

تلوث البيئة

يقصد بتلوث البيئة (إدخال موادّ صلبة، أو غازيّة، أو سائلة، أو أيّ شكل من أشكال الطّاقة، مثل الحرارة، أو الضّوت، أو النّشاط الإشعاعي إلى البيئة، ممّا يجعلها غير آمنة للعيش فيها؛ لتجاوزها النّسب التي يمكن للبيئة استيعابها، أو تحليلها، أو تحويلها إلى موادّ غير مُؤذية)، وقد تكون هذه الملوثات موادّ ضارّة، أو موادّ طبيعيّة. يُعدّ **تلوث البيئة** (بالإنجليزية: Environmental Pollution) من التّحديات الخطيرة التي تواجه العالم اليوم، والتي تستدعي تضافر الجهود للحدّ من آثاره السّلبيّة، ليس على البشر وحدهم، بل على جميع الكائنات الحيّة التي تُشارك البشر كوكب الأرض.^[1]

أنواع التلوث

من أبرز أنواع التلوث البيئي، ما يأتي:

- **تلوث الهواء:** يتلوّث الهواء عندما يختلط بموادّ ضارّة، مثل أوّل أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت، وأكاسيد النّيتروجين، والأوزون، والرّصاص، وقد ينتج تلوث الهواء عن بعض الكوارث الطّبيعيّة، مثل حرائق الغابات والبراكين، أو بسبب الأنشطة البشريّة التي تُنتج موادّ ملوّثة للبيئة، مثل: الدّخان النّاتج عن حرق الوقود الأحفوري، وعوادم السيّارات.^[2]
- **تلوث الماء:** يقصد بتلوث الماء وصول بعض الموادّ الضّارة إلى المسطحات المائيّة، بما في ذلك الأنهار، والمحيطات، والبحيرات، والجداول، والمياه الجوفيّة، ممّا يغيّر من خصائصها، فيصبح من الصعب استخدام الماء بطريقة آمنة، كما يؤثّر على وظائف الماء في النّظم البيئيّة المختلفة، ومن الأمثلة على الموادّ التي تلوث المسطحات المائيّة: الكائنات الحيّة الدقيقة المُسبّبة للأمراض، والموادّ المُشعّة، والنّفايات العضويّة القابلة للتفتيت، والموادّ الكيميائيّة السّامة، والنّفط، وغيرها من الموادّ.^[3]

- **التلوث الضوئي أو الضجيج:** يقصد به الأصوات المفرطة أو غير المرغوبة، التي قد تؤثر على صحة الإنسان ونوعية البيئة، وتُقاس شدة الضوضاء بوحدة الديسيبل. يرتبط التلوث الضوئي بالتطور الصناعي، وأنشطة البناء، ووسائل النقل، مثل: الطائرات، والقطارات، وغيرها.^[4]
- **تلوث التربة:** تتلوث التربة نتيجة اختلاطها بمواد كيميائية، أو مواد ضارة، ويحدث التلوث بشكل مباشر أو غير مباشر، نتيجة للأنشطة البشرية، مثل: الأنشطة الصناعية، والعمليات الزراعية، وإلقاء النفايات على الأرض، وتسرب النفط أثناء تخزينه أو نقله، كما أنّ التربة تتلوث عندما تختلط بالمطر الحمضي.^[5]
- **التلوث الحراري:** هو التغير المفاجئ على درجة حرارة المسطحات المائية لأسباب طبيعية، مثل انفجار البراكين، أو نتيجة للأنشطة البشرية، وقد يكون التغير ارتفاعاً أو انخفاضاً في درجة الحرارة. ينتج التلوث الحراري عن استخدام المياه لتبريد محطات توليد الكهرباء، والمصانع، وعودة المياه بعد أن تصبح ساخنة إلى مصادرها، أو نتيجة جريان الماء على الأسطح المعبّدة الساخنة صيفاً، مثل مواقف السيارات والطرق، فيكتسب حرارةً ويدخل في شبكات الصرف الصحي والمسطحات المائية؛ فيرفع حرارتها، كما يمكن أن ينتج التلوث الحراري عن تآكل التربة، ممّا يجعل المسطحات المائية أكثر عُرضةً لأشعة الشمس. ويؤثر التلوث الحراري على الحياة البحرية، والأنظمة البيئية المختلفة.^[6]
- **التلوث الضوئي:** يحدث التلوث الضوئي نتيجة الاستخدام المفرط للأضواء الصناعية ليلاً، ممّا يؤثر على صحة البشر والحياة البرية، ويزيد استهلاك الطاقة، ويعرقل البحوث الفلكية.^[7]
- **التلوث الإشعاعي:** ينتج عن تسرب المواد المشعة من محطات الطاقة النووية إلى الهواء، أو الماء، أو التراب؛ نتيجة النشاط البشري، مثل عمليات تعدين اليورانيوم، كما ينتج عن التخلص من النفايات النووية بطرق غير سليمة، أو استخدام الأسلحة النووية، ومن أهم المخاطر الصحية الناتجة عن التلوث الإشعاعي زيادة معدل الإصابة بمرض السرطان.^[8]

أضرار التلوث البيئي

من الأضرار التي تنتج عن التلوث البيئي: [9][10]

- **انتشار الأمراض:** يسبب تلوث الهواء العديد من الأمراض للبشر، منها أمراض الجهاز التنفسي كالربو، والحساسية، وقد يسبب أمراض القلب، والأوعية الدموية، والسرطان، وقد ينتج عن التلوث أمراض أخرى أكثر ندرة، مثل: الاضطرابات الهرمونية، والتهاب الكبد، والتيفوئيد، والإسهال، ويمكن تقدير تأثير التلوث بكافة أشكاله على صحة الإنسان إذا عُرف أنّ تلوث الهواء وحده يسبب وفاة أكثر من مليوني شخص سنوياً، وذلك حسب تقرير نُشرته مجلة رسائل البحوث البيئية (بالإنجليزية: Journal Environmental Research Letters).

- **موت الكائنات الحيّة:** يسبب تلوث البيئة موت الكائنات الحيّة؛ وذلك لعدة أسباب، منها:

- إلحاق الضرر بالموائل الطبيعيّة للكائنات الحيّة البريّة والبحريّة، وزيادة سمّيّتها.
- تغيير تركيب الأنهار والبحار بسبب المطر الحمضي، فتصبح ساقّة للأسماك.
- الإصابة بأمراض الرئة؛ نتيجة وجود الأوزون في طبقات

الغلاف الجويّ السفلى.

- زيادة تركيز النيتروجين، والفوسفات في الماء مما يشجّع نمو الطحالب السامة، والتي تعيق بدورها النمو الطبيعي للكائنات الحيّة الأخرى.
- موت الكائنات الحيّة الدقيقة؛ نتيجة تلوث التربة، ممّا يؤثّر على المستوى الأول من السلسلة الغذائيّة.

- **تدمير الأشجار نتيجة المطر الحمضي:** يضاف إلى المطر الحمضيّ تراكم الأوزون في طبقات الجوّ السفلى، وهذا يوقف الأشجار عن التنفّس.
- **ارتفاع درجات حرارة الأرض عن معدّلها الطبيعيّ:** وذلك بسبب امتصاص بعض الغازات، مثل ثاني أكسيد الكربون، أو ثاني أكسيد الكبريت للأشعة تحت الحمراء، وحبسها في الغلاف الجويّ للأرض، وتُسقى هذه الظاهرة بتأثير البيت الزجاجي، أو الاحتباس الحراري.

حلول للحدّ من التلوث البيئيّ

من الحلول المقترحة للحدّ من التلوث البيئيّ، ما يأتي:^[1]

- استبدال الوقود الأحفوري الذي يسبب تلوث الهواء بمصادر الطّاقة البديلة، مثل: طاقة الرّياح، والطّاقة الشّمسيّة، والطّاقة الحرارية الأرضيّة، وطاقة الأمواج، وغيرها.
- استخدام السيّارات التي تعمل بالكهرباء أو الطّاقة الشمسية، بدلاً من السيّارات التي تعمل باستخدام الوقود الأحفوريّ.
- ترشيد استخدام وسائل التّدفئة والتّبريد في المنازل، والاستعاضة عنها بالمباني الموقّرة للطّاقة، التي تعتمد على الاختيار الصّحيح للموقع، والتّصميم، والموادّ العازلة.
- ترشيد استخدام وسائل النّقل، والاستعاضة عنها بالمشي، أو الدّراجات، أو تقاسم السيّارات مع الأصدقاء.
- ترشيد استخدام الأسمدة الكيميائيّة، واستخدام الأسمدة العضويّة بدلاً عنها.
- إصدار القوانين التي تُنظّم العمليات الصّناعيّة التي تطلق غازاتٍ ضارّةً بالبيئة، وتنظّم طرق التّخلّص من الفضلات الصّناعيّة.
- منع قطع الأشجار، وتشجيع زراعة الأشجار؛ للتّعويض عن الأشجار التي تمّ قطعها.
- استخدام المنتجات القابلة للتحلّل، وإعادة تدوير المنتجات غير القابلة للتحلّل، مثل: البلاستيك.
- تجنّب تفرّغ الموادّ الخطرة، مثل: زيت المحركات، وزيت الطّهي المستعملة، والدهان، ومضادات التّجمد، والأدوية، وغيرها في المصارف المنزليّة.
- الحدّ من كمية النّفايات، ومعالجتها بطرق صديقة للبيئة.
- منع الرّعي الجائر الذي يؤدّي إلى تدهور التّربة.

المحاضرة الثانية

الفحوصات البايولوجية للماء

لقد وجدنا من خلال التقديم البسيط السابق بان الفحوصات البايولوجية للماء واسعة ومتعددة ومعظمها ذات علاقة مباشرة بتغيير التوازن البيئي وتحديد نوع وكمية التلوث. ولخصوصية المنهج اخترنا اكثر هذه الفحوصات شمولية واهمها في تحديد صلاحية الماء للاستخدامات المختلفة ومن هذه الفحوصات :-
الفحص البكتريولوجي للماء ويشمل تحديد :-
العدد الكلي للبكتريا في الماء .
العدد الاكثر احتمالاً لبكتريا القولون .
الفحص التثبيتي والتكميلي لبكتريا القولون .

١ . الفحص البكتريولوجي للماء :

بكتريا الماء

بعد الماء بصورة عامة وسط جيد لمعيشة ونمو البكتريا لذلك نجد ان معظم المياه الطبيعية تحتوي على انواع متعددة من الاحياء البكتيرية المختلفة قد تحتويها مياه التسرب بشكل اكبر ويمكن ان تكون البكتريا بصورة عامة ممرضة او غير مسببة للامراض .

تعيش البكتريا عالقة في عمود الماء او مستقرة في طين القاع او فوق النباتات والحيوانات المائية وقد تكون داخلها ، كما توجد في فتات المواد وقد وجد ان هناك علاقة طردية بين عكورة الماء وبين مقدار ما يوجد من بكتريا فيه .

ويمكن تقسيم البكتريا التي تعيش في الماء الى مجموعتين الاولى هي البكتريا الهوائية وهي التي تحتاج لوجودها الى الاوكسجين الحر ، والثانية هي البكتريا اللاهوائية التي توجد دون وجود الاوكسجين .

المحاضرة الثانية

وقد تُحصل البكتريا على تغذيتها داخل الماء من اكسدة مركبات غير عضوية مثل بكتريا الحديد وبكتريا الكبريت او من تخمير او اكسدة مركبات عضوية وتحويلها الى مواد لاعضوية وعضوية بسيطة التركيب وهذه تضم مجموعتين الاولى البكتريا الرمية التي تقوم بهضم وامتصاص المادة الميتة والثانية البكتريا الطفيلية وهي التي تعيش منطفلة داخل اجسام مختلف الاحياء المائية ، وتستطيع البكتريا ان تشتق النتروجين او ثاني اوكسيد الكاربون او الفسفور او الكبريت من المواد كما انها تستطيع ان تختزل المواد العضوية الى غاز الميثان او الايثان او الامونيا او كبريتيد الهيدروجين وغيرها .

تدخل الكائنات الدقيقة ومنها البكتريا المرضية والطفيليات المعدية والمكروبات الاخرى الى الماء مع فضلات الانسان او مع طرح فضلات بعض الصناعات المحتوية على هذه الاحياء مثل فضلات معامل الدباغة والجلود والمجازر والصناعات الغذائية المختلفة بضمنها صناعة الالبان ومعامل تعليب المواد الغذائية . تؤدي هذه المكروبات الى اصابات مرضية للانسان كالتييفويد والكوليرا والبلهارزيا والحمى المائية والحمى الصفراء وغيرها من خلال شرب الانسان للماء المحتوى عليها او من خلال الفعاليات المختلفة ذات العلاقة بالماء كالسباحة مثلاً .

وتكثر البكتريا المرضية في المياه السطحية وخاصة الساكنة منها او القليلة الحركة بينما يكون وجودها في المياه الجوفية محدودة للطبيعة الجيولوجية حيث تعمل التربة كمرشح للاحياء المجهرية وتخلص المياه منها .

ولتفادي الاصابات بالمكروبات يصبح من الضروري تخليص المياه منها قبل الاستخدام وتخليص فضلات الماء من بعضاً منها قبل الطرح الى المورد المائي . ويتم ذلك من خلال عمليات المعالجة وتعتمد كفاءة هذه العمليات على طول فترة المعاملة وعلى درجة التحلل وعلى القوى المضادة للمجاميع الحيوية وعلى الرقم الهيدروجيني ودرجة الحرارة الملائمة وعلى عوامل اخرى ، وقد وجد بأن استخدام مرشحات التنقيط trickling filter يقلل كفاءة السالمونيلا بحوالي (٨٤ - ٩٩) % والفايروس المعوي بحوالي (٤٠ - ٦٠) % واكياس النوع *Entamoeba histolytica* بحوالي (٨٨ - ٩٠) % بينما تسفر برك الاكسدة (اللاكون) فقد ان نسب أكثر للجراثيم (Mason 1981) .

وللتأكد من نفاذ العدوى بالامراض التي قد تسببها المكروبات وضمان سلامة الماء المهياً للاستخدامات المختلفة يجب اجراء اختبارات بكتريولوجية على الماء قبل تحديد صلاحيته للاستخدام ويجب اخذ الاحتياطات المطلوبة عند الدراسة الحقلية او المختبرية للمياه لتجنب الاصابة بالامراض .

المحاضرة الثانية

وقبل البدء بتوضيح طرق قياس البكتريا كما أو نوعاً في الماء يجب توضيح بعض الأمور المتعلقة بالفحوصات البكتريولوجية للماء وبشكل عام :-

أ) ارشادات عامة يجب اتباعها أثناء عمليات فحص البكتريا

١. يتم اختيار موقع عمليات الزرع البكتيري بحيث يكون بعيداً عن ضوء الشمس المباشر أو حركة الهواء أو المناطق التي تتعرض إلى حرارة أو برودة شديدة.
٢. ابعاد الحاجيات والكتب عن مكان الفحص خوفاً من التلوث.
٣. قبل البدء بالعمل يجب مسح سطح المنضدة لموقع عمليات الزرع البكتيري بقطعة قماش مغمورة بكحول ايثيلي أو اى مادة مطهرة اخرى مثل الديتول.
٤. تغسل الأيدي بالماء والصابون وتعقم بمادة مطهرة قبل البدء بالعمل وبعد الانتهاء منه.
٥. تجنب الكلام وتناول الاطعمة والمشروبات أثناء الزرع وأثناء الفحص أو التشخيص. ويفضل ارتداء الكمامات عند العمل.
٦. يجب عدم سكب البيئات والمزارع البكتيرية على الأرض أو على سطح المنضدة وفي حدوث مثل هذا يجب ازالته بسرعة وتعقيم الموقع باحد المطهرات.
٧. يجب التخلص من المزارع الملوثة حال الانتهاء منها وذلك بتعقيمها بجهاز الأوتوكليف ثم طرحها.
٨. تعقيم الادوات والزجاجيات حين الانتهاء من استخدامها في عمليات الزرع ثم تغسل جيداً وتعقم مرة اخرى قبل استخدامها ثانية.
٩. بعد الانتهاء من الزرع ينظف محل العمل ويعاد تعقيمه.
١٠. يعقم المحضن بين حين وآخر بمسحه بقطعة قماش مبللة بمادة مطهرة لغرض حمايته من التلوث :

ب) تنظيف الادوات الزجاجية :

يجب ان تكون الادوات الزجاجية المستعملة للفحوصات البكتريولوجية نظيفة ومعقمة لذا يجب ان تغسل بالماء الدافئ والصابون والفرشاة ثم تشطف عدة مرات بالماء كما يمكن ان تنزل في محلول منظف مثل محلول الدايكرومات وتغسل جيداً بالماء ثم تشطف اخيراً بالماء المقطر وتجفف وتعقم.

المحاضرة الثانية

ج) تعقيم الزجاجيات :

تستعمل افران الهواء الساخن hot air sterilizer لتعقيم الزجاجيات مثل اطباق بئري والدوارق والقناني والماصات بدرجة (١٤٠) مئوية لمدة ثلاث ساعات او ساعتين عند درجة (١٦٠) مئوية ، ويفضل تشغيل مروحة الجهاز في اثناء فترة التعقيم لغرض وصول الهواء الساخن بشكل متجانس الى الاجزاء المختلفة من الفرن .
كما يمكن تعقيم اطباق بئري او الماصات المصنوعة من البلاستيك بواسطة الاشعة فوق البنفسجية بعد تغليفها في اكياس من مادة البولي اثلين وذلك خوفاً من تلفها عند استعمال الحرارة في تعقيمها .

د) تعقيم السوائل :

تعقم الاوساط الغذائية والمزارع البكتيرية والماء المقطر المستعمل للتخفيف بالاونوكليف (Autoclave) بدرجة (١٢١) مئوية لمدة ١٥ دقيقة . تغطي السوائل بقطع من القطن قبل وضعها في جهاز التعقيم لمنع التلوث .

هـ) اخذ العينات

تبقى القنينة المعقمة مغلقة الى اللحظة اخذ العينة فتمسك عندئذ من قاعدتها وتَمَلأ جزئياً بالتمودج وذلك لضمان مزج العينة بالرج .
وتطبق الطرق التالية عند اخذ العينة من المصادر :-

- ١ . عند اخذ العينة من منظومة شبكة توزيع الماء يجب التأكد من ان الحنفية التي تؤخذ منها العينة مرتبطة بانبوب التجهيز وليس بالخزان . تسخن الحنفية لفترة مناسبة باستعمال قفل ثم تفتح كاملاً ويترك الماء يجري منها لفترة لاتقل عن ثلاث دقائق بعدها تَمَلأ القنينة جزئياً وبدون غسل .
- ٢ . عند اخذ العينة مباشرة من نهر او جدول او بحيرة او خزان فتمسك القنينة من قاعدتها ويدخل عنقها بالماء وبشكل مائل على ان تكون الفوهة نحو الاعلى وباتجاه التيار فتَمَلأ جزئياً وبدون غسل ايضاً .
- ٣ . اما اذا اريد اخذ العينة من ماء البئر فيجب ان يضخ ماء البئر لمدة خمس دقائق تقريباً ثم تَمَلأ القنينة من الضخ مباشرة وبنفس شروط الملئ السابقة الذكر .

المحاضرة الثانية

و) ازالة الكلور المتبقي وازالة تأثير المعادن الثقيلة من العينات

اذا كانت العينة تحتوي على اي كمية من الكلور المتبقي فان هذا سوف يستمر في التأثير على الجراثيم الموجودة في عينة الفحص مما يعني ان التحليل قد لا يدل على المحتوى الصحيح للجراثيم. ولتلافي هذا يضاف محلول ثايوكبريتات الصوديوم (١٥٪) ويكفي ان يضاف في قعر قنينة العينة التي سعتها (١٢٠) ملتر (٠,١) ملتر من هذا المحلول ثم تسد القنينة وتعقم وتستعمل لاختذ العينة. اما عند احتمال احتواء النموذج على تراكيز من المعادن الثقيلة مثل النحاس والزنك وغيرها والتي يمكن ان تسبب سمية للبكتريا يجب اضافة (٠,٢) ملتر من محلول (EDTA) ١٥٪ الى قنينة العينة التي سعتها (١٢٠) ملتر ثم تسد القنينة وتعقم ايضاً وتستعمل لاختذ العينة. (ويمكن اضافة المادتين اعلاه مرة واحدة عند الحاجة لنفس القنينة).

ي) حفظ العينات

يجب ان يجري الفحص البكتريولوجي لعينة الماء فوراً بعد جمعها، وعلى اية حال يكون من الصعب في بعض الاحيان تنفيذ ذلك ولهذا يوصي على ان لا يتجاوز الوقت بعد جمع العينة واجراء الفحص عن (٣٠) ساعة. وقد اشارت نتائج التجارب خلال السنوات الماضية ان التغييرات في نوع وعدد البكتريا اثناء نقل او تخزين النماذج غير المجمدة ولفترة محددة من الزمن يكاد ان يكون قليلاً ويمكن اهماله وهذا يلغى ضرورة تجفيد العينة اثناء النقل ولكن يجب الاحتفاظ بدرجة حرارتها مقارنة قدر الامكان الى درجة حرارة المصدر في وقت اخذ العينة (٢)

ز) اضافة العينات للتلقيح

ان من اكثر الادوات استعمالاً في تلقيح الاوساط هي ابرة التلقيح او ماتسمى باللوب loop وهي عبارة عن سلك مصنوع من البلاتين او من خليط النيكل والكروم وهذا السلك يسخن بسرعة ويفقد حرارته بسرعة. عند الاستعمال يمسك اللوب باليد اليمنى ويعقم باللهب الى درجة الاحمرار ثم يبرد ويلمس به النمو البكتيري او المستعمرة المراد نقلها ثم يلمس به الوسط الغذائي المراد زرع البكتريا فيه. قد تعاد هذه العملية اكثر من مرة او تكفي ان تكون مرة واحدة وذلك حسب كمية التلقيح المطلوبة.

المحاضرة الثانية

كما تستعمل الماصة المعقمة والمسدودة نهايتها العليا بقطعة من القطن في نقل الحجم المطلوب من العينة الى الوسط الغذائي . وعند الاستعمال تمسك الماصة من نهايتها العليا ولا يجوز مسك النهاية السفلى لها لاجل المحافظة عليها من التلوث .

العدد الكلي للبكتريا في الماء

ان التقدير الكلي لعدد البكتريا الموجودة في الماء يعطي بشكل عام فكرة عن درجة التلوث البكتيري للماء من دون الاشارة الى أنواع البكتريا الموجودة فيه ويكون العد بشكل مباشر أو غير مباشر:-

١ . التقدير المباشر لعدد الخلايا البكتيرية في الماء .

يمكن تقدير عدد الخلايا البكتيرية مباشرة في عينة من الماء بالاستعانة بالمجهر ويتم ذلك عن طريق تقدير عدد البكتريا في كمية قليلة من العينة المزوجة بعد وضعها فوق شريحة المجهر المقسمة الى مربعات معلومة البعد والمساحة . ومن حساب معدل عدد البكتريا في المربع الواحد وضرب هذه القيمة بالمعامل المجهري يمكن الحصول على عدد البكتريا في الستومتر المكعب الواحد من العينة وفي حالة العينات المخففة تضرب هذه القيمة بمقلوب نسبة التخفيف .
وفي هذه الطريقة لا يمكن التمييز بين الخلايا الحية والخلايا الميتة في العينة .

٢ . التقدير غير المباشر لعدد الخلايا البكتيرية في الماء

يقدر بهذه الطريقة عدد الخلايا الحية ذات القدرة على التكاثر الموجودة في مستمر مكعب من الماء عند تهيئة الظروف المناسبة لنموها . ويجري ذلك من خلال استعمال طريقة العد بالاطباق plate count .

طريقة العد بالاطباق

يزرع ملتر واحد من العينة الاصلية او المخففة في وسط غذائي موضوع في طبق بتري وتغضن المزرعة بوضعها في حوضن درجة حرارته (٣٥ ± ٠,٥) مشوي لفترة زمنية معينة .
يحسب بعد ذلك عدد المستعمرات الناتجة والذي يمثل عدد البكتريا الموجودة في كمية العينة المزروعة .

المحاضرة الثانية

المواد المطلوبة :

١. أطباق بترى معقمة .
٢. ماصات معقمة .
٣. قناني زجاجية معقمة تحوي كل منها (٩٠) ملتر ماء مقطر معقم .
٤. جهاز عد البكتريا coloni count .
٥. محضن بدرجة حرارة $(35 \pm 0,5)$ مثوي .
٦. بيئة الاكر (وسط ترنتون ومستخلص الخميرة) : يحضر من اذابة (٥) غرام من التريبتون Trypton و (٢,٥) غرام من مستخلص الخميرة yeast extract وغرام واحد من سكر الكلوكوز و (١٥) غرام من الاكر Agar في لتر واحد من الماء المقطر . يعقم بالاتوكليف ويحفظ في المحضن بدرجة حرارة $(44 - 46)$ مثوي لحين استعماله .

طريقة العمل :

أ) تخفيف العينات

عند احتمال وجود عدد من البكتريا في العينة يقدر بأكثر من (٣٠٠) بكتريا لكل ملتر يجب تخفيف العينة وذلك بنقل (١٠) ملتر منها بعد الرج الى أحد قناني التخفيف المعقمة والحاوية عل (٩٠) ملتر من الماء المقطر المعقم وهذا يتم الحصول على تخفيف بنسبة (١ : ١٠) . وللحصول على تخفيف بنسبة (١ : ١٠٠) يرج التمدوج التخفيف (١ : ١٠) جيداً ثم ينقل منه بواسطة ماصة معقمة أخرى (١٠) ملتر الى قنينة تخفيف أخرى تحتوي عل (٩٠) ملتر ماء مقطر معقم . وهكذا يمكن اتمام بقية عمليات التخفيفات المطلوبة .

ب) طريقة الزرع وعد البكتريا

١. توضع اطباق بترى المعقمة قرب حافة المنضدة حتى يسهل فتحها لاقل ما يمكن مع مراعاة تحضير طبقين لكل عينة او لكل تخفيف وترقم بشكل دقيق .
٢. يرفع غطاء الطبق من أحد الجوانب لاقل فتحة ممكنة وينقل اليه بواسطة ماصة معقمة ملتر واحد من العينة او من أي تخفيف .

المحاضرة الثانية

٣. رفع غطاء الطبق مرة أخرى من أحد الجوانب لاقفل فتحة ممكنة وبصب فيه حوالي (١٠ - ١٥) مللتر من الوسط الغذائي المعقم والذي درجة حرارته حوالي (٤٤ - ٤٦) مئوية.
٤. تعامل محتويات الطبق جيداً وذلك بتحريك الطبق بهدوء بشكل رقم 8 وهو لا يزال فوق المنضدة.
٥. بكل صب الاطباق بنفس الطريقة خلال فترة لا تتجاوز (١٥) دقيقة مع مراعاة الدقة تجنباً للتلوث الخار.
٦. تترك الاطباق لتصلب مرة.
٧. تحضن المزارع بوضعها مطلوب في محضن بدرجة (٣٥ ± ٠,٥) مئوية لمدة (٤٨ ± ٣) ساعة وعند عدم ظهور مستعمرات يمكن زيادة فترة التحضين لمدة (٢٤) ساعة أخرى للتأكد من النتائج.
٨. بعد انتهاء فترة التحضين نعد المستعمرات في كل طبق وبحسب معدل عدد المستعمرات في الملتر الواحد لكل عينة أو نكن تخفيف وهذا يعادل عدد الخلايا البكتيرية في الملتر الواحد المزروع.
٩. يضرب عدد الخلايا البكتيرية بمقلوب نسبة التخفيف بالنسبة للنماذج المخففة.

التحري عن بكتريا القولون

بكتريا القولون واسعة الانتشار في الطبيعة ، توجد في التربة وفي المياه السطحية ودائماً وبشكل ثابت تطرح مع غائط الانسان والحيوان. لهذا النوع من البكتريا أهمية عملية في الفحوصات الجرثومية للماء ويشير وجودها الى احتمال تلوث الموارد المائية بمياه الفضلات المنزلية أي احتمال تلوث الماء بالفائض واحتمال وجود كائنات في الماء ممرضة للامعاء كالمولونيا مثلاً. اذا ان الطريقة المتبعة لتعيين سلامة مياه الشرب تعتمد على الكشف عن بكتريا القولون فيه. ويكون الفحص المختبري لمجموعة بكتريا القولون عبارة عن تقدير العدد الاكثر احتمالاً MPN most propable number من هذه البكتريا في (١٠٠) مللتر من نموذج الماء.

اما الاختبارات النوعية لبكتريا القولون فتشمل الفحص التأكيدي والفحص التكميلي اللذين يدلان بشكل دقيق على بكتريا القولون.

المحاضرة الثانية

العدد الاكثر احتمالاً لبكتريا القولون

Most Probable Number for Coliform Bacteria MPN

مقدمة

يتم هذا الفحص عن طريق تطعيم مجموعة من أنابيب التخمر التي تحتوي على مرق اللاكتوز بمقادير ملائمة من النموذج والنحضين بدرجة حرارة $(35 \pm 0,5)$ مئوية لمدة (24) ساعة أو (48) ساعة.

لبكتريا القولون القابلة على تخمر سكر اللاكتوز ويكون هذا التخمر مصحوباً بإنتاج غاز ثاني أكسيد الكربون وعلى ضوء تحديد عدد الانابيب التي ظهرت فيها نتائج التخمر وتكوين الغاز ويمكن تحديد العدد الاكثر احتمالاً لبكتريا القولون ويسمى هذا الفحص بالفحص الافتراضي presumptive test. ويعتبر العدد الاكثر احتمالاً MPN كحساب مبدئي على معدلات ثابتة للاحتيالية ومبني على فرضية كون التموي أنابيب التخمر يبدأ من بكتريا واحدة على الاقل وان حساب MPN يميل الى ان يكون أكثر من الرقم الحقيقي وهذا التباين يزول بزيادة عدد أنابيب التخمر حيث أن دقة النتيجة تعتمد على عدد الانابيب المستخدمة.

المواد المطلوبة

1. أنابيب تخمير زجاجية .
2. انابيب درهم صغيرة durham tube .
3. ماصات زجاجية معقمة .
4. محضن بدرجة $(35 \pm 0,5)$ مئوية .
5. مرق اللاكتوز احادي التركيز:

يحضر من اذابة (3) غرام من مستخلص اللحم Beef extract و (5) غرام من البيبتون و (5) غرام من لاكتوز في لتر واحد من الماء المقطر. يسخن ببطي على حمام مائي ويخلط الى ان يتم الذوبان ، تنظم ال pH لهذا المحلول بحيث تساوي قيمة $(6,8 - 7)$.

المحاضرة الثانية

٦. مرق اللاكتوز مضاعف التركيز:

يحضر من اذابة نفس الكميات من المواد المستعملة لتحضير اللاكتوز أحادي التركيز في (٥٠٠) ملتر من الماء المقطر.

طريقة العمل:

١. يوضع (١٠) ملتر من مرق اللاكتوز مضاعف التركيز في كل من خمسة انابيب تخمير.
٢. يوضع (١٠) ملتر من مرق اللاكتوز احادي التركيز في كل من عشرة انابيب تخمير.
٣. توضع انبوبة درهم واحد بشكل مقلوب في كل انبوب تخمير ويزال الهواء الداخلى في انبوبة درهم ان وجد ذلك بقلب انبوبة التخمير عدة مرات بعد تغطيتها.
٤. تغلق كل انبوبة من الانابيب التخمير بقطعة من القطن وتعقم باستخدام الاوتوكليف بدرجة (١٢١) مثوي لمدة (١٥) دقيقة ثم تبرد بسرعة لتلافي تحلل السكر في التبريد البطيء.
٥. تطعم كل انبوبة تخمير من الانابيب الخمسة الحاوية على مرق اللاكتوز مضاعف التركيز بمقدار (١٠) ملتر من عينة الماء.
٦. تطعم كل انبوبة تخمير من الانابيب الخمسة الحاوية على مرق اللاكتوز احادي التركيز بملتر واحد من عينة الماء.
٧. تطعم كل انبوبة تخمير من الانابيب الخمسة الاخيرة الحاوية على مرق اللاكتوز احادي التركيز بمقدار (٠,١) ملتر من عينة الماء.
٨. يغطى كل انبوب بقطعة من القطن وترتب الانابيب (حسب مقدار العينة) الى ثلاث مجاميع ثم تخمض بدرجة حرارة (٣٥ + ٠,٥) مثوي لمدة (٢٤ + ٢) ساعة، وعند عدم ظهور غاز بعد هذه الفترة يمكن زيادة فترة التخمير لمدة (٢٤) ساعة اخرى.
٩. في حالة وجود غاز بنسبة ١٠٪ من حجم انابيب درهم تعد النتيجة موجبة (+ve) وفي حالة عدم تكوین غاز في انابيب درهم تعتبر النتيجة سالبة (-ve).
١٠. يحدد العدد الاكثر احتمالاً MPN من بكتريا القولون في (١٠٠) ملتر من العينة من مقارنة نتائج التشكيلة الموجبة للفحص مع القيم الموجودة في الجدول (١٧).

المحاضرة الثانية

جدول (١٧) تقديرات العدد الاكثر احتمالاً MPN لكتريا القولون عند استخدام خمسة انابيب لكل من المقادير ١٠ ، ١ ، ٠,١ ملتر^(١)

حدود الثقة ٪ ٩٥ الواطي العالى		MPN لكل ١٠٠ ملتر	نشكيلة النتائج المرجية	حدود الثقة ٪ ٩٥ الواطي العالى		MPN لكل ١٠٠ ملتر	نشكيلة النتائج المرجية
٥٦	٩	٢٢	٠-٢-٤			٢	٠-٠-٠
٦٥	١٢	٢٦	١-٢-٤	١٠	١	٢	١-٠-٠
٦٧	١٢	٢٧	٠-٣-٤	١٠	١	٢	٠-١-٠
٧٧	١٥	٣٣	١-٣-٤	١٣	١	٤	٠-٢-٠
٨٠	١٦	٣٤	٠-٤-٤				
				١١	١	٢	٠-٠-١
٨٦	٩	٢٣	٠-٠-٥	١٥	١	٤	١-٠-١
١١٠	١٠	٣٠	١-٠-٥	١٥	١	٤	٠-١-١
١٤٠	٢٠	٤٠	٢-٠-٥	١٨	٢	٦	١-١-١
١٢٠	١٠	٣٠	٠-١-٥	١٨	٢	٦	٠-٢-١
١٥٠	٢٠	٥٠	١-١-٥				
١٨٠	٣٠	٦٠	٢-١-٥	١٧	١	٤	٠-٠-٢
				٢٠	١	٧	١-٠-٢
١٧٠	٢٠	٥٠	٠-٢-٥	٢١	٢	٧	٠-١-٢
٢١٠	٣٠	٧٠	١-٢-٥	٢٤	٣	٩	١-١-٢
٢٥٠	٤٠	٩٠	٢-٢-٥	٢٥	٣	٩	٠-٢-٢
٢٥٠	٣٠	٨٠	٠-٣-٥	٢٩	٥	١٢	٠-٣-٢
٣٠٠	٤٠	١١٠	١-٣-٥				
٣٦٠	٦٠	١٤٠	٢-٣-٥	٢٤	٣	٨	٠-٠-٣
			٥	٢٩	٤	١١	١-٠-٣
٤١٠	٨٠	١٧٠	٣-٣-٥	٢٩	٤	١١	٠-١-٣
٣٩٠	٥٠	١٣٠	٠-٤-٥	٣٥	٦	١٤	١-١-٣
٤٨٠	٧٠	١٧٠	١-٤-٥	٣٥	٦	١٤	٠-٢-٣
٥٨٠	١٠٠	٢٢٠	٢-٤-٥	٤٠	٧	١٧	١-٢-٣
٦٩٠	١٢٠	٢٨٠	٣-٤-٥				
٨٢٠	١٦٠	٣٥٠	٤-٤-٥	٣٨	٥	١٣	٠-٠-٤
٩٤٠	١٠٠	٢٤٠	٠-٥-٥	٤٥	٧	١٧	١-٠-٤
١٣٠٠	١٠٠	٣٠٠	١-١-٥	٤٦	٧	١٧	٠-١-٤
٢٠٠٠	٢٠٠	٥٠٠	٢-٥-٥	٥٥	٩	٢١	١-١-٤
٢٩٠٠	٣٠٠	٩٠٠	٣-٥-٥				
٥٣٠٠	٦٠٠	١٦٠٠	٤-٥-٥	٦٣	١٢	٢٦	٢-١-٤

المحاضرة الثانية

الفحص التأكيدي لبكتريا القولون Confirmed test

لنثبت ان البكتريا التي ادت الى تخمر سكر اللاكتوز في الفحص الافتراضي هي من اصل معوي يزرع مقدار ما يحمله لوب من المزرعة الموجبة لمرق اللاكتوز في وسط زرعي يحتوي على املاح الصفراء واللاكتوز اذ ان املاح الصفراء تعمل على تثبيط نمو البكتريا غير المعوية وتسمح بنمو البكتريا المعوية فقط . فاذا ظهرت نتائج موجبة لتخمر اللاكتوز في هذا الوسط واعطاء الغاز يعني التأكيد على ان العينة تحتوي على بكتريا القولون.

تحضير الوسط الغذائي

يستعمل لهذا الفحص وسط مرق املاح الصفراء Brilliant green bile lactose broth. ويحضر من اذابة (١٠) غرام من البيبتون و (١٠) غرام من اللاكتوز و (٢٠) غرام من oxygel و (٠,٠١٣٣) غرام من املاح الصفراء في لتر واحد من الماء المقطر. يغلي ويبرد ويوزع على انابيب تخمير بمقدار (١٠) ملتر في كل انبوب ثم توضع انبوبة درهم واحدة بشكل مقلوب في كل انبوب ايضاً: تغطى الانابيب بالقطن وتعقم بالاونوكليف ثم يبرد بسرعة.

التطعيم:

١. تطعم انابيب التخمر الحاوية على املاح الصفراء بمقدار حملة لوب من المزرعة الموجبة لمرق اللاكتوز في الفحص الافتراضي.
٢. تخمّن الانابيب لمدة (١ ± ٤٨) ساعة في درجة (٣٥ ± ٠,٥) مئوية
٣. ظهور الغاز في انابيب التخمر بعد فترة الحضان يؤكد وجود بكتريا القولون التي من اصل معوي في النموذج.

الفحص التكميلي: بكتريا القولون Complete test

يستعمل الفحص التكميلي كخطوة لاحقة للفحص التأكيدي ويتم هذا الفحص بتلقيح اطباق بترى الحاوية على وسط Eosin MethyleneBlue (EMB) من الانبوب الموجب للفحص التأكيدي ثم تشخيص المستعمرات الناتجة في الطبق.

المحاضرة الثانية

تحضير الوسط الغذائي

يستعمل وسط Eosin Methylene Blue (EMB) Agar ويحضر من اذابة :
١٠ غرام من البيتون و (١٠) غرام من اللاكتوز و (٢) غرام من فوسفات البوتاسيوم
احادية الهيدروجين K_2HPO_4 و (١٥) غرام من الاكرو و (٠,٤) غرام من Eosin-X
(٠,٦٥) غرام من المثلبن الازرق . في لتر واحد من الماء المقطر. قيمة الpH لهذا المحلول
بعد التعقيم تساوي (٧,١).

التطعيم

١. يلقح بطريقة التخطيط باللوب طبق من وسط EMB من مزرعة مرق املاح الصفراء الموجبة في الفحص التأكيدي.
٢. يحضن الطبق بوضع مقلوب بدرجة $(٣٥ \pm ٠,٥)$ مئوية لمدة (٢٤) ساعة .
٣. بعد انتهاء فترة التحضين تشخص المستعمرات الناتجة في الطبق .

تشخيص المستعمرات

١. ان ظهور مستعمرات داكنة اللون تتميز بلمعان يدل على وجود بكتريا القولون E-Coli ويؤكد ان العينة ملوثة حديثا بالمواد البرازية .
٢. ظهور مستعمرات اكبر ذات مركز بني غامق خالي من اللمعان يدل على وجود بكتريا A. aeragens ويؤكد على ان مصدر البكتريا ليس الامعاء بل قد يكون من التربة او من النباتات .
٣. ظهور مستعمرات شاحبة مخاطية ليس لها مركز تعتبر نتيجة سالبة على وجود بكتريا القولون المعوية.
٤. يمكن تشخيص البكتريا تحت المجهر وملاحظة بكتريا القولون عصوية ، قصيرة ، سمبكية وغير مكونة للسبورات .

المحاضرة الثانية

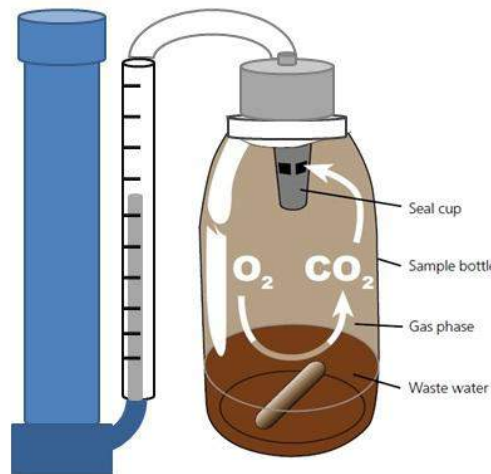
المتطلب الحيوي للأوكسجين (Biochemical Oxygen Demand (BOD)

يعرف المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD) بأنه كمية الأوكسجين التي تستهلكها الأحياء المجهرية لتحليل المواد العضوية الموجودة في الماء وتحويلها إلى حالة أكثر استقراراً في ظروف هوائية ، ويعرف BOD_5 بأنه عبارة عن كمية الأوكسجين بالملغم المستهلكة في أثناء خمسة أيام نتيجة للعمليات الحيوية كالتنفس والأكسدة الحيوية في لتر واحد من الماء عند درجة حرارة مقدارها (20) م[°]. وتعد عملية الأكسدة البايوكيميائية من العمليات البطيئة التي تستغرق فترة طويلة ، إذ أن المدة اللازمة لأكسدة 95 – 99 % من المواد العضوية تحت درجة حرارة (20) م[°] هي 20 يوماً ، أما خلال خمسة أيام فإنه يتم أكسدة 60 – 70 % من المواد العضوية ، ويستخدم المتطلب الحيوي للأوكسجين بوصفه قياساً لمعرفة التلوث من خلال تحديد كمية المواد العضوية في المياه ، إذ إن البكتريا الموجودة في المياه تستهلك المركبات العضوية مصدراً للطاقة معتمدة على الأوكسجين المذاب في الماء. وينصح بأن تكون كمية المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD) للماء المخصص للشرب الخارج من محطات إسالة الماء ما بين (0.7 – 1.5) ملغم.لتر⁻¹. أما قيمة أـ BOD للماء النقي نسبياً حوالي (1 ملغم.لتر⁻¹). وتكون النقاوة سيئة عند قيمة أـ BOD (3 ملغم.لتر⁻¹) ، وتصل إلى حالتها الحرجة عند BOD بقيمة تقرب من (5 ملغم.لتر⁻¹) حيث تكون مرفوضة

1- المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين (BOD) :

يعتمد هذا القياس على تحديد كمية الأوكسجين المذاب المستهلك من قبل البكتريا وبقية الكائنات الحية في خلال مدة معينة من الزمن بدرجة حرارة (20 ± 1 درجة مئوية) ، ويستخدم قياس أـ BOD للاستدلال على تراكيز المواد العضوية الموجودة في مياه الأنهار وفي المياه الملوثة كمياه الفضلات .

حيث يستخدم جهاز من نوع (Aqualytic) ، يحتوي الجهاز على عشر قناني زجاجية سعة 300 مل وذات غطاء محكم . توضع على جهاز يحوي على رجاج مغناطيسي ومقياس للزئبق وحاضنة كهربائية للتحكم بدرجة الحرارة خلال فترة التحضين .



مخطط لجهاز قياس المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين (BOD)

أما المواد الكيماوية اللازمة لهذا التحليل فهي:

- 1- محلول الفوسفات المنظم (Phosphate Buffer Solution): ويحضر بإذابة (8.5) غم من فوسفات البوتاسيوم الثنائية الهيدروجين KH_2PO_4 و (21.75) غم من فوسفات ثنائي البوتاسيوم أحادي الهيدروجين سباعي الماء $\text{K}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ مع (1.7) غم من كلوريد الامونيوم NH_4Cl في حوالي (500) مللتر من الماء المقطر ، ثم يكمل الحجم إلى اللتر بالماء المقطر .
- 2- حامض الكبريتيك (1ع) و محلول هيدروكسيد الصوديوم (1ع): وتستخدم هذه المحاليل لمعادلة النماذج ذات الحامضية أو القاعدية العالية لحد (7 = pH) .
- 3- محاليل مكملات التغذية وتشمل :
 - أ- محلول كبريتات المغنسيوم : يحضر بإذابة (22.5) غم من كبريتات المغنسيوم السباعية الماء $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ في قليل من الماء المقطر ويخفف إلى اللتر .
 - ب- محلول كلوريد الكالسيوم : يحضر بإذابة (27.5) غم من كلوريد الكالسيوم اللامائي (الجاف) CaCl_2 في قليل من الماء المقطر ويخفف إلى اللتر .
 - ت- كلوريد الحديدك: يحضر بإذابة (0.25) غم من كلوريد الحديدك السداسي الماء $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ في قليل من الماء المقطر ويخفف إلى اللتر .

خطوات العمل :

1- تحضير ماء التخفيف :

- يتم تشبيع كمية مناسبة من الماء المقطر بالأوكسجين ، وذلك بإدخال تيار هوائي من خلال ضاغطة هواء ثم يترك مدة ساعتين لكي يستقر الأوكسجين المذاب وتفقد الكمية التي فوق حد الإشباع ثم تضاف مواد مكملات التغذية بنسبة مللتر واحد من كل مادة إلى كل لتر من الماء المقطر ، كما يضاف إليه بنفس النسبة محلول الفوسفات المنظم .
- 2- التخفيف : يتم تخفيف النماذج بماء التخفيف بنسبة (5%) لمياه الفضلات ، أما مياه النهر فلا تحتاج إلى تخفيف .
 - 3- يتم استعمال اسطوانة زجاجية مدرجة سعتها (600) مللتر ويخلط النموذج المخفف جيدا باستخدام قضيب مع تلافي دخول الهواء إليه. ويتم نقل المحلول المخفف بواسطة السيفون لملاء قنينتين بها ثم سدتهما جيدا . تستعمل الأولى لتحديد الأوكسجين المذاب البدائي باستخدام جهاز قياس الأوكسجين الذائب (DO) ، أما القنينة الثانية توضع في حاضنة درجة حرارتها (20±1) مئوية مدة خمسة أيام وبعدها يتم قياس الأوكسجين المذاب النهائي.
 - 4- تملأ القنيتان بماء التخفيف وحده ويحكم سدتهما ، تستعمل الأولى لتحديد الأوكسجين المذاب البدائي لماء التخفيف ، وتحضن الثانية تحت نفس الظروف وتستخدم لتحديد الأوكسجين المذاب النهائي لماء التخفيف ، تفيد نتائج هذا الفحص التأكد من نوعية ماء التخفيف وتصحيح النتائج ، إذ يجب أن لا يزيد مقدار استنزاف الأوكسجين المذاب في ماء التخفيف على (0.2 ملغم.لتر⁻¹) ويفضل أن لا يزيد على (0.1 ملغم.لتر⁻¹) .

5- الحسابات :

- أ- النماذج التي لا تحتاج إلى تخفيف :

المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين = الأوكسجين المذاب البدائي (D_0) - الأوكسجين المذاب النهائي (D_5) ملغم.لتر⁻¹ .
- ب- النماذج التي تحتاج إلى تخفيف ولا تحتاج إلى عملية إضافة بكتريا :

المتطلب البايوكيميائي للأوكسجين (BOD) ملغم.لتر⁻¹ =

الأوكسجين المذاب البدائي للنموذج المخفف - الأوكسجين المذاب النهائي للنموذج المخفف

نسبة التخفيف

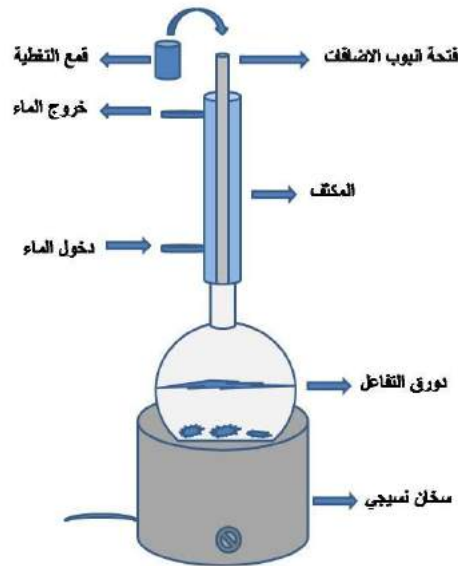
المتطلب الكيماوي للأوكسجين (COD) Chemical Oxygen Demand

يعرف المتطلب الكيماوي للأوكسجين بأنه كمية الأوكسجين المطلوبة لأكسدة المادة العضوية باستعمال مواد كيميائية ذات أكسدة قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) وحامض الكبريتيك المركز الذي يحمل صفة الحامضية والأكسدة تحت ظروف التدفق (Reflux Conditions) ، وهذا الاختبار واسع الاستعمال لتقدير درجة التلوث (Degree of Pollution) للمسطحات المائية. ويتم التعويض في هذه الطريقة عن البكتريا في عملية التأكسد بمواد كيميائية مؤكسدة قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم وحامض الكبريتيك المركز ، حيث يتم التأكسد بصورة سريعة لا تزيد على ساعتين ، ويتم قياس كمية دايكرومات البوتاسيوم المستنفذة بالتأكسد ، ويتم ربط هذه القيم مع كمية المادة العضوية الموجودة في الماء. وتكون قيم المتطلب الكيماوي للأوكسجين (COD) أكبر من المتطلب الحيوي للأوكسجين (BOD) لأن هناك بعض المواد العضوية لا يمكن أكسدتها حيويًا ، أو لوجود مواد مثبطة أو سامة تمنع من نشاط الكائنات الحية الدقيقة.

2- المتطلب الكيماوي للأوكسجين (COD) Chemical Oxygen Demand

يتم استخدام الطريقة التقليدية (Reflux Apparatus) لقياس المتطلب الكيماوي لعينات مياه المطروحات .

ويتكون الجهاز من دورق زجاجي سعته 500 مللتر ذي عنق ضيق ومتصل بأحكام بمكثف يحتوي على فتحتان لدخول الماء وخروجه لغرض التبريد وتكثيف البخار الناتج عن عملية التفاعل .



مخطط لجهاز قياس المتطلب الكيماوي للأوكسجين (COD)

- يوضع الدورق على سخان نسيجي (Heating Mantle) ، وتتلخص الطريقة بالآتي:
- 1- نضع عدد من قطع الخزف في قعر الدورق الزجاجي (دورق التفاعل) لتقليل تأثير الغليان في أثناء عملية التسخين.
 - 2- نضيف كمية من مسحوق كبريتات الزئبق (0.2 غم) .
 - 3- نضع في دورق زجاجي آخر نفس الكميات من المواد السابقة .

- 4- نضيف الكمية المحددة من عينة المياه إلى الدورق الأول (10 مللتر) ، وتضاف نفس الكمية من الماء المقطر إلى الدورق الثاني.
- 5- نضيف بهدوء مع التبريد إلى كل من الدورقين جزءاً من حامض الكبريتيك المركز (5مل).
- 6- نضيف الكمية المحددة من دايكرومات البوتاسيوم (5 مللتر) .
- 7- نربط الدورقين في مكثف ونفتح الماء البارد عليه .
- 8- يكمل الجزء المتبقي من حامض الكبريتيك (ليصبح الحجم الكلي 15 مللتر لكل دورق).
- 9- نسخن العينات في الدورقين إلى درجة الغليان ولمدة ساعتين .
- 10- نوقف التسخين ويترك المحلول لكي يبرد إلى درجة حرارة الغرفة .
- 11- ننقل المحلول إلى دورق سعته 500 مللتر ونضيف قطرات من كاشف فروين (1:10 Orthophenonathroline) .
- 12- نسححه مع محلول (0.05 ع) من كبريتات الحديدوز الامونياكي إلى أن يتغير اللون من الأزرق إلى البني المحمر.
- 13- يحسب المتطلب الكيماوي من خلال المعادلة الآتية :

$$\text{المتطلب الكيماوي للأكسجين COD (ملغم.لتر}^{-1}\text{)} = \frac{8000 \times \text{ع} \times \text{ب}}{\text{حجم العينة بالمللتر}} \text{ (أ- ب)}$$

- أ = حجم كبريتات الحديدوز الامونياكي المستخدمة لتسحيح محلول الماء المقطر .
- ب = حجم كبريتات الحديدوز الامونياكي المستخدمة لتسحيح محلول العينة الملوثة .
- ع = عيارية كبريتات الحديدوز الامونياكي .
- ملاحظة : (8000) تعني الوزن المكافئ للأوكسجين x 1000 مل.

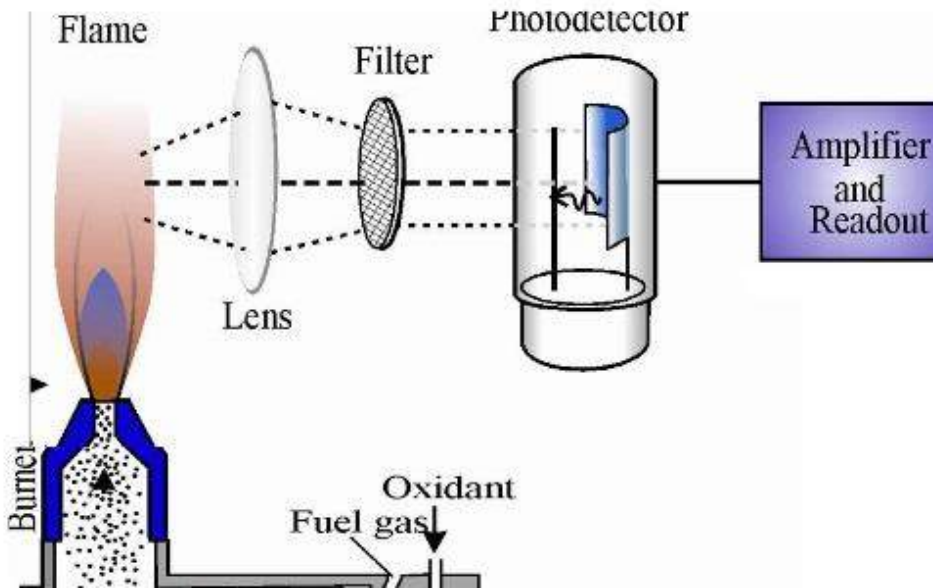
شرح طريقة تشغيل الجهاز وطرق القياس في المختبر

Flame photo meter

- يستخدم هذا الجهاز لقياس تركيز العناصر القلوية والقلوية والعناصر الترابية في المحاليل المائية حيث يحتوي على أربعة فلاتر للصوديوم والبوتاسيم و الكالسيوم والنيشيوم
- طريقة عمل الجهاز يعمل الرداد في الجهاز على توزيع المحلول المنفوث باستخدام الهواء المضغوط ومن ثم يمزج هذا الرداد والهواء مع الغاز امام اللهب يتوهج اللهب بسبب تهيج الذرات المفردة وبزيادة توفر الذرات تزداد شدة انبعاث الضوء وبالتالي يمكن قياس تركيز العنصر في العينة المراد قياسها من خلال قياس شدة الضوء وكل عنصر له لون خاص في اللهب وهذا نتيجة انبعاث ضوء بطول موجي محدد يعتمد على التركيب الذري للعنصر وباختيار فلتر (مرشح) خاص واختيار الطول الموجي الخاص بالعنصر تقاس كمية الضوء المار عبر الفلتر بواسطة مكثف معين



Schematic Representation of the Flame Photometer



التحليل الذري الطيفي (Atomic absorption spectrophotometry)



هو أحد أساليب التحليلات الذي يستعمل بشيوع لتعيين تراكيز العناصر الرئيسية **Major elements** والعناصر الشحيحة **Trace elements** في الصخور والترب والمعادن المختلفة والمحاليل بمختلف أنواعها. يشترط في هذا النوع من التحليل أن تكون المادة المطلوب قياس تركيزها بحالة سائلة ، من هنا يتوجب تحويل المواد الصلبة إلى محاليل **solutions** . تتلخص طريقة القياس بالآتي: يتم هضم العينة إذا كانت صلبة بواسطة محاليل مناسبة كالحوامض مثلاً ولكل نوع من الصخور أسلوب معين للهضم والإذابة وبذلك تكون العينة جاهزة للقراءة بواسطة جهاز الإمتصاص الذري الطيفي .

مكونات الجهاز وأساس عمله

يحتوي الجهاز على مصباح يسمى **Hallow cathode lamb** حيث يوجد مصباح خاص لكل عنصر يراد تحليله، ثم غرفة الخلط والحرق التي فيها موقد لهب يشتعل بالأستيلين أو بأوكسيد النتروز ومن ثم المتحسس والمسجل. يبعث المصباح طول موجي مطابق تماماً لطول موجة العنصر المراد تحليله والذي سوف يشفط عن طريق أنبوبة بلاستيكية دقيقة يسحب عن طريقها جزء من المحلول الذي في النهاية يمر خلال اللهب، يبعث المحلول أطوال موجية متعددة تمثل جميع العناصر الموجودة في العينة. يقوم المتحسس بالتقاط الطول الموجي المطابق للعنصر المراد تحليله وهو ذات الطول الموجي للمصباح الذي يتم تثبيته في الجهاز قبل بدء القياس. بعد ذلك يتم تسجيل كمية الإمتصاص **Absorbance** لهذا الطول الموجي من قبل الجهاز حيث تظهر على شاشة خاصة. إن كمية الإمتصاص تتناسب طردياً مع تركيز العنصر المراد قياسه.

المحاليل القياسية **Standerd Solutions**

لغرض إيجاد تركيز العنصر في المحلول يجب تحضير ثلاث محاليل قياسية على الأقل معروفة التركيز من العنصر المراد قياسه. يتم قياس كمية الإمتصاص **Absorbance** لهذه المحاليل القياسية ، وبما أن تراكيزها معلومة لذلك العنصر ، إذاً سوف يصبح لدينا كمية إمتصاص لكل تركيز من تراكيز المحاليل القياسية المحضرة. بعد ذلك ترسم علاقة بيانية بين الإمتصاص وتراكيز العنصر في المحاليل القياسية والعلاقة بالتأكيد طردية ، إذ تزداد كمية الإمتصاص كلما زاد تركيز العنصر. بعد ذلك نقوم بتسقيط كمية الإمتصاص التي سجلناها أنفاً على مخطط الإمتصاص- التركيز ومنها نجد تركيز العنصر.

لكل عنصر حد تحسس خاص لا يمكن للجهاز التحسس دونه يسمى حد التحسس **Detaction limit** . الأجهزة الحديثة للإمتصاص الذري الطيفي تكون مربوطة بجهاز حاسوب **computerize** يقوم بأعطاء النتيجة النهائية للإمتصاص كما يقوم برسم العلاقة البيانية بين الإمتصاص وتركيز العنصر في المحاليل القياسية، حيث تظهر النتيجة مباشرة على الشاشة، إذ يمكن خزن وطبع النتائج بسهولة .

المطياف spectrophotometer

مطياف الضوء المرئي

يعتمد مطياف الضوء المرئي على قياس التغير في طاقة الأشعة الكهرومغناطيسية ، نتيجة امتصاص المادة الملونة المراد تحليلها لهذه الأشعة عند طول موجة يقع في المدى الخاص بالأشعة المرئية ، كما أن قدر الطاقة الممتصة يتوقف على تركيز المادة الملونة ، فكلما زاد تركيز المادة المراد تحليلها ، تزداد كمية الطاقة الممتصة ، والعكس صحيح.

الوحدات الأساسية للمطيافات:

يتكون أي مطياف من وحدات أساسية تختلف باختلاف نوع المطياف ، وهذه الوحدات هي:-

- مصدر الأشعة
- موحد الموجات
- خلايا وضع العينات
- وحدة قياس طاقة الأشعة
- مسجل البيانات

مصدر الأشعة في نطاق الضوء المرئي Source of visible radiation

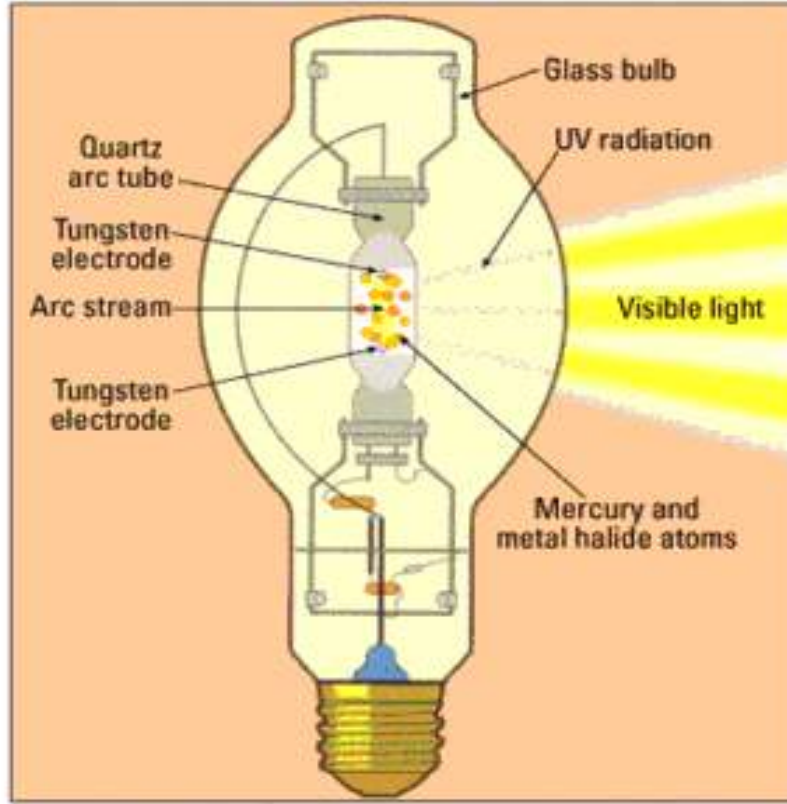
تستخدم لمبة التنجستن Tungsten lamp كمصدر للأشعة المرئية visible light وهي مصدر رخيص للطيف المرئي ، وتتكون لمبة التنجستن من فتيل من التنجستن في أنبوبة زجاجية ، ويسخن هذا الفتيل بواسطة تيار كهربائي مستمر منتظم ويشع فتيل التنجستن طيف مستمر بين 350 - 2500 nm وتنتج هذه الأشعة المستمرة نتيجة لتذبذب الذرات في الفتيل عند ارتفاع درجة حرارته الى درجة التوهج .

ويلاحظ أن جزءا كبيرا من هذه الأشعة ينتج في المنطقة تحت الحمراء أو القريبة near IR ، ولذلك يوضع مرشح ضوئي ماص للحرارة Heat absorbing filter بين المصدر الضوئي والعينة ، لامتصاص الأشعة تحت الحمراء في الأجهزة المتقدمة.

❖ والمصدر الضوئي هو عبارة عن لمبة ديوتيريوم (lamp D2 -) وهي لمبة لا يفضل مشاهدتها

بالعين المجردة لأنها يمكن أن تسبب العمى المؤقت نظراً لقوة إشعاعها . هذا بالنسبة لقياس الأشعة

فوق البنفسجية في المدى 200-350



لمبة التنجستن

موحدات أطوال الموجات Monochromators

يفضل استخدام نطاقات ضيقة من الطيف ، وذلك باستخدام وسيلة لتمييز النطاق المستمر للطيف المختلط الى حزم ضيقة narrow bands ومن تلك الوسائل المستخدمة ، المرشحات filters

في أجهزة مطياف الضوء المرئي والتي تستخدم أساسا في أغراض التحليل الكمي عند طول موجة معين لتقدير تركيز المركبات ، نستخدم المرشحات الضوئية Filters حيث يسمح بمرور حزمة تحتوي على مدى صغير من الأطوال الموجية التي يجرى عليها التقدير ، بينما لا يسمح بمرور بقية الأشعة ، ويقتصر استعمال أجهزة مطياف الضوء المرئي في معظم أجهزة الامتصاص على المنطقة المرئية من الطيف.

- ومن المميزات الناتجة عن استخدام نطاق ضيق من الطيف ما يلي:
1. تعطي قدرة تمييز resolution عالية للأشعة الممتصة والمتقاربة في طول الموجة.
 2. تعطي قمم sharp سهلة التحديد مما يزيد من حساسية الجهاز.



المرشحات الضوئية Light filters

خلايا وضع العينات Sample containers

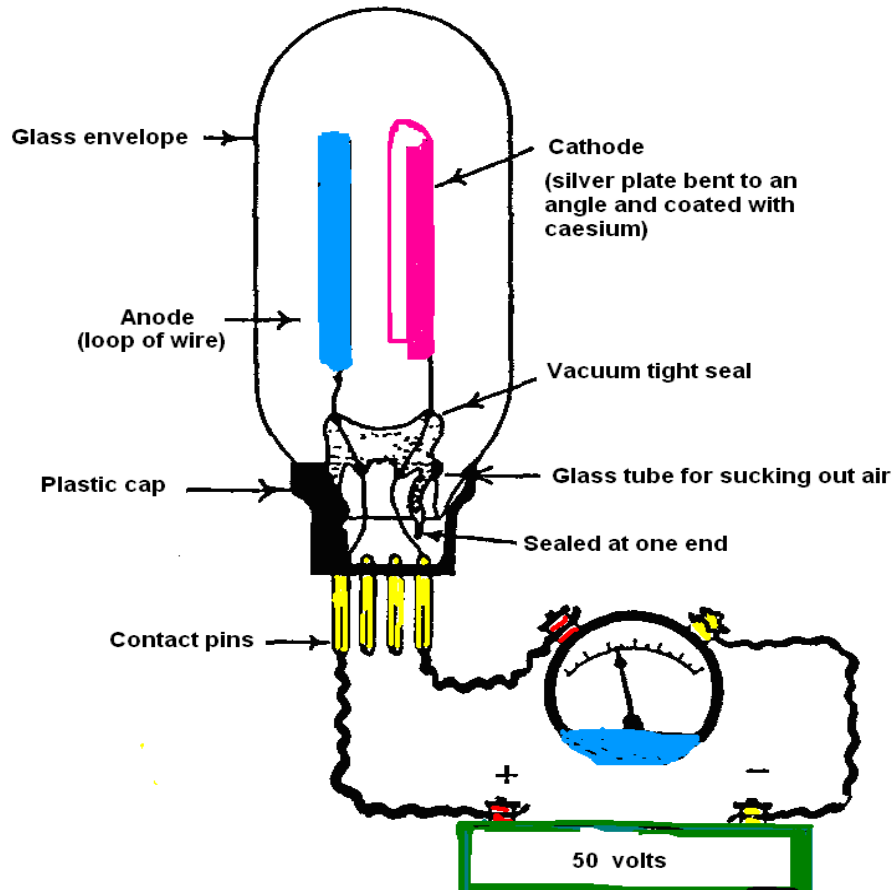
توضع العينة المراد قياسها في أنابيب صغيرة (13 x 100 mm test tubes) تسمى cuvette أو خلية القياس ، ثم توضع الخلية في الجهاز ، مع وضع cuvette أخرى تسمى blank لضبط عملية القياس بحيث يكون الامتصاص راجع الى المادة المراد قياسها فقط دون تداخل المذيب أو أي مواد أخرى موجودة مع المادة المقاسة.

وتصنع هذه الخلايا من الزجاج الشفاف optical uniformity ، وينفذ الزجاج الفلنت العادي Flint glass (المحتوي على الرصاص) الأشعة المرئية والمنطقة القريبة في الأشعة تحت الحمراء بامتياز V.L. & near I.R. ، ويجب المحافظة عليها من الخدش أثناء التنظيف.

وحدة قياس طاقة الأشعة Detectors

وحدة قياس طاقة الأشعة يقصد بها كشاف الاشعاع ، حيث يمتص الكشاف طاقة الفوتونات الساقطة عليه ويحولها الى قياسات كمية ، ومعظم الكشافات الحديثة تولد اشارات أليكترونية يمكن تسجيلها بمقياس أو مسجل معين.

وتستخدم الخلايا الضوئية ذات الطبقة الحاجزة Barrier layer photo cell في قياس الأشعة في المنطقة المرئية ، لأن حساسية هذا النوع من الخلايا تكون في المنطقة 350 – 750 nm ، كما أن درجة استجابة هذا النوع من الخلايا ليست كبيرة ، مما يصعب تكبير التيار الناتج عنها . ولذلك يستخدم هذا النوع من الخلايا في أجهزة photometer التي تستخدم فلتر filter والتي يجري فيه الامتصاص في المنطقة المرئية ، وطاقة الأشعة التي تصل الى الخلية في وجود المرشحات تكون كبيرة حيث تحتوي الأشعة على عدد كبير نسبيا من الأطوال الموجية وتقاس بواسطة الجلفانوميتر .



الخلايا الضوئية ذات الطبقة الحاجزة Barrier layer photocell

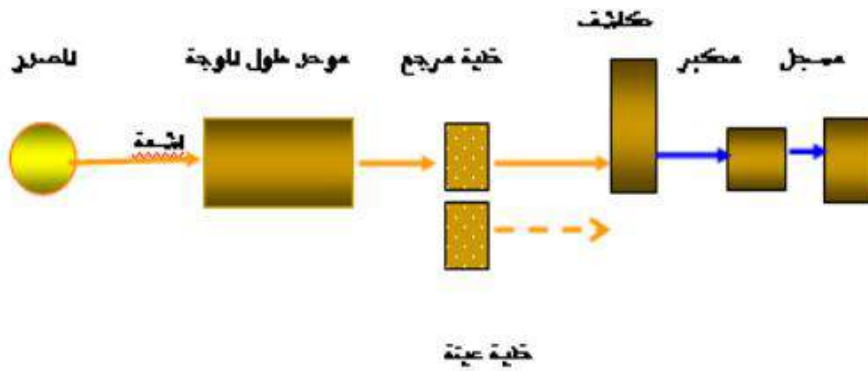
مسجل البيانات (Recorder (meter)

في حالة التقديرات الكمية والتي يجرى فيها التحليل على طول موجي واحد فان الامتصاص أو النفاذية يقرأ مباشرة من لوحة تسجيل meter والقراءة تحدد بموضع المؤشر على التدريج في لوحة التسجيل أو تكون القراءة رقمية Digital على شاشة

تصميم أجهزة القياس:

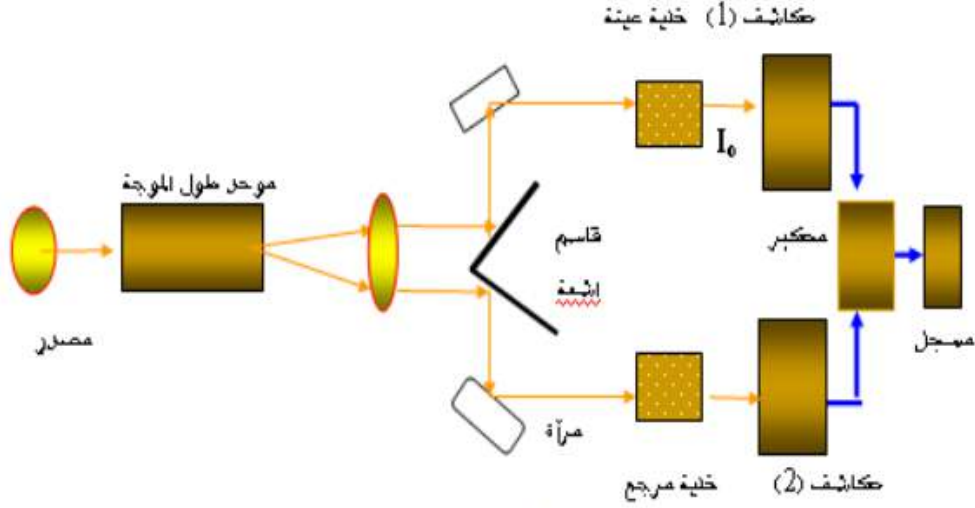
أجهزة الامتصاص في المجال المرئي وفوق البنفسجي يمكن تصميمها طبقا لنظام أحادي الحزمة أو ثنائي الحزمة.

1. النظام أحادي الحزمة Single beam :



تسير الأشعة من المصدر إلى الكاشف عبر مسار واحد. هذا النظام يقيس مجموعة الأشعة المفقودة (بالانعكاس وامتصاص المحلول الخالي) وليس فقط الأشعة الممتصة بواسطة المادة المراد تحليلها، بالإضافة إلى ذلك فإن الخطأ الناتج من عدم ثبات المصدر لا يمكن تلافيه باستخدام هذا النظام.

٢. النظام ثنائي الحزمة Double beam :



النظام ثنائي الحزمة.

تقسم أشعة المصدر بواسطة قاسم الأشعة (مرآة على شكل حرف V) إلى حزمتين ذات شدة متساوية، واحدة تمر خلال المحلول المرجع (الخالي) إلى الكاشف رقم (1) والثانية تعبر خلال العينة في نفس الوقت إلى الكاشف رقم (2). الخارج من الكاشفين يتم تكبيرهما. ونظراً لأن جزء الأشعة المفقودة عن طريق الانعكاس أو امتصاص المذيب سيكون متساوياً في كلا المسارين لذا فإن الفرق بين شدة الحزمتين يعبر عن امتصاص المادة المراد تقديرها فقط.

التحليل الكمي:

قبل إجراء التحليل الكمي يجب أولاً تحديد الظروف المناسبة والتي تشمل :
تحضير المحاليل القياسية للمادة المراد تحليلها. اختيار الطول الموجي المناسب λ_{max} . معرفة العوامل التي قد تؤثر على الامتصاص وتقليل تأثيرها إلى أقل حد ممكن ومن هذه العوامل طبيعة المذيب، الرقم الهيدروجيني

اختيار الطول الموجي λ_{max} :

يتم اختيار الطول الموجي بحيث يقع في المنطقة التي تمثل أعلى امتصاص للمركب المراد تحليله لأنه تحت هذه الظروف فقط تكون العلاقة خطية بين الامتصاص والتركيز ويمكن تعريف λ_{max} بصورة أوضح بأنه: "الطول الموجي الذي يقابل أعلى امتصاص

ويتم اختيار λ_{\max} باستخدام المحلول القياسي ذي التركيز الأعلى وبعد معرفة λ_{\max} يتم تعيين التركيز بعدة طرق منها :

(أ) استخدام محلول قياسي واحد :

يتم قياس الامتصاص للمجهول و محلول قياسي واحد في نفس ظروف التجربة ثم يتم إيجاد تركيز المجهول من العلاقة التالية :

$$\frac{C_1}{C_x} = \frac{A_1}{A_x}$$

$$C_1 = \text{تركيز المحلول القياسي}$$

$$C_x = \text{تركيز المحلول المجهول}$$

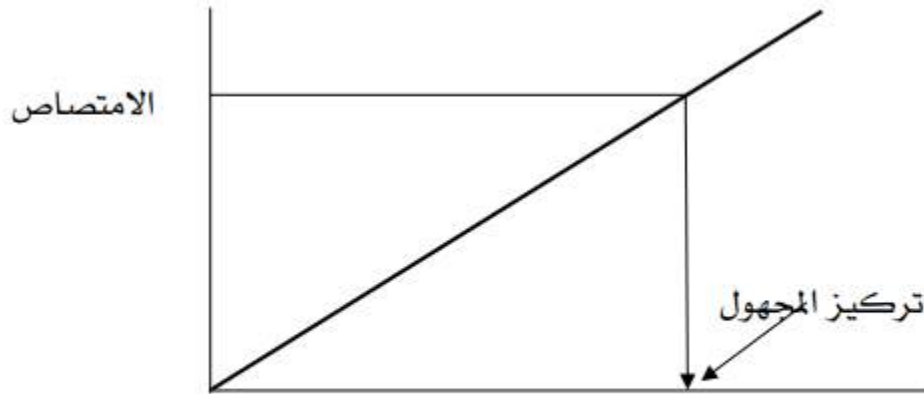
$$A_1 = \text{امتصاص المحلول القياسي}$$

$$A_x = \text{امتصاص المحلول المجهول}$$

(ب) استخدام عدة محاليل قياسية (منحنى التعيير القياسي) :

يتم قياس الامتصاص لعدة محاليل قياسية (حوالي ٥) وكذلك يتم قياس امتصاص المجهول.

ثم يتم تحديد تركيز المجهول



تركيز المحاليل القياسية

Total Hardness (T.H) العسرة الكلية

تعرف العسرة على أنها تأثير الأيونات الموجبة ثنائية التكافؤ على نوعية المياه حيث تعمل أو تثبيط ظهور رغوة الصابون وفي الغالب تمثل الكالسيوم والمغنسيوم ، كما يمكن للمياه الملحية ان تعطي بما يسمى بالعسرة الكاذبة كما هو الحال في مياه شط العرب. ويعبر عن العسرة حسابيا (ملغم.لتر⁻¹) بالمكافئ إلى $CaCO_3$ وتسبب عسرة الماء أيضا نتيجة لوجود الأيونات الفلزية الثنائية التكافؤ مثل Zn^{++} ، Ba^{++} ، Mn^{++} ، Fe^{++} ، Mg^{++} ، Ca^{++} الخ حيث ترتبط هذه الأيونات مع الصوابين الاعتيادية لتكوين صابونات Ca-Mg غير الذائبة (Insoluble) لذلك فإن الصابون يفقد فعاليته كليا في التنظيف ويحتاج مزيدا من الصابون عند استعمال المياه العسرة في التنظيف . أما تعريف منظمة الصحة العامة الأمريكية (1985 APHA) للعسرة فهي قابلية الماء على ترسيب الصابون ، ويترسب الصابون في الماء العسر بسبب وجود ايونات الكالسيوم والمغنسيوم الثنائية التكافؤ وايونات معدنية أخرى متعددة التكافؤ مثل الحديد والألمنيوم والزنك ، وتكون أملاح العسرة على شكل كاربونات وبيكاربونات وكلوريدات وكبريتات .

تسمى العسرة الكربونية (Carbonate Hardness) بالعسرة المؤقتة (Temporary Hardness) لأنها يمكن أن تترسب بالغلجان ، أما العسرة المتكونة من غير الكربونات (Non Carbonate Hardness) ، فتسمى بالعسرة الدائمة (Permanent Hardness) ، لأنها لا يمكن أن تترسب بالغلجان مثل عسرة الكبريتات و الكلوريدات و النتترات ، أما العسرة الوهمية (Pseudo Hardness) ، فسببها وجود ايونات الصوديوم ، ولكن لا تعد من المياه العسرة ، لان الصوديوم لا يسبب العسرة الدائمة. إن استعمال المياه العسرة (Hard Water) في كثير من الصناعات يؤدي الى هبوط كبير في نوعية الانتاج مثل صناعة الاقمشة والنسيج وصناعة الورق والتعليب الخ ، بالإضافة إلى ذلك تكون ترسبات على شكل قشور (Scale) في الغلايات أو المراجل (Boilers) مما يسبب ضياعاً في الطاقة.

صنفت منظمة الصحة العالمية (WHO ، 1993) المياه حسب تركيز العسرة الكلية كما

في الجدول التالي :

T.Hardness mg\ L	نوعية المياه
اقل من 75	مياه يسرة Soft water
75 – 150	مياه متوسطة العسرة Moderate H
150 – 300	مياه عسرة Hard water
اكبر من 300	مياه عسرة جدا Very high H.

قياس العسرة

يمكن إيجاد عسرة المياه أما بالطرق الحسابية أو استخدام التسحيح مع (Na₂-EDTA) وتعتمد الطريقة الحسابية في إيجاد قيم العسرة بدلالة كاربونات الكالسيوم لأيون موجود في الماء ومسبب للعسرة وذلك بضرب تركيز هذا الايون بقيمة عددية (Factor number) ناتجة عن قسمة الوزن المكافئ لكاربونات الكالسيوم على الوزن المكافئ لذلك الايون وحسب المعادلة التالية:

$$\text{عسرة الايون ملغم.لتر}^{-1} = \text{تركيز الايون ملغم.لتر}^{-1} \times \text{الوزن المكافئ لكاربونات الكالسيوم}$$

الوزن المكافئ للأيون

القيمة العددية للأيونات المسببة للعسرة (Factor number)

الأيون الموجب	القيمة العددية (Factor)
Ca	2.497
Mg	4.116
Sr	1.142
Fe	1.792
Al	5.564
Zn	1.531
Mn	1.822

قياس الكدرة أو العكارة (Turbidity) :

الكدرة هي الحالة الناجمة عن وجود مواد صلبة عالقة في الماء ، مثل دقائق التربة والرمل والطين والمواد العضوية واللاعضوية العالقة . كما يمكن أن تكون بسبب وجود بكتريا وكائنات حية دقيقة ونباتات طافية وغرويات تربة.

تم استخدام طريقة النفلوميتر (Nephelometric Method) لقياس العكورة في عينات الماء ، إذ يستخدم لهذا الغرض جهاز حديث من نوع HANA . تعتمد طريقة القياس على مقارنة شدة الضوء المنتشر بواسطة النموذج في ظروف معينة بشدة الضوء المنتشر بواسطة محاليل قياسية عالقة في نفس الظروف ، وتم استعمال محاليل (بوليمرات الفورمازين) كمحاليل قياسية للكدرة . وهذه الطريقة ذات حساسية عالية لقياس الكدرة إلى حد (0.02 NTU) .

أ- الكبريتات (SO₄⁼) :

هناك عدة طرق لتقدير الكبريتات الذائبة وتعتبر طريقة الترسيب بكلوريد الباريوم (BaCl₂) الطريقة الوزنية من اكثر الطرق شيوعا. وتتلخص الطريقة بما يلي :

- 1- بأخذ 10 مل من مستخلص التربة ويعدل pH إلى ما بين (3.5-4) باستخدام حامض الهيدروكلوريك المخفف .
- 2- وتسخن عينة المياه إلى درجة الغليان ثم يضاف إليها 10 مل من كلوريد الباريوم الساخن باستخدام سحاحة مع الرج المستمر للعينة باستخدام رجاج مغناطيسي إلى إن يتم ترسيب جميع الكبريتات على شكل كبريتات الباريوم BaSO₄ .
- 3- ويضاف 2 مل من كلوريد الباريوم للتأكد من ترسيب جميع الكبريتات .
- 4- ترشح العينة باستخدام ورق ترشيح عديم الرماد نوع (42 Whatman) .
- 5- تغسل العينة بالماء المقطر إلى أن يتم التخلص تماما من كلوريد الباريوم الفائض ويتم التأكد من تمام عملية الغسل بإضافة قطرات من نترات الفضة إلى الراشح .
- 6- ينقل ورق الترشح إلى جفنة جافة معلومة الوزن ثم تحرق في درجة 800 درجة مئوية مدة ثلاث ساعات باستخدام جهاز المحرقة ،
- 7- ومن ثم تنقل إلى مجفف زجاجي (Dessicator) إلى أن تبرد ثم توزن وتحسب الكبريتات باستخدام القانون التالي :

$$\text{تركيز الكبريتات ملغرام.لتر}^{-1} = \frac{\text{وزن الراسب بالملغرام}}{411.5 \times \text{حجم النموذج بالملتر}}$$

حجم النموذج بالملتر

ب- الكربونات والبيكربونات (HCO_3^- ، $\text{CO}_3^{=}$):

بطريقة المعايرة مع حامض الكبريتيك (0.01 ع) باستخدام دليل الفينولفثالين لكشف الكربونات فاذا ظهر اللون الزهري نسحج مع حامض الكبريتيك الى ان يختفي اللون . ودليل المثيل البرتقالي لكشف البيكربونات الى ان يتغير اللون من الأصفر الى البرتقالي.

الكربونات بالمليمكافئ/100غم تربة = حجم H_2SO_4 المستهلك في المعايرة X عيارية H_2SO_4

حجم العينة x 100

في حالة عدم وجود الكربونات يطبق القانون التالي :

البيكربونات بالمليمكافئ/100غم تربة = حجم H_2SO_4 المستهلك في المعايرة X عيارية H_2SO_4

حجم العينة x 100

وفي حالة وجود الكربونات يطبق القانون التالي :

نفترض ان حجم الحامض المستهلك لمعايرة الكربونات يساوي X

وحجم الحامض المستهلك لمعايرة البيكربونات هو Y

البيكربونات بالمليمكافئ/100غم تربة = $(Y - 2X)$ x عيارية H_2SO_4

حجم العينة x 100

تقدير ايون الكلوريد في الماء

يعد أيون الكلوريد من الأيونات السالبة المهمة الموجودة في المياه الطبيعية ويكسب الماء الطعم المالح إذا ارتبط مع أيون الصوديوم مكوناً كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) تتصف أملاح الكلوريدات بقابليتها العالية على الذوبان في الماء. إن وجود أيون الكلوريد بتركيز عالٍ في الماء له تأثير سام في المزروعات وتحتوي فضلات المياه المنزلية والصناعية نسبة عالية من الكلوريد، وقد صنفت مياه الري حسب محتواها من الكلوريد الى أربعة اصناف كما في الجدول أدناه:

صنف الماء	تركيز الكلوريدملي مكافئ/لتر	مدى ملائمة الماء
(1) قليل	أقل من 2	الماء صالح للنباتات جميعها تقريباً
(2) معتدل	2-4	الماء صالح للنباتات المتحملة للكلور مع ظهور أضرار طفيفة الى متوسط على النباتات الحساسة للكلور
(3) متوسط	4-8	الماء صالح للنباتات جيدة التحمل للكلور مع ظهور أضرار طفيفة الى متوسط على النباتات الأقل تحملاً للكلور الماء لايزال يصلح للنباتات جيدة
(4) شديد	أكثر من 8	التحمل للكلور التي يمكن أن تظهر عليها أضرار طفيفة الى متوسط

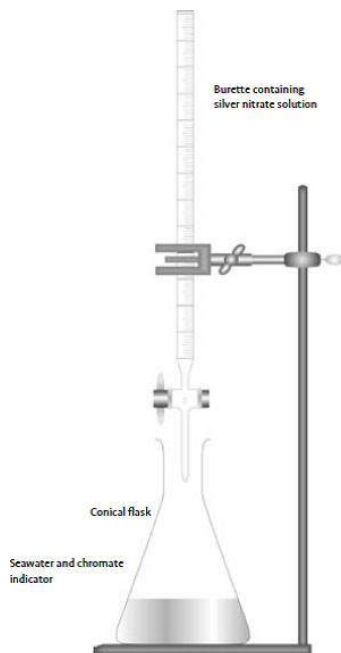
طريقة مور Mohr's Method

تعد طريقة التسحيح (طريقة مور) الطريقة المعتمدة لتقدير أيون الكلوريد في المياه الملوثة من قبل جمعية الصحة الامريكية والهندية والهولندية. حيث تتم بتسحيح 100 مل من عينة الماء مقابل محلول نترات الفضة (0.014 عياري) وباستخدام كاشف كرومات البوتاسيوم لغاية تغير اللون للعينة (البنّي الفاتح) ويعبر عن النتائج بملغرام كلورايد لتر بعد أخذ معدل قرائنتين.

المحاليل المستخدمة:

1. محلول دليل كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 .

يحضر من إذابة (50gm) من كرومات البوتاسيوم K_2CrO_4 في



تقدير ايون الكلوريد في الماء

كمية قليلة من الماء المقطر ثم يضاف إلى المحلول قطرات من محلول نترات الفضة $AgNO_3$ إلى أن يتكون راسب أحمر وأصيحاً. يترك المحلول لمدة 24 ساعة ثم يرشح للتخلص من الراسب ويخفف الراشح إلى لتر بالماء المقطر.

2. محلول نترات الفضة القياسية (0.0141N):

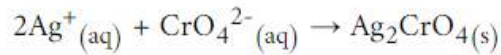
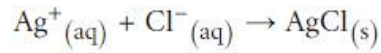
يحضر من إذابة 2.395 غرام من نترات الفضة في قليل من الماء المقطر ثم يكمل الحجم إلى لتر بالماء المقطر ويحفظ هذا المحلول في قناني زجاجية غامقة اللون brown bottle

3. محلول كلوريد الصوديوم (0.0141N)

يجفف مسحوق كلوريد الصوديوم بدرجة حرارة (140) درجة مئوية ولمدة ساعتين، بعدها يبرد ويوزن بدقة 0.8241gm من المسحوق المجفف، يذوب بالماء المقطر في قنينة حجمه سعة واحد لتر.



قبل التسحيح



تدابير العمل (Procedure):

تقدير ايون الكلوريد في الماء

1. يؤخذ 100.0 مل من الماء المقطر ويستخدم مقارناً Blank.
2. يكمل 10.0 مل من ماء العينة إلى 100.0 بالماء المقطر.
3. يضاف 1.0 مل من محلول ثنائي كرومات البوتاسيوم ككاشف إذ يلاحظ ظهور اللون الأصفر.
- 4.



بعد التسحيح

يسحح كل من المحلول المقارن والعينة مع محلول نترات الفضة (0.0141N) لحين ظهور اللون القهوائي.

- يسجل حجم نترات الفضة ويعاد ثلاث مرات.

يعبر عن النتائج بوحدات ملغم لتر⁻¹ باستخدام المعادلة الآتية:

$$\text{حجم العينة} / \text{mg Cl}^-/\text{L} = (A-B) \times N \times 35450$$

حيث:

A = حجم نترات الفضة النازل من السحاحة لتسحيح العينة.

B = حجم نترات الفضة النازل من السحاحة لتسحيح المقارن.

N = عيارية نترات الفضة (AgNO₃) 0.0141N

ملاحظة: M.eq of NaCl = 35.450

ويجب أن تكون pH للماء بمدى 6.5-9. حيث يمكن إزالة شوارد الفضة عند قيمة pH مرتفعة بترسيبها مع شوارد الهيدروكسيد، وعند قيم pH منخفضة يمكن إزالة شوارد الكرومات بواسطة تفاعل حمض-أساس لتشكيل شوارد الكرومات الحامضية أو شوارد ثنائي الكرومات.

المصدر:

APHA (American public Helth Association). (2005). Standard methods for examination of water and wastewater, 21th Ed. Washington DC, USA.

تقدير الاملاح الكلية الذائبة في التربة

الاملاح الذائبة مصطلح يشير الى مكونات التربة اللاعضوية الذائبة في الماء. والتربة المالحة هي التي يؤدي ارتفاع كمية الاملاح الموجودة الى حدوث ضرر في نمو النبات وذلك عن طريق زيادة الشد لماء التربة اذ ينفق النبات المزيد من الطاقة من اجل امتصاص الماء من الترب الملحية اكثر من التر الاعتيادية فتبدو على النبات علامات الجفاف رغم وجود كميات لابأس بها من الرطوبة في التربة. كما ان وجود بعض العناصر التي تكون هذه الاملاح تصبح سامة للنبات اذا ازدادت كمياتها عن حدود معينة.

وهذا لا يعني ان الاملاح هي ضارة في كل الاحوال, فالترب الخصبة تحتوي على الاملاح الا ان تراكيزها تكون مناسبة وبالتالي فان الاملاح هي التي تمد النبات بما يحتاجه من العناصر الغذائية ولذلك فان عملية تسميد التربة في الحقيقة هي اضافة املاح الى التربة ولكن بمقادير مناسبة. مصادر الملاح في التربة :

- (1) ناتج عن تحلل بعض الصخور والمعادن بفعل عوامل التجوية المختلفة (العامل الطبيعي).
- (2) نتيجة استخدام مياه ري تحتوي على تراكيز عالية من الاملاح أو نتيجة رداءة الصرف في التربة فيحدث تراكم للأملاح على سطح التربة نتيجة لتبخر المياه تاركة الاملاح في حالة مترسبة على صورة بقع او قشرة ملحية.
- (3) تسبب حركة الماء الارضي الى الاعلى بفعل الخاصية الشعرية الى زيادة تركيز الاملاح على سطح التربة بعد تبخر الماء من السطح.
- (4) اضافة الاسمدة وبكميات غير مناسبة ايضا يسهم في زيادة تركيز الاملاح في التربة.

ويمكن وضع الترب المتأثرة بالأملاح في فئات اعتماداً على قيم التوصيل الكهربائي EC.

حالة التربة	قيمة الـ (EC) $ds.m^{-1}$
لا توجد مشكلة	اقل من 0,7
التربة قليلة الى متوسطة الملوحة	بين 0,7 – 3
التربة شديدة الملوحة	اكبر من 3

وتتضمن ايونات الاملاح الذائبة ذات العلاقة القوية بالترب المتأثرة بالأملاح هي:

الايونات الموجبة (الكاتيونات) Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+

الايونات السالبة (الانيونات) NO_3^- , SO_4^{2+} , Cl^- , HCO_3^- , CO_3^{2-}

ويعتبر تقدير الاملاح الكلية في التربة من التقديرات الرئيسية الهامة لتحديد درجة ملوحة التربة واختيار المحاصيل الزراعية المناسبة لها. كما ان خطورة الملوحة في التربة لا يقتصر على كمية الاملاح وانما على نوعية تلك الاملاح ايضا, ويتأثر نمو النبات بتركيز الاملاح الذائبة تأثيرا كبيرا ويرجع هذا التأثير الى:

1. تأثير مباشر : مثل زيادة الضغط الازموزي للمحلول الارضي وسمية بعض الاملاح للنباتات.

2. تأثير غير مباشر : مثل تأثير بعض الايونات على امتصاص ايونات اخرى لها اهمية في تغذية النبات, كما يؤدي ارتفاع نسبة الصوديوم المدمص الى سوء الخواص الطبيعية للتربة في حين ان زيادة نسبة الهيدروجين المدمص يؤدي الى خفض درجة تفاعل التربة وهي من الصفات غير المرغوبة لنمو النبات, وتختلف النباتات في مدى تحملها للملوحة حسب نوعيتها.

اهمية قياس درجة ملوحة التربة :

(1) تقدير الاملاح الذائبة لدراسة المكونات الملحية للتربة والماء مهمة في وضع مقاييس الاستصلاح او للأغراض الري.

(2) معرفة الاملاح الذائبة مهم في تثبيت الحدود المثلى للعناصر بشكل دقيق خاصة تلك التي تظهر النقص او الاضطراب الفسيولوجي, فالكمية الزائدة من ايون الكلوريد يسبب ضرراً كما في حالة النقص.

طرق تقدير الاملاح الكلية الذائبة في التربة:

(اولا) الطريقة الوزنية Gravimetric method :

وتعتمد هذه الطريقة على مزج كمية معينة من التربة مع حجم معين من الماء المقطر بنسبة (5:1) تربة : ماء, ثم ترح لمدة نصف ساعة وترشح ويجمع الراشح في جفنة معلومة الوزن وبعد ذلك توضع الجفنة في الفرن على درجة حرارة 105 °م لمدة 24 ساعة حيث يتبخر الماء وتجف تماما وتبقى الاملاح في اسفل الجفنة, وتوزن الجفنة مع الاملاح والفرق في الوزن يمثل وزن الاملاح الذي يحسب كنسبة مئوية (%) أو جزء بالمليون (ppm).

(ثانيا) الطريقة الكهربائية Electrical method :

وهي الطريقة الاسرع والاكثر استعمالا وتعتمد على قياس التوصيل الكهربائي لمستخلص العجينة المشبعة, من المعلوم ان الماء النقي ضعيف في توصيله للتيار الكهربائي بينما الماء المحتوي على املاح ذائبة يوصل التيار الكهربائي بدرجة تتناسب مع ما يحتويه من املاح ذائبة لذلك فان التوصيل الكهربائي يعطي فكرة جيدة عن تركيز المكونات المتأينة في المحلول. والتوصيل الكهربائي هو عكس المقاومة الكهربائية, لذا فالوحدة المستخدمة في التوصيل الكهربائي هي mhos.cm^{-1} , mmhos.cm^{-1} والـ micromhos.cm^{-1} ولكن الوحدة الشائعة في التعبير عن التوصيل الكهربائي هي ds.m^{-1} والتي تساوي mmhos.cm^{-1} .
خطوات العمل :

- (1) يحضر معلق (تربة : ماء) بنسبة (1:1).
- (2) يرشح المعلق باستخدام ورق ترشيح ويستقبل الراشح في بيكر.
- (3) تغسل خلية جهاز التوصيل الكهربائي بالماء المقطر.
- (4) تسجل درجة حرارة المحلول بواسطة المحرار.
- (5) تغمس خلية الجهاز في الراشح وتقرأ مباشرة قيمة التوصيل الكهربائي بـ (ds.m^{-1}).

- (1) تصحح قراءة الجهاز على ضوء درجة الحرارة. اذ تضاف او تطرح من قراءة الجهاز 2% لكل درجة حرارة تزيد او تقل عن 25°م على التوالي.
- (2) اذا تجاوز تركيز الاملاح في المستخلص حدود درجات الجهاز فيجب عمل تخفيف للمحلول ويقراً. فمثلاً تم اخذ 10 مل من الراشح الاصلي واضيف 90 مل ماء مقطر فيكون عدد مرات التخفيف = 10 مرات كما موضح في المعادلة التالية:

$$\text{عدد مرات التخفيف} = \frac{10 \text{ مل من الراشح الاصلي} + 90 \text{ مل ماء مقطر}}{10 \text{ مل من الراشح الاصلي}} = 10 \text{ مرات}$$

فعند قراءة الجهاز بعد التخفيف تضرب بعدد مرات التخفيف.

يمكن تحويل قراءة التوصيل الكهربائي الى نسبة مئوية أو جزء بالمليون أو اية قراءة اخرى.

$$\begin{aligned} \text{مجموع الكاتيونات أو الانيونات ملليمكافئ / لتر} &= 10 \times \text{EC (ds.m}^{-1}\text{)} \\ \text{تركيز الاملاح بالمليغرام / لتر (ppm)} &= 640 \times \text{EC (ds.m}^{-1}\text{)} \\ \text{الضغط الازموزي (atm)} &= 0,36 \times \text{EC (ds.m}^{-1}\text{)} \end{aligned}$$