3. مقاييس بيولوجية

أ مواد عضوية مصدر المواد العضوية في الماء من الكائنات الحية الكائنات الميتة وإفرازات الكائنات الحية، إضافة إلى مياه المجاري. هذه المواد العضوية الطبيعية ولكن ممكن أن تحتوي المياه على مواد عضوية اصطناعية أي من صنع الإنسان، مثل بعض أنواع الوقود ومبيدات كيماوية. إن وجود كمية كبيرة من المواد العضوية في الماء هو دلالة على وجود تلوث كبير في الماء وتصبح هذه المياه غير صالحة للاستعمال.

يتم قياس المواد العضوية الطبيعية في الماء بواسطة فحص استهلاك الأكسجين البيوكيميائي Biochemical oxygen demand (BOD) ، أما جميع المواد العضوية الطبيعية والاصطناعية فيتم قياسها بواسطة استهلاك الأكسجين الكيمائي.

فحص استهلاك الأكسجين البيوكيميائي يتم بالطريقة التالية: نعبئ قنينة من الماء المراد فحصه، ونقيس تركيز الأكسجين في الماء. نغلق هذه القنينة لعدم دخول الهواء إليه، ونضعها لمدة خمسة أيام في الظلام وفي درجة حرارة 20 درجة مئوية. بعد مرور خمسة أيام نقيس تركيز الأكسجين مرة أخرى. إن قيمة استهلاك الأكسجين البيوكيميائي والتي يعبر عنها بوحداتي ملغم اكسجين لتر) هي الفرق بين تركيز الأكسجين في الفحص الأول وبين تركيزه في الفحص الثاني. مثال على ذلك إذا كان تركيز الأكسجين في الفحص الأول 25 ملغم / لتر وبعد خمسة أيام انخفض التركيز إلى 10 ملغم لتر، تكون قيمة استهلاك الأكسجين البيوكيميائي 15 ملغم التر.

فحص Chemical Oxygen Demand (COD)

استهلاك الأكسجين البيوكيميائي يمثل كمية المواد العضوية القابلة للتحليل بواسطة الكائنات الدقيقة. ولكن هنالك مواد عضوية غير قابلة للتحليل، أو ممكن أن يتواجد في الماء مواد سامة تعيق عملية التحليل ففي هذه الحالة يتم استعمال فحص استهلاك الأكسجين الكيمائي. في هذا الفحص يتم إضافة مادة كيماوية للماء تتفاعل مع جميع المواد العضوية الموجودة في الماء وتحللها. إن كمية المادة الكيماوية المستهلكة هي مقياس لكمية المواد العضوية في الماء. ممكن ترجمة هذه القيمة إلى وحدات استهلاك أكسجين بهدف المقارنة مع قيمة استهلاك الأكسجين البيوكيميائي.

ب. كائنات دقيقة مسببة للأمراض: تحتوي المياه الطبيعية عادة على كائنات دقيقة غير مسببة للأمراض والتي تصل إليها من التربة. ملوثات بكتيرية ممكن أن تصل إلى المياه عن طريق إفرازات الحيوانات والإنسان، والتي تحتوي على بكتيريا، فيروسات وطفيليات مسببة للأمراض. إن شرب هذه المياه أو أي اتصال فيها ممكن أن تسبب أمراضا متنوعة مثل التهاب الكبد الفيروسي، مرض الكوليرا الدزنطاريا، التيفوس، أمراض في الأمعاء، أمراض جلدية وغيرها. هذه الأمراض تؤدي إلى موت الكثير من الأشخاص وبشكل خاص الأطفال. إن الطرق لفحص وجود هذه البكتيريا المسببة للأمراض معقدة بطيئة وباهظة الثمن. لذلك ممكن فحص وجود هذه الكائنات في الماء بطريقة غير مباشرة وبسيطة وسهلة الاستعمال وذلك بواسطة عد البكتيريا المعروفة باسم E. Coli. هذه البكتيريا

هي قولونية تعيش بشكل دائم داخل أمعاء الإنسان والحيوان دون أن تسبب أي ضرر، بل بالعكس تزود الإنسان بالفيتامينات من نوع B إن وجود هذه البكتيريا (E. Coli) في الماء هي دلالة على وجود إفرازات للإنسان أو للحيوان في هذه المياه ولذلك هنالك إمكانية لوجود بكتيريا مسببة للأمراض أيضا. إن بكتيريا E. Coli تشكل مؤشر على إن الماء ممكن أن يكون ملونا بكائنات مسببة للأمراض.

يبين الجدول التالي معيار وجود بكتيريا قولونية في الماء وذلك حسب الاستعمال:

استعمال الماء	أعلى تركيز مسموح به لبكتيريا قولونية في 100 ملل ماء
ماء للشرب	0
ماء لبرك السباحة	100
مياه للسباحة في شواطئ البحار	200
مياه للترفيه والاستجمام بدون اتصال مباشر مع الإنسان	1000

.4 مقاييس اشعاعية المواد المشعة هي المواد التي تطلق إشعاعا منها. هنالك احتمال لتلوث المياه بمواد مشعة. مصدر هذه المواد إما بشكل طبيعي من ذوبان صخور مشعة أو بواسطة الإنسان عن طريق إلقاء المواد المشعة المستعملة في المستشفيات والمختبرات إلى الماء. إن التعرض لكمية معينة من هذا الإشعاع ممكن أن يحدث طفرات في مبنى المادة الوراثية (DNA) أو أن يؤدي إلى مرض السرطان.

تلوث البحر من مصادر باليابسة ومن ناقلات في البحر التلوث يضر بالمنظومات البيئية للحيوان والنبات، ويشوش الأعمال الاقتصادية والاجتماعية للإنسان.

هنالك مصدران أساسيان للتلوث:

ا. تلوث من مصادر بحرية اغلب السفن هي ناقلات للبترول. أي خلل في هذه الناقلات يؤدي إلى تلوث البحر بالبترول. كذلك وقود من السفن المختلفة وأوساخ أخرى ممكن أن تلوث البحر.

ب تلوث من مصادر باليابسة مجاري صناعية مجاري بيتية من المدن والقرى المختلفة، أسمدة كيماوية ومبيدات كيماوية وزيوت من مصادر مختلفة تلقى بالجداول وتصل إلى البحر، كل ذلك يسبب تلوث البحر منذ

التسعينات طرأ تحسن على جودة مياه البحر أي قل التلوث، وذلك بناءً على القانون لمنع تلوث البحار من مصادر باليابسة حسب وثيقة برشلونة.

النقص بالماء كعامل للنزاعات بين الدول تقوم الدول بأعمال مختلفة لاستغلال مياه الأنهار لحل أزمة المياه، لزيادة المساحات الزراعية وكمية الغذاء، ولتطوير مناطق جديدة في الدولة لنقل السكان إليها بهدف تقليل الكثافة السكانية. هذه الأنهار ممكن أن تكون دولية أي تمر بعدة دول ولذلك استغلال الماء بشكل مختلف من قبل دول مختلفة ممكن ان يؤدي إلى نزاعات أن مياه الأنهار هي مصدر للحياة ولكن ممكن أن تكون مصدرًا للنزاعات ولذلك ممكن القول بأن الحياة والموت تجريان سوية في الأنهار مياه الأنهار تمكن الحياة في مناطق صحراوية ولكن قوة السيطرة على هذه المياه ممكن أن تؤدي إلى حروب وموت.

هذه المشكلة ممكن أن تتفاقم مع الوقت وذلك بسبب تغيير المناخ وعملية التصحر المتزايدة وأيضا بسبب التكاثر الطبيعي وزيادة الاستهلاك.

الأضرار الصحية للإنسان من المياه الملوثة المياه الملوثة بملوثات كيماوية وبيولوجية تعد مرتعا للجراثيم والطفيليات التي تسبب العديد من الأمراض للإنسان والحيوان والتي تسمى بالأمراض المنقولة بواسطة المياه مثل الدزنطاريا، الكوليرا التيفوس وغيرها.

يبين الجدول التالي اهم الامراض

نوع الكائن الحي	اسم المرض
البكتيريا	التيفوئيد
	الكوليرا
	الدزنطاريا
	الالتهابات المعوية
الفيروسات	التهاب الكبد
	شلل الأطفال
	الإسهالات المعوية الفيروسية
الحيوانات الأولية (البروتوزوا)	الإسهالات الأميبية
الطفيليات	البلهارسيا
	الإسكارس

ويموت في العالم الثالث عدد هائل من السكان نتيجة تلوث المياه وخاصة لدى الأطفال.

تحتاج الكائنات الحية إلى العديد من العناصر الضرورية لحياتها ونشاطها مثل النحاس والزنك حيث تساهم هذه العناصر في العملية البيوكيميائية داخل أجسام الكائنات الحية. وهنالك بعض العناصر غير الضرورية للنباتات ولكنها حيوية للحيوانات مثل اليود الذي يسبب نقصه مرض الغدد الدرقية عند الإنسان. إذا كان تركيز هذه العناصر أقل أو أكثر من التركيز المثالي لها يؤدي ذلك إلى أعراض مرضية قد تصل إلى درجة الموت هنالك أيضا عناصر غير ضرورية لحياة ونشاط الكائنات الحية مثل الرصاص والكادميوم فهي ضارة وسامة وزيادة تركيزها يؤدي إلى الموت. هذه العناصر لا تتحلل وتتراكم في الكائنات الحية وغير الحية في البيئة.

طرق مواجهة شح الماء:

كمية المياه في فلسطين والعديد من الدول العربية بشكل عام قليلة، وذلك بسبب قلة الأمطار أو زيادة تلوث هذه المياه نتيجة الازدياد السكاني والتطور التكنولوجي والصناعي لذلك بدأت هذه الدول بإيجاد وسائل وطرق لمواجهة هذا النقص.

هنالك عدة طرق لزيادة كمية المياه العذبة منها:

ا .المطر الاصطناعي عادة يسقط المطر بواسطة تكتل بخار الماء على الذرات الصلبة الموجودة في الهواء مثل ذرات الغبار فتثقل هذه الذرات وتسقط على شكل أمطار، بالطبع بوجود عوامل أخرى مناسبة. العديد من الخبراء حاولوا تقليد هذه الطريقة بواسطة رش ملح يدعى يوديد الفضة AgI حيث يوجد لهذا الملح مقدرة لتجميع بخار الماء وتكوين قطرات ثقيلة تسقط على شكل أمطار. إحدى سيئات هذه الطريقة أنه يجب أن تتوفر الغيوم لحدوثها وأيضا ممكن أن تسقط في أماكن غير مرغوب فيها بسبب الرياح الشديدة. التكاليف الاقتصادية لهذه الطريقة منخفضة نسبيا ولكنها تزودنا بكمية قليلة من الماء.

ب . تحلية المياه المالحة تحلية المياه المالحة معناه الحصول على مياه تركيز الأملاح فيها قليل بواسطة طرق مختلفة تقوم بفصل الأملاح عن الماء أو بفصل الماء عن الأملاح هنالك عدة طرق لعملية التحلية منها طريقة الأسموزة العكسية وطريقة التبخر المضغوط.

ج. طريقة التبخر المضغوط عندما نسخن الماء المالح حتى درجة الغليان يتبخر الماء ويبقى الملح في الوعاء درجة غليان الماء تتعلق بالضغط وبدرجة الحرارة على مستوى سطح البحر يغلي الماء بدرجة حرارة 100 درجة مئوية. إذا تسلقنا جبلا عاليًا، ينخفض ضغط الهواء ولذلك يغلي الماء بدرجة حرارة أقل من 100 مئوية. لذلك ممكن الحصول على بخار ماء بطريقتين بواسطة تسخين الماء، أو بواسطة تقليل ضغط محيط الماء. ويمكن الدمج بين هاتين الطريقتين بما يسمى طريقة التبخير المضغوط في هذه الطريقة تمر المياه المالحة في عدة خلايا في الخلية الأولى يسود ضغط أقل بقليل من الضغط الخارجي ويسخن الماء قليلا . نتيجة لذلك يتبخر جزء من الماء بقية الماء المالحة تنقل إلى الخلية الثانية، حيث تعاد العملية مرة أخرى بضغط أقل وبدرجة حرارة أعلى مما في الخلية الأولى. وتتم هذه العملية أيضا في باقي الخلايا. يتم تجميع بخار الماء في جميع الخلايا بواسطة تبريده فوق أنابيب المياه الباردة من كل 3.5 لتر ماء مالح نحصل على لتر مياه محلاة بسبب تسخين الماء نحن بحاجة إلى الطاقة ولذلك تكاليف هذه الطريقة باهظة. ويمكن تخفيض التكاليف عن طريق استعمال المياه المستعملة لتبريد التوربينات في محطات توليد الطاقة .

الأسموزة العكسية عملية الأسموزة هي انتقال الماء من وعاء فيه تركيز الأملاح منخفض إلى وعاء فيه تركيز الأملاح مرتفع عبر غشاء شبه نفاذ يفصل بين الوعاءين.

لتحلية المياه المالحة نقوم باستعمال هذا المبدأ ولكن بطريقة عكسية حيث نضع الماء المالح في وعاء يحتوي على غشاء شبه نفاذ يسمح بمرور الماء، ثم نقوم بإشغال ضغط على هذا الوعاء حيث ينتقل

الماء نتيجة هذا الضغط من تركيز الأملاح المرتفع إلى المنخفض استعمال مبدأ الأسموزة ولكن انتقال الماء يتم بطريقة عكسية أدى إلى تسمية هذه الطريقة بالأسمزة العكسية. كما ذكرنا يجب تشغيل ضغط لانتقال الماء، وهذا يتم باستعمال طاقة ولذلك هذه الطريقة تستعمل خاصة في البلدان حيث تتوفر الطاقة مثل دول الخليج وتعتبر طريقة مكلفة في فلسطين أقيمت مؤخرًا العديد من محطات التحلية والنية الإقامة محطات أخرى وذلك لسد احتياجات الماء في البلاد وخصوصا في قطاع غزة الذي يعاني من ملوحة شديدة في ماء الشرب.

لتحلية المياه المالحة أفضليات وصعوبات عدة منها:

1. الأفضلية الأساسية هي إمكانية استعمال مياه البحر التي كميتها غير محدودة.

2 الصعوبة في التكاليف الباهظة لإقامة مصانع التحلية.

3. صعوبة أخرى في الحصول على الطاقة اللازمة لهذه العملية مما يزيد من سعر المياه المحلاة.

4. مشكلة أخرى تتعلق بإيجاد أماكن مناسبة لإقامة مصانع التحلية، حيث يجب أن تكون بالقرب من شواطئ البحر ولكن غالبا تكون لهذه الشواطئ استعمالات أخرى.

ت استيراد الماء طريقة أخرى لزيادة كمية الماء في دولة معينة هي استيراد الماء من دول مجاورة غنية بالماء. عملية الاستيراد تتم إما بواسطة أنابيب أو بواسطة سفن كبيرة تكاليف المياه المستوردة تشمل ثمن المياه، ثمن نقلها ثمن إقامة أماكن خاصة لاستيعابها وثمن معالجة هذه المياه قبل استعمالها.

أفضلية هذه الطريقة بسرعة الحصول عليها ويتم ذلك مباشرة بعد التوقيع على الاتفاقية أما السيئة فهي تكاليفها الباهظة .

ج. تنقية مياه المجاري تحتوي مياه المجاري 99.9% مياه وفقط 0.1% مواد صلبة منها المواد العضوية. لهذا السبب مهم جدا أن نقوم باسترجاع هذه المياه، خاصة بسبب قلة كمية المياه. هنالك عدة طرق لتنقية مياه المجاري والطريقة المتبعة اليوم هي الطريقة التقليدية والمكونة من أربع مراحل

ا. معالجة مسبقة حيث يتم إزالة جميع الأجسام الصلبة بطريقة ميكانيكية أو يدوية.

ب معالجة أولية حيث يتم تجميع المياه في بركة كبيرة لترسيب المواد الصلبة والمواد العضوية في قاع البركة. في هذه البركة تحدث عمليات تحليل لاهوائية. يتم التخلص من حوالي 50% من كمية المواد العضوية في هذه البركة.

ت معالجة ثانوية يتم أكسدة المواد العضوية المتبقية في الماء بواسطة الكائنات المحللة الموجودة هذا التحليل يكون هوائيا، أي بوجود أكسجين ولذلك نرى أحيانًا آلات خاصة تدخل الأكسجين إلى هذه