قياس المتطلب الكيمياوي والبايوكيمياوي
BOD_5 and COD

المواد العضوية اشكال تواجدها في المياه:

توجد المواد العضوية في الماء بشكل ذائب وبشكل بقايا عالقة فيه.

مصادر المواد العضوية:

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

اضرارها على البيئة:

- استهلاك الاوكسجين المذاب في المصدر المائي نتيجة تفككها مما يؤثر على تنفس الاسماك والاحياء المائية الاخرى.
- تلوث المصدر المائي وانبعاث روائح كريهة نتيجة لعملية التحلل الاهوائي.

طرق التخلص منها:

- طبيعياً خلال عملية التنقية الذاتية للمياه ولكنها محدودة حسب الحمل البايولوجي.
- اصطناعيا من خلال وحدات معالجة المياه الملوثة.

طرق قياس المواد العضوية:

يمكن قياس المواد العضوية بالاعتماد على اكسدتها بطرق مختلفة وتشمل الاكسدة المواد الكاربوهيدراتية والدهون والبروتينات وقد يدخل في التفاعل بعض العناصر كالنتروجين والكبريت وغيرها. وتستعمل القياسات التالية **كدليل** على تركيز المواد العضوية في الماء:

1- المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين (Biochemical Oxygen)

يعتمد هذا القياس على تحديد كمية الاوكسجين المذاب المستهلك من قبل البكتريا والفطريات في تحلل المواد العضوية خلال مدة معينة من الزمن بدرجة حرارة20C)) . وهذه الطريقة تطلب وقت طويل يستغرق (5) ايام وحسب نوع المواد العضوية.

كما يعد مقياس يبين مقدار استهلاك الاوكسجين المذاب في المياه من قبل الكائنات الحية الدقيقة المسؤولة عن عملية التحلل البايولوجي للمواد العضوية في درجة حرارة معينة خلال فترة محددة من الزمن.

2 المتطلب الكيمياوي للاوكسجين COD

تعتمد هذه الطريقة على اكسدة 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.

3 .تحليل الكاربون العضوي الكليTOC

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 قياس بطرق الية متقدمة لمعرفة قيمة الكاربون العضوي الكلي المتحلل. وتعد هذه الطريقة من طرق القياس الدقيقة والسريعة للمواد العضوية.

الهدف من التجربة

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

ومثال على تصنيف الانهار من حيث التلوث هو الجدول التالي

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

طريقة حفظ النموذج :

يجب اجراء الفحص بالسرعة الممكنة واذا تعذر ذلك يحفظ النموذج بدرجة حرارة (4Cº) وخلال مدة اقصاها (24) ساعة.

طرق قياس ال BOD:

1. 5-Day BOD Test.

تعتمد هذه الطريقة في قياس ال BOD على حساب الفرق في قيمة الاوكسجين المذاب في الماء قبل وبعد درجة حرارة (20Cº) وباستخدام التخفيف المناسب حسب تركيز المواد العضوية في النموذج واستخدام قناني زجاجية سعة (250-300) مللتر ذات غطاء زجاجي محكم السد. والاعتماد على طريقة وينكلر وتحويراتها او استخدام طريقة الاقطاب في قياس الاوكسجين المذاب.

2. Respirometric Method

المواد الكيمياوية المطلوبة:

1. المواد المستخدمة في تحوير الازايد.
2. محلول الفوسفات المنظم.
3. حامض الكبريتك (1N) او هيدروكسيد الصوديوم (1N).
4. محاليل مكملات التغذية : محلول كبريتات المغنيسيوم ، محلول كلوريد الكالسيوم ، محلول كلوريد الحديديك.

- تكون المواد العضوية الغذاء الرئيسي للبكتريا والفطريات كما يمكن ان تحتاج الى بعض المواد اللاعضوية كمكملات للتغذية مركبات الكالسيوم والحديد وغيرها لذلك تستخدم محاليل التغذية.

طريقة العمل:

1. **تحضير ماء التخفيف :** يحضر من تشبيع لتر من الماء المقطر بالاوكسجين ثم يضاف الى هذا الماء مللتر واحد من كل من محلول الفوسفات المنظم ومللتر واحد من كل مادة من مكملات التغذية. ويترك مدة لا تقل عن ساعتين قبل استعماله لكي يستقر.

2. **اضافة البكتريا:** يضاف (0.6) ملغرام من البكتريا لكل لتر الى النماذج الخالية من البكتريا.

3. **التخفيف :** يخفف النموذج بماء التخفيف باستعمال اسطوانة مدرجة سعتها (600) مللتر ويخلط النموذج جيداً. **وحسب الجدول التالي :**

نوع العينات	النسبة المئوية للتخفيف
الفضلات المركزة جداً	0.1—1
مياه الصرف الخام او المترسبة	1 —5
الفضلات المتأكسدة جزئياً	5- 25
مياه الانهار	25 – 100

- ينقل المحلول المخفف لملأ قنينتين سعة (250- 300) مللتر ثم سدهما جيداً. حيث تستعمل القنينة الاولى لتحديد الاوكسجين المذاب باستخدام طريقة وينكلر او طريقة الاقطاب وتوضع القنينة الثانية في حاضنة درجة حرارتها ($20C^{o}$) لمدة خمس ايام وتستخدم لتحديد الاوكسجين المذاب النهائي. تفيد نتائج هذا الفحص للتأكد من نوعية ماء التخفيف ولتصحيح النتائج. اذا لا يجب ان لايزيد مقدار استنزاف الاوكسجين المذاب في ماء التخفيف عن (0.2mg\l) ويفضل ان لايزيد عن (0.1mg\l).
- تعاد نفس العملية لكل نسب التخفيف المطلوبة.
- نسبة التخفيف= $\frac{\text{حجم النموذج}}{\text{حجم النموذج+حجم ماء التخفيف(حجم القنينة)}}$

الحسابات:

1. النماذج التي لاتحتاج الى تخفيف (مياه الانهار)

المتطلب البايوكيمياوي = الاوكسجين المذاب البدائي – الاوكسجين المذاب النهائي للاوكسجين (ملغرام/لتر).

2. النماذج التي تحتاج الى تخفيف ولا تحتاج الى عملية اضافة بكتريا:

المتطلب البايوكيمياوي للاوكسجين (ملغرام/لتر) = (الاوكسجين المذاب البدائي للنموذج المخفف – الاوكسجين المذاب النهائي للنموذج المخفف) / نسبة التخفيف

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

❖ **ماء العينة** (الفرق بين تركيز الاوكسجين المذاب البدائي والنهائي يجب ان يكون اكبر او يساوي 2 والاوكسجين المذاب النهائي لا يقل عن 1.

2-Respirometric method:

تعتمد هذه الطريقة في قياس ال BOD على حساب الفرق في قيمة ضغط الهواء المحصور في قنينة مغلقة قبل وبعد الحضن في درجة حرارة (20C°) وباستخدام تقنيات متقدمة في قياس فرق الضغط واستخدام مواد مانعة النترجة ومواد لامتصاص غاز (CO2) الناتج من عملية الاكسدة بواسطة البكترية للمواد العضوية.

طرق قياس المتطلب الكيميائي للاوكسجين (COD):

1. الطريقة الحديثة في القياس هو استخدام اجهزة تجارية مهيأة لهذا الغرض وتعتبرمن الاجهزة الحديثة والدقيقة في القياس والاقتصادية في الحجم وفي طريقة العمل واستعمال المواد الكيمياوية . ومن افضل هذه الاجهزة هو الجهاز المصنع من قبل شركة (WTW) الالمانية والمكون من القطعتين (thermos reactor) يستخدم في هضم العينات ويستخدم في قراءة العينة ضمن طول موجي معين.
2. كما يمكن قياس ال COD بالطريقة الكيمياوية التقليدية التي سيتم توضيحها ادناه:

تحضير المحاليل : محلول دايكرومات البوتاسيوم ، محلول حامض الكبريتيك والمحلول المنشط.

- **جمع وحفظ العينات:** هناك مجموعة من الملاحظات يجب اتباعها خلال عملية جمع وحفظ العينات الخاصة **بقياس ال COD:**

1. تجمع العينات في قناني زجاجية معقمة.
2. العينات الحاوية على نشاط احيائي قوي لابد من فحصها باقرب وقت ممكن.
3. المواد القابلة للترسيب يجب ان تخلط جيداً للوصول الى حالة التجانس في العينة
4. العينة يجب ان تحفظ باضافة حامض الكبريتيك للوصول الى (PH<2) وابقاء العينة في درجة حرارة ($4C^{o}$) لحين الفحص.

❖ المواد والاجهزة المستخدمة في القياس:

1. thermos reactor (COD- digester).
2. سحاحة + حامل سحاحة
3. تيوبات خاصة .
4. د و ر ق مخروطي.
5. ماصات.
6. Washing bottle .

❖ **المواد الكيمياوية :** حامض الكبريتيك ، كبريتات الفضة.

طريقة العمل:

1. تؤخذ 3 تيوبات (COD vials)مع سدادات اثنان منها تستخدم للعينة وواحدة للبلانك.
2. يضاف (2.5ml) من العينة لكل (vial) مخصص للعينة ويضاف (2.5ml) من الماء المقطر.
3. يضاف محلول دايكرومات بمقدار(1.5ml) للفيالات الثلاث.
4. يضاف بحذر(3.5ml) من محلول حامض الكبريتيك للفيالات الثلاث.
5. تغلق الفيالات الثلاث بالسدادات بشكل جيد وتوضع في جهاز الهضم (digestor COD) وتثبت درجة الحرارة على (150Cº) لمدة ساعتين.
6. بعد انتهاء عملية الهضم تنقل الفيالات بواسطة حامل وتبرد الى درجة حرارة الغرفة.
7. تحضر سحاحة وتملئ بمحلول كبريتات الحديدوز الامونياكي القياسي (تملأ للصفر).
8. تفرغ محتويات الفيال الخاص بالبلانك في دورق مخروطي ويضاف عليها قطرات من (2-3 قطرات) من دليل الفروين ليصبح لون محلول اخضر مزرق.
9. يسحح مع محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي القياسي الموضوع في السحاحة حتى نصل الى نقطة نهاية التفاعل والتي يتحول عندها لون المحلول الى البني المحمر.
10. يسجل حجم كبريتات الحديدوز الامونياكي القياسي النازل من السحاحة (A).

11. تنقل محتويات الفايلات الخاصة بالعينة الى دورق مخروطي ويضاف اليها قطرات من دليل الفروين ليتحول اللون للمحلول الى اللون الاخضر. ثم تسحح مع محلول كبريتات الحديدوز الامونياكي القياسي للوصول الى نقطة نهاية التفاعل والتي يتحول لون محلول فيها الى اللون البني المحمر. بعدها يسجل حجم كبريتات الحديدوز الامونياكي القياسي النازل من السحاحة (B).