^5}{2\times 4\times 5}\right) + \left(\frac{1\times 3\times 5\times x^7}{2\times 4\times 6\times 7}\right) + \ldots\ldots$$

यह ज्ञात है कि पाई/6 = $\sin^{-1}(1/2)$

अतः तुम पाई के मान की गणना के लिए x = 1/2 रख सकते हो। उपरोक्त व्यंजक में लगभग 40 पदों को लेते हुए न्यूटन ने पाई के मान की गणना की जो कि दशमलव के सोलह अंकों तक शुद्ध था।

'इस प्रकार कोई भी व्यक्ति x का अन्य मान रखकर पाई का मान अलग तरीके से प्राप्त कर सकता है। उदाहरणस्वरूप यदि हम x = $\sqrt{3}/2$ रखें तों बायीं तरफ पाई/3 होगा।'

'तुम बिल्कुल सही हो। वास्तव में जो कार्य बाद के वर्षों में बहुत से गणितज्ञों ने किया, 1699 में ही अब्राहम शार्प ने ग्रेगरी–लेबनीज श्रृंखला में x का मान $1/\sqrt{3}$ माना। तुम जानते हो कि पाई/6 = $\tan^{-1}(1/\sqrt{3})$

इसलिए वह पाई का मान ज्ञात करने में सफल हुए जो श्रृंखला के लगभग 300 पदों का इस्तेमाल करते हुए दशमलव के 71 स्थानों तक था।'

'क्या इस प्रकार की अन्य श्रृंखलाएं भी हैं?'

'1700 में लियोनहार्ड यूलर ने पाई को शामिल करते हुए कई रोचक श्रृंखलाएं प्रदान कीं। इस प्रकार की कुछ श्रृंखलाओं में (पाई^2/6), (पाई ^{4}/90) जैसे व्यंजक शामिल हैं और वे तेजी से अभिसरित होती हैं। 1706 में मैचिन ने ग्रेगरी–लेबनीज श्रृंखला का एक तेज और तेजी से अभिसरित होने वाला रूप प्रस्तावित किया। उन्होंने निम्न पद का प्रयोग किया :

पाई/4 = $\tan^{-1}(1/5) - \tan^{-1}(1/239)$

आर्कटैन (x) के लिए ग्रेगरी के इसी सिद्धांत पर कार्य करते हुए मैचिन ने दशमलव के 100 स्थानों तक पाई के मान की गणना की। 1874 में विलयम शैंक्स ने मैचिन के तरीके का उपयोग किया और दशमलव के 707 स्थानों तक पाई के मान की गणना की, जो बाद में सिर्फ 527 स्थानों तक सही पाया गया।

'अंकल मैं थोड़ी सी बाधा डालना चाहूंगा। जैसा कि आपने पहले बताया है कि प्रारंभिक दिनों में किसी वृत्त के परिधि और व्यास के अनुपात को पाई के रूप में जाना जाता था लेकिन इसे किसी अन्य नाम जैसे **ल्यूडोल्फाइन संख्या** के नाम से जाना जाता था। इस स्थिरांक के लिए **पाई** नाम का प्रयोग करने की शुरुआत कब से हुई?'

'तुमने ठीक प्रश्न पूछा। 1706 के मध्य में अंग्रेजी गणितज्ञ विलियम जोंस ने ग्रीक वर्णमाला के 16वें अक्षर के लिए 3.14159 मान निर्धारित किया। उन्होंने इस महत्वपूर्ण मान को व्यक्त करने के लिए पाई को अपनाया।

'इसका मतलब है कि 18वीं शताब्दी की शुरुआत में पाई अस्तित्व में आया जैसा कि उसे अब भी हम पुकारते हैं।'

'हां। इस मान के जोंस के संकेताक्षर के बाद, यूलर ने 1737 में इस प्रतीक चिन्ह के बारे में उल्लेख किया और शीघ्र ही यह एक मानक संकेत–चिन्ह बन गया।'

'अब हम मुख्य कहानी में वापस चलते हैं। पहले आर्कमिडीज का तरीका विकसित हुआ फिर श्रृंखला। अगला चरण क्या था?'

'बीसवीं शताब्दी के मध्य में कम्प्यूटर प्रौद्योगिकी के आविष्कार होने तक पई के मान की गणना मुख्यतः मनुष्य द्वारा किए जा सकने की सीमा तक किसी श्रृंखला में मान की गणना से संबंधित थी। अधिकांश गणनाएं ग्रेगरी–लेबनीज, शार्प और मैचिन द्वारा प्रदत्त श्रृंखलाओं से संबंधित थीं। ये श्रृंखलाएं पाई के मान की गणना में बहुत प्रभावी नहीं थीं। हालांकि ये श्रृंखलाएं अपनी प्रकृति में परिष्कृत थीं और प्रायोगिक परिस्थितियों में लागू करने के लिए पाई के मान की उपयुक्त गणना में उपयोगी थीं। इसके अतिरिक्त इन श्रृंखलाओं ने कई सैद्धांतिक अनुप्रयोग ओर अनुसंधान के विचार प्रदान किए जिस पर दुनिया के गणितज्ञों द्वारा अब भी कार्य किए जा रहे हैं।'

'कम्प्यूटर आगमन के बाद पाई के मान की गणना की योजना में क्या परिवर्तन हुआ?'

'बीसवीं शताब्दी के मध्य के दौरान कम्प्यूटरों के विकास और इसके साथ–साथ गणितीय गणनाओं के लिए कुछ अत्याधुनिक अल्गारिद्म के विकास से यह संभव हुआ कि पाई व कुछ अन्य स्थिरांकों का प्रभावी व शुद्ध मान प्राप्त किया जाये। हालांकि 1870 तक सभी कम्प्यूटर मूल्यांकनों में मचिन के सूत्र जैसे कुछ प्राचीन सूत्रों का प्रयोग किया जाता था।

'अभी तक 'पाई' की गणना करने के लिए कोई उन्नत कलन–गणित अलगारिद्म नहीं थी।'

'नहीं बिल्कुल ऐसा नहीं था। रामानुजन ने 1910 में कुछ नये अनंत श्रृंखला सूत्रों की खोज की, लेकिन इसकी महत्ता का पता उनकी मृत्यु के बाद 70 के दशक के अंत में चला। उनके परिष्कृत सूत्रों में से एक इस प्रकार था :

$$\frac{1}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{9801}\sum_{k=0}^{\infty}\frac{(4k)!(1103+26390k)}{(k!)^4 396^{4k}}$$

'अपने प्रतिभाशाली गणितज्ञ रामानुजन के बारे में कहानियां सुनकर मैं हमेशा आश्चर्य में पड़ जाता था। वे एक असाधारण क्षमता वाले गणितज्ञ थे!'

'तुम सही कह रहे हो। यदि उनकी मृत्यु अल्पायु में ही नहीं हो गयी होती, तो उन्होंने गणित जगत के लिए अवश्य काफी योगदान किया होता।'

'इस प्रकार, रामानुजन की श्रृंखला ने पाई में अंकों की गणना को उन्नत किया।'

'हां, रामानुजन की श्रृंखला में पदों का प्रत्येक योग पाई में लगभग 8

अतिरिक्त अंकों को बढ़ा सकता है। वर्ष 1985 के दौरान इस सूत्र का इस्तेमाल करके गॉस्पर ने 17 मिलियन अंकों तक सही–सही पाई की गणना की। इस प्रकार इससे रामानुजन के सूत्र की वैधता सिद्ध होती है। 1994 में कोलम्बिया विश्वविद्यालय के डेविड एवं ग्रेगोरी चुडनोवस्की भाइयों ने अलगारिद्म इस्तेमाल करने का एक सुपरकम्प्यूटर में चार बिलियन से अधिक अंकों तक पाई का मान ज्ञात किया, जो रामानुजन द्वारा दिए गए सूत्र के समान था।'

'क्या कोई रामानुजन के सूत्र को सुधार सकता है?'

'1976 में, इयूगेने सालमिन और रिचर्ड ब्रेन्ट ने स्वतंत्र रूप से पाई के लिए एक नये अलगारिद्म की खोज की, जो अंकगणितीय–ज्यामितीय माध्य पुनरावृत्ति या संक्षेप में एजीरम पुनरावृत्ति पर आधारित था। उनका लघुगणक रामानुजन की तुलना में 25 पुनरावृत्तियों के साथ तीव्र था, जिससे 45 मिलियन अंकों तक पाई का सही–सही मान ज्ञात किया जा सकता है।

'अंकों की यह संख्या काफी अधिक है।'

'हां, अभी और भी आने शेष हैं। 1985 में जोनाथन बोरविन और पीटर बोरविन ने कुछ अतिरिक्त अलगरिद्म की खोज की। सालमिन–ब्रेन्ट स्कीम के साथ–साथ अपने अलगारिद्म का इस्तेमाल करके टोक्यो विश्वविद्यालय के यासुमासा कमाडा ने 1999 में एक हिताची सुपर कम्प्यूटर पर 6.4 मिलियन दशमलव अंकों तक पाई की गणना की।'

'पाई के अंकों की गणना का यह तो विश्व रिकार्ड होना चाहिए।'

'संक्षेप में, अब यह इतिहास बन गया है! दिसम्बर 2002 मे कमाडा और उनके दल ने अपना ही रिकार्ड तोड़ डाला और उन्होंने 1,2411 ट्रिलियन स्थानों तक पाई के मूल्य की गणना की।'

'वाह, यह तो मेरी कल्पना से परे है। यह कितना बड़ा है!'

'तुम इस महत्वपूर्ण उपलब्धि का इस तथ्य के आधार पर निर्णय कर सकते हो कि सभी अंकों के आकलन में लगभग 40,000 वर्ष लगते। प्रोफेसर कमाडा ने एक हिताची सुपरकम्प्यूटर का उपयोग किया, जो प्रति सेकेंड दो ट्रिलियन गणनाएं करने में सक्षम है और इसने उन 1.2 ट्रिलियन अंकों की गणना करने में 400 घंटे लगाये।

'बोरविन अलगारिद्म के बाद क्या किसी नये अलगारिद्म का विकास हुआ?'

'1990 में पाई के मान की गणना के लिए एक नये अलगारिद्म का विकास हुआ जिसे रैबिनोविट्ज–वेगन स्पिगॉट अलगारिद्म कहा गया। इस अलगारिद्म की लाक्षणिक विशेषता यह थी कि अगले क्रमिक अंकों को उत्पत्ति के लिए पूर्व में उत्पन्न अंकों का उपयेाग किया जा सकता था।'

'ये सभी अलगारिद्म कमाडा के सुपर कंप्यूटर जैसे अति उच्च गति वाले कंप्यूटरों पर ही प्रयोग किये जा सकते हैं।'

'हां, ये सभी अलगारिद्म परिगणना के हिसाब से बहुत थकाऊ होते हैं। अधिकांश अलगारिद्म में अगले अंकों को प्राप्त करने के लिए पिछले अंकों की परिगणना की जरूरत होती है। उदाहरणस्वरूप पाई में nवें अंक तो प्राप्त करने के लिए कम्प्यूटर को पहले सभी पिछले (n-1)वें अंकों की परिणना करनी होगी।'

'क्या कोई ऐसा अलगारिद्म है जो (n-1) अंकों की गणना किए बिना nवें अंक की गणना कर सके?'

'गणितज्ञों ने यह पाया कि पाई के बाइनरी (आधार 2) और हेक्साडेसिमल (आधार 16) अंकों के लिए यह संभव है। 1996 में, डी. बेली, पी. बोरविन और सी प्लाउफ ने पाई के विशिष्ट हेक्साडेसिमल अंकों की परिगणना के लिए एक अभिनव योजना की खोज की। इस योजना की विशेषता यह थी कि बिना पूर्व बिट्स के उपयोग के यह बाइनरी व हेक्साडेसिमल बिट्स से उपयोग के यह बाइनरी व हेक्साइडेसिमल बिट्स की संतुलित लंबाई उत्पन्न कर सकता है और इसे किसी भी आधुनिक कम्प्यूटर में बिना किसी मल्टी प्रीसिजन सॉफ्टवेयर या उच्च स्मृति के लागू किया जा सकता है। हाल ही में वर्ष 1997 में सी प्लाउफ ने एक नये अल्गॉरिद्म की खोज की जिससे किसी भी आधार में पाई के nवें अंक की गणना की जा सकती है।'

'यानी इस अल्गारिद्म का प्रयोग करते हुए कोई व्यक्ति किसी भी स्थिति में पाई के किसी भी अंक की गणना कर सकता है।'

'सिमन प्रोजर विश्वविद्यालय के 17 वर्षीय छात्र कॉलिन पर्सिवल ने बेली के अल्गारिद्म का प्रयोग करते हुए पाई के 50 खरबवें और 100 खरबवें हेक्साडेसिमल अंकों की गणना की। वर्ष 2000 में उसने पाया कि पाई का क्वाड्रिलियंथ बाइनरी अंक शून्य होता है। हाल में कमाडा समूह ने पाई के 1,030,700,000,000 हेक्साडेसिमल अंकों की परिगणना पूरी की है।'

'यह चमत्कार ही है कि प्राचीन समय से लेकर आधुनिक काल के गणितज्ञ पाई में अंकों की गणना में लगे रहे। लेकिन अब भी मुझे एक चीज के बारे में आश्चर्य है! मैं सहमत हूं कि पाई के अंकों को समझना महत्वपूर्ण है, लेकिन उन सभी खरबों अंकों.........'

'ठीक है, पाई हमेशा गणितज्ञों के लिए एक रहस्य रहा है अतः वे इसकी सीमा जानने का प्रयास करते रहे हैं। पाई के ठीक 37 स्थानों तक के मान से गणितज्ञ मिल्की ने अकाशगंगा के त्रिज्या की गणना कर सकते हैं और इसमें हाइड्रोजन परमाणु के आकार से भी कम की त्रुटि होगी। अतः यह देखना वास्तव में रुचिकर है कि पूरी दुनिया के गणितज्ञ पाई के खरबों अंकों को प्राप्त करने में लगे हुए हैं ताकि सर्वाधिक सही गणनाएं की जा सकें, इसके लिए पहले सौ अंकों की भी आवश्यकता नहीं होती!'

'हां, मेरा भी यही विचार है।'

'एक कारण यह है कि पाई के अंकों की गणना आधुनिक समय के कम्प्यूटर हार्डवेयर व सॉफ्टवेयर की शक्ति व सम्पूर्णता का मूल्यांकन करने का उत्तम तरीका है। यदि दो कम्प्यूटर पाई के अरबवें अंक की यथार्थता से परिगणना कर लेते हैं तो हम यह मान सकते हैं कि वे दो कम्प्यूटर लाखों अन्य गणनाओं को सही रूप से करने के लिए भरोसे लायक हैं। पाई अंकों के परिणामों को प्राप्त करने के बाद कोई भी हार्डवेयर में समस्या की पहचान कर सकता है। 1986 में क्रे–2 सुपर कम्प्यूटर में इसी तरह की समस्या की पहचान की गयी थी।'

'अच्छा है, इससे समझदारी बनती है। वास्तव में सुपर कम्प्यूटर के मस्तिष्क की योग्यता की पहचान करना एक महान कार्य है!'

'इसके अलावा, पाई के मान की गणना की चुनौती ने विज्ञान व प्रौद्योगिकी के कई अत्याधुनिक क्षेत्रों में अनुसंधान को बढ़ावा दिया है। इस चुनौती ने गणित के क्षेत्र में कई नयी खोजों और नये अल्गॉरिद्म को बढ़ावा दिया है। इस प्रकार ये कई अतिरिक्त लाभ हैं जो हमें इस रहस्यमय स्थिरांक से प्राप्त हुए हैं। संस्थानों की भी इसमें रुचि है कि पाई में कोई सांख्यिकीय असामान्यता व अनियमितता पायी जाये जिससे यह कहा जा सके कि पाई एक सामान्य संख्या नहीं है।'

हम बातचीत कर ही रहे थे कि हमारे ड्राइंग रूम की बड़ी दीवाल घड़ी ने रात के दस बजने की सूचना दी। अंकल घड़ी की ओर देखकर खेड़े हो गये।

'प्रिय गोगोल, मैं समझता हूं कि अब हमें बातचीत बंद करना चाहिए। तुम्हें कल सुबह स्कूल जाना है। अतः बिस्तर पर जाओ और अच्छी नींद लो!'

मैंने अंकल के आदेश को मानते हुए सोने की तैयारी शुरू कर दी। लेकिन तब तक पाई के जादू ने मेरे मस्तिष्क को पूरी तरह सम्मोहित कर लिया था।

• • •

डॉ. केलकर से साक्षात्कार

डॉ. आर.आर. केलकर आज हमारे देश के सर्वोच्च मौसम विशेषज्ञ हैं। 1965 में पुणे विश्वविद्यालय से एम.एस.सी. भौतिक विज्ञान में डिग्री अर्जित करने के पश्चात, वह इंस्टीट्यूट ऑफ ट्रॉपीकल मेटरोलॉजी पुणे (अब इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ ट्रॉपीकल मेटरोलॉजी, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार के अन्तर्गत स्वायत्तशासी संस्थान) से जुड़े। उन्होंने भारतीय मौसम विज्ञान विभाग में अपनी सेवा के 38 वर्ष पूर्ण कर लिए हैं। उनकी रुचि देश में मौसम संबंधी जानकारियों का प्रसार करना है। उन्हें हिन्दी एवं मराठी दोनो भाषाओं पर अधिकार प्राप्त है।

डॉ. आर.आर. केलकर

ड्रीम 2047 : महोदय, क्या आप हमारे पाठकों को भारतीय मौसम विज्ञान का संक्षिप्त इतिहास बताना चाहेंगे?

डॉ. केलकर : प्राचीन काल से ही भारत में मौसम विज्ञान की शुरुआत के प्रमाण मिलते हैं। ईसा पूर्व 3000 वर्ष के प्रारंभिक दार्शनिक लेखक जैसे **उपनिषदों** में बादलों के बनने और वर्षा की प्रक्रिया तथा पृथ्वी के सूर्य की परिक्रमा के कारण होने वाले मौसम चक्र के बारे में गंभीर चर्चा दी गयी है। ईसवी पांचवीं शताब्दि में लिखी गयी वराहमिहिर की शास्त्रीय कृति **बृहतसंहिता** में इस बात के स्पष्ट प्रमाण हैं कि उस समय भी लोगों को वायुमंडलीय प्रक्रिया के बारे में गहरी जानकारी थी। ऐसा समझा जाता था कि बारिश सूर्य से आती है (आदित्यात् जायते वृष्टिः)। बरसात के मौसम में अच्छी बारिश कृषि और अन्नोत्पादन के लिए लाभदायक मानी जाती थीं। कौटिल्य के **अर्थशास्त्र** में वर्षा जल के वैज्ञानिक मापन का महत्व और देश के राजस्व और राहत कार्यों में उसके अनुप्रयोग के बारे में विवरण दिया गया है। कालिदास ने भी 7वीं शताब्दी में लिखे गये अपने महाकाव्य **मेघदूत** में मध्य भारत के ऊपर मानसून के आगमन की तिथियों का उल्लेख किया है और मानसून के बादलों के मार्ग की खोज की है।

मौसम विज्ञान की, जैसा कि हम इसे अब जानते हैं, संभवतः 17वीं शताब्दी में एक निश्चित वैज्ञानिक बुनियादी बनी, जब थर्मामीटर और बैरोमीटर का आविष्कार हुआ और वातावरण के वायु के आचरण के नियम समझे गए। वर्ष1686 में एक ब्रिटिश वैज्ञानिक सर एडमंड हैली ने भारतीय गर्मी के मानसून पर अपना शोध–प्रबंध प्रस्तुत किया। इसमें उन्होंने यह प्रतिपादित किया कि एशियाई भूमि और हिंद महासागर के विभेदी तापन के कारण दवाओं की दिशा बदलती है और मानसून की उत्पत्ति होती है।

भारत इस मामले में भाग्यशाली है कि यहां दुनिया की कुछ प्राचीनतम मौसमविज्ञान–संबंधी वेधशालाएं हैं। ब्रिटिश ईस्ट इंडिया कंपनी ने भारत के मौसम व जलवायु के अध्ययन के लिए इस प्रकार के कई केंद्रों की स्थापना की, उदाहरणस्वरूप 1785 में कलकत्ता (अब कोलकाता) और 1796 में मद्रास (अब चेन्नई) में। 1784 में कोलकाता और 1804 में मुम्बई में स्थापित 'द एशियाटिक सोसाइटी ऑफ बंगाल' ने भारत में मौसम विज्ञान के वैज्ञानिक अध्ययन को प्रोत्साहित किया। कोलकाता के कैप्टन हैनरी पिडिंगटन ने 1835 से 1855 के दौरान एशियाटिक सोसाइटी की पत्रिका में 40 पत्र प्रकाशित किये जो उष्णकटिबंधीय चक्रवाती तूफानों से संबंधित थे और जिनमें 'साइक्लोन' शब्द का प्रयोग किया गया था जिसका अर्थ होता है सर्प की कुण्डली। 1842 में उन्होंने 'तूफानों के नियमों' पर अपना शोध कार्य प्रकाशित किया। 19वीं शताब्दी के प्रथम अर्धांश में भारत में प्रांतीय सरकारों के अधीन कई वेधशालाओं ने कार्य करना प्रारंभ कर दिया था।

1864 में कोलकाता में एक विनाशकारी चक्रवात आया और इसके बाद 1866 और 1871 में सूखा पड़ा। वर्ष 1875 में भारत सरकार ने भारतीय मौसम विज्ञान विभाग (भारतीय मौसम विज्ञान विभाग) की स्थापना की। इस प्रकार देश के संपूर्ण मौसम विज्ञान संबंधी कार्य को एक केंद्रीय अधिकरण के तहत लाया गया। भारतीय मौसम विज्ञान विभाग का मुख्यालय पहले कोलकाता में था, बाद में शिमला, फिर पूना और अंत में नयी दिल्ली स्थानांतरित किया गया।

ड्रीम 2047 : विकसित देशों की अधोसंरचना की तुलना में हमारे देश की अधोसंरचना की क्या स्थिति है?

डॉ. केलकर : 1875 में एक साधारण शुरुआत के बाद भारतीय मौसम विज्ञान विभाग ने मौसम विज्ञान प्रेक्षण, संचार, पूर्वानुमान और मौसम सेवाओं संबंधी अपनी अवसंरचना का लगातार विस्तार किया है और इसने एक समानान्तर वैज्ञानिक विकास भी प्राप्त किया है। भारतीय मौसम विज्ञान विभाग ने हमेशा समसामयिक प्रौद्योगिकी का प्रयोग किया है। टेलीग्राफ के युग में इसने प्रेक्षण आंकड़ों के संग्रहण और चेतावनी भेजने के लिए मौसम टेलीग्राम का गहन प्रयोग किया। इसके बाद भारतीय मौसम विज्ञान विभाग भारत का पहला ऐसा संगठन हो गया जिसके पास अपने वैश्विक आंकड़ा विनिमय के सहयोग के लिए एक मैसेज स्विचिंग कम्प्यूटर है। भारत में लाये गये पहले कुछ इलेक्ट्रॉनिक कम्प्यूटरों में से एक मौसम विज्ञान में वैज्ञानिक अनुप्रयोगों के लिए भारतीय मौसम विज्ञान विभाग को प्रदान किया गया। भारत दुनिया का पहला विकासशील देश था जिसने भूमंडल के इस हिस्से की नियमित मौसम निगरानी और विशेषकर चक्रवात की चेतावनी के लिए इनसैट नामक अपना भूस्थिर उपग्रह प्रक्षेपित किया। विगत वर्ष भारतीय मौसम विज्ञान विभाग ने अपने रडार नेटवर्क में अत्याधुनिक डॉप्लर वेदर रडार को शामिल किया।

भारतीय मौसम विज्ञान विभाग ने विभिन्न उद्देश्यों की पूर्ति के लिए स्थलीय वेधशालाओं का एक गहन नेटवर्क स्थापित किया है जिसमें 559 स्थलीय वेधशालाएं हैं। भारत में 8500 वर्षा मापन केन्द्र है, जिनमें से अधिकतर भारतीय मौसम विज्ञान विभाग के अलावा अन्य संस्थाओं के हैं। 219 कृषि मौसम विज्ञान वेधशालाएं हैं। भारतीय मौसम विज्ञान विभाग के वर्तमान ऊपरी वायु प्रेक्षण नेटवर्क में देशभर में फैले हुए 35 रेडियोसोंड और 62 पायलट बैलून

वेधशालाएं शामिल हैं। इसके पास भारतीस तट रेखा पार करने वाले तूफानों की निगरानी करने वाले 10 एस बैंड चक्रवात परीक्षण रडार है। भारतीय मौसम विज्ञान विभाग के एक्स–बैंड रेडार के संचालनात्मक नेटवर्क में 9 पवन–पहचान रेडार, 9 तूफान पहचान रडार और 8 दोहरी क्षमता वाले रडार शामिल हैं।

बदलते मौसम को प्रलेखित करने के दृष्टिकोण से डब्ल्यू.एम.ओ. ने बैकग्राउंड एयर पल्यूशन मानीटरिंग नेटवर्क (बीएपीएमओएन) नामक एक वैश्विक कार्यक्रम प्रारंभ किया जो अब ग्लोबल एटमॉस्फेरिक वाच (जीएडब्ल्यू) प्रोग्राम का हिस्सा है। भारत ने इस प्रकार के 10 BAPMON (बीएपीएमओएन) केन्द्र स्थापित किए है।

ड्रीम 2047 : वैश्विक समुदाय के एक हिस्से के रूप में हम क्या भूमिका निभा रहे हैं?

डॉ. केलकर : सही मौसम पूर्वानुमान के लिए वैश्विक आंकड़ों का आदान–प्रदान सबसे पहली आवश्यकता है। इस उद्देश्य से विश्व मौसम विज्ञान संगठन के संरक्षण में विश्व की मौसम विज्ञान सेवाओं ने मौसम विज्ञान संबंधी आंकड़ों की उच्च गति के हस्तांतरण की व्यवस्था की है। डब्ल्यू.एम.ओ. वैश्विक दूरसंचार प्रणाली के एक हिस्से के रूप में नयी दिल्ली में एक क्षेत्रीय दूरसंचार हब की स्थापना की गयी है।

भारतीय मौसम विज्ञान विभाग का डब्ल्यू.एम.ओ. के साथ जिसका मुख्यालय जेनेवा में है, मजबूत अंतर्राष्ट्रीय संयोजन है और डब्ल्यू.एम.ओ. के द्वारा अन्य देशों की मौसम विज्ञान सेवाओं के साथ भी जुड़ाव है। भारत ने मौसम विज्ञान के क्षेत्र में कई देशों जेसे अमेरिका, ऑस्ट्रेलिया, रूस, श्रीलंका, मालदीव इत्यादि के साथ द्विपक्षीय सहयोग विकसित किया है और क्षेत्रीय समूहों जैसे सार्क और बिमस्टेक का सदस्य है।

भारतीय मौसम विज्ञान विभाग के पुणे स्थित केन्द्रीय प्रशिक्षण संस्थान और नयी दिल्ली स्थित विशिष्ट प्रशिक्षण केन्द्र को एशिया व अफ्रीका के मौसम विज्ञानियों को प्रशिक्षण देने के लिए डब्ल्यू.एम.ओ. द्वारा मान्यता दी गयी है। हर वर्ष बड़ी संख्या में इन देशों के प्रशिक्षणार्थी भारतीय मौसम विज्ञान विभाग से प्रशिक्षण प्राप्त करते हैं।

उष्णकटिबंधीय चक्रवात के लिए भारतीय मौसम विज्ञान विभाग द्वारा नई दिल्ली में डब्ल्यू.एम.ओ. क्षेत्रीय विशिष्ट मौसम विज्ञान केन्द्र संचालित किया जा रहा है। यह उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की निगरानी के लिए एक वैश्विक प्रणाली के तहत डब्ल्यू.एम.ओ. द्वारा मान्यता प्राप्त केन्द्रों में से एक है। जब बंगाल की खाड़ी या अरब सागर में चक्रवात आता है तो अंतर्राष्ट्रीय प्रतिबद्धता के रूप में आर.एस.एम.सी. नयी दिल्ली के द्वारा स्पैसल पैनल (ई.एस.सी.ए.पी. पैनल) सदस्य देशों को उष्णकटिबंधीय चक्रवातों पर सलाहें जारी की जाती हैं। सलाहकारी संदेश एक दिन में चार से आठ बार जारी किए जाते हैं। इन देशों में थाइलैंड, म्यांमार, बांग्लादेश, पाकिस्तान, श्रीलंका, मालदीव और ओमान शामिल हैं।

ड्रीम 2047 : क्या नयी प्रौद्योगिकी के द्वारा मौसम पूर्वानुमान में बदलाव आया है? भारतीय मौसम विज्ञान विभाग द्वारा हाल में किन नयी प्रौद्योगिकियों का इस्तेमाल किया गया है?

डॉ. केलकर : मौसम पूर्वानुमान की प्रक्रिया में कई घटक हैं : आंकड़ों का प्रेक्षण, उन्हें एक विश्लेषण केद्र पर संचारित करना, एक विशेष रुचि के क्षेत्र पर आंकड़ों का विश्लेषण करना, पूर्वानुमान जारी करना और उपयोगकर्ताओं तक संचारित करना। इस प्रक्रिया के प्रत्येक चरण में प्रौद्योगिकी की जरूरत सामने आती है।

प्रेक्षण प्रणाली, विशेषकर कम दूरी के पूर्वानुमान में इनसैट उपग्रहों के आगमन के साथ भारतीय मौसम विज्ञान विभाग ने पूर्वानुमान कौशल में लंबी छलांग लगायी है। उपग्रहों के आगमन से उष्णकटिबंधीय चक्रवात मानसून डिप्रेशन्स और पश्चिमी विक्षोभ पर निगरानी रखना बहुत आसान हुआ है विशेषकर महासागरों या पर्वतों के ऊपर जहां कोई अन्य आंकड़ा उपलब्ध नहीं होता। हिमालय के ऊपर हिमपात, उत्तरी भारत के ऊपर कोहरा आदि भी उपग्रह चित्रों की सहायता से आसानी से देखे जा सकते हैं।

संख्यात्मक प्रतिरूपण व पूर्वानुमान दुनिया भर में आम हो चुका है और भारतीय मौसम विज्ञान विभाग में भी इसकी बड़े पैमाने पर शुरुआत की गयी है। आधुनिक संचार माध्यमों जैसे इंटरनेट के द्वारा कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर व ग्राफिक्स से बने संख्यात्मक प्रतिरूपण मॉडलों के उत्पादों का चित्रण और उनका विकीर्णन काफी आसान हुआ है। भारतीय मौसम विज्ञान विभाग के संख्यात्मक पूर्वानुमान उत्पाद भारतीय मौसम विज्ञान विभाग की वेबसाइट पर उपलब्ध हैं और उन्हें नियमित रूप से अद्यतन किया जाता है। भारतीय मौसम विज्ञान विभाग की वेबसाइट अत्यधिक लोकप्रिय इंटरनेट साइट है और विगत दो वर्षों में इसने साढे चार लाख हिट अंकित किए हैं।

ड्रीम 2047 : हमारी अर्थव्यवस्था, विशेषकर कृषिगत योजना और आपदा प्रबंधन में मौसम पूर्वानुमान की कितनी महत्वपूर्ण भूमिका है?

डॉ. केलकर : भारतीय मौसम विज्ञान विभाग का घोषणा पत्र है :

1. मौसम विज्ञान संबंधी प्रेक्षण प्राप्त करना और मौसम–संवेदी गतिविधियां जैसे कृषि, सिंचाई, जहाजरानी, नागर विमानन समुद्र में तेल अन्वेषण इत्यादि के सर्वोत्तम संचालन के लिए वर्तमान व भविष्य की मौसम विज्ञान संबंधी सूचनाएं प्रदान करना।
2. प्रतिकूल मौसम जैसे उष्णकटिबंधीय चक्रवात, काल बैसाखी, धूल भरी आंधी, भारी वर्षा व हिमपात, शीत लहर व लू इत्यादि की चेतावनी देना जिससे जीवन व संपत्ति का विनाश रोका जा सके।
3. कृषि, जल संसाधन प्रबंधन, उद्योगों, तेल अन्वेषण व अन्य राष्ट्र निर्माण की गतिविधियों के लिए आवश्यक मौसम विज्ञान संबंधी जानकारी प्रदान करना।
4. मौसम विज्ञान व अन्य संबंधित गतिविधियों में अनुसंधान संचालित करना व प्रोत्साहित करना।
5. भूकंप की पहचान व स्थान निर्धारण करना और विकास परियोजनाओं के लिए देश के विभिन्न हिस्सों में भूकंप आने की संभावना का मूल्यांकन करना।

प्रशासनिक सुविधा व तकनीकी नियंत्रण और उपयोगकर्ताओं की स्थानीय स्तर पर सेवा के लिए भारतीय मौसम विज्ञान विभाग ने मुम्बई, चेन्नई, नयी दिल्ली, कोलकाता, नागपुर और गुवाहाटी में छह क्षेत्रीय मौसम विज्ञान केन्द्र और अन्य राज्यों की राजधानियों में मौसम विज्ञान केन्द्र स्थापित किया है। कुछ विशेष प्रभाग, कार्यालय और केन्द्र हैं जो निम्न देशों में कार्य करते हैं :

- चक्रवात की चेतावनी
- मौसम पूर्वानुमान
- जलवायु विज्ञान
- कृषि मौसम विज्ञान
- विमानन मौसम विज्ञान
- जल मौसम विज्ञान
- उपकरण निर्माण
- मौसम विज्ञान संबंधी दूर संचार
- उपग्रह मौसम विज्ञान
- भूकंप विज्ञान

- प्रशिक्षण
- स्थितीय खगोल विज्ञान

इस प्रकार भारतीय मौसम विज्ञान विभाग देश की अर्थव्यस्था के सभी प्रमुख क्षेत्रों में योगदान कर रहा है। मौसम संबंधी आंकड़ों व पूर्वानुमान की मांग करने व उपयोग करने वाले उपयोगकर्ताओं की संख्या निरंतर बढ़ रही है।

प्रश्न 6 : हमारे देश में किन प्रमुख प्राकृतिक आपदाओं का सामना किया जाता है और जन–धन की हानि बचाने के लिए मौसम चेतावनी गतिविधियों में भारतीय मौसम विज्ञान विभाग की क्या भूमिका रही है?

डॉ. केलकर : हमारे देश द्वारा प्रमुख रूप से चार प्राकृतिक आपदाओं चक्रवात, सूखा, बाढ़ और भूकंप का सामना किया जाता है। वर्तमान समय में भूकंप की चेतावनी के लिए कोई वैज्ञानिक तरीका नहीं है लेकिन भूकंप संबंधी निगरानी और भूकंप आने पर सूचना के प्रसार की जिम्मेदारी भारतीय मौसम विज्ञान विभाग की ही है।

भारत का लंबा समुद्र तटीय क्षेत्र उष्णकटिबंधीय चक्रवात कहलाने वाले भयंकर तूफानों के लिए अति संवेदनशील है। बंगाल की खाड़ी व अरब सागर में हर वर्ष इस प्रकार के लगभग 4 से 6 तूफान आते हैं। भारी वर्षा, झंझावात और तूफानी लहरों वाले ये उष्णकटिबंधीय चक्रवात भारी जन हानि और संपत्ति का व्यापक विनाश करते हैं। इनसे खड़ी फसलों को गहन क्षति होती है और पशुधन की हानि होती है। भारतीय मौसम विज्ञान विभाग की यह हमेशा कोशिश रही है कि पूर्व चेतावनी प्रदान करके उष्णकटिबंधीय चक्रवातों से होने वाली जन–धन की हानि को कम किया जाय। चक्रवात की चेतावनी भारतीय मौसम विज्ञान विभाग की चक्रवात चेतावनी सेवा एक शताब्दी से भी अधिक पुरानी है। चक्रवात की चेतावनी भारतीय मौसम विज्ञान विभाग के कोलकाता, चेन्नई व मुंबई स्थित क्षेत्रीय चक्रवात चेतावनी केन्द्रों (ए.सी.डब्ल्यू.सी.एस.) तथा विशाखापत्तनम, भुवनेश्वर और अहमदाबाद स्थित चक्रवात चेतावनी केन्द्रों (सी. डब्ल्यू.सी.एस.) द्वारा दी जाती है।

उपग्रह चित्रों विशेषकर भारतीय भूस्थिर उपग्रह इनसैट से प्राप्त चित्रों की सहायता से अरब सागर व बंगाल की खाड़ी के ऊपर उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के उत्पन्न होने के स्थिति की निरंतर निगरानी की जाती है। जहाजों और महासागरीय buoys प्लव से प्राप्त आंकड़े भी बहुत महत्वपूर्ण होते हैं। जब यह तूफान भारतीय तट के नजदीक आते है तो उनके विकास व गति पर भारतीय मौसम विज्ञान विभाग द्वारा समूचे तटरेखा क्षेत्र में स्थापित चक्रवात पहचान रडार की श्रृंखला द्वारा निगरानी की जाती है। तूफानों के संभावित दिशा की भविष्यवाणी मॉडल और जलवायु विज्ञान के पूर्व संदर्भ की सहायता से की जाती है। चक्रवात की तीव्रता और वायुगति के ढांचे का मूल्यांकन नये डाप्लर रडार की सहायता से किया जाता है।

चक्रवात की चेतावनी चार चरणों में जारी की जाती है : पहला, किसी उष्णकटिबंधीय चक्रवात के बनने की संभावना के बारे में वरिष्ठ अधिकारियों का ध्यान आकर्षित करने के लिए एक पूर्व–चक्रवात सावधनी रखी जाती जाती है। दूसरे चरण की चेतावनी को 'चक्रवातीय सतर्कता' कहते हैं और यह समुद्रतटीय क्षेत्रों के ऊपर विपरीत मौसम की संभावित शुरुआत से 48 घंटे पहले जारी की जाती है। तृतीय चरण की चेतावनी जिसे 'चक्रवात की चेतावनी' कहते हैं, 24 घंटे पहले जारी की जाती है। अंत में पोस्ट–लैडफाल (outlook) जारी किया जाता है। यह तूफान के आंतरिक क्षेत्रों की ओर बढ़ने पर प्रभावित होने वाले क्षेत्रों के लिए होता है।

सूखा एक ऐसी आपदा है जो धीरे–धीरे फैलती है। भारत में एक अत्यधिक गहन वर्षा मापन नेटवर्क है और देश के ऊपर होने वाली बारिश की निगरानी एक विशाल कार्य है। भारतीय मौसम विज्ञान विभाग जिला स्तर, सब–डिविजन और राज्य स्तर के आधार पर मानसून के दौरान देश भर में वर्षा की निगरानी में सहायता करता है। देश के 36 मौसम विज्ञान संबंधी सब–डिविजन्स में साप्ताहिक व संचित वर्षा को दर्शाने वाला मानचित्र भारतीय मौसम विज्ञान विभाग तैयार करता है। कई उपयोगकर्ता एजेंसियों के लिए विशेषकर कृषि के लिए यह सूचनाएं बहुत महत्वपूर्ण है।

भारत में बाढ़ का पूर्वानुमान करना केन्द्रीय जल आयोग की जिम्मेदारी है। हालांकि बाढ़ के दौरान भारतीय मौसम विज्ञान विभाग दस स्थानों – आगरा, अहमदाबाद, आसनसोल, भुवनेश्वर, गुवाहाटी, हैदराबाद, जलपाईगुड़ी, लखनऊ, नयी दिल्ली और पटना में स्थित अपने बाढ़ मौसम विज्ञान कार्यालयों (एम.एम.ओ.एस.) के द्वारा सी. डब्ल्यू.सी. को महत्वपूर्ण सहयोग देता है।

रेलवे व सड़क पुल निर्माण के उद्देश्य से भारतीय मौसम विज्ञान विभाग देश के विभिन्न उप क्षेत्रों में लघु अवधि की वर्षा का आकलन प्रस्तुत करता है। कई नदियों के आवाह क्षेत्र के लिए जलीय मौसम विज्ञान आंकड़े का विश्लेषण किया जाता है ताकि संभावित अधिकतम तूफानों, भारी वर्षा के पुनः आने की अवधि और अपवाह संबंधों की परिगणना की जा सके।

प्रश्न 7 : मौसम वैज्ञानिकों के निर्माण के लिए क्या हमारी शिक्षा प्रणाली में कोई विशेष पाठ्यक्रम चलाया जा रहा है या वे बुनियादी विज्ञान पृष्ठभूमि से ही लिए जाते हैं?

डॉ. केलकर : आंध्र विश्वविद्यालय, वाल्टेयर और कोचीन विश्वविद्यालय मौसम विज्ञान व वायुमंडल विज्ञान में परा–स्नातक डिग्री पाठ्यक्रम संचालित करते हैं। कई अन्य विश्वविद्यालयों व आई.आई.टी. में इन विषयों के साथ ही साथ संबंधित विषयों जैसे पर्यावरण विज्ञान, भू–भौतिकी, महासागर विज्ञान, अंतरिक्ष विज्ञान इत्यादि में एक नेट/पी.एच.डी. जैसे अनुसंधान कार्यक्रम चलाये जाते हैं।

पहले भारतीय मौसम विज्ञान विभाग सिर्फ भौतिकी व गणित की डिग्री वाले लोगों को ही लेता था और उन्हें मौसम वैज्ञानिक के रूप में प्रशिक्षित करता था। इन दिनों मौसम विज्ञान के बढ़ते अनुप्रयोगों के साथ भारतीय मौसम विज्ञान विभाग कृषि, आंकड़ा संग्रहण, इलेक्टॉनिक्स और कम्प्यूटर विज्ञान से जुड़े लोगों से भी प्रशिक्षु मौसम वैज्ञानिकों की भर्ती कर रहा है।

प्रश्न 8 : यदि हम सूखा या बाढ़ का सही–सही पूर्वानुमान नहीं कर सकते तो हमारा समाज किस प्रकार सुरक्षित रहेगा?

डॉ. केलकर : पूर्वानुमान निश्चित रूप से महत्वपूर्ण है लेकिन अपनी सुरक्षा के लिए हम केवल पूर्वानुमानों पर निर्भर नहीं रह सकते। हमें अपने पर्यावरण का अध्ययन करना चाहिए और अपने आसपास के खतरों के प्रति सजग रहना चाहिए। यदि हम मरुस्थल के किनारे पर रह रहे हैं जैसे दिल्ली में तो समय–समय पर धूल भरी आंधी आना कोई अचरज की बात नहीं है चाहे इसकी भविष्यवाणी की गयी हो या नहीं। निचले क्षेत्रों में घर बनाने वाले लोगों को बाढ़ का सामना करने के लिए तैयार रहना चाहिए। मछुआरों को यह जानना चाहिए कि तूफान के समय समुद्र में मछली पकड़ने जाना कितना जोखिम भरा हो सकता है। इसी तरह पहाड़ी ढलानों पर रहने वाले लोगों को भूस्खलन के खतरे के प्रति सावधान रहना चाहिए।

आपदाओं का हमेशा अग्रिम पूर्वानुमान नहीं किया जा सकता। अमेरिका में भी टॉरनेडो के आने की चेतावनी मुश्किल से 15–20 मिनट पहले दी जाती है। इस अल्प अवधि में ही लोगों को अपने बचाव की तैयारी करनी पड़ती है।

समाज को यह मूल्यांकन करना चाहिए कि वे प्राकृतिक आपदाओं के

किस हद तक शिकार हो सकते हैं और यदि वे ऐसा नहीं कर सकते तो सरकारी व गैर सरकारी संगठनों को इस प्रयास में उनकी सहायता करनी चाहिए। इस दिशा में बहुत कुछ करने की आवश्यकता है और वास्तव में सामुदायिक जागरुकता के स्तर में वृद्धि और प्राकृतिक आपदाओं के प्रति तैयारी के लिए कार्य किया जा सकता है।

प्रश्न 9 : महोदय, युवा मौसम वैज्ञानिकों को आप क्या संदेश देना चाहेंगे?

डॉ. केलकर : मौसम वैज्ञानिक इस मामले में भाग्यशाली हैं कि उनके पास अनुसंधान के लिए नवीनतम उपकरण जैसे सुपर कम्प्यूटर और उपग्रह हैं। वास्तव में मौसम विज्ञान की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए प्रौद्योगिकी को बढ़ावा मिला है। यह हमारे देश के मामले में भी पूरी तरह सत्य है। देश में काम करने के इच्छुक युवा मौसम वैज्ञानिकों को मानसून और चक्रवात संबंधी समस्याओं को सुलझाने में कार्य करना चुनौतीपूर्ण और लाभप्रद है। मौसम विज्ञान अत्यधिक रोमांचक विषय है और हर दिन इसमें अनुप्रयोगों के नये–नये क्षेत्र खुल रहे हैं। इसका भविष्य काफी उज्जवल है। हालांकि मौसम विज्ञान का व्यवसाय उच्च अपेक्षा रखने वाला है और उपयोगकर्ताओं की उम्मीदें भी तेजी से बढ़ती जा रही हैं जिसे पूरा करना काफी कठिन है।

प्रश्न 10 : महोदय, एक व्यक्तिगत प्रश्न पूछना चाहूंगा : आपने अपने व्यवसाय के रूप में मौसम विज्ञान को ही क्यों चुना?

डॉ. केलकर : मेरे पिता रत्नाकर हरि केलकर का जन्म 1901 में मुंबई के दक्षिण में स्थित एक छोटे से गांव अलीबाग में हुआ था। वह मुझे प्रायः बताया करते थे कि किस प्रकार उन्होंने अपने स्कूल के दिनों में हमेशा मोमबत्ती की रोशनी में पढ़ाई की। इसका कारण था भारतीय मौसम विज्ञान विभाग की प्रारंभिक वेधशालाओं में से एक मुंबई में स्थापित की गयी थी। वर्ष 1900 में जब मुंबई में ट्राम कार चलना प्रारंभ हुआ पूरे शहर में सड़कों के ऊपर तारों का जाल बिछ गया। इस आशंका से कि इससे भू–चुंबकीय मापन में बाधा आएगी, वेधशाला को अलीबाग स्थानांतरित कर दिया गया। अलीबाग को तब तक बिजली नहीं मिली जब तक अलीबाग वेधशाला में विद्युतीय शोर के प्रति कम संवेदनशील उपकरण नहीं लगा दिए गए। यह 1950 में हुआ।

मेरे पिता अलीबाग वेधशाला को आश्चर्य और आदर के साथ देखा करते थे। कई वर्षों बाद जब मैंने पुणे विश्वविद्यालय से बी.एस.सी. डिग्री प्राप्त की, उन्होंने मुझे सलाह दी कि यदि मैं वास्तव में विज्ञान को कैरियर बनाना चाहता हूं तो मैं भारतीय मौसम विज्ञान विभाग में काम ढूंढू। 1964 में पुणे विश्वविद्यालय से मैंने भौतिकी में एम.एस.सी. पूरा किया। लगभग उसी समय भारतीय मौसम विज्ञान विभाग ने पुणे में उष्णकटिबंधीय मौसम विज्ञान का एक नया अनुसंधान संस्थान स्थापित किया (जो अब विज्ञान व प्रौद्योगिकी विभाग के स्वायत्तशासी संस्थान आई.आई.टी.एम. के रूप मे कार्यरत है)। आई.टी.एम. को युवा अनुसंधान सहायको की तलाश थी और 1965 में मुझे इस संस्थान में प्रवेश करने का सौभाग्य प्राप्त हुआ। इस प्रकार भारतीय मौसम विज्ञान विभाग में मेरे 38 वर्ष लंबे कैरियर की शुरुआत हुई। इसे भाग्य कहें या परिस्थितियां। आज मीडिया के लोग मुझे भारत के सर्वोच्च मौसम वैज्ञानिक के रूप में देखते हैं और मैं आपको बताना चाहूंगा कि इस काम में कभी भी नीरस समय नहीं रहा।

भेंटकर्ता : वी. कृष्णामूर्ति

• • •

पृष्ठ 1 का शेष

प्रेसिडेंसी में विज्ञान लोकप्रियकरण कार्यों की शुरुआत की। प्रख्यात तमिल उपन्यासकार, विज्ञान गल्प लेखक, एन सी एस टी सी पुरस्कार विजेता श्री रंगराजन (सुजाता) ने तमिल में विज्ञान लोकप्रियकरण के अपने अनुभवों के बारे में बताया। तमिलनाडु विज्ञान व प्रौद्योगिकी केंद्र के निदेशक डॉ अइय्यम पेरुमल ने भी अपने विचार व्यक्त किये। इस अवसर पर डॉ गंगा ने भी अपना वक्तव्य दिया।

चौथा तकनीकी सत्र विज्ञान अभियानों के अनुभवों के दस्तावेजीकरण को समर्पित था। डॉ ए वालिनयगम (तमिलनाडु साइंस फोरम पर), प्रो. ई आर सुब्रमण्यम (चिकिमुकी, तेलगू विज्ञान मासिक), श्री माधवन (तमिल में बच्चों के विज्ञान पत्रिका धुलीर के अनुभवों पर) डॉ परीमला (विज्ञान लोकप्रियकरण में विज्ञान व प्रौद्योगिकी संस्थाओं की भूमिका) प्रो. पी देवदास (खगोल विज्ञान का लोकप्रियकरण) ने शोध पत्र प्रस्तुत किया। इसके बाद डॉ एम पी परमेश्वरन ने इन शोध पत्रों पर जीवंत बहस की शुरुआत की।

तीसरे दिन, पांचवे तकनीकी सत्र में विज्ञान व मीडिया विषय पर प्रख्यात रेडियो प्रोड्यूसर डॉ. सेवॉन, दिनमणि के संवाददाता श्री पोनदान सेकरन और डॉ. एन कृष्णामूर्ति ने अपना शोध पत्र प्रस्तुत किया। 'प्रतिबिंब' विषय पर छठें तकनीकी सत्र में इसरो, सार के वैज्ञानिक नेल्लई सु मुथू और प्रो. अरुल ढलपाथी ने अपना शोध पत्र प्रस्तुत किया जिसमें विज्ञान लोकप्रियकरण के विषय वस्तु और स्वरुप पर प्रकाश डाला गया।

समापन समारोह की अध्यक्षता साईंस सिटी चेन्नई के सचिव, श्री ए रमन, आई ए एस ने की। अपने संबोधन में उन्होंने बड़े पैमाने पर विभिन्न भारतीय भाषाओं में विज्ञान लोकप्रियकरण कार्यक्रम संचालित करने के विज्ञान प्रसार के पहल की प्रशंसा की। प्रधान वैज्ञानिक अधिकारी डॉ टी वी वेंकटेश्वरन ने सत्र की अध्यक्षता की। आई आई टी एस के निदेशक डॉ एस कृष्णामूर्ति ने प्रस्तावना भाषण दिया और डॉ एस जीन लॉरेंस ने धन्यवाद भाषण दिया।

• • •

पृष्ठ 2 का शेष

कर विश्व की सर्वोच्च चोटी पर चढ़ा जा सकता है। यह एक बड़ा व्यवसाय बन गया है। परिणामस्वरूप, पहले से ही हो रहे पर्यावरणीय क्षरण ने एवरेस्ट को क्षति पहुंचाई है। भूमंडलीय तापन ने समस्याओं को और बढ़ा दिया है और अध्ययनों से संकेत मिलता है कि बर्फ के पिघलने में तीव्र गति से हो रही वृद्धि के कारण सम्पूर्ण खुंभू क्षेत्र में दीर्घावधिक बाढ़ का खतरा बना हुआ है। अत्यधिक मानवीय गतिविधियों से स्थितियां और भी बिगड़ सकती हैं।

वास्तव में, एवरेस्ट पर चढ़ाई अन्वेषण के इतिहास में एक महत्वपूर्ण मोड़ था। इसकी तुलना रोनाल्ड एमंडसेन (1911) और रॉबर्ट एफ. स्कॉट (1912) के दक्षिणी ध्रुव पर कदम रखने या एडमिरल रॉबर्ट पेरी (1909) के उत्तरी ध्रुव पर पहुंचने अथवा नील आर्मस्ट्रांग (1969) द्वारा चंद्रमा पर ऐतिहासिक ''छोटा'' कदम रखने से की जा सकती हैं। हम माउंट एवरेस्ट पर चढ़ाई करते हैं क्योंकि एवरेस्ट ''वहां' है और चंद्रमा की यात्रा करते हैं क्योंकि चन्द्रमां भी ''वहां'' है। लेकिन एक बार जब हम वहां पहुंच जाते हैं तो यह हमारा कर्तव्य है कि उनका संरक्षण करें।

तेंनजिंग और हिलेरी योजनाबद्ध एवं स्थायी पर्वतारोहण के आख्यान बन गये हैं। वे वहां क चढ़े जहां से और ऊपर चढ़ने के लिए और कुछ था ही नहीं। तेनजिंग ने विश्व की सर्वोच्च चोटी पर पहुंचने के बाद अपने उद्गार इन शब्दों में व्यक्त किये : ''ल्होत्से, नुप्तसे और मकालू जेसी विशालकाय चोटियों को देखने के लिए हमें काफी नीचे देखना पड़ा। इसके अतिरिक्त पृथ्वी पर महानतम पर्वत शृंखला का पूरा विस्तार – यहां तक कि कंचनजंगा भी – विशाल आकाश के नीचे छोटे–छोटे उभारों जैसी प्रतीत होती हैं। वास्तव में हमारे सभी कार्य – चाहे वे सामाजिक हों या वैज्ञानिक – एवरेस्ट पर चढ़ाई करने के समान ही हैं। हम जितनी ऊंचाई पर पहुंचेंगे उतनी ही हमारी पूर्व उपलब्धियां छोटी प्रतीत होंगी और हम उतना ही दूर देख सकेंगे।

❑ **विनय बी. काम्बले**