

# जैव रासायनिक / रासायनिक ऑक्सीजन



## जल प्रदूषण और इसके प्रकार

### जल प्रदूषण क्या है?



- पानी में कुछ पदार्थों का मिश्रण जैसे कि अकार्बनिक, कार्बनिक, रेडियोलॉजिकल, उष्मीय, जो पानी की गुणवत्ता को खराब कर देते हैं ताकि यह उपयोग के लिए अयोग्य हो जाए।
- जल प्रदूषण केवल सतही जल तक ही सीमित नहीं है, बल्कि भू-जल, समुद्र और महासागर तक भी फैल गया है।

### जल प्रदूषण के स्रोत क्या हैं?

#### स्रोतों के प्रकार

##### 1. मुख्य स्रोत

- इसमें सीधा एक प्रभाव या स्रोत प्रदूषण के लिए उत्तरदायी होता है। यहाँ प्रदूषक स्रोत से जल में सीधे मिल जाता है। मुख्य स्रोत को विनियमित करना आसान है।

##### 2. डिफ्यूज या गैर- मुख्य स्रोत (नॉन-पॉइंट सोर्स)

- यह विभिन्न गैर-परिभाषित और विसरित स्रोतों से उत्पन्न होता है। यह स्थानिक और अस्थायी रूप से भिन्न होते हैं और उन्हें विनियमित करना मुश्किल होता है।

### जल प्रदूषण के अन्य प्रमुख कारण हैं:

1. **सामुदायिक अपशिष्ट जल:** सार्वजनिक सीवर प्रणाली से जुड़े घरों, वाणिज्यिक और औद्योगिक प्रतिष्ठानों से निर्वहन शामिल है।

- सीवेज में मानव और पशु मल, खाद्य अवशेष, क्लीनिंग एजेंट, डिटरजेंट और अन्य अपशिष्ट होते हैं।
- ऑक्सीजन के उपयोग से सूक्ष्म जीवों द्वारा पानी में मौजूद कार्बनिक पदार्थों के अपघटन की प्रक्रिया को पुट्रेसिबिलिटी कहते हैं।

**2. औद्योगिक अपशिष्ट:** उद्योग कई अकार्बनिक और कार्बनिक प्रदूषकों का निर्वहन करते हैं, जो जीवित प्राणियों के लिए अत्यधिक विषैले साबित हो सकते हैं।

**3. कृषि स्रोत:** उर्वरकों में प्रमुख पादप पोषक तत्व जैसे नाइट्रोजन, फास्फोरस, पोटैशियम होते हैं।

- अतिरिक्त उर्वरक लीचिंग (निक्षालन) के माध्यम से भूजल तक पहुंच सकते हैं या अपवाह तथा जल निकासी द्वारा नदियों, झीलों और तालाबों की सतह के पानी के साथ मिश्रित हो सकते हैं।
- कीटनाशक, फफूंदनाशी, हर्बिसाइड्स, नेमाटिकाइड्स, रोडेंटिकाइड्स जैसे कीटनाशक भी प्रदूषण का कारण होते हैं।
- जानवरों के मलमूत्र जैसे गोबर, पोल्ट्री फार्म, सुअर और स्लॉटर हाउस आदि से निकलने वाले पदार्थ बरसात के मौसम में इसकी सतह से रिसकर या अन्य माध्यमों से पानी तक पहुंच जाते हैं जो प्रदूषण का कारण होते हैं।

**4. ऊष्मीय (थर्मल) प्रदूषण:**

- मुख्य स्रोत थर्मल और परमाणु ऊर्जा संयंत्र हैं। यह उर्जा संयंत्र पानी को शीतलक के रूप में उपयोग करते हैं और गर्म पानी को मूल स्रोत में छोड़ते हैं।
- तापमान में अचानक वृद्धि मछलियों और अन्य जलीय जीवों की हत्या का कारण होता है।
- जल निकायों के पास परमाणु दुर्घटनाएं या सुनामी और भूकंप जैसी प्राकृतिक आपदाओं के दौरान जल निकायों में विकिरण रिसाव (विकिरण जोखिम) का खतरा पैदा होता है। जैसे **फुकुशिमा दाइची परमाणु आपदा**।
- विकिरण के संपर्क में आने से समुद्री जीवों के डीएनए में उत्परिवर्तन या म्यूटेशन होता है। यदि म्यूटेशन को बिना उपचार के छोड़ दिया जाए, तो कोशिकाएं कैंसर में बदल जाती हैं।
- रेडियोधर्मी आयोडीन थायरॉयड ग्रंथि द्वारा अवशोषित हो जाता है और थायरॉयड कैंसर का कारण बनता है।

**5. भूमिगत जल प्रदूषण**

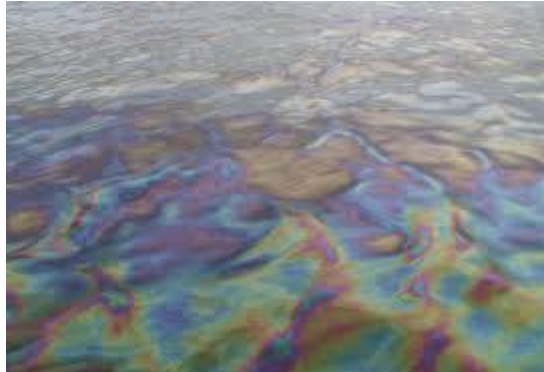
- भारत में औद्योगिक और नगरपालिका के कचरे और अपशिष्टों के रिसने के कारण भूजल दूषित होने का खतरा है।
- सीवेज चैनल और कृषि अपवाह भी प्रदूषण का कारण बनते हैं।

**6. समुद्री प्रदूषण**

- सभी प्राकृतिक और मानव निर्मित प्रदूषकों का सिंक महासागर है।
- तटीय शहरों की नदियाँ, सीवेज और कचरा भी समुद्र में ही फेंक दिया जाता है।
- समुद्री प्रदूषण के अन्य स्रोत तेल का नेविगेशनल डिस्चार्ज, ग्रीस, डिटर्जेंट, सीवेज, कचरा और रेडियोधर्मी कचरे, अपतटीय तेल खनन, तेल रिसाव आदि हैं।

## 7. तेल का रिसाव

- सबसे खतरनाक प्रदूषकों में से एक तेल का रिसाव है।
- तेल का रिसाव आमतौर पर समुद्र में टैंकों से या जमीन पर भूमिगत भंडारण टैंकों से रिसाव के कारण होता है।



- उन्हें नियंत्रित करना बहुत मुश्किल है क्योंकि तेल बहुत तेजी से फैलता है, और बहुत ही कम समय में एक बड़े क्षेत्र को प्रभावित करता है।
- कच्चा तेल, पानी से हल्का होता है और सतह पर तैरता रहता है और तेजी से फैलने वाली आग का खतरा पैदा करता है।
- समुद्र में तेल फैलने से पानी में ऑक्सीजन का स्तर काफी कम हो जाता है और जीवों को नुकसान होता है।

### जलीय प्रणाली पर इसका क्या प्रभाव है?

प्रदूषित पानी, घुलित आक्सीजन (डीओ) सामग्री को कम कर देता है, जिससे संवेदनशील जीव जैसे प्लवक और मछली आदि समाप्त हो जाते हैं।

- बायोकाइड्स, पॉलीक्लोराइनेटेड बिपेनिल्स (पीसीबी) और भारी धातुएं संवेदनशील जलीय जीवों को सीधे नष्ट कर देती हैं।
- जब उद्योगों से गर्म पानी जारी किया जाता है, और यह जब जल निकायों में मिश्रित होते हैं, तो इसकी डीओ सामग्री कम हो जाती है।

### ऑक्सीजन की डिमांड

- पानी में ऑक्सीजन का स्तर कार्बनिक और अकार्बनिक कचरे की उपस्थिति के कारण कम हो जाता है।
- इसे डीओ या ऑक्सीजन स्तर में कमी आना कहा जाता है।
- 8.0 मिलीग्राम एल -1 से नीचे डीओ सामग्री वाले पानी को दूषित माना जा सकता है।
- 4.0 मिलीग्राम एल -1 से नीचे डीओ सामग्री वाले पानी को अत्यधिक प्रदूषित माना जाता है।
- जल की डीओ सामग्री जलीय जीवों के अस्तित्व के लिए महत्वपूर्ण है।

- संश्लेषक गतिविधि, जीवों द्वारा  $O_2$  की खपत और कार्बनिक पदार्थों के अपघटन ऐसे कारक हैं जो पानी में मौजूद डीओ की मात्रा निर्धारित करते हैं।
- अधिक मात्रा में कचरे की उपस्थिति से अपघटन दर बढ़ जाती है। जिससे ऑक्सीजन की खपत कम हो जाती है, इसलिए पानी की डीओ सामग्री कम हो जाती है।
- $O_2$  की मांग सीधे जैविक कचरे के बढ़ते इनपुट से संबंधित है और इसे पानी की जैविक ऑक्सीजन की मांग (BOD) के रूप में व्यक्त किया जाता है।

### जैविक ऑक्सीजन की मांग

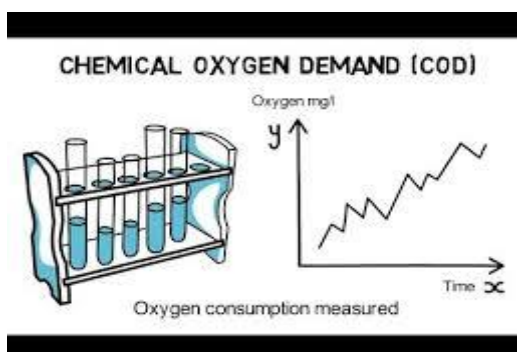
- जैविक कचरे द्वारा जल प्रदूषण को जैव रासायनिक ऑक्सीजन डिमांड (BOD) के संदर्भ में जाना जाता है।



- बीओडी पानी में मौजूद कार्बनिक कचरे को विघटित करने में बैक्टीरिया द्वारा आवश्यक घुलित ऑक्सीजन की मात्रा है।
- यह प्रति लीटर पानी में मौजूद मिलीग्राम ऑक्सीजन को व्यक्त करता है।
- बीओडी का उच्च स्तर पानी में डीओ की कम मात्रा को इंगित करता है।
- चूंकि बीओडी केवल बायोडिग्रेडेबल सामग्रियों से संबंधित है। इसलिए, यह पानी में प्रदूषण के स्तर को मापने का एक विश्वसनीय तरीका नहीं है।

### रासायनिक ऑक्सीजन की मांग

- पानी में प्रदूषण के स्तर को मापने के लिए रासायनिक ऑक्सीजन की मांग एक बेहतर तरीका है।
- यह किसी भी समय पानी में मौजूद कुल कार्बनिक पदार्थ (बायोडिग्रेडेबल और नॉन -बायोडिग्रेडेबल) के ऑक्सीकरण की आवश्यकता के बराबर ऑक्सीजन का माप है।



## **भूजल प्रदूषण:**

### **नाइट्रेट प्रदूषण**

- पीने के पानी में अतिरिक्त नाइट्रेट की उपस्थिति मानव स्वास्थ्य के लिए खतरनाक है और शिशुओं के लिए घातक हो सकती है।
- पीने के पानी में अतिरिक्त नाइट्रेट की उपस्थिति गैर-कार्यात्मक मेथेमोग्लोबिन बनाने के लिए हीमोग्लोबिन के साथ प्रतिक्रिया करती है, और ऑक्सीजन परिवहन में बाधा उत्पन्न करती है।
- इसे **मेथेमोग्लोबिनमिया** या **ब्लू बेबी सिंड्रोम** कहा जाता है।

### **फ्लोराइड प्रदूषण**

- पीने के पानी में अतिरिक्त फ्लोराइड की मौजूदगी से न्यूरो-मस्कुलर डिसऑर्डर, गैस्ट्रो-इंटेस्टाइनल प्रॉब्लम, दांतों की विकृति, हड्डियों का सख्त होना और जोड़ों में दर्द होना (स्केलेटन फ्लोरोसिस) होता है।
- फ्लोराइड आयनों की उच्च सांद्रता भारत के 13 राज्यों में पीने के पानी में मौजूद है।
- फ्लोराइड का अधिकतम स्तर, जिसे मानव शरीर सह सकता है 1.5 पार्ट्स प्रति मिलियन (पानी का मिलीग्राम / 1)।
- फ्लोराइड आयनों का दीर्घकालिक अंतर्ग्रहण फ्लोरोसिस का कारण बनता है।

### **आर्सेनिक प्रदूषण**

- जब पानी का अधिक दोहन होता है, तो इससे मिट्टी और चट्टानों से आर्सेनिक का रिसाव हो सकता है और भूजल दूषित हो सकता है।
- आर्सेनिक के संपर्क में आने से ब्लैक फूट नामक बीमारी होती है।
- यह अतिसार, पेरीफेरल न्यूरिटिस, हाइपरकेरोटोसिस और फेफड़ों और त्वचा के कैंसर का भी कारण बनता है।
- भारत में गंगा डेल्टा में आर्सेनिक संदूषण एक गंभीर समस्या (नलकूप खोदने वाले क्षेत्रों में) है, पश्चिम बंगाल में भी बड़ी संख्या में लोगों को गंभीर आर्सेनिक विषाक्तता होती है।

### **कारण**

- औद्योगिक और खदानों के निर्वहन, थर्मल पावर प्लांट के फ्लाई ऐश पॉड (तालाब) भूजल में आर्सेनिक पैदा कर सकते हैं।
- भारत में और लाखों लोग आर्सेनिक के उच्च स्तर, अत्यधिक विषाक्त और खतरनाक प्रदूषक के साथ दूषित भूजल के संपर्क में हैं।



### यूट्रोफिकेशन:

- यूट्रोफिकेशन एक जलीय प्रदूषण है जो जल में पोषक तत्वों की अधिक उपस्थिति के कारण होता है जबकि अल्गल ब्लूम जलीय निकायों में शैवाल की अत्यधिक वृद्धि हैं।
- यूट्रोफिकेशन से अल्गल ब्लूम होता है जिससे बैक्टीरिया की आबादी बढ़ जाती है और मृत शैवाल के सेवन से पूरे ऑक्सीजन का उपयोग कर लिया जाता है।



- यह हाइपोक्सिया (ऑक्सीजन की कम आपूर्ति की स्थिति) की स्थिति को उत्पन्न करता है जो अन्य जलीय जीवों के विकास के लिए उपयुक्त नहीं है।
- यूट्रोफिकेशन ग्रीक शब्द यूट्रोफॉस से उत्पन्न हुआ है जिसका अर्थ अच्छी तरह से पोषण होता है।
- इस प्रक्रिया में पोषक तत्वों की अधिक आपूर्ति के कारण पौधों और शैवाल का अत्यधिक विकास होता है। यह जलीय निकायों में ऑक्सीजन की कमी का भी कारण होता है। यूट्रोफिकेशन हमेशा नाइट्रेट या फॉस्फेट युक्त डिटर्जेंट, उर्वरक, या सीवेज के निपटान से एक जलीय प्रणाली में उत्प्रेरित होता है।
- यह पौधों और शैवाल के अतिवृद्धि को बढ़ावा देता है। ऐसे जीवों की मृत्यु के बाद, उनके बायोमास के बैक्टीरिया के क्षरण के कारण पानी में मौजूद ऑक्सीजन की खपत हो जाती है।
- यह एक ऐसी स्थिति बनाता है जहां ऑक्सीजन कम मात्रा में उपलब्ध है, जिसे HYPNOXIA कहा जाता है।
- यूट्रोफिकेशन जल निकायों के बाहर भी हो सकता है।
- उदाहरण के लिए, मिट्टी में नाइट्रोजन, फॉस्फोरस आदि के उच्च स्तर होने पर यूट्रोफिक हो सकता है।
- उनकी पोषक सामग्री के आधार पर, झीलों को ओलिगोट्रोफिक (बहुत कम पोषक तत्व), मेसोट्रोफिक (मध्यम पोषक तत्व) और यूट्रोफिक (अत्यधिक पोषक तत्व समृद्ध) के रूप में वर्गीकृत किया जाता है।
- भारत में झीलों का एक बड़ा हिस्सा या तो यूट्रोफिक या मेसोट्रोफिक है, क्योंकि उनके आसपास से प्राप्त पोषक तत्व या कार्बनिक बैक्टीरिया उनमें प्रवेश कर जाते हैं।

## WATER POLLUTION AND TYPES

### What is Water Pollution?



- Addition of certain substances to water such as inorganic, organic, radiological, heat, which degrades the quality of water so that it becomes unfit for use.
- Water pollution is not only confined to surface water, but has also spread to ground water, sea and ocean.

### What are the sources of Water Pollution?

#### **Types of sources**

##### 1. Point Sources

- It is directly attributed to one influence or source. Here pollutant travels directly from the source to water. Point sources are easy to regulate.

##### 2. Diffuse or non-point source

- It is released from various ill-defined and diffused sources. They vary spatially and temporally and are difficult to regulate.

#### **Other Prominent causes of water pollution are: -**

**1. Community waste water:** Include discharges from houses, commercial and industrial establishments connected to public sewerage system.

- sewage contains human and animal excreta, food residues, cleaning agents, detergents and other wastes.
- Putrescibility is the process of decomposition of organic matter present in water by micro-organisms using oxygen.

**2. Industrial Wastes:** The industries discharge several inorganic and organic pollutants, which may prove highly toxic to the living beings.

**3. Agricultural sources:** Fertilizers contain major plant nutrients such as nitrogen, phosphorus, potassium.

- Excess fertilizers may reach the ground water through leaching or may be mixed with surface water of rivers, lakes and ponds by runoff and drainage.
- Pesticides like insecticides, fungicides, herbicides, nematicides, rodenticides also cause pollution.



- The animal excreta such as dung, wastes from poultry farms, piggeries and slaughter houses etc. reach the water through run off and surface leaching during rainy season.

#### 4. Thermal Pollution

- The main sources are the thermal and nuclear power plants. These power plants use water as a coolant and release hot waters to the original source.
- Sudden rise in temperature kills fishes and other aquatic animals.
- Nuclear accidents near water bodies or during natural calamities like tsunami and earthquakes pose the risk of radiation leakage (radiation exposure) into water bodies. The **Fukushima Daiichi nuclear disaster**.
- The exposure to radiation causes mutations in the DNA of marine organisms. If mutations are left unrepaired, the cells turn cancerous.
- Radioactive iodine tends to be absorbed by the thyroid gland and cause thyroid cancer.

#### 5. Underground water pollution

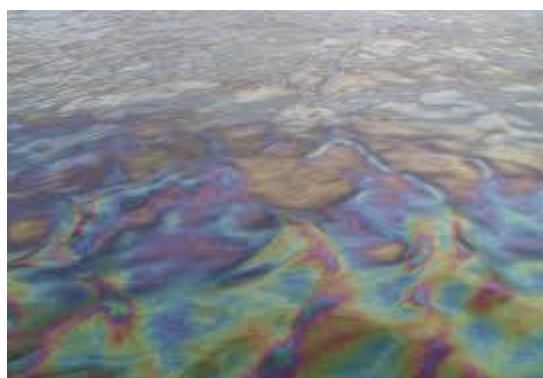
- In India the ground water is threatened with contamination due to seepage from industrial and municipal wastes and effluents.
- The sewage channels and agricultural runoff also cause pollution.

#### 6. Marine pollution

- The sink of all natural and man-made pollutants are the oceans
- Rivers, sewerage and garbage of coastal cities are also dumped into the sea.
- The other sources of oceanic pollution are navigational discharge of oil, grease, detergents, sewage, garbage and radioactive wastes, off shore oil mining, oil spills.

#### 7. Oil Spills

- One of the most dangerous pollutants are the Oil Spills.
- Oil spills are usually caused from tankers at sea or leaks from underground storage tanks on land.



- They are very difficult to control as oil tends to spread very fast, affecting a large area in a very short time.
- The crude oil being lighter than water, floats on the surface and poses the threat of swift-spreading fire.
- Oil spills at sea significantly decrease the oxygen level in the water and causing harm to the organisms.

**Q. What are the effects on the aquatic system?**

**Ans:** Polluted water reduces **Dissolved Oxygen (DO)** content, thereby, eliminates sensitive organisms like plankton and fish etc.

- Biocides, polychlorinated biphenyls (PCBs) and heavy metals directly eliminate sensitive aquatic organisms.
- Hot waters discharged from industries, when added to water bodies, lowers its DO content.

**OXYGEN DEMAND**

- The oxygen level in water is decreased due to the presence of organic and inorganic wastes.
- This is called as the DO or the dissolved oxygen level.
- Water having DO content below 8.0 mg L<sup>-1</sup> may be considered as contaminated.
- Water having DO content below 4.0 mg L<sup>-1</sup> is considered to be highly polluted.
- DO content of water is important for the survival of aquatic organisms.
- Photosynthetic activity, O<sub>2</sub> consumption by organisms and decomposition of organic matter are the factors which determine the amount of DO present in water.
- Presence of higher amounts of waste increases the decomposition rates.
- Thereby decreasing the Oxygen consumption, hence decreases the DO content of water.
- The demand for O<sub>2</sub> is directly related to increasing input of organic wastes and is expressed as biological oxygen demand (BOD) of water.

**BIOLOGICAL OXYGEN DEMAND:**

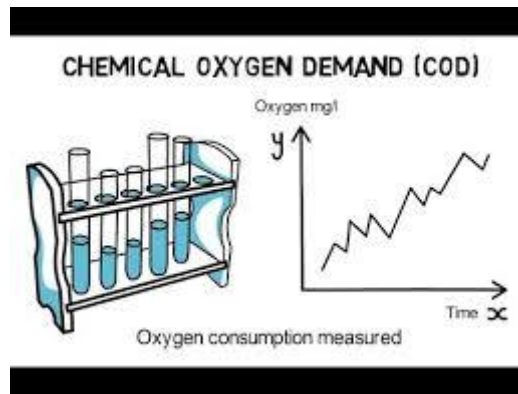
- Water pollution by organic wastes is measured in terms of Biochemical Oxygen Demand (BOD).



- BOD is the amount of dissolved oxygen needed by bacteria in decomposing the organic wastes present in water.
- It is expressed in milligrams of oxygen present in per litre of water.
- The high value of BOD indicates low DO of water.
- Since BOD is related to biodegradable materials only. Therefore, it is not a reliable method of measuring pollution load in water.

**CHEMICAL OXYGEN DEMAND:**

- The Chemical oxygen demand is a better way to measure pollution levels in water.
- It is the measure of the oxygen equivalent of the requirement of oxidation of total organic matter (biodegradable and non-biodegradable) present in water at any given time.



### GROUNDWATER POLLUTION:

#### **NITRATE POLLUTION:**

- Presence of excess nitrate in drinking water is dangerous for human health and may be fatal for infants.
- Presence of excess nitrate in drinking water reacts with haemoglobin to form non-functional methaemoglobin, and impairs oxygen transport.
- This is called **methemoglobinemia** or blue baby syndrome.

#### **FLOURIDE POLLUTION:**

- The presence of Excess fluoride in drinking water causes neuro-muscular disorders, gastro-intestinal problems, teeth deformity, hardening of bones and stiff and painful joints (skeletal fluorosis).
- High concentration of fluoride ions is present in drinking water in 13 states of India.
- The maximum level of fluoride, which the human body can tolerate is 1.5 parts per million (mg/1 of water).
- Long term ingestion of fluoride ions causes fluorosis.

#### **ARSENIC POLLUTION:**

- When the water is over exploited it may lead to leaching of arsenic from soil and rocks and contaminate ground water.
- High exposure to arsenic causes black foot disease.
- It also causes diarrhoea, peripheral neuritis, hyperkeratosis and also lung and skin cancer.
- In India the arsenic contamination is a serious problem (in tube well dug areas) in the Ganges Delta, also in West Bengal causing serious arsenic poisoning to large numbers of people.

#### **CAUSES:**

- Seepage of industrial and mine discharges, fly ash ponds of thermal power plants can lead to arsenic in groundwater.
- In India and millions of people are exposed to groundwater contaminated with high levels of arsenic, a highly toxic and dangerous pollutant.

### EUTROPHICATION:

- Eutrophication is the pollution of water because of over-supply of nutrients while algal blooms are an excessive growth of algae in the water body.
- Eutrophication leads to algal blooms causing the population of bacteria to increase and use up all oxygen by consuming the dead algae.



- This creates a condition of **hypoxia (situation of less supply of oxygen)** which is not suitable for the growth of other aquatic organisms.
- Eutrophication comes from the Greek word eutrophos which means well-nourished.
- In this process, excessive growth of plants and algae take place because of over-supply of nutrients. It also leads to oxygen depletion in the water body. Eutrophication is almost always catalysed by the disposal of nitrate or phosphate-containing detergents, fertilizers, or sewage into an aquatic system.
- It promotes overgrowth of plants and algae. After such organisms die, the bacterial degradation of their biomass consumes the oxygen in the water.
- It creates a condition where oxygen is available in less quantities, called as HYPNOXIA.
- Eutrophication can also take place outside water bodies.
- For example, soils can be eutrophic when they have high levels of nitrogen, phosphorous etc.
- On the basis of their nutrient content, lakes are categorized as Oligotrophic (very low nutrients), Mesotrophic (moderate nutrients) and Eutrophic (highly nutrient rich).
- A vast majority of lakes in India are either eutrophic or mesotrophic because of the nutrients derived from their surroundings or organic wastes entering them.