إتلاف المخلفات الطبية بطريقة آمنة وحسب محددات البيئة العراقية

سفيان محمد شرتوح محمود باسل محمود* عدنان محمد عبد الرحمن منجد عبد الباقي عمر

رياض عبد اللطيف حمد هاجر محمد هلال ميس جمعة محمد

وزارة العلوم والتكنولوجيا / دائرة معالجة وإتلاف المخلفات الكيمياوية والبايولوجية والحربية الخطرة

*جامعة بغداد / كلية العلوم – قسم علوم الحياة

بغداد – العراق

الخلاصة

درس التلوث البكتيري للمخلفات الطبية الخطرة الناتجة من جهاز المعقام الممزق في بعض المستشفيات المحلية في العراق. كما تم إدخال تحوير على عملية المعالجة بمعاملة الفضلات الطبية بعد إنتاجها بالأشعة فوق البنفسجية بفترات زمنية مختلفة بشدة 254 نانومتر للسيطرة التامة على قتل جميع أشكال الحياة المايكروبية في المخلفات الناتجة النهائية. وبالتالي معاملتها كنفايات بلدية وضمن المحددات البيئية. أظهرت نتائج الدراسة إمكانية إعادة نمو البكتيريا الموجودة في الفضلات الناتجة بعد فترات تصل إلى 72 ساعة فكان عددها 20 خلية / مل، في حين تم القضاء على كل النمو البكتيري خلال نفس الفترة بإستخدام الأشعة فوق البنفسجية بزمن إستبقاء 15 دقيقة.

كلمات مفتاحية: النفايات الطبية، جهاز المعقام الممزق، الأشعة فوق البنفسجية والعدد الكلي للبكتيريا.

Destruction of Medical Wastes by Safety Processes According to the Iraqi Environmental Limits

Sufyan Mohammed Shartooh Mahmoud Basil Mahmoud* Adnan Mohammed Abdulrahman Munjid Abdulbaqi Omar Ryadh Abdulatif Hamad Hajir Mohammed Hilal Mais Juma Mohammed

Ministry of Science and Technology / Chemical, Biological and Warfare Hazardous Remnants Treatment and Disposal Directorate

*Baghdad University / College of Science - Biology Dept.

Baghdad - Iraq

E-mail: dralwaisi@yahoo.com

Abstract

The bacterial pollution for hazardous medical wastes produced by autoclave shredder was studied in some local hospitals in Iraq. A modulation has been introduced to the treatment process which is the use of Ultraviolet light on the medical wastes after producing from the autoclave shredder in different retention times in the density of 254 nm, to control and full killing of all kind of microbial life in the produced medical wastes, therefore , treated as municipality wastes according to the environmental limits. Results show the ability of pathogenic bacteria to re-generate in the produced medical wastes within the periods of 72 hours that reaches up to 20 cell / ml, while the use of UV light in a retention time of 15 min. was able to destroy all bacterial growth in the same period of 72 hours.

Key words: Medical Wastes, Autoclave Shredder, Ultraviolet Light and Total Plate Count.

المقدمة

تنتج المستشفيات والمراكز الصحية المختلفة خلال أنشطتها اليومية مزيجاً متنوعاً من النفايات الطبية. وأن قسماً من هذه النفايات يكون على شكل سوائل تطرح إلى المجاري والبعض الآخر ينبعث على شكل غازات من فوهات المختبرات، ولكن القسم الأكبر من نفايات القطاع الصحي تحتوي على مخلفات كيمياوية وبايولوجية، وإن كل نوع من النفايات (مخلفات القطاع الصحي) تعالج بطريقة معينة تختلف حسب نوع النفايات المطروحة فيتم إستخدام طرق عديدة منها الحرق والطمر والتعقيم بالحرارة والبخار وطرق متنوعة أخرى من أجل معالجة البيئة من آثارها الضارة ومن أجل الحصول على بيئة نظيفة خالية من التلوث حفاظاً على توازن النظام البيئي (Turnberg, 1996). وبصورة عامة يمكن تعريف النفايات الطبية الملوثة بأنها تلك النفايات الناتجة عن إجراءات التشخيص والعلاج والتطعيم والتي تنتج عن غرف العمليات والعناية المركزة وغرف الضماد وأقسام المختبرات والأسنان والغسيل الكلوي وحالات العزل وأي نفايات تكون ملوثة بالدم أو أي إفرازات تصدر من المريض. ويمكن تصنيفها إلى أربعة أنواع هي: نفايات مرضية معدية ونفايات خطرة ونفايات مشعة ونفايات عامة أخرى (ICRC, 2011). إذ من الواضح أنه في حالة عدم معالجة هذه النفايات بطريقة صحيحة تكون مصدراً خطراً على الصحة (Garcia, 1999). تتم معالجة وإتلاف معظم المخلفات الطبية بإستعمال طريقة الحرق، ولطريقة الحرق مخاطر ومساوئ عديدة، خصوصاً إذا ما أخذنا بنظر الإعتبار الكميات الكبيرة من النفايات المنتجة يومياً في المستشفيات. إذ يفترض بالحرق إتلاف المواد التي تتواجد فيها وعليها المواد المعدية كالورق والورق المقوى والبلاستك والزجاج والمعادن. في أثناء هذه العملية يتم توليد الغازات الحامضية (بفعل البلاستك الكلوري الموجود) ويتم تحرير المعادن السامة (من الملوثات والإضافات الموجودة في الورق والبلاستك وغيرها من المواد الأخرى) ويتكون الديوكسين والفوران من أي مادة كلورية موجودة في النفايات(Salkin & Krisiunas, 1998). إن هذه المشاكل الكيميائية المميزة ليست ناتجة عن النفايات الطبية بحد ذاتها بل من هذا "الحل" المفترض، إذ أن الحرق غير الضروري للبلاستك (Polyvinyl Chloride – PVC) والورق والأنسجة وغيرها من المواد غير المعدية يؤدي إلى توليد هذه المواد السامة وإنتاج رماد يحتاج بدوره إلى المعالجة الخاصة كونه يعتبر نفايات خطرة. وقد خلصت مجموعة من العلماء بعد إيجادها معدلات مرتفعة لأنواع من البكتيريا في الغازات الصادرة من محارق نفايات المستشفيات إلا أن المحارق قد لا تشكل الطريقة المطلقة أو المثلى لتعقيم النفايات الطبية (Garcia, 1999).

ونظراً للأسباب الآنفة الذكر تم إيجاد طرق أخرى لمعالجة وإتلاف النفايات الطبية بصورة صديقة للبيئة مثل التعقيم بالحرارة الرطبة (Steam Sterilization) وهي طريقة آمنة للبيئة وأقل تكلفة في التشغيل وتحتاج إلى عدد قليل من الفنيين المؤهلين وهي الطريقة التي تناولها البحث في دراسته (Turnberg, 1996).

ولزيادة كفاءة هذه المعالجة يتم تقطيع النفايات الطبية وتمزيقها إلى أجزاء صغيرة لتمكين وصول البخار والحرارة إلى أكبر عدد ممكن من هذه النفايات فضلاً عن إختزال حجمها، كما تم إضافة تحويرات جديدة وفعالة خلال عمليات المعالجة مثل التعقيم بإستخدام (Ultraviolet) الأشعة فوق البنفسجية المايكروووية للقضاء التام على جميع الأحياء المجهرية الممرضة بكل أنواعها المكونة للسبورات وغيرها. وبالتالي يكون النمو البكتيري الناتج بعد عملية التعقيم والإتلاف معدوماً لما للأشعة فوق البنفسجية من تأثيرات قاتلة للمايكروبات على جدرانها الخلوية وعلى أحماضها النووية (DNA) والتي تمنع تكوينها ومضاعفتها في أجيال نمو أخرى (Altena *et al*, 2001). ويهدف البحث إلى إيجاد طريقة ملائمة وآمنة بيئياً لمعالجة

وإتلاف المخلفات الطبية المعدية بوساطة طريقة التعقيم بالحرارة الرطبة المستخدمة في جهاز الـ Autoclave Shredder بإدخال تقنيات مرافقة للمعالجة مثل تقنية الأشعة فوق البنفسجية UVC لضمان القضاء التام على جميع أشكال الكائنات المجهرية الممرضة في النفايات الناتجة والسيطرة على نموها بعد عملية التعقيم بفترات طويلة من خلال قتل الكائنات الحية مع سبوراتها بإستخدام هذه التقنية وبالتالي معاملة الفضلات والمخلفات الناتجة كنفايات بلدية ضمن الشروط والمحددات البيئية وبصورة صديقة للبيئة.

المواد وطرائق العمل

أجريت عملية النمذجة للمخلفات الطبية من أجهزة المعقام الممزق (Autoclave Shredder) قبل وبعد المعالجة (تحت ضغط 3.8 بار وبدرجة حرارة 135°م) من مستشفى مدينة الطب ومستشفى إبن الهيثم في بغداد (صورة 1).

صورة (1) جهاز المعقام الممزق والحزام الناقل والنفايات الطبية بعد تعقيمها وتقطيعها

وجمعت النماذج في أوعية بلاستيكية معقمة معده لهذا الغرض، وتم نقلها بصناديق مثلجة Cool Box إلى المختبر لأجراء الفحوصات البكتيريولوجية اللازمة خلال فترة أقصاها ساعتين حفاظاً على العدد الفعلي للأحياء المجهرية الموجودة في العينة وتجنباً لتلف العينات. وكانت العينات بجزئين سائل وصلب (صورة 2).

صورة (2) العينات السائلة والصلبة للمخلفات الطبية بعد التعقيم

حيث تم قياس العدد الكلي للبكتيريا بإتباع طريقة (Total Plate Count – T.P.C) الموصوفة من قبل Abbawi & Hassan 1990 لعينات الدراسة قبل وبعد عملية المعالجة والإتلاف بجهاز المعقام الممزق وذلك بتهيئة عالق بكتيري في محلول ملحي متعادل Normal Saline وأخذ 1 مل من هذا العالق ليصب في أطباق بتري (بقطر 9 سم) الحاوية على وسط مغذي (Nutrient Agar) حضر حسب تعليمات الشركة المنتجة، وحركت الأطباق لمدة كافية لمزج العينة مع الوسط وحضنت الأطباق بدرجة حرارة 37°م ولمدة 24 ساعة ليتم بعدها عد المستعمرات البكتيرية النامية على الطبق بإستخدام جهاز عداد المستعمرات (Colony Meter) وتطبيق القانون

العدد الكلي للبكتيريا (خلية / مل) =

عدد المستعمرات × معكوس التخفيف.

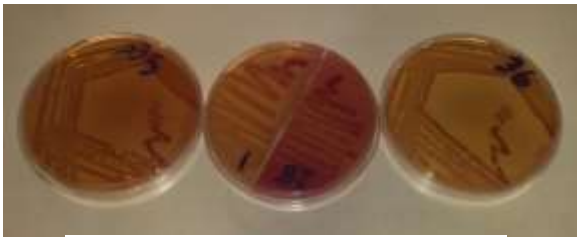
وقد أستخدم التخفيف 10^{-3} لعينات قبل المعالجة والتخفيف 10^{-1} لعينات بعد المعالجة ولكل الفحوصات المختبرية اللاحقة.

حضرت سلسلة من الأطباق الزرعية الحاوية على أوساط تنموية عامة مختلفة لجميع الأحياء المجهرية مثل وسط الأكار المغذي Nutrient Agar ووسط أكار الدم Blood Agar ووسط أكار نقيع القلب والدماغ Brain Heart Infusion بإعتبارها أوساط تنموية وغذائية عامة لأنواع الكائنات المجهرية البكتيرية وقياس عدد هذه الكائنات لمعرفة كفاءة عملية المعالجة. قسمت عينات الدراسة إلى أربعة مجموعات هي: المجموعة الأولى والتي تم زراعتها مباشرةً بعد عملية التعقيم ، والمجموعة الثانية والتي تم زراعتها بعد 24 ساعة من عملية التعقيم والمجموعة الثالثة والتي تم زراعتها بعد 48 ساعة من عملية التعقيم والمجموعة الرابعة والتي تم زراعتها بعد 72 ساعة من عملية التعقيم، ولكلا العينتين السائلة والصلبة، لمعرفة الأعداد الحية للبكتيريا الموجودة وإعطاء الوقت الكافي والظروف الملائمة لنمو سبوراتها. تم إستخدام مصباح خاص لتوليد الأشعة فوق البنفسجية من نوع UVC وبقوة 254 نانومتر لما لهذا المدى من تأثير قاتل للأحياء المجهرية (APHA, 2005)، إذ عرضت كل مجاميع العينات الأربعة إلى هذه الأشعة (صورة 3) بأزمنة إستبقاء مختلفة Different Retention Time، والتي كانت: (1 دقيقة و 5 دقائق و 10 دقائق و 15 دقيقة)، بعد عملية التعقيم بجهاز المعقام الممزق Autoclave Shredder ومن ثم قياس العدد البكتيري الناتج بعد كل زمن إستبقاء لمعرفة كفاءة عملية المعالجة.

صورة (3) النفايات الصلبة أثناء تعريضها لطيف الأشعة

النتائج والمناقشة

حضرت سلسلة من التخافيف للعينات السائلة والصلبة من المخلفات الطبية قيد الدراسة قبل المعالجة وأظهرت نتائج الفحص عند زرع العينات من التخفيف الثالث (10^{-3}) نمواً كثيفاً للمستعمرات البكتيرية على الأطباق الحاوية على الوسط المغذي Nutrient Agar ووسط الدم ووسط نقيع القلب والدماغ، فكان عدد البكتيريا في عينة المخلفات السائلة 217000 خلية/مل (صورة 4)، وكان عدد البكتيريا في عينة المخلفات الصلبة 124000 خلية/مل (صورة 5)، وهذا يعطي دليلاً واضحاً على مدى التلوث البكتيري الموجود في العينات قبل المعالجة بجهاز المعقام الممزق.



صورة (4) النمو البكتيري لعينات المخلفات السائلة قبل المعالجة

صورة (5) النمو البكتيري لعينات المخلفات الصلبة قبل المعالجة

بالنسبة لعينات المخلفات السائلة الناتجة بعد التعقيم بجهاز المعقام الممزق دون معالجتها بالأشعة فوق البنفسجية فقد تم زرعها ضمن أربعة مجاميع وعلى فترات زمنية مختلفة وتحت ظروف معقمة، ولم تظهر أي من المجاميع المدروسة نمواً حيوياً على أطباق الزرع، في حين أظهرت نتائج فحص عينات المخلفات الصلبة نمواً حيوياً بعد 24 و 48 و 72

ساعة وكان عدد البكتيريا هو 10 و 20 و 20 خلية / مل، على التوالي (جدول 1).

جدول (1) العدد الكلي للبكتيريا في العينات السائلة والصلبة قبل معاملتها بالأشعة فوق البنفسجية

مخلفات العينات السائلة		مخلفات العينات الصلبة	
وقت الزرع	العدد الكلي للبكتيريا	وقت الزرع	العدد الكلي للبكتيريا
مباشرة بعد التعقيم	صفر (خلية/مل)	مباشرة بعد التعقيم	صفر (خلية/مل)
بعد 24 ساعة	صفر (خلية/مل)	بعد 24 ساعة	10 (خلية/مل)
بعد 48 ساعة	صفر (خلية/مل)	بعد 48 ساعة	20 (خلية/مل)
بعد 72 ساعة	صفر (خلية/مل)	بعد 72 ساعة	20 (خلية/مل)

في حالة معاملة العينات بالأشعة فوق البنفسجية فقد تم إستبعاد عينات المخلفات الطبية السائلة لعدم إحتواءها على أي خلية بكتيرية وهذا ما أظهرته نتائج الفحص المشار إليها في الجدول (1)، وتم معاملة عينات المخلفات الطبية الصلبة فقط – الناتجة بعد المعالجة بالمعقام الممزق– بالأشعة فوق البنفسجية لأنها أظهرت نمواً حيوياً بعد فترات متباعدة. تم معاملة المخلفات الصلبة بطيف الأشعة فوق البنفسجية بزمن إستبقاء يبلغ دقيقة واحدة فوصل عدد البكتيريا إلى 20 خلية/مل عند وقت الزرع 48 و 72 ساعة على التوالي (جدول 2).

جدول (2) أعداد البكتيريا للعينات الصلبة بعد التعرض للأشعة بزمن إستبقاء دقيقة واحدة

وقت الزرع	العدد الكلي للبكتيريا
مباشرةً بعد التعقيم	صفر (خلية/مل)
بعد 24 ساعة	10 (خلية/مل)
بعد 48 ساعة	20 (خلية/مل)
بعد 72 ساعة	20 (خلية/مل)

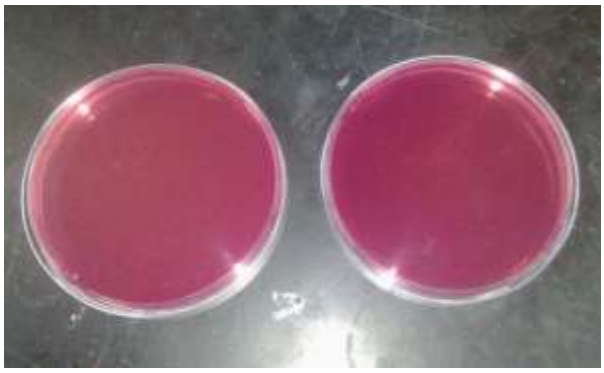
كما تم معاملة المخلفات الطبية الصلبة بالأشعة فوق البنفسجية بزمن إستبقاء يبلغ 5 دقائق وكانت النتائج مشابهة لزمن الإستبقاء بدقيقة واحدة كما في الجدول (2). وفي حالة معاملة المخلفات الطبية الصلبة بطيف الأشعة فوق البنفسجية بزمن إستبقاء 10 دقائق فقد تناقص عدد البكتيريا إلى 10 خلية/مل بعد 72 ساعة مع إنعدام النمو بالفترات الباقية كما هو موضح في الجدول (3).

جدول (3) أعداد البكتيريا للعينات الصلبة بعد التعرض للأشعة بزمن إستبقاء 10دقائق

وقت الزرع	العدد الكلي للبكتيريا
مباشرةً بعد التعقيم	صفر (خلية/مل)
بعد 24 ساعة	صفر (خلية/مل)
بعد 48 ساعة	صفر (خلية/مل)
بعد 72 ساعة	10 (خلية/مل)

وإنعدم النمو تماماً للمجاميع البكتيرية لكل أوقات الزرع عند معاملة عينة النفايات الصلبة بطيف الأشعة فوق البنفسجية بزمن إستبقاء 15 دقيقة، حيث تم القضاء على جميع الكائنات الحية الموجودة في العينة بإجتماع عوامل الحرارة والضغط في جهاز المعقام وطيف الأشعة فوق البنفسجية بعد عملية التعقيم. حيث تبين الصورة (6) إختفاء النمو البكتيري في الطبق الثالث بعد معاملته بالأشعة فوق البنفسجية بزمن إستبقاء 15 دقيقة بعد زرعه على وسط الأكار المغذي، وإنعدام النمو نهائياً بعد زرع العينات على وسط أكار الدم (صورة 7) ووسط نقيع القلب والدماغ (صورة 8).

صورة (6) إختفاء النمو البكتيري في الطبق الثالث بعد تعريضه لطيف الأشعة بزمن إستبقاء 15 دقيقة



صورة (7) إنعدام النمو البكتيري بعد تعريضه لطيف الأشعة بزمن إستبقاء 15 دقيقة على وسط أكار الدم

صورة (8) إنعدام النمو البكتيري بعد تعريضه إلى طيف الأشعة بزمن إستبقاء 15 دقيقة في وسط نقيع القلب والدماغ

إن طيف الأشعة فوق البنفسجية من نوع C والذي يتراوح بطول موجي من 100 إلى 280 نانومتر يسمى UVC، وهذا الطيف يؤثر على الأحياء الدقيقة مثل البكتيريا والأعفان والخمائر والإبتدائيات من خلال تدميرها وقتلها، أو من خلال إضعاف قدرة الكائن الحي الدقيق على التضاعف والتكاثر، بتأثير هذه الأشعة على الحامض النووي (DNA) من خلال التسبب بخلل في التفاعلات الكيمياوية لقواعد الثايمين المكونة للحامض بحيث تمنع إنقسام وتضاعف الـ DNA أو عن طريق فصل وكسر الأواصر الجزيئية الخلوية وتحرير الجذور الحرة والتي لها تأثير كبير على الحالة الخلوية للكائن الدقيق من خلال تفاعلها مع بعضها وإنتاج مركبات سامة وموقفة للعمل الخلوي وبالتالي موت الكائن الحي (Giese & Darby, 2000). إن تدمير وقتل الكائنات الدقيقة يعتمد بصورة أساسية على حالة الوسط الموجودة فيه هذه الكائنات، أي حالة المضيف سواء كانت سائلة أو صلبة، ففي حالة الوسط سائل فإن تأثير الحرارة والضغط يصل إلى جميع الكائنات الحية الموجودة أما في حالة الوسط الصلب فإن الجزيئات الصلبة الموجودة قد تؤمن بيئة ملائمة لحماية الكائن المجهري من الظروف الغير ملائمة من حرارة وضغط أو تحمي سبوراته التي يكونها الكائن عندما تكون ظروف النمو غير مناسبة (Eccleston, 1998). وهنا يأتي دور طيف الأشعة فوق البنفسجية الذي يؤثر ويخترق جميع ما موجود في الوسط الصلب وبالتالي يؤدي إلى قتل أو تقليل القابلية التكاثرية للكائن الدقيق (Morita, 1982). ومن النتائج المستحصلة في هذه الدراسة نرى مدى التلوث الكبير في العينات قبل المعالجة ومدى فعالية عملية التعقيم بالحرارة الرطبة في التقليل من أعداد الكائنات الحية الدقيقة ولكن ليس إنعدامها، وهو ما مطلوب للحصول على نفايات آمنة وغير معدية (WHO, 1996). إن ظهور النمو البكتيري في عينات الدراسة الحالية بعد فترات زمنية مختلفة وإنعدامه بعد المعالجة مباشرةً يعزى إلى أن الكائن الحي الدقيق ينتج سبورات وأغلفة يحيط بها نفسه

عندما تكون الظروف المعيشية غير ملائمة، وعند تحسن الظروف بعد فترة زمنية مناسبة يعود للنمو من خلال التخلص من هذه الأغلفة (Sharrer *et al*, 2005) وهذا ما أثبتته الدراسة الحالية بظهور الكائنات الحية بعد 72 ساعة التي أما أن تكون مكونة للسبورات أو تكون قد أمنت بيئة مناسبة لها داخل جزيئات النفايات الصلبة وقد يعود السبب إلى إنقطاع التيار الكهربائي في بعض الأحيان وتلكؤ عمل منظومة المعالجة مما يسبب هذا الخلل في نظام التعقيم.

ويعود سبب إختفاء النمو نهائياً بعد معاملة هذه النفايات بطيف الأشعة فوق البنفسجية إلى وصول التأثير القاتل لهذه الأشعة إلى مختلف أجزاء الوسط الذي تعيش فيه الكائنات الدقيقة وبزمن إستبقاء مناسب لإحداث الضرر الذي يحول دون تكاثر الكائن الحي ومضاعفة أعداده من خلال تأثيره على الحامض النووي أو من خلال الأواصر الخلوية التي يكسرها وتفاعلات الجذور الحرة التي يولدها وهي كفيلة بإحلال الجدار الخلوي للكائن أو بإنتاج مواد سامة داخل سايتوبلازم الخلية الدقيقة (Liltved *et al.*, 2006).

توافقت نتائج الدراسة الحالية مع العديد من الدراسات منها دراسة Garcia (1999) خلال دراسته على تأثير الأشعة فوق البنفسجية في تطهير المخلفات الطبية، ودراسة Munshi *et al*. (2001) في دراسة تطبيقية لتأثيرات طيف الأشعة فوق البنفسجية على النمو البكتيري في منظومات الأوزموزية العكسية لمرشحات المياه. وأشار Walker *et al*. (2012) في دراستهم لتطهير المعدات الطبية المستخدمة في العمليات الجراحية إلى أن استخدام التشعيع بالأشعة فوق البنفسجية كان فعالاً في القضاء على سبورات الأحياء الدقيقة، وتوافقت النتائج المستحصلة من هذه الدراسة مع دراسة (Liltved & Landfald, 2000) خلال دراستهم على تقليل أعداد البكتيريا المرضية المعدية في أنسجة الأسماك.

الإستنتاجات والتوصيات

1. إن عملية تعقيم المخلفات الطبية ومعالجتها تعمل على خفض أعداد البكتيريا المرضية إلى حدود قليلة ولكنها في الوقت نفسه لاتعمل على إنهاء الوجود البكتيري الممرض بصورة نهائية.
2. للأحياء المجهرية الدقيقة القابلية على إعادة نموها وتكاثرها بعد فترات زمنية متباعدة بعد عملية التعقيم بالحرارة الرطبة من خلال السبورات أو ما تؤمنه النفايات الصلبة من بيئة ملائمة للكائنات المايكروبية الدقيقة.
3. إن إدخال عمليات تحويرية وتطويرية لعمل المنظومة مثل إستخدام الأشعة فوق البنفسجية ساهم في إنهاء الوجود البكتيري بجميع أنواعه حتى بعد فترات زمنية لاحقة.
4. توصي الدراسة بإستخدام طرق تعقيم أخرى مثل الأشعة المايكروووية وغاز الأوزون.
5. إجراء الفحوصات البكتيريولوجية الخاصة لبيان كفاءة عملية المعالجة للعينات بفترات زمنية متباعدة بعد التعقيم للتأكد التام من خلو المخلفات من أي كائنات حية ممرضة، والتأكد من أن جميع الأوساط الزراعية الحيوية قد فقدت قابليتها على تنمية الأحياء المايكروبية.

References

Abbawi, S. A. and Hassan, M. S. (1990). Environmental Engineering, Water Analysis. Dar Al-Hekma for Printing and Publishing, Mosul.

Altena, F. W.; Van, J. B. and Giller, H. (2001). Technological Advances in Disinfection Lamps Leading to more Compact UV Sources. Proc. 1st Int.

Radiation to Control Bacterial Growth in the RO Feed Water fromNano-filtration Membranes. Saline Water Conversion Corporation, Tech. Rep. No. 3805, Saudi Arabia.

Salkin, I. F. and Krisiunas, E. (1998). Alternatives to Medical Wastes Incinerators. *J. Solid Waste Tech. Manag*, 25(1);9-13.

Sharrer, M. J.; Summerfelt, S. T.; Bullock, G. L. and Taeuber, J. (2005). Inactivation of Bacteria Using Ultra-Violet Irradiation in a Recirculating Salmonoid Culture System. *Aquacultural Engineering.* 33; 135-149.

Turnberg, W. L. (1996). Bio-hazardous Waste. John Wiley and Sons, Inc., NY. USA.

Walker, R. W.; Markillie, L. M. and Colotelo, A. H. (2012). The Efficacy of Ultraviolet Radiation for Sterilizing Tools Used for Surgically Implanting Transmitters into Fish. Pacific Northwest, National Laboratory, USA.

WHO. (1996). Guide Line for Drinking Water Quality. Health Criteria and Other Supporting Information. *Vol*. (2). 2nd ed. Geneva.

Congress on Ultraviolet Technologies, Washington DC, USA.

American Protection Health Agency APHA. (2005). Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21st ed. Washington, USA.

Eccleston, B. (1998). UV Intensity Levels Affected by Water Quality. *J. Water Technology*. 21(5): 61-68.

Garcia, R. (1999). Effective Cost-Reduction Strategies in the Management of Regulated Medical Waste. *Am. J. Inf.Cont*, 27(2); 165-175.

Giese, N. and Darby, J. (2000). Sensitivity of Microorganisms to Different Wavelengths of UV Light: Implication on Modeling of Medium Pressure UV Systems. *Water Rsearch*. 34; 4007-4013.

International Committee of the Red Cross ICRC. (2011). Medical Waste Management, ICRC, 1202 Geneva, Switzerland.

Liltved, H. and Landfald, B. (2000). Effects of High Intensity Light on Ultraviolet Irradiated and Non-Irradiated Fish Pathogenic Bacteria. *Water Research*. 34(2); 481-486.

Liltved, H.; Vogelsang, C.; Modahl, I. and Danneving, B. H. (2006). High Resistance of Fish Pathogenic Viruses to UV Irradiation and Ozonated Seawater. *Aquacultural Engineering*. 34; 72-82.

Morita, R. Y. (1982). Starvation – Survival of Heterotrophs in the Marine Environment, *Advances in Microbial Ecology*. 6; 171-198.

Munshi, H. A.; Saeed, M. O. and Green, T. N. (2001). Application of Ultra-Violet