

# विकिरण : असीम संभावनाओं के खुलते द्वार

डरें नहीं, समझें विज्ञान और करें विश्वास



विनय जैन और दीपक शर्मा

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई

**लो**क व्यवहार में, "विकिरण" शब्द सुनते ही अधिकांश लोगों के मन में डर का भाव उत्पन्न हो जाता है, परंतु वास्तविकता इससे कोसों दूर है। विकिरण उतना ही स्वाभाविक है जितना कि सूरज की रोशनी या हवा। यह कोई नई या कृत्रिम चीज नहीं है जिसे हाल ही में मानव ने बनाया हो। यह ब्रह्मांड की उत्पत्ति से ही मौजूद है, और पृथ्वी पर जीवन ने इसके बीच ही अपना विकास किया है। सूरज की रोशनी, धरती की चट्टानों में मौजूद रेडियोधर्मी (रेडियोसक्रिय) तत्व और हमारे शरीर में मौजूद पोटेशियम-40 जैसे तत्व इस बात का प्रमाण हैं कि विकिरण हमारे जीवन का एक स्वाभाविक हिस्सा है।

दुनिया भर में लोग औसतन 2.4 मिलीसीवर्ट (mSv) प्रति वर्ष प्राकृतिक विकिरण के संपर्क में आते हैं। यह विकिरण मुख्यतः चार स्रोतों से आता है:

| क्रम | विकिरण के प्रकार | विकिरण स्रोत  |
|------|------------------|---|
| 1.   | कॉस्मिक किरणें   | अंतरिक्ष से आने वाली किरणें                                 |
| 2.   | स्थलीय विकिरण    | पृथ्वी की चट्टानों में मौजूद यूरेनियम और थोरियम से          |
| 3.   | आंतरिक विकिरण    | हमारे शरीर में मौजूद पोटेशियम-40 जैसे रेडियोन्यूक्लाइड्स से |
| 4.   | रेडॉन गैस        | जो जमीन से निकलती है और घरों में प्रवेश करती है             |

प्राकृतिक विकिरण के ये स्रोत पृष्ठभूमि विकिरण कहलाते हैं। दुनिया के कुछ हिस्सों में, यह पृष्ठभूमि विकिरण सामान्य से कई गुना अधिक है। ऐसे क्षेत्रों को **उच्च स्तर वाले**

**प्राकृतिक विकिरण क्षेत्र** कहा जाता है। प्रमुख **उच्च स्तर वाले प्राकृतिक विकिरण क्षेत्रों** में शामिल हैं:

- रामसर, ईरान – कुछ जगहों पर 10 mSv से 260 mSv/वर्ष तक
- यांगजियांग, चीन – 3–5 mSv/वर्ष
- गुआरापारी, ब्राज़ील – 1–20 mSv/वर्ष
- केरल, भारत के कुछ तटवर्ती क्षेत्र – विशेष रूप से चवारा और नींदकारा, जहाँ विकिरण स्तर 70 mSv/वर्ष तक पहुँचते हैं

तो फिर सवाल उठता है - क्या इन इलाकों में रहने वाले लोग ज्यादा बीमार पड़ते हैं? क्या उनके बच्चों में आनुवंशिक विकार होते हैं? वैज्ञानिक उत्तर है: "नहीं"।

**विकिरण को लेकर आम भय और उसे चुनौती देती वैज्ञानिक सच्चाइयाँ**

लोगों में विकिरण का डर इतिहास की घटनाओं से उपजा है जैसे हिरोशिमा और नागासाकी पर परमाणु बम विस्फोट, चेरनोबिल (1986) और फुकुशिमा (2011) जैसी घटनाएँ। लेकिन क्या ये घटनाएँ हमारे रोज़मर्रा की कम मात्रा वाली विकिरण से मेल खाती हैं?

**चेरनोबिल, फुकुशिमा और परमाणु बम पीड़ितों से सीखा गया पाठ**

**चेरनोबिल और फुकुशिमा: डर की समीक्षा**

चेरनोबिल (1986) और फुकुशिमा (2011) की परमाणु दुर्घटनाएँ गंभीर ज़रूर थीं, लेकिन इनके बारे में आम धारणा

अक्सर अतिरंजित (अतिशयोक्ति) होती है। चेरनोबिल दुर्घटना में अधिकांश मौतें विस्फोट और आग से हुई थीं, न कि विकिरण से। दीर्घकालिक बीमारियों की घटनाएं भी अपेक्षाकृत कम रहीं। केवल कुछ बच्चों में थायरॉइड कैंसर की वृद्धि देखी गई, जिनका संपर्क उच्च मात्रा में आयोडीन-131 से हुआ था, लेकिन अन्य प्रकार के कैंसर या ल्यूकेमिया (रक्त कैंसर) में कोई उल्लेखनीय वृद्धि नहीं हुई। बच्चों में कोई आनुवंशिक दोष भी नहीं पाया गया। शोध पत्रिका Science (2021) में प्रकाशित लेख (Yeager et al.) के अध्ययन ने यह दर्शाया कि चेरनोबिल सफाइकर्मियों की संतान में कोई नया आनुवंशिक उत्परिवर्तन नहीं देखा गया। दूसरी ओर, फुकुशिमा दुर्घटना में किसी की भी मृत्यु विकिरण से नहीं हुई। विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) और संयुक्त राष्ट्र परमाणु विकिरण के प्रभावों पर वैज्ञानिक समिति (UNSCEAR) जैसी अंतरराष्ट्रीय संस्थाओं की रिपोर्टों के अनुसार, वहाँ की अधिकांश जनसंख्या को इतनी कम विकिरण खुराक मिली कि उससे कोई दीर्घकालिक स्वास्थ्य प्रभाव नहीं पाया गया। ये तथ्य स्पष्ट करते हैं कि ऐसी घटनाओं से भयभीत होने के बजाय वैज्ञानिक समझ अपनाने की आवश्यकता है।

### परमाणु बम पीड़ितों का अध्ययन: सबसे बड़ा दीर्घकालिक साक्ष्य

इसी तरह, जापान के हिरोशिमा और नागासाकी में परमाणु बमबारी के बाद 1,20,000 से अधिक जीवित बचे लोगों पर विकिरण प्रभाव अनुसंधान प्रतिष्ठान (Radiation Effects Research Foundation – RERF) द्वारा 70 वर्षों तक किए गए अध्ययन (Life Span Study) से यह सामने आया कि कम खुराक वाली विकिरण से कैंसर जैसी बीमारियों का खतरा नहीं बढ़ता। इसके अतिरिक्त, पीड़ितों की संतानों में कोई विरासत में मिले आनुवंशिक परिवर्तन नहीं पाए गए। ये निष्कर्ष इस बात को बल देते हैं कि सामान्य जीवन में मिलने वाली कम खुराक वाली विकिरण (Low Dose Radiation – LDIR) न केवल सुरक्षित है, बल्कि इसे लेकर फैली आशंकाएं भी वैज्ञानिक तथ्यों पर आधारित नहीं हैं। ये अध्ययन आज भी वैज्ञानिकों के लिए

Low Dose Radiation (LDIR) को समझने का आधार हैं।

### भारत का अनोखा उदाहरण – केरल के उच्च स्तर वाले प्राकृतिक विकिरण क्षेत्र (HLNRA)

भारत में विकिरण का अध्ययन वैश्विक स्तर पर एक उदाहरण बन चुका है। केरल के कोल्लम ज़िले में चवारा-नींदकारा क्षेत्र में उच्च स्तर वाले प्राकृतिक विकिरण क्षेत्र (HLNRA) स्थित है। यहां की रेत में थोरियम समृद्ध मोनाज़ाइट होती है। इन क्षेत्रों में रहने वाले लोग लगातार दीर्घकालिक उच्च प्राकृतिक पृष्ठभूमि विकिरण के संपर्क में रहते हैं, जिसकी खुराक लगभग 1 mGy से 70 mGy प्रति वर्ष तक होती है। इसी कारण इसे प्रकृति की अपनी प्रयोगशाला (Nature's own laboratory) माना जाता है।

भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई के निम्न स्तरीय विकिरण अनुसंधान अनुभाग ने पिछले चार दशकों से केरल के उच्च प्राकृतिक विकिरण क्षेत्रों में विस्तृत अध्ययन किया है।

अध्ययनों के अनुसार:

- कुछ क्षेत्रों में प्राकृतिक पृष्ठभूमिक (Background) विकिरण स्तर 70 mGy/वर्ष तक है, जो कि विश्व औसत (~2.4 mSv/वर्ष) से कई गुना अधिक है।
- यहां किए गए अध्ययन में 2 लाख से अधिक नवजात शिशुओं और 4 लाख माता-पिता को शामिल किया गया। इसमें पाया गया कि जन्म दोष या आनुवंशिक विकार नहीं बढ़े – जन्मजात विकृतियाँ, मृत जन्म और लिंग अनुपात जैसे कारकों में कोई अंतर नहीं मिला।
- इन क्षेत्रों की जनसंख्या में किसी भी प्रकार की कैंसर वृद्धि की दर नहीं देखी गई है। बीते कई दशकों में एक लाख से अधिक लोगों पर किए गए अध्ययन में उच्च स्तर वाले प्राकृतिक विकिरण और सामान्य क्षेत्रों के बीच कैंसर के मामलों में कोई उल्लेखनीय अंतर नहीं पाया गया।

- कोई अतिरिक्त आनुवंशिक क्षति नहीं – कोशिकीय स्तर पर माइक्रोन्यूक्लियस और क्रोमोसोमल परिवर्तन जैसे परीक्षणों में कोई नकारात्मक प्रभाव नहीं मिला।
- परिणाम बताते हैं कि DNA क्षति, कैंसर दरें, या जन्म दोष की दरें सामान्य से अधिक नहीं हैं - बल्कि कुछ मामलों में DNA रिपेयर क्षमता बेहतर पाई गई है।

अध्ययनों से स्पष्ट है कि चाहे विकिरण तीव्र (Acute) रूप में मिले या दीर्घकालिक (Chronic) रूप में, कम खुराक पर यह मानव स्वास्थ्य के लिए हानिकारक नहीं है। केरल, ईरान के रामसर और चीन के यांगजियांग जैसे उच्च प्राकृतिक विकिरण क्षेत्रों में रहने वाली जनसंख्या पूरी तरह स्वस्थ पाई गई है, जहाँ उनके जीवनकाल, प्रजनन क्षमता या आनुवंशिक स्वास्थ्य पर कोई नकारात्मक प्रभाव नहीं देखा गया। वहीं, परमाणु ऊर्जा संयंत्रों के आसपास रहने वाले लोगों को मिलने वाली विकिरण खुराक इन क्षेत्रों की तुलना में लगभग 1000 गुना कम होती है। इसलिए परमाणु ऊर्जा और उससे जुड़े विकिरण को लेकर डरने की कोई आवश्यकता नहीं है।

### हमारे जीवन में विकिरण तकनीकों की उपयोगिता

विकिरण तकनीकें आज हमारे जीवन का ऐसा हिस्सा बन चुकी हैं, जो चुपचाप हमारे स्वास्थ्य और सुविधाओं को बेहतर बना रही हैं। चिकित्सा क्षेत्र में विकिरण का उपयोग एक्स-रे, सीटी स्कैन, कैंसर की रेडियोथेरेपी जैसी जांचों और इलाजों में होता है, जिससे गंभीर बीमारियों का समय पर पता लगाकर जीवन बचाया जा सकता है। आज लाखों कैंसर रोगियों को रेडियोथेरेपी से नया जीवन मिल रहा है। खाद्य संरक्षण में विकिरण का प्रयोग करके अनाज, मसाले और फल-सब्जियों को कीटाणु मुक्त और अधिक समय तक सुरक्षित रखा जाता है, जिससे खाने की बर्बादी कम होती है। कृषि में इसका उपयोग बीजों को बेहतर बनाने, फसलों की उन्नत किस्में बनाने और कीट नियंत्रण के लिए किया जाता है। उद्योगों में भी विकिरण तकनीक से पाइपलाइन और मशीनों की गुणवत्ता जांची जाती है, जिससे निर्माण की विश्वसनीयता बढ़ती है।

### जनमानस में बदलाव की आवश्यकता

अब समय आ गया है कि हम विकिरण को केवल डर और खतरे की नजर से देखना बंद करें। आज की वैज्ञानिक समझ इस बात को स्पष्ट करती है कि कम स्तर की विकिरण खुराकों के हानिकारक प्रभावों के कोई ठोस प्रमाण नहीं हैं। अंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिक संस्थाएं जैसे UNSCEAR भी इस निष्कर्ष की पुष्टि कर चुकी हैं। वास्तव में, अब यह धारणा उभर रही है कि सीमित मात्रा में विकिरण शरीर की प्रतिरक्षा प्रणाली को सक्रिय कर सकती है और डीएनए मरम्मत जैसे जैविक तंत्रों को बेहतर बनाने में सहायक हो सकती है।

भारत के केरल तटवर्ती क्षेत्रों और दुनिया के अन्य हिस्सों जैसे ईरान, ब्राज़ील और चीन में लाखों लोग दशकों से प्राकृतिक रूप से अधिक विकिरण वाले वातावरण में रह रहे हैं - बिना किसी उल्लेखनीय स्वास्थ्य प्रभाव के। वैज्ञानिकों द्वारा इन क्षेत्रों में किए गए दीर्घकालिक अध्ययन यह दर्शाते हैं कि विकिरण को लेकर आम धारणा में जो भय व्याप्त है, वह वैज्ञानिक तथ्यों की तुलना में कहीं अधिक भावनात्मक और काल्पनिक है।

समाज में विकिरण को लेकर फैले डर और भ्रांतियों को दूर करना अब अनिवार्य हो गया है। हमें यह समझने की आवश्यकता है कि विज्ञान और तकनीकी ने विकिरण को एक बहुमूल्य संसाधन में बदल दिया है - वह अब केवल खतरा नहीं बल्कि अनेक संभावनाओं का द्वार है। स्वास्थ्य देखभाल में कैंसर की पहचान और इलाज से लेकर कृषि में फसल की गुणवत्ता सुधारने, खाद्य संरक्षण में शुद्धता बनाए रखने, और ऊर्जा उत्पादन में हरित ऊर्जा समाधान तक - विकिरण तकनीक ने हर क्षेत्र में क्रांति ला दी है।

जनता को अब पुराने डर और गलत धारणाओं से बाहर निकलने की आवश्यकता है। केवल आशंकाओं के आधार पर किसी तकनीक को खारिज कर देना तर्कसंगत नहीं है, विशेष रूप से तब जब वही तकनीक भविष्य में भारत की ऊर्जा आत्मनिर्भरता, खाद्य सुरक्षा और आधुनिक चिकित्सा की रीढ़ बनने जा रही है। आज आवश्यकता है वैज्ञानिक दृष्टिकोण अपनाने की, सही जानकारी फैलाने की, और

समाज में यह सोच विकसित करने की कि हर तकनीक का मूल्यांकन तथ्यों और शोध के आधार पर होना चाहिए - डर और अंधविश्वास के आधार पर नहीं। विकिरण को समझने और अपनाने का यही सही समय है - एक नए दृष्टिकोण के साथ, जो भय नहीं बल्कि समझ, विज्ञान और संभावनाओं पर आधारित हो। आज जरूरत है कि हम जनता के बीच सही जानकारी पहुंचाएं और नीति-निर्माण में वैज्ञानिक प्रमाणों को महत्व दें।

### भविष्य की संभावनाएँ

अगर हम विकिरण तकनीकों को समझदारी से अपनाएं, तो भविष्य में यह न केवल स्वास्थ्य सेवाओं में क्रांति लाएंगी बल्कि जल शुद्धिकरण, स्मार्ट कृषि, ऊर्जा उत्पादन और पर्यावरणीय सुधारों में भी अहम भूमिका निभाएंगी। आने वाले वर्षों में विकिरण तकनीकों का इस्तेमाल कैंसर जैसी बीमारियों के ज्यादा प्रभावी इलाज, पर्यावरण प्रदूषण को कम करने और यहां तक कि अंतरिक्ष अन्वेषण जैसे क्षेत्रों में भी बढ़ेगा। रेडियोआइसोटोप्स का उपयोग नए तरह की व्यक्तिगत चिकित्सा (personalized therapy) में किया जा रहा है जो कैंसर के इलाज को और भी प्रभावी बना सकता है। आज जब भारत "नेट जीरो कार्बन उत्सर्जन" का लक्ष्य लेकर चल रहा है, तो परमाणु ऊर्जा जैसी स्वच्छ और हरित ऊर्जा के लिए विकिरण तकनीकें बेहद जरूरी हैं। इसलिए अब हमें विकिरण से डरने की बजाय, इसकी उपयोगिता को समझते हुए इसे विकास और बेहतर जीवन

के लिए अपनाना चाहिए।

### जनता को संदेश: डरें नहीं, विज्ञान और परमाणु ऊर्जा से जुड़ें

विकिरण अब भय का विषय नहीं, बल्कि संभावनाओं का द्वार है। आज यह तकनीक केवल स्वास्थ्य, कृषि और उद्योग को ही नहीं, बल्कि सुरक्षित और स्वच्छ ऊर्जा के सबसे बड़े स्रोत - नाभिकीय ऊर्जा (न्यूक्लियर पावर) - का आधार भी है। यह ऊर्जा न केवल देश की ऊर्जा आत्मनिर्भरता सुनिश्चित करती है, बल्कि पर्यावरण संरक्षण और कार्बन उत्सर्जन में कमी के लिए भी अत्यंत महत्वपूर्ण है। अब समय आ गया है कि हम विकिरण और परमाणु ऊर्जा को डर की दृष्टि से नहीं, बल्कि एक मित्र और सहयोगी के रूप में देखें—जो विज्ञान की रोशनी से हमारे जीवन में उजाला और हमारे भविष्य में स्थिरता ला रहा है।

### आभार

लेखकगण, इस लेख की संरचना में प्रत्यक्ष एवं परोक्ष रूप से सहयोग एवं मार्गदर्शन देने वाले सभी व्यक्तियों विशेषकर डॉ. संतोष कुमार संदुर, अध्यक्ष, विकिरण जैविकी एवं स्वास्थ्य विज्ञान प्रभाग, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई के प्रति हार्दिक आभार प्रकट करते हैं। प्रस्तुत जानकारी में प्रयुक्त पुस्तकों, लेखों और ऑनलाइन संसाधनों के लेखकों का भी हम आभार व्यक्त करते हैं।



**विनय जैन**

डॉ. विनय जैन, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई के विकिरण जैविकी एवं स्वास्थ्य विज्ञान प्रभाग (RB&HSD) में वैज्ञानिक अधिकारी-एफ के पद पर कार्यरत हैं।

### लेखकगण का परिचय



**दीपक शर्मा**

डॉ. दीपक शर्मा, भाभा परमाणु अनुसंधान केंद्र, मुंबई के विकिरण जैविकी एवं स्वास्थ्य विज्ञान प्रभाग (RB&HSD) में वैज्ञानिक अधिकारी-एच के पद पर कार्यरत हैं।