

## تركيب وخواص مياه الصرف الصحي

### طبيعة ونوعية ملوثات مياه الصرف الصحي

تتكون مياه الصرف الصحي من ٩٩,٩ مياه و ٠,١ ملوثات، تقسم هذه الملوثات حسب طبيعتها وتركيبها الى مواد عضوية ومواد لا عضوية، اضافة لذلك تحوي مياه الصرف عدد كبير جداً من الكائنات الحية الدقيقة (البكتريا).

فيما يلي عرض لطبيعة المواد العضوية واللاعضوية الموجودة في مياه الصرف الصحي:

#### المواد العضوية :

هي المواد التي تحترق وتتطاير بدرجة حرارة تتراوح بين ٥٥٠-٦٠٠ درجة مئوية، اهمها :

أ. المركبات العضوية الكربونية : (الهيدروكربونات) : وهي ذات منشأ نباتي - العنصر الأساسي فيها

الكربون- الصيغة العامة لها (  $C_n(H_2O)$  ) أبسط وحدة هيدروكربونية هو السكر الأحادي (الغلوكوز)،

والسكريات الثنائية ( مثل سكر القصب) والسكر المتعدد وهو سلسلة من السكريات الأحادية مثل السيليلوز

والمواد النشوية .

ب. المركبات العضوية الازوتية : (البروتينات ) : العنصر الأساسي هو الأزوت ، تعد البروتينات وسط

ملائم لنمو الأحياء الدقيقة.

ج. المركبات العضوية الفوسفاتية الناتجة عن المنظفات العضوية والفضلات الادمية .

د. المواد الدسمة : منها الزيوت والشحوم والدهون.

اضافة للمواد الرئيسية المذكورة اعلاه يمكن ان تحوي مياه الصرف الصحي الفينول الذي ينتج عن المياه

الصناعية اضافة لبعض المبيدات الحشرية والنباتية .

أما المواد المعدنية : فهي المواد التي لا تتطاير بالحرق بدرجة حرارة ( ٦٠٠ ) ° م وإنما هي الجزء المتبقي

بعد الحرق وهذه المواد لا تحوي الكربون وان وجد يكون على شكل  $CO_x$  .

من هذه المواد الازوت اللاعضوي بالاشكال التالية :  $NO_3$  ,  $NO_2$  ,  $NH_4$  والفسفور اللاعضوي  $PO_4$  ومركبات الكبريت  $SO_4$  و  $H_2S$  وغيرها من الأملاح المعدنية الموجودة اصلا بمياه الشرب وغيرها . كما تشمل المواد المعدنية الرمل والطين والزيوت المعدنية والقلويات، كما أنه وفي بعض الحالات يمكن أن تحوي مياه الصرف على تراكيز قليلة جداً من المعادن الثقيلة والتي تنتج عن المياه الصناعية، مع العلم أن مثل هذه المواد تؤثر بشكل سلبي على المعالجة البيولوجية وتؤثر على البيئة المائية.

نظراً لأهمية المركبات الأزوتية ( N ) والفسفاتيية ( P ) سواء العضوية واللاعضوية والتي تسمى المواد المغذية او المغذيات ، ستم شرحهما في الفقرة التالية بتفصيل اكثر :

**المركبات الفوسفاتيية :** مصدرها في مياه الصرف هو الفضلات الآدمية والمنظفات ( المصدر الرئيسي للفسفور في مياهنا هو المنظفات وبالتالي إن إنقاص تركيزها في مياه الصرف مرتبط بتحسين صناعة المنظفات كما هو الان في الدول المتقدمة ) تتواجد هذه المركبات بشكل مركبات عضوية ومركبات لا عضوية بشكل منحل وغير منحل . تشكل المركبات الفوسفاتيية اللاعضوية المنحلة الجزء الأكبر من هذه

المركبات وبشكل رئيسي تكون على شكل أورثوفوسفات (مثل جذر الفوسفات  $PO_4^{-3}$  ،  $HPO_4^{-}$  و  $P_3 O_{10}^{-5}$  ... ) ، وتشكل المركبات العضوية (سواء المنحلة أو غير المنحلة ) الجزء الآخر والسبب هو ان المركبات الفوسفاتيية اللاعضوية وبعض المركبات الفوسفاتيية العضوية تخضع لعملية اماهة ضمن شبكة الصرف ومحطة المعالجة وتتحول الى جذور الاورثوفوسفات. واهمها  $PO_4$  وبالتالي الشكل الرئيسي للفسفور في مياه الصرف هو جذر الـ  $PO_4^{-3}$  والجزء الاخر عضوي مرتبط . تتراوح قيم تركيز الفوسفور الكلي  $C_{TP}$  ( ملغ /ل ) في مياه الصرف الصحي في سوريا بين ( ١٨-٢٥ ملغ/ل). يمكن تخفيض هذه القيمة بتحسين صناعة المنظفات كما ذكر سابقا ..

## . المركبات الأزوتية ( النتروجينية ):

يتواجد الازوت بشكل عضوي في المركبات الازوتية العضوية OrgN وبشكل لا عضوي ( على شكل  $NH_4$   $NO_2$   $NO_3$  ).

يشكل مجموع النتروجين ( الازوت ) العضوي واللا عضوي النتروجين الكلي TN ، ان تراكيز النتريت والنترات قليلة يسمى مجموع النتروجين العضوي والأمونيوم اللاعضوي ( كدال -نتروجين TKN ).

ان النتروجين او الازوت ضروري لنمو البكتريا وهو يؤثر ويساهم ( مع الفوسفور ) في ظاهرة الانفجار الطحلي (الأوتروفي)، تتراوح قيم تركيز النتروجين الكلي ( تقريباً يساوي كدال - نتروجين )  $C_{TN}$  ( ملغ /ل ) في مياه الصرف الصحي في سوريا بين ( 75-95 ملغ/ل ).

كما تحتوي مياه الصرف على البكتريا الضارة والمفيدة وعلى بيوض الديدان وأنواع مختلفة من الكائنات الحيوانية والمجهرية.

تجرى على مياه الصرف الخام التجارب المختلفة لتحديد الخواص الفيزيائية-كيميائية - والبيولوجية - أو البكتريولوجية بهدف التعرف على المياه المراد معالجتها، أما التجارب التي تجرى على المياه المعالجة فتهدف الى اختبار ومعرفة مردود المعالجة.

### العوامل المؤثرة على خواص مياه الصرف الصحي:

أ- عمر مياه الصرف والمقصود بعمر مياه الصرف: الفترة الفاصلة بين لحظة صرف المياه إلى الشبكة وبين زمن أخذ العينة .

فالمخلفات السائلة في بداية جريانها تكون ذات لون بني فاتح لا رائحة لها، ونتيجة جريان هذه المياه في الشبكة تتفتت المواد العالقة والطافية وتندمج مع بعضها البعض مكونة سائل متجانس ذو عكارة عالية ولون أغمق، كما تتصاعد روائح مزعجة نتيجة تحلل المواد العضوية.

ب- زمن جمع أو أخذ العينة : ويقصد به توقيت أخذ العينة خلال ساعات اليوم.

ج- مدى تعرض مياه الصرف للهواء. الامر الذي يزيد من كمية الاكسجين المنحل في المياه .

د- درجة حرارة مياه الصرف : حيث زيادتها يزيد من نشاط البكتريا.

هـ - عوامل ميكانيكية : مثل المرور على هدارات أو غيرها ( مثل وجود غرف تفتيش مزودة بسقوط ) يؤدي

إلى تفكك المواد العالقة الكبيرة نسبياً التي تساعد في انحلال الأكسجين.

### الخواص الفيزيائية لمياه الصرف الصحي:

الرائحة واللون: مياه الصرف الطازجة أو الحديثة التشكل أو النشوء لها رائحة غير مزعجة ، لونها بني

مصفر ، تحوي على كمية من الأكسجين المنحل.

مياه الصرف المتعفنة لها رائحة منفرة (رائحة  $H_2S$ ) ولونها بني مائل للسواد - لون المياه الصناعية ورائحتها

يتبع نوع الصناعة.

العكارة: (مقلوب الشفافية) تظهر المياه الحديثة عكارة أقل من المياه المتعفنة، يتم قياس أو تحديد العكارة عن

طريق تحديد الشفافية وذلك بغطس قرص أبيض مزود بإشارة ( + ) سوداء حتى عمق لايمكن بعده رؤية إشارة

ال ( + ) وبذلك نكون حددنا الشفافية.

درجة الحرارة : تتبع درجة حرارة ماء الصرف الصحي الظروف المناخية ووجود المياه الصناعية واستخدام المياه

الساخنة في المنازل ، اضافة لذلك هناك تأثير لزمان الجريان ضمن شبكة الصرف حتى محطة المعالجة .

تتراوح درجة حرارة مياه الصرف ما بين ٣-٢٢ درجة مئوية، وفي دول الخليج تصل درجة الحرارة الى ٢٥ وأكثر

وفي ألمانيا-أوروبا تتراوح درجة حرارة المياه بين ( ٨ - ١٢ )<sup>°م</sup>، ان زيادة درجة حرارة مياه الصرف الصحي يزيد

من سرعة التفاعلات البيولوجية وينقص من الأكسجين المنحل. في سورية تتراوح ما بين ٩-١٤ درجة مئوية .

الأكسجين المنحل DO : يمكن تحديد الأكسجين المنحل كيميائياً والكترونياياً . تحوي مياه الصرف الطازجة

على نسبة قليلة من الأكسجين المنحل ( ٠,٥-١,٠ ) ملغ/ل، اما المياه المتخمرة فتكون عادة خالية منه .

تتعلق درجة الإشباع بالأكسجين المنحل بدرجة الحرارة وبشكل أقل بالضغط الجوي ، فكلما ارتفعت درجة الحرارة

كلما انخفضت درجة انحلال الأكسجين بالمياه وكلما انخفض تركيز الاشباع بالاكسجين .تتراوح درجة الاشباع

بالاكسجين تبعاً لدرجة الحرارة ما بين ( ٧,٣-١٠,٣ ) ملغ/ل.

**فرق الأكسجين:** هو كمية الأكسجين مقدرة بـ ملغ / ل اللازمة لبلوغ درجة الإشباع تبعاً لدرجة الحرارة، كلما كان الفرق أكبر كلما ازداد "جوع" المياه للأكسجين وكلما ازدادت سرعة انحلال الأكسجين في المياه.

### **التركيب الفيزيائي لملوثات مياه الصرف الصحي:**

من الناحية الفيزيائية تقسم الملوثات المذكورة سابقاً (العضوية واللاعضوية) الى مواد منحلة وغير منحلة والمواد غير المنحلة تقسم الى مواد قابلة للترسيب ومواد غير قابلة للترسيب، سيتم شرحها بالآتي:

**المواد الصلبة الكلية (TS) (Total Solis) :** وهي المواد الصلبة الكلية المنحلة وغير المنحلة. تحدد كميتها

عن طريق تبخير عينة من المياه ذات حجم معروف ومن ثم تجفيف المواد المتبقية حتى الدرجة ١٠٥ درجة

مئوية ثم وزن المادة المجففة. ونحصل على المواد الصلبة الكلية اللاعضوية بحرق المواد المجففة الى الدرجة

٦٠٠ درجة مئوية ثم نزن المواد المتبقية ( الرماذ المتبقي ) . اما المواد الصلبة الكلية العضوية فنحصل عليها

من حاصل طرح المادة الصلبة الكية اللاعضوية من المادة الصلبة الكلية .

### **المواد الصلبة غير المنحلة ( العوالق SS ):**

إن تحديد المواد غير المنحلة له أهمية خاصة لأنها تشكل الحمأة الاولية في محطة المعالجة .

**تحدد المواد الصلبة غير المنحلة** بأخذ عينة (٠,٥L) مياه صرف صحي ونمررها على فلتر من الأسبست

المطلي بالبورسلين ( أو فلتر من الفيبركلاس بقطر 1.2 ميكرون)، ثم نجفف المحجوز فوق الفلتر ونزنه

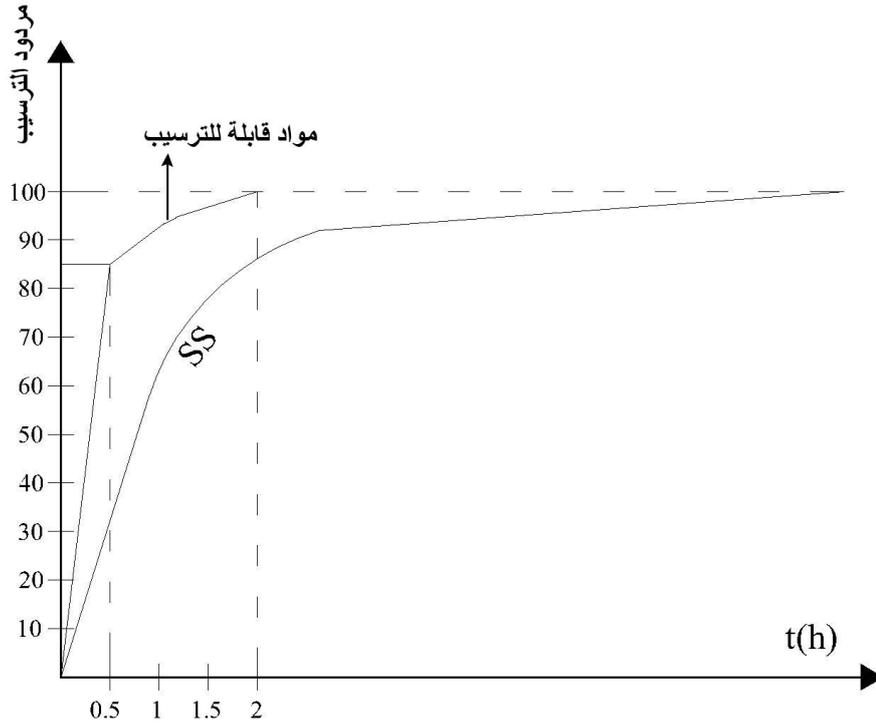
فنحصل على كمية المواد الصلبة غير المنحلة.

**أ- المواد القابلة للترسيب: (جزء من الـ SS)** يتم تحديدها باستخدام قمع ايمهوف وهو قمع بارتفاع (٤٠

( سم وسعته ١ ل/مياه . القمع مدرج بالـ مل .

زمن الترسيب المعتمد في الكود الأمانى ٢ ساعة، تترك المياه لمدد مختلفة وتأخذ عدة قراءات على القمع

المقابلة للأزمة المختارة بعدها يتم رسم منحنى الترسيب كما في الشكل التالي.



يقدر حجم المواد القابلة للترسيب في ( ١ ل ) من مياه الصرف الصحي ما بين ( ٣ - ٩ ) مل.

. يلاحظ من المنحني المذكور أن نسبة تصل الى ٨٥% من المواد القابلة للترسيب تترسب خلال ٠,٥ ساعة من بدء الترسيب، وهذا يعني عملياً أنه في حال نظام الصرف المشترك يمكن تحميل حوض الترسيب الذي مدة الترسيب (زمن أو مدة المكث) حوالي ساعتين من أجل غزارة الطقس الجاف بأكثر من ضعفي الغزارة في حالة الطقس الرطب (حالة وجود مياه أمطار) دون تأثير ملحوظ على مردود الحوض.

ج- المواد غير القابلة للترسيب: تحدد بطرح الكمية الناتجة من (أ) - (ب) كما يمكن تحديد المواد الغير قابلة للترسيب كما يلي :

نفلتر المياه الموجودة فوق الراسب الموجود في قمع ايمهوف ونجفف المحجوز ونزنه فنحصل على المواد غير القابلة للترسيب .

الفرق بين هذا الوزن ووزن المحجوز في عينة غير مرسبة هو وزن المواد القابلة للترسيب، إن حرق المحجوز فوق الفلتر إلى الدرجة (٦٠٠)°م يؤدي إلى تطاير المواد العضوية والرماد المتبقي هو المواد المعدنية.

إن هذا التحديد غير دقيق تماماً لأن هناك جزء بسيط من المواد المعدنية تتطاير عند الدرجة (٦٠٠)° م .

د- **المواد المنحلة**: نقوم بتبخير عينة مياه مفلترة وتجفيف المتبقي حتى الدرجة ١٠٥ درجة مئوية فنحصل على المواد المنحلة الكلية . أن حرق هذا المتبقي حتى الدرجة (٦٠٠)° م ووزنه نحصل على المواد المنحلة المعدنية الفرق بين وزن المواد المنحلة المجففة الكلية ووزن المتبقي بعد الحرق نحصل على المواد العضوية المنحلة .

#### وحدات قياس مكونات مياه الصرف الصحي:

تعطى نتائج التجارب المخبرية المذكورة سابقاً تراكيز مكونات المختلفة ( C ) وتقاس بالـ mg/l ، ان تراكيز الملوثات المختلفة ترتبط بشكل أساسي بمعدل الصرف الصحي ( l/p .d ) q . فكلما زاد معدل الصرف اليومي كلما قل تركيز الملوثات في المياه .

كما يقاس أي من مكونات مياه الصرف بالمعدل ( والذي هو الكمية الناتجة عن الشخص الواحد يومياً ) .

فكلما زاد معدل الصرف اليومي كلما زاد معدل التلوث في المياه ولكن ليس بنفس قيمة زيادة معدل

الصرف . عملياً زيادة معدل الصرف يزيد من المواد المنحلة والمواد غير القابلة للترسيب أكثر من زيادة المواد القابلة للترسيب .

ترتبط وحدتي القياس ولأي من المكونات ( التركيز والمعدل ) بالعلاقة التالية:

$$q = l/p .d \text{ معدل الصرف الصحي } * ( C = mg/l ) \text{ التركيز } = q_x \text{ المعدل ( g/p .d )}$$

ان القيم الوسطية المذكورة في الجدول رقم (١) تعبر عن تراكيز المكونات المختلفة لمياه الصرف الحي في

أوريا يبلغ معدل الصرف الصحي في أوريا ٢٠٠ لترات للشخص باليوم، استناداً للعلاقة اعلاه نحصل على قيم

المعدل للفرد الواحد لكل من مكونات مياه الصرف (وهي القيم المذكورة في الجدول بين قوسين).

ان زيادة معدل الصرف أو نقصانه يزيد أو ينقص من هذه القيم مع العلم أن زيادة معدل الصرف يزيد من نسبة

المواد المنحلة والمواد غير قابلة للترسيب أكثر من المواد القابلة للترسيب.

التركيز غ/م <sup>٣</sup> ( المعدل غ/شخص. يوم )	معنوية	عضوية	مجموع
مواد قابلة للتسيب ( مواد غير منحلة )	(٢٠) ١٠٠	(٣٠) ١٥٠	(٥٠) ٢٥٠
غير قابلة للتسيب ( مواد غير منحلة )	(٥) ٢٥	(١٠) ٥٠	(١٥) ٧٥
منحلة	(٧٥) ٣٧٥	(٥٠) ٢٥٠	(١٥٠) ٦٢٥
مجموع	(١٠٠) ٥٠٠	(٩٠) ٤٥٠	(١٩٠) ٩٥٠

الجدول رقم (١) قيم تراكيز ومعدلات مكونات مياه الصرف الصحي - اوربا

ان المعادلة المذكورة تصح لكل المكونات وأجزائها ( النتروجين - N - والفوسفور P والـ SS كما يلي:

١-المواد غير المنحلة ( العوالق ) : SS

$$q_{SS} = C_{SS} * q \text{ (g/p.d)}$$

حيث:

$C_{SS}$  تركيز العوالق أو المواد غير المنحلة في مياه الصرف

$q_{SS}$  معدل العوالق الناتج عن الفرد يومياً (أي كمية العوالق الناتج عن الفرد يومياً (g/p.d).

تتراوح هذه القيمة في سورية ( 55-65 g/p.d )

٢-النتروجين:

$$q_{TN} = C_{TN} * q \text{ (g/p.d)}$$

حيث:

$C_{TN}$  تركيز النتروجين الكلي.

$q_{TN}$  معدل بالنتروجين (أي كمية النتروجين الكلي الناتج عن الفرد يومياً) وباعتماد قيمة وسطية ١٠٠ لتر

لشخص باليوم تبلغ هذه القيمة ما بين ( ٨-١٠ غ/شخص .يوم (g/p.d).

في حال اهمال قيمة تراكيز النترات والنترت في المياه الخام نحصل على كدال نتروجين ويرمز له  $q_{TKN}$

### ٣- الفوسفور :

$$q_{TP} = C_{TP} * q \text{ (g/p .d )}$$

حيث:  $C_{TP}$  تركيز الفوسفور الكلي

$q_{TP}$  معدل بالفوسفور (أي كمية الفوسفور الكلي الناتج عن الفرد يومياً)، وباعتماد قيمة وسطية ١٠٠ لتر لشخص باليوم تبلغ هذه القيمة ما بين (١,٥-٢,٥ غ/شخص .يوم g/p .d).

## C.O.D و B.O.D

**الـ C.O.D:** هو كمية الأكسجين اللازم لأكسدة المواد العضوية واللاعضوية كيميائياً .

يحدد باستخدام مؤكسدات للمادة العضوية منها برمنجات البوتاسيوم ( $KMnO_4$ ) وكرومات البوتاسيوم



لقد شاع استخدام الكرومات كمادة مؤكسدة (محلولة بحمض الكبريت) لأنها تؤكسد المواد العضوية إلى أبعد حد.

**الـ B.O.D وهو الأكسجين الحيوي الممتص:**

وهو كمية الأكسجين المستهلكة من قبل البكتريا لأكسدة المواد العضوية .

يتعلق قيمة الـ **B.O.D** بالعوامل التالية :

- بنوع وتركيز المواد العضوية

- وبعدد وفعالية البكتريا

- وبدرجة الحرارة

- ودرجة الاضطراب

- وعوامل أخرى.

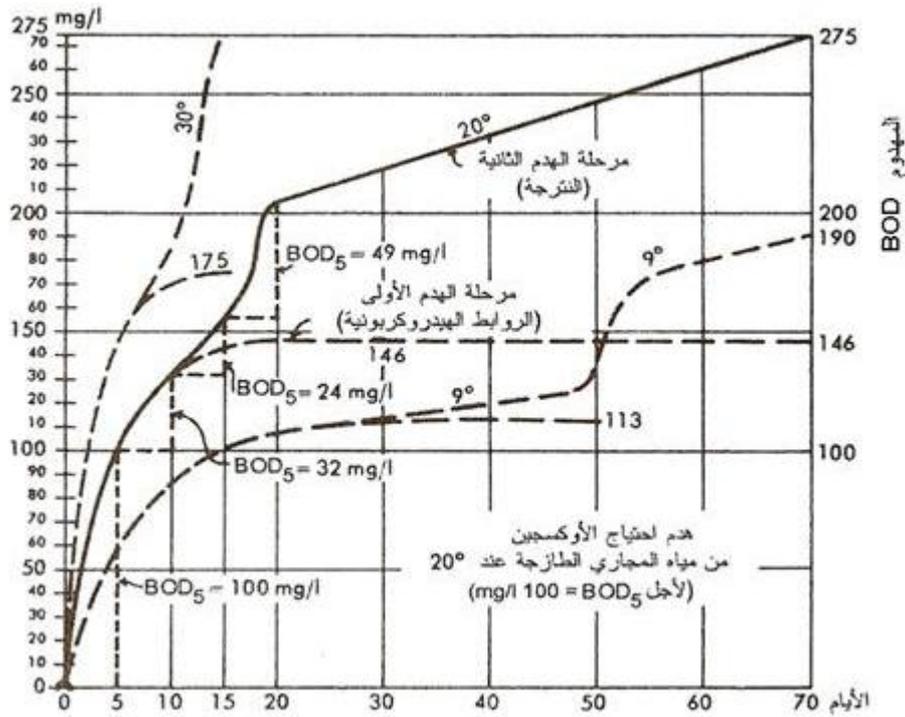
بما أن المواد الموجودة في مياه الصرف الصحي منها منحلة زغير منحل ( منها قابل للتسيب ومنها غير قابل للتسيب ) وكل منها يحوي على مواد عضوية لذا لا بد عند اجراء تجربة تحديد قيمة BOD من الاشارة الى أن العينة المستخدمة هي لعينة خام أو عينة مرسبة أو عينة مفلترة.

إن أكسدة الملوثات في مياه الصرف بيولوجياً تتم على مرحلتين:

الأولى : أكسدة المركبات العضوية الكربونية : ،تبدأ هذه المرحلة مباشرة وتستمر حوالي (٢٠) يوم بدرجة الحرارة (٢٠) م°.

. الثانية : أكسدة مركبات الامونيوم (NH4) ، تبدأ بعد حوالي (١٠) أيام بدرجة حرارة ( ٢٠ ) م° وتستمر لفترة طويلة .

الشكل التالي يبين تغير قيمة الـ B.O.D للمرحلتين مع الزمن ولعدة درجات حرارة:

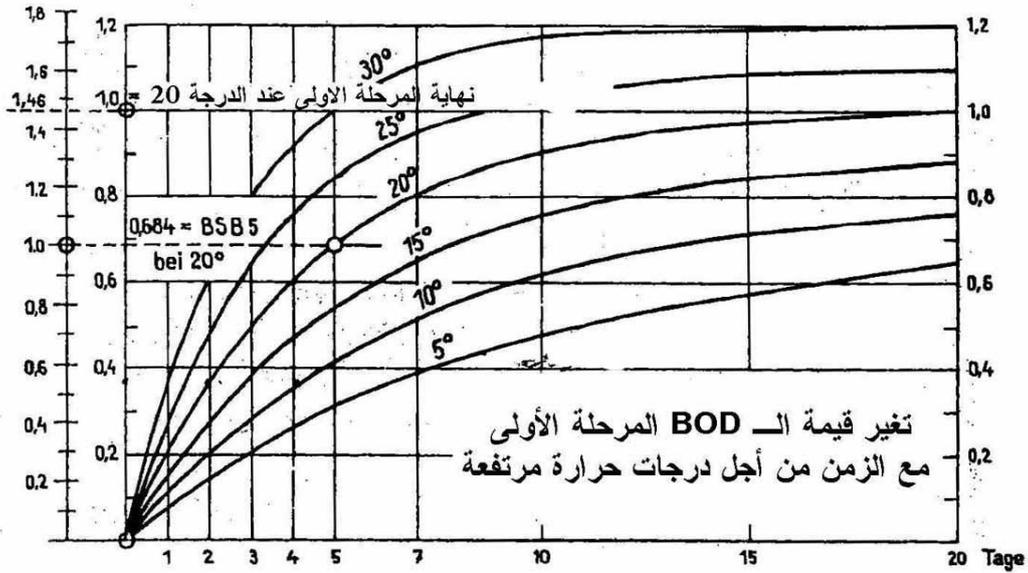


### تغير قيمة الـ BOD مع الزمن بدرجات مختلفة

في حال تحديد الـ B.O.D للمرحلة الاولى فقط تتم اضافة مواد مثبطة لعمل بكتريا النتريجة ( البكتريا المؤكسدة

لأ مونيوم ) فنحصل على منحنى التغير الزمني لهدم المادة العضوية الكربونية ( المرحلة الاولى ) ( تغير

قيمة الـ B.O.D ) تبعاً لدرجة الحرارة.



إن تفاعلات المرحلة الأولى هي تفاعلات من الدرجة الأولى اي تتم وفق المبدأ التالي: أنه خلال فترات زمنية

متساوية يتم هدم نفس الكمية من الـ **B.O.D** المتبقي .

تعطى قيمة الـ BOD في اللحظة  $t$  من العلاقة :

$$B.O.D_t = B.O.D_{tot} (1 - 10^{-K_1 t})$$

$B.O.D_t$  : قيمة الـ B.O.D في اليوم (  $t$  )

$BOD_{tot}^T$  : قيمة الـ B.O.D الكلي للمرحلة الأولى المقابلة لدرجة الحرارة  $T$ .

$K_1$  : معامل ويقدر بـ  $(\frac{1}{d})$  ويتعلق بدرجة الحرارة وعوامل اخرى :

$$K_{1T} = K_{1.20} * 1.047^{(T - 20)}$$

$K_{20}$  : وهو قيمة (  $k$  ) بالدرجة ( ٢٠ ) يحدد تجريبياً وحدته  $(\frac{1}{d})$

درجة الحرارة	5	10	15	20	25	30
الجزء المزال يومياً % من التركيز المتبقي	10.9	13.5	16.7	20.6	25.2	30.05
$K_{1.20}(\frac{1}{d})$	0.05	0.063	0.079	0.10	0.126	0.158
قيمة الـ <b>B.O.D</b> بالدرجة $t$ منسوبة إلى قيمة الـ <b>B.O.D</b> الكلي	70	80	90	100	110	120

تبلغ قيمة الـ B.O.D نصف القيمة الكلية في اللحظة  $t = 0.301.K_1^{-1}$

اليوم	درجة الحرارة					
	5	10	15	20	25	30
1	0,11	0,16	0,22	0,3	0,40	0,54
2	0,21	0,30	0,40	0,54	0,71	0,71
3	0,31	0,41	0,56	0,73	0,83	1,17
4	0,38	0,52	0,68	0,88	1,11	1,35
5	0,45	0,60	0,79	1,00	1,23	1,46
6	0,51	0,68	0,88	1,10	1,31	1,56
7	0,57	0,75	0,95	1,17	1,40	1,62
8	0,62	0,8	1,01	1,23	1,45	1,66
9	0,66	0,85	1,06	1,28	1,49	1,64
10	0,70	0,90	1,10	1,32	1,52	1,71
12	0,77	0,97	1,17	1,37	1,56	1,73
14	0,82	1,02	1,21	1,40	1,58	1,74
16	0,85	1,06	1,24	1,43	1,59	1,75
18	0,90	1,08	1,27	1,44	1,6	1,76
20	0,92	1,10	1,28	1,46	1,61	.
25	0,97	1,14	1,3	1,46	.	.
BOD الكلي	1.02	1.17	1.32	1.46	1.61	1.76
المرحلة الأولى	0.7 = ×1.46	= 0.8 ×1.46	= 0.9 ×1.46	$= \frac{1}{0.684}$	= 1.1×1.46	= 1.2× 1.46

إن الجدول اعلاه هو ترجمة للمنحنيات التي تصف تطور الـ B.O.D مع الزمن ووفق درجات حرارة مختلفة.

يقاس الـ B.O.D وهو مؤشر التلوث العضوي بـ mg/l أي كتركيز ويقاس أيضا كمعدل ( وهو معدل التلوث العضوي ).

وكما ورد أعلاه تصح العلاقة التالية:

$$q_{BOD} = C_{BOD} * q \quad ( g/ p. d )$$

حيث:

$C_{BOD}$ : تركيز BOD مقدراً mg/l

$q_{BOD}$ : معدل التلوث العضوي مقدراً g/p.d ( تتراوح قيمته في سوريا ما بين ٥٤-٤٥ للشخص الواحد يومياً).

q: معدل الصرف الصحي L/p.d

الجدول رقم ٢ قيم الـ B.O.D الوسطية للمكونات المختلفة العضوية لمياه الصرف الصحي في اوربا:

B.O.D <sub>5</sub> <sup>20</sup>	C <sub>BOD</sub> م/غ (٣) ( q BOD غ/شخص.يوم)
100 (20)	مواد قابلة للترسيب
50 (10)	غير قابلة للترسيب
150 (30)	منحلة
300 (60)	مجموع

قبل عرض بعض الأمثلة الحسابية نطرح السؤال التالي :

ما هو سبب اختيار هذا المؤشر لتحديد قيمة التلوث العضوي لمياه الصرف:

الجواب: ان هذا المؤشر يعكس حقيقة عملية المعالجة البيولوجية أي تمثل هدم المادة العضوية بيولوجياً بشكل

حقيقي في المجاري المائية وفي محطات المعالجة . الا أن لهذه المؤشر عدة مساوئ وهي:

- تحتاج لوقت طويل لاجرائه .

- تتأثر بشكل واضح بوجود مواد سامة أو مواد معيقة.
- ان وجود ندف بسيطة يؤثر على النتائج بشكل ملموس.
- لذلك لا بد لاعتماد قيمة وسطية لعدة تجارب للتغلب على هذه المشكلة.
- ان نقص أي من المواد الأساسية لتكاثر البكتريا تعطي نتائج خاطئة فمثلاً عدم وجود فوسفور أو نترجين يغطي قيم تلوث منخفضة رغم التلوث المرتفع.
- لا تعطي مؤشر حقيقي عن هدم المواد العضوية صعبة الهدم.
- على الرغم من هذه المساوئ لازلنا هذه التجربة هي المستخدمة في تحديد التلوث العضوي لمياه الصرف الصحي.

مثال /١/:

إذا علمت ان  $BOD_5$  عند الدرجة  $20^{\circ}C$  لعينة مياه صرف صحي هي:

$$BOD_5^{20} = 240 \text{ mg/l}$$

فتبلغ قيمة الـ  $BOD_{20}^{20}$  الكامل للمرحلة الأولى عند الدرجة  $20^{\circ}C$

$$1.46 \times 240 = 350 \text{ mg/l}$$

ويبلغ الـ **B.O.D** لليوم الأول:

$$BOD_1^{20} = 0.3 \times 240 = 72 \text{ mg/l}$$

الـ **B.O.D** لليوم العاشر يبلغ

$$BOD_{10}^{20} = 1.32 \times 240 = 320 \text{ mg/l}$$

لو وضعت العينة بدرجة حرارة (  $30^{\circ}C$  )

لبلغ الـ **B.O.D** الكامل

$$BOD_{20}^{30} = 1.76 \times 240 = 420 \text{ mg/l}$$

والـ  $B.O.D_5$  يبلغ :

$$BOD_5^{30} = 1.47 \times 240 = 350 \text{ mg/l}$$

مثال /٢/:

يطلب تحديد الـ  $B.O.D_5$  لعينة مياه نهر علماً أن نقص الأكسجين فيها كان:

$$2.5 \text{ mg/l} \text{ خلال } 24 \text{ ساعة أي أن الـ } BOD_1^{20} = 2.5 \text{ mg/l} \text{ لأن نقص الأكسجين يدل على}$$

استهلاكه.

إن الـ  $B.O.D_5$  لليوم الأول عند الدرجة  $20^\circ\text{C}$  يبلغ  $30\%$  من  $B.O.D_5$ .

$$B.O.D_5 = \frac{2.5}{0.3} = 8.3 \text{ mg/l}$$

الـ  $B.O.D_5$  لليوم الثاني يبلغ 0.54 من الـ  $B.O.D_5$

$$\text{نقص الأكسجين بعد } 48 \text{ ساعة يكون } 0.54 \times 8.3 = 4.5 \text{ mg/l}$$

**تحديد الـ  $B.O.D$  هناك طرق عديدة سنقتصر بذكر أكثرها شيوعاً:**

أ- يتم تحديد الأكسجين المنحل في العينة المأخوذة لحظة أخذها وتحديد الأكسجين المنحل لعينة مماثلة

محفوطة بالدرجة  $20^\circ\text{C}$  لمدة خمسة أيام، الفرق فيما بينهم يمثل الـ  $B.O.D_5$ .

ولكن بما أنه من النادر وجود مياه نقي إلى حد تتوفر فيه كمية من الأكسجين المنحل بعد خمسة أيام لذا يجب

إضافة كمية من المياه (إلى العينة الثانية) مشبع بالأكسجين المنحل بحيث يبقى بعد خمسة أيام كمية من

الأكسجين المنحل، تسمى هذه الطريقة **طريقة التمديد**.

ت- يتم تحديد الـ  $B.O.D_1$  أو  $B.O.D_2$  وباستخدام المخطط السابق يتم حساب  $B.O.D_5$ .

ث- يتم تحديد الـ  $B.O.D_5$  بشكل دقيق باستخدام جهاز الـ  $B.O.D$ .

د- هناك طرق أخرى تعتمد على النسبة بين الكربون العضوي الكلي  $TOC$  وقيمة  $C.O.D$  يكثر استخدامها

للمياه الصناعية الحاوية على مواد سامة.

**احتياج الكلور:** هو كمية الكلور التي يجب إضافتها إلى المياه ( مياه الصرف ) حتى تبقى في المياه بعد مضي

$$10 \text{ دقائق فائض من الكلور مقداره } 0.3 \text{ mg/l}.$$

يبلغ تقريباً احتياج الكلور للمياه المنزلية الحديثة 2-3 g/p.d ، وللمياه المعفنة أكثر.

**التجارب البكتريولوجية:** الهدف منها هو تحديد عدد ونوع وظروف تكاثر البكتريا، من أهم التجارب هو تحديد

عدد الاشيرشياكولي ( E.coli ) الموجود في ١٠٠ مل من مياه الصرف وتحديد العدد الكلي للبكتريا.

إن عدد البكتريا الاشيرشياكولي يعطي مؤشر على وجود بكتريا ممرضة لأن وجودها يدل على مقدار التلوث

بالفضلات الآدمية.