

Basic Laboratory Parameters For Wast Water Plant Operators

المملكة العربية السعودية



وزارة المياه والكهرباء

MINISTRY OF WATER & ELECTRICITY

اساسيات المختبر لمشغلي الصرف الصحي



المواضيع

- المقدمة
- تصنيف الملوثات في مياه الصرف الصحي
- اثر الملوثات على الانسان
- معالجة مياه الصرف الصحي
- المختبر والتحليل التي تجرى
- معايير اعادة الاستخدام



الماء

الماء مركب كيميائي صيغته (H_2O) وهو لا يوجد في الطبيعة بشكله الكيميائي النقي وإنما يكون محتوياً على شوائب مختلفة أهمها الأملاح المنحلة .

والمياه تعد معجزة من معجزات الخالق سبحانه أودع فيها أسراراً فصار ذا خصائص فريدة ، فهو أكثر المواد وجوداً على الأرض حيث يغطي أكثر من ثلثه أرباع الكرة الأرضية ويملاً المحيطات والبحار والأنهار ويوجد في الهواء وباطن الأرض وهو يدخل في تركيب كل كائن حي فيزن ما يقارب من ثلثي جسم الإنسان وأربعة أخماس ثمار الفواكه، وعلى الرغم أن الماء يشكل حوالي ٩٧% من حجم الكرة الأرضية إلا أن هذا الماء مالح ولا يصلح للاستخدام ، أما الصالح منه فلا يتجاوز ٠,٣% .



تلوث الماء :

يتلوث الماء بكل ما يفسد خواصه أو يغير طبيعته والمقصود بتلوث الماء تدهور مجاري الماء والآبار والأنهار والبحار والأمطار والمياه الجوفية مما يجعل ماءها غير صالح للإنسان أو الحيوان أو النبات أو الكائنات التي تعيش في البحار والمحيطات .

و يتلوث الماء عن طريق المخلفات الإنسانية والنباتية والحيوانية والصناعية التي تلقى فيه أو تصب في فروعه كما تتلوث المياه الجوفية نتيجة تسرب مياه المجاري إليها بما فيها من بكتيريا وصبغات كيميائية ملوثة .

وتعتبر مياه الصرف الصحي من أكثر ملوثات الماء والبيئة خطورة وبخاصة على الإنسان ويرجع سبب خطورتها إلى كونها تحتوي على العديد من أنواع الملوثات الضارة ولا شك في أن هذه الملوثات إذا ما تسربت إلى بيئة فإنها تؤدي إلى إحداث خلل في اتزانها الأمر الذي يتطلب إجراء معالجة لهذه المياه للحد من خطورتها وخطورة تسربها إلى مياه الشرب ، مما يسبب خطورة على صحة الإنسان إذ قد تنتقل بواسطتها الكائنات الحية التي تسبب الإصابة ببعض الأمراض مثل التيفوئيد والباراتيفوئيد والكوليرا والحمى السحائية والدزنتاريا وغيرها .



مياه الصرف الصحي وطرق معالجتها

على الرغم من أن مشاريع الصرف الصحي بشكل عام ومحطات المعالجة بشكل خاص تتصف بالكلف العالية وبأنها مشاريع غير إنتاجية إلا أن لها منعكسات كبيرة على الاقتصاد الوطني من خلال حماية الإنسان وهو عنصر الإنتاج الأول ، حيث أن رفع التلوث عن المسطحات المائية والمياه الجوفية وري المزروعات بالمياه النظيفة يقي الإنسان من الأمراض المختلفة ويبقيه صحيحاً معافى بإذن الله قادراً على الإنتاج ويقلل الإنفاق على العلاج للأمراض الناجمة عن المياه الملوثة ، عملية بناء محطات معالجة مياه المجاري هي خطوة إيجابية وحضرية على طريق تحسين البيئة والمحافظة عليها . والمملكة هي إحدى الدول التي تواجه أصعب التحديات في توفير مصادر المياه وذلك للزيادة السنوية للسكان والارتفاع المطرد على الطلب ولانعدام المصادر الطبيعية للمياه كالأنهار والبحيرات ولقلة الأمطار ، وحيث أن من المعلوم أن حوالي (٨٠%) من المياه الموزعة للاستهلاك الآدمي تصرف بعد استعمالها كمياه صرف صحي ومن هذا المنطلق صدر الأمر السامي الكريم رقم م/٦ في ١٤٢١/٢/١٣ هـ القاضي بالموافقة على نظام مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها كمصدر مياه مساند وفق اشتراطات ولوائح معينة .

مياه الفضلات :

يطلق تعبير مياه الفضلات على كافة أنواع المياه المبتذلة الناجمة عن مختلف الفعاليات المنزلية والتجارية وتضاف إليها في المدن الكبرى الفضلات الصناعية ، وتتشكل مياه الفضلات عامة من حوالي (٩٩%) من الماء و (١%) من الشوائب والملوثات الضارة ويطلق تعبير مياه المجاري Sewage عادة على مياه الفضلات المنقولة بشبكة المجاري العامة إلى محطة المعالجة أو إلى مصب طبيعي بعيد عن المدينة .

تصنيف الملوثات في مياه الفضلات Pollutants



على الرغم من أن نسبة الملوثات والشوائب المختلفة الموجودة في مياه المجاري لا تشكل أكثر من (١%) من إجمالي هذه المياه إلا أنها تعتبر مصدراً هاماً للتلوث البيئي ومعظم الأمراض السارية التي تشكل خطراً على الصحة العامة وتوجد هذه الملوثات على حالتين هما الذائبة **Dissolved** والمعلقة **Suspended** وتركيز الملوثات الكلي يقال له **المواد الصلبة الكلية Total solid** ومن أمثلة المواد العالقة (الدهون – الكربوهيدرات – البروتينات – المنظفات الصناعية) أما المواد الذائبة فهي (السكريات – الأحماض الأمينية والمنظفات المختلفة) .

ويمكن تصنيف الملوثات في مياه المجاري بشكل عام كما يلي :-

١- ملوثات فيزيائية :

وهي المواد الصلبة العالقة التي يمكن إزالتها بعمليات بسيطة كالترسيب ومن أهمها (الحصى والرمال) .

٢- ملوثات كيميائية :

وهي العناصر الهامة من عناصر التلوث في مياه الفضلات وتعتبر الجزء الأساسي في مياه الفضلات الصناعية ويصعب التخلص من قسم كبير منها بعمليات معالجة بيولوجية تقليدية وتنحصر هذه الملوثات بالأصناف التالية :



أ-المواد العضوية :

وهي المواد الناتجة من فضلات الطعام والصناعات المختلفة ومن هذه المواد (الهيدروكربونات - الزيوت - الشحوم - المبيدات الحشرية - الفينول - البروتينات) .

ب -المواد اللاعضوية :

وتتجم عن بعض المركبات الكيميائية اللاعضوية ومن هذه المواد (الأملاح الذائبة - الكلوريدات - المواد الحمضية والقلوية - المعادن الثقيلة - النيتروجين - الفسفور - الكبريت) .

ج -الغازات :

وتتجم عن بعض التفاعلات البايوكيميائية ومنها (كبريتيد الهيدروجين - الأمونيا - الميثان - الأيثان) .



٣- الملوثات البيولوجية :

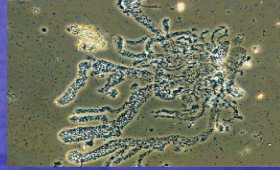
وتعتبر أهم أنواع الملوثات الموجودة في مياه الفضلات مثل ناقلات العدوى ومسببات الأمراض وبعض الديدان والكائنات الدقيقة الأخرى . ويمكن تقسيمها إلى التالي :-

أ- الفيروسات :

كائنات حية لا خلوية صغيرة جداً لا ترى إلا بالمجهر الإلكتروني مكبرة ١٥٠,٠٠٠ – ٥٠٠,٠٠٠ مرة . حجمها 0.0015 ميكرومتر .

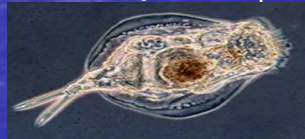
ب- البكتريا :

كائنات حية (وحيدة الخلية) مجهرية حجمها ١-٢ ميكرومتر تستهلك المادة العضوية بشكل مذاب وغروي لأجل طاقتها ونموها .



ج- الأوليات :

كائنات هوائية أكبر حجماً من البكتريا تؤدي وظائفها مثل القمام وتستهلك البكتريا — الخمائر-الكائنات الميكروبية الأخرى غذاء لها .



د- الفطريات :

كائنات حية خلوية عضوية التغذية تمتص غذائها بشكل مذاب وهي ضرورية في عملية المعالجة البيولوجية لمياه الصرف ، حيث تستخدم كجزء من المحيط الفعال في الحماة المنشطة .

و- الطحالب :

تحتوي على الكلوروفيل وتستخدم الطاقة الشمسية لتقوم بعملية التركيب الضوئي وتمتص ثاني أكسيد الكربون بمقدار أكثر .

أثر الملوثات على الإنسان Influences of Pollutants

استخدام مياه المجاري بدون معالجة يرتبط دائماً بالتسبب بالأمراض المعوية وبالتالي انتشارها بين الناس ، حيث يفرز الإنسان في برازه العديد من الكائنات الحية الدقيقة ومن ضمنها مسببات الأمراض Pathogens والتي تكون في براز الممرض وحاملي العدوى وينتقل البراز إلى نظم تجميع المخلفات المنزلية التي تتولى تصريفها بعد معالجتها وقد يحدث أن تصرف هذه المخلفات بدون إبادة ميكروباتها إلى مصادر مياه الشرب أو قد تتم الإبادة بشكل جزئي مما ينشأ عنها انتشار الأمراض وتعتبر الأميبيا والأسكارييس والانسيلوستوما من الطفيليات المعوية الموجودة في مياه المجاري وهي التي تسببت بالموت حسب نشرات منظمة الصحة العالمية حيث بينت أن عدد المصابين بدودة الأسكارييس بلغ عام ١٩٨٩م حوالي ٩٠٠ مليون شخص .

ومن الأمثلة على انتشار الأمراض بسبب تلوث مياه الشرب هو اندلاع الكوليرا في أوروبا وانتشارها وانتشار وباء السالمونيلا في كاليفورنيا عام ١٩٦٥م وسريان وباء التهاب الكبد الوبائي في الهند ١٩٥٥م وحدوث مرض الدوزنتاريا بالطريقة الجماعية في ولاية مدي ستون الأمريكية عام ١٩٤٣م كذلك انتشار أمراض التيفوئيد والبلهارسيا وفعلياً فإن انتشار العوامل الممرضة بواسطة الري بمياه المجاري يمكن منعه عن طريق المعالجة المناسبة لمياه المجاري والتخلص من الحماة والتي تتطلب درجة إزالة مرتفعة للعوامل الممرضة .

معالجة مياه الصرف الصحي



محطات معالجة مياه الصرف الصحي

تعريف محطة معالجة مياه الصرف الصحي هي كافة المنشآت التي تبنى في موقع معين لغاية أكسدة المواد العضوية الموجودة فيها وفصل الشوائب الصلبة عن المياه التي يمكن تصريفها بعدئذ ومن دون ضرر بالصحة العامة أو إعادة استخدامها مرة أخرى بعد القضاء على مختلف الملوثات الجرثومية فيها.

تعتبر محطات المعالجة ليست وليدة الحاضر وإنما برزت الحاجة إليها منذ فترة طويلة من الزمن فخلال القرن التاسع عشر وبسبب التصريف المستمر للمياه الملوثة الخام إلى الأنهر والمسطحات المائية وإلى الأراضي انتشر التلوث بشدة وتفشت الأمراض مما دفع إلى إنشاء أنظمة الصرف الصحي وأنظمة المعالجة وصدرت التشريعات اللازمة بذلك وكانت أول محطة معالجة في العالم ظهرت في بريطانيا عام (١٨٨٥م) وتبعها الولايات المتحدة والتي تطورت فيها محطات المعالجة .



الهدف من محطات المعالجة :

إن الهدف الأهم من معالجة مياه الصرف الصحي هو القضاء على العوامل الممرضة والتي تضر بالصحة العامة ، وبشكل عام فإن الهدف من المعالجة يشمل :

- حماية المصادر المائية (الجوفية والسطحية) .
- منع انتشار الأمراض .
- حماية الثروة الحيوانية المائية .
- منع الترسبات ضمن المسطحات المائية .
- منع الأذى والإزعاج الناجم عن مياه الصرف .

الاستفادة من المياه المعالجة :

بدأ استعمال المخلفات السائلة في الزراعة عموماً في استراليا وفرنسا وألمانيا والهند والولايات المتحدة في أواخر القرن التاسع عشر وخلال العشرين سنة الماضية حدث تطور كبير في الاهتمام باستخدام المخلفات السائلة وقامت العديد من البلدان بوضع المعايير البيولوجية بالغة الصرامة لإعادة استخدام المياه المعالجة وفيما يلي أهم استخدامات المياه المعالجة :

- ١- الاستخدامات الصناعية .
- ٢- الاستجمام ، إنشاء بحيرات اصطناعية لتربية الأسماك أو الأعمال الترفيهية .
- ٣- التصريف إلى المياه الجوفية ، شحن المياه الجوفية يتضمن تأمين معالجة أعمق والتعويض عن المخزون المائي الجوفي وزيادة المستودعات المائية .
- ٤- شحن الأراضي السبخة : حيث تعمل كمكيف للتربة مما يزيد قدرة التربة على تخزين الماء .
- ٥- ري المزروعات المروج والحدائق والملاعب – المناظر الطبيعية .
- ٦- استخدامات متفرقة : غسيل المراحيض – مياه إطفاء الحرائق – في البناء – غسيل شبكات المجاري .



المختبر والتحليل التي تجرى

يقوم المختبر باستلام العينات التي تمثل مختلف مراحل المعالجة من قسم التشغيل ويبادر بتحليلها وفق الأساليب العلمية المتبعة والمتعارف عليها عالمياً وبناء على نتائج التحاليل التي تبين كفاءة مختلف وحدات المعالجة بالمحطة يعطي المشورة لقسم التشغيل لمحاولة رفع كفاءة وحدات المعالجة التي تظهر عليها بعض القصور عن الكفاءة المصممة لها وفقاً للمعايير المستخدمة عالمياً.

معايير قياس المحتوى العضوي في الصرف الصحي

هناك معايير أو طرق يقاس بها المحتوى العضوي في المخلفات المائية ومن أهمها وأكثرها انتشاراً هي : الحاجة البيولوجية للأكسجين (BOD) والحاجة الكيميائية للأكسجين (COD) والكربون العضوي الكلي (TOC) .

التحاليل التي يقوم بها المختبر :

- الأكسجين الحيوي المستهلك (BOD) .
- الأكسجين المستهلك كيميائياً (COD) .
- الكربون العضوي الكلي (TOC)
- تركيز المواد الصلبة العالقة (TSS) والمواد الصلبة الكلية .
- النتروجين العضوي بطريقة TKN
- الأمونيا .
- النترات .
- النتريتات .
- الفوسفات .
- القلوية .
- الحموضة .
- الكلوريدات .
- قياس الزيت .
- تحاليل الحمأة .
- الأحماض المتطايرة .
- الاختبارات المايكروبيولوجية .



١- اختبار الأكسجين الحيوي المستهلك في خمسة أيام (BOD5)

Biological Oxygen Demand

BOD / هو كمية الأكسجين الممتص واللازم لأكسدة المواد العضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي بواسطة الكائنات الحية الدقيقة خلال خمسة أيام عند درجة حرارة ٢٠ م .

فهو مطلب الأكسجين الذي تحتاجه البكتيريا في أكسدة وهضم المواد العضوية **Decomposition** وتحويلها إلى مواد بسيطة يسهل التخلص منها ، لذا فهو يكافئ كمية (تركيز) المواد العضوية في العينة وعليه فهو أهم مؤشر لقياس الحمل العضوي للعينة وبالتالي دلالة على مدى تلوث المحطة بالمواد العضوية معبراً عنه بالمليجرام /لتر

طريقة إجراء التجربة :

في هذه التجربة يتم قياس **الأكسجين الذائب Dissolved Oxygen** مرتين بواسطة جهاز قياس الأكسجين الذائب وذلك لنفس العينة حيث يقاس في المرة الأولى ويرمز له بالرمز **(BOD ON)** ثم بعد خمسة أيام من وضع العينة في الحاضنة Incubator عند درجة حرارة ٢٠ م تستخرج العينة ويقاس الأكسجين الذائب ويرمز له بالرمز **(BOD off)** وبايجاد الفرق بينهما نستطيع إيجاد النقص في الأكسجين نتيجة عملية الهضم والذي يكافئ كمية المادة العضوية ، خلال هذه المدة (خمسة أيام) يتم أكسدة المواد الكربونية فقط عن طريق البكتيريا الهوائية دون المواد النتروجينية وعلى هذا الأساس فإن هذا الاختبار يختص بالمواد العضوية الكربونية وليس غير العضوية .



5100

9.57
7.71°C

TUE
K7
KIMBLE
U.S.A.
15014

TUE
GAS

TUE
6B

TUE
6B

TUE
6B

$$\text{BOD} = (\text{BOD off} - \text{BOD on}) \times \text{معامل التخفيف} = \text{مليجرام / لتر}$$

في هذا الاختبار يتم عمل مياه التخفيف للعينة وذلك حتى لا يكون عدد البكتيريا في المياه الخام كبير وبالتالي يستهلك جميع الأكسجين ويعطي النتيجة صفر .

بالإضافة إلى أننا نقوم بتزويد مياه التخفيف بالمواد الكيميائية التالية :

CaCl_2 , MgSO_4 ، فوسفات بفر $\text{Po}_4 (\text{KH}_2\text{Po}_4)$ ، FeCl_4

لأنها تعتبر من المواد المغذية للبكتيريا وتعمل على المحافظة على الـ PH لمياه التخفيف وجعلها عند الدرجة المناسبة لتكاثر البكتيريا $\text{PH} = 7,2$.

في مرحلة المعالجة الأولية في أحواض الترسيب يتم التخلص من المواد الصلبة العالقة والطافية في مياه الصرف ويتم إزالة مطلب الأكسجين الحيوي BOD من ٣٥% - ٤٠%

أما في مرحلة المعالجة الثانوية بعد استخدام الأحياء المجهرية للتغذي على المواد العضوية وكذلك الترسيب في أحواض الترسيب الثانوية يتم إزالة الـ BOD بنسبة ٨٥% - ٩٠%

٢- اختبار الأكسجين المستهلك كيميائياً (COD) Chemical Oxygen Demand

COD / هو كمية الأكسجين اللازم لأكسدة المواد العضوية القابلة للأكسدة كيميائياً باستخدام عامل مؤكسد قوي .

يعتبر هذا الاختبار طريقة غير مباشرة لمعرفة الحمل العضوي حيث أن الأكسجين الكيميائي الممتص يكافئ كمية المواد العضوية ، وبالتالي يدل على مقدار التلوث الكيميائي حيث يتم أكسدة المواد العضوية البسيطة التركيب وكذلك المعقدة التركيب والتي لا تستطيع البكتريا أكسدتها وأيضاً المواد الغير عضوية القابلة للأكسدة وعلى هذا وجد أن هناك علاقة مباشرة بين الـ COD والـ BOD حيث تكون قيمة COD أعلى بنسبة ١,٧% في مياه المجاري المنزلية (Domestic Waste) عنها في مياه مجاري المخلفات الصناعية (Industrial Waste) حيث تكون النسبة ٢% ، لذلك متى ما عرفنا قيمة الـ COD يمكن معرفة الـ BOD علماً أن اختبار الـ COD سريع لأنه ينتهي في نفس اليوم ولا حاجة لنا في انتظار نتيجة تحليل الـ BOD لخمسـة أيام وليس معنى هذا أن اختبار الـ BOD ليس مهماً بل على العكس هو يدلنا على مدى تواجد المواد العضوية وكميتها .

طريقة إجراء التجربة :

يتم إضافة عامل مؤكسد قوي للعينة وهو داي كرومات البوتاسيوم ($K_2Cr_2O_7$) بوجود عامل مساعد مثل **كبريتات الفضة** (Ag_2SO_4) والتي تسهل أكسدة المركبات العضوية الأليفائية ذات السلاسل الطويلة . Chain Aliphatic compounds
مثل : $-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-$

ولكن إضافة Ag_2SO_4 يؤدي إلى تكون بعض الرواسب نتيجة اتحادها مع الهاليدات (الكلور – اليود – البروم – الفلور) لذا يضاف إلى التفاعل **كبريتات الزئبق** ($HgSO_4$) التي تمنع ترسب الهاليدات عن طريق تكوين مركبات معقدة معها complex compounds لهذا لا بد من إضافة $HgSO_4$ أولاً .

في هذا الاختبار يتم استخدام طريقة الهضم المغلقة (Closed reflux) وحامض الكبريتيك كوسط حمضي .





٣- تجربة الكربون العضوي الكلي (TOC) Total Organic Carbon

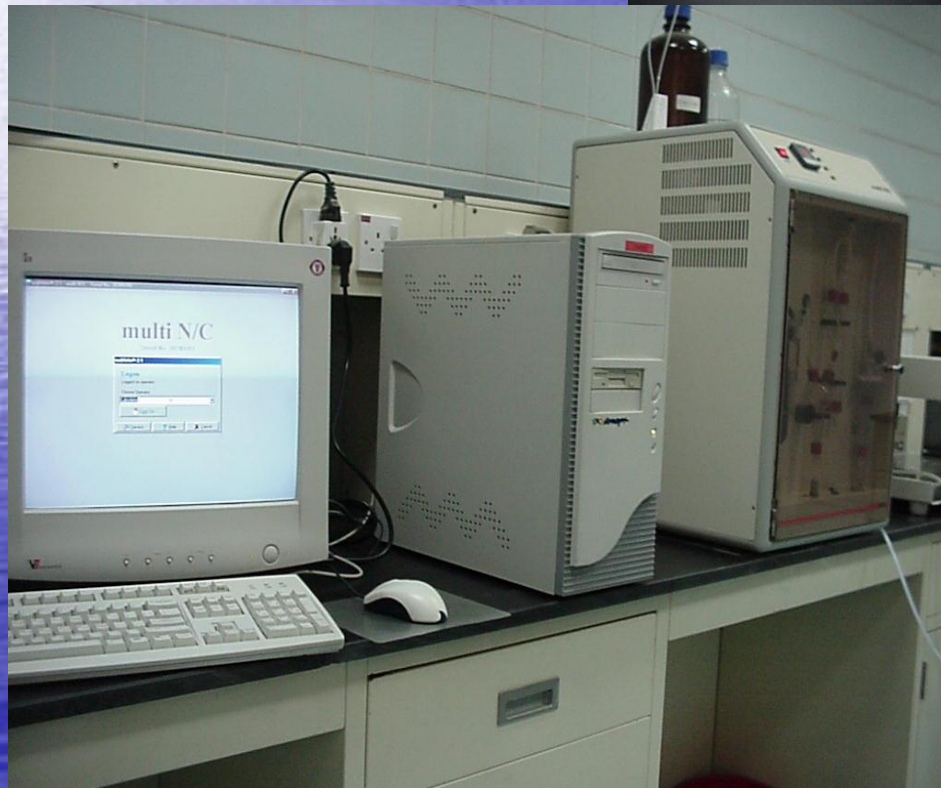
هذا الاختبار واسع الانتشار لسهولة ودقته ويعتبر روتينياً في معامل تقييم المخلفات في محطات المعالجة ، حيث يتم أخذ ٢٠ مل من العينات بعد ترشيحها ووضعها في جهاز (TOC) ليتم سحب كمية بسيطة إلى الجهاز يعمل الجهاز على حرق العينة بما تحتويه من مواد عضوية وغير عضوية بدرجة حرارة ٨٠٠ م° بوجود الأوكسجين ليتم تحويل العينة والكربون الموجود فيها إلى غاز CO₂ ومنه يتم تقدير كمية الكربون الكلي TC (عضوي + غير عضوي) وبوجود المواد الحافزة وحمض الفسفوريك يتم تقدير الكربون غير العضوي IC (حيث يتواجد على هيئة كربونات يتم تحويلها إلى CO₂) ومن الحسابات يمكن معرفة الكربون العضوي OC أو مجموع الكربون العضوي TOC .

٤- تجربة العكارة Turbidity

العكارة تستخدم لتقدير مدى نقاوة المياه حيث تتواجد العكارة لوجود المواد العالقة ذات حجم كبير ويتم قياس العكارة بوحدة

N.T.U NEPHLEOMETRY TURBIDITY UNIT

وتقاس بالمختبر بجهاز قياس العكارة الذي يعتمد على تشتت الضوء المرئي عند مراره بالعينة نتيجة لوجود المواد العالقة.





٥- تجربة المواد العالقة (TSS) Total Suspended Solid

هي المواد التي تكون عالقة في مياه الصرف الصحي والتي يمكن ترسيب معظمها وغالباً ما تتكون من مواد عضوية

أ - الكربوهيدرات : سكريات وسيليلوز .

ب - الأحماض الدهنية : حمض الفورميك وبروبونيك وغيرها - أملاح الأحماض العضوية

ج - المركبات العضوية النتروجينية : بروتينات وأحماض أمينية .

د - والأملاح المعدنية وغيرها .

هذه المواد العالقة لا تمر عبر ورق الترشيح أثناء تحليل العينة في المختبر بعكس المواد الذائبة ، وتكون معظمها من المواد العضوية . لذا فهذا الاختبار يعد مؤشر كذلك للحمل العضوي في مياه المجاري ، وغالباً ما يتم ترسيب هذه المواد في أحواض الترسيب الأولية عن طريق الجاذبية الأرضية تبعاً لحجم الجزيئات وكثافتها ، حيث يمكن التخلص من ما نسبته ٤٠ - ٦٠ % من هذه المواد في هذه المرحلة ، أما المتبقي منها فيمكن التخلص منه في المرحلة الثانية من المعالجة بواسطة أكسدتها في أحواض التهوية بوجود الكائنات الدقيقة ومن ثم ترسيبها في أحواض الترسيب الثانوية .

طريقة إجراء التجربة :

طريقة إجراء هذه التجربة في المختبر فهي بسيطة للغاية حيث يتم قياس نسبة المواد العالقة بالمليجرام / لتر لجميع مراحل المعالجة عن طريق ترشيح العينة بورق ترشيح خاص ذو فتحات ذات حجم (١,٢) ميكرومتر ثم يتم تجفيف العينة للحصول على وزن ثابت عند درجة حرارة ١٠٥ م لمدة ساعتين وفيها تترسب المواد العالقة على ورقة الترشيح علماً أننا نقوم بوزن ورقة الترشيح مبدئياً (بميزان حساس) ثم بعد ترسب المواد العالقة عليها وتجفيفها نزنها مرة أخرى ويكون الفرق بين الوزنين هو كمية المواد العالقة.

تركيز المواد العالقة بالمليجرام / لتر =

(وزن ورقة الترشيح بعد تجفيفها - وزن ورقة الترشيح) مليجرام × ١٠٠٠

حجم العينة (مل)

أما قياس نسبة المواد الصلبة الكلية **Total Solid** والتي تتكون من (مواد عالقة + مواد ذائبة) فتتم بصورة أسهل حيث يتم أخذ حجم معين من مياه الصرف وتوضع في بوتقة بعد وزنها وهي فارغة وتوضع في فرن ذو درجة حرارة ١٠٥ م وبعد جفاف العينة وتبخر السوائل نزن البوتقة مرة أخرى ويكون الفرق بين الوزنين هو كمية المواد الصلبة .

تركيز المواد الصلبة الكلية بالمليجرام / لتر =

وزن البوتقة بعد التجفيف - وزن البوتقة فارغة × ١٠٠٠

حجم العينة (مل)

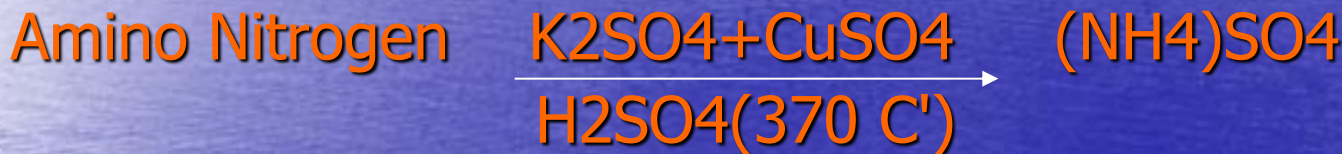
٦- تجربة قياس النتروجين العضوي (TKN) Total kjeldahl Nitrogen

يعد وجود النتروجين بنسب بسيطة أمراً ضرورياً للكائنات الدقيقة حيث يدخل في التركيب الخلوي لهذه الكائنات ولكن عموماً وجود النيتروجين بنسب وصور معينة يعد أحد مظاهر التلوث .

ويوجد النتروجين في عدة صور في مياه الصرف الصحي كنتيجة لعمليات التحول البايوكيميائي . حيث يوجد على شكل **أمونيا** في المياه الخام (NH_3) ثم في مراحل المعالجة على صورة **نيتريت** (NO_2) وأخيراً على صورة **نترات** (NO_3) . وتعتبر عملية تحول النتروجين خلال هذه الصور (والتي تسمى دورة النيتروجين في مياه الصرف الصحي) هي عملية أكسدة كما أن أهم مصدر للنتروجين هو المخلفات العضوية النتروجينية والتي هي في حقيقتها أحماض أمينية وبروتينات .

طريقة إجراء التجربة :

في هذا الاختبار يتم تقدير مدى التلوث بمياه الصرف الصحي حيث أن تركيز النتروجين العضوي Organic Nitrogen يتناسب طردياً مع المخلفات العضوية النتروجينية ، وفيها يتم تحويل كل النيتروجين العضوي إلى الأمونيا في عملية الهضم بوجود وسط حمضي وعوامل مساعدة مثل كبريتات البوتاسيوم والنحاس عند درجة حرارة ٣٧٠ م° .



يتم استخلاص الأمونيا من $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ بواسطة NaOH حيث تنزل بالتبخير على شكل قطرات عند PH في مدى ٩,٥ إلى ١٠ .



وأخيراً تتم معايرة الأمونيا بحمض الهيدروكلوريك بوجود كاشف (الدليل) حمض البوريك .





٧- تجارب الأمونيا والنترت والنترات

تعتبر (NO_3 , NO_2 , NH_4) هي إحدى مركبات نواتج التحلل البايوكيميائي للمواد العضوية النتروجينية (البروتينات ، الأحماض الأمينية – الأميدات ... الخ) في مياه الصرف الصحي ، لذا فإن قياس كمية هذه النواتج يعطي فكرة واضحة عن مدى تلوث المياه بهذه المواد بالإضافة إلى كفاءة مراحل المعالجة ، فإذا ما علما أن هذه المركبات تنتج من تحلل المواد العضوية النتروجينية (في ما يسمى بدورة النيتروجين) بفعل البكتريا الهوائية عن طريق الهضم والأكسدة .



وهي بذلك تدل على نشاط وكفاءة البكتريا وكفاءة الأكسدة .

وهذا يقودنا إلى الحديث عن عملية إزالة النيتروجين بعمليات النترة وإزالة النترة . وكل هذه العمليات تجري في أحواض التهوية والتي تعتبر المفاعل الحيوي للمحطة .

قلنا سابقاً أن المواد العضوية يتم أكسدتها وهضمها بفعل البكتريا الهوائية ففي أحواض التهوية يتم أكسدة المواد وتحويلها إلى مواد بسيطة التركيب يسهل ترسيبها في حوض الترسيب الثانوي .



وتستهلك البكتريا المواد العضوية في التركيب الخلوي لإنتاج بكتريا جديدة.



تتم عمليات الهدم الحيوي الهوائية في هذا المفاعل مما يؤدي إلى تحول الملوثات العضوية إلى كتل حية أو ما يسمى **بالندف Floccs** (تتكون من الكائنات الحية الدقيقة النامية وخصوصاً البكتيريا) قابلة للتسيب والانفصال عن المياه وهي محملة بقرابة ٩٥ ٪ من المواد العضوية التي كانت ذائبة وعالقة بها بالإضافة إلى العديد من الملوثات الأخرى التي يمكن أدمصاصها على هذه الكتل الحية وبالتالي إزالتها .

وعليه فإن ضعف نمو وتكون الندف Floccs ينتج عنه تعكر المياه الخارجة من أحواض الترسيب الثانوي

إن هذه النظم التي تعتمد على الحماية المنشطة ، والكائنات الحية الدقيقة معرضة للمشاكل نتيجة نمو الأحياء الدقيقة غير المرغوب فيها ومن أكثرها البكتيريا المسؤولة عن تكون **الرغوة الثابتة Stable Foam** أو **التكتل Bulking** والتي يؤدي نشؤها إلى ضعف عملية انفصال الكتل الحية عن المياه المعالجة أثناء عملية الترسيب الثانوي .

أما عمليات **النترنة Nitrification** و**إزالة النترنة Denitrification** فهي عمليات تجري بشكل خاص لإزالة النتروجين وهي تعتبر طريقة معادلة للحماية المنشطة .





النترتة :

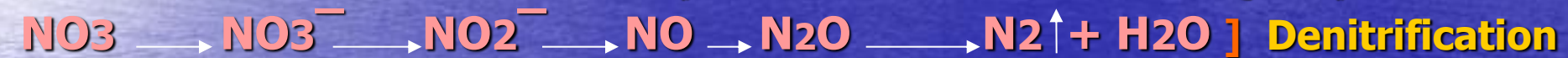
في هذه المرحلة يتم تحويل الأمونيا إلى نترات تحت الشروط الهوائية وذلك عن طريق بكتريا النترزوموناس وبكتريا النتروباكتتر



النترتة تتم بزيادة مدة التهوية عن المدة المتعارف عليها في الحماة المنشطة .

إزالة النترتة :

في هذه المرحلة يتم إزالة النترات لاهوائياً ، (في الأحواض اللاهوائية) إلى غاز النتروجين، في وجود مصدر كربوني كمانح للإلكترون مثل ال COD البيولوجي .



وفي بعض الاحيان يتم الاعتماد على مصدر كربوني خارجي كالميثانول.



حيث يتم إزالة ٩٠% - ٩٥% من النتروجين.

ولكن قد تحدث مشاكل نتيجة حدوث هذه العملية الأخيرة في أحواض الترسيب الثانوية بدلاً من أحواض التهوية نتيجة قلة التهوية أو زمن المكوث .

في المختبر يتم إجراء هذه التجارب (NH_3 , NO_2 , NO_3) آلياً ، بواسطة المعايرة الضوئية الآلية باستخدام الكمبيوتر مع تواجد الكواشف الكيميائية .

Fig-2 : Schematic Flow Diagram of R.S.T.P. (North Plant)
Capacity = 200,000 m³/d

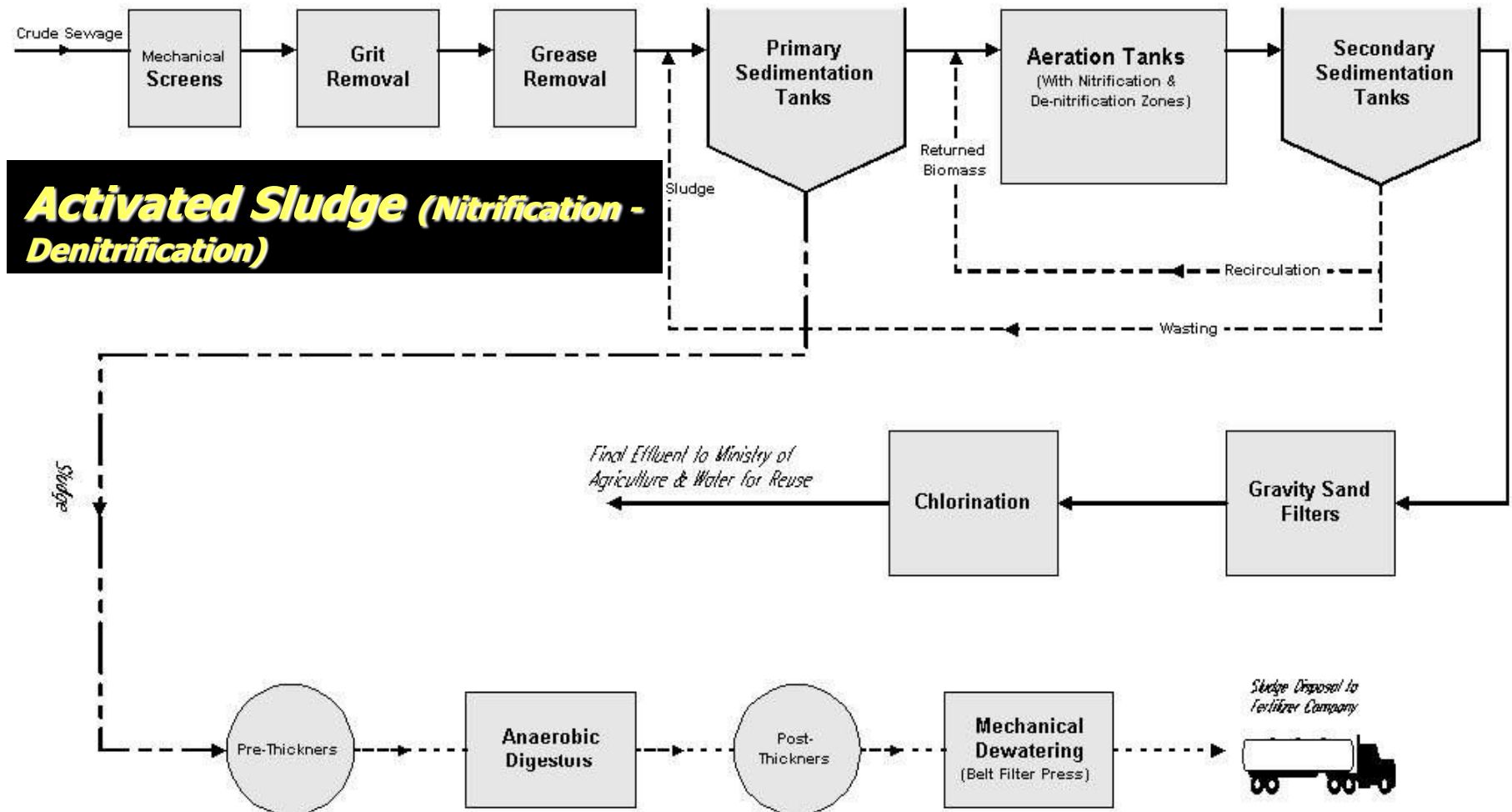
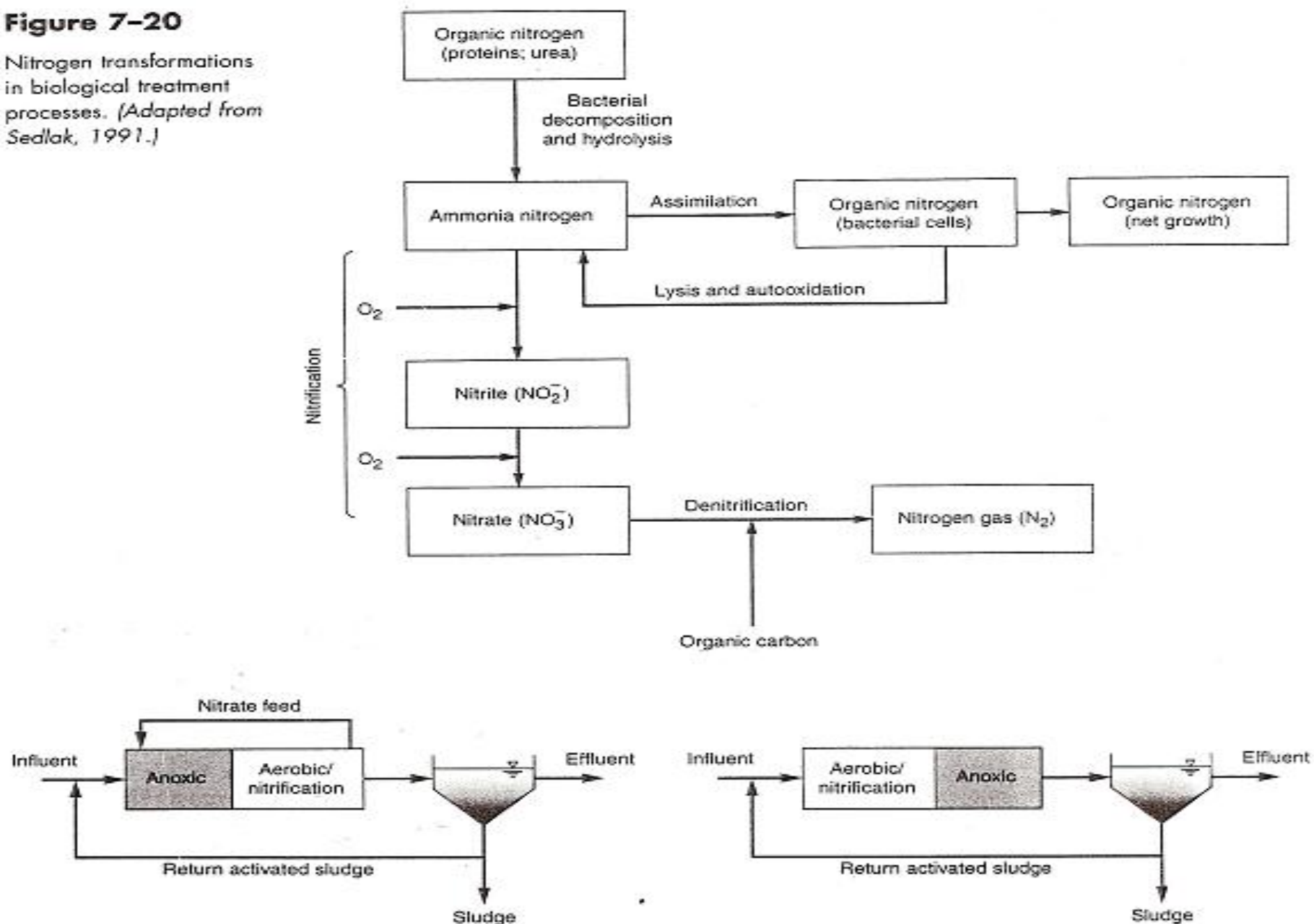
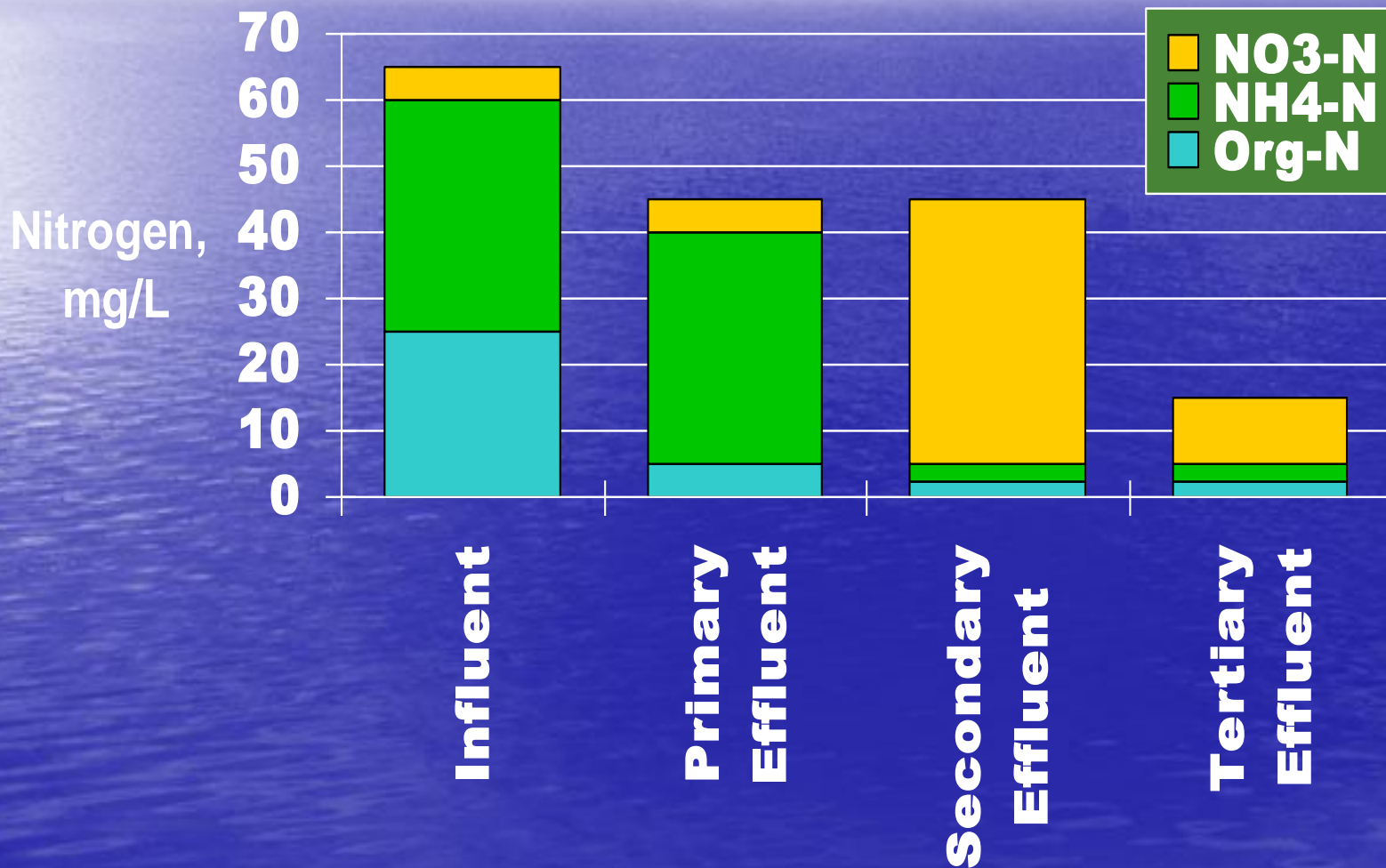


Figure 7-20

Nitrogen transformations in biological treatment processes. (Adapted from Sedlak, 1991.)









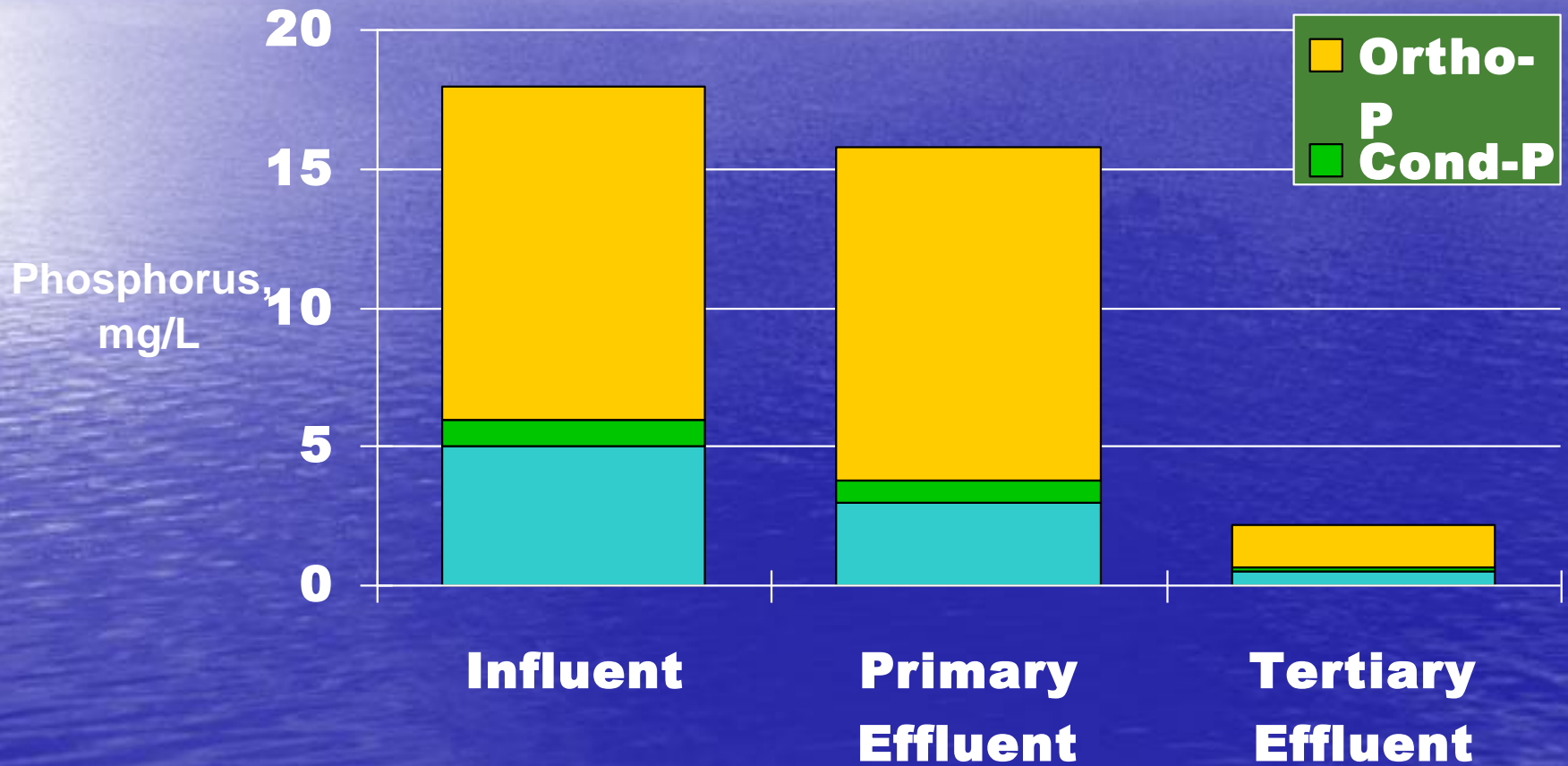
٨- تجربة الفوسفات PO4

يعتبر **الفسفور (P)** أحد العناصر الرئيسية للمواد الغذائية للكائنات الدقيقة حيث يدخل في تبادل الطاقة ضمن الخلايا لهذا الكائنات ويوجد الفسفور في مياه الصرف الصحي على شكل فسفور عضوي أو بولي فوسفات PO4 وعموماً فإن أحواض الترسيب الأولية تعمل على إزالة الفسفور بنسبة ١٠% - ٣٠% أما في أحواض التهوية وبوجود مناطق هوائية ولا هوائية فإن البكتيريا تعمل على امتصاص الفسفور حيث لا يستخدم فقط لأجل الحفاظ على الخلايا الحية وتكاثرها وإنتاج الطاقة ولكن أيضاً يخزن ضمن الخلايا من أجل الاستخدام اللاحق وعموماً يتم في هذه المرحلة التخلص مما نسبته ٢٠% - ٤٠% من الفسفور .

أما طريقة إجراء التجربة فهي تتم بعمل محاليل ملونة بأخذ ١ مل من العينة بعد الترشيح وإضافة الكواشف التالية لها .

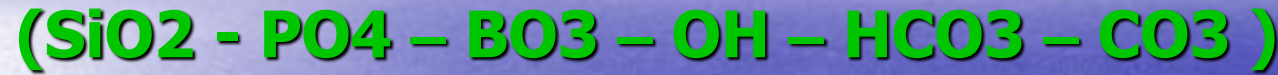
(حامض الكبريتيك + موليبيدات الأمونيوم + بوتاسيوم انتومي تارترات + حامض الأسكوربيك)

حيث تعطي هذه الكواشف اللون الأزرق والذي تتناسب شدته مع تركيز الفوسفات ويقاس هذا اللون بجهاز الأشعة فوق البنفسجية عند طول موجي ٨٨٠ نانومتر.



٩- تجربة قياس القلوية Alkalinity

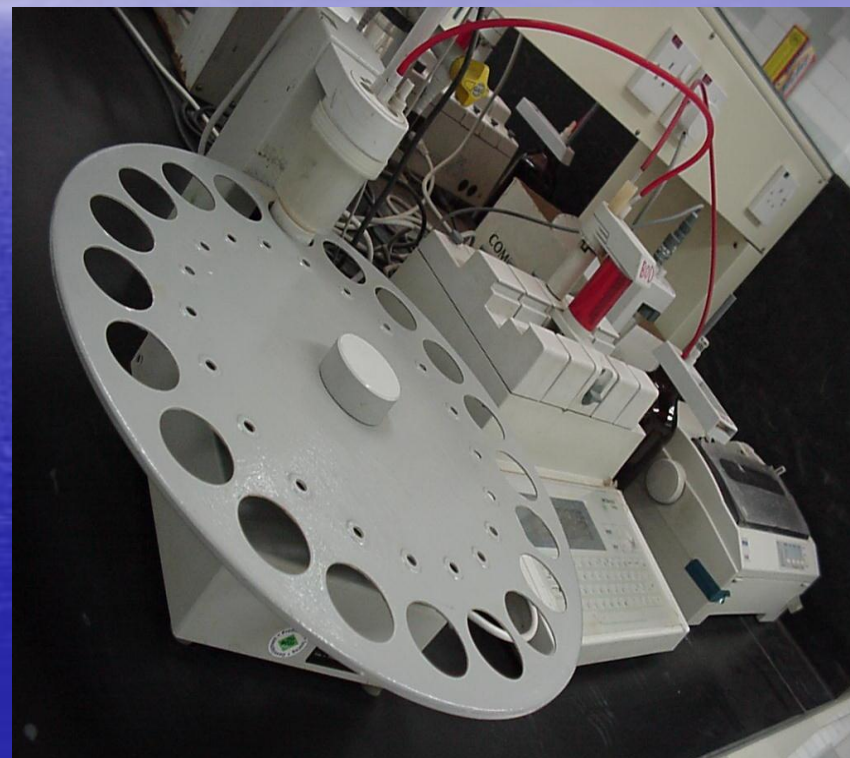
هي نسبة تركيز الأيونات القلوية السالبة في مياه الصرف الصحي وهي :



حيث تعد من الملوثات غير العضوية في مياه الصرف الصحي ووجودها يؤدي إلى تكوين التكلسات والأملاح التي تؤثر على المنشآت مما يسبب في تآكلها .

عموماً تقاس القلوية نسبة إلى كربونات الكالسيوم في جميع الأحوال يعني مثلاً إذا كانت القلوية كما هو الحال عندنا في مياه الصرف الصحي تساوي مثلاً ٢٦٥ ملجم/لتر فهذا يعني أن المياه تحتوي على ٢٦٥ ملجم/لتر كربونات كالسيوم .

أما طريقة القياس فهي بمعايرتها بمحلول **حامض الكبريتيك** بتركيز ٠,٠١ N بواسطة جهاز المعايرة ، ويكون تركيزها بالمليجرام / لتر



١٠- تجربة قياس الحموضة PH

الأس الهيدروجيني PH هو اللوغاريتم السالب لتركيز أيون الهيدروجين وهو دليل على وسط التفاعل من حيث الحموضة أو التعادل أو القلوية حيث يقع على تدرج يبدأ من الصفر إلى ١٤ ورقم التعادل هو ٧ أما القيم التي أقل من ٧ تكون حمضية بينما القيم التي أعلى من ٧ تكون قاعدية

٠ $\xrightarrow{\text{حمضي}}$ ٧ $\xrightarrow{\text{قلوي}}$ ١٤

بالنسبة لمياه الصرف الصحي يتراوح الـ PH بين ٦-٨ أما إذا ما زاد أو نقص عن هذا المعدل فيدل ذلك على وجود مخلفات صناعية تحتوي على مواد كيميائية حمضية أو قاعدية تؤثر على عمليات المعالجة (أفضل قيمة للـ PH للتفاعلات الحيوية للأحياء الدقيقة هي ٧,٢) لذلك المخلفات الصناعية تحتاج إلى عمليات ما قبل المعالجة للتخلص من هذه المواد الكيميائية

ويقاس الـ PH عملياً بواسطة القطب الكهربائي Electrode حيث يكون مزود بقطبين عند غمسه في المحلول تظهر قيمة الـ PH بصورة رقمية على الشاشة.

١١ - الكلوريدات

هي أملاح أيون الكلورايد Cl^- مثل $MgCl_2$ — $CaCl_2$ — KCl — $NaCl$ وغالباً مصدر هذه الأملاح هي مياه الصرف المنزلية وخاصة ملح الطعام الذي يصرف بكثرة في هذه المياه مما يسبب التلوث بهذه الأملاح غير العضوية والتي تسبب تآكل المنشآت عند ترسيبها وإذا ما تسرب إلى المزروعات تسبب الملوحة وكذلك ترسيبها يؤثر على نمو النبات .

يتم تقدير الكلوريدات في المختبر بأخذ عينات من مياه الصرف الصحي حوالي ١٠ مل من العينة ومعايرتها بمحلول **نترات الفضة** بتركيز ٣٥,٥ N وتتم هذه العملية بجهاز المعايرة .



١٢- تجربة قياس الزيت OIL

يعتبر الزيت من الملوثات الصناعية التي تؤثر بشكل كبير على عمليات المعالجة حيث يؤدي إلى تدمير النظام الحيوي للمحطة وإذا ما تم صرفه إلى المزروعات بدون معالجة فإنه يسبب التلوث وتدمير تلك المزروعات من خلال تكوين طبقة تمنع عملية التركيب الضوئي كما أن ضرره لا يقتصر على النباتات وإنما على الثروة الحيوانية حيث يؤدي إلى قتل الأسماك والقضاء على الأحياء المائية .

يتم معالجة الزيوت والشحوم في المحطة (والتي تكون مصدرها محطات الخدمات البترولية) بواسطة أحواض إزالة الزيوت والشحوم والتي تعتمد فكرة أن الزيت ذا كثافة أقل من الماء مما يسبب طفوه وسهولة إزالته لأنه لا يمتزج مع الماء .

وفي المختبر يتم تقدير الزيت باستخدام طرق الفصل العادية حيث يتم فصل الزيت بتحريض العينة **بحمض HCl** مركز ومن ثم إذابة الزيت بمادة لا تمتزج مع الماء وهي محلول الـ (**Solvent S-316**) بعد ذلك يتم تقدير كمية الزيت بالمليجرام / لتر بواسطة جهاز الأشعة تحت الحمراء .





١٣- تجربة الأحماض المتطايرة Volatile Acid

سميت بالأحماض المتطايرة نسبة إلى ضعف هذه الأحماض وسرعة تفككها وتطايرها حيث أنها ذات وزن جزئي منخفض ومن هذه الأحماض (**حمض الأسيتيك** – **الفورميك** – **البروبونيك** – **البيوتيريك**) وتكون أحد نواتج تفكك المواد العضوية في الوسط اللاهوائي في **المهضّمات Digesters** وذلك بفعل البكتيريا اللاهوائية .

بعد ترسب المواد العالقة في أحواض الترسيب الأولية والتي هي أساساً مواد عضوية لنسبتها ٧٨% ومواد غير عضوية نسبتها ٢٢% تضخ هذه المواد إلى الهاضّمات حيث تعمل البكتيريا اللاهوائية على تحلل المواد العضوية فقط وتحويلها إلى الآتي :

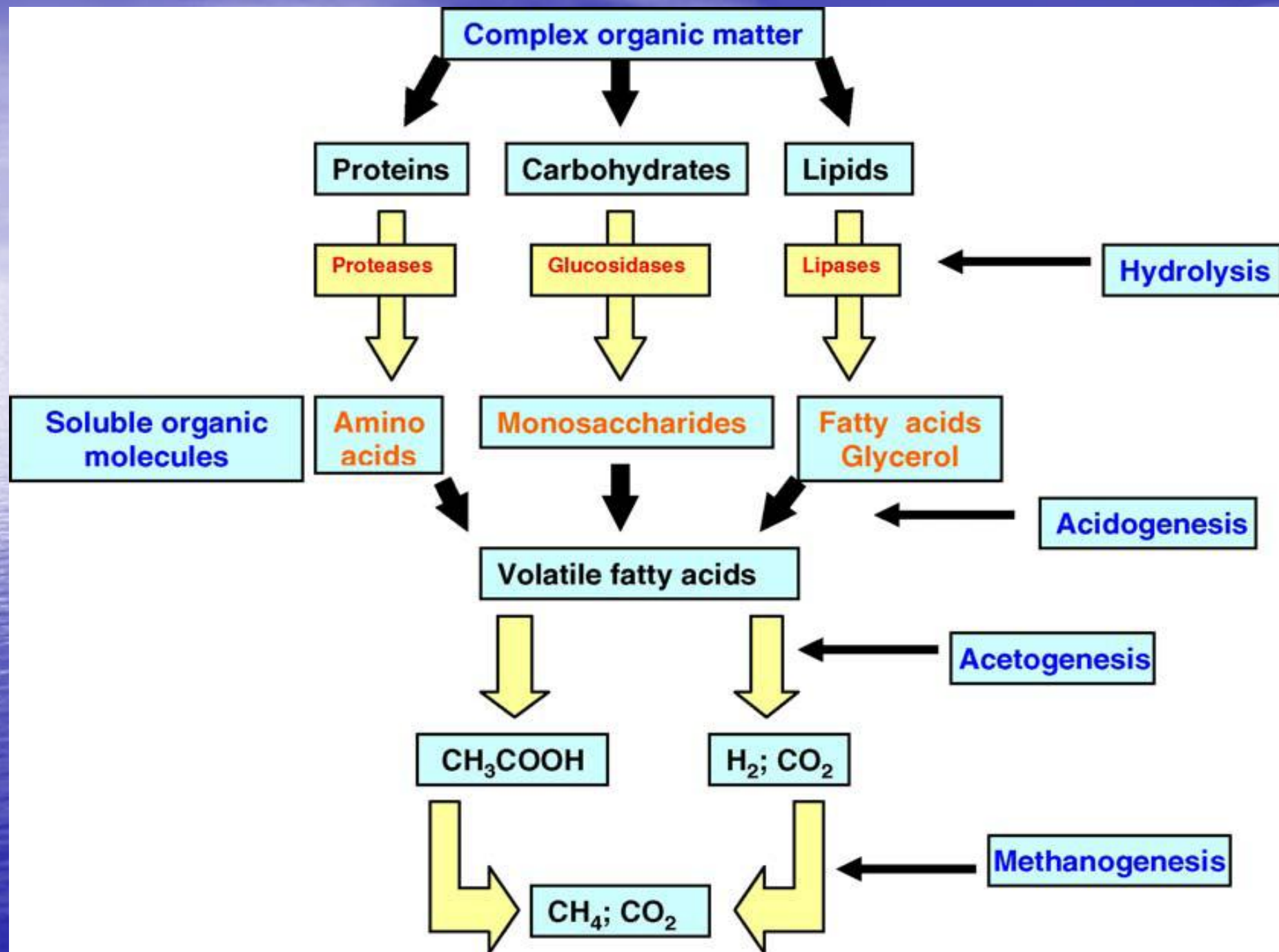
الكربوهيدرات → إلى مواد سكرية

البروتينات → إلى مواد حمضية

المواد الدهنية → إلى مواد دهنية حمضية ذائبة

وبفعل هذه العمليات تنتج الأحماض المتطايرة والتي سرعان ما تتفكك لتعطي غازات من أهمها (الميثان – الإيثان – البرويان – البيوتان – الهيدروجين ، H_2S) .







وتستخدم هذه التجربة لتقدير مدى كفاءة الهاضمات ، أما طريقة إجرائها في المختبر فتتم عن طريق أخذ ٢٠٠ مل من العينة ووضعها في جهاز الطرد المركزي لفصل مكوناتها ثم يتم أخذ ١٠٠ مل من الرائق ووضعها في جهاز التقطير بوجود حمض الكبريتيك وذلك لإنتاج هذه الأحماض التي يتم معايرتها بمحلول NaOH ، ويوضح الجدول التالي بعض القياسات للهاضمات والمعدل الطبيعي لها .

المعدل الطبيعي	القياس
٣٥ م	درجة الحرارة
٦,٧ - ٧,٤	PH
٣٥% - ٦٥%	ميثان
٣١% - ٣٥%	CO2
٢٠٠ - ٨٠٠ ملجم/لتر	تركيز الأحماض المتطايرة
٢٠٠٠ - ٣٥٠٠ ملجم/لتر	تركيز القلوية
١٠-١٥ يوم	مدة بقاء الحمأة في المهضمات

٤١- حساب نسبة (تركيز) المواد الصلبة في العينة

لحساب نسبة (وليس كمية) المواد الصلبة في العينة نقوم بعمل الأوزان التالية
س (TARE) = وزن البوتقة فارغة .

ص (WET) = وزن العينة = وزن المواد الصلبة + الماء + TARE .

ع (DRY) = وزن المواد الصلبة = وزن المواد العضوية + وزن المواد المعدنية + TARE .

و (ASH) = وزن المواد المعدنية + TARE .

* بعد طرح وزن البوتقة فارغة (س TARE) من كافة الأوزان (ص ، ع ، و) نقوم بعمل الآتي :

(بعد التجفيف بدرجة حرارة ١٠٥ □ ١١٠ م°)

نسبة المواد الصلبة (%DM) = $\frac{\text{ع} *}{\text{ص} *} \times ١٠٠$.

نسبة الماء (% Moist) = $\frac{\text{نسبة المواد الصلبة}}{١٠٠} \times ١٠٠$.

(بعد الحرق بدرجة حرارة ٥٥٠ □ ٨٠٠ م°)

نسبة المواد المعدنية (%Min) = $\frac{\text{و} *}{\text{ع} *} \times ١٠٠$.

نسبة المواد العضوية (%Org) = $\frac{\text{نسبة المواد المعدنية}}{١٠٠} \times ١٠٠$.



• % DM اختصار ل Dry matter = نسبة المواد الصلبة.

• % Moist اختصار ل Moisture = نسبة الماء أو الرطوبة.

• % Min اختصار ل Mineral = نسبة المواد المعدنية.

• % Org اختصار ل Organic = نسبة المواد العضوية.



١٥-الاختبارات الجرثومية

أ- اختبار القولونيات COLIFORMS :

في حالة إعادة استخدام خارج محطات معالجة مياه الصرف الصحي لا غرض الزراعة تكون إزالة الميكروبات الممرضة مقياسا مهما أهم من قياس خفض المواد العالقة الصلبة والأوكسجين الحيوي الممتص .

ومن المعايير المايكروبيولوجية المستخدمة في الإشارة إلى مدى تلوث خارج محطات المعالجة بالميكروبات ومدى إزالتها هي قياس إجمالي القولونيات (Total Coliforms) والقولونيات البرازية (Fical Coliforms) .

وببساطة يمكن تعريف القولونيات على إنها البكتيريا التي تعيش في أمعاء الإنسان والثدييات كساكن طبيعي (ممرض عند ظروف معينة) وهي عصوية الشكل ، سالبة لصبغة جرام ، تخمر اللاكتوز ، لا تكون ابواغ ...

وتشمل القولونيات الجنس التالية :

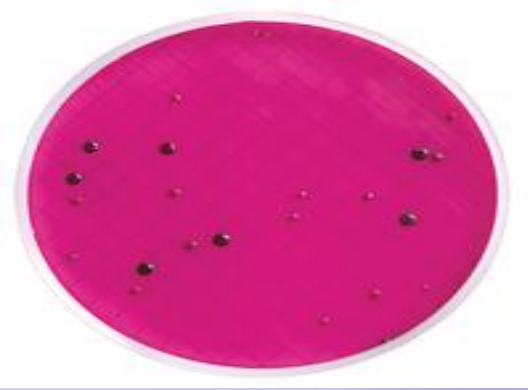
- ايشيريشيا Escherichia
- كليبسيلا Klebsiella
- انتروباكتري Enterobacter
- سيتروباكتري Citrobacter

بينما تضم القولونيات البرازية :

- ايشيريشيا Escherichia
- كليبسيلا Klebsiella

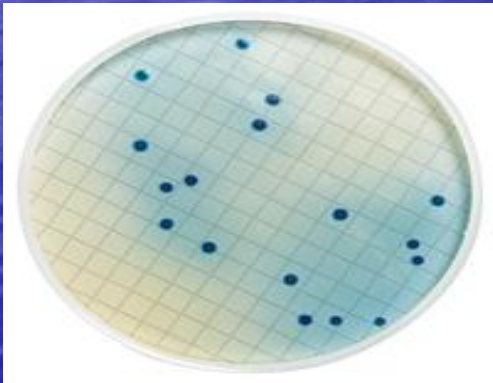


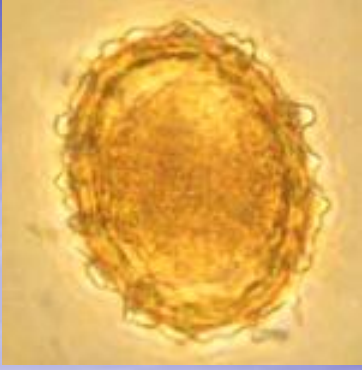
طريقة اجراء التجربة بالترشيح الغشائي MF :



يتم ترشيح العينات باستخدام ورق ترشيح ذو فتحات (٥٠، ٤٥ ميكرومتر) وتوضع أوراق الترشيح في إطباق بترية تحتوي على بيئات خاصة ، فنستخدم بيئة (M-Endo) لتنمية وعزل القولونيات الكلية وبيئة (M-FC) لتنمية وعزل القولونيات البرازية .

ثم توضع بيئة (M-Endo) في حاضنة درجة حرارتها ٣٥ م° و بيئة (M-FC) في حاضنة درجة حرارتها ٤٤،٥ م° ثم في اليوم التالي تستخرج هذه البيئات وتفحص بالمجهر لمعرفة عدد المستعمرات لكل ١٠٠ مل .





ب - اختبار بويضات الديدان :

تعتبر بويضات الديدان عوامل ممرضة ولا تتأثر بالكلورة وإنما يتم التخلص منها في حالة التشغيل الجيد لأحواض التهوية وأحواض الترسيب الثانوي حيث تترسب في أحواض الترسيب الثانوي.

يتم هذا الاختبار بأخذ ١٠ لتر في جالون والانتظار لمدة ٢٤ ساعة لترسيب العينة بالجاذبية الأرضية ثم يتم تركيز العينة باستخدام جهاز الطرد المركزي لأكثر من مرة وتضاف بعض المحاليل لإزالة المواد العضوية وفصل البويضات مثل (حمض الاستيك ، الأيثر، كبريتات الزنك) ثم تفحص هذه البويضات بالمجهر الضوئي .

ج - الفحص المجهرى للإحياء الدقيقة :

في هذا الاختبار يتم فحص نشاط الإحياء الدقيقة وأنواعها المختلفة بمختلف الظواهر من خلال مراقبتها بالمجهر الضوئي عن طريق أخذ قطرة ووضعها في شريحة الاختبار الزجاجية .

نظرية التعقيم بالكلور

يضاف الكلور إلى الماء على شكل هايوكلورات الصوديوم (NaOCl) أو هايوكلورات الكالسيوم (Ca(OCl)_2) أو الكلور الحر (Cl_2).

يتفاعل Cl_2 مع الماء عندما تكون قيمة Ph بين ٥ — ٦ مكونا حامض الهايوكلوريك وحامض الهيدروكلوريك ويعتمد معدل التفاعل على درجة الحرارة وال Ph .



يتعادل حامض HCl بالقاعدية بينما يتفكك حامض الهايوكلوريك إلى ايون الهايوكلورات



تعتمد كميات HOCl و OCl^- على قيمة Ph فعندما تكون $\text{Ph} = ٨,٥$ يتاين ٩٠% من HOCl إلى OCl^- .

يبقى Cl_2 بشكله الأصلي لفترة قصيرة في الماء أما (HOCl ، OCl^-) فيسميان بالكلور الحار. يعد HOCl من أكثر المعقمات فعالية وتزيد قوة تعقيمه من ٤٠ - ٨٠ ضعف على قوة تعقيم OCl^- .

تتراوح قيمة إل PH في معظم مياه الصرف الصحي بين ٦ - ٧,٥ وبناء عليه فان ٤٠% - ٩٥% من تفاعل ال (CL2) الحر يكون على شكل HOCL من المعادلات الكيميائية يتبين بان قيمة إل PH تنخفض في حال استخدام غاز الكلور وترتفع حال استخدام الهايبوكلورات .ارتفاع قيمة إل PH تزيد من تكون OCL⁻ الأقل تعقيما على حساب HOCL وفي حال انخفاض إل PH يكون العكس مما يعني أن التعقيم بغاز الكلور أفضل من الهايبوكلورات { (NaOCl) أو (Ca(OCl)2) } حيث تخلف الأخيرة مواد ملحية ذائبة .

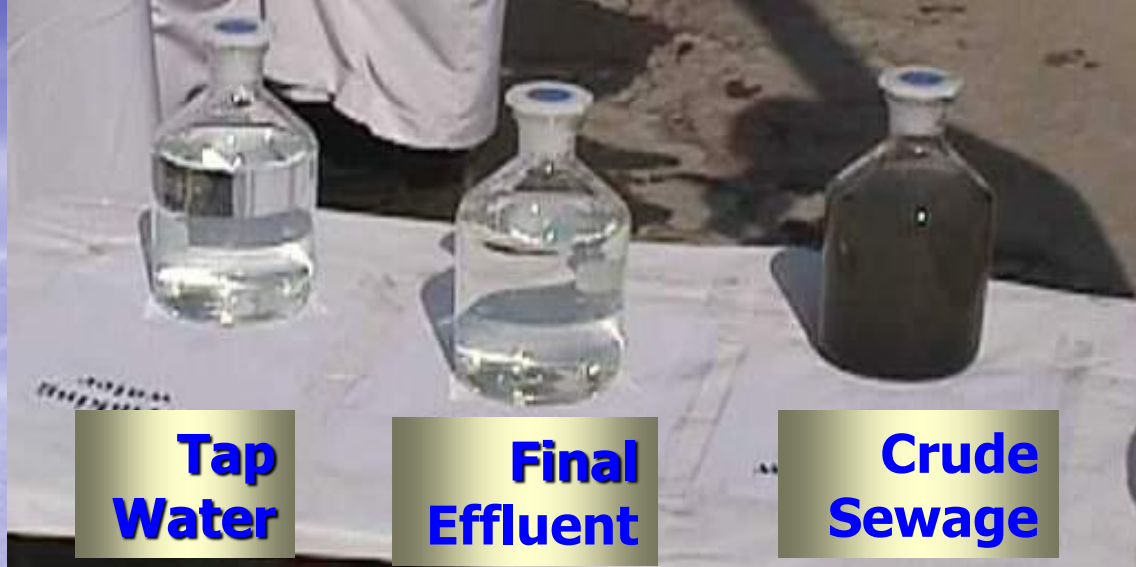
١٦- تجربة قياس الكلورين المتبقي Residual Chlorine

التعريف : هي كمية الكلورين الموجود في عينة بعد مرور فترة من الزمن ، وتوجد على صورتين هما :

أ - الكلورين المتبقي الحر **Free Residual Chlorine** : هو كمية الكلورين الغير متفاعل الموجود في عينة بعد مرور فترة من زمن التماس .
وتجري هذه التجربة بواسطة جهاز المقارنة اللوني .

ب - الكلورين الكلي المتبقي **Total Residual Chlorine** : هو كمية الكلورين الكلية الموجود في عينة على صورة حرة وعلى صورة متفاعلة
تجري هذه التجربة بأخذ عينة وإضافة إليها محاليل حمض الاستيك ويوديد البوتاسيوم والمعايرة بثايوسلفات الصوديوم والنشا كدليل .





**Tap
Water**

**Final
Effluent**

**Crude
Sewage**



خصائص مياه الصرف الصحي الخام الداخلة إلى الشبكة العامة ومحطات المعالجة

أ- الخواص الطبيعية

الضوابط	أقصى مستويات التلوث ملجم/لتر
المواد الطافية	لاشي
المواد الصلبة العالقة TSS	٦٠٠
PH في حدود	٩ - ٦
درجة الحرارة	٣٠ - ٥٠ م°

ب - الخواص الكيميائية العضوية

الضوابط	أقصى مستويات التلوث ملجم/لتر
BOD5	٥٠٠
COD	١٠٠٠
TOC	٤٠٠
زيت و شحوم	١٠٠
فينول	٥
الهيدروكربونات المكلورة الكلية	٠,٥
المنظفات	١٥
المبيدات	خالية

ج - الخواص الكيميائية الغير عضوية

الضوابط	أقصى مستويات التلوث ملجم/لتر
١. زرنيخ As	٠,١
٢. كادميوم Cd	٠,٠٢
٣. كروم Cr	١,٢
٤. نحاس Cu	١,٢
٥. سيانيد Cn	٠,٠٥
٦. رصاص Pb	١
٧. زئبق Hg	٠,٠٥
٨. نيكل Ni	٢
٩. زنك Zn	٢,٦
١٠. بار يوم Ba	١
١١. منجنيز Mn	٥
١٢. الفضة Ag	٥
١٣. سيلينيوم Se	٠,٥
١٤. موليبيديوم Mo	٠,٥
١٥. برون B	٢
١٦. فانيوم Va	١
١٧. كلوريدات CI	١٠٠٠

١٠٠٠	كبريتات SO4	.١٨
٢٠٠	القلوية ALK	.١٩
٨٠	الامونيا NH3	.٢٠
٢٥	الفوسفات PO4	.٢١

خواص مياه الصرف الصحي الخام والمعالج (النهائي) للمحطتين الجنوبية والشمالية لعام ١٤٢٧ هـ

المعايير Parameter	المحطة الجنوبية		المحطة الشمالية	
	In الداخل	Out الخارج	In الداخل	Out الخارج
PH	7.53	7.63	7.67	7.80
Alkalinity	162	109	186	94
Chloride	214	228	262	265
COD	615	44	696	23
BOD	362	18	401	9
SS	487	21	618	9
TKN	69	26.9	68.7	3.5
NH3-N	36.9	17.9	35.9	1.2
PO4-P	8.0	8.3	9.1	8.1
T.Solids	1444	1067	1808	1238

معايير واشتراطات استخدامات مياه الصرف الصحي في الري المقيد والغير مقيد

١. الري الغير مقيد

أ - الخواص الطبيعية

الضوابط	أقصى مستويات التلوث ملجم/لتر
المواد الطافية	لاشي
المواد الصلبة العالقة TSS	١٠
PH في حدود	٦ - ٨,٥

ب - الخواص الكيميائية العضوية

الضوابط	أقصى مستويات التلوث ملجم/لتر
BOD5	١٠
العكارة	NTU٥
زيت وشحوم	لايوجد
فينول	٠,٠٠٢

ج - الخواص الكيميائية الغير عضوية

الضوابط	أقصى مستويات التلوث ملجم/لتر
١. ألومنيوم AL	٥
٢. زرنيخ As	٠,١
٣. بيريليوم Be	٠,١
٤. برون B	٠,٧٥
٥. بار يوم Ba	١

٠,١	كروم Cr
٠,٠٥	كوبالت Co
٠,٤	نحاس Cu
٠,٠٥	سيانيد Cn
١	فلوريد F
٢	حديد Fe
٠,١	رصاص Pb
٠,٥	الفضة Ag
٢,٥	ليثيوم Li
٠,٢	منجنيز Mn
٠,٠٠١	زئبق Hg
٠,٠١	موليبديوم Mo
٠,٢	نيكل Ni
٠,٠٢	سيلينيوم Se
٠,١	فانديوم Va
٤	زنك Zn
١٠	نترات NO3
١٠٠	كلوريدات Cl
٦٠٠	كبريتات SO4
٥	الامونيا NH3
٠,٢	٢٨.كلورين حر CL

د - الخواص الجرثومية

الضوابط	أقصى مستويات التلوث
عدد عصيات القولون البرازية (عدد/١٠٠ مليلتر)	٢,٢
عدد بويضات الديدان المعوية الحية (عدد/لتر)	١ بيضة حية

٢. الري المقيد

أ - الخواص الطبيعية والكيميائية

الضوابط	أقصى مستويات التلوث ملجم/لتر
BOD	٤٠
المواد الصلبة العالقة TSS	٤٠
المواد الصلبة الكلية TDS	٢٥٠٠

ب - الخواص الجرثومية

الضوابط	أقصى مستويات التلوث
عدد عصيات القولون البرازية (عدد/١٠٠ مليلتر)	١٠٠٠
عدد بويضات الديدان المعوية الحية (عدد/لتر)	١ بيضة حية

معايير واشتراطات استخدام الحماية في الزراعة

أ - المعايير الكيميائية لاستخدام الحماية في الزراعة

العنصر	تركيز العنصر في الحماية		حدود تحميل التربة	
	التركيز الحرج ملجم/كجم	الحد التراكمي كجم/هكتار	الحد السنوي كجم/هكتار	سنة
Pb رصاص	٨٤٠	٣٠٠	١٥	
Hg زئبق	٥٧	١٧	٠,٨٥	
As زرنيخ	٧٥	٤١	٢	
Zn زنك	٧٥٠٠	٢٨٠٠	١٢٥	
Se سيلينيوم	١٠٠	١٠٠	٥	
Cd كاديوم	٨٥	٣٩	١٠٩	
Cr كروم	٣٠٠٠	٣٠٠٠	١٥٠	
Mo موليبيديوم	٧٥	—	—	
Cu نحاس	٤٣٠٠	١٥٠٠	٧٥	
Ni نيكل	٤٢٠	٤٢٠	٢١	

ب - المعايير الحيوية لاستخدام الحماية في الزراعة

المسبب	الحدود العليا للمسبب	الوحدة
السالمونيلا	٣	عدد/٤ جم من المادة الجافة
العصيات القولونية البرازية	١٠٠٠	عدد/١ جم من المادة الجافة
بويضات الديدان المعوية	١	بيضة/٤ جم من المادة الجافة