الفصل الثالث

التعقيم والتطهير

لمقاومة مسببات الأمراض ومنع انتشارها

obeikandl.com

إن عملية التطهير وقتل الميكروبات المسببة للأمراض لهي من أهم الوسائل التي يستعان بها عند انتشار أي مرض معد. وذلك باستخدام بعض المواد التي لها القدرة على قتل الميكروبات وأنواعها (Spores) ويقال للمادة إنها مطهر " مضاد للعفونة Antisepric))" إذا كانت تستعمل لمنع نمو الميكروبات ومنها من الأنقسام ولكنها لا تقتلها سريعا مثل المطهرات (Disinfectancts) وهناك بعض المواد التي قد تستخدم كمضاد للعفونة في تركيزاتها المنخفضة وكمطهرات في تركيزاتها العالية.

وقد يقال للمادة إنها	(Germicide)	أي مبيدة للجراثيم (Germs)
أو	(Bactercide)	أي مبيدة للبكتريا (Bacteria)
أو	(viricide)	أي مبيدة للفيروسات (Viruses)
أو	(fungicide)	أي مبيدة للفطريات (Fungi)

وكلها مطهرات لها القدرة على قتل الجراثيم أو البكتريا أو الفيروسات أو الفطريات على التوالي.

ويقال للمادة إنها مزيلة للرائحة (Deodornat) إذا كان لها خواص امتصاص الغازات رديئة الرائحة وتحويلها إلي غازات غير كريهة مثل برمنجات البوتاسيوم (Potassium Permengnate) التي تأكسد الغازات رديئة الرائحة. أو تكون مادة مزيلة للرائحة لأن لها رائحة قوية تحجب الرائحة الكريهة الأخرى مثل مركبات الفنيك.

obeikandl.com

عمليات التعقيم والتطهير

وفيم يلي بعض التعريفات والإيضاحات الهامة يجب الإلمام بها عند استخدام المعقمات والمطهرات.

عملية التعقيم (Sterilization)

وهي إزالة الكائنات الدقيقة من بكتريا وفطريات وفيروسات من الأدوات والأشياء المعرضة للتلوث. ولإهلاك هذه الكائنات (جعلها غير قادرة على التكاثر أو الانقسام حتى عند توفر البيئة المناسبة لنموها وتكاثرها). والكائن الدقيق في هذه الحالة لا يستطيع أن ينمو أو أن ينقسم.

عملية التطهير (Disinfection)

هي عملية ينتج عنها خفض شديد للمسببات المرضية أو التخلص منها في المواد المختلفة وجعلها عديمة الخطورة لإحداث العدوى والمرض.

المطهر (Disinfectant)

أي مادة تستخدم لعملية التطهير (غالباً محلول مركب كيميائي) ومعظم المطهرات سامة ولا تستخدم مباشرة في أجساد الإنسان أو الحيوان. والقليل منها غير سام نسبياً ويمكن استخدامه بأمان على الأنسجة الآدمية والحيوانية ويسمي في هذه الحالة مضاد العفن Antiseptic))

عملية إزالة التلوث (Decontamination)

ومزيل التلوث يعرف دائماً على أنه مطهر، ولكنه فاعليته تكون أكثر اتساعاً، وهو يشمل عملية أو فعل تثبيط الكائنات الدقيقة أو إزالة سمومها. وفي مجال تكنولوجيا الصناعات الغذائية والصحة العامة يطلق عليه اسم (Sanitizer) أي أنه يعمل على تقليل الأعداد البكتيرية والفطريات إلي حد قياسى– متفق عليه من قبل المنظمات الصحية – لا يسبب فساد المادة الغذائية أو الإضرار بالصحة العامة.

وعامة في مجال المطهرات تطلق المترادفات والمقاطع بفعل المطهر كما يلي:

- مبيد (Cide) يشير إلي أن المطهر يبيد مسببات الأمراض فمثلاً مبيد البكتيريا (Bactericide)، مبيد الفطريات (Fungicide) مبيد الفيروسات (Virucide).

obeikandl.com

- وقف نشاط (Static) يشير إلي أن المادة المطهرة تمنع نمو البكتيريا (Bacteriostatic) ونمو الفطريات (Fungicide) ولا تستخدم هذه المقاطع للفيروسات فالمادة التي توقف نمو البكتريا تمنع تكاثرها وانقسامها ومبيد البكتريا يمنع نموها وتكاثرها ويقتلها.

والمطهر يتأرجح بين هذه المرادفين، وهذا يتوقف على عوامل كثيرة، مثل زمن تعرض الميكروب للمطهر، درجة حرارة الوسط الذي تتم فيه عملية التطهير، تركيز المطهر في المحلول والوسط، نوع الميكروب، وطور نموه.

ديناميكية عملية التطهير

أثناء التعقيم أو التطهير عندما يتعرض الميكروب للمطهر فإن عدداً ثابتاً من الميكروب يهلك خلال فترة زمنية معينة، ويظل هذا العدد من الميكروبات التي تهلك- ثابتاً فمثلاً إذا هلكت نسبة ٩٠% من البكتريا في ثلاث دقائق الأولي من التطهير فإن ٩٠% من العدد المتبقي يهلك بعد ثلاث دقائق أخرى وهكذا.

والزمن الذي يحتاجه المطهر للقتل أو التعقيم يعتمد على أعداد الميكروبات في بداية عملية التطهير أو التعقيم فكلما زادت أعداد الميكروبات زاد زمن العملية إهلاك الميكروبات (كذلك فإن الإزالة الميكانيكية للميكروبات بالتنظيف تعتبر هامة جداً قبل عملي التطهير، وذلك لإقلال الزمن اللازم لقتل الميكروبات بكفاءة تامة).

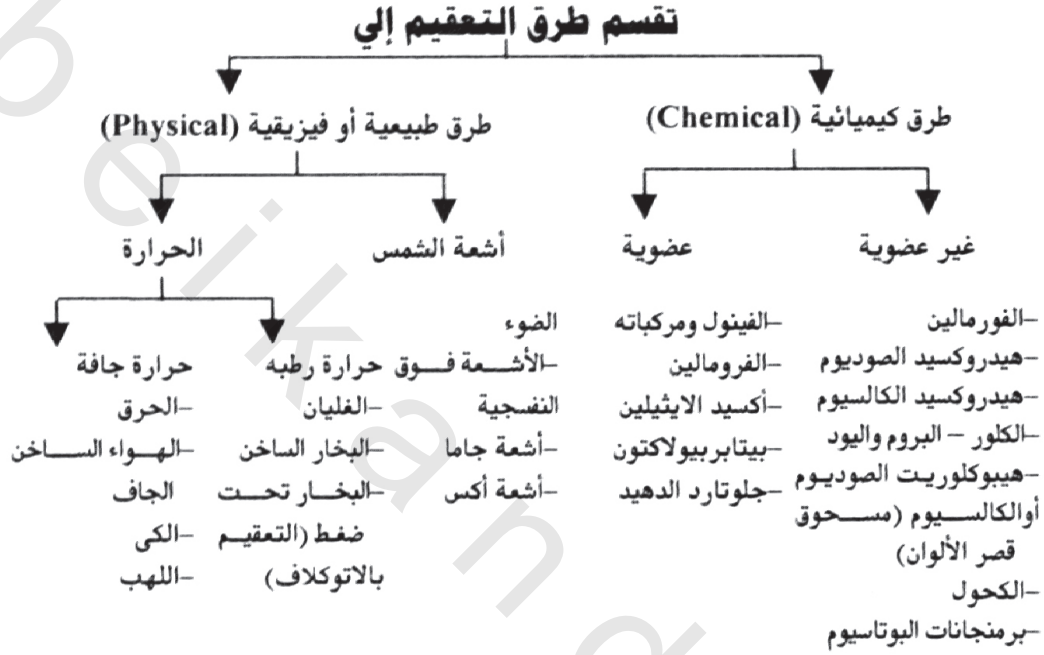
تختلف قابلية الميكروبات من حيث التأثر بالمطهر. وذلك حسب نوعها وطور نموها.. فالبكتريا سالبة صبغة الجرام تهلك أسرع من البكتيريا موجبة صبغة الجرام. كما أن بوغات البكتريا والفطريات تقاوم تأثير المطهر عن الخلايا الخضرية (غير المتجرثمة).

والظروف البيئية أثناء عملية التطهير (درجة الحرارة، نوع الوسط، درجة تركيز أيون الأيدروجين في الوسط) تتحكم في كفاءة التطهير.. وخاصة طور النمو أثناء دورة النمو والتكاثر في البكتيريا مثلا. ويعتبر طور السكون (lag phase) أكثر الأطوار تأثراً بالتطهير. كذلك درجة حرارة الوسط فدرجة حرارة الوسط حرارة الوسط أثناء عملية التطهير تتحكم في كفاءة المطهر ودرجة إهلاكه. فالعصويات بكتيريا السل (تسبب الدرن في الإنسان والحيوان) تهلك عند استخدام المطهر المعروف باسم هيبكلويت الصوديوم عند درجة حرارة ٥٠°م في زمن قدره ١٥٠ ثانية بينما عند درجة حرارة ٥٥° م يتقلص الزمن إلي ٦٠ ثانية فقط (أي أن هناك علاقة عكسية).

ودرجة الأيدروجين (PH) تؤثر أيضاً على كفاءة المطهر فهناك بعض المطهرات التي تزداد فاعليتها بالوسط الحامضي لبيئة التطهير والبعض الآخر تزداد فاعليته بالوسط القلوى.

أنواع المعقمات والمطهرات

تقسيم وأنواع طرق التطهير والتعقيم:



الطرق الطبيعية للتطهير والتعقيم

- **الغليان**

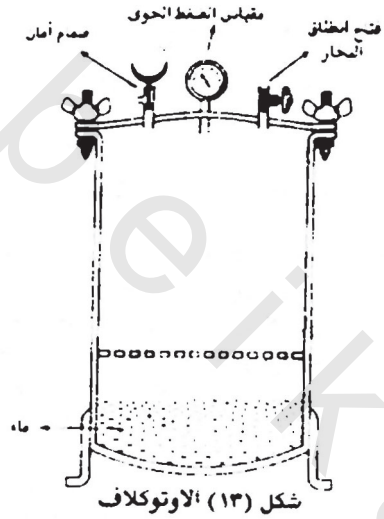
الغلي بالماء عند درجة ١٠٠ْ م له القدرة على قتل وإهلاك البكتريا والفطريات والفيروسات خلال ١٠ دقائق من بداية الغليان ولكن هناك استثناءات حيث إن هناك بعض أنواع المسببات المرضية لا تتأثر كثيراً بطريقة الغلي مثل:

- الالتهاب الكبدى الفيروسي (الذي يصيب الإنسان) لا يتأثر كثيراً بهذه الطريقة حيث إن هناك بعض الأعداد من الفيروس تظل حية وخاصة عندما تتواجد بأعداد كبيرة في الأشياء المراد تطهيرها.

obeikandl.com

- بعض البكتيريا ذات البوغات (endospores) مثل بكتيريا الكلوستريديا فرينجينيز وبوتيوليزم (المسببة للتسمم الغذائي) تقاوم درجة الغليان لعدة ساعات حتى عند إضافة بعض المركبات القلوية لماء الغلي.

- **الغليان تحت ضغط**



شكل (١٣) الاوتوكلاف

وذلك باستخدام أجهزة خاصة تسمي الأوتوكلاف (anutoclave) شكل (١٣) ضغط بخار الماء بداخلها وكذلك التخلص من الكامل من الهواء داخل غرفة جهاز الأوتوكلاف. ويعتبر الأوتوكلاف من أبسط وأفضل وسائل التعقيم لكافة الأشياء مثل: القطن الجراحي، فوط الجراحة، بيئات نمو البكتيريا الصلبة (بيئة الآجار التي تستخدم لاستزراع البكتيريا).

وفكرة هذا الجهاز أن في عدم وجود الهواء في غرفة التعقيم بداخل الجهاز يصاحبه زيادة في درجة الحرارة، كما أن الضغط داخل الجهاز ليس له قيمة أو دور في قتل الميكروبات ولكن زيادة درجة الحرارة هى التي تهلك الميكروبات ودرجة الحرارة تصل إلي ١٢١مْ.

تيارات الهواء الجاف الشديد (سخونة فوق عادية) Super heated dry steam

وهو عبارة عن هواء ساخن درجة حرارته تزيد عن ١٠٠ ْم ولكنه بطيء في قتل و إهلاك الميكروبات.

بخار الماء الساخن والمشبع (saturated steam)

وهذه فكرة الاوتوكلاف، فعند ضغط ١٥ رطلاً/البوصة المربعة (أعلى من الضغط الجوى) فإن درجة الحرارة ترتفع إلي ١٢١ْ م وهي تقتل الميكروبات في زمن لا يقل عن ١٥ دقيقة.

وفي غرف العمليات الجراحية (حيث تتطلب الظروف سرعة تعقيم معدات خاصة) فتزود بجهاز يسمي أوتوكلاف الومضة (Flash autoclave) حيث يعطي درجة حرارة مرتفعة جداً وضغط عالياً. وفاعلية الأوتوكلاف تعتمد على الحرارة المشبعة بالماء والتي تستطيع أن تحدث

obeikandl.com

تخثر لبروتين إنزيمات البكتيريا وباقي الميكروبات وتؤدى إلي القتل السريع لمسببات الأمراض المختلفة.

التعقيم باستخدام طريقة البسترة (Pasteurization)

بهذه الطريقة يمكن التحكم في التسخين عند درجات حرارة معينة، وهي أقل من درجة الغليان، (حتى لا تؤثر على القيمة الغذائية للمواد) وتستخدم هذه الطريقة لتعقيم الألبان، مشروبات الشعيرة (البيرة) والأطعمة ضد البكتريا المرضية، وكذلك المفسدة للأطعمة. (Spoiloge) كما يمكن أيضا استخدام هذه الطريقة بآلية خاصة وذلك بالتسخين عند درجة حرارة مرتفعة لمدة زمن قصير (٧٢ْ م لمدة ١٥ ثانية) وتسمي (flash pasteurization) أي ومضة البسترة ويمكن أن تستمر فترة التسخين لمدة تصل إلي ٣٠ دقيقة (فى الأشياء التي لا تتأثر بهذه الطريقة) وتستخدم في ماكينات الغسيل والمستشفيات لتعقيم بعض الأشياء مثل أقنعة التحذير فهي تعقم عند درجة ٨٠ْ م لمدة ١٥ دقيقة.

والبسترة لا تعتبر عملية تعقيم ولكن هي طريقة تعمل على تقليل أعداد الميكروبات وكذلك حماية الطعام من البكتيريا المفسدة المسببة للعفن ويمكن استخدامها في الأطعمة ذات الوسط الحامضي وكذلك المشروبات حيث إن البوغات لا تنبت أو تنمو إلي خلايا خضرية في الوسط الحامضي.

تكرار التعرض لدرجات حرارة منخفضة (التندله) (Tyndallization)

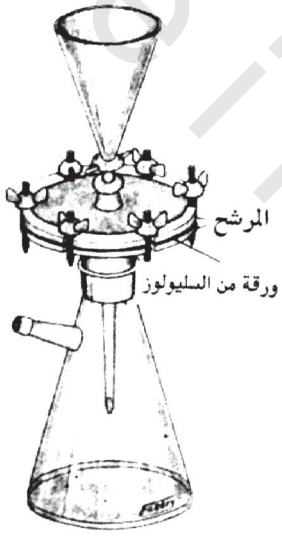
وهي عملية تكرار التسخين عند درجات حرارة منخفضة وتعتمد على فكرة إعطاء الفرصة لبوغات البكتيريا لكي تنبت إلي خلايا خضرية يسهل قتلها بالحرارة وذلك لعدة أيام. وتستخدم درجة الحرارة ٩٠ – ١٠٠ْ م لمدة ٣٠ دقيقة وذلك يومياً لمدة ٥ أيام متتالية أو ٦٠ْ م لمدة ساعة يومياً لمدة ٥ أيام متعاقبة.

وهذه الطريقة تستخدم لتعقيم المواد التي تحتوى على سكريات في المحلول المائي (السكريات تحترق أو تتفكك بالحرارة المرتفعة مثل ١٠٠ْ م أو أكثر).

التعقيم بالحرارة الجافة (Dry heat)

يمكن استخدام الحرارة بدون بخار الماء لقتل الميكروبات والمسببات المرضية في الأدوات الزجاجية التي لا تتأثر بالحرارة المرتفعة فمثلاً أدوات المعامل الزجاجية وكذلك أدوات أطباء الأسنان وأطباق بترى وغيرها.. يمكن أن تعقم في افران التعقيم الخاصة (Hot oven) عند درجة حرارة ١٦٠ْ م – ١٧٠ ْم لمدة ٢ – ٣ ساعات أو ٢٠٠ْ ن لمدة ١.٥ساعة وتستخدم تكنولوجيا الحرارة الجافة لتعقيم معدات الفضاء.

التعقيم بالمرشحات (Sterilization by Filteration)



شكل (١٤) التعقيم بالمرشحات

يمكن تعقيم السوائل والغازات التي لا تتحمل الحرارة وكذلك مياه الشرب في المنازل باستخدام المرشحات وهذه المرشحات تصنع من مركبات السيلكون المعدنية مثل البروسلين والطمي الأرضي والاسبستوس وهي لها القدرة على منع البكتيريا من النفاذ خلال ثقوبها الدقيقة أو عن طريق القوى الاستاتيكية– وهذه المرشحات التقليدية لها عيوب وأهمها ظاهرة إدمصاص بعض مكونات المواد المراد تعقيمها وعدم قدرتها على منع نفاذ الميكروبات الصغيرة جداً مثل الفيروسات. لذلك ظهرت المرشحات الحديثة السيلوزية (membrane Filters) وهي تتكون من خلات السيلوز وتستخدم بكثرة في المعامل والصناعة (شكل١٤)

وهذه المرشحات ورقية السمك خاملة كيميائياً وتصنع بثقوب ميكروسكوبية وبأحجام الثقوب يمكن التحكم فيها حسب نوع الميكروب المراد مع نفاذه خلال هذه المرشحات، ويمكن أن تمنع نفاذ الفيروسات الصغيرة ولكن من أهم عيوبها سهولة انسدادها فيه تحتاج لتنظيف دورى (Cloggine).

openkandi.com

الإشعاع (Radiation)

الموجات الكهرومغناطيسية تعتبر موجات تحتوى على الطاقة ولكنها بدون كتلة. ومنها أشعة أكس، أشعة جاما، الأشعة فوق البنفسجية واشعة الضوء المرئى. والطاقة التي تحتويها تتناسب مع التردد (Frequency: عدد تردد الموجات/ثانية) لذلك فإن الموجات ذات الطول الموجي القصير تكون لها قدرة كبيرة على قتل الميكروبات (بعكس الموجات ذاتالطول الموجي الطويل) لذلك فإن أشعة جاما والأشعة فوق البنفسجية لها قدرة تدميرية كبيرة على قتل البكتريا، الفطريات، الفيروسات.

١- أشعة جاما

وهي تمثل الأشعة المتأنية (Ionizing raditon) وهي تسبب تدميراً بيولوجيا وذلك باستحداث أيونات فائقة النشاط وكذلك جزئيات تعطي طاقة فائقة للجسم الذي تتواجد بداخله وهي تستخدم لقتل بكتيبا السالمونيلا (تؤدى إلي التسمم الغذائي والتيفويد في الإنسان) في الأطعمة والمنتجات الحيوانية وكذلك تستخدم لتعقيم المضاد الحيوى البنسللين وسرنجات الحقن البلاستيكية والمعدات والمنتجات الطبيعية الآخرى ولكن هذه الأشعة لا تؤثر على بوغات البكتريات موجبة صبغة الجرام.

٢- الأشعة فوق البنفسيجة

وخاصة عند طول موجي ٢٠٠ – ٣١٠ نانوميتر (النانوميتر = ١٠/١ ^{١٢} من المتر) أي عند منطقة المغناطيسية الكهربية (electromagnetic Zone) وعندها يتم تدمير الحمض النووى للميكروبات، فعندما تمتص طاقة هذه الأشعة فإنها تحدث تغييرا في القواعد النيتروجينية للحمض النووى (قواعد البيورين والبيريميدين) وبذلك تعطي وظائف الخلية، ولكن من عيون هذه الأشعة أن هناك بعض الفيروسات التي يمكن أن تستعيد طبيعتها وأنزيماتها عند دخولها خلايا الإنسان أو الحيوان ولذلك فإنها تستخدم أنزيمات تصلح العطب في الحمض النووى عند تأثره بالأشعة.

٣- أشعة الشمس

أشعة الشمس لها قدرة تدميرية على البكتيريا والفيروسات، فأشعة الشمس لها خاصة الأشعة فوق البنفسجية وكذلك خاصة الأكسدة بالضوء – Photo oxidation وذلك بالأشعة الموجودة بها، وهي أكبر في طولها الموجي من الأشعة البنفسجية فهي تمتص بواسطة الصبغات في البكتيريا وتؤدى إلي تأكسدها وتحولها إلي سموم داخل البكتيريا وخاصة في وجود الأكسجين الجوى.

المطهرات الكيميائية

Chemical disinfectants

المطهرات الكيميائية ليست معقمات بصفة عامة ولكن المطهر المعروف باسم أكسيد الايثيلين (ethylene oxide) وهو غاز سام يعتبر كمعقم ويستخدم لتعقيم الأشياء والمواد التي لا يمكن تعقيمها بالأوتوكلاف وعامة المجموعة العظمي من المطهرات الكيميائية تشمل الآتي:

الكحوليات – الهالوجينات (غاز الكلور واليود ومحاليها) مجموعة الفورمالدهيد– مجموعة الفينولات– مركبات الأمونيا الرباعية– العناصر المعدنية)

وهذه المطهرات الكيميائية من أهم عيوبها تأثرها بالمواد العضوية مثل الدم، الصديد، البراز، والمواد النباتية والحيوانية، وهي تجعلها خاملة أو تقلل من تأثيرها التطهيرى. فلذلك يجب إزالة المواد العضوية من الأشياء والأماكن المراد تطهيرها قبل عمليات التطهير– وفيما يلى عرض جدولى لأهم المطهرات الكيميائية وبعض خواصها التطهيرية.

obeikandl.com

نوع المطهر	ألية عمله	تركيزه المعتاد وزن/وزن في الماء	مستوى نشاطه	استخداماته الشائعة
الكحولات – مثل ايثيل الكحول – وأيزوبروبيل الكحول	يعمل على تخثر البروتين في الميكروبات	٧٠%	متوسط منخفض	تطهر الجروح وسطح الجلد مضاد للعفونة والتلوث.
الهالوجينيات – اليود – ايودوفور –الكلور ومركباته	أكسدة بروتين البكتيريا	٠.٥% ٧٥ – ١٥٠ ملجم/لتر ٠.١ – ٠.٥%	متوسط منخفض أو متوسط متوسط	مضاد للعضوية والتلوث للجروح والجلد. تطهير مياه الشرب وحمامات السباحة
فورمالدهيد – فورمالدهيد في الكحول – جلوتار الدهليد	ترسيب بوتيني الميكروبات	٨% ٢%	مرتفع مرتفع	المعامل ومعدات المستشفيات
مركبات الفينول	تحطيم جدار الخلية وتخثر البروتين	٠.٥ – ٣%	متوسط	أرضيات المستشفيات والمعامل
مركبات الامونيا الرباعية	تحطيم جدار الخلية	٠.١ – ٠.٢%	متوسط	أرضيات المستشفيات والمعامل
مجموعة العناصر المعدنية مثل أملاح الزئبق	ترسيب البروتين في الخلية والعناصر تحت خلوية	٠.١ – ٠.٢%	منخفض	مضاد للغفونة والتلوث
أكسيد الايثيلين	تحطيم جدار الخلية والأزيمات والعناصر تحت خلوية	٤٥ – ٨٠٠ ملجم/ لتر ماء	منخفض	التعقيم – المعامل والأدوات الطبية والمستلزمات المعملية والطائرات

obeikandl.com