

**Air Quality Index (AQI) Scenario: Challenges for Environmental Sustainability to
Protect Human Life**

Rajesh Ram¹, Subhash Chandra¹, Amrit Gond¹ and Mamta Verma²

¹Department of Chemistry, B.S.N.V. P.G. College, Lucknow-226 001,
(University of Lucknow, Lucknow, U.P., India)

²Department of Chemistry, Navyug Kanya Mahavidyalya, Lucknow-226 001, U.P., India
(University of Lucknow, Lucknow, U.P., India)
rajeshchem2021@gmail.com

Received: 31-08-2023, Accepted: 04-11-2023

Abstract- The world's new civilization is now at risk from air pollution and intolerable smog because of the toxicological effects having on both human health and the environment. This is because of extending new urbanization over green land and cutting of trees. The unbearable smog is caused mainly by farmers burning crop residue although motor vehicles and industrial activities and household air pollutants are the main contributors to air pollution. There are numerous distinct emission sources in Uttar Pradesh, Haryana, and Punjab, where farmers burn rice stubble. These states are thought to be responsible for setting fire to almost 40 million tons of crop residue each year. All of the airborne contaminants and dust particles are carried by the wind which increases the level of pollution. When these emissions rise during burning, rush hours or when a forest fire and upwind the AQI may also rise, which shows the presence of more airborne pollutants, such as dust, fumes, gas, mist, odour, smoke, or vapour, in quantities and over longer periods of exposure may be harmful to human health. The respiratory system is the primary route by which people are exposed to air pollution. Breathing in these pollutants causes inflammation of cells all over our body, under oxidative stress, immune system is suppressed, including carcinogenic and mutagenic effects, which affects the lungs, heart, and brain among other organs and eventually results in disease. This review paper, deals to explore the main air pollutants, the sources of emission, their effects on human health, the obstacles associated with remedying them and toxic effects on environment.

Key words- Environmental pollution, sources of emissions, human health, air pollution, AQI (Air Quality Index).

वायु गुणवत्ता सूचकांक (एक्यूआई) परिदृश्य: मानव जीवन की रक्षा हेतु पर्यावरणीय स्थिरता के लिए चुनौतियाँ

राजेश राम¹, सुभाष चंद्रा¹, अमृत गोंड¹ एवं ममता वर्मा²

¹रसायन विज्ञान विभाग, बी.एस.एन.वी. पी.जी. कॉलेज, लखनऊ-226 001,
(लखनऊ विश्वविद्यालय, लखनऊ, उ0प्र0, भारत)

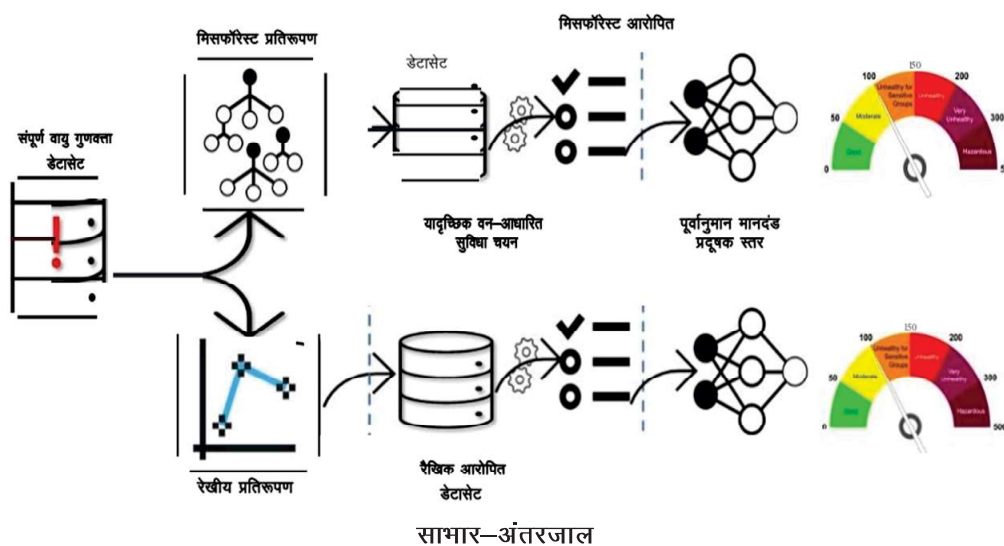
²रसायन विज्ञान विभाग, नवयुग कन्या महाविद्यालय लखनऊ-226 001
(लखनऊ विश्वविद्यालय, लखनऊ, उ0प्र0, भारत)
rajesh_ram_2006@yahoo.co.in

सार— दुनिया की नई सभ्यता अब वायु प्रदूषण और असहनीय धुंध से खतरे में है क्योंकि इसका विषाक्त प्रभाव मानव स्वास्थ्य और पर्यावरण दोनों पर पड़ रहा है। इसका कारण हरित स्थानों पर नए शहरीकरण का विस्तार और पेड़ों की कटाई तथा किसानों द्वारा फसल अवशेष जलाने से असहनीय धुंध, रसायन, उर्वरक और कीटनाशक आधारित औद्योगीकरण और घरेलू वायु प्रदूषकों में बढ़ोतरी है। हालाँकि मोटर वाहन और औद्योगिक गतिविधियाँ वायु प्रदूषण में मुख्य योगदानकर्ता हैं। उत्तर प्रदेश, हरियाणा और पंजाब में धुँवाँ प्रदूषण उत्सर्जन के कई अलग-अलग स्रोत हैं, जहाँ किसान धान की पराली जलाते हैं। इन राज्यों को हर साल लगभग 400 लाख टन उपज की पराली में आग लगाने के लिए किसान जिम्मेदार माना जाता है। मुख्यतः सभी वायुजनित प्रदूषक और धूल के कण हवा द्वारा ले जाए जाते हैं जो प्रदूषण के स्तर को बढ़ाते हैं। जब हवा के झोंकों और व्यस्त घंटों के दौरान वायु उत्सर्जन बढ़ता है या जंगल में आग लगती है, तो वायु गुणवत्ता

शोध समीक्षा

सूचकांक भी बढ़ जाता है, जो धूल, धुएं, गैस, धुंध, गंध, धुआं या वाष्प जैसे अधिक वायु प्रदूषकों की मात्रा में उपस्थिति को दर्शाता है। लंबे समय तक इसका संपर्क मानव स्वास्थ्य के लिए हानिकारक हो सकता है। श्वसन प्रणाली वह प्राथमिक मार्ग है जिसके द्वारा लोग वायु प्रदूषण के संपर्क में आते हैं। इन प्रदूषकों में सांस लेने से हमारे पूरे शरीर की कोशिकाएं ऑक्सीडेटिव तनाव के कारण सूज जाती हैं, प्रतिरक्षा तंत्र दब जाता है। परिणामस्वरूप कार्सिनोजेनिक और उत्परिवर्तजन हो जाता है, जिससे फेफड़ों, हृदय और मस्तिष्क सहित अन्य अंग प्रभावित होते हैं और अंततः बीमारी का कारण बनते हैं। इस समीक्षा पत्र में, मुख्य वायु प्रदूषकों, उत्सर्जन के स्रोतों, उनके उपचार से जुड़ी बाधाओं और मानव स्वास्थ्य पर उनके प्रभावों तथा आस-पास के वातावरण पर पड़ने वाले वायु प्रदूषकों के विषैले प्रभावों का विश्लेषण करने का प्रयास किया गया है।

ग्राफिकल सार—



बीज शब्द— पर्यावरण प्रदूषण, उत्सर्जन के स्रोत, मानव स्वास्थ्य, वायु प्रदूषण, वायु गुणवत्ता सूचकांक

1. परिचय— हम एक सुंदर प्राकृतिक वातावरण में रहते हैं, फिर भी मानव गतिविधि इसे नियमित रूप से नष्ट कर रही है।¹ विलासितापूर्ण जीवन की चाहत, बढ़ते शहरीकरण, एयर कंडीशनर और वाहनों के अत्यधिक उपयोग से पृथ्वी पर वायु की गुणवत्ता में गिरावट जारी है, जिससे लोगों के स्वास्थ्य को खतरा उत्पन्न हो गया है तथा प्राकृतिक पर्यावरण बिगड़ रहा है। जैव विविधता हानि, प्रदूषण, और अपशिष्ट इस बात के प्रमाण हैं कि इसका प्रभाव व्यावहारिक रूप से हर क्षेत्र में महसूस किया जा रहा है, जिसमें ध्रुवीय और पहाड़ी क्षेत्रों में बर्फ का पिघलना, तापमान में उतार-चढ़ाव में वृद्धि, भारी बारिश, भूस्खलन, भूकंप, तूफान और सुनामी शामिल हैं।² पारिस्थितिकी तंत्र, आबादी सहित और आबादी रहित, दोनों ही खतरे में हैं, जिसका एक संकेत बदलता तापमान है। वनों की कटाई के परिणामस्वरूप हमारी जलवायु बदल रही है, जिसमें पेड़ों की कटाई, उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय जंगलों का स्वयं जलना और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन शामिल है। सरकार की एक समिति ने चरम घटनाओं पर हाल ही में जलवायु परिवर्तन पर एक विशेष रिपोर्ट (एसआरसीसी= स्पेशल रिपोर्ट ऑन क्लाइमेट चेंज)³ जारी की, जो आने वाली सदी के लिए अतिरिक्त भविष्यवाणियां करती है, जिसमें गर्मी की लहरों की घटनाओं में वृद्धि, उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की हवा की गति और सूखे शामिल हैं।

विश्व स्वास्थ्य संगठन का अनुमान है कि विश्व की 99 प्रतिशत जनसंख्या प्रदूषित हवा में सांस लेती है, इसलिए प्रतिवर्ष लगभग सत्तर लाख लोग समय से पहले मर जाते हैं।⁴ स्वास्थ्य में गिरावट का सबसे बड़ा कारण सूक्ष्म आकार या उससे कम आकार के प्रदूषण कण (एरोसोल) हैं। सांस लेने के दौरान ये रक्तप्रवाह में गहराई से अवशोषित हो जाते हैं और इससे कैंसर, हृदय रोग, फेफड़ों के रोग और स्ट्रोक का खतरा होता है।

पर्यावरण की प्रदूषित वायु की गुणवत्ता आज हमारे सामने आने वाली मुख्य समस्याओं में से एक है। भारत में अक्टूबर और नवंबर के महीनों में हवा की गुणवत्ता सबसे खराब देखी गई है, जिसका प्रभाव आगामी फरवरी तक रहता है। एक्यूआई में बड़े पैमाने पर बदलाव का

उत्पादन, जीवन और पर्यावरण पर बड़ा प्रभाव पड़ सकता है। प्रदूषण के विस्तार के कारण, हवा में ऑक्सीजन कम हो जाती है, जिसका कृषि, वस्तुओं की आवाजाही और यात्रा सुरक्षा के साथ-साथ देश की सामाजिक आर्थिक प्रणालियों पर हानिकारक प्रभाव पड़ता है। एनसीआर में एक्यूआई में गम्भीर बदलाव का क्षेत्रीय विकास और सुरक्षा पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ा है और रहेगा, विशेष रूप से भोजन और इसकी सामग्री के परिवहन, व्यापार, नियमित कार्य, रोजगार और अर्थव्यवस्था के क्षेत्रों में व्यापक असर देखा गया है।

संयुक्त राज्य अमेरिका के पर्यावरण संरक्षण एजेंसी (ईपीए) ने एक विशिष्ट क्षेत्र में वायु प्रदूषण के दैनिक स्तर पर सटीक डेटा प्रदान करने के लिए वायु गुणवत्ता सूचकांक (एक्यूआई) पर पैरामीटर विकसित किया। सूचकांक संख्यात्मक डेटा और संख्यात्मक रूपों में वायु प्रदूषकों के स्तर की गणना के लिए एक मानकीकृत विधि प्रदान करता है जो विनियमन के अधीन हैं⁷। जनता प्रदूषण के स्तर का आकलन करने के लिए सूचकांक संख्याओं का उपयोग कर सकती है कि किसी क्षेत्र की हवा अच्छी है या खराब। इसके अतिरिक्त, भारत ने हमारे वर्तमान प्रधान मंत्री श्री नरेंद्र मोदी और पर्यावरण मंत्री श्री प्रकाश जावड़ेकर के नेतृत्व में महात्मा गांधी के दृष्टिकोण का अनुसरण करते हुए स्वच्छ भारत अभियान के तहत सितंबर 2014 नई दिल्ली में राष्ट्रीय पर्यावरण संरक्षण एजेंसी (एनईपीए) की स्थापना की, जिसका उद्देश्य स्वच्छ भारत का निर्माण था। जिसके तहत सितंबर 2014 में स्वच्छता अभियान शुरू किया⁸। भारतीय पर्यावरण एजेंसियां वायु गुणवत्ता सूचकांक का उपयोग सार्वजनिक जागरूकता और शैक्षणिक संस्थानों के लिए एक उपकरण के रूप में कर सकती हैं ताकि शिक्षार्थियों को समग्र स्वास्थ्य पर विभिन्न प्रदूषण स्तरों के प्रभावों के बारे में सिखाया जा सके और वायु प्रदूषण के स्तर के खतरनाक स्तर तक बढ़ने पर किसी भी सावधानियों की रूपरेखा तैयार की जा सके।^{10,11} बिना जला हुआ कार्बन, SO₂, SO₃, CO, CO₂, NO₂, NH₃, ओजोन(O₃) और Pb सहित कण मुख्य संदूषक हैं¹²। एनईपीए ने नौ प्रदूषकों में से प्रत्येक के लिए वायु गुणवत्ता मानदंड स्थापित किए हैं, लेकिन उनमें से केवल छह SO₂, SO₃, CO, CO₂, NO₂, और Pb को ही शामिल किया गया है क्योंकि उनके तत्काल स्वास्थ्य परिणाम होते हैं।¹³ वैकल्पिक स्रोतों और सफाई एजेंटों के उपयोग के माध्यम से, हम प्रदूषण मुक्त नए भारत की स्थापना के लिए प्रदूषण मुक्त जलवायु के साथ-साथ खतरनाक रसायनों से मुक्त नदियों और भूजल की अवधारणा का प्रस्ताव करते हैं¹⁴।

एक्यूआई की गणना— कई देशों ने आसपास की हवा की गुणवत्ता मापने के लिए वायु गुणवत्ता सूचकांक विकसित किए हैं। ये सूचकांक देश के शहरी क्षेत्रों की वायु गुणवत्ता का आकलन करते हैं और दिखाते हैं कि वहाँ प्रदूषकों का स्तर विश्व स्वास्थ्य संगठन के मानकों से अधिक है या नहीं, जिस बिंदु पर जलवायु परिवर्तन पर अंतर सरकारी पैनेल उचित कार्रवाई करता है¹⁵।

वायु गुणवत्ता सूचकांक बनाने वाले 8 प्रदूषक हैं। वायु गुणवत्ता सूचकांक परिवेष्टी वायु गुणवत्ता की गणना करता है। यह वायुमंडल में घुली गैसों की मात्रा और प्रकार को प्रदर्शित करता है। प्रदूषक सांद्रता का प्रदूषण के वायु गुणवत्ता सूचकांक में रैखिक संबंध होता है। प्रदूषक सांद्रता¹⁶ से एक्यूआई की गणना करने के लिए निम्नलिखित समीकरण का उपयोग किया जाता है।

प्रदूषण संकेतक(उच्च)—प्रदूषण संकेतक(कम)

प्रदूषण संकेतक = X (प्रदूषण सांद्रण—प्रदूषण सांद्रण (कम)) + प्रदूषण संकेतक(कम)

प्रदूषण सांद्रण(उच्च)—प्रदूषण सांद्रण(कम)

जहाँ,

प्रदूषण संकेतक = वायु गुणवत्ता के लिए प्रदूषण संकेतक,

प्रदूषण सांद्रण = प्रदूषण का सांद्रण स्तर,

प्रदूषण सांद्रण(कम) = एकाग्रता के लिए ब्रेकिंग पॉइंट ≤ सीएन है

प्रदूषण सांद्रण(उच्च) = एकाग्रता के लिए ब्रेकिंग पॉइंट ≥ सीएन है

प्रदूषण संकेतक(कम) = संबंधित सूचकांक सीएन (कम) के लिए ब्रेकप्वाइंट,

प्रदूषण संकेतक(उच्च) = संबंधित सूचकांक सीएन (उच्च) के लिए ब्रेकप्वाइंट।

प्रत्येक प्रदूषक के लिए वायु गुणवत्ता सूचकांक (एक्यूआई) मूल्यों की गणना करने के लिए, डेटा रीडिंग को राष्ट्रीय मानक द्वारा विभाजित किया जाता है और प्रदूषक के लिए एक्यूआई प्राप्त करने के लिए 100 से गुणा किया जाता है, जो निम्नवत है¹⁷।

प्रदूषक डाटा (रीडिंग मान)

वायु गुणवत्ता सूचकांक (एक्यूआई) = × 100

प्रदूषक डाटा(मानक)

शोध समीक्षा

प्रत्येक प्रमुख प्रदूषक के लिए सूत्र में 'मानक' मान ऑस्ट्रेलियाई सरकार द्वारा राष्ट्रीय पर्यावरण प्रदूषण माप (परिवेश वायु) में निर्दिष्ट किया गया है¹⁸।

यहाँ पूरे भारतीय राजधानी क्षेत्र, के तीन स्थलों पर वायु गुणवत्ता सेंसर और उपकरणों के एक नेटवर्क का प्रबंधन है, और वायु गुणवत्ता की निगरानी और रिपोर्ट करने के लिए इस नेटवर्क से डेटा का उपयोग किया जाता है। प्रत्येक वायु प्रदूषक के लिए डेटा वैज्ञानिक उपकरणों से ली गई इकाइयों के साथ रीडिंग वास्तविक माप है¹⁹। उपरोक्त फॉर्मूले में केवल छह महत्वपूर्ण संदूषकों पर डेटा एकत्र किया जा सकता है। यदि प्रदूषण का स्तर अधिक है तो कैनबरावासी वायु गुणवत्ता सूचकांक (एक्यूआई) का उपयोग करके अपनी बाहरी गतिविधियों को समायोजित कर सकते हैं, जो एक पूर्व निर्धारित समय अवधि में वायु प्रदूषण का माप है²⁰।

2019 में किए गए एक वैश्विक मूल्यांकन से पता चला कि 30 सबसे प्रदूषित शहरों में से 21 भारत में स्थित हैं। Punpat.gov द्वारा उपलब्ध कराए गए आंकड़ों के अनुसार, इसके परिणामस्वरूप भारत की राष्ट्रीय रेटिंग 5वें स्थान पर पहुंच गई²¹। औसत अमेरिकी एक्यूआई स्कोर 152 था, और कण जाल 2-5 का 58-08 ग्राम/घन मीटर मापा गया था। विश्व स्वास्थ्य संगठन की अनुशंसित सांद्रता इससे 5 गुना अधिक थी। कुल मिलाकर, यह 2018 की 72-54 ग्राम/घन मीटर की तुलना में सुधार दर्शाता है। यह देश के अधिकांश लोगों के लिए गंभीर स्वास्थ्य समस्याओं को दर्शाता है²²।

उद्योग इस प्रदूषण के 50% से अधिक के लिए जिम्मेदार है, जिसमें कारों का योगदान 27%, कृषि जलाना 17% और आवासीय खाना पकाने का 7% है। भारत में 20 लाख से अधिक लोगों की मौत के लिए वायु प्रदूषण को जिम्मेदार ठहराया जाता है²³।

महानगरीय क्षेत्रों में, उद्योग और ऑटोमोबाइल प्रदूषण के मुख्य स्रोत हैं, जबकि ग्रामीण क्षेत्रों में, कार्बनिक पदार्थों को जलाना मुख्य स्रोत है। इस पदार्थ का उपयोग घरेलू चूल्हों के साथ-साथ सर्दियों के महीनों के दौरान घरों को गर्म रखने के लिए ईंधन के रूप में उपयोग किया जाता है। खेतों की मिट्टी को अगली फसल के लिए तैयार करने के लिए शरद ऋतु और सर्दियों के दौरान खेतों में भारी मात्रा में पराली जला दी जाती है। अवशेषों को मिट्टी के रूप में पुनः उपयोग करने के वैकल्पिक दृष्टिकोण की तुलना में, यह प्रक्रिया बहुत कम महंगी है। यह विशेष रूप से हानिकारक हो सकता है क्योंकि लोग प्रायः अपने कूड़े को आग में फेंक देते हैं²⁴।

मानव की इस गतिविधियों के कारण जलवायु की वायु गुणवत्ता दिन प्रति दिन खराब हो रही है जो ए.क्यू.आई. को बढ़ावा दे रही है। एन.सी.आर. दिल्ली समेत चार महानगरों का वायु गुणवत्ता सूचकांक सारणीबद्ध है²⁵।

तालिका-1

भारत के चार राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्रों का वायु गुणवत्ता सूचकांक (एक्यूआई)

एक्यूआई (ug/m ³)	राजधानी क्षेत्र, नई दिल्ली	राजधानी क्षेत्र मुंबई	राजधानी क्षेत्र कोलकाता	राजधानी क्षेत्र चेन्नई	राजधानी क्षेत्र लखनऊ	
माह						वर्ष सत्र
अक्टूबर	269	129	163	62	195	2018
नवंबर	234	301	120	153	135	2019
दिसंबर	336	400	148	58	441	2020
जनवरी	290	201	63	61	124	2021
फरवरी	224	121	33	38	166	2022

तालिका 2

राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र नई दिल्ली का वायु गुणवत्ता सूचकांक (एक्यूआई) 2018-2023

एक्यूआई (ug/m ³)	राष्ट्रीय राजधानी क्षेत्र, नई दिल्ली				
माह/ वर्ष सत्र	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023
अक्टूबर	269	234	266	173	210
नवंबर	335	312	328	377	320
दिसंबर	360	337	332	336	319
जनवरी	328	286	324	279	353
फरवरी	242	241	288	225	285

तालिका-3

राजधानी क्षेत्र लखनऊ का वायु गुणवत्ता सूचकांक (एक्यूआई) 2018-2023

एक्यूआई (ug/m ³)	राजधानी क्षेत्र, लखनऊ				
माह / वर्ष सत्र	2018-2019	2019-2020	2020-2021	2021-2022	2022-2023
अक्टूबर	77.90	76.99	75.02	76.84	64.03
नवंबर	74.85	76.80	74.45	76.33	76.58
दिसंबर	77.99	77.04	75.41	76.51	76.33
जनवरी	76.63	77.52	75.98	76.85	76.62
फरवरी	77.27	77.38	75.84	75.65	76.60

तालिका-3

राजधानी क्षेत्र लखनऊ के माह सितम्बर-2023 का वर्तमान वायु गुणवत्ता सूचकांक (एक्यूआई) की स्थिति

लखनऊ-स्थानों पर वायु प्रदूषण स्तर						
लखनऊ-स्थान	स्थिति	एक्यूआई-यूएस	कणिका तत्व: 2.5	कणिका तत्व: 10	तापमान	नमी
डॉ. बी.आर. अम्बेडकर विश्वविद्यालय	मध्यम	76	24	31	29	84
केंद्रीय विद्यालय	मध्यम	61	17	21	31	75
रेलवे स्टेशन चारबाग	मध्यम	63	18	28	30	81
गोमती नगर	मध्यम	70	21	28	31	75
हैबत मऊ मवैया	मध्यम	61	17	24	29	84
कुकरैल पिकनिक स्पॉट-1	मध्यम	59	16	34	29	84
लालबाग, हजरतगंज	अच्छा	38	09	21	29	84
निशातगंज	मध्यम	57	15	23	30	80

शोध समीक्षा

वायु गुणवत्ता के इस माप में हवा के लिए छह अलग-अलग श्रेणियाँ हैं। ये भेद वायु गुणवत्ता के आधार पर किये जाते हैं। इन श्रेणियों में अच्छा, संतोषजनक, मध्यम, खराब, बेहद खराब और गंभीर सम्मिलित हैं। संबंधित सूचकांक²⁶ के लिए ब्रेकप्वाइंट।

ए.क्यू.आई.	संबंधित कल्याण प्रभाव
अच्छा (0–50)	स्वास्थ्य पर न्यूनतम प्रभाव।
स्वीकार्य (51–100)	संवेदनशील व्यक्तियों को मामूली श्वसन संबंधी जलन का अनुभव हो सकता है।
शीतोष्ण प्रदूषित(101–200)	फेफड़ों के रोग से पीड़ित लोगों, अस्थमा के रोगियों और हृदय की समस्या से जूझ रहे लोगों को साँस लेने में दर्द का अनुभव हो सकता है।
अस्वस्थ वायु(201–300)	हृदय रोग से पीड़ित लोगों के लिए लंबे समय तक साँस लेने में दर्द और जटिलताएँ संभव हैं।
गंभीर(301–400)	जो लोग लम्बे समय तक साँस लेते हैं उन्हें संभवतः श्वसन संबंधी बीमारियाँ हो जाती हैं। जिन व्यक्तियों को पहले से ही फेफड़े और हृदय संबंधी विकार हैं, उन्हें संभवतः अधिक गंभीर प्रभाव का अनुभव होगा।
खतरनाक (401–500)	लोग श्वसन संबंधी प्रभावों और प्रमुख स्वास्थ्य परिणामों का अनुभव करते हैं। नियमित सैर स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव डाल सकती है।

खराब वायु गुणवत्ता के मुख्य योगदानकर्ता:-

घरेलू वायु प्रदूषण— लगभग 2.5 बिलियन लोग अभी भी लकड़ी के ईंधन (लकड़ी, फसल अपशिष्ट, कोक और गोबर सहित) और मिट्टी के तेल का उपयोग करके खाना पकाने के लिए खुली आग और अकुशल स्टोव का उपयोग करते हैं²⁷। इनमें से अधिकांश व्यक्ति अस्वस्थ वायु लेते हैं तथा निम्न और मध्यम आय वाले देशों में रहते हैं। शहरी और ग्रामीण क्षेत्रों में स्वच्छ खाना पकाने के विकल्पों तक पहुंच बहुत कम और अलग अलग है— 2020 में, दुनिया के 52% ग्रामीण निवासियों की तुलना में, केवल 14% शहरी निवासी प्रदूषणकारी ईंधन और प्रौद्योगिकी पर निर्भर थे²⁸।



ग्रामीण क्षेत्रों में ईंधन के रूप में लकड़ी और कोक का उपयोग करके पारंपरिक खाना पकाया जाता है।

घरेलू वायु प्रदूषण, जिसमें विभिन्न प्रकार के खतरनाक प्रदूषक सम्मिलित हैं, जिनमें छोटे कण भी सम्मिलित हैं जो फेफड़ों के भीतर गहराई तक पहुँच सकते हैं और रक्त प्रवाह में प्रवेश कर सकते हैं, घर के अंदर और बाहर दोनों जगह अकुशल और पर्यावरणीय रूप से हानिकारक ईंधन और प्रौद्योगिकियों के उपयोग के कारण होता है²⁹। घर के अंदर के धुएँ में सूक्ष्म कणों की सांद्रता स्वीकार्य मात्रा खराब हवादार घरों से 100 गुना अधिक होती है। धुएँ में सूक्ष्म कणों की सांद्रता बच्चों और महिलाओं को विशेष रूप से जोखिम में डालता है क्योंकि वे घरेलू धुएँ में बहुत समय बिताते हैं। खराब उपकरणों और ईंधन पर निर्भर रहने से ईंधन तैयार करने और अकुशल उपकरणों का उपयोग करके भोजन तैयार करने में भी बहुत समय लगता है³⁰।

अनियंत्रित विस्तार एवं शहरीकरण— शहरीकरण शब्द का उपयोग जनसंख्या में सामान्य वृद्धि और किसी समुदाय के उद्योग की डिग्री दोनों का वर्णन करने के लिए किया जाता है। 21वीं सदी के दो दशक में शहरों की संख्या और आकार दोनों में वृद्धि हुई है। जो यह दर्शाता है कि लोग ग्रामीण से शहरी स्थानों तक कैसे पलायन कर रहे हैं। शहरीकरण होने के कारण शहरी क्षेत्रों का आकार और घनत्व बढ़ रहा है, जिससे घरेलू प्रदूषण में बढ़ोत्तरी हो रही है। विश्व स्तर पर, अनियंत्रित शहरीकरण ने पर्यावरण क्षरण की दर को तेज कर दिया है, जिसके परिणामस्वरूप भूमि असुरक्षा, बिगड़ती पानी की गुणवत्ता, अत्यधिक वायु प्रदूषण, शोर और अपशिष्ट निपटान के मुद्दों सहित कई तरह के मुद्दे सामने आए हैं³¹। शहरीकरण, पर्यावरण विशेषकर जलवायु, जीवमंडल, भूमि और जल संसाधनों को नष्ट कर रहा है³²। यद्यपि शहरीकरण को रोकना मुश्किल है, लेकिन यह सुनिश्चित करना होगा कि विकास इस तरह से आगे बढ़े कि पर्यावरण पर कम से कम नकारात्मक प्रभाव पड़े। शहरीकरण की प्रवृत्तियाँ हर जगह मौजूद हैं, हालाँकि विकासशील देशों में इनमें तेजी आ रही है। इन महानगरीय केंद्रों की व्यवहार्यता के संबंध में चिंताएं उनके विकास के परिणामस्वरूप उठाई गई हैं। वैश्विक जनसंख्या में वृद्धि और शहरी जीवन की प्रवृत्ति के कारण शहरी केंद्रों में जीवन की गुणवत्ता और विश्व की पारिस्थितिक और सामाजिक व्यवहार्यता के बारे में चिंताएं वैध रूप से बढ़ गई हैं।

घर के अंदर वायु गुणवत्ता के लिए विश्व स्वास्थ्य संगठन के दिशानिर्देश— विश्व स्वास्थ्य संगठन (डब्ल्यूएचओ) ने 2014 में घरेलू खाना पकाने, हीटिंग और प्रकाश व्यवस्था के लिए स्वच्छ ईंधन और प्रौद्योगिकी पर पहली बार स्वास्थ्य-आधारित सिफारिशें प्रकाशित कीं³³। इन सिफारिशों का उद्देश्य घरेलू वायु प्रदूषण कम करने के सर्वोत्तम तरीकों को समझने और लागू करने में सहायता करना है। सार्वजनिक स्वास्थ्य नीति निर्माताओं के साथ-साथ ऊर्जा और संसाधन चुनौतियों पर काम करने वाले विशेषज्ञों द्वारा वायु प्रदूषण के संपूर्ण वैज्ञानिक विश्लेषण करके मानव स्वास्थ्य के लिए हानिकारक उत्सर्जन की मात्रा निर्धारित करता है, और यह पहचानता है कि घर में कौन सी ऊर्जा प्रणालियों को स्वास्थ्य के लिए स्वच्छ माना जा सकता है³⁴।

किसी के स्वास्थ्य और सुरक्षा जोखिमों के परिणामस्वरूप, घरेलू ईंधन के रूप में पैराफिन और कच्चे कोयले का उपयोग ना करने के लिए सिफारिशें और सलाह देती हैं। एक ओर नये सुझाव उन नीतियों की आवश्यकता पर केंद्रित हैं जो महत्वपूर्ण स्वास्थ्य लाभों को प्राथमिकता देती हैं जब कम आय और ग्रामीण क्षेत्रों में परिवार ठोस, प्रदूषणकारी ईंधन का उपयोग करने से स्वच्छ ईंधन और प्रौद्योगिकी की ओर स्विच करते हैं³⁵।

औद्योगीकरण— औद्योगीकरण एक महत्वपूर्ण वैश्विक मुद्दा है जो एक्वआई में योगदान देता है और मानव स्वास्थ्य को नुकसान पहुँचाता है, तथा हानिकारक वायु प्रदूषक गैसों का उत्सर्जन करता है³⁶। एंथ्रोपोसीन के दौरान विभिन्न स्थानों में वायु प्रदूषण की जांच करने की आवश्यकता को स्थानिक स्वास्थ्य असमानताओं द्वारा उजागर किया गया है। वायु गुणवत्ता निगरानी पहल के लिए स्थान और समय दोनों बाधाएं हैं। यह प्रदर्शित किया गया कि कैसे उपयुक्त शहरी जलाशय की उच्च प्रदूषण स्तर के अधीन शहरों और शहरी परिदृश्यों में दीर्घकालिक कण पदार्थों के निर्वहन के साइट-विशिष्ट रिकॉर्ड प्रस्तुत करते हैं। प्रदूषण प्रॉक्सी में अस्थायी उतार-चढ़ाव, जैसे कि भू-चुंबकीय, भू-रासायनिक और गोलाकार कार्बोनेसियस कण रुझान, औद्योगिक और शहरी विकास के महत्वपूर्ण चरणों से संबंधित हैं, जो क्षेत्र के संकेतक हैं। प्रदूषण प्रबंधन के व्यापक प्रयासों के बावजूद, वायु प्रदूषण में वृद्धि जारी है। ये शहरी जलाशय दिखाते हैं कि विभिन्न शहरी सेटिंग्स में वायु प्रदूषण की प्रकृति कैसे बदल रही है, जिससे हमें बढ़ती औद्योगिक गतिविधि, बढ़ी हुई वायु और सड़क परिवहन, शहरी विकास और वायु गुणवत्ता पर प्रदूषण नियंत्रण की प्रभावशीलता के प्रभावों का मूल्यांकन करने की अनुमति मिलती है।

ऐसा प्रतीत होता है कि वैश्विक औद्योगीकरण के परिणामस्वरूप वायु प्रदूषण हमेशा एक समस्या बनी रहेगी। पीढ़ी-दर-पीढ़ी स्वास्थ्य पर प्रदूषण के पर्यावरणीय प्रभावों को निर्धारित करने के लिए घनी आबादी वाले शहरी क्षेत्रों में प्रदूषण के इतिहास की गहन समझ की आवश्यकता होती है।³⁷⁻³⁹

जंगल की आग एवं उसकी आंधी— जंगल की आग से बड़े पैमाने पर वायुमंडलीय कार्बन डाइऑक्साइड, काले और भूरे कार्बन कण और ओजोन के साथ-साथ नाइट्रोजन ऑक्साइड और वाष्पशील कार्बनिक यौगिक निकलते हैं। क्षेत्रीय और वैश्विक स्तर पर, इन उत्सर्जनों का वायु की गुणवत्ता, तथा बादलों और विकिरण पर प्रभाव पड़ता है⁴⁰। जंगल की आग से बहुत अधिक संख्या में अर्ध-वाष्पशील महत्वपूर्ण कार्बनिक प्रजातियाँ भी निकलती हैं, और ये प्रजातियाँ गैस चरण से अलग अलग निकालने के कुछ घंटों से लेकर कुछ दिनों के बाद

शोध समीक्षा

द्वितीयक कार्बनिक एरोसोल बना लेती हैं। इसके अतिरिक्त, हवाई परिवहन तथा जंगल की आग के परिणामस्वरूप अतिरिक्त संदूषकों के निर्माण से दूर के क्षेत्रों में रहने वाले लोगों के लिए खतरनाक तथा जोखिम भरा हो जाती है। जबकि खतरनाक प्रदूषक सीधे प्रतिक्रियाकर्ताओं और स्थानीय लोगों को नुकसान पहुंचा सकते हैं, जंगल की आग का धुआं भी लंबी दूरी तय कर सकता है और स्थानीय, क्षेत्रीय और वैश्विक स्तर पर वायु गुणवत्ता पर प्रभाव डाल सकता है⁴¹।



चित्र: जंगल की आग की तरह



जंगल की आग

वायुमंडलीय निगरानी संकेतों के अनुसार, इन कालिख कणों की सांद्रता के परिणामस्वरूप सर्दियों के दौरान सौर विकिरण के अवशोषण में 15% की वृद्धि होती है। एक अनुमान में यह सुझाव दिया गया है कि, पृथ्वी के वायुमंडल में प्रति दस लाख कार्बन में 415 भाग कालिख कण शामिल हैं, और विनाश के समय प्रति दस लाख में लगभग 38 भाग बढ़ जायेंगे। जिसमें कार्बन की मात्रा लगभग 90 बिलियन टन होती है⁴²।

इसका स्पष्ट कारण है कि हवा की गुणवत्ता जंगल की आग से होने वाले मुख्य खतरों में से एक है। वायु गुणवत्ता सूचकांक 300 (इससे ऊपर कुछ भी हानिकारक माना जाता है) की ओर बढ़ने पर समुदायों को प्रतिक्रिया देनी चाहिए। 2018 में पोर्टलैंड, ओरेगॉन में जंगल की आग से संबंधित वायु गुणवत्ता सूचकांक 157 दर्ज किया गया था⁴³। स्कूली बच्चों को घर के अंदर रहने के लिए मजबूर किया गया था, बाहरी गतिविधियों को स्थगित कर दिया गया था, और क्षेत्रीय और राज्य प्रशासन ने प्रदूषित हवा में सांस लेने से बचने के लिए नागरिकों को सलाह जारी की थी। अनुमान के अनुसार, समय से पहले मौतें जंगल की आग से निकलने वाली हवा में उपस्थित कालिख कणों की सांद्रता के कारण हुईं, जिससे गंभीर श्वसन संबंधी बीमारियाँ विकसित हुयी थी⁴⁴।

वायु गुणवत्ता पर अंतरिक्ष अन्वेषण का प्रभाव— ईंधन का उपयोग अंतरिक्ष रॉकेटों के प्रक्षेपण सहित सभी अंतरिक्ष अन्वेषण गतिविधियों में किया जाता है। ईंधन के दहन से वायु प्रदूषण होता है और वैश्विक ए.क्यू.आई.⁴⁵ बढ़ जाता है। जल प्रदूषण भी अंतरिक्ष रॉकेटों द्वारा लाए गए ऊपरी वायुमंडल के हानिकारक रासायनिक उत्सर्जन का परिणाम है। राष्ट्रीय समुद्री और वायुमंडलीय संचालन विश्लेषण के अनुसार, रॉकेट पर सवार एक यात्री के हवाई जहाज पर सवार यात्री की तुलना में जलवायु परिवर्तन में योगदान देने की 100 गुना अधिक संभावना है⁴⁶। एक अध्ययन के अनुसार, टोस, क्लोरीन आधारित ईंधन जलाने वाले रॉकेट सीधे समताप मंडल में क्लोरीन पहुंचाकर ओजोन की परत को नष्ट कर देता है। ओजोन वायुमंडल में ऑक्सीजन की एक परत है जो पृथ्वी को सूर्य से आने वाले हानिकारक यूवी विकिरण से बचाती है⁴⁷।

अंतरिक्ष के अध्ययन का मानव स्वास्थ्य पर भी हानिकारक प्रभाव पड़ता है। अंतरिक्ष की यात्रा करने वाले अंतरिक्ष यात्रियों को अक्सर हृदय संबंधी समस्याएं हो जाती हैं। एक अध्ययन के अनुसार, अंतरिक्ष यात्रियों के अंतरिक्ष सूट उन्हें सौर विकिरण से पूरी तरह से नहीं बचा सकते हैं, और गहरे अंतरिक्ष में जाने से स्वास्थ्य समस्याओं का खतरा बढ़ सकता है⁴⁸। उपग्रहों का एक बड़ा नेटवर्क सतह से सैकड़ों मील ऊपर हमारे ग्रह की जलवायु प्रणाली के बारे में जानकारी एकत्र कर रहा है। हमारे महासागर, भूमि और वायुमंडल सभी इन उपग्रहों द्वारा सटीक रूप से मापे जाते हैं⁴⁹।

मूल वायु प्रदूषण में उन्नयन की चुनौतियाँ— वायु गुणवत्ता की नई उड़ान के साथ सबसे बड़ी समस्याएं वायु प्रदूषकों के अंतर-पड़ोस राज्य से आना, पड़ोसी राज्य में अत्यधिक प्रदूषण का होना, इनडोर वायु गुणवत्ता और वायु गुणवत्ता लक्ष्यों के साथ भूमि विकास प्रथाओं के अपर्याप्त संरेखण का होना हैं। 1970 के बाद से, स्थिर और मोबाइल दोनों स्रोतों पर नियमों के कारण परिवेशी वायु गुणवत्ता में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है⁵⁰। फिर भी, अभी भी गैर-प्राप्ति क्षेत्र हैं, और चल रहे शोध ने सूक्ष्म कणों और स्वास्थ्य पर पड़ोस की वायु गुणवत्ता के प्रभावों के बारे में चिंताएं बढ़ा दी हैं, खासकर बच्चों के अस्थिमा के संबंध में। घर के अंदर की वायु गुणवत्ता और पड़ोस के सापेक्ष प्रभावों पर भी शोध

किया जा रहा है। इनडोर वायु गुणवत्ता के लिए एक मजबूत नियामक ढांचे की कमी से यह अधिक संभावना है कि न्यू जर्सी पर्यावरण विभाग⁶¹ के माध्यम से परमिट प्रोग्रामर को अपनाने की तुलना में मकान मालिक की जिम्मेदारियां (आवासीय संपत्तियों के लिए) और बड़ी इमारत हीटिंग, वेंटिलेशन और एयर कंडीशनिंग⁶² आवश्यकताओं को बदलने की आवश्यकता है।

पर्यावरण स्थिरता पर वायु गुणवत्ता सूचकांक का प्रभाव— अम्लीय वर्षा, मुहाने में नाइट्रोजन ऑक्साइड का जमाव और विषाक्त पदार्थों का जमाव वायु प्रदूषण के कुछ ऐसे प्रभाव हैं जो पर्यावरण को हानि पहुँचाते हैं। संक्षारक वायु प्रदूषक वाहनों, घरों और अन्य निर्मित वस्तुओं को नुकसान पहुंचा सकते हैं। यद्यपि साँस लेना आवश्यक है, फिर भी वायु की गुणवत्ता पर्यावरण स्थिरता⁶³ का एक प्रमुख घटक है।

किसी भी औद्योगिक क्षेत्र के वायु गुणवत्ता में कुछ न कुछ गिरावट हमेशा रहती है, जिसके कारण इस क्षेत्र में रहने वाले समाज के लिए स्वास्थ्य का खतरा बना रहता है। यद्यपि, वायु गुणवत्ता आम जनता या संवेदनशील आबादी, जैसे कि युवा, बूढ़े, गर्भवती, या कमजोर प्रतिरक्षा के लिए स्वास्थ्य हानि का बड़ा खतरा पैदा करती है, या यह प्राकृतिक संसाधनों या निर्मित पर्यावरण को महत्वपूर्ण रूप से खराब करती है⁶⁴। हमारा समाज अब अधिक समय तक स्थिर नहीं रह सकता है। क्योंकि अधिक समय तक निरंतर खराब वायु गुणवत्ता से आर्थिक प्रतिस्पर्धात्मकता को भी नुकसान पहुँचता है। कर्मचारियों की स्वास्थ्य समस्याओं और अस्पष्ट वायु प्रदूषण मुद्दों के कारण उत्पादकता में कमी से लाभदायक व्यावसायिक गतिविधियों के प्रति आकर्षित होना अधिक कठिन हो गया है⁶⁵। प्रदूषण एक प्रमुख गंभीर सामाजिक समस्या है जिसका प्रभाव पड़ोसी राज्य या देश के निवासियों को घरेलू प्रदूषण की तुलना में बाहरी प्रदूषण के अधिक स्तर का सामना करना पड़ता है, जिसका उत्पादकता और स्वास्थ्य पर दीर्घकालिक प्रभाव पड़ता है⁶⁶।

वायु गुणवत्ता का संबंध पर्यावरण स्थिरता से कितना संबंधित है? उन स्तरों तक पहुँचने के लिए कार्यान्वयन तकनीकों की आवश्यकता होती है। यदि अंतर—राज्य प्रदूषक हस्तांतरण जैसी चिंताओं को दूर करने की राजनीतिक इच्छाशक्ति है, तो राष्ट्रीय प्रणाली क्षेत्रीय वायु गुणवत्ता के लिए पर्यावरणस्थिरता की परिभाषा के रूप में परिवेशी वायु गुणवत्ता मानदंड को परिभाषित करने के लिए एक परीक्षणित रूपरेखा प्रदान करती है। दूसरी ओर, उद्योग—विशिष्ट प्रौद्योगिकी—आधारित प्रतिबंध स्वास्थ्य—आधारित नहीं हैं और पर्यावरण स्थिरता का संकेत नहीं देते हैं⁶⁷।

मानव जीवन पर वायु गुणवत्ता सूचकांक का प्रभाव— जीवन की तीनों मूलभूत आवश्यकताओं जो खाद्य—प्रसंस्करण के घटक हैं उनका मूल स्वच्छ हवा है, जो मनुष्यों, जानवरों और वनस्पति के लिए जीवन का आधार है। जीवन के संतुलन को बनाए रखने के लिए, हवा में ऑक्सीजन, एक सक्रिय घटक है जो विभिन्न प्रकार के पौधों और जानवरों के ऊतकों में खाद्य पदार्थों का ऑक्सीकरण या उनको जलाकर ऊर्जा में बदला है। नाइट्रोजन और अक्रिय गैसों, जैसे हीलियम, आर्गन, नियॉन आदि व अन्य स्थिर गैसों, खाद्य आपूर्ति के साथ परस्पर क्रिया नहीं करती हैं। जब भोजन प्रसंस्करण प्रणाली वायु प्रदूषकों के प्रभाव से क्षतिग्रस्त हो जाती है तो जीवन का भविष्य प्रभावित होता है क्योंकि यह विकास और प्रजनन को प्रभावित करता है⁶⁸। खाद्य श्रृंखला के तंत्र को बनाए रखने के लिए आवश्यक परिवर्तनशील गैसों से वायु गुणवत्ता सीधे प्रभावित हो सकती है। प्रदूषण और खतरनाक रसायनों के परिणामस्वरूप जीवन का संतुलन और खाद्य श्रृंखला प्रभावित होती है। परिवेशीय वायु गुणवत्ता⁶⁹ से सार्वजनिक स्वास्थ्य प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष रूप से प्रभावित होता है, जिसका प्रभाव निर्मित और प्राकृतिक संसाधनों पर भी पड़ता है। वायु प्रदूषण का सीधा स्वास्थ्य प्रभाव फेफड़ों, आंखों और अन्य नाजुक अंगों पर पड़ता है⁷⁰। अप्रत्यक्ष स्वास्थ्य परिणाम कई तरीकों से हो सकते हैं, जैसे सतहों पर सूखा जमाव जो फिर लोगों के संपर्क में आता है या पारा प्रदूषण सहित समुद्री धाराओं के परिणामस्वरूप संक्रमित समुद्री भोजन जो खाद्य श्रृंखला के माध्यम से मानव जीवन को प्रभावित करता है⁷¹।

वायु प्रदूषण में कई ऐसे जहर हैं जो हमारे पर्यावरण को प्रदूषित कर रहे हैं, अपितु वायुमंडल में हवा की रासायनिक संरचना को भी बदल देते हैं। इसके अतिरिक्त, हवा में सूक्ष्म मात्रा में खतरनाक ठोस पदार्थ यानी विभिन्न आकार के कण (1.0 से 10 माइक्रोग्राम) होते हैं, जिनमें ज्यादातर धातु ऑक्साइड और अन्य ठोस यौगिक⁷² होते हैं। जब ये ठोस यौगिक जानवरों के ऊतकों के संपर्क में आते हैं तो कोशिकीय यौगिकों से साथ या प्रतिक्रिया करने वाले खतरनाक यौगिक उन प्रजातियों द्वारा भी साँस में लिए जाते हैं जो भोजन को ऑक्सीजन के साथ जलाने के लिए हवा का उपयोग करते हैं। इस तरह के नुकसान के प्रति विशेष रूप से संवेदनशील फेफड़े हैं, जिसके परिणामस्वरूप तीव्र जलन, पुरानी बीमारियाँ, या यहाँ तक कि फुफ्फुसीय विकारों के लक्षणों से मृत्यु भी हो सकती है⁷³।

आज लोग इस बात से सहमत हैं कि पृथ्वी के संसाधन सीमित हैं और जीवमंडल नाजुक है। अतः उद्योगों और व्यवसायों से निकलने वाले अवशिष्ट पदार्थों को प्रॉपर ट्रीटमेंट के माध्यम से नस्ट कर देना चाहिए। अध्ययनों के अनुसार, व्यवसायों द्वारा बनाई गई सभी खाद्य सामग्रियों में से 80% को छह महीने के बाद त्याग दिया जाता है⁷⁴। हमारी पारिस्थितिकी अब तक प्रदूषण के इस विशाल प्रवाह को संभालने में सक्षम रही है, लेकिन हमें इसकी सीमाएं नजर आने लगी हैं। भावी पीढ़ियों के लिए गंभीर परिणामों को रोकने के लिए, वह समय तेजी से आ रहा है जब हमें अपने पर्यावरण के प्रबंधन के तरीके में महत्वपूर्ण बदलाव करने होंगे। ग्रीन हाउस प्रभाव के कारण पृथ्वी का तापमान बढ़ जाएगा जिससे जीवाणुओं का पनपना आसान हो जाएगा और बीमारियों में वृद्धि होगी⁷⁵।

शोध समीक्षा

लाखों लोगों के लिए, बाढ़ या सूखे के परिणामस्वरूप खराब वातावरण, प्रदूषित हवा और प्रदूषित पानी बहुत सारी अन्य बीमारियाँ को जन्म देती है। इन बीमारियों का दुनिया भर के अच्छे स्वास्थ्य रखने वाले पश्चिमी देशों के लोगों में फैलना संभव है, जैसा कि गंभीर तीव्र श्वसन सिंड्रोम से संबंधित वायरस और पोल्ट्री वायरस जैसी हाल की त्रासदियों से पता चला⁶⁶। इसलिए, विकसित दुनिया को प्रदूषण और पर्यावरण प्रबंधन की समस्याओं का समाधान करना चाहिए।

निष्कर्ष— कोई भी चीज जो अपनी सीमा से आगे बढ़ती है उसका नकारात्मक प्रभाव पड़ता है। जब हमने अपने जीवन की गुणवत्ता में सुधार करने के लिए उपकरण बनाए, तो हमने अनजाने में एक अन्य तरीके से प्रतिकूल प्रभाव भी पैदा किया। हमारी अपनी, हमारे परिवारों, समाजों, राष्ट्रों और पूरी दुनिया की भलाई के लिए जिस महत्व और ध्यान के स्तर की आवश्यकता है, वह हमारे ग्रह की पारिस्थितिकी के लिए भी आवश्यक है। केवल मनुष्य ही इन दो चीजों का निर्माण, रखरखाव और उन पर पड़ने वाले प्रभाव को रोक सकता है। यदि हम अभी नहीं उठे तो कल काफी देर हो जायेगी। उस समय, प्रदूषण से लड़ना बेहद चुनौतीपूर्ण होगा। आइए हम विचार करें और अपने प्राकृतिक पर्यावरण को बचाने के लिए व प्रदूषण को कम करके, हरियाली को अपनाकर और पृथ्वी की जैव विविधता को संरक्षित करके मानव प्रजाति को संरक्षित करने के लिए काम करें।

स्वीकृतियाँ— लेखक बी.एस.एन.वी.पीजी कॉलेज, लखनऊ के प्राचार्य प्रो.संजय मिश्रा के सहयोग और समर्थन का आभारी हैं। साथ ही रसायन विज्ञान विभाग के प्रभारी प्रो० डी. के. गुप्ता तथा लखनऊ विश्वविद्यालय, लखनऊ के कुलपति प्रोफेसर आलोक कुमार राय को धन्यवाद देना चाहता हूँ। अंत में मैं बी.एस.एन.वी.संस्थान के अध्यक्ष श्री टी.एन. मिश्र जी को मार्गदर्शन, आशीर्वाद और हर तरह के समर्थन के लिए धन्यवाद देता हूँ।

References

1. Theophanides, M., Anastassopoulou, J. and Theaophanides, T. (2011) Air polluted environment and health effects, Indoor and Outdoor Air Pollution, vol. 49, no. 1, pp. 1-28.
2. Singh, B. R. and Singh, O. (2012) Study of impacts of global warming on climate change: rise in sea level and disaster frequency, Global warming—impacts and future perspective.
3. Fløttum, K., Gasper, D. and Clair, A. L. S. (2016) Synthesizing a policy-relevant perspective from the three IPCC “Worlds”—A comparison of topics and frames in the SPMs of the Fifth Assessment Report, Global Environmental Change, 38, 118-129.
4. 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, vol. 389, no. 10082, pp. 1907-1918.
5. NJDEP. (n.d.) Bureau of Air Quality Planning. Retrieved April 28, 2013, from NJDEP:
6. Hanna, Kathi and Christine Coussens (editors) (2001) Rebuilding the Unity of Health and the Environment: A New Vision of Environmental Health for the 21st Century, Institute of Medicine. National Academies Press, <http://www.nap.edu/catalog/10044.html>.
7. Institute of Medicine (IOM) (2011) Climate Change, the Indoor Environment, and Health. Committee on the Effect of Climate Change on Indoor Air Quality and Public Health, National Academies Press, http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13115
8. Chaudhary, A. L. K. A. (2017) Swachh Bharat mission-need, objective and impact, International Journal for research in Management and Pharmacy, vol. 6, no. 2, pp. 24-28.
9. Ghosh, S. K. (2016) Swachhaa Bharat Mission (SBM)—a paradigm shift in waste management and cleanliness in India, Procedia Environmental Sciences, vol. 35, pp. 15-27.
10. Cheng, W. L., Chen, Y. S., Zhang, J., Lyons, T. J., Pai, J. L. and Chang, S. H. (2007) Comparison of the revised air quality index with the PSI and AQI indices, Science of the Total Environment, vol. 382, no. 2-3, pp. 191-198.
11. Mohan, M. and Kandya, A. (2007) An analysis of the annual and seasonal trends of air quality index of Delhi, Environmental monitoring and assessment, vol. 131, pp. 267-277.

12. Bera, P. and Hegde, M. S. (2010) Recent advances in auto exhaust catalysis, *Journal of the Indian Institute of Science*, vol. 90, no. 2, pp. 299-325.
13. Gupta, A. K. (2014) *Darkening Air: The Invisible Threat*, lulu.com.
14. Ajibade, F. O., Adelodun, B., Lasisi, K. H., Fadare, O. O., Ajibade, T. F., Nwogwu, N. A. and Wang, A. (2021) Environmental pollution and their socioeconomic impacts, In *Microbe mediated remediation of environmental contaminants*, pp. 321-354, Woodhead Publishing.
15. World Health Organization (2021) New WHO Global Air Quality Guidelines aim to save millions of lives from air pollution, Air Pollution is one of the Biggest Environmental Threats to Human Health, Alongside Climate Change.
16. Ilvessalo, P. (1995) A new method for calculation of an air quality index.
17. Tan, X., Han, L., Zhang, X., Zhou, W., Li, W., and Qian, Y. (2021) A review of current air quality indexes and improvements under the multi-contaminant air pollution exposure, *Journal of environmental management*, vol. 279, P.111681.
18. Zhao, S., Yu, Y., Yin, D., He, J., Liu, N., Qu, J., & Xiao, J. (2016) Annual and diurnal variations of gaseous and particulate pollutants in 31 provincial capital cities based on in situ air quality monitoring data from China National Environmental Monitoring Center, *Environment international*, vol. 86, pp. 92-106.
19. Kumar, P., Morawska, L., Martani, C., Biskos, G., Neophytou, M., Di Sabatino, S., ... and Britter, R. (2015) The rise of low-cost sensing for managing air pollution in cities, *Environment international*, vol. 75, pp. 199-205.
20. Rees, V. W. and Connolly, G. N. (2006) Measuring air quality to protect children from secondhand smoke in cars, *American journal of preventive medicine*, vol. 31, no. 5, pp. 363-368.
21. Hall, P. and Pfeiffer, U. (2013) *Urban future 21: a global agenda for twenty-first century cities*, Routledge.
22. Kumari, S. and Jain, M. K. (2018) A critical review on air quality index, *Environmental Pollution: Select Proceedings of ICWEES-2016*, 87-102.
23. Jayantrao, Mohite; Suryakant, Sawant; Ankur, Pandit and Srinivasu, Pappula (2022) Impact of lockdown and crop stubble burning on air quality of India: a case study from wheat-growing region, *Environ Monit Assess.*, vol. 194, no. 2, p. 77. doi: 10.1007/s10661-021-09723-6.
24. Kumari, S. and Jain, M. K. (2018) A critical review on air quality index, *Environmental Pollution: Select Proceedings of ICWEES-2016*, pp. 87-102.
25. Dutta, S., Ghosh, S. and Dinda, S. (2021) Urban air-quality assessment and inferring the association between different factors: A comparative study among Delhi, Kolkata and Chennai megacity of India, *Aerosol Science and Engineering*, 5, 93-111.
26. Plaia, A. and Ruggieri, M. (2011) Air quality indices: a review, *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, vol. 10, pp. 165-179.
27. Stoner, O., Lewis, J., Martínez, I. L., Gumy, S., Economou, T. and Adair-Rohani, H. (2021) Household cooking fuel estimates at global and country level for 1990 to 2030, *Nature communications*, vol. 12, no. 1, pp. 5793.
28. Gould, C. F., Schlesinger, S. B., Molina, E., Bejarano, M. L., Valarezo, A. and Jack, D. W. (2020) Household fuel mixes in peri-urban and rural Ecuador: Explaining the context of LPG, patterns of continued firewood use, and the challenges of induction cooking, *Energy policy*, vol. 136, p. 111053.
29. Rao, N. D., Kiesewetter, G., Min, J., Pachauri, S. and Wagner, F. (2021) Household contributions to and impacts from air pollution in India. *Nature Sustainability*, vol. 4, no. 10, pp. 859-867.
30. Samet, J. M. and White, R. H. (2004) Urban air pollution, health, and equity, *Journal of Epidemiology and Community Health*, vol. 58, no. 1, pp. 3-5.
31. Duh, J. D., Shandas, V., Chang, H. and George, L. A. (2008) Rates of urbanisation and the resiliency of air and water quality, *Science of the total environment*, vol. 400, no. 1-3, pp. 238-256.

शोध समीक्षा

32. Sivakumar, B. (2011) Global climate change and its impacts on water resources planning and management: assessment and challenges, *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, vol. 25, pp. 583-600.
33. World Health Organization (2010) WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants, World Health Organization, Regional Office for Europe.
34. Kraft, M. E. (2021) *Environmental policy and politics*, Routledge.
35. World Health Organization (2014) WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion, World Health Organization.
36. Kuddus, M. A., Tynan, E. and McBryde, E. (2020) Urbanization: a problem for the rich and the poor, *Public Health Reviews*, vol. 41, pp. 1-4.
37. Ghorani-Azam, A., Riahi-Zanjani, B. and Balali-Mood, M. (2016) Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran, *Journal of research in medical sciences: the official journal of Isfahan University of Medical Sciences*, p. 21.
38. Foster, I. D. L. and Charlesworth, S. M. (1996) Heavy metals in the hydrological cycle: trends and explanation, *Hydrological processes*, vol. 10, no. 2, pp. 227-261.
39. Power, A. L., Tennant, R. K., Jones, R. T., Tang, Y., Du, J., Worsley, A. T. and Love, J. (2018) Monitoring impacts of urbanisation and industrialisation on air quality in the Anthropocene using urban pond sediments, *Frontiers in Earth Science*, vol. 6, p. 131.
40. Adamkiewicz, G., Liddie, J. and Gaffin, J. M. (2020) The respiratory risks of ambient/outdoor air pollution, *Clinics in chest medicine*, vol. 41, no. 4, pp. 809-824.
41. Fenger, J. (2009) Air pollution in the last 50 years—From local to global, *Atmospheric environment*, vol. 43, no. 1, pp. 13-22.
42. Mahilang, M., Deb, M. K. and Pervez, S. (2021) Biogenic secondary organic aerosols: A review on formation mechanism, analytical challenges and environmental impacts, *Chemosphere*, vol. 262, p. 127771.
43. World Health Organization (2006) Air quality guidelines: global update 2005: particulate matter, ozone, nitrogen dioxide, and sulfur dioxide, World Health Organization.
44. Henderson, S. B., Brauer, M., MacNab, Y. C. and Kennedy, S. M. (2011) Three measures of forest fire smoke exposure and their associations with respiratory and cardiovascular health outcomes in a population-based cohort, *Environmental health perspectives*, vol. 119, no. 9, pp. 1266-1271.
45. Tiotiu, A. I., Novakova, P., Nedeva, D., Chong-Neto, H. J., Novakova, S., Steiropoulos, P. and Kowal, K. (2020) Impact of air pollution on asthma outcomes, *International journal of environmental research and public health*, vol. 17, p. 6212.
46. Schulze, F., Gao, X., Virzonis, D., Damiani, S., Schneider, M. R., & Kodzius, R. (2017) Air quality effects on human health and approaches for its assessment through microfluidic chips, *Genes*, vol. 8, no. 10, p. 244.
47. Ryan, R. G., Marais, E. A., Balhatchet, C. J. and Eastham, S. D. (2022) Impact of rocket launch and space debris air pollutant emissions on stratospheric ozone and global climate, *Earth's Future*, vol. 10, no. 6, e2021EF002612.
48. Fabian, P. and Singh, O. N. (Eds.) (1999) *Reactive halogen compounds in the atmosphere* (vol. 4), Springer Science and Business Media.
49. Williams, D. and Howell, E. (2022) *Why Am I Taller?: What Happens to an Astronaut's Body in Space*, Ecw Press.
50. Wilson, S. (2000) Launching the Argo armada, *OCEANUS-WOODS HOLE MASS.*, vol. 42, no. 1, pp. 17-19.
51. Spengler, J. D. and Chen, Q. (2000) Indoor air quality factors in designing a healthy building, *Annual Review of Energy and the Environment*, vol. 25, no. 1, pp. 567-600.
52. McQuiston, F. C., Parker, J. D., Spitler, J. D. and Taherian, H. (2023) *Heating, ventilating, and air conditioning: analysis and design*. John Wiley and Sons.

53. Winka, M. and Carpenter, J. (1998) New Jersey department of environmental protection/union county demanufacturing program. In Proceedings of the 1998 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment. ISEE-1998 (Cat. No. 98CH36145) (pp. 328-330). IEEE.
54. Kuldeep, Sisodiya, S., Mathur, A. K. and Verma, P. (2022) Assessment of urban air quality for Jodhpur city by the air quality index (AQI) and exceedance factor (EF), In Advancement in Materials, Manufacturing and Energy Engineering, vol. 1: Select Proceedings of ICAMME 2021 (pp. 585-596). Springer Singapore.
55. Genc, S., Zadeoglulari, Z., Fuss, S. H. and Genc, K. (2012) The adverse effects of air pollution on the nervous system. Journal of toxicology, 2012.
56. Greenstone, M., List, J. A. and Syverson, C. (2012) The effects of environmental regulation on the competitiveness of US manufacturing (No. w18392). National Bureau of Economic Research.
57. Muzet, A. (2007) Environmental noise, sleep and health. Sleep medicine reviews, vol. 11, no. 2, pp. 135-142.
58. Mehul, V. (2017) Study of Environmental Regulations for Emissions to Air in the EU and the US, and to understand guidelines of regulations in the EU by considering a case of aluminum industry (Master's thesis, University of Stavanger, Norway).
59. Sahoo, P. K., Mangla, S., Pathak, A. K., Salāmao, G. N. and Sarkar, D. (2021) Pre-to-post lockdown impact on air quality and the role of environmental factors in spreading the COVID-19 cases-a study from a worst-hit state of India. International journal of biometeorology, vol. 65, pp. 205-222.
60. Ramlogan, R. (1997) Environment and human health: A threat to all. Environmental Management and Health, vol. 8, no. 2, pp. 51-66.
61. Kelly, T. J., Mukund, R., Spicer, C. W. and Pollack, A. J. (1994) Concentrations and transformations of hazardous air pollutants. Environmental science and technology, vol. 28, no. 8, pp. 378A-387A.
62. Zachary, J. F. and Mc Gavin, M. D. (Eds.) (2012) Pathologic Basis of Veterinary Disease 5: Pathologic Basis of Veterinary Disease. Elsevier Health Sciences.
63. Kondo, T., Nakano, Y., Adachi, S. and Murohara, T. (2019) Effects of tobacco smoking on cardiovascular disease. Circulation Journal, vol. 83, no. 10, pp. 1980-1985.
64. Leonard, A. (2010) The story of stuff: How our obsession with stuff is trashing the planet, our communities, and our health-and a vision for change. Simon and Schuster.
65. Aronoff, K., Battistoni, A., Cohen, D. A. and Riofrancos, T. (2019) A planet to win: why we need a Green New Deal. Verso Books.
66. Kohn, G. C. (2007) Encyclopedia of plague and pestilence: from ancient times to the present. InfoBase Publishing.