

वायु प्रदूषण

मोनिका जाखड़

शोध-छात्रा, पंजाब विश्वविद्यालय, चण्डीगढ़, पंजाब, भारत।

सारांश

इस शोध-पत्र में वायु प्रदूषण के कारण, स्रोत और वर्गीकरण पर चर्चा की गई है। इसमें मनुष्य तथा पेड़ पौधों पर वायु प्रदूषण के प्रभावों का वर्णन किया गया है। इसमें राष्ट्रीय और अन्तर्राष्ट्रीय स्तर पर वायु प्रदूषण की स्थिति का भी वर्णन किया गया है। इसके साथ वायु गुणवत्ता मानकों का वर्णन भी हुआ है और अन्त में वायु गुणवत्ता प्रबंधन पहलुओं पर चर्चा की गई है।

मूल शब्द: वायु प्रदूषण के कारण, स्रोत और वर्गीकरण।

प्रस्तावना

शहरी क्षेत्र में वायु प्रदूषण एक बढ़ता हुआ महत्वपूर्ण पर्यावरणीय मुद्दा है। औद्योगिक विकास के साथ मोटरवाहनों के उपयोग में तीव्र वृद्धि निश्चित वायु प्रदूषण पैटर्न में योगदान करती है, जिसमें वायु की गुणवत्ता में क्षीणता (कमी) की स्पष्ट प्रवृत्तियाँ दिखाई देती हैं। वायु प्रदूषण मुख्यतः वायु में बाहरी पदार्थों की उपस्थिति के कारण होता है। वायु प्रदूषण की कुछ विशिष्ट परिभाषाएँ नीचे दी गई हैं:

वायु प्रदूषण का अर्थ बाहरी वातावरण में एक अथवा अधिक प्रदूषकों जैसे धूल, धुआँ, गैस, कोहरा, दुर्गन्ध, काला धुआँ अथवा वाष्प मात्रा में, गुणधर्म, तथा पर्यावरण मध्यम अवधि तक होते हैं जो मनुष्य, पौधों, और जन्तु-जीवन अथवा सम्पत्ति के लिए हानिकारक होते हैं अथवा जो जीवन और सम्पत्ति को, सम्पूर्ण आनन्द और आराम से जीने और उपयोग करने में अनावश्यक रूप से बाधा डालते हैं। (इंजीनियरों की संयुक्त परिषद् (अमेरीका)

वायु प्रदूषण, पदार्थों के आस पास के वायुमंडल में उपस्थिति है जो सामान्यतः मनुष्य की गतिविधि के परिणामस्वरूप, पर्याप्त सान्द्रता में, पर्याप्त समय के लिए और ऐसी परिस्थितियों के अन्तर्गत होती है जो लोगों के आराम, स्वास्थ्य अथवा कल्याण में सम्पत्ति के सम्पूर्ण उपयोग का आनन्द लेने में बाधा डालती है। (भारतीय मानक ब्यूरो, ISI 4167 (1996))

भारत में वायु प्रदूषण की परिस्थिति

भारत के 23 नगरों में जिसमें मिलियन से भी अधिक

जनसंख्या है, वायु प्रदूषण के स्तर विश्व स्वास्थ्य संगठन (World Health Organization WHO) द्वारा बताए गए स्वास्थ्य मानकों से बहुत अधिक है। इसके अतिरिक्त प्रत्येक शहर में यह प्रदूषण स्तर और भी निम्न होते जा रहे हैं, क्योंकि वाहनों की बढ़ती संख्या, उच्च ऊर्जा उपभोग, अनियंत्रित औद्योगिकीकरण और अपशिष्ट के जलाने की घटनाएँ बहुत बढ़ रही हैं।

भारत के 10 सबसे बड़े नगरों में से 6 नगर – मुम्बई, कोलकाता, दिल्ली, अहमदाबाद, कानपुर, और नागपुर में वायु प्रदूषण की गंभीर समस्या है। कुल निलंबित कणों (Total Suspended Particles – TSP) का वार्षिक औसत स्तर इन नगरों में विश्व स्वास्थ्य संगठन के मानों से तीन गुण अधिक है। इसका संबंध श्वसन रोगों और हृदयवाहिका रोगों से होने वाली प्रसवपूर्ण मौतों और अधिक मृत्यु दर (चिरस्थायी बाधित फेफड़े के रोग, विशेषकर ब्रान्काइटिस और ऊपरी और निचली श्वसन नाल के संक्रमण आदि) से है। हालांकि प्रयावरण में सल्फर डाऑक्साइड और नाइट्रोजन ऑक्साइड की सान्द्रता परिवेश मानक से सामान्यतः कम है। कार्बन मोनोऑक्साइड, ओजोन और हाइड्रोकार्बन प्रदूषक जिनका मानव के स्वास्थ्य पर गंभीर प्रभाव हो सकता है उनको भारत में दैनिक रूप से मॉनीटर नहीं किया जाता है। सड़क के चौराहों पर कार्बन ऑक्साइड के मान (रीडिंग) अधिकता में मिलते हैं।

तलिका में अधिकांश भारतीय नगरों में SO₂ और NO₂ की उपस्थिति की गई है:

तलिका 1: मिलियन से अधिक जनसंख्या वाले नगरों में औद्योगिक और आवसीय क्षेत्रों में परिवेश वायु में SO₂ और NO₂ की वार्षिक औसत सान्द्रता।

	1995		2000		1995		2000	
	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂	SO ₂	NO ₂
आगरा	.	.	8.2		7.5	.	.	.
अहमदाबाद	38.3	18.0	8.2	25.3	22.4	16.9	9.0	35.2
बंगलूरु	-	31.0	24.2	47.0	-	-	18.9	32.4
भोपाल	15.5	18.2	19.7	20.2	13.1	21.3	22.0	26.0
चैन्नई	7.8	14.5	7.2	14.8	30.9	19.4	16.0	14.3
दिल्ली	16.2	33.0	16.0	29.4	20.4	34.6	17.4	33.7
फरीदाबाद	37.0	13.3	36.5	11.1	39.1	14.7	37.3	11.5
हओरा	84.0	212.2	13.4	50.2	39.8	180.6	12.4	51.4

हैदराबाद	15.3	28.3	13.7	21.0	19.0	47.2	12.0	29.2
इन्दौर	5.3	9.5	22.9	16.6	7.3	11.7	28.5	22.0
जयपुर	8.56	25.7	18.1	41.3	14.7	35.1	23.2	47.7
कल्याण-डोम्बी वलि अमबरनाथ	29.3	32.8	38.3	58.1	32.6	39.4	37.6	65.4
कानपुर	13.9	15.6	18.7	20.0	14.3	16.6	17.8	28.4
कोलकाता	29.9	27.3	13.5	30.0	47.4	35.2	25.3	44.2
लखनऊ	29.5	28.7	27.4*	29.0	30.0	29.1	-	-
लुधियाना	-	-	11.7	30.8	-	-	11.6	30.2
मुम्बई	25.9	34.3	10.5	29.0	41.8	36.1	15.4	25.0
नागपुर	8.6	15.4	6.9	24.4	60.9	11.8	11.0	17.7
नासिक	-	31.0	33.8	23.2	-	-	28.8	17.3
पटना	26.2	29.0	14.0	17.0	-	-	-	-
पुणे	7.8	8.5	43-3	63.8	37.3	38.4	43.6	57.6
सूरत	84.5	30.8	-	-	88.6	29.8	-	-
बडोदा	66.2	18.5	-	-	76.6	20.4	-	-
वाराणसी	23.6	19.6	18.9	17.5	-	-	-	-

स्रोत: राष्ट्रीय वायु गुणवत्ता परिस्थिति रिपोर्ट- 2000, केन्द्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड

प्रदूषकों का उद्गम

उद्गम के अनुसार, प्रदूषकों को प्राथमिक अथवा द्वितीयक (गौण) संदूषक माना जाता है। प्राथमिक प्रदूषक जैसे सल्फर ऑक्साइड (Sox) नाइट्रोजन ऑक्साइड (NO) और हाइड्रोकार्बन (HC) होते हैं। ये वायुमंडल में प्रत्यक्ष रूप से उत्सर्जित (emit) होते हैं और उसी रूप में पाए जाते हैं जिसमें उत्सर्जित रासायनिक अभिक्रिया द्वारा बनते हैं।

वायु प्रदूषण के स्रोत

वायु प्रदूषक के स्रोतों को मौटे-तौर पर निम्न रूपों में वर्गीकृत किया जा सकता है:

- 1- प्राकृतिक स्रोत
- 2- मानवजनिक (मानव निर्मित) स्रोत

प्राकृतिक स्रोत

- ज्वालामुखी उद्गार
- परागण प्रक्रिया
- मरुस्थल तूफान अथवा आँधी तूफान
- दावानल

मानवजनिक स्रोत

स्थिर स्रोत

विभिन्न स्थिर स्रोतों में औद्योगिक और व्यावसायिक प्रक्रम होते हैं, जैसे ताप अथवा पावर का जनन (विद्युत) भोजन पकाना कूड़ा करकट ज्वलन, भास्मीकरण, आदि।

चल स्रोत

लाइन स्रोत: राजमार्ग पर चलने वाले वाहन, रेलगाड़ी।

क्षेत्र स्रोत: जन्वशान और हवाई अड्डे।

वायु प्रदूषण के प्रभाव

मानव और वातावरण पर वायु प्रदूषकों के प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष प्रभाव हो सकते हैं:

स्वास्थ्य पर प्रभाव: श्वसन तंत्र में बैचेनी, आँख अथवा अन्य तंत्रों में बैचेनी, गंभीर आविषालु तंत्राण प्रभाव, उत्परिवर्तजनी (Mutagenic) अथवा कैंसरजननी क्रियाएँ, और संक्रमण के प्रति रोग प्रतिरक्षा क्रियावाधियों पर प्रतिकूल प्रभाव।

पारिस्थितिक प्रभाव: पदार्थ का गन्दा होना, संरक्षण, कृषि उत्पादकता की हानि मिट्टी और जल का अम्लीकरण, व हानि, ग्रीनहाउस प्रभाव, धूमकोहरे का बनना आदि।

इनमें से कुछ प्रभाव तुरन्त दिखाई देते हैं और आपेक्षिक रूप से सरलता से मालूम किए जा सकते हैं। उदाहरण के लिए डीजल के धुँए की गंध और अन्य प्रभाव कुछ ही अवधि में दिखाई दे सकते हैं परन्तु मोटरवाहनों से निष्कासित सूक्ष्म प्रदूषण इन प्रभावों की तुलना में हमेशा नहीं हो पाता। कुछ प्रभावों को दिखाई देने में बहुत लम्बा समय लगता है तथा निष्कासन के स्रोत के साधारण सम्पर्क स्थापित करना बहुत कठिन और जटिल हो जाता है; जैसे कि बहुत से कैंसरजन्य प्रदूषकों के मामले में होता है। इनमें से कुछ प्रदूषक बहुत सी जटिल वायुमंडलीय समस्याओं में शामिल हैं जैसे कि प्रकाशरासायनिक धूककोहरा, अम्ल वर्षण और ग्रीनहाउस प्रभाव।

अभी हाल ही तक, अलग-अलग प्रदूषकों द्वारा वायु प्रदूषण समस्याओं पर ध्यान केन्द्रित होने लगा है। फिर भी अब यह विचार प्रमाणित हो रहा है कि अलग-अलग प्रदूषकों के संयोजन से अधिक समस्या हो सकती है। उदाहरण के लिए जर्मनी के न खत्म होने वाले जंगल की सावधानी पूर्वक समीक्षा करने पर यह संकेत मिलता है कि यह अम्लीय वर्षा और प्रकाशरासायनिक प्रतिक्रिया उत्पादों तथा SO₂ और NO₂ के प्रत्यक्ष प्रभावों दोनों के युतिप्रभावी (synergistic) प्रभावों के कारण हो सकता है। दूसरे अध्ययनों से यह मालूम हुआ है कि SO₂ और NO₂ के संयोजन के प्रभाव इनके अलग-अलग प्रभावों की तुलना में बहुत अधिक गंभीर होते हैं। यह भी देखा गया है कि SO₂ के उच्च स्तर और उसके साथ कणीय पदार्थों के प्रदूषकों की उपस्थिति का संबंध श्वसन रोगों से हुई मृत्यु दरों में वृद्धि से है। इसलिए इन प्रदूषकों के प्रभावों पर अलग से ध्यान देते समय यह गलत परिणाम निकलेगा कि नियंत्रण उपायों की प्रभावी लागत की अपेक्षिक और पूरी आवश्यकताओं पर ध्यान दिया जाना चाहिए। निचे निम्नलिखित प्रस्थितिक प्रभाव दिए गए हैं उदाहरण के लिए—

- 1- ओजोल
- 2- अम्ल वर्षा

आजोन

आजोन गैसीय प्रदूषकों में अनन्य हैं। निम्न क्षोभमंडल (पृथ्वी

की सतह के पास) में उसकी उच्च सान्द्रता मनुष्य के स्वास्थ्य और पारिस्थितिक तंत्रा के लिए हानिकारक होती है जबकि समतापमंडल में उसकी निम्न सान्द्रता हमारे अस्तित्व के लिए हानिकारक है।

ओजोन की उच्च सान्द्रता निम्न क्षोभमंडल में पौधों की प्रजातियों को हानि पहुँचाती है। इस संबंध में सुझाव दिया गया है कि वन के स्वास्थ्य को क्षीण करने में ओजोन सबसे बड़ा कारक है। उसके मानव स्वास्थ्य पर बहुत से प्रभाव हो सकते हैं, और यह फसल के उत्पादन को भी प्रभावित कर सकती है। समतापमंडल ओजोन और क्षोभमंडल ओजोन मानव स्वास्थ्य और पेड़ पौधों पर विपरीत प्रभाव पड़ता है। क्षोभमंडल में कम मात्रा में ओजोन होती है। क्योंकि यह हानिकारक होती है। परन्तु वर्तमान समय में यह 25 डोबसन से बढ़कर 34 डोबसन हो गई है जो मानव स्वास्थ्य के साथ-साथ वनस्पति के लिए भी हानिकारक है।

अम्ल वर्षा

अम्ल वर्षा अथवा अम्ल विक्षेप का प्रमुख पूर्वगामी बर्फ के रूप में सल्फर डाइऑक्साइड SO_2 और नाइट्रोजन ऑक्साइड (NO_x) है। यातायात वाहनों द्वारा निष्कासित अंशदान छव्य के रूप में होता है। यह रसायन वर्षा के पानी और वायु में उपस्थित अन्य रसायनों के साथ प्रतिक्रिया करते हैं और सल्फ्यूरिक ऐसिड, नाइट्रिक ऐसिड और अन्य प्रदूषक जैसे सल्फेट और नाइट्रेट बनाते हैं। यह अम्लीय प्रदूषक वायुमंडल में ऊपर को फैलते हैं और वायु द्वारा ऊपर ले जाए जाते हैं तथा अन्त में जमीन पर ऐसिड (अम्ल) वर्षा, कोहरा अथवा बर्फ के रूप में गिर जाते हैं। अम्ल वर्षा की संक्षारी प्रवृत्ति बहुत से रूपों में क्षति, विशेषकर पौधों के जीवन को, पहुँचाती है।

ग्रीनहाउस प्रभाव

पिछली कुछ शताब्दियों के दौरान मानव गतिविधियों ने वायुमंडल को उस हद तक प्रदूषित कर दिया है कि इसका प्रभाव हमारी जलवायु को गंभीरता से प्रभावित करने लगा है। कार्बन डाइऑक्साइड पूर्व औद्योगिक काल से वायुमंडल में 31 प्रतिशत तक बढ़ गई है जिससे निचले वायुमंडल में अधिक ताप अवधारित हो जाता है। यह प्रमाणित किया जा चुका है कि कार्बन डाइऑक्साइड के स्तरों में वृद्धि हो रही है। बहुत से दोशों ने जलवायु परिवर्तन पर यूनाइटेड नेशंस फ्रेमवर्क कोनवेंशन ऑन क्लाइमेट चेंज (UNFCCC) के अधीन ग्रीनहाउस गैसों को कम करने के लिए हस्ताक्षर किए हैं। फिर भी वर्तमान अंतर्राष्ट्रीय समझौते समुद्र तल में हुई वृद्धि और जलवायु में होने वाले महत्वपूर्ण परिवर्तनों को रोकने के लिए अभी तक पर्याप्त नहीं है।

वायु-गुणवत्ता प्रबंधन

जल की भाँति वायु केन्द्रित स्थान पर शुद्ध नहीं की जा सकती और फिर उपयोग के लिए पुनः वितरित नहीं की जा सकती है। इसलिए, उसकी सुरक्षा के लिए अत्याधिक सावधानी रखी जानी चाहिए। वायु प्रदूषण निम्नलिखित महत्वपूर्ण उपायों से नियंत्रित किया जा सकता है:

- औद्योगिक क्षेत्रों का क्षेत्र निर्धारण करके, उपयुक्त योजना-निर्माण करना।
- वायु प्रदूषकों के व्यापक विश्लेषण के लिए उचित स्टैक डिजाइन तैयार करना।
- कच्ची सामग्री, ईंधन के प्रकार और निर्माण-प्रक्रिया आदि में परिवर्तन द्वारा वायु प्रदूषण की रोकथाम करना और

- नियंत्रण उपकरणों के उपयोग जैसे सेटलिंग चेम्बर, चक्रवात, विद्युत स्थैतिक अवक्षेपक, घर्षक आदि से उत्सर्जन में कमी करना और
- पर्याप्त कानून और वायु की गुणवत्ता के मानक बनना।