‘साझा संसाधन’ की त्रासदी और बैक्टीरिया

डॉ. डी. बालसुब्रमण्यन

कल्पना कीजिए कि कई सारे गड़रियों ने अपने-अपने मवेशियों को एक साझा घास के मैदान में चरने को छोड़ दिया है। मान लीजिए हरेक गड़रिए को 6 मवेशी चराने की अनुमति है। अब कोई किसान वहां चरने के लिए एक-दो ज़्यादा मवेशी ले आता है और चारागाह के रख-रखाव में मदद नहीं करता, तो कहा जाएगा कि वह मुफ्तखोरी कर रहा है या धोखाधड़ी कर रहा है। यदि इस पर अंकुश न लगाया जाए तो जल्दी ही वह घास का मैदान चुक जाएगा। कहने का मतलब है कि धोखेबाज़ या मुफ्तखोर व्यक्ति सार्वजनिक वस्तु को निजी फायदे के लिए बरबाद कर देता है।

इस त्रासदी से कैसे बचें? ‘साझा संसाधनों की त्रासदी’ या *ट्रेजिडी ऑफ कॉमन्स*, यह जुम्ला डॉ. गैरेट हार्डिन ने 1968 में *साइन्स* पत्रिका के अपने आलेख में उपयोग किया था। वे दरअसल अति-जनसंख्या या पर्यावरण के विनाश जैसे मुद्दों पर चर्चा करते रहे थे। उनका सुझाव था कि इस पर अंकुश लगाने का काम या तो सरकारी नियमन से हो सकता है या ‘सार्वजनिक वस्तु’ के निजीकरण से।

क्या इसमें चिंता की ध्वनि सुनाई नहीं देती? जब चीन सरकार ने एकल-संतान कानून लागू किया था, तो वह बहुत अलोकप्रिय था और आज भी है। इसने सामुदायिक व पारिवारिक समस्याओं को जन्म दिया है। जब संसाधनों (जैसे भूमि, खदानें, कोयला, प्राकृतिक गैस) का निजीकरण किया जाता है, तो भ्रष्टाचार, भाई-भतीजावाद और गैर-नवीकरणीय संसाधनों का अति-दोहन जैसे परिणाम अनिवार्य रूप से सामने आते हैं। आजकल भारत में ये सब देखे जा सकते हैं। आज हम साझा संसाधनों की त्रासदी के गवाह हैं। और ज़ाहिर है कि हार्डिन द्वारा सुझाया गया समाधान तो कोई समाधान है ही नहीं।

तो साझा संसाधनों की त्रासदी से कैसे बचा जाए? लगता है कि प्रकृति ने इसका समाधान तब खोज लिया था जब हम इन्सान धरती पर प्रकट भी नहीं हुए थे। यह समाधान बैक्टीरिया ने खोजा था। इसका एक सुंदर उदाहरण हाल ही में 12 अक्टूबर 2012 के *साइन्स* पत्रिका के अंक में प्रकाशित हुआ है। इस शोध पत्र के लेखक हैं डॉ. अजय दांडेकर, डॉ. सुधा चुगानी और पीटर ग्रीनबर्ग। उन्होंने अपना शोध पत्र जिस बैक्टीरिया पर केंद्रित किया है उसका नाम है *स्यूडोमोनास एरुजिनोसा*। यह बस्ती के रूप में पनपता है, जिसमें अलग-अलग बैक्टीरिया एक-दूसरे से संवाद करते हैं। कोशिका-से-कोशिका के बीच इस संवाद को कोरम सेंसिंग (सदस्य संख्या पता करना) कहते हैं। वे यह पता इसलिए करते हैं ताकि सार्वजनिक वस्तुओं का उत्पादन कर सकें और उस उत्पादन पर नियंत्रण कर सकें।

उपरोक्त शोधकर्ताओं ने इस तरह की जिस सार्वजनिक वस्तु का उदाहरण दिया है वह है एक एंज़ाइम का उत्पादन। यह एंज़ाइम उपलब्ध भोज्य पदार्थ को विघटित करता है। जैसे यह एंज़ाइम दूध के प्रोटीन को ऐसे पदार्थों में बदल देता है जिनका आसानी से अवशोषण हो सकता है ताकि इनका उपयोग ऊर्जा प्राप्त करने व वृद्धि में किया जा सके। एक अकेला जीव इस एंज़ाइम का निर्माण नहीं करता। इस सार्वजनिक वस्तु के उत्पादन के लिए बैक्टीरिया की एक न्यूनतम संख्या (कोरम) की ज़रूरत होती है। और इस कोरम की उपस्थिति का पता कोशिकाओं के बीच संवाद के ज़रिए लगाया जाता है। इस संवाद के लिए कुछ ऐसे पदार्थों का उपयोग होता है जो एंज़ाइम बनाने वाले जीन को चालू करने का काम करते हैं।

अब कल्पना कीजिए कि बस्ती में एक ऐसा उत्परिवर्तित बैक्टीरिया है जो कोरम संवाद का जवाब नहीं देता और सार्वजनिक वस्तु (कोशिका के बाहर काम करने वाले उक्त एंज़ाइम) के निर्माण में भाग नहीं लेता। मगर वह उस एंज़ाइम की मुफ्तखोरी तो कर ही सकता है। तो यह एक धोखेबाज़ है जो अपने जैसे और बैक्टीरिया पैदा करता जाएगा। यह बाकी आबादी के मुकाबले ज़्यादा तेज़ी से

संख्या वृद्धि करेगा और जल्दी ही हावी हो जाएगा। तब साझा संसाधनों की त्रासदी प्रकट हो जाएगी।

ग्रीनबर्ग के दल ने पाया कि इस बैक्टीरिया के पास नियंत्रण की विधि है। कोरम जिस तरह से भोजन को तोड़ने वाला एंज़ाइम बनाता है, उसी तरह से वह एक और एंज़ाइम बनाता है जो एडिनोसिन नामक पदार्थ का पाचन करता है। यह एंज़ाइम धोखेबाज़ की वृद्धि को रोकने के काम आता है। जब शोधकर्ताओं ने *स्यूडोमोनास एरुजिनोसा* को दूध में पाए जाने वाले प्रोटीन कैसीन के पोषक माध्यम में पनपने दिया, तो कोरम सेंसिंग की प्रक्रिया जिन संकेतक अणुओं के ज़रिए चली उन्हें C12-HSL और LasR नाम दिया गया है। ये संकेत हर कोशिका को कैसीन नामक भोज्य पदार्थ का पाचन करने में मदद करते हैं। इसके पाचन से प्राप्त पदार्थ कोशिकाओं के लिए भोजन का काम करते हैं।

मगर साथ ही साथ धोखेबाज़ उत्परिवर्तित कोशिकाएं भी सामने आईं जो एंज़ाइम बनाने में कोई योगदान नहीं देतीं। यदि इनकी संख्या पर अंकुश न लगाया जाए तो जल्दी ही ये बढ़कर पूरी बस्ती पर हावी हो सकती हैं। शोधकर्ताओं ने पाया कि स्थिति पर नियंत्रण के लिए इस बैक्टीरिया में एक अद्भुत क्रियाविधि मौजूद है। वही कोरम सेंसर अणु LasR एक अन्य एंज़ाइम के उत्पादन का भी नियंत्रण करता है जो सामान्य कोशिका में एडिनोसीन को संभालने में मददगार होता है किंतु उत्परिवर्तित कोशिका में इस सामर्थ्य को रोकता है। इस क्रियाविधि के चलते सहयोगी बैक्टीरिया तो फलते-फूलते हैं मगर धोखेबाज़ों का पतन होता है।

ध्यान दें कि पूरे मामले में कोई बाह्य हस्तक्षेप नहीं है। समुदाय के बाहर से कोई नियंत्रण नहीं है। दरअसल, कई विद्वानों का मत है कि ऐसी बाह्य क्रियाविधियां कारगर नहीं होतीं। इनमें स्वर्गीय प्रोफेसर एलिनॉर ओस्ट्रम उल्लेखनीय हैं। ओस्ट्रम एकमात्र महिला हैं जिन्हें अर्थशास्त्र के नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया है। उन्होंने कई उदाहरणों की मदद से स्पष्ट किया था कि किसी बाह्य हस्तक्षेप की अपेक्षा उपयोगकर्ता समुदाय द्वारा सार्वजनिक वस्तुओं पर नियंत्रण ही बेहतर काम करता है। उनके शोध कार्य पर नोबेल पुरस्कार वक्तव्य में कहा गया था: "एलिनॉर ओस्ट्रम ने इस पारंपरिक सोच को चुनौती दी कि साझा संसाधनों का प्रबंधन घटिया होता है और इनका प्रबंधन या तो किसी केंद्रीकृत सत्ता द्वारा किया जाना चाहिए या इनका निजीकरण कर दिया जाना चाहिए। उपयोगकर्ताओं द्वारा प्रबंधित मत्स्य संसाधन, चारागाह, जंगल, झीलों और भूजल भंडारों के असंख्य उदाहरणों के आधार पर ओस्ट्रम बताती हैं कि इनके परिणाम मानक सिद्धांतों की भविष्यवाणियों की तुलना में कहीं बेहतर रहे हैं। उनका अवलोकन है कि संसाधन उपयोगकर्ता प्रायः हितों के टकराव को संभालने के संदर्भ में निर्णय लेने और कायदों को लागू करने की अत्यंत परिष्कृत क्रियाविधियां विकसित करते हैं। वे दर्शाती हैं कि सफल परिणामों के लिए कायदों के लक्षण क्या होंगे।"

इस वर्ष 12 जून के दिन पैंक्रियाज़ के कैंसर की वजह से प्रोफेसर ओस्ट्रम का दुखद निधन हो गया। ग्रीनबर्ग, दांडेकर और चुगानी का शोध पत्र उसके चार माह बाद प्रकाशित हुआ है। प्रोफेसर ओस्ट्रम को यह जानकर बहुत खुशी होती कि बैक्टीरिया जानते और मानते हैं कि उन्होंने अपनी पुस्तक '*रूल्स, गेम्स एंड कॉमन पूल रिसोर्सेस*' में क्या लिखा था। ***(स्रोत फीचर्स)***

वर्ग पहेली 100 का हल

जै	व	वि	वि	ध	ता		ला	ख
व		का		र			भ	
वि	क	र		ती	मा	र	दा	री
का					न		य	
स	म		पा	ल	क		क	स
	क		च					म
भा	र	ही	न	ता		अ	व	स्था
	रा			ली		सी		नि
श	शि		स	म	सा	म	यि	क