Mustansiriyah University
Environmental Engineering

Biochemical Oxygen Demand

BOD



batoolmajid@uomustansiriyah.edu.iq



Batool Majid Saeed

- **Bachelor's** in Environmental Engineering
  (Mustansiriyah University)
- **Master's** in Environmental Engineering
  (University of Baghdad)
- **Assisstant Lecturer** at **Mustansiriyah University**
- Member of several volunteer teams
- Advocate for climate & environmental issues

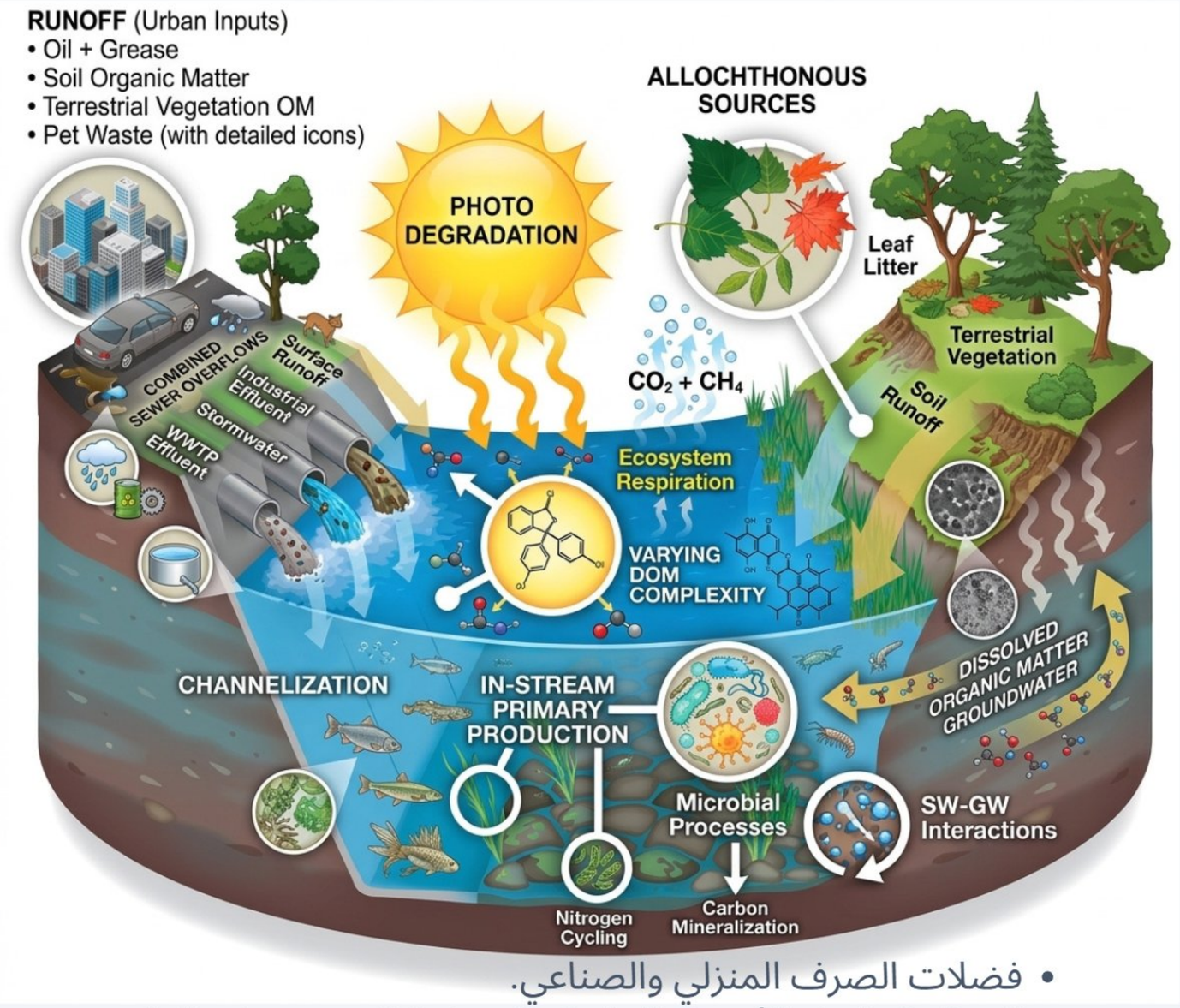
أشكال تواجدها المواد العضوية في المياه:

توجد المواد العضوية في الماء

بشكل **ذائب**
وبشكل **بقايا عالقة** فيه.



مصادر المواد العضوية:



- فضلات الصرف المنزلي والصناعي.
- التحلل الحاصل للأجسام النباتية والحيوانية الموجودة في الماء.

أضرارها على البيئة:

- تلوث المصدر المائي وتبعث روائح كريهة نتيجة لعملية التحلل اللاهوائي.

اوجود الاوكسجين:

غازات غير سامة + H_2O + CO_2 ← Aerobic Reaction (تحلل هوائي)

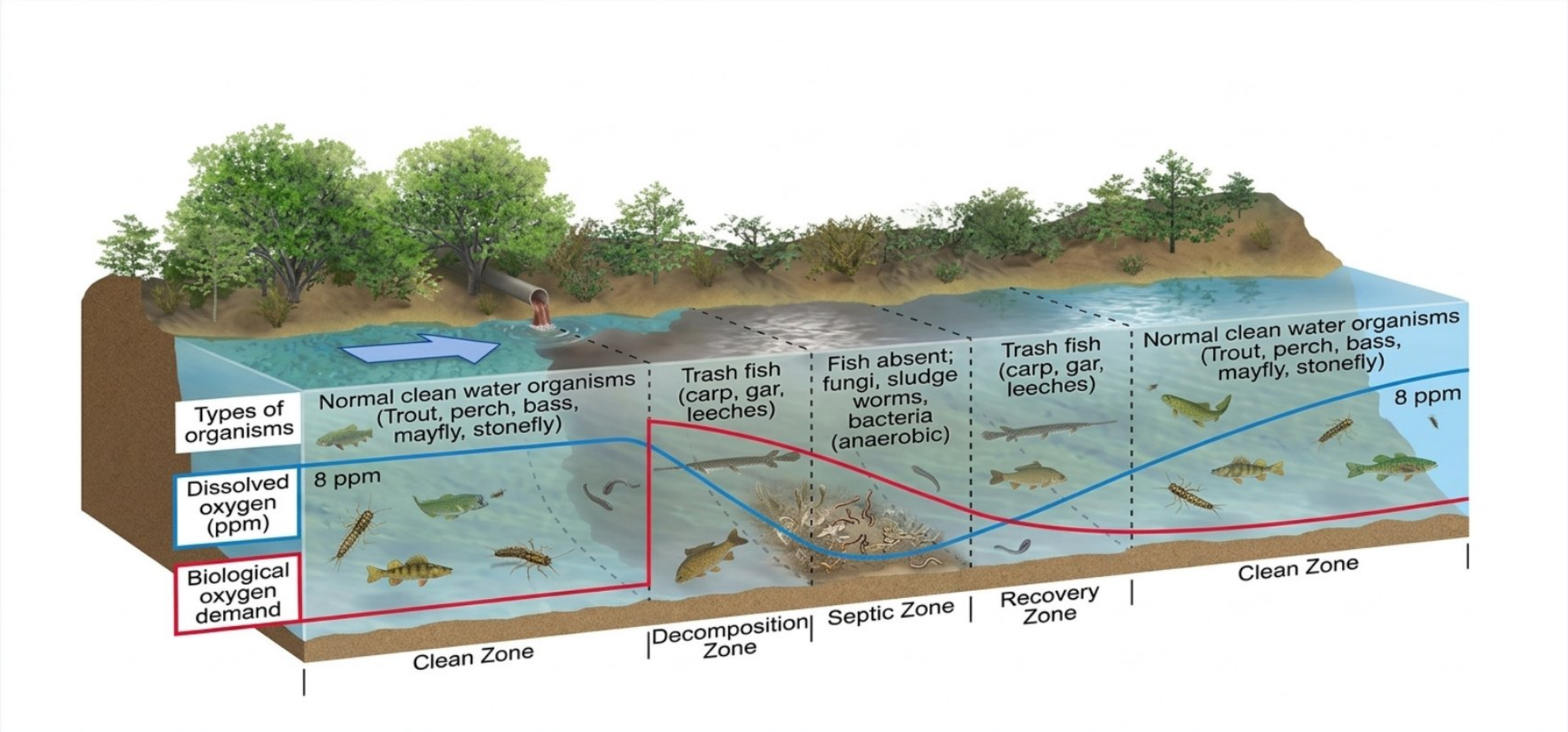
انعدام الاوكسجين:

غازات سامة + CH_4 + H_2S ← Anaerobic Reaction (تحلل لاهوائي)

- أستهلاك الاوكسجين المذاب في المصدر المائي نتيجة تفككها مما يؤثر على تنفس الاسماك والاحياء المائية الأخرى.



طرق التعامل معها:



طبيعياً خلال عملية التنقية الذاتية للمياه (self-purification) ولكنها محدودة حسب الحمل البايولوجي.

طرق التعامل معها:



اصطناعيا من خلال وحدات معالجة المياه الملوثة (Biological unit).

طرق قياس المواد العضوية

يمكن قياس المواد العضوية بالاعتماد على أكسدتها بطرق مختلفة وتشمل الاكسدة المواد الكربوهيدراتية والدهون والبروتينات وقد يدخل في التفاعل بعض العناصر كالنتروجين والكبريت وغيرها.
وتستعمل القياسات التالية:



1- المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين (BOD)
(Biochemical Oxygen Demand)

يعتمد هذا القياس على تحديد كمية الاوكسجين المذاب المستهلك من قبل البكتريا والفطريات في تحلل المواد العضوية خلال مدة معينة من الزمن بدرجة حرارة (20C°). وهذه الطريقة تتطلب وقت طويل يستغرق **5 أيام** وحسب نوع المواد العضوية.

طرق قياس المواد العضوية

2- المتطلب الكيمياوي للأوكسجين (COD)
(Chemical Oxygen Demand)

تعتمد هذه الطريقة على أكسدة المواد العضوية بمواد كيمياوية مؤكسدة قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم وحامض الكبريتيك المركز ثم قياس ما تبقى من المواد المؤكسدة المستعملة حيث يستدل منها على تركيز المواد العضوية. وتعد من الطرق السريعة حيث تستغرق ساعتان في اجراء القياس.



طرق قياس المواد العضوية

3- تحليل الكاربون العضوي الكلي (TOC)
(Total Organic Carbon Analysis)

تعتمد هذه الطريقة على الحرق التام للمواد العضوية في درجات حرارة عالية وبوجود مواد محفزة مناسبة حيث يتحول الكاربون الموجود في المواد العضوية بشكل تام الى غاز (CO_2) والذي يمكن قياسه بطرق ألية متقدمة لمعرفة قيمة الكاربون العضوي الكلي المتحلل. وتعد هذه الطريقة من طرق القياس الدقيقة والسريعة للمواد العضوية.



BOD_5
Biochemical Oxygen Demand



What it measures
Oxygen consumed by microorganisms as they biodegrade organic matter.

Method
Biological incubation, typically 5 days at 20°C in the dark.

Unit
mg O_2/L

Use
Biodegradable organic pollution and potential oxygen depletion in rivers.

COD
Chemical Oxygen Demand



What it measures
Oxygen equivalent needed to chemically oxidize oxidizable substances.

Method
Chemical oxidation, commonly dichromate digestion; typically about 2–3 hours in standard lab methods.

Unit
mg O_2/L

Use
Rapid wastewater process monitoring and broader oxidizable load.

Standard COD reagents can be hazardous and require proper laboratory handling.

TOC
Total Organic Carbon



What it measures
The amount of carbon in organic compounds.

Method
Oxidation to CO_2 followed by carbon measurement; often minutes with an analyzer, depending on instrument.

Unit
mg C/L

Use
Direct quantification of organic carbon, including low-organic-load water monitoring.

can be **hazardous** and require proper laboratory handling.

load water monitoring.

PARAMETER	WHAT IT MEASURES	TYPICAL TEST TIME	UNIT
BOD_5	Biological oxygen demand	5 days	mg O_2/L
COD	Chemical oxygen demand	~2–3 hours	mg O_2/L
TOC	Organic carbon concentration	Minutes, instrument-dependent	mg C/L

KEY TAKEAWAY

BOD and COD express oxygen demand; TOC expresses carbon concentration.
They measure different properties and are not directly interchangeable.

IMPORTANT NOTE

- COD is often higher than BOD_5 for the same wastewater, but the relationship depends on sample composition and method.
- TOC uses different units and should not be ranked directly against BOD or COD.



BOD vs COD vs TOC

Three Indicators of Water Pollution

Different parameters • Different methods • Different information

BOD_5

Biochemical Oxygen Demand



What it measures
Oxygen consumed by microorganisms as they biodegrade organic matter.

Method
Biological incubation, typically 5 days at 20°C in the dark.

Unit
mg O_2/L

Use
Biodegradable organic pollution and potential oxygen depletion in rivers.

COD

Chemical Oxygen Demand



What it measures
Oxygen equivalent needed to chemically oxidize oxidizable substances.

Method
Chemical oxidation, commonly dichromate digestion; typically about 2–3 hours in standard lab methods.

Unit
mg O_2/L

Use
Rapid wastewater process monitoring and broader oxidizable load.

Standard COD reagents can be hazardous and require proper laboratory handling.

TOC

Total Organic Carbon



What it measures
The amount of carbon in organic compounds.

Method
Oxidation to CO_2 followed by carbon measurement; often minutes with an analyzer, depending on instrument.

Unit
mg C/L

Use
Direct quantification of organic carbon, including low-organic-load water monitoring.

PARAMETER	WHAT IT MEASURES	TYPICAL TEST TIME	UNIT
BOD_5	Biological oxygen demand	5 days	mg O_2/L
COD	Chemical oxygen demand	~2–3 hours	mg O_2/L
TOC	Organic carbon concentration	Minutes, instrument-dependent	mg C/L

KEY TAKEAWAY

BOD and COD express oxygen demand; TOC expresses carbon concentration.
They measure different properties and are not directly interchangeable.

IMPORTANT NOTE

- COD is often higher than BOD_5 for the same wastewater, but the relationship depends on sample composition and method.
- TOC uses different units and should not be ranked directly against BOD or COD.



The aim of the experiment

الاستدلال على **تراكيز المواد العضوية** الموجودة في مياه الأنهار وفي المياه الملوثة. والذي من خلاله يمكن الاستفادة من هذه البيانات في معرفة الحمل البايولوجي الذي يستخدم في معرفة صلاحية مياه الانهار وتصميم وحدات المعالجة وكذلك دراسة كفاءة وحدات المعالجة.





تصنيف الانهار من حيث التلوث :

تصنيف الانهار	BOD_5 ملغرام/لتر
نظيف جداً	1
نظيف	2
نظيف الى حد ما	3
مشكوك في نظافته	5
ردئ	أكثر من 10

الوصف:

الطلب على الأكسجين البيولوجي هو مقياس لتقدير كمية الملوثات في هذه الطريقة ، تتأكسد المواد العضوية بواسطة الكائنات الحية الدقيقة. ونتيجة لهذا التحلل والأكسدة ، يتغير الأكسجين في الماء مما يجعل تدمير المواد العضوية عن طريق البكتيريا الهوائية تنقية ذاتية لمياه الصرف الصحي.

يتم فحص تحلل المادة العضوية في فترة زمنية معينة ودرجة الحرارة ويتم التعبير عنها عادةً بالملليغرام من الأكسجين المستهلك لكل لتر من العينة لمدة خمسة أيام من الحضانة عند عشرين درجة مئوية.

في الطلب الأوكسجيني البيولوجي ، تتأكسد فقط المواد العضوية القابلة للتحلل. إذا في COD ، تتأكسد جميع المواد العضوية بمؤكسد كيميائي. لذلك نتوقع أن يكون COD دائما أعلى من BOD.



Methods for measuring BOD

- 5-Day BOD Test
- Respirometric Method





طريقة حفظ النموذج

يجب أجراء الفحص بالسرعة الممكنة واذا تعذر ذلك يحفظ النموذج بدرجة حرارة (4C°) وخلال مدة أقصاها (24) ساعة.

BOD Test 5-Day

تعتمد هذه الطريقة في قياس الBOD على حساب الفرق في قيمة الاوكسجين المذاب في الماء قبل وبعد الحضن في درجة حرارة (20°C) وباستخدام التخفيف المناسب حسب تركيز المواد العضوية في النموذج واستخدام قناني زجاجية سعة (250-300 ملليتر) ذات غطاء زجاجي محكم السد والاعتماد على طريقة وينكلر وتحويراتها أو استخدام طريقة الاقطاب في قياس الأوكسجين المذاب.



Sample Type	Estimated BOD mg/L	Minimum Sample Volume (mL)
Strong Waste	600	1
Raw and Settled Sewage	300	2
	200	3
	150	4
	100	6
	75	8
	60	10
Oxidized Effluents	50	12
	40	15
	30	20
	20	30
	10	60
Polluted River Water	6	100
	4	200
	2	300

Determination of Biochemical Oxygen Demand (BOD)



هذا QR خاص بالفيديو السابق على اليوتيوب

في حال لم يتح لك الوصول اليه

الحسابات:

أ- النماذج التي لا تحتاج إلى تخفيف: (مياه الأنهار)

المتطلب البايوكيمياوي للأوكسجين(ملغرام/لتر) = الاوكسجين المذاب البدائي - الاوكسجين المذاب النهائي

ب- النماذج التي تحتاج إلى تخفيف ولاتحتاج الى عملية أضافة بكتريا:

$$\text{المتطلب البايوكيمياوي للأركسجين(ملغرام/لتر)} = \frac{\text{الاوكسجين المذاب اللنموذج المخفف - الاوكسجين المذاب النهائي للنموذج المخفف}}{\text{نسبة التخفيف}}$$

نسبة التخفيف = حجم النموذج / (حجم النموذج + حجم ماء التخفيف)

الفرق بين تركيز الاوكسجين المذاب البدائي والنهائي يجب ان يكون اكبر او يساوي 2.
الاوكسجين المذاب النهائي لا يقل عن 1.

الطريقة الثانية

استعمال Respirometry Method



Organic matter + microorg. + **O_2** + nutrients → $CO_2\uparrow$ + H_2O + microorg.

[BOD] = mg O_2/L

The equation on the screen describes the biochemical process behind the BOD assay.



هذا QR خاص بالفيديو السابق على اليوتيوب

في حال لم يتح لك الوصول اليه



BOD Test
(Biochemical Oxygen Demand)

A key indicator of organic pollution in water



What is BOD?

BOD is the amount of dissolved oxygen (DO) that microorganisms need to break down organic matter in water, usually over **5 days at 20°C.**

Why is it Important?

- Indicates the level of organic pollution.
- Helps assess water quality.
- Guides wastewater treatment design and environmental protection.

Principle

Microorganisms consume organic matter and use oxygen for their metabolism, which leads to a decrease in DO.



Lower DO = Higher BOD

Test Procedure

1. Collect a representative water sample
2. Prepare the sample (if needed) and fill BOD bottles
3. Incubate at 20°C for 5 days
4. Measure the remaining DO
5. Calculate BOD



$$BOD = \frac{D_1 - D_2}{P}$$

D_1: Initial DO (mg/L)
D_2: Final DO (mg/L)
P: Dilution factor

Key Factors Affecting BOD

- Temperature (optimum: 20°C)
- Nature and concentration of organic matter
- Microbial activity
- Presence of toxic substances
- pH (ideal range: 6.5 – 8.5)



Typical Values

Water Type	BOD (mg/L)
Clean surface water	< 3
Treated wastewater	< 30
Domestic wastewater	200 – 400
Industrial wastewater	Variable (often high)

Applications

- Monitoring water quality
- Evaluating wastewater treatment efficiency
- Assessing the impact of discharges on receiving waters
- **Supporting environmental management**



BOD helps us keep our water clean and our environment healthy

Mustansiriyah University
Environmental Engineering

Thank You



batoolmajid@uomustansiriyah.edu.iq