الفصل الخامس

التطهير في حياة الإنسان

استخدام المطهرات في مجال صحة الإنسان

تطهير مياه الشرب

إن غرض تطهير مياه الشرب هو القضاء على الميكروب أو مسببات الأمراض التي يمكن أن تنتقل عن طريق المياه وجعل هذه المسببات غير قادرة على أحداث الأمراض المختلفة والكثيرة. وتعتبر عملية التطهير هي الخطوة النهائية في عملية تنقية مياه الشرب فهي من الخطوات الهامة التى تتطلب الحرص والدقة في تطبيقها وتفادى انتشار الأمراض المعدية أو الأوبئة المرضية، وفيما يلي أهم مسببات الأمراض التي تنتقل عن طريق مياه الشرب:

الأمراض الفيروسية:

- الالتهاب الكبدى الفيروسي (نوع أ، هـ)
- الفيروسات المعوية وأهمها فيروسات ورتا (Rota ciruses)
- فيروس شلل الأطفال.

الأمراض البكتيرية:

- بعض أنواع بكتيريا السالمونيلا وأهمها التيفوئيد والبارتيفوئيد.
- الكوليرا.

الأمراض الطفيلية:

- الدوسنتاريا الأميبية التي تسببها طفيليات وحيدة الخلية مثل الانتاميبا هسيتيلوتيكا والجيارديا.
- بعض الأطوار المعدية لديدان الأمعاء مثل الاسكارس وغيرها.

ولتقييم كفاءة التطهير تجرى على المياه بعد تنقيتها وتطهيرها عدة تجارب معملية خاصة للتأكد من خلوها من هذه المسببات.

وسوف نوضح أهم المطهرات التي تستخدم لتطهير مياه الشرب وهي:

١- الكلور ومركباته

من المطهرات الشائعة في تطهير مياه الشرب وهو من أقوى المؤكسدات التي تعمل على أكسدة الميكروبات ولكن من أهم عيوب الكلور أنه يصبح أقل نشاطاً عندما تزداد درجة الأس الأيدروجيني (القلوية) ولكنها تزداد بزيادة درجة الحرارة.

آلية تأثيره

عند إضافة غاز الكلور للماء ينتج خليط من حمض الهيبوكلورس وحمض الهيدروكلوريك كما في المعادلة الآتية:

$$كل_2 + أ\ يد_2O \rightleftharpoons يد\ أ\ كل + يد^+ + كل^-$$

ويتم هذا التفاعل في غضون لحظات في درجة حرارة الماء العادية ودرجة ا س أيدروجيني لا تقل عن ٤، ثم يتفكك حمض الهيبوكلورس إلي أوكسي كلور وأيونات أيدروجيني كما يلي:

$$يد\ أ\ كل \rightleftharpoons أ\ كل^- + يد^+$$

ودرجة هذه التفكك تصبح ضعيفة عندما تقل درجة الأس الأيدروجيني عن ٦ والأوكسي كلور (أ كل – أو OCL) يتخلل جدار الخلية ويؤكسد بعض مكوناتها.

ومن مميزات الكلور إمكانية اتحاده مع مركبات النوشادر والمواد التى يدخل في تركيبها عنصر النيتروجين حيث يتكون مركب يعرف باسم الكلورامين (Chloramine) والكلورامين له عدة أنواع منها أحادى الكلور (monochloriamine) أو الثنائي (dichloramine) والثلاثي.. وهكذا وهذه المركبات تعمل على استمرار بعض فاعليته المطهرة لفترة زمنية.

وغاز الكلور الطليق (Free chlorine) يمكن استخدامه في تطهير المياه بمعدل ٢ ملجم/لتر ماء لمدة نصف ساعة لقتل سركاريا ديدان البلهارسيا.

وفي محطات تنقية المياه تختلف مراحل التطهير وفقاً لنوعية المياه فيمكن استخدام خطوة التطهير قبل التنقية للمياه وفيها يستخدم الكلور عند شفط الماء الخام بالطلمبات من مصادر المياه، أو عندما توضع في الخزانات استعداداً لبدء علمية التنقية وتستخدم حتى يتكون أثر باق للكلور في المياه المطهرة عند مستوى ٠.١ – ٠.٥ ملجم كلور باق/لتر من الماء.

التطهير بعد التنقية (Postchlortination) ويستخدم كخطوة أخيرة بعد عمليات التنفية ويجب أن يكون مستوى الكلور الباقي (Residual chlorine) عند مستوى ٠.١ – ٠.٢ ملجم/لتر من الماء.

أما التطهير فوق العادى (Super chlorination) فإنه يستخدم عندما يراد اختصار زمن التطهير ويتم ذلك بتركيز يزيد عن الطبيعي بمقدار ١٠ أضعاف التركيز العادى.

٢- الكلورامين (Chloramine)

والكلورامين ناتج من اتحاد مع النوشادر بمعدل ٤: ١ وله عدة مزايا في تطهير مياه الشرب:

- لا يتأثر بوجود المواد العضوية. - يعطي أثر تطهيرى طويل

ولكن من أهم عيوبه بطء عملية التطهير حيث يتطلب وقتا أطول حتى يبدأ تأثيره التطهيرى للمياه. ولكي يتم التأكد من كفاءة التطهير بالكلور وتواجد الأثر الباقي، يجب أن تجرى بعض الاختبارات وذلك بأخذ عينة من المياه بعد إضافة الكلور بعشر دقائق ومن الاختبارات الشائعة في هذا المجال اختبار يعرف باسم اختبار الأورثو توليدين- Orthotoldin – test- ويجب ألا يزيد الأثر الباق للكلور عن ٠.٦ جزء لكل ١٠٠ مليون جزء من الماء وذلك عندما يصل للمستهلك حتى لا يؤثر على الجهاز الهضمي للإنسان.

٣- اليود (Iodine)

وهو مطهر جيد لمياه الشرب ولكنه مرتفع الثمن وهو يستخدم كأقراص iodine tablets في المنازل والمناطق المعرضة لتلوث المياه بمسببات الأمراض وهو فعال ضد البكتريا والطفيليات وبعض أنواع الفيروسات.

٤- الأوزون (O_3) – (Ozoinization)

والأوزون مطهر جيد ومؤكسد كذلك للمواد العضوية عن طريق فعل الأكسجين النشط المتولد أثناء تفاعل الأوزون مع الماء ولذلك فإنه يزيد الراحة والطعم غير المرغوب في الماء وهو يستخدم بصفة أساسية في أوربا والولايات المتحدة الأمريكية، فارتفاع ثمنه يحد من استخداماته حيث إن يتطلب طاقة كهربية لإنتاجه.

وفي المناطق النائية التي لا يصل لها المياه المنقي فيمكن استخدام مصادر المياه المناسبة بعد غليها لمدة ١٠ – ١٥ دقيقة كما يمكن استخدام مرشحات خاصة أنبوبية للاستخدام الشخصي وذلك عندما تتوفر فقط المياه التي تعتبر ملوثه (وهي من التقنيات التكنولوجيا وهذه المرشحات مزودة بمواد لإزالة الكائنات الدقيقة والمعادن السامة وتستخدم مرة واحد فقط).

تطهير حمامات السباحة

تستخدم المطهرات في حمامات السباحة لتطهيرها وتطهير مياها لقتل مسببات الأمراض وعدم انتشار ونقل العدوى من المرضي أو الحاملين لمسببات الأمراض عند استخدامهم لهذه المياه في السباحة.

لذلك يجب أن تكون عملية التطهير مستمرة وسريعة وذلك للإفرازات الكثيرة والمتواصلة من المستخدمين واحتوائها على البكتريا والفطريات كما يجب أن يتوفر أثر باق للمطهر لضمان منع العدوى. وميكروبات الأنف والفم والزور والجهاز التنفسي تلعب دوراً خطيراً في نقل العدوى من الافراد المريضة أو الحاملة للميكروبات إلي الأفراد السليمة وكذلك أمراض العين وفطريات الجلد لذلك فعملية تطهير مياه الحمامات يجب أن تستمر طوال الوقت.

هناك ثلاث أنواع رئيسية لحمامات السباحة

ويعتبر النوع المعروف باسم "full – draw pool " من أصعب الأنواع في عملية التطهير، وهذا النوع يملأ مبكراً في بداية اليوم ولا يفرغ حتى انتهاء اليوم، ويؤدي ذلك إلي تراكم المخلفات وصوبة التطهير. أما النوع المعروف باسم "Flow- through " فهو لا يشكل أى صعوبة حيث إن الماء النظيف يعوض باستمرار الجزء المنصرف من الحمام السباحة وبذلك يعمل على إزالة المخلفات بصفة مستمرة ويمنع تراكمها بالحمام، وعيوبه أن عملية تطهيره مكلفة.

والنوع المعروف باسم إعادة دوران الماء "recirculating pool " من اسهل الأنواع في عملية التطهير ويتم التطهير بكفاءة عالية. فدوران المياه خلال المرشحات والتطهير المستمر لها ميكانيكيا يعتبر من أفضل الوسائل.

أهم أنواع المصهرات في حمامات السباحة

١- الكلور ومركباته وهي الأكثر استعمالاً في التطهير ويستخدم غاز الكلور الحر أو مسحوق إزالة الألوان (هيبوكلوريت الكالسيوم) كمحلول أو في حالة صلبة (بودرة) بالإضافة إلي إمكانية استخدام هيبوكلوريت الصوديوم أيضاً. ويجب أن يكون الأثر الباق للكلور بعد التطهير ٠.٤ – ٠.٦ ملجم/لتر

٢- المواد المحتوية على مثبتات غاز الكلور مثل التيانورات المكورة وتستخدم بمعدل ٦٠ ملجم/لتر والكلور المتبقي ١.٥ ملجم/لتر عند درجة أسى أيدروجيني ٧.٢ – ٧.٥.

٣- اليود ومركباته (Iodine) يجب أن يكون الأثر الباق ٠.٢ ملجم/لتر

مقاومة الطحالب في حمامات السباحة:

يمكن استخدام محلول كبريتات النحاس بمعدل ٠.٥ – ٢ ملجم/لتر وهي من الطرق الشائعة لمقاومة الطحالب.

معالجة المخلفات الصحية

يستخدم الكلور ومركباته في تطهير مخلفات المجارة في تنكات الترسيب لمنع الرائحة وكذلك في التطهير الختامي وذلك للمخلفات السائلة التي يمكن جمعها وتنقيتها واستخدامها للأغراض الزراعية.

التعقيم والتطهيرى الغازى (Gaseous Sterilization)

والتطهير بالغازات من التقنيات المفيدة، تستخدم الغازات التي لها خصائص تطهيرية أو للتعقيم وذلك في الأجهزة الإلكترونية والمصنوعة من البلاستيك والأجهزة الطبية– وتستخدم هذه الطريقة لتعقيم سفن الفضاء، الطائرات ومعامل التشخيص وأماكن الحجر الصحي ضد الأمراض. وأهم هذه المطهرات هي:

١– غاز الفورمالدهيد CH_2O

يستخدم غاز الفورمالدهيد (وهو ثابت عند درجة حرارة لا تقل ٨° م وفي درجات الحرارة المرتفعة) ويستخدم على هيئة أبخرة الرذاذ بمعدل ٠.٥ – ١ سم٣/ قدم مكعب من حجم المكان المراد تعقيمه أو تطهيره. كما يستخدم كغاز بتركيز ١٠ ملجم/لتر من الهواء عند درجة الحرارة العادية والرطوبة النسبية العادية.

٢– أكسيد لايثيلين (Ethlene Oxide)

وهو يستخدم بتراكيز ١٠% مع غاز ثانى أوكسيد الكربون (١٠%: ٩٠%)

٣– بيتا بوربيولاكتون (Beta – propiolactone)

ويستخدم بتركيز ٨.١ ملجم/لتر هواء.

المطهرات الفطرية (Fungistatic fungicidal disinfectants)

المطهرات المبيدة للطفريات (Fungicidal) هي مركبات كيميائية تمنع أو تحد من انتشار الفطريات عن طريق البيئة وخاصة في الفطريات التي لها القدرة على النمو تكوين البوغات (Spores) خارج العائل أو في البيئة وله خاصية سامة على الفطر تؤدي إلي هلاكه.

أما المطهرات الموقفة لنمو الفطر (Fungistatic) فهي تمنع إنبات الفطر ونموه سواء على الأشياء غير الحية أو سطح الأجسام الحية وفي بعض الأحيان يستخدم موقف النمو كمبيد للفطر عند زيادة تركيزه وزيادة الوقت اللازم لقتل الفطر (حتى يتسني امتصاصه إلي داخل خلية الفطر). فدرجة تركيز المطهر وخواص التركيز تتحكم في كونه موقفاً أو مبيداً للفطر.

المطهرات الفطرية في البيئة

١- الفورمالين والفورمالدهيد:

وهو يستخدم لقتل الفطريات ومنع العدوى وذلك بتطهير الأحذية الملوثة بتنيا وفطريات القدم كذلك الأماكن الملوثة بالفطريات ويستخدم كرذاذ أو تبخير بمعدل ٣- ٤% في محلول مائي.

٢- مركبات الأيدوفور ولايود النشط مثل بيتادين (Monppyridine iodine) ويستخدم لتطهير دورات المياه. ومركب الهالوروجن (Haloprogin) أيضا.

٣- مشتقات الايميدازول والكلوتريمازول تستخدم بتركيز ١% لتطهير دورات المياه واماكن النوم والملابس والفراش وغيرها.

مبيدات الفطريات المستخدمة للإصابة السطحية

على الجلد والأنسجة الآدمية.

١- حمض الساليسلك مع حمض البنزويك:

ويستخدم هذا الخليط لعلاج الإصابة السطحية بتركيز ٦%: ١٢% كمراهم للجلد.

٢- مشتقات الايميدازول (Imidazole derivatives)

وهي تستخدم كعلاج فعال ضد الإصابات السطحية الفطرية كعلاج موضعي (Topical)) بتركيز ١% وأشهرها كلوتريمازول (Clotrimazole) والميكونوزول (Miconazole).

٣- الصبغات (Dyes)

وأهمها:

- الجنيانا (Gentian violet)

وتستخدم بتركيز ١: مليون وخاصة لعلاج الخمائر الفطرية مثل الكانديدا.

- محلول الكاربول فوكسين والفينول (Carbol fuchsine – Phenol)
- بتركيز ١ ك ١٠٠ وهذا الخليط يسمي أيضاً كاستيلانس (Castellani's).

٤- مركبات اليود

مثل البيريدين أحادى اليود (Monopyridine) والهالوبروجن (Haloprogin).

مطهرات ومبيدات الفيروسات (Virucidal agents)

وهي مطهرات أو مبيدات طبيعية وكذلك كيميائياً لها القدرة على الحد من انتشار عدوى الأمراض الفيروسية وتشمل:

١- المطهرات والمبيدات الطبيعية:

مثل درجات الحرارة المرتفعة.

المرشحات وهي تستخدم للفيروسات الكبيرة مثل الجدرى (Poxivruses) الأشعة المتأنية، أشعة أكس، أشعة جاما، جسيمات ألفا، الأشعة فوق البنفسجية.

٢- المطهرات الكيميائية

وتقسم إلي مطهرات أو مبيدات الفيروسات غير العضوية وأهمها:

- البوم (Bromine) ويستخدم لتطهير حمامات السباحة وخاصة ضد الفيروسات المعوية ويستخدم حتى أثار باقية ٠.٥ جزء في المليون.
- الكلور (Cholirne) ولكنه يتأثر بوجود المواد العضوية التي تقلل من فاعليته بدرجة كبيرة ويستخدم حتى أثر متبقي ٠.٥ جزء في المليون.
- أملاح النحاس ولكن لهذا أثر ضعيف على الفيروسات.

اليود

المركبات الضعيفة من محلول اليود لها أثر تطهيرى مدمر على فيروسات الأنفلونزا ولكن فاعلية اليود تقل بالمواد العضوية، ويمكن أستخدامه عند حدوث الأوبئة وخاصة الفيروسات المعوية وذلك بتحضير ٧% صبغة يود ثم تخفيفها بمعد ١: ١٠٠٠(في هذه الحالة يحتوى المحلول على ٧٠ جزءاً في المليون يود) حيث تضاف للماء.

برمنجنات البوتاسيوم

يمكن استخدامها بتركيز ١: ١٠.٠٠٠ في عدم وجود المواد العضوية وهي لها قدرة على تدمير الفيروسات في خلال نصف ساعة عند درجة الحرارة العادية.

المركبات العضوية وأهمها:

١- أكسيد الايثيلين (Ethylene Oxide)

هذا الغاز له قدرة على تعقيم الأشياء الملوثة بالفيروسات وله خاصة النفاذية خلال العبوات البلاستيكية والمصنوعة من النايلون وهو يستخدم لتعقيم الغرف والأماكن المغلقة ولكن يجب الحذر من استخدامه فهو سام عند تركيز ١٠٠ جزء في المليون كما أنه يمكن انفجاره عند اختلاطه بالهواء، ولكنه يستخدم مع غاز ثاني أكيد الكربون مكوناً خليطاً آمناً بنسبة ١٠% أكسيد الايثيلين ٩٠% ثاني أكسيد الكربون.

٢- الفورمالدهيد

ويستخدم لتطهير المعامل ضد الفيروسات لقتل الفيروسات عند تحضير اللقاحات الفيروسية الميتة.

٣- الجالوتارالدهيد (Glutaraldehyde)

ويستخدم كمحلول بنسبة ٢% مع بيكروبونات الصوديوم عند درجة أس أيدروجيني ٧.٥ – ٨.٥ في خلال ١٠ دقائق.

٤- الجليكول (Glaycls)

وهو مضاد فيروسي قوى عند استعماله كمحلول أو رذاذ أو ابخرة (يستعمل كمحلول بتركيز ٧٠ – ٩٠%) ويستخدم لتعقيم المعامل بمعدل ١ جم/ ٢٠٠.٠٠ لتر من الهواء (٠.٧ جزء في المليون) للقضاء على الفيروسات التي تنتقل عن طريق الرذاذ أو الهواء مثل فيروس الأنفلونزا وذلك خلال بضع ثوان.

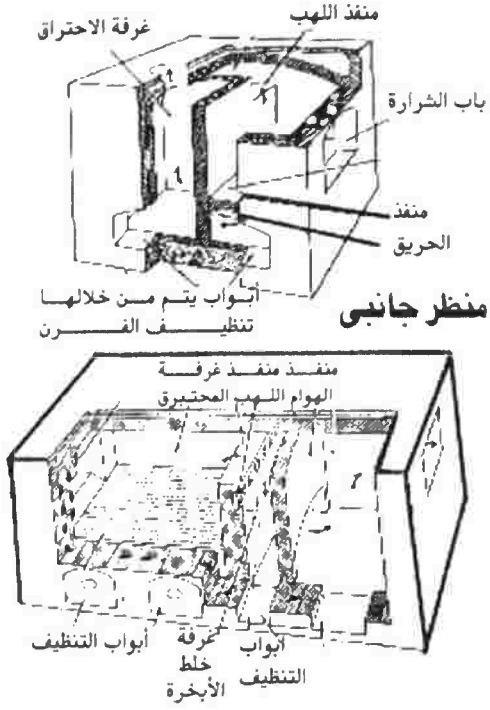
٥- مركبات الأمونيا الرباعية (Benzalkonium chloride)

بتركيز ١: ١٠٠ فهو مطهر فيروسي جيد لفيروس الأنفلونزا والفاكسينيا.

التعقيم والتطهير والتخلص من

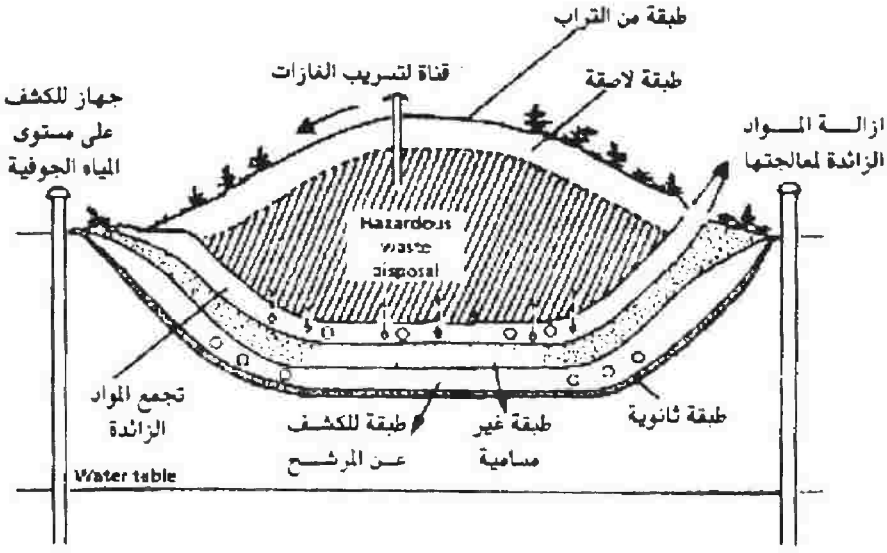
مخلفات المستشفيات بطرق صحية

هناك طريقتان للتخلص من المخلفات الصلبة بطرق صحية وذلك باستخدام الطرق الطبيعية للتطهير مثل الحرق في الحراقات (Incinerators) أو الدفن العميق في الأرض Landfilling)) وتعتبر طريقة التخلص بالحرق باستخدام المحارق الخاصة آمن الطرق للتخلص من مسببات الأمراض بشرط أن تتوافر في هذه المحارق شروط خاصة لمنع التلوث وانتقال مسببات الأمراض للبيئة وتفادى أى خطأ يكون من نتيجته نشر الأمراض وشكل (١٧) يوضح المحارق المستخدمة للتخلص من مخلفات المستشفيات.



شكل (١٧) المحارق للتخلص من مخلفات المستشفيات

أما طريقة الدفن للمخلفات الصلبة فيجب أن تتم في مناطق خاصة يتوافر فيها شروط معينة وقبل أن تنتقل إلي مكان التخلص يجب أن تعقم أولاً ثم تنقل بعد ذلك لمنع نشر مسببات الأمراض أثناء النقل.



شكل (١٨) دفن المخلفات

كما يجب أن تفصل المخلفات إلي مجموعتين الأولي تحوى المخلفات المرضية وتعامل بالحرق (مثل قطن وشاش الجراحة وبقايا معالجة الجروح والعمليات الجراحية والأنسجة الآدمية الناتجة عنها والبول، الدم، عينات البراز والمزارع البكتيرية، بقايا الحيوانات المستخدمة في التجارب المعملية، وتشخيص الأمراض، وغير ذلك من المواد الملوثة (وتتراوح نسبة المخلفات الخطرة الناتجة من المستشفيات والمعامل بحوالى ٢٥ – ٣٠% من المخلفات الكلية). وتصل درجة الحرارة داخل الحراقة إلي أكثر من ٩٠٠ م ويجب أن تصمم جيداً، وتزود بوسائل آمنة لمنع تلوث الهواء بالميكروبات، عن طريق تتطاير الأدخنة، والرماد المتبقي من عملية الحرق، ويجب أن تشمل القياسات والشروط الآمنة.

ومن الطريق أن التعقيم والتطهير يستخدم في مركبات الفضاء فمن المستحيل توفير ضرورات الحياة لرواد الفضاء وأهمها الماء والهواء والتخلص من المخلفات فهناك المرشحات عالية التقنية التي تستخدم لتعقيم ماء المخلفات وذلك بإمرارها على هذه المرشحات لفصل المواد العالقة به ثم يتم تعقيمه عند درجة ٢٥ فهرنهيت لمدة ٢٠ دقيقة ثم يتبع ذلك دفع الماء خلال مرشحات تحتوى على كربون لفصل الشوائب الدقيقة والرائحة ثم يمر بعد ذلك على مرشح أيوني لكي يمتص أيونات العناصر المعدنية. وبعد ذلك يضاف إليه اليود بمعدلات خاصة لقتل الكائنات الدقيقة إذا وجدت ويصير الماء نظيفاً للاستخدام مثل التنظيف والاستحمام.

وكذلك يستفاد من المخلفات الغازية وخاصة ثاني أكسيد الكربون الناتج عن التنفس وتحويلها إلي غاز الميثان والأكسجين فيستفاد من غاز الأكسجين للتنفس أما الميثان فيتم تخزينه

كمصدر للطاقة لإدارة بعض أجهزة مركبة الفضاء أما بخار الماء من الزفير فإنه يتم استخلاص الماء منه وتنقيته ويحفظ في خزانات المياه الصالحة للشرب.

المطهرات القاتلة لعصويات السل(الدرن)

" Tuberculocidal Agents"

من المعروف أن عصويات مرض السل تخرج من الرذاذ والإفرازات المخاطية لمرضي السل الرئوى وكذلك مع البول عندما تصاب الكلي وكذلك مع البراز عند إصابة الكبد والعقد الليمفاوية للأمعاء وتعتبر مصدراً خطيراً لتلوث البيئة المحيطة وانتشار هذا المرض لذلك يجب أن تعامل هذه الإفرازات وأدوات المريض بالتطهير لقتل هذه العصويات ومن أهم مواد التطهير هي: المطهرات الكيميائية.

- **الكحولات:**

ويعتبر الكحول الإيثيلي (Ethanol) والأيزوبروبيل (Isopropyl) من المطهرات شديدة الفاعلية ضد عصويات مرض السل عند استخدامها في محلول مائي لا يقل تركيزها عن ٥٠% إلي ٧٠% ويجب أن نلاحظ إذا زاد التركيز عن ٧٠% فإنه لا يكون له فاعلية في قتل هذه العصويات. كما أنه يستخدم في تطهير الترمومترات الطبية والأشياء الجلدية والمعدات والأدوات الطبية المعدنية.

- **مركبات الفينول (phenolic compounds)**

وهي تستخدم لتطهير الزجاجيات الطبية والآلات المعدنية والأرضيات ودورات المياه.

- **الفورمالدهيد (Formaldehyde)**

ويستخدم لتطهير بعض الآلات المعدنية (حتى لا يتسبب في إتلافها) ويستخدم محلول مائي بتركيز ١٠%.

- **الجلوتارالدهيد (Glutaradelhyede)**

ويستخدم كمحول قلوى بتركيز ٢% مع الماء ولا يتأثر بالمواد العضوية. وهو غير سام، ولا يتلف الأدوات أو المعدات المعدنية، ولا يسبب أى حساسية، كما أنه سريع، وله قوة تطهيرية كبيرة.

- **اليود والأيودوفور (Iodine and Iodophor)**

اليود ومركباته ذات فعالية وخاصة عند استخدام اليود بتركيز ١% في الكحول (ذى التركيز ٧٠%) أما الأيودوفور فقوته التطهيرية ضعيفة.

- **مركبات الكلور (Chlorine compounds)**

وهي فعالة في تطهير الأماكن والأشياء الملوثة بالإفرازات المخاطية وأهم مركباته وأشدها فاعلية هي هيبوكلوريت الصوديوم بتركيز لا يقل عن ٣ – ٥%.

المطهرات المستخدمة لتعقيم

التربة والأرض الزراعية

تستخدم بعض المطهرات الخاصة لتعقيم التربة الزراعية قبل البدء في الدورة الزراعية الجديدة وكلك إذا ما أصيبت المحاصيل السابقة بالأوبئة المرضية أو النيماتودا (ديدان النبات). وكذلك تطهير المراعي عند تلوثها بالميكروبات التي تحدث الأوبئة الشديدة بالحيوان وكذلك التي تنتقل للإنسان الأمراض المشتركة بين الحيوان والإنسان ويطلق عليها Zoonoses، وخاصة عصويات الجمرة الخبيثة – Anthrax فهذه البوغات تظل لها القدرة على إحداث المرض لمدة أكثر من ٥٠ عاماً تلوث التربة وأهم هذه المطهرات هي:

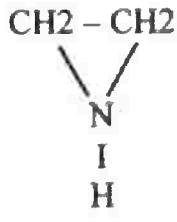
١- ميثيل البروميد (CH_3Br (Methy bromide)

وهو مطهر قوى يستخدم لتعقيم التربة الزراعية وكذلك لقتل بوغات الحمى الفحمية (الحمرة الخبيثة) في المراعي والتربة وكذلك أصواف وشعر الحيوانات. ولكن له تأثير ضار على البيئة فهو يؤثر على طبقة الأزون ويحدث تآكل بها.

٢- الكرويكرين ($[Cl_3CNO_2]$ (Chloropicrin)

وهو مطهر قاتل أو مبيد للبكتريا ويستخدم لتبخير التربة الزراعية ضد البكتريا والفطريات أيضاً عند تركيز ١٥جم/م٣ وذلك بعد قفل الأماكن المراد تطهيرها بإحكام وتترك لمدة لا تقل عن ٦ ساعات.

٣- أيمين الايثيلين – Ethyleneimine



وله قوة تطهيرية في غاية القوة وتقدر بحوالي ١٠٠ ضعف القوة المطهرة للفورمالدهيد ولكن من عيوبه الاشتعال ويتلف الأشياء والمعدات المعدنية.

٤- فوق حامض الخليك Peracetic acid-

$$CH_3 - \overset{\overset{O}{\|}}{C} - OOH$$

ويستخدم كمحلول مائي أو على هيئة رذاذ ويستخدم لتطهير التربة الزراعية وتربة ومساكن وبيئة الحيوانات المساماة جونتوبايوتك (Gnotobiotic) أى الخالية من أى مسبب للمرض أو الكائنات الدقيقة الأخرى وهذه الحيوانات تنتج تحت ظروف خالية من التلوث ومن عيوبه أنه لا يصلح لتطهير المساكن المصنوعة من المعادة وذلك لقدرته على أكسدتها.