



## वायु प्रदूषण की रोकथाम

### प्रलम्बित के लिये:

सधु-गंगा मैदान, वायु गुणवत्ता सूचकांक (AQI), पर्यावरण संरक्षण एजेंसी (EPA), PM 10, PM 2.5, नाइट्रोजन डाइऑक्साइड (NO<sub>2</sub>), सल्फर डाइऑक्साइड (SO<sub>2</sub>), कार्बन मोनोऑक्साइड (CO), ओजोन (O<sub>3</sub>), अमोनिया (NH<sub>3</sub>), सीसा (Pb), भारी धातुएँ, ग्रेडेड रसिपांस एक्शन प्लान, वायु गुणवत्ता प्रबंधन आयोग (CAQM)।

### मेन्स के लिये:

वायु प्रदूषण से उत्पन्न चुनौतियाँ और उनसे निपटने के उपाय।

[स्रोत: एचटी](#)

## चर्चा में क्यों?

हाल ही में दिल्ली, बिहार, चंडीगढ़, हरियाणा, पंजाब, उत्तर प्रदेश और पश्चिम बंगाल को शामिल करने वाला [सधु-गंगा का मैदान](#) तीव्र [वायु प्रदूषण](#) से बुरी तरह प्रभावित हुआ है।

- उदाहरण के लिये, दिल्ली में [वायु गुणवत्ता सूचकांक \(AQI\)](#) बढ़कर लगभग 500 तक पहुँच गया, जिससे IGP में वायु प्रदूषण की गंभीर चुनौती उजागर हुई, जहाँ वैश्विक आबादी का 9% और भारत की 40% आबादी रहती है।

## भारत में वायु प्रदूषण की स्थिति क्या है?

- सर्वाधिक प्रदूषित शहरों में अग्रणी: वैश्विक स्तर पर शीर्ष 100 सर्वाधिक प्रदूषित शहरों में भारत के सबसे ज्यादा 39 शहर हैं, जबकि चीन के 30 शहर इस सूची में हैं।
- क्षेत्रीय तुलना: अन्य दक्षिण एशियाई देश वैश्विक प्रदूषण में महत्वपूर्ण योगदान देते हैं, जिसमें पाकिस्तान के 7 शहर, बांग्लादेश के 5 और नेपाल के 2 शहर शीर्ष 100 में शामिल हैं।
  - शीर्ष 100 प्रदूषित शहरों में से 53 भारतीय उपमहाद्वीप में हैं।
- जीवन प्रत्याशा में कमी: शिकागो विश्वविद्यालय के ऊर्जा नीति संस्थान (EPIC) द्वारा वर्ष 2019 में किये गए एक अध्ययन के अनुसार, गंभीर वायु प्रदूषण के कारण IGP के नवासियों की औसत [जीवन प्रत्याशा](#) देश के अन्य हिसों की तुलना में सात वर्ष कम है।

//

# THE UNWANTED CROWN

Country	Number of cities in top 100 most polluted
India	39
China	30
Pakistan	7
Bangladesh	5
Iran	3
South Africa	3
Nepal	2
Indonesia	2



The list includes top 6 countries, hence the total is not 100  
Source: S&P Global Mobility

## Top ten most polluted countries (2023)

Rank	Country	Average PM 2.5 ug/m3
1	Bangladesh	79.9
2	Pakistan	73.7
3	India	54.4
4	Tajikistan	49.0
5	Burkina Faso	46.6
6	Iraq	43.8
7	UAE	43.0
8	Nepal	42.4
8	Egypt	42.4
9	Congo	40.8

Source: IQAir

## AQI क्या है?

- परिचय:** AQI एक संख्यात्मक पैमाना है जिसका उपयोग प्रमुख प्रदूषकों की सांद्रता के आधार पर वायु की गुणवत्ता को मापने और संप्रेषित करने के लिये किया जाता है।
  - इसे [पर्यावरण संरक्षण एजेंसी \(EPA\)](#) द्वारा स्थापित किया गया था।
- श्रेणियाँ:** AQI की छह श्रेणियाँ हैं:
  - अच्छा, संतोषजनक, मध्यम प्रदूषण, खराब, बहुत खराब और गंभीर।
- प्रदूषक:** AQI आठ प्रदूषकों पर विचार करता है, अर्थात् [PM 10](#), [PM 2.5](#), [नाइट्रोजन डाइऑक्साइड \(NO2\)](#), [सल्फर डाइऑक्साइड \(SO2\)](#), [कार्बन मोनोऑक्साइड \(CO\)](#), [ओज़ोन \(O3\)](#), [अमोनिया \(NH3\)](#), और [सीसा \(Pb\)](#)।
- AQI का पैमाना:** AQI 0 से 500 तक होता है, इससे अधिक मान खराब वायु गुणवत्ता और अधिक स्वास्थ्य जोखिम का संकेत देते हैं।

AQI Category	AQI	Concentration Range*							
		PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	NH <sub>3</sub>	Pb
Good	0-50	0-50	0-30	0-40	0-50	0-1.0	0-40	0-200	0-0.5
Satisfactory	51 - 100	51-100	31-60	41-80	51-100	1.1-2.0	41-80	201-400	0.5-1.0
Moderately Polluted	101-200	101-250	61-90	81-180	101-168	2.1-10	81-380	401-800	1.1-2.0
Poor	201-300	251-350	91-120	181-280	169-208	10-17	381-800	801-1200	2.1-3.0
Very Poor	301-400	351-430	121-250	281-400	209-748*	17-34	801-1600	1200-1800	3.1-3.5
Severe	401-500	430+	250+	400+	748+*	34+	1600+	1800+	3.5+

\* CO in mg/m<sup>3</sup> and other pollutants in µg/m<sup>3</sup>; 24-hourly average values for PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, and Pb, and 8-hourly values for CO and O<sub>3</sub>.

#### खराब वायु गुणवत्ता के प्रभाव:

- **अल्पकालिक प्रभाव:** खराब वायु गुणवत्ता के संपर्क में आने पर **सरिदरद, नाक बंद होना और त्वचा में जलन** जैसे लक्षण सामान्य हैं।
  - उच्च स्तर के प्रदूषण के कारण **अस्थमा, एलर्जिक राइनाइटिस और नमोनिया** जैसी बीमारियाँ उत्पन्न हो सकती हैं या बगिड़ सकती हैं।
- **दीर्घकालिक स्वास्थ्य जोखिम:**
  - **क्रोनिक श्वसन रोग:** अस्थमा, क्रोनिक ऑब्सट्रक्टिव पल्मोनरी डिजीज (COPD) और यहाँ तक कि फेफड़ों का कैंसर।
  - **हृदय संबंधी स्वास्थ्य:** जैसे दिल का दौरा, स्ट्रोक, हृदय वफिलता और उच्च रक्तचाप।
  - **संज्ञानात्मक गरिबट:** संज्ञानात्मक गरिबट, मनोभ्रंश और स्ट्रोक वशिष रूप से वृद्ध वयस्कों में।
  - **त्वचा:** एकजमि और डर्मेटाइटिस।
  - **आंतरिक अंग क्षति:** गुर्दे और यकृत सहति आंतरिक अंगों को क्षति।
- **सुभेद्य समूहों पर प्रभाव:**
  - **ग्रभवती महिलाएँ:** प्लेसेंटा विकास को बाधति करती हैं, भ्रूण के विकास को नुकसान पहुँचाती हैं और बच्चों में दीर्घकालिक स्वास्थ्य समस्याएँ उत्पन्न करती हैं।
  - **बच्चे:** तंत्रिका संबंधी विकास में बाधा डालती हैं, जिससे संज्ञानात्मक और शारीरिक विकास प्रभावति होता है।

# वायु प्रदूषक



**सल्फर डाइऑक्साइड (SO<sub>2</sub>):**

- परिचय: यह जीवाश्म ईंधन (तेल, कोयला और प्राकृतिक गैस) के उपभोग से उत्पन्न होता है तथा जल के साथ अभिक्रिया कर अम्ल वर्षा करता है।
- प्रभाव: श्वास संबंधी समस्याओं का कारण बनता है।

**ओजोन (O<sub>3</sub>):**

- परिचय: सूर्य के प्रकाश में अभिक्रिया के तहत अन्य प्रदूषकों (छत्र और टब्र) से बनने वाला द्वितीयक प्रदूषक।
- प्रभाव: आँख और श्वासन संबंधी श्लेष्म झिल्ली में जलन होना तथा अस्थमा के दौर।

**नाइट्रोजन डाइऑक्साइड (NO<sub>2</sub>):**

- परिचय: यह तब बनता है जब नाइट्रोजन ऑक्साइड (छत्र) और अन्य नाइट्रोजन ऑक्साइड (नाइट्रस एसिड और नाइट्रिक एसिड) हवा में अन्य रसायनों के साथ प्रतिक्रिया करते हैं।
- प्रभाव: श्वासन रोग साथ ही यह अस्थमा को भी बढ़ा सकता है।

**कार्बन मोनो ऑक्साइड (CO):**

- परिचय: यह कार्बन युक्त यौगिकों के अपूर्ण दहन से प्राप्त एक उत्पाद है।
- प्रभाव: मस्तिष्क तक ऑक्सीजन की अपूर्ण पहुँच के कारण थकान होना, धम की स्थिति पैदा होना और चक्कर आना।

**अमोनिया (NH<sub>3</sub>):**

- परिचय: अमोनो एसिड और अन्य यौगिकों के चयापन द्वारा उत्पादित जिनमें नाइट्रोजन उपस्थित होता है।
- प्रभाव: आँखों, नाक, गले और श्वासन मार्ग में तुरंत जलन और इसके परिणामस्वरूप अंधापन, फेफड़ों की क्षति हो सकती है।

**शीशा/लेड (Pb):**

- परिचय: चांदी, प्लैटिनम और लोहे जैसी धातुओं के निष्कर्षण के दौरान अपने संबंधित अयस्क से अपशिष्ट उत्पाद के रूप में मुक्त होता है।
- प्रभाव: एनीमिया, कमजोरी और गुरे तथा मस्तिष्क की क्षति।

**संगठित कार्बन/पार्टिकुलेट मैटर (PM):**

- PM10: ऐसे कण जो श्वास के माध्यम से शरीर में प्रवेश करते हैं, इनका व्यास सामान्यतः 10 मिमी. या उससे भी कम होता है।
- PM2.5: ऐसे सूक्ष्म कण जो श्वास के माध्यम से शरीर में प्रवेश करते हैं, इनका आकार सामान्यतः 2.5 मिमी. या उससे भी छोटा होता है।
- स्रोत: ये इनके उत्सर्जन निर्माण स्थलों, कच्ची सड़कों, खेतों/मैदानों तथा आग से उत्सर्जित होते हैं।
- प्रभाव: हृदय की धड़कनों का अनियमित होना, अस्थमा का और गंभीर हो जाना तथा फेफड़ों की कार्यक्षमता में कमी।

नोट: इन प्रमुख वायु प्रदूषकों को वायु गुणवत्ता सूचकांक में शामिल किया गया है जिसके लिये अल्पकालिक राष्ट्रीय परिवेशी वायु गुणवत्ता मानक निर्धारित किये गए हैं।

## वायु प्रदूषण के कारण क्या हैं?

- तापमान व्युत्क्रमण:** यह नवंबर और दिसंबर में होता है जब शीत वायु प्रदूषकों के साथ मलिकर उन्हें ज़मीन के पास सीमिति कर देती है। यह हानिकारक कणों के फैलाव को रोककर वायु प्रदूषण को बढ़ाता है।
- यातायात भीड़:** यातायात भीड़ वायु प्रदूषण का एक प्रमुख कारण है, मुंबई में प्रति किलोमीटर वाहन घनत्व सबसे अधिक है, उसके बाद कोलकाता, पुणे और दिल्ली का स्थान है।
  - घनी आबादी वाले शहरी क्षेत्रों में, **भारी यातायात न केवल वायु प्रदूषण को बढ़ाता है**, बल्कि स्वच्छ प्रौद्योगिकियों और अधिक कुशल शहरी नायोजन के माध्यम से वायु गुणवत्ता में सुधार के पर्याप्तों में भी बाधा डालता है।
  - उदाहरण के लिये, दिल्ली जैसे शहरों में** इलेक्ट्रिक बसों और सख्त उत्सर्जन मानदंडों के बावजूद यातायात की भीड़ वायु गुणवत्ता में सुधार को कमजोर कर रही है।
- पराली दहन और रेगसितानी धूल:** **फसल अवशेषों** का बड़े पैमाने पर दहन करने से धुआँ, कार्बन डाइऑक्साइड और कण पदार्थों का उत्सर्जन होता है, जिससे वायु की गुणवत्ता काफी खराब हो जाती है।
  - इसके अतिरिक्त, **थार रेगसितान** से आने वाली हवाएँ इस क्षेत्र में **धूल के महीन कण लाती हैं, जिससे वायु प्रदूषण और बढ़ जाता है।**
- आतशिबाजी:** आतशिबाजी के जलने से **वर्षिले रसायन, भारी धातुएँ** और सूक्ष्म कण वायु में उत्सर्जित होते हैं, जो वायु प्रदूषण में **अल्पकालिक वृद्धि और वायु की गुणवत्ता में गिरावट** का कारण बनते हैं।
- बायोमास जलाना:** ग्रामीण क्षेत्रों में, खाना पकाने और गर्म करने के पारंपरिक तरीकों, जैसे **कलिकड़ी, बायोमास ईंधन या कोयले पर निर्भरता**, घर के अंदर और बाहर दोनों जगह वायु प्रदूषण में योगदान करती है।

## भारत में वायु प्रदूषण को नियंत्रित करने से संबंधित पहल क्या हैं?

- राष्ट्रीय स्वच्छ वायु कार्यक्रम**

- वायु गुणवत्ता एवं मौसम पूर्वानुमान एवं अनुसंधान प्रणाली (SAFAR) पोर्टल
- वायु गुणवत्ता परबंधन के लिये नया आयोग
- ग्रेडेड रसिपांस एकशन प्लान (दिल्ली के लिये)
- वाहन प्रदूषण कम करने के लिये:
  - बीएस-VI वाहन
  - राष्ट्रीय इलेक्ट्रिक मोबिलिटी मशिन योजना

## WHO की 4 स्तंभ रणनीति

- WHO ने वायु प्रदूषण के प्रतिकूल स्वास्थ्य प्रभावों को दूर करने के लिये वर्ष 2015 में 4 स्तंभ रणनीति अपनाते हुए एक प्रस्ताव पारित किया था ।
- वे चार स्तंभ हैं:
  - ज्ञान आधार का वसितार
  - नगिरानी और रपौरटगि
  - वैश्विक नेतृत्व और समन्वय
  - संस्थागत क्षमता सुदृढीकरण

## आगे की राह

- अपशषिट से ऊर्जा प्रौद्योगिकियाँ: अपशषिट से ऊर्जा संयंत्रों में नविश करना जो गैर-पुनरुचकरणीय अपशषिट को **भस्मीकरण** या अवायवीय पाचन जैसी प्रक्रियाओं के माध्यम से ऊर्जा में परिवर्तित करते हैं ।
  - भस्मीकरण एक तापीय प्रक्रिया है जिसमें अपशषिट को उच्च तापमान पर जलाकर उसका आयतन कम किया जाता है, जबकि अवायवीय पाचन एक जैविक प्रक्रिया है जिसमें सूक्ष्मजीव ऑक्सीजन के बिना कार्बनिक अपशषिट को **वधित** करते हैं ।
- नरिमाण स्थलों को ढकना: नरिमाण क्षेत्र को लंबवत रूप से ढकना, कचरे माल को ढकना, रेत और धूल को फैलने से रोकने के लिये **लियमानी का छडिकाव और वडिबरेकर का उपयोग करना** तथा नरिमाण सामग्री को ढकना जैसे उपायों से वायु की गुणवत्ता में उल्लेखनीय सुधार हो सकता है ।
- डी-सॉक्सिंग और डी-एनओएक्सिंग प्रणालियाँ: सल्फर डाइऑक्साइड (SO<sub>2</sub>) और नाइट्रोजन ऑक्साइड (NO<sub>x</sub>) जैसे प्रदूषकों को सीमित करने के लिये, संयंत्रों और रफाइनरियों को डी-सॉक्सिंग (De-SO<sub>x</sub>-ing) और डी-एनओएक्सिंग (De-NO<sub>x</sub>-ing) प्रणालियाँ स्थापित करने की आवश्यकता होती है जो क्रमशः SO<sub>2</sub> और NO<sub>x</sub> को हटाती हैं ।
- वैकल्पिक बायोमास उपयोग: जलाने के बजाय, अवशेष का उपयोग ऊर्जा उत्पादन, बायोगैस उत्पादन और मवेशियों को खलाने के लिये किया जा सकता है ।
- वदियुतीकरण की ओर बदलाव: सार्वजनिक परिवहन में सुधार के साथ-साथ इलेक्ट्रिक, हाइब्रिड और बीएस-VI वाहनों को बढ़ावा देने से वाहनों से होने वाले उत्सर्जन में काफी कमी आ सकती है ।
- वाष्प पुनरुप्राप्ति प्रणालियाँ: पेट्रोल वाष्प (Petrol Vapours), जिसमें वाष्पशील कार्बनिक यौगिक (Volatile Organic Compounds-VOC) होते हैं, धुंध उत्पन्न करते हैं तथा भंडारण, उतराई (Unloading) और ईंधन भरने के दौरान स्वास्थ्य के लिये खतरा पैदा करते हैं ।
  - वाष्प पुनरुप्राप्ति प्रणालियाँ उत्सर्जन को कम करने के लिये VOCs को अधकृत करता है ।

?????? ???? ?????:

**प्रश्न:** सधु-गंगा के मैदान में गंभीर वायु प्रदूषण में योगदान देने वाले कारकों का आलोचनात्मक विश्लेषण कीजिये । इस समस्या से प्रभावी ढंग से निपटने के उपाय सुझाइये ।

## UPSC सविलि सेवा परीक्षा, वगित वर्ष के प्रश्न (PYQ)

????????

**प्रश्न:** नमिनलखिति में से कौन-से कारण/कारक बेंजीन प्रदूषण उत्पन्न करते हैं ? (2020)

1. स्वचालित वाहन (automobile) द्वारा नषिकासति पदार्थ
2. तंबाकू का धुआँ
3. लकड़ी का जलना
4. रोगन कयि गए लकड़ी के फरनीचर का उपयोग
5. पॉलियूरथिन से नरिमति उत्पादों का उपयोग

नीचे दयि गए कूट का प्रयोग कर सही उत्तर चुनयि :

- (a) केवल 1, 2 और 3
- (b) केवल 2 और 4
- (c) केवल 1, 3 और 4
- (d) 1, 2, 3, 4 और 5

उत्तर: (a)

**प्रश्न: प्रदूषण की समस्याओं का समाधान करने के संदर्भ में जैवोपचारण (बायोरेमीडिएशन) तकनीक के कौन-सा/से लाभ हैं/हैं ? (2017)**

1. यह प्रकृति में घटती होने वाली जैवमिनीकरण प्रक्रिया का ही संवर्धन कर प्रदूषण को स्वच्छ करने की तकनीक है।
2. कैडमियम और लेड जैसी भारी धातुओं से युक्त किसी भी संदूषक को सूक्ष्मजीवों के प्रयोग से जैवोपचारण द्वारा सहज ही और पूरी तरह उपचारित किया जा सकता है।
3. जैवोपचारण के लिये विशेषतः अभिकल्पित सूक्ष्मजीवों को सृजित करने हेतु आनुवंशिक इंजीनियरी (जेनेटिक इंजीनियरिंग) का उपयोग किया जा सकता है।

नीचे दिये गए कूट का प्रयोग कर सही उत्तर चुनिये :

- (a) केवल 1
- (b) केवल 2 और 3
- (c) केवल 1 और 3
- (d) 1, 2 और 3

उत्तर: (c)

**??????**

**प्रश्न: विश्व स्वास्थ्य संगठन (डब्ल्यू.एच.ओ.) द्वारा हाल ही में जारी किये गए संशोधित वैश्विक वायु गुणवत्ता दशा-नरिदेशों (ए.क्यू.जी.) के मुख्य बन्धुओं का वर्णन कीजिये। वगित 2005 के अद्यतन से, ये कसि प्रकार भन्नि हैं? इन संशोधित मानकों को प्राप्त करने के लिये, भारत के राष्ट्रीय स्वच्छ वायु कार्यक्रम में कनि परिवर्तनों की आवश्यकता है? (2021)**

**प्रश्न: भारत सरकार द्वारा शुरू किये गए राष्ट्रीय स्वच्छ वायु कार्यक्रम (एन.सी.ए.पी.) की प्रमुख विशेषताएँ क्या हैं? (2020)**