الكيماوي بلال عبد الوهاب الرفاعي ***Chem. Bilal A. Al-rifaii***
مستشار في الاتحاد العربي للصناعات النسيجية - مدرب التقنيات الصباغية في غرفتي صناعة دمشق وحلب
دمشق: هاتف: ٠١١ ٣٤٤٠٥٣٨ ، حلب: ٠٢١ ٢٢٦٢١٣٩ ، جوال: ٠٩٤٤ ٥٨٤٣١٦ - *b.rifatex@hotmail.com*

التعقيم والتطهير

التعقيم: عملية يتم فيها قتل جميع الكائنات الحية الدقيقة، فالتعقيم مرتبط بموت الكائنات الحية الدقيقة، لذا يجب عدم استخدام تعبير معقم تقريباً أو جزئياً، فإما خالي من الكائنات الحية الدقيقة أو لا.
التطهير: وسيلة يتم بواسطتها التخلص من الكائنات الحية الدقيقة المسببة للأمراض أو التي تعمل كوسيط لنقل الأمراض و لكنها ليست بالضرورة قادرة على القضاء على الحويصلات البكتيرية.
تطهير المياه: عملية يتم فيها قتل الأحياء الدقيقة والفيروسات المُمرضة أو تعطيل آلية عملها أو إزالتها، وهي عملية خاصة بمياه الشرب إذ أنها لا تقتل جميع الأحياء المتواجدة في المياه، وتتطلب تمديدات المياه العامة الحفاظ على مستوى معين من التعقيم في كامل نظام التوزيع، والذي يُتوقع أن تبقى المياه فيه لعدة أيام قبل أن استهلاكها، وبعد إدخال أي مادة كيماوية معقمة، تُخزن المياه في خزانات خاصة مؤقتة وتُعرف بخزان التطهير للسماح للمادة الكيميائية المضافة إتمام عملية التعقيم.

التطهير

١- طرق تطهير المياه: تصنف عمليات التعقيم وفق اسلوبين:
١. طرق كيميائية: أهمها الكلور والأوزون وثاني أكسيد الكلور والكلورامين
٢. طرق فيزيائية: أهمها الحرارة والأشعة فوق البنفسجية
٢- آلية عمل التطهير: للتطهير آليتان وهما:
١. تدمير البنية الخلوية.
٢. التداخل مع الأنشطة الأيضية وصنع البروتين.
وفي مجال تطهير المياه يتم عادة الجمع بين الآليتين
٣- العوامل المؤثرة على عملية تطهير المياه:
٣-١- نوع الكائنات الدقيقة: فبعض الأحياء الدقيقة أكثر تحملاً لمواد التطهير من غيرها.
٣-٢- نوع المعقم: إذ تتمايز المعقمات عن بعضها في قوة تأثيرها وفعاليتها.
٣-٣- تركيز المعقم: كلما زاد التركيز ازدادت فعالية العملية (لكل مادة حدٌ أعلى).
٣-٤- زمن العملية: تتمايز المواد المطهرة في سرع تفاعلاتها عن بعضها البعض.
٣-٥- نوعية المياه: ترتبط جودة عملية التطهير بجودة ونوعية المياه من حيث:
أ- محتوى العكارة: إذ يحمي وجود معلقات دقيقة الكائنات الحية الدقيقة ويعرقل عمل المادة المطهرة.
ب- محتوى المواد العضوية الطبيعية (*NOM*): فوجودها يعني استهلاك أكبر للمواد المعقمة، كما يؤدي أيضاً لإنتاج مخلفات تطهير (*DBP*).
ج- درجة الحموضة: تؤثر درجة الحموضة المياه (pH) على عمل المادة المطهرة، كما هو حال شاردة الهيبوكلوريت التي تطلق الكلور الفعال في الوسط الحمضي والأكسجين الفعال في الوسط القلوي.
٢- درجة الحرارة ومدى تجانسها في كامل خزان التطهير.
٤- تقنين تطهير المياه: قننت منظمات عالمية تطهير المياه لضمان عدم زيادة أو نقصان الجرعة، وأشهرها:
- الوكالة الأميركية لحماية البيئة (*EPA*)

- منظمة الصحة العالمية (*WHO*)
- المنظمة الدولية للمقاييس (*ISO*)

وتنص أغلب اللوائح على وجوب وصول معدلات التطهير المياه إلى ما يعادل ٩٩,٩٩%.

٥- مراحل تطهير المياه:

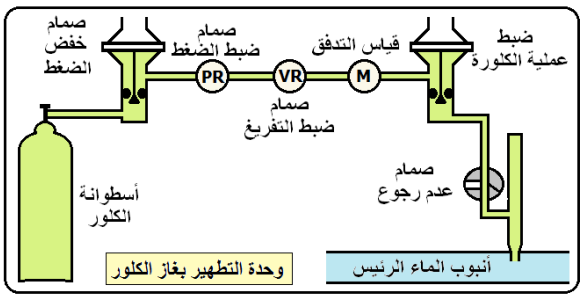
٥-١- المرحلة الأساسية: وتطبق بجمع عمليات الترشيح مع الأكسدة الكيميائية.

٥-٢- المرحلة الثانوية: والهدف منها المحافظة على خلو المياه من العوامل الممرضة في تمديدات نظام التوزيع حتى الاستهلاك.

٦- المواد المستخدمة في تطهير المياه: تتوزع تقنيات التعقيم ما بين: المعالجات الكيميائية والتقنيات الفيزيائية.

٦-١- تطهير المياه بالمواد الكيميائية: ومن أشهر المعقمات:

أ- الكلورين أو غاز الكلور أو الكلور Cl_2: غاز سام أصفر مخضر، فعال جداً في إبادة العوامل الممرضة تقريباً، ويلاءم المرحلتين. وتصل جرعته المميتة حتى ٠,١% من حجم الهواء، ما يستوجب الحرص الشديد أثناء تطبيقه.



ب- هيبوكلوريت الصوديوم أو الكالسيوم: أكثر أماناً من غاز الكلور، وشاردته الفعالة (ClO^-)، وهيبو كلوريت الصوديوم (ماء جافيل) أسهل استخداماً من هيبو كلوريت الصوديوم كونه ملحاً منحلاً يمكننا استخدامه بشكله السائل، في حين أن هيبو كلوريت الصوديوم ملح غير حلول بالماء.

تسبب شاردة الهيبوكلوريت التآكل السريع ما يستوجب عزله عن المعدات التي قد تتضرر من التماس معه، ولا يجوز خزن هيبو كلوريت الصوديوم لأكثر من شهر كونه منتجاً سائلاً، في حين يمكننا خزن هيبو كلوريت الكالسيوم لكونه مسحوقاً جافاً لما يقارب العام بشروط الخزن النظامية بعيداً عن الضوء والرطوبة.

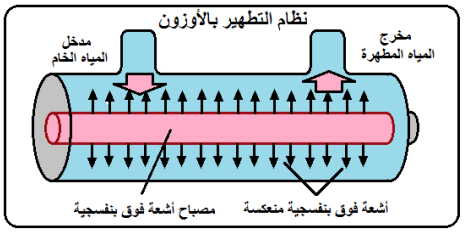
لشاردة الهيبو كلوريت رائحة نفاذة، ويجب عزلها عن المواد العضوية مثل الخشب والقماش والمنتجات النفطية، كون تفاعله معها ناشر للحرارة ما قد يؤدي لنشوب الحرائق، كما أنها تمتص الرطوبة بسهولة ما يؤدي لانطلاق غاز الكلور منها، ما يستوجب إفراغ حاوياتها بصورة كاملة أن إحكام إغلاقها.

الكلورامين *Chloramines* أو كلور الأمونيوم NH_2Cl: مادة معقمة تعطي مخلفات تطهير أقل من نظيراتها من الكيماويات الأخرى، ويتم اصطناعها الكلورامين مكان استهلاكها لتصل فعاليتها حتى ٩٩% خلال دقائق معدودة (أي أن زمن التعقيم قصير بالنسبة لنظائرها من المشتقات الكلورية)، ومن عيوبها أنها معقم ضعيف وأقل فعالية بكثير تجاه الفيروسات والطفيليات من الكلور الحر، لهذا السبب يعتبر مادة مناسبة للاستخدام كمطهر لمنع إعادة النمو الثانوية البكتيرية في نظام توزيع المياه، ومن مشاكلها أيضا أنها تعطي بظروفٍ معينة ثلاثي كلوريد النيتروجين وهو مادة سامة وقاتلة للإنسان، ويضفي على الماء طعماً ورائحة بغيضين.

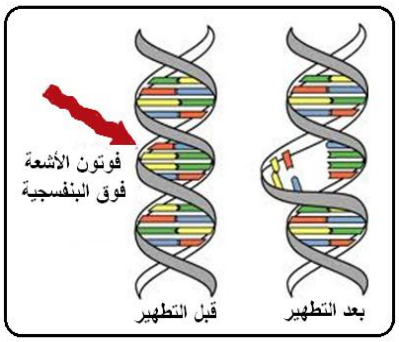
الأوزون: يتميز غاز سرعة فعاليته، ويستخدم على نطاق واسع كوسيلة تعقيم أساسية في الكثير من بقاع العالم، وهو لا ينتج مواد عضوية مهلجنة مباشرة (من مشتقات مخلفات التعقيم) إلا إن تواجدت أيونات البروميد، ويعيبه ثباته الضعيف ما يستوجب توليده حال استخدامه وفق التفاعل:

$$O_2 \xrightarrow{h\nu} O + O$$
$$O + O_2 \rightarrow O_3$$

كما أنه يستلزم في هذه الحالة وجود معقم ثانوي (كالكلور)، لأن الأوزون لا يمنع عملية إعادة تكاثر البكتيريا ولا يحافظ على المياه معقمة لفترة طويلة مثل الكلور.



٧- **التعقيم بالوسائل الفيزيائية:** يعتبر الغلي أحد أشهر عمليات التعقيم ، ولكنه مكلف ويستوجب معقماً ثانوياً.



التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية: ومن العمليات الحديثة حاليا هي التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية (UV) التي تدمر بشكل فعال البكتيريا والفيروسات عن طريق تغيير الحمض النووي فيها فتمنعها من التكاثر، ولكنها تستوجب معقماً ثانوياً لمنع إعادة نمو الكائنات الحية الدقيقة.

ومن الأسباب التي تجعلها مرغوبة كمعقم أولي:

- سهولة تطبيقها وسرعتها، وسهولة أعمال الصيانة الخاصة بها.
- لا تعطي مخلفات سامة.

وتستخدم فقط لأنظمة المياه الجوفية الخالية من الأحياء التي لا يمكنها قتلها والتي يمكن أن تتواجد في المياه السطحية، كما أنها لا تناسب المياه عالية نسب العكارة العالية أو الملونة، أو إن وجدت مواد عضوية قابلة للذوبان لأنها تستخدم الأشعة لتتحلل فتصبح بالتالي غذاءً سهلاً للبكتيريا ويمكن لهذه المواد تتفاعل معها أو تمتصها فتحد من أداء التعقيم.

٨- مشاكل زيادة أو نقص التعقيم:

مشاكل زيادة جرعة المعقم: عند زيادة جرعة المعقم، يتم ملاحظة رائحة وطعم الكلور، وفي هذه الحالة يتم تعريض المياه للهواء لمدة ٥ دقائق لتتبخر المواد الزائدة ومن ثم يتم غلي الماء لمدة دقيقة واحدة.

ومن الضروري عدم استنشاق المياه أو الغازات المنبعثة والقيام بعملية التهوية اللازمة، وتسبب زيادة جرعة التعقيم على المدى الطويل أمراضاً وربواً وقد يسبب مشاكل سرطانية.

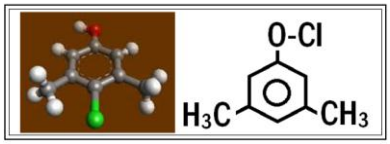
مشاكل قلة جرعة المعقم: تُشخص هذه الحالة عند إصابة الإنسان بالمرض ويتم التشخيص من قبل طبيب مختص. ما يستوجب التطبيق الفوري لنظم تعقيم المياه، واستخدام الكلور المبيض السائل (الكلور المنزلي بالاسم الشائع) لحين تطبيق الطرق النظامية في التعقيم والتطهير، بمزج المياه والكلور بالكميات اللازمة وتركها ٢-٣ ساعات خزنها في خزان مغلق نظيف لمنع تلوثها من جديد، ومن الضروري غلي الماء لمدة دقيقة إذا لم يكن عكراً أو لمدة خمس دقائق إن كانت فيه عكارة، فمن الضروري التنويه إلى أن المعقمات لا تعمل بشكلٍ كافٍ في المياه العكرة لأن الكلور سيتفاعل مع المعلقات وليس مع الأحياء الدقيقة، وتتم إعادة الجرعة عند إضافة مياه جديدة أو عند مرور أسبوع (أيهما يأتي أولاً).

الديتول

من المعلوم أن الديتول واحد من أهم المركبات الكيميائية المتميزة والمعقمة وهذا المركب مشهور في أغلب المنازل في أعمال التنظيف والتعقيم وغيرها..

تركيب الديتول:

مركب عطري مشتق كلوري للفينول، ويسمى الديتول بحسب نظام IUPAC: ٤- كلورو - ٣ ، ٥ - ثنائي ميثيل الفينول



مكونات الديتول:

٤,٨% من المادة الفعالة (C_8H_9OCl)، بالإضافة إلى: زيت الصنوبر، والغول الايزوبروبيلي ، وزيت صابون الخروع ، والكراميل والماء.

فعاليته:

يعتبر مطهر جيد للجروح فهو لطيف على البشرة، ويقوم بقتل البكتريا ويحمي الجسم من الجراثيم التي من الممكن أن تسبب العدوى أو الأمراض، وسبب فعاليته الهائلة في إبادة الجراثيم بما يحتويه من مكونات مضادة للجراثيم، فهو فعال جداً ضد البكتريا (الموجبة والسالبة) والفطريات والخمائر والعفن، ولديه القدرة على إبادة ٩٨ % من الميكروبات في ١٥ ثانية.

ويتميز الديتول بقلة سمّيته وأمان استعماله، وتمتد فعاليته لكامل مجال الحموضة pH: 4-9، وعلاوة عن انحلاله بالماء، نجده ذواباً في الأغوال مثل الإيثانول و ٢- بروبانول وزيت الصنوبر... ويتم تداوله في الأسواق على شكل سائل، وصابون.