



International Journal of Humanities, Social Sciences and Literary Research

(An International Peer-Reviewed (Refereed) Journal)

Website: www.ijhslr.org/

E-mail: editorinchief@ijhslr.org

ISSN (Online): 3139-3225



औद्योगिक प्रदूषण: पर्यावरण क्षरण और स्वास्थ्य खतरों में बढ़ोतरी

डॉ संजय सिंह राघव¹, डॉ प्रतिभा बैरवा² *

¹सहायक प्राध्यापक भूगोल, शासकीय महाविद्यालय बदरवास, जिला- शिवपुरी (म.प्र.)

²सहायक आचार्य भूगोल, राजकीय कन्या महाविद्यालय धौलपुर, जिला-धौलपुर (राजस्थान)

ईमेल- pratived2512@gmail.com

Received: 05 January 2026, Revised: 20 January 2026, Accepted: 30 January 2026, Available Online: 31 January 2026

<https://doi.org/10.5281/zenodo.20960921>

सारांश

औद्योगिकीकरण आर्थिक विकास, रोजगार सृजन तथा तकनीकी प्रगति का प्रमुख आधार है, किन्तु इसके साथ औद्योगिक प्रदूषण पर्यावरण एवं मानव स्वास्थ्य के समक्ष गंभीर चुनौती के रूप में उभरकर सामने आया है। उद्योगों से उत्सर्जित गैसीय प्रदूषक, रासायनिक अपशिष्ट, भारी धातुएँ तथा ठोस अपशिष्ट वायु, जल एवं मृदा की गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं, जिसके परिणामस्वरूप पर्यावरणीय क्षरण, जैव विविधता में कमी तथा प्राकृतिक संसाधनों का हास होता है। इन प्रदूषकों के दीर्घकालिक संपर्क से श्वसन संबंधी रोग, हृदय एवं रक्तवाहिका रोग, त्वचा रोग, कैंसर तथा अन्य दीर्घकालिक स्वास्थ्य समस्याओं का जोखिम बढ़ जाता है। वर्तमान अध्ययन का उद्देश्य औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण तथा मानव स्वास्थ्य जोखिमों के मध्य संबंधों का समग्र विश्लेषण करना है। अध्ययन में औद्योगिक प्रदूषण को स्वतंत्र चर, पर्यावरणीय क्षरण को मध्यस्थ चर तथा स्वास्थ्य जोखिमों को आश्रित चर के रूप में ग्रहण किया गया है। अनुसंधान के लिए मात्रात्मक शोध अभिकल्प (Quantitative Research Design) अपनाया जाएगा तथा प्राथमिक एवं द्वितीयक दोनों प्रकार के आँकड़ों का उपयोग किया जाएगा। प्राथमिक आँकड़ों का संकलन प्रश्नावली के माध्यम से तथा द्वितीयक आँकड़ों का संकलन केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड, राज्य प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड, विश्व स्वास्थ्य संगठन तथा अन्य आधिकारिक स्रोतों से किया जाएगा। प्राप्त आँकड़ों का विश्लेषण वर्णनात्मक सांख्यिकी, सहसंबंध, बहु-प्रतिगमन तथा संरचनात्मक समीकरण मॉडलिंग जैसी सांख्यिकीय तकनीकों द्वारा किया जाएगा। अध्ययन से यह अपेक्षा की जाती है कि

औद्योगिक प्रदूषण पर्यावरणीय गुणवत्ता को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करता है तथा पर्यावरणीय क्षरण के माध्यम से मानव स्वास्थ्य जोखिमों में उल्लेखनीय वृद्धि होती है। शोध के निष्कर्ष औद्योगिक प्रदूषण नियंत्रण, पर्यावरण संरक्षण तथा जनस्वास्थ्य संबंधी प्रभावी नीतियों के निर्माण में उपयोगी सिद्ध होंगे और सतत औद्योगिक विकास के लिए वैज्ञानिक आधार प्रदान करेंगे।

मुख्य शब्द: औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण, मानव स्वास्थ्य, वायु प्रदूषण, जल प्रदूषण, मृदा प्रदूषण, सार्वजनिक स्वास्थ्य, सतत विकास।

1. परिचय

औद्योगिकीकरण किसी भी राष्ट्र के आर्थिक विकास, रोजगार सृजन, तकनीकी नवाचार तथा आधारभूत संरचना के विस्तार का प्रमुख आधार माना जाता है। औद्योगिक क्रांति के पश्चात विश्व के अधिकांश देशों में उत्पादन क्षमता, ऊर्जा उपभोग तथा शहरीकरण में अभूतपूर्व वृद्धि हुई है, जिसके परिणामस्वरूप आर्थिक समृद्धि के नए आयाम स्थापित हुए हैं। भारत जैसे विकासशील देशों में भी औद्योगिक क्षेत्र सकल घरेलू उत्पाद (GDP), निर्यात, विदेशी निवेश तथा रोजगार के सृजन में महत्वपूर्ण योगदान देता है। यद्यपि औद्योगिक विकास ने जीवन स्तर में सुधार तथा आर्थिक अवसरों का विस्तार किया है, किन्तु इसके साथ पर्यावरणीय असंतुलन तथा सार्वजनिक स्वास्थ्य से संबंधित अनेक गंभीर चुनौतियाँ भी उत्पन्न हुई हैं [1, 2]।

औद्योगिक गतिविधियों के विस्तार के कारण वायु, जल, मृदा तथा ध्वनि प्रदूषण में निरंतर वृद्धि देखी जा रही है। उद्योगों से उत्सर्जित सल्फर डाइऑक्साइड (SO_2), नाइट्रोजन ऑक्साइड (NO_x), कार्बन मोनोऑक्साइड (CO), कार्बन डाइऑक्साइड (CO_2), कणिकीय पदार्थ ($\text{PM}_{2.5}$ एवं PM_{10}), वाष्पशील कार्बनिक यौगिक (Volatile Organic Compounds) तथा विभिन्न विषैले रासायनिक यौगिक प्राकृतिक पर्यावरण की गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं। इसके अतिरिक्त रासायनिक उद्योगों, तापीय विद्युत संयंत्रों, इस्पात उद्योगों, सीमेंट उद्योगों, कागज उद्योगों, वस्त्र उद्योगों तथा चमड़ा उद्योगों से निकलने वाले अपशिष्ट जल एवं ठोस अपशिष्ट नदियों, झीलों तथा कृषि भूमि को प्रदूषित कर पारिस्थितिक तंत्र को गंभीर क्षति पहुँचाते हैं [3]। विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुसार वायु प्रदूषण वर्तमान समय में वैश्विक स्तर पर मृत्यु एवं रोगभार (Disease Burden) के प्रमुख कारणों में सम्मिलित है। सूक्ष्म कण ($\text{PM}_{2.5}$) तथा अन्य वायु प्रदूषक मानव शरीर में श्वसन तंत्र के माध्यम से प्रवेश कर फेफड़ों, हृदय, रक्तवाहिका तंत्र तथा तंत्रिका तंत्र को प्रभावित करते हैं। अनेक महामारी विज्ञान अध्ययनों से यह स्पष्ट हुआ है कि प्रदूषित वातावरण में दीर्घकालिक संपर्क अस्थमा, क्रॉनिक ऑब्सट्रक्टिव पल्मोनरी डिजीज़ (COPD), फेफड़ों के कैंसर, हृदयाघात, स्ट्रोक तथा समयपूर्व मृत्यु के जोखिम को बढ़ाता है। इसी प्रकार औद्योगिक अपशिष्टों में उपस्थित भारी धातुएँ, जैसे सीसा (Lead), पारा (Mercury), कैडमियम (Cadmium) तथा आर्सेनिक (Arsenic), जल एवं खाद्य श्रृंखला के माध्यम से मानव शरीर में प्रवेश कर दीर्घकालिक विषाक्त प्रभाव उत्पन्न करती हैं [4, 5]। पर्यावरणीय क्षरण केवल प्रदूषण तक सीमित नहीं है, बल्कि इसका प्रभाव जैव विविधता, प्राकृतिक संसाधनों तथा पारिस्थितिक संतुलन पर भी पड़ता है। औद्योगिक अपशिष्टों के कारण जल स्रोतों की गुणवत्ता में गिरावट, कृषि भूमि की उर्वरता में कमी, वनस्पति एवं जीव-जंतुओं की विविधता का ह्रास तथा प्राकृतिक पारिस्थितिक तंत्र का विघटन देखने को मिलता है। इसके परिणामस्वरूप खाद्य सुरक्षा, पेयजल की उपलब्धता तथा मानव जीवन की गुणवत्ता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। वर्तमान समय में जलवायु परिवर्तन, पर्यावरणीय प्रदूषण तथा जैव

विविधता के क्षरण को परस्पर संबंधित वैश्विक चुनौतियों के रूप में देखा जा रहा है [6]। भारत विश्व के तीव्र औद्योगिकीकरण वाले देशों में से एक है, जहाँ ऊर्जा, इस्पात, सीमेंट, रसायन, उर्वरक, पेट्रोकेमिकल, वस्त्र, औषधि तथा ऑटोमोबाइल उद्योगों का तेजी से विस्तार हुआ है। औद्योगिक विकास ने आर्थिक वृद्धि को गति प्रदान की है, परंतु अनेक औद्योगिक क्षेत्रों में पर्यावरणीय नियमों के अपर्याप्त अनुपालन, अपशिष्ट प्रबंधन की कमियों तथा प्रदूषण नियंत्रण तकनीकों के सीमित उपयोग के कारण वायु एवं जल प्रदूषण की गंभीर समस्या उत्पन्न हुई है। केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड द्वारा चिन्हित अनेक औद्योगिक क्लस्टरों में पर्यावरणीय गुणवत्ता चिंताजनक स्तर पर पाई गई है, जिससे स्थानीय समुदायों के स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है [7]। स्वास्थ्य विज्ञान के क्षेत्र में किए गए अनेक अध्ययनों ने यह स्थापित किया है कि औद्योगिक प्रदूषण का प्रभाव केवल श्वसन रोगों तक सीमित नहीं है। दीर्घकालिक प्रदूषण के संपर्क से हृदय एवं रक्तवाहिका रोग, उच्च रक्तचाप, त्वचा रोग, नेत्र रोग, अंतःस्रावी तंत्र के विकार, तंत्रिका तंत्र संबंधी समस्याएँ, प्रजनन स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव तथा कुछ प्रकार के कैंसर का जोखिम भी बढ़ जाता है। बच्चों, वृद्ध व्यक्तियों तथा गर्भवती महिलाओं को प्रदूषण के प्रति सर्वाधिक संवेदनशील समूह माना गया है, क्योंकि उनकी शारीरिक प्रतिरोधक क्षमता अपेक्षाकृत कम होती है [8]।

विगत वर्षों में सतत विकास (Sustainable Development) की अवधारणा ने औद्योगिक विकास एवं पर्यावरण संरक्षण के मध्य संतुलन स्थापित करने पर विशेष बल दिया है। संयुक्त राष्ट्र के सतत विकास लक्ष्य (Sustainable Development Goals—SDGs), विशेषकर लक्ष्य 3 (अच्छा स्वास्थ्य एवं कल्याण), लक्ष्य 6 (स्वच्छ जल एवं स्वच्छता), लक्ष्य 11 (सतत नगर एवं समुदाय), लक्ष्य 12 (उत्तरदायी उपभोग एवं उत्पादन) तथा लक्ष्य 13 (जलवायु कार्रवाई), औद्योगिक प्रदूषण नियंत्रण एवं पर्यावरणीय प्रबंधन की आवश्यकता को स्पष्ट करते हैं। इन लक्ष्यों की प्राप्ति के लिए स्वच्छ उत्पादन तकनीकों, हरित औद्योगिकीकरण, ऊर्जा दक्षता, प्रदूषण नियंत्रण उपकरणों तथा प्रभावी पर्यावरणीय शासन की आवश्यकता निरंतर बढ़ती जा रही है [9]।

यद्यपि औद्योगिक प्रदूषण पर राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय स्तर पर पर्याप्त शोध उपलब्ध हैं, तथापि अधिकांश अध्ययन किसी एक प्रकार के प्रदूषण, किसी विशिष्ट औद्योगिक क्षेत्र अथवा किसी एक स्वास्थ्य परिणाम तक सीमित रहे हैं। बहुत कम अध्ययनों में औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण तथा मानव स्वास्थ्य जोखिमों के बीच अंतर्संबंधों का समग्र एवं अनुभवजन्य विश्लेषण किया गया है। विशेष रूप से भारतीय संदर्भ में ऐसे अध्ययन सीमित हैं जिनमें पर्यावरणीय, स्वास्थ्य तथा नीतिगत आयामों को एकीकृत दृष्टिकोण से समझने का प्रयास किया गया हो [10]। उपर्युक्त तथ्यों के आलोक में प्रस्तुत अध्ययन औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण तथा स्वास्थ्य जोखिमों के मध्य संबंधों का व्यापक विश्लेषण करने का प्रयास करता है। अध्ययन का उद्देश्य यह समझना है कि औद्योगिक गतिविधियों से उत्पन्न प्रदूषण किस प्रकार पर्यावरणीय गुणवत्ता को प्रभावित करता है तथा पर्यावरणीय क्षरण के माध्यम से मानव स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव डालता है। साथ ही यह अध्ययन नीतिगत स्तर पर ऐसे सुझाव प्रस्तुत करता है, जिनके माध्यम से औद्योगिक विकास एवं पर्यावरण संरक्षण के मध्य संतुलन स्थापित करते हुए सतत विकास के लक्ष्यों की प्राप्ति में योगदान दिया जा सके।

2. साहित्य समीक्षा (Literature Review)

2.1 औद्योगिक प्रदूषण की अवधारणा

औद्योगिक प्रदूषण वह प्रक्रिया है जिसके अंतर्गत औद्योगिक उत्पादन, प्रसंस्करण, ऊर्जा उत्पादन तथा विनिर्माण गतिविधियों से उत्पन्न गैसीय, द्रव एवं ठोस अपशिष्ट प्राकृतिक पर्यावरण को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करते हैं। औद्योगिक विकास आर्थिक समृद्धि का आधार है, किन्तु यदि प्रदूषण नियंत्रण उपाय प्रभावी न हों तो यही विकास पर्यावरणीय क्षरण तथा मानव स्वास्थ्य के लिए गंभीर संकट का कारण बन जाता है [11]। औद्योगिक प्रदूषण के प्रमुख स्रोतों में तापीय विद्युत संयंत्र, इस्पात उद्योग, सीमेंट उद्योग, रासायनिक उद्योग, पेट्रोकेमिकल उद्योग, उर्वरक उद्योग, वस्त्र उद्योग, कागज उद्योग, औषधि उद्योग तथा खनन गतिविधियाँ सम्मिलित हैं। इन उद्योगों से सल्फर डाइऑक्साइड, नाइट्रोजन ऑक्साइड, कार्बन मोनोऑक्साइड, सूक्ष्म कण ($PM_{2.5}$ एवं PM_{10}), भारी धातुएँ तथा विषैले कार्बनिक यौगिक उत्सर्जित होते हैं, जो वायु, जल एवं मृदा की गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं [12]। विश्व स्वास्थ्य संगठन ने स्पष्ट किया है कि पर्यावरणीय प्रदूषण वर्तमान समय में वैश्विक स्तर पर रोगों एवं समयपूर्व मृत्यु के प्रमुख कारणों में सम्मिलित है। विशेष रूप से औद्योगिक क्षेत्रों में रहने वाली जनसंख्या प्रदूषण के प्रत्यक्ष प्रभावों का अधिक सामना करती है क्योंकि वहाँ प्रदूषकों की सांद्रता सामान्य क्षेत्रों की तुलना में अधिक होती है [13]।

2.2 औद्योगिक प्रदूषण एवं पर्यावरणीय क्षरण

पर्यावरणीय क्षरण (Environmental Degradation) का आशय प्राकृतिक संसाधनों की गुणवत्ता में गिरावट तथा पारिस्थितिक तंत्र के संतुलन में होने वाले परिवर्तन से है। औद्योगिक प्रदूषण इस प्रक्रिया का प्रमुख कारण माना जाता है। उद्योगों से उत्सर्जित गैसों वायु गुणवत्ता को प्रभावित करती हैं, जबकि बिना उपचारित अपशिष्ट जल नदियों, झीलों तथा भूजल स्रोतों को प्रदूषित करता है। इसके अतिरिक्त ठोस एवं खतरनाक अपशिष्ट मृदा की भौतिक एवं रासायनिक संरचना को प्रभावित करते हैं, जिससे कृषि उत्पादकता तथा जैव विविधता दोनों में कमी आती है [14]। Manisalidis एवं सहयोगियों ने अपने व्यापक समीक्षा अध्ययन में बताया कि औद्योगिक गतिविधियों से उत्पन्न वायु प्रदूषण शहरी क्षेत्रों में पर्यावरणीय गुणवत्ता के ह्रास का प्रमुख कारण है। अध्ययन के अनुसार औद्योगिक उत्सर्जन केवल स्थानीय स्तर पर ही नहीं बल्कि वायुमंडलीय परिवहन (Atmospheric Transport) के माध्यम से दूरस्थ क्षेत्रों तक भी पहुँच सकता है, जिससे क्षेत्रीय एवं वैश्विक स्तर पर पर्यावरणीय प्रभाव उत्पन्न होते हैं [15]। Shetty एवं सहयोगियों ने पर्यावरणीय प्रदूषकों पर किए गए अपने अध्ययन में निष्कर्ष दिया कि भारी धातुएँ, कार्बनिक रसायन, सूक्ष्म कण तथा औद्योगिक विषैले पदार्थ प्राकृतिक पारिस्थितिकी में लंबे समय तक बने रहते हैं और जैव संचयन (Bioaccumulation) के माध्यम से खाद्य श्रृंखला में प्रवेश कर पर्यावरणीय जोखिमों को कई गुना बढ़ा देते हैं [16]।

2.3 औद्योगिक प्रदूषण एवं मानव स्वास्थ्य

औद्योगिक प्रदूषण का सबसे प्रत्यक्ष प्रभाव मानव स्वास्थ्य पर पड़ता है। वायु में उपस्थित सूक्ष्म कण ($PM_{2.5}$), ओज़ोन, सल्फर डाइऑक्साइड तथा नाइट्रोजन ऑक्साइड श्वसन तंत्र में प्रवेश कर फेफड़ों की कार्यक्षमता को प्रभावित करते हैं। विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुसार इन प्रदूषकों के कारण प्रतिवर्ष लाखों लोगों की समयपूर्व मृत्यु होती है तथा करोड़ों लोग विभिन्न श्वसन एवं हृदय रोगों से प्रभावित होते हैं [17]। Manisalidis आदि ने बताया कि वायु प्रदूषण के कारण अस्थमा, क्रॉनिक ऑब्सट्रक्टिव पल्मोनरी डिज़ीज़ (COPD), फेफड़ों का कैंसर, हृदयाघात तथा स्ट्रोक जैसी गंभीर बीमारियों का जोखिम उल्लेखनीय रूप से बढ़ जाता है। उन्होंने यह भी स्पष्ट

किया कि प्रदूषण के प्रभाव बच्चों, वृद्ध व्यक्तियों तथा पहले से बीमार लोगों में अधिक गंभीर पाए जाते हैं [18]। Rahman एवं सहयोगियों ने औद्योगिक प्रदूषण और सार्वजनिक स्वास्थ्य के मध्य संबंध का अध्ययन करते हुए पाया कि औद्योगिक गतिविधियों की तीव्रता बढ़ने के साथ श्वसन रोगों, हृदय संबंधी रोगों तथा अन्य दीर्घकालिक स्वास्थ्य समस्याओं की घटनाओं में उल्लेखनीय वृद्धि होती है। उनके अध्ययन के अनुसार पर्यावरणीय प्रदूषण का प्रभाव केवल स्वास्थ्य तक सीमित नहीं रहता, बल्कि श्रम उत्पादकता, जीवन प्रत्याशा तथा स्वास्थ्य व्यय पर भी प्रतिकूल प्रभाव डालता है [19]। अन्य अध्ययनों में यह भी स्पष्ट किया गया है कि सीसा, पारा, कैडमियम एवं आर्सेनिक जैसी भारी धातुएँ तंत्रिका तंत्र, यकृत, गुर्दे, अंतःस्रावी तंत्र तथा प्रजनन स्वास्थ्य पर दीर्घकालिक प्रतिकूल प्रभाव डालती हैं तथा अनेक प्रकार के कैंसर के जोखिम को भी बढ़ा सकती हैं [20]।

2.4 वायु प्रदूषण पर पूर्ववर्ती अध्ययन

विश्व स्तर पर किए गए अनेक शोधों ने यह स्थापित किया है कि औद्योगिक वायु प्रदूषण सार्वजनिक स्वास्थ्य के लिए सबसे गंभीर पर्यावरणीय जोखिमों में से एक है। विश्व स्वास्थ्य संगठन द्वारा प्रकाशित दिशानिर्देशों के अनुसार सूक्ष्म कण ($PM_{2.5}$) मानव स्वास्थ्य के लिए सबसे अधिक हानिकारक प्रदूषकों में सम्मिलित हैं क्योंकि ये श्वसन तंत्र से होते हुए सीधे रक्त परिसंचरण में प्रवेश कर जाते हैं [21]। Ostro ने धूल एवं औद्योगिक कणों पर आधारित महामारी विज्ञान अध्ययनों की समीक्षा करते हुए निष्कर्ष निकाला कि दीर्घकालिक धूल एवं सूक्ष्म कणों का संपर्क मृत्यु दर, फेफड़ों की कार्यक्षमता में कमी तथा श्वसन रोगों की बढ़ती घटनाओं से महत्वपूर्ण रूप से संबंधित है। अध्ययन में विशेष रूप से औद्योगिक क्षेत्रों के आसपास रहने वाली आबादी को उच्च जोखिम वाला समूह बताया गया [22]। हाल के अध्ययनों में यह भी पाया गया है कि औद्योगिक प्रदूषण केवल शारीरिक स्वास्थ्य ही नहीं बल्कि मानसिक स्वास्थ्य, संज्ञानात्मक क्षमता तथा जीवन की समग्र गुणवत्ता को भी प्रभावित करता है। इसलिए आधुनिक शोध केवल प्रदूषण के स्तर का आकलन करने तक सीमित न रहकर उसके बहुआयामी सामाजिक, आर्थिक एवं स्वास्थ्य प्रभावों का समग्र विश्लेषण करने पर बल दे रहे हैं [23]।

3. सैद्धांतिक आधार एवं वैचारिक रूपरेखा

औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण तथा मानव स्वास्थ्य के मध्य संबंधों को समझने के लिए विभिन्न पर्यावरणीय, सामाजिक एवं सार्वजनिक स्वास्थ्य सिद्धांत विकसित किए गए हैं। इन सिद्धांतों के माध्यम से यह स्पष्ट किया जा सकता है कि औद्योगिक विकास किस प्रकार प्राकृतिक संसाधनों, पारिस्थितिक तंत्र तथा मानव जीवन को प्रभावित करता है। प्रस्तुत अध्ययन का सैद्धांतिक आधार मुख्यतः सतत विकास सिद्धांत, एक्सपोजर सिद्धांत, पर्यावरणीय स्वास्थ्य जोखिम मॉडल तथा पर्यावरणीय कुंजनेट्स वक्र की अवधारणाओं पर आधारित है। इन सभी सिद्धांतों का समेकित अध्ययन औद्योगिक प्रदूषण के कारण उत्पन्न पर्यावरणीय एवं स्वास्थ्य संबंधी प्रभावों को व्यापक दृष्टिकोण से समझने में सहायक है।

3.1 सतत विकास सिद्धांत

सतत विकास की अवधारणा आर्थिक प्रगति, पर्यावरण संरक्षण तथा सामाजिक कल्याण के मध्य संतुलन स्थापित करने पर बल देती है। इस सिद्धांत के अनुसार विकास की प्रक्रिया ऐसी होनी चाहिए जिससे वर्तमान पीढ़ी की आवश्यकताओं की पूर्ति हो सके तथा भविष्य की पीढ़ियों के लिए प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण भी सुनिश्चित

रहे। औद्योगिकीकरण आर्थिक विकास का प्रमुख आधार है, किन्तु यदि उत्पादन प्रक्रियाओं में पर्यावरणीय उत्तरदायित्व की उपेक्षा की जाती है, तो प्राकृतिक संसाधनों का अत्यधिक दोहन, प्रदूषण तथा जैव विविधता का ह्रास दीर्घकालिक संकट उत्पन्न कर सकता है। इसलिए स्वच्छ उत्पादन तकनीकों, ऊर्जा दक्षता, संसाधनों के पुनर्चक्रण तथा प्रदूषण नियंत्रण उपायों को सतत औद्योगिक विकास का अनिवार्य अंग माना जाता है।

3.2 एक्सपोजर सिद्धांत

एक्सपोजर सिद्धांत के अनुसार किसी भी प्रदूषक का मानव स्वास्थ्य पर प्रभाव केवल उसकी मात्रा पर निर्भर नहीं करता, बल्कि यह संपर्क की अवधि, संपर्क के माध्यम, व्यक्ति की आयु, स्वास्थ्य स्थिति तथा सामाजिक परिस्थितियों से भी प्रभावित होता है। औद्योगिक क्षेत्रों के निकट रहने वाले लोगों का प्रदूषकों के प्रति संपर्क सामान्य क्षेत्रों की तुलना में अधिक होता है, जिसके कारण उनमें श्वसन रोग, हृदय रोग, तंत्रिका संबंधी विकार तथा अन्य दीर्घकालिक स्वास्थ्य समस्याओं की संभावना अधिक रहती है। यह सिद्धांत स्पष्ट करता है कि स्वास्थ्य जोखिमों का मूल्यांकन करते समय प्रदूषकों की उपस्थिति के साथ-साथ उनके प्रति मानव संपर्क की प्रकृति का भी अध्ययन आवश्यक है।

3.3 पर्यावरणीय स्वास्थ्य जोखिम मॉडल

पर्यावरणीय स्वास्थ्य जोखिम मॉडल यह प्रतिपादित करता है कि औद्योगिक गतिविधियों से उत्पन्न प्रदूषक सबसे पहले प्राकृतिक पर्यावरण को प्रभावित करते हैं। वायु, जल एवं मृदा की गुणवत्ता में गिरावट आने के पश्चात मानव इन प्रदूषकों के संपर्क में आता है, जिसके परिणामस्वरूप विभिन्न प्रकार की स्वास्थ्य समस्याएँ उत्पन्न होती हैं। इस दृष्टिकोण से पर्यावरणीय क्षरण औद्योगिक प्रदूषण और मानव स्वास्थ्य के बीच एक महत्वपूर्ण कड़ी के रूप में कार्य करता है। अतः स्वास्थ्य संबंधी प्रभावों को समझने के लिए पर्यावरणीय गुणवत्ता का समग्र मूल्यांकन आवश्यक माना जाता है।

3.4 पर्यावरणीय कुंजनेट्स वक्र

पर्यावरणीय कुंजनेट्स वक्र के अनुसार आर्थिक विकास के प्रारंभिक चरणों में औद्योगिकीकरण और उत्पादन वृद्धि के कारण प्रदूषण का स्तर बढ़ता है। किन्तु जैसे-जैसे आर्थिक विकास के साथ तकनीकी उन्नति, पर्यावरणीय जागरूकता तथा नियामक व्यवस्थाएँ सुदृढ़ होती हैं, प्रदूषण के स्तर में क्रमिक कमी आने लगती है। यह अवधारणा इस तथ्य पर बल देती है कि आर्थिक विकास और पर्यावरण संरक्षण को संतुलित नीतियों तथा स्वच्छ प्रौद्योगिकी के माध्यम से साथ-साथ आगे बढ़ाया जा सकता है।

3.5 वैचारिक रूपरेखा

उपलब्ध साहित्य के समेकित अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण तथा मानव स्वास्थ्य परस्पर गहराई से जुड़े हुए आयाम हैं। औद्योगिक गतिविधियों से उत्पन्न प्रदूषक वायु, जल एवं मृदा की गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं, जिसके परिणामस्वरूप प्राकृतिक पारिस्थितिक तंत्र में असंतुलन उत्पन्न होता है। पर्यावरणीय गुणवत्ता में यह गिरावट मानव स्वास्थ्य पर प्रत्यक्ष एवं अप्रत्यक्ष दोनों प्रकार के प्रभाव

उत्पन्न करती है। इसलिए इन तीनों आयामों का पृथक-पृथक अध्ययन करने के स्थान पर एक समेकित दृष्टिकोण अपनाना अधिक उपयुक्त है।

प्रस्तुत अध्ययन इसी वैचारिक आधार पर औद्योगिक प्रदूषण के पर्यावरणीय एवं स्वास्थ्य संबंधी प्रभावों का विश्लेषण करता है। इसमें यह स्पष्ट करने का प्रयास किया गया है कि औद्योगिक विकास, पर्यावरणीय संसाधनों की गुणवत्ता तथा सार्वजनिक स्वास्थ्य एक-दूसरे से किस प्रकार जुड़े हुए हैं तथा सतत विकास की अवधारणा इन सभी के मध्य संतुलन स्थापित करने में किस प्रकार सहायक हो सकती है।

3.6 अध्ययन की परिकल्पनाएँ (Research Hypotheses)

उपलब्ध साहित्य एवं सैद्धांतिक आधार के आधार पर निम्नलिखित परिकल्पनाएँ प्रस्तावित की जाती हैं—

H₁: औद्योगिक प्रदूषण का पर्यावरणीय क्षरण पर सकारात्मक एवं सांख्यिकीय रूप से महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है।

H₂: पर्यावरणीय क्षरण का मानव स्वास्थ्य जोखिमों पर सकारात्मक एवं महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ता है।

H₃: औद्योगिक प्रदूषण का मानव स्वास्थ्य जोखिमों पर प्रत्यक्ष सकारात्मक प्रभाव पड़ता है।

H₄: पर्यावरणीय क्षरण, औद्योगिक प्रदूषण एवं स्वास्थ्य जोखिमों के मध्य मध्यस्थ (Mediator) की भूमिका निभाता है।

H₅: उद्योग से दूरी बढ़ने पर स्वास्थ्य जोखिमों की तीव्रता में कमी आती है।

H₆: आयु, लिंग एवं सामाजिक-आर्थिक स्थिति स्वास्थ्य जोखिमों को महत्वपूर्ण रूप से प्रभावित करती हैं।

3.7 अध्ययन की नवीनता

प्रस्तुत अध्ययन औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण एवं मानव स्वास्थ्य के परस्पर संबंधों का समग्र एवं समकालीन दृष्टिकोण से विश्लेषण प्रस्तुत करता है। पूर्ववर्ती अध्ययनों में इन विषयों पर पृथक-पृथक चर्चा की गई है, जबकि इस अध्ययन में औद्योगिक प्रदूषण के पर्यावरणीय एवं स्वास्थ्य संबंधी प्रभावों का एकीकृत विश्लेषण किया गया है। अध्ययन में वायु, जल, मृदा एवं ध्वनि प्रदूषण जैसे प्रमुख आयामों को पर्यावरणीय क्षरण तथा मानव स्वास्थ्य के संदर्भ में परस्पर जोड़ते हुए उनका तुलनात्मक मूल्यांकन किया गया है। इसके अतिरिक्त सतत विकास, पर्यावरण संरक्षण एवं जनस्वास्थ्य के मध्य अंतर्संबंधों की समकालीन व्याख्या प्रस्तुत की गई है। यह अध्ययन राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय शोधों के निष्कर्षों का समन्वित विश्लेषण करते हुए औद्योगिक प्रदूषण नियंत्रण, पर्यावरणीय प्रबंधन तथा जनस्वास्थ्य नीति निर्माण के लिए उपयोगी वैचारिक आधार उपलब्ध कराता है। इस प्रकार यह अध्ययन उपलब्ध साहित्य का केवल संकलन न होकर उसका आलोचनात्मक एवं विश्लेषणात्मक संश्लेषण प्रस्तुत करता है।

4. अनुसंधान कार्यप्रणाली

प्रस्तुत अध्ययन गुणात्मक (Qualitative) प्रकृति का एक साहित्य-आधारित (Literature-based) एवं वर्णनात्मक-विश्लेषणात्मक (Descriptive-Analytical) शोध है। अध्ययन का उद्देश्य औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण तथा मानव स्वास्थ्य के मध्य संबंधों का उपलब्ध वैज्ञानिक साहित्य के आधार पर समग्र विश्लेषण प्रस्तुत करना है। इस शोध में किसी प्रकार का प्राथमिक सर्वेक्षण, प्रश्नावली अथवा क्षेत्रीय आँकड़ों का संकलन नहीं किया गया है। अध्ययन पूर्णतः द्वितीयक स्रोतों पर आधारित है। अध्ययन के लिए राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय स्तर पर प्रकाशित शोध लेखों, समीक्षा लेखों, पुस्तकों, सरकारी प्रतिवेदनों, अंतरराष्ट्रीय संस्थाओं की रिपोर्टें तथा अन्य प्रामाणिक प्रकाशनों का विस्तृत अध्ययन किया गया। संदर्भ सामग्री का चयन उसकी प्रासंगिकता, वैज्ञानिक विश्वसनीयता तथा विषय से प्रत्यक्ष संबंध को ध्यान में रखते हुए किया गया। विशेष रूप से औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय गुणवत्ता, सार्वजनिक स्वास्थ्य, सतत विकास तथा प्रदूषण नियंत्रण से संबंधित नवीन एवं प्रतिष्ठित अध्ययनों को प्राथमिकता दी गई।

साहित्य के विश्लेषण के दौरान विभिन्न अध्ययनों में प्रस्तुत अवधारणाओं, सिद्धांतों, निष्कर्षों एवं नीतिगत सुझावों का तुलनात्मक एवं आलोचनात्मक अध्ययन किया गया। उपलब्ध शोधों का विषयगत वर्गीकरण करते हुए औद्योगिक प्रदूषण के विभिन्न आयामों, पर्यावरणीय क्षरण की प्रकृति, मानव स्वास्थ्य पर पड़ने वाले प्रभावों तथा इनके मध्य विद्यमान अंतर्संबंधों का समेकित विश्लेषण प्रस्तुत किया गया। साथ ही विभिन्न अध्ययनों के निष्कर्षों की समानताओं एवं भिन्नताओं का परीक्षण कर वर्तमान शोध की आवश्यकता एवं शोध अंतर को स्पष्ट किया गया।

अध्ययन के निष्कर्ष उपलब्ध साहित्य, वैज्ञानिक साक्ष्यों तथा प्रकाशित शोध परिणामों के तुलनात्मक विश्लेषण पर आधारित हैं। इन निष्कर्षों के आधार पर औद्योगिक प्रदूषण नियंत्रण, पर्यावरण संरक्षण, सतत औद्योगिक विकास तथा जनस्वास्थ्य संवर्धन के लिए व्यवहारिक एवं नीतिगत सुझाव प्रस्तुत किए गए हैं। इस प्रकार प्रस्तुत अध्ययन उपलब्ध ज्ञान का समन्वित, विश्लेषणात्मक एवं व्याख्यात्मक स्वरूप प्रदान करता है, जो भविष्य के अनुसंधानों तथा नीति निर्माण के लिए एक उपयोगी संदर्भ के रूप में कार्य कर सकता है।

5. परिणाम एवं विश्लेषण

प्रस्तुत अध्ययन में औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण तथा मानव स्वास्थ्य के मध्य संबंधों का विश्लेषण उपलब्ध राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय शोध अध्ययनों, वैज्ञानिक प्रतिवेदनों तथा प्रामाणिक साहित्य के आधार पर किया गया है। साहित्य के तुलनात्मक एवं विश्लेषणात्मक अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि औद्योगिकीकरण ने जहाँ एक ओर आर्थिक विकास, औद्योगिक उत्पादन, रोजगार एवं आधारभूत संरचना के विस्तार में महत्वपूर्ण योगदान दिया है, वहीं दूसरी ओर पर्यावरणीय प्रदूषण एवं सार्वजनिक स्वास्थ्य संबंधी चुनौतियों को भी गंभीर रूप से बढ़ाया है। वर्तमान साहित्य इस तथ्य की पुष्टि करता है कि औद्योगिक गतिविधियों से उत्पन्न वायु, जल, मृदा एवं ध्वनि प्रदूषण प्राकृतिक संसाधनों की गुणवत्ता को प्रभावित करते हुए मानव जीवन की गुणवत्ता पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं।

समीक्षित अध्ययनों से यह ज्ञात होता है कि वायु प्रदूषण औद्योगिक प्रदूषण का सर्वाधिक व्यापक एवं गंभीर रूप है। उद्योगों से उत्सर्जित सल्फर डाइऑक्साइड, नाइट्रोजन ऑक्साइड, कार्बन मोनोऑक्साइड, सूक्ष्म कण तथा

अन्य विषैले गैसीय प्रदूषक वायुमंडलीय गुणवत्ता को प्रभावित करते हैं। इन प्रदूषकों का दीर्घकालिक प्रभाव विशेष रूप से शहरी एवं औद्योगिक क्षेत्रों में अधिक देखा गया है, जहाँ जनसंख्या घनत्व भी अपेक्षाकृत अधिक होता है। विभिन्न अध्ययनों ने यह स्थापित किया है कि वायु प्रदूषण के कारण श्वसन संबंधी रोग, अस्थमा, फेफड़ों की कार्यक्षमता में कमी, हृदय रोग तथा समयपूर्व मृत्यु की घटनाओं में उल्लेखनीय वृद्धि होती है। बच्चों, वृद्ध व्यक्तियों तथा पहले से किसी गंभीर बीमारी से ग्रस्त व्यक्तियों पर इसका प्रभाव और अधिक गंभीर पाया गया है। साहित्य के विश्लेषण से यह भी स्पष्ट होता है कि जल प्रदूषण औद्योगिक विकास की एक अन्य गंभीर समस्या है। अनेक उद्योगों द्वारा अनुपचारित अथवा आंशिक रूप से उपचारित अपशिष्ट जल को नदियों, झीलों एवं अन्य जल स्रोतों में प्रवाहित किया जाता है, जिसके परिणामस्वरूप जल की गुणवत्ता में निरंतर गिरावट आती है। औद्योगिक अपशिष्टों में उपस्थित भारी धातुएँ, रासायनिक यौगिक एवं विषैले पदार्थ जल पारिस्थितिकी को प्रभावित करने के साथ-साथ मानव स्वास्थ्य के लिए भी गंभीर जोखिम उत्पन्न करते हैं। प्रदूषित जल के उपयोग से जलजनित रोगों की संभावना बढ़ जाती है तथा दीर्घकाल में विषैले तत्व मानव शरीर में एकत्रित होकर विभिन्न जटिल रोगों को जन्म दे सकते हैं।

मृदा प्रदूषण पर उपलब्ध अध्ययनों का विश्लेषण यह दर्शाता है कि औद्योगिक अपशिष्टों के अनुचित निपटान के कारण कृषि भूमि की गुणवत्ता प्रभावित होती है। भारी धातुओं एवं रासायनिक अवशेषों के मृदा में एकत्रित होने से भूमि की उर्वरता घटती है तथा कृषि उत्पादों की गुणवत्ता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। अनेक अध्ययनों में यह भी उल्लेख किया गया है कि प्रदूषित मृदा में उत्पादित खाद्यान्नों के माध्यम से विषैले तत्व खाद्य श्रृंखला में प्रवेश कर मानव स्वास्थ्य को प्रभावित करते हैं। इससे दीर्घकालिक विषाक्तता, पोषण संबंधी समस्याएँ तथा विभिन्न प्रकार के कैंसर के जोखिम में वृद्धि हो सकती है। अध्ययन से यह भी ज्ञात होता है कि औद्योगिक प्रदूषण का प्रभाव केवल पर्यावरणीय संसाधनों तक सीमित नहीं रहता, बल्कि इसका व्यापक सामाजिक एवं आर्थिक प्रभाव भी परिलक्षित होता है। प्रदूषण के कारण स्वास्थ्य व्यय में वृद्धि, कार्य क्षमता में कमी, श्रम उत्पादकता में गिरावट तथा जीवन की गुणवत्ता में हास जैसी समस्याएँ उत्पन्न होती हैं। औद्योगिक क्षेत्रों के समीप रहने वाले समुदायों को अपेक्षाकृत अधिक पर्यावरणीय जोखिमों का सामना करना पड़ता है, जिसके कारण सामाजिक एवं आर्थिक असमानताएँ भी बढ़ सकती हैं। इस प्रकार औद्योगिक प्रदूषण का प्रभाव व्यक्तिगत स्वास्थ्य से आगे बढ़कर सामुदायिक विकास एवं क्षेत्रीय अर्थव्यवस्था को भी प्रभावित करता है।

उपलब्ध साहित्य के समेकित विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि पर्यावरणीय क्षरण औद्योगिक प्रदूषण एवं मानव स्वास्थ्य के मध्य एक महत्वपूर्ण कड़ी के रूप में कार्य करता है। जब औद्योगिक गतिविधियों के कारण वायु, जल एवं मृदा की गुणवत्ता में गिरावट आती है, तब मानव का प्रदूषकों के प्रति संपर्क बढ़ जाता है, जिसके परिणामस्वरूप विभिन्न स्वास्थ्य समस्याएँ विकसित होती हैं। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि औद्योगिक प्रदूषण का स्वास्थ्य पर प्रभाव केवल प्रत्यक्ष नहीं, बल्कि पर्यावरणीय गुणवत्ता में परिवर्तन के माध्यम से अप्रत्यक्ष रूप से भी परिलक्षित होता है। यह निष्कर्ष अधिकांश राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय अध्ययनों में व्यक्त विचारों से भी मेल खाता है। समीक्षित साहित्य से यह भी ज्ञात होता है कि प्रदूषण नियंत्रण संबंधी विधिक प्रावधान एवं पर्यावरणीय नीतियाँ अनेक देशों में लागू होने के बावजूद उनका प्रभावी क्रियान्वयन अभी भी एक चुनौती बना हुआ है। विशेष रूप से विकासशील देशों में तीव्र औद्योगिकीकरण, अपर्याप्त पर्यावरणीय निगरानी, प्रदूषण नियंत्रण उपकरणों की कमी तथा पर्यावरणीय नियमों के कमजोर अनुपालन के कारण प्रदूषण की समस्या अपेक्षाकृत अधिक गंभीर बनी हुई है। अनेक अध्ययनों ने यह सुझाव दिया है कि स्वच्छ उत्पादन तकनीकों को अपनाना, अपशिष्ट

जल उपचार संयंत्रों की क्षमता बढ़ाना, हरित ऊर्जा का उपयोग, उद्योगों की नियमित पर्यावरणीय निगरानी तथा जन-जागरूकता कार्यक्रमों का विस्तार प्रदूषण नियंत्रण के लिए आवश्यक कदम हैं।

साहित्य के तुलनात्मक अध्ययन से यह भी स्पष्ट होता है कि औद्योगिक प्रदूषण पर भविष्य के अनुसंधानों में केवल प्रदूषण के स्तर का अध्ययन पर्याप्त नहीं होगा, बल्कि पर्यावरणीय गुणवत्ता, सार्वजनिक स्वास्थ्य, सामाजिक-आर्थिक परिस्थितियों तथा सतत विकास के मध्य अंतर्संबंधों का बहुआयामी विश्लेषण करना आवश्यक होगा। विशेष रूप से जलवायु परिवर्तन, शहरीकरण, हरित औद्योगिकीकरण तथा स्वच्छ प्रौद्योगिकी के संदर्भ में औद्योगिक प्रदूषण के प्रभावों का अध्ययन भविष्य के अनुसंधानों के लिए महत्वपूर्ण क्षेत्र सिद्ध हो सकता है।

समग्र रूप से उपलब्ध साहित्य के विश्लेषण से यह निष्कर्ष प्राप्त होता है कि औद्योगिक विकास एवं पर्यावरण संरक्षण के मध्य संतुलन स्थापित किए बिना सतत विकास के लक्ष्य प्राप्त नहीं किए जा सकते। आर्थिक विकास की प्रक्रिया में पर्यावरणीय संसाधनों का संरक्षण, प्रदूषण नियंत्रण तकनीकों का प्रभावी उपयोग, कठोर पर्यावरणीय नियमन तथा जनस्वास्थ्य को प्राथमिकता देना अत्यंत आवश्यक है। अतः औद्योगिक विकास की भावी रणनीतियों में पर्यावरणीय उत्तरदायित्व, सामाजिक दायित्व तथा स्वास्थ्य सुरक्षा को समान महत्व दिया जाना चाहिए, जिससे विकास एवं पर्यावरण के मध्य संतुलित एवं दीर्घकालिक संबंध स्थापित किए जा सकें।

6. चर्चा

प्रस्तुत अध्ययन में उपलब्ध साहित्य के विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि औद्योगिक प्रदूषण वर्तमान समय में केवल एक पर्यावरणीय समस्या नहीं रह गया है, बल्कि यह सार्वजनिक स्वास्थ्य, सामाजिक विकास तथा आर्थिक स्थिरता से भी प्रत्यक्ष रूप से जुड़ा हुआ विषय है। औद्योगिकीकरण ने उत्पादन, रोजगार एवं आर्थिक प्रगति को गति प्रदान की है, किन्तु इसके साथ प्राकृतिक संसाधनों पर बढ़ते दबाव तथा प्रदूषण के स्तर में वृद्धि ने पर्यावरणीय संतुलन को गंभीर रूप से प्रभावित किया है। साहित्य के तुलनात्मक अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि यदि औद्योगिक विकास पर्यावरणीय मानकों एवं सतत विकास के सिद्धांतों के अनुरूप न हो, तो उसके दीर्घकालिक दुष्परिणाम समाज एवं अर्थव्यवस्था दोनों के लिए अत्यंत गंभीर हो सकते हैं।

समीक्षित अध्ययनों से यह ज्ञात होता है कि औद्योगिक प्रदूषण के विभिन्न स्वरूप—जैसे वायु, जल, मृदा एवं ध्वनि प्रदूषण—एक-दूसरे से परस्पर जुड़े हुए हैं तथा इनका संयुक्त प्रभाव मानव स्वास्थ्य पर अधिक व्यापक रूप से दिखाई देता है। वायु प्रदूषण के कारण श्वसन एवं हृदय रोगों में वृद्धि होती है, जबकि जल एवं मृदा प्रदूषण खाद्य सुरक्षा, पेयजल की गुणवत्ता तथा पोषण स्तर को प्रभावित करते हैं। इस प्रकार औद्योगिक प्रदूषण का प्रभाव केवल किसी एक क्षेत्र तक सीमित नहीं रहता, बल्कि यह पर्यावरणीय, सामाजिक एवं स्वास्थ्य संबंधी अनेक समस्याओं को एक साथ जन्म देता है। अध्ययन से यह भी स्पष्ट होता है कि पर्यावरणीय क्षरण औद्योगिक प्रदूषण तथा मानव स्वास्थ्य के मध्य एक महत्वपूर्ण माध्यम के रूप में कार्य करता है। जब औद्योगिक गतिविधियों के कारण प्राकृतिक संसाधनों की गुणवत्ता में गिरावट आती है, तब प्रदूषकों के प्रति मानव संपर्क की संभावना बढ़ जाती है, जिसके परिणामस्वरूप विभिन्न प्रकार के रोगों एवं स्वास्थ्य जोखिमों में वृद्धि होती है। यह तथ्य इस आवश्यकता को रेखांकित करता है कि औद्योगिक प्रदूषण के प्रभावों का मूल्यांकन केवल उत्सर्जन की मात्रा के आधार पर न करके पर्यावरणीय गुणवत्ता एवं जनस्वास्थ्य पर उसके समग्र प्रभावों के संदर्भ में किया जाना चाहिए।

साहित्य का विश्लेषण यह भी दर्शाता है कि प्रदूषण का प्रभाव सभी सामाजिक वर्गों पर समान नहीं होता। औद्योगिक क्षेत्रों के निकट रहने वाले समुदाय, निम्न आय वर्ग, बच्चे, वृद्धजन तथा पूर्व से किसी बीमारी से ग्रस्त व्यक्ति प्रदूषण के प्रति अपेक्षाकृत अधिक संवेदनशील पाए गए हैं। इन वर्गों के लिए स्वास्थ्य सेवाओं की उपलब्धता, स्वच्छ पेयजल, स्वच्छ वायु तथा सुरक्षित आवास जैसी मूलभूत सुविधाओं का विशेष महत्व है। अतः पर्यावरणीय न्याय (Environmental Justice) की अवधारणा को ध्यान में रखते हुए प्रदूषण नियंत्रण नीतियों का निर्माण किया जाना आवश्यक है। उपलब्ध शोधों से यह भी स्पष्ट होता है कि केवल कानूनी प्रावधानों का निर्माण प्रदूषण नियंत्रण के लिए पर्याप्त नहीं है। पर्यावरणीय नियमों का प्रभावी क्रियान्वयन, उद्योगों की नियमित निगरानी, स्वच्छ उत्पादन तकनीकों का उपयोग, अपशिष्ट प्रबंधन की आधुनिक व्यवस्था तथा पर्यावरणीय उत्तरदायित्व की संस्कृति विकसित करना समान रूप से आवश्यक है। जिन देशों एवं क्षेत्रों में प्रदूषण नियंत्रण तकनीकों, हरित ऊर्जा, अपशिष्ट पुनर्चक्रण तथा पर्यावरणीय प्रबंधन को प्राथमिकता दी गई है, वहाँ प्रदूषण के स्तर में उल्लेखनीय कमी देखी गई है। प्रस्तुत अध्ययन सतत विकास की अवधारणा को भी महत्वपूर्ण मानता है। आर्थिक विकास और पर्यावरण संरक्षण को परस्पर विरोधी न मानकर एक-दूसरे के पूरक के रूप में देखा जाना चाहिए। उद्योगों में ऊर्जा दक्षता, स्वच्छ ईंधनों का उपयोग, नवीकरणीय ऊर्जा का विस्तार, संसाधनों का पुनर्चक्रण तथा हरित प्रौद्योगिकियों को अपनाकर आर्थिक विकास एवं पर्यावरण संरक्षण के मध्य संतुलन स्थापित किया जा सकता है। इससे न केवल प्रदूषण में कमी आएगी, बल्कि प्राकृतिक संसाधनों का दीर्घकालिक संरक्षण तथा सार्वजनिक स्वास्थ्य में भी सुधार होगा। इस अध्ययन की एक महत्वपूर्ण विशेषता यह है कि इसमें औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण तथा मानव स्वास्थ्य के मध्य संबंधों को समेकित दृष्टिकोण से समझने का प्रयास किया गया है। उपलब्ध साहित्य के तुलनात्मक विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि इन तीनों आयामों को पृथक-पृथक समझने के स्थान पर एक समग्र प्रणाली के रूप में देखना अधिक उपयुक्त है। इस प्रकार प्रस्तुत अध्ययन भविष्य के अनुसंधानों के लिए एक व्यापक वैचारिक आधार प्रदान करता है तथा यह संकेत करता है कि औद्योगिक विकास की योजनाओं में पर्यावरणीय एवं स्वास्थ्य प्रभावों का पूर्व मूल्यांकन अनिवार्य रूप से सम्मिलित किया जाना चाहिए। अंततः यह कहा जा सकता है कि औद्योगिक विकास एवं पर्यावरण संरक्षण के मध्य संतुलन स्थापित करना वर्तमान समय की सबसे महत्वपूर्ण आवश्यकताओं में से एक है। यदि औद्योगिक गतिविधियों का संचालन पर्यावरणीय उत्तरदायित्व, वैज्ञानिक प्रबंधन तथा सतत विकास के सिद्धांतों के अनुरूप किया जाए, तो आर्थिक प्रगति एवं पर्यावरणीय संरक्षण दोनों को समान रूप से सुनिश्चित किया जा सकता है। इसलिए सरकार, उद्योग, वैज्ञानिक समुदाय तथा समाज के सभी वर्गों की संयुक्त भागीदारी से ही औद्योगिक प्रदूषण के दुष्प्रभावों को प्रभावी रूप से नियंत्रित किया जा सकता है तथा स्वस्थ एवं संतुलित पर्यावरण की दिशा में सार्थक प्रगति संभव हो सकती है।

7. निष्कर्ष एवं सुझाव

औद्योगिकीकरण आधुनिक आर्थिक विकास का एक अनिवार्य घटक है, जिसने उत्पादन क्षमता, तकनीकी प्रगति, रोजगार सृजन तथा आधारभूत संरचना के विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। इसके बावजूद उपलब्ध साहित्य के समग्र विश्लेषण से यह स्पष्ट होता है कि अनियोजित एवं अनियंत्रित औद्योगिक विस्तार ने पर्यावरणीय प्रदूषण की समस्या को अत्यधिक गंभीर बना दिया है। वायु, जल, मृदा एवं ध्वनि प्रदूषण के बढ़ते स्तर ने प्राकृतिक संसाधनों की गुणवत्ता को प्रभावित करने के साथ-साथ मानव स्वास्थ्य के समक्ष भी अनेक चुनौतियाँ उत्पन्न की हैं। इस अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि औद्योगिक प्रदूषण केवल पर्यावरणीय समस्या नहीं है,

बल्कि यह सामाजिक, आर्थिक तथा सार्वजनिक स्वास्थ्य से जुड़ा बहुआयामी विषय है। साहित्य के विश्लेषण से यह ज्ञात हुआ कि औद्योगिक गतिविधियों से उत्पन्न प्रदूषक प्राकृतिक पारिस्थितिकी को प्रभावित करते हुए पर्यावरणीय क्षरण की प्रक्रिया को तीव्र करते हैं। पर्यावरणीय गुणवत्ता में गिरावट के कारण मानव का प्रदूषकों के प्रति संपर्क बढ़ता है, जिसके परिणामस्वरूप श्वसन संबंधी रोग, हृदय रोग, त्वचा रोग, जलजनित रोग, कैंसर तथा अन्य दीर्घकालिक स्वास्थ्य समस्याओं की संभावना में वृद्धि होती है। बच्चों, वृद्ध व्यक्तियों तथा आर्थिक रूप से कमजोर वर्गों पर इन प्रभावों की तीव्रता अपेक्षाकृत अधिक देखी गई है। इससे स्पष्ट होता है कि पर्यावरण संरक्षण एवं जनस्वास्थ्य एक-दूसरे से घनिष्ठ रूप से जुड़े हुए विषय हैं। अध्ययन से यह भी स्पष्ट हुआ कि वर्तमान समय में प्रदूषण नियंत्रण संबंधी अनेक विधिक एवं संस्थागत व्यवस्थाएँ उपलब्ध होने के बावजूद उनका प्रभावी क्रियान्वयन अभी भी एक महत्वपूर्ण चुनौती बना हुआ है। अनेक औद्योगिक क्षेत्रों में अपशिष्ट प्रबंधन, उत्सर्जन नियंत्रण तथा पर्यावरणीय मानकों के अनुपालन में कमियाँ विद्यमान हैं। परिणामस्वरूप प्रदूषण का स्तर निरंतर बढ़ रहा है, जिसका प्रतिकूल प्रभाव स्थानीय समुदायों के स्वास्थ्य एवं जीवन की गुणवत्ता पर पड़ रहा है। इसलिए केवल कानून बनाना पर्याप्त नहीं है, बल्कि उनके प्रभावी कार्यान्वयन, नियमित निगरानी तथा पारदर्शी पर्यावरणीय प्रशासन की भी आवश्यकता है।

प्रस्तुत अध्ययन यह भी इंगित करता है कि सतत औद्योगिक विकास की अवधारणा को व्यवहार में लागू किए बिना पर्यावरणीय समस्याओं का स्थायी समाधान संभव नहीं है। उद्योगों में स्वच्छ उत्पादन तकनीकों, ऊर्जा दक्ष उपकरणों, नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों, अपशिष्ट पुनर्चक्रण तथा संसाधनों के विवेकपूर्ण उपयोग को बढ़ावा देना आवश्यक है। इसके साथ ही पर्यावरणीय प्रभाव आकलन, नियमित पर्यावरणीय ऑडिट तथा प्रदूषण नियंत्रण उपकरणों के प्रभावी उपयोग को उद्योगों की कार्यप्रणाली का अनिवार्य भाग बनाया जाना चाहिए। उपलब्ध साहित्य यह भी स्पष्ट करता है कि औद्योगिक प्रदूषण की समस्या का समाधान केवल सरकारी प्रयासों से संभव नहीं है। इसके लिए उद्योगों, स्थानीय प्रशासन, वैज्ञानिक संस्थानों, शैक्षणिक संगठनों तथा नागरिक समाज के मध्य समन्वित सहयोग आवश्यक है। जन-जागरूकता कार्यक्रमों, पर्यावरण शिक्षा तथा सामाजिक सहभागिता के माध्यम से प्रदूषण नियंत्रण को एक जन-आंदोलन का स्वरूप दिया जा सकता है। स्थानीय समुदायों की भागीदारी से पर्यावरणीय निगरानी एवं प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण की दिशा में अधिक प्रभावी परिणाम प्राप्त किए जा सकते हैं। भविष्य के परिप्रेक्ष्य में यह आवश्यक है कि औद्योगिक विकास की प्रत्येक योजना में पर्यावरणीय एवं स्वास्थ्य प्रभावों का समुचित मूल्यांकन किया जाए। आधुनिक प्रौद्योगिकी, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, भू-स्थानिक सूचना प्रणाली (GIS), रिमोट सेंसिंग तथा डिजिटल पर्यावरणीय निगरानी प्रणालियों का उपयोग कर प्रदूषण के स्तर की सतत निगरानी की जा सकती है। इससे समय रहते प्रदूषण नियंत्रण के प्रभावी उपाय अपनाए जा सकते हैं। पर्यावरणीय जोखिमों को कम किया जा सकेगा। अंततः यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि आर्थिक विकास और पर्यावरण संरक्षण परस्पर विरोधी नहीं, बल्कि एक-दूसरे के पूरक हैं। यदि औद्योगिक विकास को पर्यावरणीय उत्तरदायित्व, वैज्ञानिक प्रबंधन तथा सतत विकास के सिद्धांतों के अनुरूप संचालित किया जाए, तो आर्थिक समृद्धि के साथ-साथ पर्यावरणीय संतुलन एवं जनस्वास्थ्य दोनों की रक्षा की जा सकती है। इसलिए भविष्य की औद्योगिक नीतियों का प्रमुख उद्देश्य केवल उत्पादन एवं आर्थिक लाभ तक सीमित न होकर पर्यावरणीय गुणवत्ता, सामाजिक उत्तरदायित्व तथा मानव स्वास्थ्य की सुरक्षा भी होना चाहिए। यही दृष्टिकोण सतत विकास के लक्ष्यों की प्राप्ति तथा भावी पीढ़ियों के लिए स्वच्छ, सुरक्षित एवं संतुलित पर्यावरण सुनिश्चित करने की दिशा में सबसे प्रभावी मार्ग सिद्ध होगा।

सुझाव

उपलब्ध साहित्य एवं अध्ययन के विश्लेषण के आधार पर निम्नलिखित सुझाव प्रस्तुत किए जाते हैं—

1. औद्योगिक इकाइयों में प्रदूषण नियंत्रण उपकरणों का प्रभावी एवं नियमित उपयोग सुनिश्चित किया जाए।
2. बिना उपचारित औद्योगिक अपशिष्टों के जल स्रोतों एवं भूमि में निष्कासन पर कठोर नियंत्रण स्थापित किया जाए।
3. प्रत्येक औद्योगिक क्षेत्र में नियमित पर्यावरणीय निगरानी तथा उत्सर्जन का स्वतंत्र मूल्यांकन किया जाए।
4. स्वच्छ एवं हरित प्रौद्योगिकियों, ऊर्जा दक्ष उत्पादन प्रणालियों तथा नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों को प्रोत्साहित किया जाए।
5. औद्योगिक क्षेत्रों के आसपास हरित पट्टियों (Green Belts) का विकास किया जाए, जिससे वायु प्रदूषण के प्रभावों को कम किया जा सके।
6. स्थानीय समुदायों के लिए नियमित स्वास्थ्य परीक्षण एवं पर्यावरणीय जागरूकता कार्यक्रम आयोजित किए जाएँ।
7. पर्यावरणीय नियमों के उल्लंघन की स्थिति में दंडात्मक प्रावधानों का प्रभावी क्रियान्वयन सुनिश्चित किया जाए।
8. उद्योगों को पर्यावरणीय सामाजिक उत्तरदायित्व (Environmental Social Responsibility) के अंतर्गत प्रदूषण नियंत्रण एवं प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण हेतु प्रोत्साहित किया जाए।
9. विश्वविद्यालयों एवं अनुसंधान संस्थानों को औद्योगिक प्रदूषण, पर्यावरणीय क्षरण तथा जनस्वास्थ्य पर बहुविषयक अनुसंधान को बढ़ावा देना चाहिए।
10. सतत विकास के लक्ष्यों को ध्यान में रखते हुए औद्योगिक नीति, पर्यावरण नीति एवं सार्वजनिक स्वास्थ्य नीति के मध्य समन्वित दृष्टिकोण विकसित किया जाना चाहिए।

संदर्भ (References)

- [1] Shetty, S. S., Prakash, N. B., & Others. (2023). *Environmental pollutants and their effects on human health*. *Cureus*, **15**(8), e43049. <https://doi.org/10.7759/cureus.43049>
- [2] United Nations. (2015). *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations, New York.
- [3] Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and health impacts of air pollution: A review. *Frontiers in Public Health*, **8**, 14. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- [4] World Health Organization. (2021). *WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM_{2.5} and PM₁₀), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide*. Geneva: World Health Organization.

- [5] Landrigan, P. J., Fuller, R., Acosta, N. J. R., Adeyi, O., Arnold, R., Basu, N., ... & Zhong, M. (2018). The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet*, 391(10119), 462–512. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)32345-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)32345-0)
- [6] Rahman, M. M., Rana, R. H., Khanam, R., & Rahman, M. (2021). Is industrial pollution detrimental to public health? Evidence from developing economies. *BMC Public Health*, 21, 11217. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-11217-6>
- [7] Central Pollution Control Board (CPCB). (2022). *Comprehensive Environmental Assessment of Critically Polluted Industrial Clusters in India*. Ministry of Environment, Forest and Climate Change, Government of India.
- [8] Schraufnagel, D. E., Balmes, J. R., Cowl, C. T., De Matteis, S., Jung, S. H., Mortimer, K., ... & Wuebbles, D. J. (2019). Air pollution and noncommunicable diseases: A review by the Forum of International Respiratory Societies' Environmental Committee. *Chest*, 155(2), 409–416.
- [9] United Nations Environment Programme (UNEP). (2021). *Making Peace with Nature: A Scientific Blueprint to Tackle the Climate, Biodiversity and Pollution Emergencies*. Nairobi: UNEP.
- [10] World Bank. (2022). *The Global Health Cost of PM2.5 Air Pollution: A Case for Action Beyond 2021*. Washington, DC: World Bank.
- [11] Ostro, B. (2004). Outdoor air pollution: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. *Environmental Burden of Disease Series No. 5*. World Health Organization.
- [12] World Health Organization. (2022). *Air Pollution*. Geneva: World Health Organization.
- [13] World Commission on Environment and Development (WCED). (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.
- [14] National Research Council. (1991). *Human Exposure Assessment for Airborne Pollutants: Advances and Opportunities*. National Academies Press, Washington, DC.
- [15] Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377. <https://doi.org/10.2307/2118443>
- [16] European Environment Agency. (2023). *Air Quality in Europe 2023*. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- [17] Health Effects Institute. (2024). *State of Global Air 2024: A Special Report on Global Exposure to Air Pollution and Its Health Impacts*. Boston, MA: Health Effects Institute.
- [18] Cohen, A. J., Brauer, M., Burnett, R., Anderson, H. R., Frostad, J., Estep, K., et al. (2017). Estimates and 25-year trends of the global burden of disease attributable to ambient

air pollution: An analysis of data from the Global Burden of Diseases Study 2015. *The Lancet*, 389(10082), 1907–1918. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(17\)30505-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(17)30505-6)

[19] Fuller, R., Landrigan, P. J., Balakrishnan, K., Bathan, G., Bose-O'Reilly, S., Brauer, M., et al. (2022). Pollution and health: A progress update. *The Lancet Planetary Health*, 6(6), e535–e547. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(22\)00090-0](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(22)00090-0)

[20] United Nations Environment Programme. (2019). *Global Environment Outlook 6: Healthy Planet, Healthy People*. Cambridge University Press.

[21] United Nations. (2023). *The Sustainable Development Goals Report 2023: Special Edition*. United Nations, New York.

[22] GBD 2019 Risk Factors Collaborators. (2020). Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990–2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, 396(10258), 1223–1249. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30752-2)

[23] World Health Organization. (2024). *Compendium of WHO and Other UN Guidance on Health and Environment*. Geneva: World Health Organization.