



वायु प्रदूषण एवं ओजोन

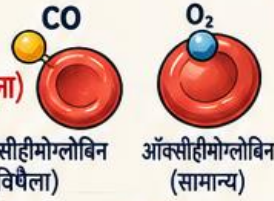
वायु प्रदूषक

- **प्राथमिक** : CO, SO₂, NO_x, कणिकीय पदार्थ (PM_{2.5}, PM₁₀), हाइड्रोकार्बन
- **द्वितीयक** : भू-स्तरीय ओजोन, PAN (परऑक्सीएसिटिल नाइट्रेट), स्मॉग



CO

- हीमोग्लोबिन से ऑक्सीजन की तुलना में बहुत अधिक आसक्ति (लगभग 200-250 गुना) → **कार्बोक्सीहीमोग्लोबिन**।



अम्लीय वर्षा

- pH 5.6 से कम।
- SO₂ व NO_x से बनती है।
- ताजमहल पर प्रभाव ('मार्बल कैंसर')।



स्मॉग

क्लशिकल स्मॉग (लंदन, 1952)

- SO₂ + धुआँ + कोहरा



प्रकाश-रासायनिक स्मॉग (लॉस एंजिल्स)

- NO_x + हाइड्रोकार्बन + सूर्य-प्रकाश



भोपाल गैस त्रासदी

- 2-3 दिसंबर 1984
- यूनियन कार्बाइड
- मिथाइल आइसोसाइनेट (MIC)



नियंत्रण एवं नीतियाँ

उत्प्रेरक परिवर्तक (Catalytic Converter)



- Pt, Pd, Rh
- CO → CO₂
- NO_x → N₂

इलेक्ट्रोस्टैटिक अवक्षेपक



कणिकीय पदार्थ (PM)

स्क्रबर



SO₂ का नियंत्रण।

भारत स्टेज (BS-VI)



1 अप्रैल 2020 से (सीधे BS-IV से)



- वायु (प्रदूषण निवारण एवं नियंत्रण) अधिनियम, 1981
- केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (CPCB) : 1974
- राष्ट्रीय स्वच्छ वायु कार्यक्रम (NCAP) : 2019
- GRAP (दिल्ली-NCR)

वायु गुणवत्ता सूचकांक (AQI) : 2014

अच्छा	संतोषजनक	मध्यम प्रदूषित	खराब	बहुत खराब	गंभीर
0-50	51-100	101-200	201-300	301-400	401-500

ओजोन परत

- समताप मंडल (लगभग 15-35 किमी) में स्थित।
- पराबैंगनी (UV-B) किरणों से रक्षा।

ओजोन परत का क्षरण

- CFC के कारण (रोलैंड व मोलिना, 1974)।
- अंटार्कटिका ओजोन छिद्र की खोज (1985; फार्मन, गार्डिनर, शंकलिन)।
- डॉबसन इकाई (DU) : 220 DU से कम = ओजोन छिद्र।



अंतराष्ट्रीय प्रयास

वियना अभिसमय 1985

मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल 1987 (लगू 1989)

किगाली संशोधन 2016 (HFC में कमी)

जलवायु परिवर्तन



- ग्रीनहाउस गैसों : CO₂, CH₄, N₂O, CFC आदि।
- कारण : जीवाश्म ईंधन का दहन, वनों की कटाई।
- प्रभाव : वैश्विक तापवृद्धि, हिमनदों का पिघलना, समुद्र-स्तर में वृद्धि, चरम मौसम घटनाएँ।
- अंतराष्ट्रीय प्रयास : UNFCCC (1992), क्योटो प्रोटोकॉल (1997), पेरिस समझौता (2015) – तापवृद्धि को 1.5 °C तक सीमित करने का लक्ष्य।



अपशिष्ट प्रबंधन



- ठोस अपशिष्ट : जैव-अवघटनीय, अजैव-अवघटनीय, ई-वेस्ट, बायोमेडिकल।
- 3R सिद्धांत : Reduce, Reuse, Recycle।
- स्वच्छ भारत मिशन (2014)।
- वैज्ञानिक निपटान : कम्पोस्टिंग, रीसाइक्लिंग, सैनिटरी लैंडफिल, अपशिष्ट से ऊर्जा (WTE)।



प्रदूषण, जलवायु परिवर्तन एवं अपशिष्ट प्रबंधन



जलवायु परिवर्तन

ग्रीनहाउस गैसों

- CO₂, CH₄, N₂O, जलवाष्प, CFC, HFC, SF₆ ।
- वैश्विक तापन क्षमता (GWP) में
CH₄ > CO₂; N₂O और अधिक;
CFC/SF₆ बहुत अधिक ।



IPCC

- स्थापना : 1988 (WMO व UNEP) ।
- 2007 का नोबेल शांति पुरस्कार (अल गोर के साथ) ।
- छठी आकलन रिपोर्ट (AR6; 2021-23) ।
- 1.5°C पर विशेष रिपोर्ट (2018) ।



प्रभाव

- समुद्र-स्तर वृद्धि ।
- हिमनद-पिघलना ।
- चरम मौसम ।
- महासागर अम्लीकरण ।
- प्रवाल विरंजन ।



अंतर्राष्ट्रीय समझौते

वर्ष	समझौता / सम्मेलन	मुख्य बिंदु
1992	UNFCCC (रियो पृथ्वी सम्मेलन)	लागू 1994; सचिवालय बॉन ।
1995	COP-1, बर्लिन	—
1997	क्योटो प्रोटोकॉल	लागू 2005; विकसित देशों हेतु बाध्यकारी लक्ष्य; CDM ।
2015	पेरिस समझौता (COP21)	लागू 2016; तापमान 2°C से काफी नीचे, प्रयास 1.5°C; NDC; 5-वर्षीय समीक्षा ।
2021	COP26, ग्लासगो	भारत: पंचामृत; नेट-ज़ीरो 2070 ।
2022	COP27, शर्स-अल-शेख	हानि एवं क्षति कोष ।
2023	COP28, दुबई	जीवाश्म ईंधन से संक्रमण पर समझौता ।
2024	COP29, बाकू	नया सामूहिक वित्त लक्ष्य ।
2025	COP30, बेलेम (ब्राज़ील)	—



भारत की पहल

- NAPCC (2008) — 8 मिशन : राष्ट्रीय सौर मिशन, उन्नत ऊर्जा दक्षता, सतत आवास, जल, हिमालयी पारिस्थितिकी, हरित भारत, सतत कृषि, रणनीतिक ज्ञान ।
- अद्यतन NDC (2022) : 2030 तक उत्सर्जन तीव्रता में 2005 के स्तर से 45% कमी; 50% विद्युत क्षमता गैर-जीवाश्म स्रोतों से ।
- मिशन LiFE (2022) ।
- राष्ट्रीय हरित हाइड्रोजन मिशन (2023) ।
- कार्बन क्रेडिट ट्रेडिंग योजना (ऊर्जा संरक्षण (संशोधन) अधिनियम 2022) ।



प्रदूषण, जलवायु परिवर्तन एवं अपशिष्ट प्रबंधन

जल प्रदूषण

- **BOD** (जैव रासायनिक ऑक्सीजन माँग)
 - सूक्ष्मजीवों द्वारा कार्बनिक पदार्थ के अपघटन हेतु आवश्यक ऑक्सीजन की मात्रा।
 - BOD अधिक = जल अधिक प्रदूषित।

- **DO** (घुलित ऑक्सीजन)

- DO कम होने पर जलीय जीवन संकट में।

- **सुपोषण (यूट्रोफिकेशन)**

- नाइट्रोजन और फॉस्फोरस की अधिकता से शैवाल प्रस्फुटन (Algal Bloom)।

- **जैव-आवर्धन**

- DDT (खाद्य श्रृंखला में धीरे-धीरे बढ़ती सांद्रता)।



- **विषैले तत्वों के प्रभाव**

- मिनामाता रोग – पारा (जापान)।
- इताई-इताई रोग – कैडमियम।
- आर्सेनिक – गंगा मैदान।
- फ्लोराइड – फ्लोरोसिस।
- नाइट्रेट – ब्लू बीबी सिंड्रोम।



जल (प्रदूषण निवारण एवं नियंत्रण) अधिनियम, 1974

- **गंगा नदी से संबंधित पहल**

- गंगा एक्शन प्लान (1985)।
- राष्ट्रीय नदी घोषित (2008)।
- राष्ट्रीय स्वच्छ गंगा मिशन (NMCG)।
- नमामि गंगे (2014)।



गंगा डॉल्फिन
(राष्ट्रीय जलीय जीव, 2009)

मृदा प्रदूषण

- **कारण:** कीटनाशक, रासायनिक उर्वरक, भारी धातु, लवणता।

प्रभाव

- मृदा की उर्वरता में कमी।
- मृदा की संरचना व सूक्ष्मजीवों का नाश।
- भूमिगत जल का प्रदूषण।



जैविक खेती

- सिक्किम – पहला पूर्णतः जैविक राज्य (2016)।



ध्वनि प्रदूषण

इकाई : डेसिबल (dB)



- ध्वनि प्रदूषण (विनियमन एवं नियंत्रण) नियम, 2000।

क्षेत्र	दिन (6-10)	रात (10-6)
आवासीय	55 dB	45 dB
वाणिज्यिक	65 dB	55 dB
औद्योगिक	75 dB	70 dB
शांत क्षेत्र	50 dB	40 dB

शांत क्षेत्र

- अस्पताल, विद्यालय, न्यायालय के 100 मीटर तक।



अन्य प्रदूषण

तापीय प्रदूषण

- गर्म जल के कारण DO घटता है जिससे जलीय जीवन प्रभावित होता है।



रेडियोधर्मी प्रदूषण

- चेर्नोबिल (1986)।
- फुकुशिमा (2011)।





अपशिष्ट प्रबंधन

नियम (वर्ष)	मुख्य बिंदु
ठोस अपशिष्ट प्रबंधन नियम, 2016	स्रोत पर पृथक्करण (गीला/सूखा/घरेलू खतरनाक)
प्लास्टिक अपशिष्ट प्रबंधन नियम, 2016 (संशोधन 2018, 2021)	एकल-उपयोग प्लास्टिक पर प्रतिबंध 1 जुलाई 2022 से; EPR
ई-अपशिष्ट (प्रबंधन) नियम, 2016 (नए नियम 2022)	EPR आधारित
जैव-चिकित्सा अपशिष्ट प्रबंधन नियम, 2016	रंग-कोड: पीला, लाल, सफेद (नुकीले), नीला
खतरनाक अपशिष्ट नियम, 2016	सीमापारीय आवागमन
निर्माण एवं विध्वंस अपशिष्ट नियम, 2016	—
बैटरी प्रबंधन नियम, 2022	—

अपशिष्ट पदानुक्रम



केंचुआ खाद

- बैज्ञानिक नाम : *Eisenia fetida* ।
- जैविक अपशिष्ट से उत्तम गुणवत्ता की खाद ।



स्वच्छ भारत मिशन

- 2 अक्टूबर 2014 ।



गोबर-धन

- 2018 ।



अंतर्राष्ट्रीय अभिसमय

अभिसमय	विषय
बेसल (1989; लागू 1992)	खतरनाक अपशिष्ट का सीमापारीय आवागमन
रॉटरडम (1998)	खतरनाक रसायन/कीटनाशक पर पूर्व-सहमति
स्टॉकहोम (2001)	POPs (स्थायी कार्बनिक प्रदूषक)
मिनामाता (2013; लागू 2017)	पारा



बिहार विशेष



- पटना, गया, मुजफ्फरपुर NCAP के अंतर्गत गैर-प्राप्ति शहरों में ।
- बेगूसराय भी प्रदूषण के लिए चर्चित ।



- आर्सेनिक
- गंगा के किनारे के जिले (बक्सर, भोजपुर, पटना, वैशाली, बेगूसराय, भागलपुर) ।



- विक्रमशिला गंगा डॉल्फिन अभयारण्य
- भागलपुर ।



- बिहार राज्य प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (BSPCB) ।

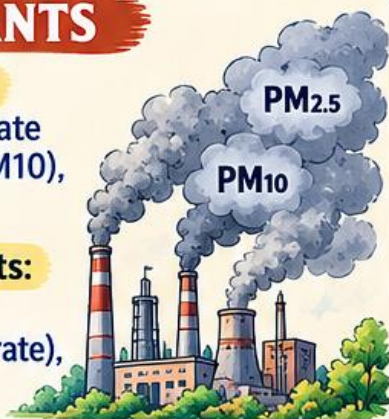


- जल-जीवन-हरियाली अभियान (2019) ।

AIR POLLUTION & OZONE LAYER

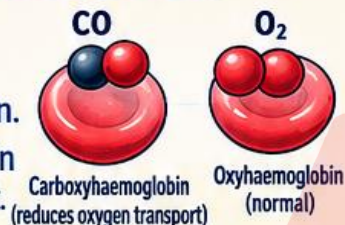
AIR POLLUTANTS

- Primary pollutants:** CO, SO₂, NO_x, particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), hydrocarbons.
- Secondary pollutants:** ground-level ozone, PAN (peroxyacetyl nitrate), smog.



CARBON MONOXIDE (CO)

- Binds to haemoglobin about **200–250 times** more strongly than oxygen.
- Forms carboxyhaemoglobin and reduces oxygen transport.



ACID RAIN

- pH below 5.6.**
- Mainly caused by SO₂ and NO_x.
- Can damage buildings and marble. The Taj Mahal is associated with **"marble cancer"**.



SMOG

CLASSICAL SMOG

- London, 1952.
- SO₂ + smoke + fog.



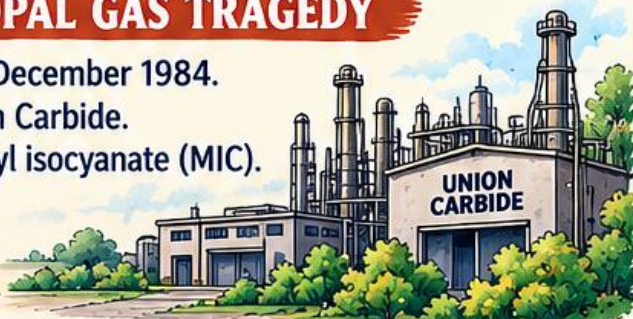
PHOTOCHEMICAL SMOG

- Los Angeles type.
- NO_x + hydrocarbons + sunlight.



BHOPAL GAS TRAGEDY

- 2–3 December 1984.
- Union Carbide.
- Methyl isocyanate (MIC).



POLLUTION CONTROL

Catalytic Converter (Pt, Pd, Rh)



- CO → CO₂
- NO_x → N₂

Electrostatic Precipitator



- Removes particulate matter (PM).

Scrubber



- Controls SO₂ emissions.

Bharat Stage VI (BS-VI)



- Introduced across India from 1 April 2020. BS V was skipped.

LAWS & PROGRAMMES



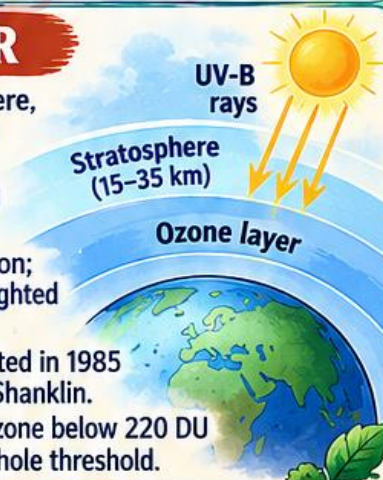
- Air (Prevention and Control of Pollution) Act, 1981.
- Central Pollution Control Board (CPCB) established in 1974.
- National Clean Air Programme (NCAP), 2019.
- Graded Response Plan (GRAP) for Delhi-NCR.

AIR QUALITY INDEX (AQI), 2014

GOOD	SATISFACTORY	MODERATE	POOR	VERY POOR	SEVERE
0 – 50	51 – 100	101 – 200	201 – 300	301 – 400	401 – 500

OZONE LAYER

- Located in the stratosphere, approximately 15–35 km above Earth.
- Protects life by absorbing harmful UV-B radiation.
- CFCs cause ozone depletion; Rowland and Molina highlighted the mechanism in 1974.
- Antarctic ozone hole reported in 1985 by Farman, Gardiner and Shanklin.
- Dobson Unit (DU): total ozone below 220 DU is the conventional ozone-hole threshold.



INTERNATIONAL ACTION

VIENNA CONVENTION



1985

MONTREAL PROTOCOL



1987
(entered into force 1989)

KIGALI AMENDMENT



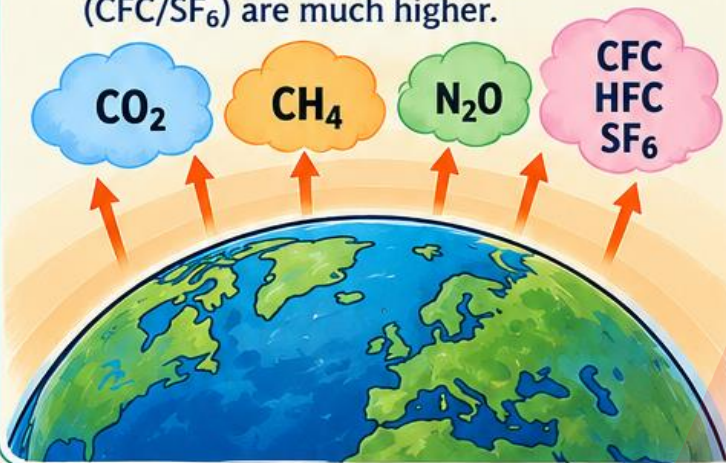
2016
(phase-down of HFCs)

CLIMATE CHANGE

GREENHOUSE GASES, IMPACTS AND GLOBAL RESPONSE

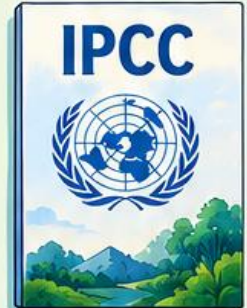
GREENHOUSE GASES (GHGs)

- Major GHGs: CO₂, CH₄, N₂O, water vapour, CFC, HFC, SF₆.
- Trapping of heat (Greenhouse effect) leads to rise in global temperature.
- Global Warming Potential (GWP):** CH₄ > CO₂; N₂O and F-gases (CFC/SF₆) are much higher.



INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC)

- Established in **1988** by WMO and UNEP.
- Nobel Peace Prize 2007** (with Al Gore).
- Sixth Assessment Report (AR6): 2021–23.**
- Special Report on 1.5°C: 2018.**



KEY IMPACTS OF CLIMATE CHANGE

- Rise in sea level.
- Melting of glaciers and polar ice.
- More frequent and intense extreme weather events.
- Threat to biodiversity.
- Impact on agriculture, water resources and human health.



MAJOR INTERNATIONAL AGREEMENTS

Year	Agreement / Conference	Key Features
1992	UNFCCC (Rio Earth Summit)	Framework for global cooperation on climate change.
1997	Kyoto Protocol (COP-3)	Legally binding emission reduction targets for developed countries.
2015	Paris Agreement (COP21)	Limit global warming to well below 2°C, preferably 1.5°C; Nationally Determined Contributions (NDCs).
2021	COP26 (Glasgow)	Panchamrit announced by India; Net-Zero 2070.
2022	COP27 (Sharm el-Sheikh)	Loss and Damage fund.
2023	COP28 (Dubai)	First Global Stocktake on progress.
2024	COP29 (Baku)	New collective finance goal.
2025	COP30 (Belém, Brazil)	—



INDIA'S INITIATIVES

National Action Plan on Climate Change (NAPCC) - 2008



8 Missions: solar energy, enhanced energy efficiency, sustainable habitat, water, Himalayan ecosystem, green India, sustainable agriculture, strategic knowledge.

Updated NDC (2022)



By 2030: 45% reduction in emission intensity from 2005 levels; 50% non-fossil fuel based electricity capacity; additional carbon sink of 2.5–3 billion tonnes of CO₂ equivalent.

Mission LiFE (2022)



Lifestyle for Environment. Promotes sustainable and responsible lifestyles.

National Green Hydrogen Mission (2023)



Develop green hydrogen ecosystem; make India a global hub for green hydrogen.

Carbon Credit Trading Scheme (2022)



Market-based mechanism for trading carbon credits to reduce emissions.

POLLUTION, CLIMATE CHANGE & WASTE MANAGEMENT

WATER POLLUTION

BOD (Biochemical Oxygen Demand)

- Oxygen required by microbes to decompose organic matter.
- Higher BOD = more polluted water.

DO (Dissolved Oxygen)

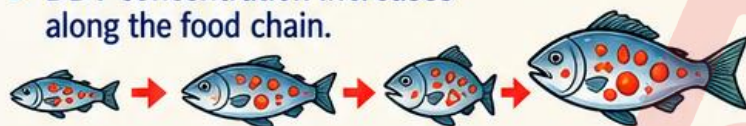
- Low DO puts aquatic life at risk.

Eutrophication

- Excess nitrogen and phosphorus cause algal blooms.

Biomagnification

- DDT concentration increases along the food chain.



Effects of Toxic Elements

- Minamata disease — mercury (Japan)
- Itai-itai disease — cadmium
- Arsenic — Ganga plains
- Fluoride — fluorosis
- Nitrate — blue baby syndrome

Water (Prevention and Control of Pollution) Act, 1974

Initiatives Related to the Ganga

- Ganga Action Plan (1985)
- National River declared in 2008
- National Mission for Clean Ganga (NMCG)
- Namami Gange (2014)

Ganges River Dolphin

National Aquatic Animal (2009)

SOIL POLLUTION

- **Causes:** pesticides, chemical fertilisers, heavy metals, salinity.

Effects

- Reduced soil fertility.
- Damage to soil structure and microorganisms.
- Groundwater contamination.

Organic Farming

- Sikkim became India's first fully organic state in 2016.

NOISE POLLUTION

Unit: Decibel (dB)

- Noise Pollution (Regulation and Control) Rules, 2000.

Zone	Day (6 AM – 10 PM)	Night (10 PM – 6 AM)
Residential	55 dB	45 dB
Commercial	65 dB	55 dB
Industrial	75 dB	70 dB
Silence Zone	50 dB	40 dB

Silence Zone

- Within 100 metres of hospitals, schools and courts.

OTHER POLLUTION

Thermal Pollution

- Hot water lowers dissolved oxygen and harms aquatic life.

Radioactive Pollution

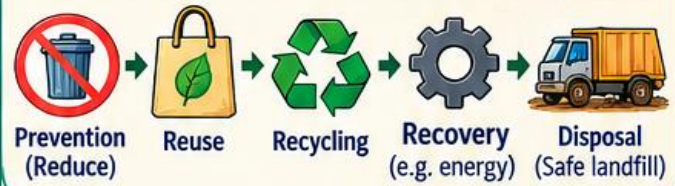
- Chernobyl (1986)
- Fukushima (2011)

POLLUTION, CLIMATE CHANGE & WASTE MANAGEMENT

WASTE MANAGEMENT

Rules (Year)	Key Points
Solid Waste Management Rules, 2016	Segregation at source (wet, dry, domestic hazardous waste). 
Plastic Waste Management Rules, 2016 (amended 2018, 2021)	Ban on single-use plastic from 1 July 2022; Extended Producer Responsibility (EPR). 
E-Waste (Management) Rules, 2016 (new rules 2022)	EPR-based system. 
Bio-Medical Waste Management Rules, 2016	Colour codes: Yellow, Red, White (sharps), Blue. 
Hazardous Waste Management Rules, 2016	Transboundary movement of hazardous waste. 
Construction and Demolition Waste Management Rules, 2016	Management of C&D waste (recycling, reuse). 
Battery Waste Management Rules, 2022	Regulation of battery waste and EPR. 

WASTE HIERARCHY



VERMICOMPOST

- Scientific name: *Eisenia fetida*.
- Produces high-quality compost from organic waste.



SWACHH BHARAT MISSION

- Launched on 2 October 2014.



GOBAR-DHAN

- Launched in 2018.



INTERNATIONAL CONVENTIONS

Convention (Year)	Main Subject
Basel Convention (1989; in force 1992)	Transboundary movement of hazardous waste.
Rotterdam Convention (1998)	Prior informed consent for hazardous chemicals and pesticides.
Stockholm Convention (2001)	Persistent organic pollutants (POPs).
Minamata Convention (2013; in force 2017)	Mercury and its compounds.



BIHAR SPECIAL

Non-attainment Cities (NCAP)

- Patna, Gaya, Muzaffarpur are among the NCAP non-attainment cities.



Arsenic Contamination

- Districts along the Ganga, including Buxar, Bhojpur, Patna, Vaishali, Begusarai and Bhagalpur.



Vikramshila Gangetic Dolphin Sanctuary

- Located in Bhagalpur.



Bihar State Pollution Control Board (BSPCB)

- State agency for pollution control and monitoring.



Jal-Jeevan-Hariyali Abhiyan (2019)

