الفصل الاول

1-1المقدمة

الليزر هو عبارة عن اشعاع كهرومغناطيسي تكون فوتوناته متساوية في التردد ومتطابقة في الطول الموجي ,حيث تتداخل تداخلاً بناءاً بين موجاتها لتتحول الي نبضة ضوئية ذات طاقة عالية وشديدة التماسك زمنياً ومكانياً , وذات زاوية انفراج صغيرة جداً .

ان شعاع الليزر يحمل طاقة حرارية تفوق الطاقة الضوئية باكثر من مليون ضعف وذلك بفضل توافقه وكثافتة . واثره الحراري يقتصر علي البؤرة التي يصب عليها.

من اهم انواع الليزات الغازية ليزر ثاني اكسيد الكربون ذو الطول الموجي (9.2– 10.8)

الذي يستخدم في مجال الصناعة (طاقة عالية) والطب (امتصاصية عالية) وغيرها من الاستخدامات.

2-1 مشكلة البحث

تلوث اغلب المياه ببكتريا الايكولاي الضارة واستخدام الليزر كبديل لتنقية هذه المياه .

3-1 اهداف البحث

التعرف علي خصائص جهاز ليزر ثاني اكسيد الكربون, واستخدامه لتنقية المياه من بكتريا الايكولاي(E.COLI).

4-1 محتوي البحث

يحتوي البحث علي خمسة فصول , الفصل الاول علي مقترح البحث ,والفصل الثاني يحتوي علي مقدمة في الليزر ,ويحتوي الفصل الثالث علي تفاعل الليزر مع المادة وانواع البكتريا وطرق التعقيم ,والفصل الرابع يحتوي علي الاجهزه والادوات و الطريقة المنهجية المتبعة ,اما الفصل الاخير فيحتوي علي النتائج والمناقشة والتوصيات .

5-1 الطريقة المنهجية

اتبعت الطريقة المعملية حيث تم تلويث المياه ببكتريا الايكولاي ومن ثم تشعيعها بليزر ثاني اكسيد الكربون حيث تم تسليط الأشعة عموديا على العينات المراد تشعيعها,والحصول علي النتائج النهائية .

الفصـــل الثاني

1-2 مقدمة :

إزداد الأهتمام بهذه الأشعهكثيراً حيث أصبحت مصدر فضول لكثير من العلماء للتعرف إلي تاريخها ، وخواصها ، وفكرتها ،وتصنيفتها ومدى خطورتها على الكائن الحي.

حيث وجدوا أن كلمة ليزر هي إختصار إلي :

Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

وهي تعني تضخيم الضوء بواسطة الأنبعاث المستحث للإشعاع . ويتميز هذا الإشعاع عن غيره أنة احادي الطول الموجي.

وسوف نتحدث عنة بشئ من الإجاز في هذا الفصل.

2-2 تاريخ الليزر:

لقد راود تفكير الإنسان منذ أقدم العصور إمكانية الحصول على الأشعة الضوئية والحراريه العالية الشدة والتحكم بها ،بغاية إستخدامها لأغراض سلمية مختلفة بإضافة لتسخيرها كسلاح فعالوا إستراتيجي في المجال العسكري' حيث كانت بداية الفكره هي الميزر وهو مصطلح يصف ظاهره فيزيائية وهي عملية تضخيم الموجات المايكرويه بواسطة الإنبعاث المحفز للأشعة كما ترجمت عن النص الإنجليزي التالي -:

Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation

راودت فكرة تضخيم الأشعة الكهرومغناطيسية بواسطة الإنبعات المحفز الكثير من العلماء خاصة بعد الحرب العالمية الثانية منهم(ويبر،فابركانت ،بروخاروف ،وغيرهم)..حيث لاحظ تاونس بأن جزيئات الأمونيا تمتص الأشعة بشدة

فإستخدمها كبداية لتطبيق فكرة الإنبعاث المحفز. مما مهد مستقبلاً لإستخدام إثارة الذرات بطريقة الضخ البصري بينما كانت تقنيه الميزر في طريقها إلى الرسوخ ، كانت الرغبة شديدة لتوسيع نطاق تطبيق تقنية إنبعاث محفز يشمل طيف الأشعة تحت الحمراء والإشعاع المرئي ،فقد منحت تقنية الميزر التفاؤل بالحصول على تكبير عند الترددات المايكرويه وذلك بتوليد إشعاع ذو نقاوة طيفية عالية لتشمل الإشعاع المرئي أي تصنيع الليزر المرئي .

أول ليزر بصري أنجز في الولايات المتحدة الأمريكية في عام 1960 م وكان من قبل" نيو رواد مايمن " الذي إعتمد على نشره تاونس بعد عدة أيام فقط .

إستخدم يايمن الياقوت الوردي كمادة فعالة لأول ميزر بصري وهي التي إستخدمت من قبلة في الميزر ولكن بإنتقاء خطة ضخ تتضمن ثلاثة مستويات لتحقيق التأهيل العكسي بين المستوى الوسطي و الأوطأ منة مستخدماً بذلك مصباح وميضي من الزينون للتشعيع وبهذا أصبح الياقوت مادة فعالة مكبره عند الطول الموجي "694.3 "تانومتر إضافة إلى الطول الموجي"1.25 " سنتمتر الصادر من الليزر.

وبعد ذلك تم إكتشاف ميزر بصري – سمى فيما بعد بالليزر – تبعتها إكتشاف الأنواع الأخرى المختلفة فقد ظهرو من نفس النوع الذي يدعى ليزر الحالة الصلبة . وقبل نهاية عام 1960 م أعلن جافان عن نجاح تشغيل ليزر الحالة الغازية وهو ليزر هيليوم – نيون ، ومن بعده ليزر أشباه الموصلات وفي الوقت نفسة تتابع إكتشاف ليزر الحالة السائلة والليزر الكيميائي.

إن حقل فيزياء الليزر ينمو بسرعة مدهشة ويتقدم بخطوات سريعة ، فمنذ أن إكتشف مايمن ليزر الياقوت وحتى يومنا هذا تكتشف مواد ليزر حديثة يتبعها تقدم مناظر للأسس النظرية والتقنية ولا زال هنالك الكثير من الابحاث تخطو إلى الأمام.

إن كلمة ليزر تستعمل اليوم عموماً ليس فقط للأطوال الموجية الواقعة ضمن الجزئ المرئي من طيف الأشعاع الكهرومغناطيسي ولكن أيضاً لأي طول يقع ضمن الأشعة تحت الحمراء القريبة والبعيدة منها ، الفوق البنفسجية وحتى منطقة الأشعة السينية.

3-2 فكرة عمل الليزر:

إن نظريه الليزر تتعلق بنظام ذو عدد كبير من الذرات والجزيئات الفعالة حيث أن هذه الذرات تسلط عليها طاقة لكي تنتقل من المستوى الأرضي إلي المستويات العليا ويحدث هذا بإمتصاص الذرات للطاقة وعندما تقضي الذرات فتره زمنية تسمى زمن الإثارة "الزمن الذي تبقى فيه الذرات في المستويات العليا قبل الرجوع إلى المستوى الأرضي "وتنبعث فوتونات وتتكرر هذه العملية عدة مرات حيث نحصل على عدد كبير من الفوتونات تنتقل بين مرآتين إحداهما شبة مفضضة والأخرى عاكسة تماماً حيث نحصل على ضوء مركز بهيكله العديد من الخواص التي تميزه عن أي ضوء آخر يسمى الليزر.

ونحصل على الليزر من العمليات التي تحدث داخل الذره .

4-2 أساسيات فيزيائية حول الذرة:

يوجد في الكون أكثر من 100 نوع مختلف من الذرات وكل شيء حولنا هو مكون من تلك الذرات، ولكن كيف تتحد وتترابط الذرات مع بعضها البعض لتكون المواد مثل الماء المكون من ذرتين هيدروجين وذرة اكسجين أو كيف تكونت قطعة من الحديد أو النحاس .إن الذرات في حركة مستمرة حيث تتذبذب الذرات حول موضع استقرارها في المادة كما أن الذرات لها حركة دائرية أو حركة انتقالية أيضاً .فلو

نظرت إلى طاولة خشبية مثلاً وبالرغم من أنها ثابتة في مكانها إلى أنها ذراتها التي كونت الخشب في حركة مستمرة.

نتيجة لحركة الذرات التي تكتسبها من الطاقة الحرارية فإنها تتواجد في حالات مختلفة من الأثارة أو بمعنى آخر أن الذرات لها طاقات مختلفة، فلو زودت ذرة ما بكمية من الطاقة فإن الذرة تنتقل من المستوى الأرضي الذي تتواجد فيه إلى مستوى طاقة أعلى يسمى بمستوى الإثارة يعتمد مستوى الإثارة على كمية الطاقة التي ذودت بها الذرة ومصدر الطاقة إما حرارة أو ضوء أو كهرباء.

الشكل (2-1) الذرة تتكون من النواة والالكترونات التي تدور في مدارات حول النواة.

تحتوي الذرة على النواة) المكونة من البروتونات والنيوترونات (والإلكترونات التي تدور حول النواة في مدارات مختلفة كما في الشكل (2-1) وكل مدار هو عبارة عن مستوى طاقة.

كذلك هنالك عمليات مثل الإمتصاص ،الانبعاث التلقائي , الإنبعاث المستحث ،التعداد بالمعكوس لكي نحصل على الليزر والتي سنتحدث عنها بشيئ من الايجاز .

2-4-1 امتصاص الطاقة: Absorbing Energy

تبقى الذرة في الحالة الأرضية إن لم يكن هنالك مايتسبب في إثارتها أو تهيجها ويتم تحفيزها عن طريق تشعيعها بطاقة إشعاع كهرومغناطيسي ذو تردد يكفي لأن ينقل الذرة من المستوى الأرضي إلى المستوى المطلوب .

فإنة يمكن نقل الذرة من السوية المستقرة إلى سويات طاقة مثارة عليا ، وبالتالي تزداد طاقة الذرة الداخلية بمقدار الطاقة التي تم إمتصاصها ، وتدعى هذة العملية بالإمتصاص .

الشكل(2-2) عملية الإمتصاص

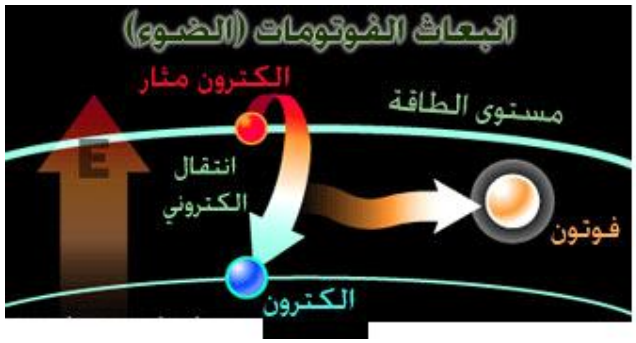
الشكل (2-2) الذرة تمتص الطاقة من الحرارة أو الضوء أو الكهرباء .تنتقل الإلكترونات من مستوى الطاقة الأقل إلى مستوى طاقة أعلى.

هذه الفكرة السابقة هي مبسطة عن امتصاص الطاقة في الذرة ولكن تعتبر الأساس في دور الذرة لانتاج الليزر .

2-4-2 **الإنبعاث التلقائي:** SPONTANEOUS EMISSION

عند تهييج ذرات الماده وذلك عند إنتقال الإلكترونات فيها إلى المستويات العليا للطاقة من المستوى الأرضي فإن الذره تبقى فترة زمنية بحالتها المتهيجه ثم تهبط تلقائيا وبدون أي مؤثر خارجي إلى حالتها الأرضية والزمن الذي تبقى فية الذرة المتهيجة في مستوى طاقة معين وهو من خصائص ذلك المستوى وتلك الذرة ويدعى متوسط الزمن الذي تبقى فيه الذرة في مستوى متهيج بمتوسط زمن الإثارة "زمن الإثاره "ومقلوب المقدار الناتج يعادل متوسط عدد الإنفعالات التلقائية من المستوى المتهيج في حدة الزمن ، ويدعى بإحتمالية الإنبعاث التلقائي .

إذا نستنتج أن الضوء ينتج من الفوتونات المنبعثة من إثارة إلكترونات الذرة ويعتمد لون الفوتون (لون الضوء) على طاقة الفوتون .



الشكل (2-3) عملية انبعاث الفوتون

الشكل (2-3) الإلكترون باللون الأحمر مثار ينتقل إلى مستوى طاقة أدنى الإلكترون باللون الأزرق (ويفقد طاقته في صورة فوتون).

3-4-2 الإنبعاث المحفز : STIMULATED EMISSION

عندما تكون الذرة في المستوى المثار المسموح ، ويصطدم بها فوتون طاقتة تساوي الفرق في المستويين الموافقين للإنتقال الشع بينهما ؛ فإنها سوف تتأثر بالفوتون الوارد وتعود إلى الحالة الدنيا وبالتالي تتناقص طاقتها الداخلية ،وتصدر هذه الطاقة في شكل فوتون إضافي يماثل الفوتون الوارد بالمميزات الموجية كافة ، ويدعى هذا بالإنبعاث المحفز .

وتتناسب شدة الإنبعاث المحفز "القسري" مع عدد الذرات المنتقلة من السوية المثاره العليا الى الدنيا بشكل قسري ، وتكون الفوتونات الصادرة عن الجملة الذرية متماثلة بالطور والإستقطاب و الترددو الإتجاه وتكون مترابطة مكانياً وزمانياً .

وبالتالي تكون شدة الإشعاع عالية وا ٍستطاعتة كبيره لهذا يدعى الإشعاع المستحث بالإشعاع المنتظم والعملية التي لابد من حدوثها لإنبعاث أشعه الليزر هي التعداد المعكوس .

4-4-2 التعداد المعكوس : POPULATION INVERSION

يتطلب إنبعاث أشعة الليزر العمل على زيادة عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا أكثر من عدد الذرات في مستويات الطاقة الدنيا يمكن أن نقول بأنة يحصل إنقلاب في التعداد وهذا ما يسمى بالتعداد المعكوس .

الضوء المنبعث من الليزر يكون متزامن coherent أي ان الفوتونات كلها في نفس الطور مما يجعل شدة الضوء كبيرة فلا تلاشي الفوتونات الضوئية بعضها البعض نتيجة لاختلاف الطور بينها.

الضوء المنبعث له اتجاه واحد directional حيث يكون شعاع الليزر عبارة عن حزمة من الفوتونات في مسار مستقيم بينما الضوء العادي يكون مشتت وينتشر في أنحاء الفراغ.

المسؤول عن هذه الخصائص هي عملية الانبعاث الإستحثاثي stimulated emission بينما في الضوء العادي يكون الإنبعاث تلقائي حيث يخرج كل فوتون بصورة عشوائية لا علاقة له بالفوتون الآخر.

5-2 **خصائص الليزر**:

يتميز ضوء الليزر على بقية أنواع الضوء الصادر عن المصادر الطبيعية كالشمس والمصابيح التقليدية والصناعية كالمصابيح الكهربائية بعدة خصائص مهمة تؤهله لاستخدامه في كثير من التطبيقات . ومن أهم هذه الخصائص ما يسمى :-

- **الإتجاهية** : (Directionality)

وهي أن شعاع الليزر له زاوية انفراج (divergence angle) غاية في الصغر بحيث يمكنه أن يسير لمسافات طويلة دون أن تتشتت طاقته .فعلى سبيل المثال فإن زاوية انفراج شعاع ليزر نيون-هيليوم تبلغ جزئين من عشرة آلاف جزء من الدرجة. إن قطر شعاع هذا الليزر يبلغ ملليمترين عند خروجه من الليزر بينما سيكون قطره خمسة ملليمترات فقط بعد أن يسير ألف كيلومتر .وتتحدد زاوية انفراج شعاع الليزر من عدة عوامل أهمها عرض الشعاع عند خروجه من المصدر وطول موجة الإشعاع حيث تتناسب عكسيا مع عرض الشعاع الابتدائي وطرديا مع طول الموجة أي أن الزاوية تقل مع زيادة عرض الشعاع ونقصان طول الموجة .وتستغل خاصية الاتجاهية في تطبيقات كثيرة كقياس المسافات البعيدة والقصيرة على السواء والتأثير على الأهداف بدقة متناهية .

- **الشدة العالية : (high intensity light)**

وذلك بسبب أن شعاع الليزر له مقطع عرضي صغير جدا قد لا يتجاوز في بعض أنواعه عدة ميكرومترات مربعة وبما أن جميع الطاقة الضوئية الصادرة عن الليزر رغم قلتها تتركز ضمن هذا المقطع الصغير فإنه بالإمكان الحصول على شدة إضاءة قد تزيد بملايين المرات عن شدة الضوء الصادر عن الشمس أو المصابيح الكهربائية ولهذا فيمكن لشعاع الليزر أن يسير لمسافات كبيرة جدا دون أن يخبو ضوءه .وتستغل هذه الخاصية للضوء في حفر وقطع ولحام المواد بدقة كبيرة وفي إجراء العمليات الجراحية ومعالجة كثير من أمراض .

- **أحادي اللون : (Mono chromaticity)**

حيث أن ضوء الليزر يتكون من حزمة ضيقة جدا من الترددات الضوئية بعكس أنواع الضوء الأخرى التي تتكون من طيف واسع جدا من الترددات ولذا فإنها تبدو للعين كضوء أبيض يحتوي على جميع ألوان الطيف المرئي بينما يبدو ضوء الليزر بلون واحد فقط عالي النقاء .

- **الترابط : (Coherence)**

إن الترددات التي يتكون منها شعاع الليزر لها نفس الطور (phase) وكذلك نفس الاستقطاب (polarization) وتستغل هذه الخاصية للحصول على أشكال تداخلية (interference patterns) لا يمكن الحصول عليها من خلال استخدام أنواع الضوء الأخرى . ويستخدم التداخل الضوئي(Interferometer) في أشعة الليزر في تطبيقات لا حصر لها كما في قياس المسافات والسرعات ودراسة تركيب المواد والتصوير ثلاثي الأبعاد .

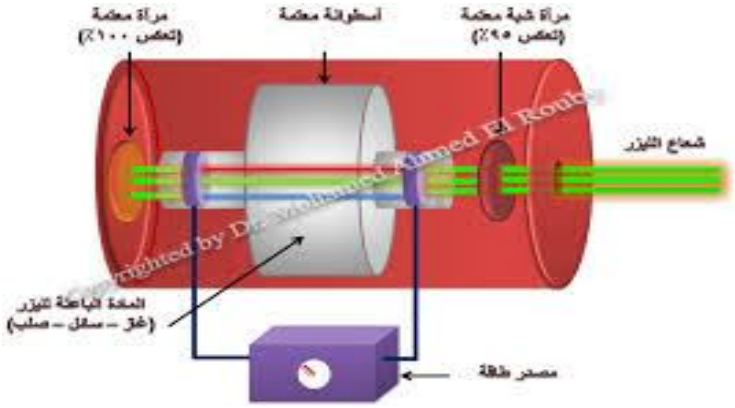
يمكن التحكم بجهاز الليزر بحيث يتم إطلاق ضوءه على شكل نبضات بمعدلات محددة ويمكن كذلك التحكم بعرض النبضة ليصل في بعض التطبيقات إلى عدة أجزاء من مليون بليون جزء من الثانية . ومن خلال تقليل عرض النبضة الضوئية فإنه يمكن الحصول على شدة ضوء غاية في العلو قد تصل إلى آلاف الميجاواط ولكن لفترات زمنية قصيرة جدا وذلك مهما كانت كمية الطاقة التي تحملها النبضة .

6-2 تصنيف الليزرات :

تصنف الليزرات بناء على عدة أشياء وهي -:

- الطول الموجي أو التردد.
- منطقه الطيف المرئي "ضوئيه في الطيف المرئي-بارده في المنطقه فوق البنفسجية-حرارية في المنطقة تحت الحمراء."
- القدرة "عاليه , منخفضة."
- الوسط الفعال "سائل –صلب-غاز -شبة موصل."
- الية الضخ "مستمر -نبضي."

2- 7مكونات المنظومه الليزرية :



الشكل (2_4) مكونات منظومة الليزر

إن عنصر الليزر يحمل في طياتة القدرة النفاذ سوى كانت سائلة أم صلبة أوغازية أو شبة موصل لكل جزيئاتها لإنتاج شعاع لمواصفات عديدة يعرف بالليزر.

هنالك ثلاثة عناصر أساسية لتكوين الليزر :

2-7-1 الوسط الفعال :

يعتبر من احد العناصر الأساسية ، حيث يوضع بين مرآتين متوازتين(التجويف الطنيني)وتحتوي المراكز الفعالة المسؤولة عن تضخيم الإشعاع .

وتصنف الليزرات حسب الوسط الفعال الى

- **ليزر الحالة الصلبة :**

هو الليزر الذي ينتج بواسطة مادة أو خليط من مواد صلبة مثل الياقوت ruby أو خليط الالومنيوم واليتريم والنيوديميم neodymium-yttrium-aluminum يسمى بليزر الـ TAG اختصاراً ويكون طوله الموجي في منطقة الأشعة تحت الحمراء.

- **ليزر الحالة السائل او ليزر الصبغة - ليزر النغمة - المتناغم :**

هي عبارة عن مواد عضوية معقدة مثل الرودامين rhodamine 6G مذابة في محلول كحولي وينتج ليزر يمكن التحكم في الطول الموجي الصادر عنه.

- **ليزر الحالة الغازية :**

وهو يعتمد على مادة غازية مثل الهيليوم والنيون وغاز ثاني اكسيد الكربون وتكون اطوالها الموجية في مدى الاشعة تحت الحمراء وتستخدم في قطع المواد الصلبة لطاقتها العالية.

- **ليزر الإكسمير :**

وتطلق على أنواع الليزر التي تستخدم الغازات الخاملة مثل غاز الكلور أو الفلور أو الكربتون أو الأرجون وتنتج هذه الغازات اشعة ليزر ذات أطوال موجية في مدى الأشعة فوق البنفسجية.

- **ليزر اشباه الموصلات:**

ويطلق عليه احياناً بليزر الديود ويعتمد على المواد شبه الموصلة ويمتاز بحجم ليزر صغير ويستهلك طاقة قليلة ولذلك يستخدم في الأجهزة الدقيقة مثل أجهزة السي دي وطابعات الليزر.

- **ليزر البلازما :**

المادة في أطوارها الثلاثة المعتادة تتكون من ذرات متعادلة كهربياً ، والذرات تتكون من إلكترونات وأنوية مترابطة , فإذا منحت كميه كافية من الطاقة في المادة مثل إحداث تفريغ كهربي بها فإن الاكترونات السالبة تتحرر من آثار الذرة مخلفة ورائها أيونات موجبة وتتكون حالة من المادة فيها إلكترونات وأيونات موجبة في حالة

حرة ومتلاطمة يتصادم بعضها ببعض .وتسمى هذه الحالة بالحالة الرابعة أو حالة البلازما .

هنالك أبحاث عديدة تجرى للحصول على أشعة ليزر ذات طول موجي في نطاق الأشعة السينية ، يقدر لها أن تحدث طفرة في علاج وتشخيص الأمراض .

2-7-2 طرق الضخ :

للحصول على إنبعاث محفز في مدى الضوء المرئي لابد من توفير التأهيل العكسي لمستويين للطاقة في الوسط الفعال المطلوب إثارتة ويتم هذا وفق خطة ضخ معينة من مستوى أدنى إلى أعلى ، أما تقنيات الضخ الشائعة اليوم نختصرها في التالي:

التفريغ الكهربائي:

يستخدم جهد كهربائي خارجي وتتضمن إستخدام الطاقه الكهربائية في عملية التفريخ الكهربائي في اكثر حالات ليزر ويستخدم في ليزر أشباه الموصلات.

الضخ البصري:

يستخدممصدراً للموجات الكهرومغناطيسية ذات قدرة وهي الطريقة المعتمدة في ليزر الحالة الصلبة والسائلة.

الضخ الكيميائي:

يشكل التفاعل الكيميائي بين مكونات الوسط الفعال أساس توفير الطاقة لتهييج الذرات في عمل الليزر الكيميائي.

3-7-2 المرنان :

يتألف من مرآتيين متقابلتين متوازيتين تنعكس بينهما الأمواج الضوئية قد تكون مستوية أو مقعرة. وتتميز بتركيز وتخزين طاقة الأشعاع الليزري بدون تبريد.

ومن أنواع المرنان بصورة عامة :

* مرنان مستوي متوازي.

*مرنان ذو تقعر بسيط.

*مرنان متحد البؤرة.

*مرنان مستوي مقعر.

العامل المهم في انتاج الليزر هو المرايا المثبتة على جانبي مادة انتاج الليزر . تساعد المرايا على عكس بعض الفوتونات إلى داخل مادة الليزر عدة مرات لتعمل هذه الفوتونات على استحثاث الكترونات مثارة أخرى لتطلق مزيدا من الفوتونات بنفس الطول الموجي ونفس الطور، وهذه هي عملية التكبير للضوء.

8-2 تطبيقات الليزر :

هنالك العديد من المجالات التي تستخدم الليزر, مثل المجالات الصناعية في القطع واللحام والتثقيب, والمجالات الطبية, كما يستخدم الليزر في تعقيم الالبان والمياه, وغيرها من المجالات التي تستخدم الليزر .

9-2 السلامة والأمان من أشعة الليزر :

يتعلق هذا البند بموضوع مخاطر إستخدام أشعة الليزر وكيفية اخذ الحذر والحيطة للوقاية منها عند التعرض لها أو التعامل معها وهذة المخاطر تتمثل في أربعة أبواب وهي

1-9-2 مخاطر الإشعاع :

ويقع تأثيره على عين وجلد الإنسان :

- التأثير على العين:

يؤكد الباحثين أن تأثير الليزر على العين يختلف بإختلاف الطول الموجي ؛ فالأطوال الموجية في المنطقة تحت الحمراء لليزر ثاني أكسيد الكربون قد يؤدي إلى أذى الجزء الأمامي من القرنية .

أما إذا تمركز شعاع الليزر من خلال عدسة العين على الشبكية فعندها قد تكون عاتمة او سوداء نتيجة ذلك .

بالنسبة لتعرض الشبكية للإشعاع فتوجد جداول تحدد الجرعة المسموح بها كما توجد جداول للطاقة المسموح بها في حالة الضوء غير المباشر عند سقوطة على الشبكية .

- الضرر على الجلد:

قد يصاب الجلد بحروق عند التعرض لليزر المباشر أو المنعكس ،كلما كانت مساحة السطح المعرض كبيرة كان التأثير حاد ومزمن ويتوقف الضرر الناتج من الأثار الحرارية للتعرض لأشعة الليزر **على العوامل التالية :**

- الشدة الضوئية الليزرية.
- زمن التعرض لشعاع الليزر.

- عوامل الإمتصاص والتشتت للأنسجة عن الطول الموجي لأشعة الليزر.
- مدى وكثافة سريان الدم في الجزء المعرض.
- حجم مساحة لتعرض.

2-9-2 مخاطر القدرة الكهربية :

يكمن الخطر الكهربائي في مصادر التوليد القدرة الكهربائية اللازمة لعمل الليزر وتأثير الصعقة الكهربائية على الشخص المستخدم.

2-9-3 مخاطر الإنفجار :

وتكمن مخاطر الإنفجار في فشل بعض أنواع الليزرات كفشل عمل المصابيح الوميضية أو إنهيار سلسلة المتسعات الكهربائية ذات الطاقة العالية أو إنفجار في المحاليل الكيماوية

2-9-4 مخاطر التسمم :

تنتج معظمها عن تفاعل أشعة الليزر الموجهة ذات القدره العالية مع المواد المختلفة التي تقع في طريقها فتؤينها أو تحدثتغيراً تركيبها تكون بعدهامصدراً للتسمم كذلك قد تستخدم بعض المواد الكيماوية كمواد مذيبة أو منشطة لفعالية الليزر قد تكون ذات أبخرة مخدشة أو مؤذية عند إستخدامها.

2-10 الإرشادات اللازمة للتعامل مع أجهزه الليزر :

وضع علامة تحذير في الأماكن المعرضة لأشعاع الليزر كذلك يثبت مصباح ضوء عند مدخل المختبر ويضاء أوتوماتيكياً مع تشغيل جهاز الليزر بداخل المختبر.

يحدد الإتجاه الذي تنتقل فية الليزر في المختبر بحيث لا يتعارض مع الحركة بداخلة يجب أن لاتكون حزمة الليزر على إرتفاع قريب من مستوى العين.

لا توضع المأكولات وقناني الشرب في طريق الأشعة قد ينعكس عندها الليزر إلى العين ، كذلك قد تتفكك هذه المواد بسبب الإشعاع إلى المواد لا يصلح تناولها ،كما لا يسمح بتخزين الغذاء في مختبرات الليزر ،كما يجب توفير شروط التهوية المستمرة.

يكون لمصادر القدرة الكهربائية العالية أرضي جيد قبل تشغيلها كذلك يتطلب على من يشغل هذة الأجهزه أو يفحصها الوقوف على صفائح معدنية أو أرض رطبة أو أي مادة جيدة التوصيل بالأرض وينصح بلبس الأحذية المطاطية.

يجب لبس النظارات الخاصة لكل طول موجة لحماية العين.

الفصل الثـــالث

1-3 تفاعل الليزر مع المادة:

يختلف تفاعل الليزر مع الماده بإختلاف الطول الموجي لشعاع الليزر من ليزر إلى آخر وينتج تإثير طاقة الليزر في الماده من عدد من العمليات المختلفة:

اولاً : التأثيرالحرار ي:

قد تمتص طاقة الليزر بواسطة الخلايا الملونة ويكون ناتج إمتصاص الأشعة خروج طاقة حرارية وهذا هو التاثير الحراري لمعظم الليزرات المستخدمة.

ثانيا: التاثير الضوئي الكيميائي :

يتفاعل الليزر مع الجزيئات داخل الخلية وبعد حدوث التفاعل بينها تحدث تغيرات كيميائية ، وهذا هو التاثير الضوئي الكيماوي ،وكمثال لهذا النوع من التأثير الليزري حقن بعض الأدوية المنشطة للحساسية الضوئية في بعض الأنسجة والتأثير الكيماوي الحيوي عندما ينبة الدواء بطاقة الليزر.

ثالثاً : التأثير الميكانيكي :

إستخدام النبضات لبعض الليزرات العالية القدرة الكهربية قد يؤدي ذلك لتصدع البنيات الخلوية نتيجة لحدوث موجات ضوئية وسمعية ، ويعتبر هذا النوع الميكانيكي مثالا للتأثيرات غير الحرارية لليزر .

ويتفاعل الضوء الساقط من الماده مع الخلايا من خلال أربعة آليات وهي:

الإنعكاس، الإنكسار، التشتت، الإمتصاص .

ولكي تكون الأشعة ذات تأثير على نسيج ما يجب أن تُمتص من قبلة ، أما في حالة النفاذ أو الإنعكاس فلا تُأثير فية.

يعني تشتت الأشعة إمتصاصها من مساحة أكبر من الماده مع ضعف تأثيرها فية ، ويتوقف تأثير الإشعاع الليزري على مختلف المواد على معلمين أساسيين هما:

أولا : مادة التفاعل مع النسيج.

ثانيا : قدرة الشعاع من ناحية الطاقة.

عند تعرض الانسجة الى قدرات صغيره الى مدة طويله يحدث تاثير ضوئي كيميائي عن طريق امتصاص الضوء والذي يؤدي الى التأثير الحراري للانسجة . ويقل وقت التفاعل عند التعرض الى قدرات عالية ويحدث الإحتراق الضوئي فعند رفع درجة الحرارة تقع بين (40_50) درجة مئوية يتاثر الغشاء الخلوي وينتقل البروتين الياً الى خارج الخلية .

وعندما يتم تبريد الخلايا تلتصق هذه الالياف ببعضها مما يؤدي إلى إتحاد الخلايا المتجاورة, كما يمكن إستخدامه في محاولة لحام أو تثخير الأنسجة.

يستخدم الليزر أساسا من أجل تأثيرة الحراري على الأنسجة, ويحدد لون شعاع الليزر طاقة هذا الفعل الحراري وعلية فإنة يستخدم عند قطع الأنسجة عن طريق تبخيرها ونفسر ميكانيكية التبخر على أساس الإنتقال السريع من الأشعاع الى الخلايا ,إذ يسخن ماء الخلية الى درجة الغليان, مما يؤدي إلى تلف بروتين الخلية ومن ثم الخلية ذاتها.

ونتيجة للإرتفاع المفاجئ لدرجة حرارة الخلية والضغط الداخلي تنفجر وتنتشر شظاياها على شكل بخار, وهذه الشظايا تنبعث من منطقة سقوط الاشعاع ويمكن

ملاحظتها بوضوح وتبقى في مسار الشعاع معطية وميض الى ان تتحول الى ذرات الكربون السوداء.

يحدد لون الشعاع الليزري مدى كفاءة هذا التأثير في الأنسجة المختلفة فتتبخر العظام والقضاريف بطريقة مختلفة عن تبخر الأنسجة الطرية وذلك لقلة وجود الماء فيها ،وللعظام القابلية على التوصيل الحراري إلى الأنسجة المتجاوره لها ، وبذلك تستخدم نبضات سريعة من الاشعة ولهذا تبدو وكأنها شعاع مستمر ولكنها ليست سوى سلسلة من النبضات السريعة المتواصلة ، قد تصل الى عدة الآف من النبضات في الثانية وبقدرة تصل الى 500 واط (القيمة العظمى) ؛ وهذا يؤدي الى قطع العظم دون تسخينة كلياً ، وذلك يقلل من درجة حرارة العظم ويمنعة من الإشتعال فيلتهب.

من المواد الحية التي يمكن أن يتفاعل معها الليزر البكتيريا والطفيليات والطحالب والجراثيم وغيرها من الاحياء الدقيقة.

2-3 البكتيريا:

أسهم التقدم في صناعة العدسات المكبرة والمجاهر بانواعها المختلفة في اكتشاف عالم جديد من الكائنات الدقيقة كان يصعب رؤيتها من قبل وعرفت باسم البكتيريا.

لقد وصف العالم كون Cohn في عام1872 م البكتريات بانها مجموعة من الكائنات الحية الدقيقة تفتقر الي الكلوروفيل وتتكاثر خلاياها المستديرة أو البيضية أو العصبية (مستقيمة أو منحنية) عن طريق الانفلاق العرضي وتتواجد اما منفردة أو مجتمعة في مستعمرات.

ولا زالت أوصاف كون (Cohn) للشكل المظهري للبكتيريا معترف بها الي يومنا هذا فيما عدا وصفه لها بانها خالية من الكلوروفيل حيث تبين فيما بعد أن بعض البكتريات تحتوي على هذه الصبغة الخضراء.

3-3 أنواع البكتيريا:

بالرغم من وجود عدد كبير من الانواع المختلفه من البكتيريا فان الخلية الفردية تكون إما كروية أو تتخذ شكل العصا المستقيمة أو الاسطوانة او تكون حلزونية.

1 . **البكتريا الكرويه**:

يطلق عليها اسم(Cocei) ومفردها (Coceus) وتوجد في تجمعات مختلفة الاشكال .

2 . **البكتريا العصوية المستقيمة**:

الخلايا البكتيرية التي تشبه العصا يطلق عليها (Bacilli) ومفردها (Bacillus), وعاده لا تنتظم في شكل تجمعات ولكن تشاهد في شكل أزواج أو سلاسل, وبعضها قد تتحول الي أطوار مقاومة للحرارة تعرف بالجراثيم الداخلية ومن أمثلتها بكتيريا E-coli التي تتواجد في المياه وتسبب الاسهالات وبعض الالتهابات.

3 . **البكتريا ذات الشكل الحلزوني**:

عادة لا تتجمع خلايا البكتيريا الحلزونية ببعضها البعض بل توجد منفردة دائما, وتظهر اشكالا مختلفة من حيث الطول وعدد الانحناءات وصلابة الجدر الخلوية.

4-3 الظروف الفيزيائية التي تؤثر علي نمو البكتيريا:

1- الحرارة Temperature:

ان خلايا البكتيريا لا يمكنها النمو علي درجات حرارة تزيد أو تقل عن تلك السائدة في بيئاتها الطبيعية، وفيما يختص بتأثير الحرارة وتأقلم الخلايا البكتيرية نفرض أن الخلايا البكتيرية والبيئة النامية بها تكون ذات درجة حرارة متشابهه، وأن الحرارة التي تنطلق في الخلايا نتيجة العمليات الأيضية المختلفة يفقد جزء منها عن طريق الاشعاع الحراري أو التحول بكلا الطرفيين.

وتتلخص دراسة تأثير الحرارة علي البكتيريا في معرفة قدرتها علي النمو بسرعة أو ببطء وتوقفها عن النمو علي درجات الحرارة المختلفة، كما تشمل أيضا دراسة قدرة الخلايا علي تحمل الدرجات القصوى والدنيا من الحرارة عندما تعرض لها لفترات قصيرة

إن النطاق الحراري الذي يسمح لنمو البكتيريا بصفة عامة يتراوح بين(75°-0°) ولكل نوع بكتيري – احيانا لكل سلالة- نطاق حراري يقع في حدود الدرجة الدنيا والقصوى وتقع بينهما درجة الحرارة المثالية.

ودرجة الحرارة المثالية هي التي تسمح بحدوث أسرع نمو خلال فترة حضانة قصيرة نسبيا تتراوح بين (12-24) ساعة الا انه يمكن الحصول علي عدد كلي أكبر من الخلايا البكتيرية عندما يحتفظ بمزرعة البكتيريا لفترة حضانة طويلة علي درجة من الحرارة تقل عن الدرجة المثالية.

وعلي أساس المجال الحراري الخاص والذي في نطاقة تنمو البكتيريا أمكن تقسيم البكتيريا الي:

أ- بكتيريا محبة للحراره المنخفضه اجبارا :

ذات مجال حرارة بتراوح بين °0 -°25 والدرجة المثالية لها هي °15 أو أقل قليلا، وتتواجد في المياه الباردة في البحار القطبية .

ب- بكتيريا محبة للحراره المنخفضة اختيارا :

هي ذات مجال حراره يتراوح بين°0—°25 أو أعلى قليلا ودرجه الحراره المثلى لها هي °15 أو أعلى قليلا.

ج- بكتيريا محبة للحرارة المتوسطة:

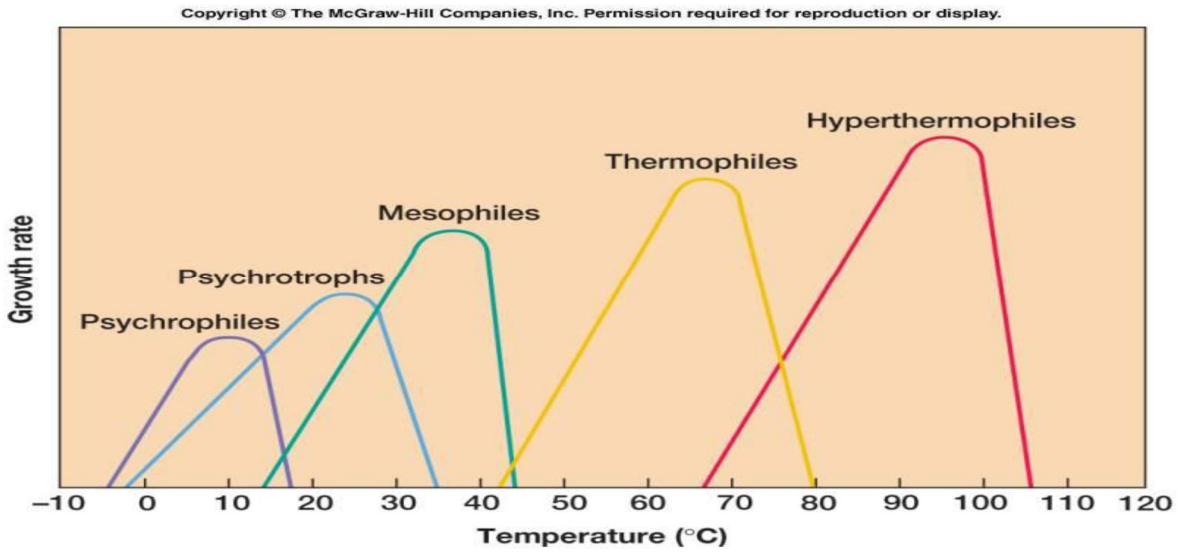
وهى تنمو على درجة حرارة مثلى تقع مابين °15-°45 تشمل البكتيريا الممرضة للانسان والحيوان.

د- بكتيريا محبه للحرارة المرتفعة:

تقع درجة حرارتها المثالية بين درجتي °550-°750، يمتد مجال بعض البكتيريا المحبة للحرارة المرتفعة الي مجال البكتيريا الميزوقبلية وتعرف هذه الانواع بالمحبة للحرارة المرتفعة اختيارا والبعض الاخر من البكتيرات الثيرموصلية يكون نموها على أشده على درجة °60 وتعرف بالبكتيريا المحبة للحرارة المرتفعة اجبارا.

و- بكتيريا متحملة للحرار ة المرتفعة :

يطلق علي الخلايا البكتيرية التي تقاوم الحرارة, وهي في حالتها الخضرية اسم البكتيريا المتحملة للحرارة بالرغم من عدم وجود حد فاصل بين البكتيريا المحبة والمتحملة للحرارة.



الشكل(3-1) يوضح نطاق درجات الحراره للبكتريا

2- الضغط pressure:

معظم البكتيريا المعروفة تنمو وتقوم بكل وظائفها تحت الظروف العادية من الضغط (7-14 علي البوصة المربعة) كما ان الاختلافات الطفيفة في الضغط الجوي العادي لاتؤثر عليها كثيرا ، بالرغم من أنه ليس للضغط تاثير فعلي علي البكتيريا الارضية الا أن دراسة تاثيره علي البكتيريا تبين كيفية نمو وتكاثر بكتيريا الأعماق التي تعيش في البحار، أوالمحيطات أو في أبار الزيوت تحت ضغوط مائية hydrostatic مرتفعة,وإرتفاع الضغط قد يحدث واحدا من تأثيرات ثلاث هي:

أ- قد تحدث هرجلة للبروتينات البكتيرية نتيجة لارتفاع الضغط وحده وقد يحدث ذلك في درجات الحرارة العادية اذا ارتفع معدل الضغط بدرجة كبيرة تصل الي 10,000

ضغط جوى الا انه في درجات من الضغط الاقل كثيرا من القيمه المذكورة لا تحدث هرجلة ملحوظة للبروتين البكتيري .

ب- ان ارتفاع الضغط قد يعكس الفعل الغيار لدرجات الحرارة الزائدة عن الدرجة المثالية لنظام انزيمي معين سواء كان بخلايا بكتيرية أو في صورة انزيمات معزولة منها.

ج- ان ارتفاع الضغط عندما تكون درجات الحرارة المثالية يؤدي الي توقف النمو كليا حيث ان معدل النشاط الانز يمي عندئذ ويكون هو العامل الاساسي المتجدد للنمو.

3- الاشعاع Radiation:

إن بعض البكتيريا تتطلب وجود الضوء المرئي لكي تنمو وتتكاثر مستعملة الطاقة الضوئية ومحولة اياها الي طاقة كيميائية عن طريق عملية التمثيل الضوئي، وتتمدد مثل هذه البكتيريا بوجود مواد ملونة تشبه الكلوروفيل النباتي تعمل كمادة وسيطة في هذه التفاعلات.

3-5التعقيم Sterilization:

التعقيم عبارة عن العمليات التي من شأنها قتل أو ازالة كل الكائنات الحية الدقيقة من الوسط المراد تعقيمه سواء كان ذلك الوسط بيئة غذائية أو محاليل مختلفة أو أماكن أو مسطحات محدودة في أبعادها وأحجامها. والأشياء المعقمة يمكن الاحتفاظ بها علي صورة معقمة طالما امكن المحافظة عليها من الملوثات الخارجية, وعادة يتم التعقيم باتباع طرق تعتمد علي أسس فيزيائية أو كيميائية أو ميكانيكيه.

3-5-1 الطرق الفيزيائية physical methods:

تغير الحرارة وكذلك بعض الإشعاعات مثل أشعة الليزر والاشعة فوق البنفسجية من العوامل الفيزيائيه التي تستعمل في أغراض التعقيم.

1- درجة الحرارة:

*** التعقيم بالحرارة الجافة: Dryheab sterilization :**

وينقسم التعقيم بالحرارة الجافة الى الأقسام التالية:

أ- أفران الهواء الساخن Hot air ovens:

يسخن الهواء في الأفران الكهربائية أو بإستعمال الغاز، فترتفع درجة حرارة الهواء المحيط بالادوات المراد تعقيمها حتي الي درحة تتراوح بين 160-180 درجة مئوية ويترك هكذا لمدة (2-3) ساعات يتم بعدها التعقيم ويحدث ذلك نتيجه للتجفيف السريع الذي يطرأ علي الخلايا وكذلك اكسدة المحتويات الخلوية الجافة.

ب- اللهب المباشر لدرجة الاحتراق Incineration heat:

عادة يستخدم مصباح بنزين في تعقيم إبر التلقيح وذلك بتسخينها الي درجة الاحمرار يهلك كل ما يلوثها من الكائنات الحية الدقيقة.

ج- التلهيب الكحولي: Alcohol flanging

يمكن تعقيم بعض الادوات كالمشرط أو الملقط وكذلك يغمر الجسم المراد تعقيمه في كحول ايثايل ثم يعرض للهب المباشر فيشتعل ما يعلق به من كحول ويعمل علي قتل البكتيريا.

*** التعقيم بالحرارة الرطبة: Moist heat sterilization**

يستخدم بخار الماء في إجراء التعقيم بدلا من الهواء الساخن، فالحرارة الرطبة تفسد الطبيعة الغرويه التي تميز البروتوبلازم الحي، والتي تعتمد عليها حياة الخليه وهذا يعني ان زيادة المحتوى المائي للبروتين يؤدي الي تخسر علي درجات حرارة أقل مما لو كان البروتين جافا.

2- الإشعاعات : Radiation

يستفاد عمليا من التاثير الضار لبعض الأشعاعات علي قتل خلايا البكتريا في تعقيم الأماكن كغرف العمليات الجراحيه وعنابر تعبئة الأدوية أو غرف التلقيح الملحقة عادة بالمعامل البكتيريولوجية الكبيرة ، وفي بعض الصناعات الغذائية أو صناعات الالبان أو تعقيم السطوح الكبيرة الملوثة في محطات الحجر الزراعي لتطهير المنتجات الزراعية مما يكون عالقا بها من كائنات ممرضة يخشى انتقالها الى مكان آخر, ويمكن أن نذكر بعض أنواع الاشعاعات التي تستخدم في التعقيم فيما يلي:

أ- الاشعة فوق البنفسجية Ultraviolet radiation:

عادة تستعمل هذه الأشعة أكثر من غيرها في أغراض التعقيم وفي الاغراض السابقة ذكرها ويمكن الحصول عليها في صمامات خاصة يمكنها أن تشع تركيزات مرتفعة من هذه الأشعة والتي يتراوح طول موجاتها بين nm (260–270) وهو النطاق الفعال إبادة الأحياء الدقيقة . للاشعة فوق البنفسجية قدرة ضعيفة علي التغلغل داخل الاشياء لذلك فعلها التعقيمي غالبا سطحي, كما أن طبقة رقيقة من الزجاج تحجز نسبة كبيرة منها لذلك نتجنب تعقيم المواد في الاوعية الزجاجية.

ب- الاشعاعات الاخرى:

يمكن استعمال أشعة الليزر في تعقيم الماء وبعض المواد الغذائية كطريقة من طرائق التعقيم الفيزيائية المعروفة مثل الضغط ودرجة الحرارة والموجات فوق الصوتية, وكذلك يمكن استعمال الاشعة السينية X-RAY ذات الموجات القصيرة وكذلك اشعة قاما التي يتراوح طولها الموجي بين (0.005 . 1)nm في اغراض التعقيم وهذه الاشعاعات لها قدرة عالية على اختراق الاجسام الصلبة والتغلغل فيها, ولا زال استخدام اشعه اكس غير عملي لتطلبها اجهزة خاصة ولزيادة تكالفيها, ونظرا لما لاشعة قاما من القدرة العالية على الاختراق فيقتصر استعمالها في التعقيم الداخلي للاجسام الصلبة السميكة فقط, وتجرى الدراسات للاستفادة من خصائص اشعة الليزر في التعقيم.

3-5-2 الطرق الكيميائية:

يكمن استعمال بعض المواد الكيميائية في اغراض التعقيم وذلك لفعلها المميت أو الموقف لنمو البكتريا مثل(الكحول الايثيلي والفينول وكلوريد الزئبق و أوكسيد الايثلين).

3-5-3 الطرق الميكانيكية:

تعتمد هذه الطرق على ازالة خلايا الكائنات الحية الدقيقة من الوسط الكامنة فيه بطريقة ميكانيكية كأن تحجز الثقوب الدقيقة للمرشحات المستعملة خلايا البكتيريا ذات الاقطار التي تزيد عن اقطارها.

الفصل الرابع

الأجهزة والأدوات

4-1: مقدمة:

يختص هذا الباب باستعراض الاجهزة والادوات المستخدمة في هذه الدراسة كما يختص بتوصيف الطريقة التي أجريت بها الجوانب العملية.

4-2: الأجهزة المستخدمة:

استخدم في هذا البحث عدد من الاجهز ة منها ما هو خاص بمعمل المياه ومنها ما هو خاص بجهاز الليزر ويمكن توصيفها كالآتي:

4-2-1: ما يخص معمل المياه:

- حمام مائي .
- أطباق بتري معقمة.
- ماصات 1مل- 10مل معقمة.
- حاضنة ذات درجة حرارة 37 درجة مئوية.
- عداد بكتري.
- شراج loop.
- أنابيب أختبار.

4-2-2: ما يخص جهاز الليزر وملحقاته:

- جهاز ليزر CO_2.
- نظارات تحجب اشعة الليزر عن العين.

4-3: مواصفات جهاز CO_2:

يعد هذا الجهاز أحد أهم الانواع الموجودة حاليا إذ انه يعتمد على غاز co2 كغاز نشط وغاز النيتروجين الذي يقوم بتحسين عملية الضخ وايضا غاز الهيليوم ليقوم بتبريد غاز ثاني أكسيد الكربون وهذه الغازات موجودة بنسب معينة . هذا الليزر له قدرات عالية وكفاءه تصل الى حوالي (30%) . يبعث ليزر ثاني أكسيد الكربون مجموعة من الاطوال الموجية ما بين (9.2– 10.8) مايكروميتر والطول الموجي الاقوى هو 10.6 مايكروميتر . وهو من ليزرات المستويات الرباعية وله نمط مستمر ونبضي معا.

4-4: العينات المأخوذة:

العينات الماخوذة هي عبارة عن ستة أنابيب إختبار اسطوانية الشكل قطر قاعدتها 2سم وارتفاعها 8سم في كل منها ستة سنتمتر ات مكعبة من الماء الملوث ببكتيريا E.coli المتوفرة في المعمل القومي للصحة العامة قسم المياه والاغذية.

4-5: الطريقة المنهجية:

استعملت بكتيريا **E-coli** حيث نقلت من وسط يحتوي على البكتيريا الى وسط ماكونكي اكار تحت ظروف معقمة ثم أجريت عملية النقل باخذ مسحة من سطح المزرعة البكتيرية بواسطة الشراج loop بعد ذلك تم تلويث الماء بالبكتيريا في ستة عينات في كل أنبوب 6 سم^{3}من الماء, ورجت الأنابيب لضمان توزيع البكتير يا بشكل متجانس, ثم أخذ من كل أنبوب 0.2 سم^3 من الماء الملوث, وتمت زراعتها في أطباق منفصلة لغرض حساب أعداد البكتيريا الحية قبل التشعيع.

تم التشعيع بليزر CO_2 بقدرة 24 واط لثلاث عينات بفترات زمنية مختلفة (9,7,5) دقيقة , حيث تم تسليط الأشعة عموديا على العينات المراد تشعيعها.

و للحصول على نتائج أكثر دقةتم التشعيع بقدر ات مختلفة(8,16,24) واط لثلاث عينات أخرى في زمن ثابت قدره 5 دقائق . بعد التشعيع أخذ 0.2 سم3 من كل عينة مشععة ووضعت في أطباق الوسط المغذي لغرض حساب أعداد البكتيريا التي بقيت حية بعد التشعيع بعد حضنها 48 ساعة .

الفصل الخامس

النتائج والمناقشة والتحليل والخلاصة والتوصيات

5-1: مقدمة:

يختص هذا الباب باستعراض نتائج الدراسة وتبويبها ومناقشتها وتحليلها وصولا الى المستخلصة والتوصية بالدراسات المستقبلية التي يمكن إجراؤهاعلى ضوء هذه الدراسة.

5-2: النتائج:

جدول (5-1) نسبة القتل لبكتيريا E-coli بعد تعرضها إلى ليزر CO_2 بقدرة 24 واط

رقم العينة	الزمن /دقيقة	عدد البكتيريا قبل التشعيع (خلية/مم3)	عدد البكتيريا بعدالتشعيع (خلية/مم3)	نسبة القتل %
1	5	6680	4600	31.2
2	7	7250	4900	32.5
3	9	6450	2750	57.4

جدول (5-2) نسبة القتل لبكتيريا E-coli بعد تعرضها إلى ليزر CO_2 في زمن 5 دقائق

رقم العينة	القدرة/ الواط	عدد البكتيريا قبل التشعيع (خلية/مم٣)	عدد البكتيريا بعدالتشعيع (خلية/مم٣)	نسبة القتل %
1	8	5500	4200	23.7
2	16	6580	4105	37.7
3	24	5350	3250	39.3

5-3: المناقشة والتحليل :

أظهرت نتائج التشعيع أن أعلى نسبة قتل هي 57.4 % كانت عند قدره 24 واط وزمن قدره 9 دقائق ، وأن أقل نسبة قتل هي 23.7% كانت عند قدرة 8 واط وزمن قدره 5 دقائق

- النتائج المشار إليها في الجدول رقم (4-1) تُبين أن هنالك علاقة طردية بين زمن التشعيع ونسبة قتل البكتريا وهذا يدل على انه في حالة تحديد زمن التشعيع نحصل على نسبة القتل المطلوبه .
- كما أن النتائج في الجدول رقم (4-2) تُشير إلى أن هنالك علاقة طردية بين القدرة الليزر المستخدمة ونسبة القتل ، وهذا يدل على انه في حالة تحديد قدرة معينة نحصل على نسبة القتل المطلوبه .

إن العامل الاكثر إمتصاصاً فى الخلية البكتيرية هو الماء الموجود داخلها, إذ تحتوى الخلية الخضرية على 70% من محتوياتها ماء, حيث أن الماء يمتص الاشعة تحت الحمراء بشدة ولا سيما المتوسطة والبعيدة فتتحول الطاقة الممتصة الى حرارة.

إن إرتفاع درجات الحرارة داخل الخلية البكتيرية يسبب تحطيم الحامض النووي فى السايتوبلازم، والإخلال بوظيفة الغشاء البلازمى وأضرار تصيب الأيض الخلوى وذلك بتثبيط الإنزيمات فى درجات الحرارة العالية.

5-4: الخلاصة:

أكدت نتائج عمليات التشعيع تأثير الليزر المستعمل فى البكتيريا وقد ظهر ذلك بتناقص الأعداد الحية للبكتريا مع زيادة الجرعة وفترة التشعيع.

إمكانية وصول نسبة القتل إلى 57% بليزر CO_2 بقدرة 24 واط فى زمن قدره 9 دقائق في ظروف التجربة. كما اكدت إمكانية إستغلال أجهزة الليزر فى تعقيم الماء.

5-5: دراسات مستقبلية:

يمكن تغيير معلمات الشعاع وزمن التشعيع للحصول علي نتائج أكثر دقة, كما ويمكن استخدام أنواع أخرى من الليزرات.

المراجع:

1- الطبعة الأولى "بغداد الجامعة التكنولوجيه", **ضوئيات الكم والليزر**, 1989م , خالد عبد الحميد الخطيب , وليد خلف حمودي .

2- الطبعة الاولى "بغداد دار الشؤون الثقافيه العامه , **الليزر الأسس الفيزيائية وبعض التطبيقات**" , 1992م , سهام عفيف قندلا .

3- الطبعة الاولى "دار الكتب العلميه للنشر والتوزيع" , **مقدمة في الليزر وتطبيقاته**, 2014م , سمير عاشور .

4- الطبعة الاولى "جامعه الملك سعود،النشر العلمي للمطابع" , **مبادئ الليزرات وتطبيقاتها**, ج.أ.ويلسون ، ج.ف.هوكس **;** ترجمه محمد بن صالح الصالحي ، عبدالله بن صالح الضويان .

5- الطبعه الاولى" دار المعارف" , **البكتيريا التمارين المعملية الاساسية** , 2011م , مصطفى كمال أبو الدهب.

6- الطبعة الاولى "دار المعارف للنشر", **علم البكتيرات (الجزء الأول)**, 1997م ,مصطفى كمال أبو الدهب, عالية عبد الباقي شعيب, حسين محمد الكشير .