جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة بابل
كلية التربية للعلوم الصرفة
قسم الفيزياء

الليزر وتطبيقاته في الطب والصناعة

بحث مقدم إلى كلية التربية للعلوم الصرفة/قسم الفيزياء

وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس في علوم الفيزياء

من قبل الطالب

محمد حميد حمزه

أشراف

أ.م ايمان حمود عبد الله

١٤٤٤ هـ ٢٠٢٣م

وَلَمَّا بَلَغَ أَشُدَّهُ وَاسْتَوَىٰ آتَيْنَاهُ حُكْمًا وَعِلْمًا ۚ وَكَذَٰلِكَ نَجْزِي الْمُحْسِنِينَ

صدق الله العلي العظيم

الاهداء

إلى راعي العلماء في هذا البلد العظيم....

إلى المعلم الأول الذي أزاح عن الأمة ظلمات الجهل وأخرجهم إلى نور المعرفة سيدنا محمد "ﷺ " .

إلى من اقترن اسمهما باسم رب العالمين

والدي وأمي المُبجلين متَّعهما الله بالصحة والعافية

إلى جميع معارفي الكرام

أهدى إليكم بحثي المتواضع في ((الليزر وتطبيقاته في الطب والصناعة))

إلى شمعة العطاء التي انارت لنا طريق العلم والمعرفة (أساتذة كلية التربية للعلوم الصرفة)

الشكر والتقدير

نشكر الله على الرحمة الكبيرة التي أتاحت لنا تقديم هذا البحث بأفضل طريقة ممكنة ، ونود أن نشكر قائد هذا البحث الدكتورة ((ايمان حمود عبدالله)) على مساعدتها ونصائحها القيمة حول كيفية تنفيذ هذا البحث . نشكر أعضاء هيئة التدريس لدينا واساتذتنا الذين قدموا لنا كل المعرفة.

والأهم من ذلك كله أننا ممتنون لعائلاتنا على حبهم ومساعدتهم ودعمهم الذي لا نهاية له. ولأصدقائنا لتفهمهم ودعمهم مما سمح لنا بتنفيذ هذا البحث

الخلاصة

تم في هذا البحث دراسة الليزر واستخداماته في الطب والصناعة وهو يعني تضخيم الضوء بالانبعاث المحفز للإشعاع وهوه إشعاع كهرومغناطيسي تكون فوتوناته متساوية في التردد ومتطابقة الطور الموجي وتتداخل تداخلاً بناء بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ، ودراسة تاريخ تطور الليزرات الذي بدأ منذ منتصف القرن التاسع عشر ، حيث تطورت الليزرات وتطور استخدامها في العديد من المجالات ، وكذلك دراسة مكونات الليزر منها الوسط الفعال والمصدر المتهيج والمرنان ودراسة شروط حدوث الليزر التي يمكن أن نحددها بثلاث نقاط وجود الوسط الفعال وتحقيق التأهيل العكسي والتغذية الاسترجاعية، ومعرفة مبدأ عمل الليزر الذي يقوم على ثلاثة أنواع من التفاعلات منها الامتصاص والانبعاث المحثوث والانبعاث التلقائي، ودراسة خصائص الليزر حيث يمتاز شعاعه بأربعة مميزات هي أحادية الطول الموجي والتشاكه والاتجاهية والسطوع ، ودراسة أنواع الليزرات منها ليزرات الحالة الصلبة ومثالها ليزر الياقوت وليزرات السائل والليزرات الكيميائية وغيرها موضحه بالتفصيل في هذا البحث .

فالليزر له تأثير واسع وتطبيقات عملية كثيرة فهو يستخدم في الطب والصناعة والتعدين والاتصالات وفي قياس المسافات بدقة متناهية وغيرها العديد من المجالات.

وعلى العموم فان الليزر يعد متطور جداً وله دور كبير في حياة الإنسان لأنه يرتبط بمجال صحة الإنسان والطب وسوف يكون لدى الاطباء القدرة على استخدامه بشكل أوسع مستقبلاً في علاج الأمراض باستخدام الليزر ، وكذلك استخدامه في مجالات أخرى كالصناعة مثلاً .

المحتويات

الفقرة	الموضوع	رقم الصفحة
	الخلاصة	
	الفصل الأول	١
١-١	المقدمة	٢
١-٢	تاريخ تطور الليزر	٣
١-٣	مكونات الليزر	٥
١-٤	شروط حدوث الليزر	٦
١-٥	مبدأ عمل الليزر	٧
١-٦	خصائص الليزر	١١
١-٧	انواع الليزر	١٢
	الفصل الثاني	١٦
٢-١	استخدام الليزر في الطب	١٧
٢-١-١	استخدام الليزر في الطب	١٧
٢-١-٢	استخدام الليزر في طب الأسنان	١٩
٢-١-٣	مزايا أستخدام الليزر في الطب	٢١
٢-١-٤	مساوئ أستخدام الليزر في الطب	٢٢
٢-٢	استخدام الليزر في الصناعة	٢٣
٢-٢-١	استخدام الليزر في الصناعة	٢٣
٢-٢-٢	مزايا أستخدام الليزر في الصناعة	٢٣
٢-٢-٣	مساوئ أستخدام الليزر في الصناعة	٢٤
٢-٣	الاستنتاجات	٢٥
	المصادر	٢٦

الاشكال

الأشكال	رقم الصفحة	الموضوع
الشكل(١-١)	٢	ليزر أشباه الموصلات هو أحد المصادر الشائعة الليزر ذو القدرات المتوسطة ويستخدم في مجالات متعددة ويتواجد بأطياف مختلفة.[٢]
الشكل (١-٢)	٣	ظاهرة انبعاث الإلكترونات عند تسليط شعاع كهرومغناطيسي. [٦]
الشكل (١-٣)	٤	منظار حربي يعتمد على اشعة الليزر في تحديد المسافة.[٥]
الشكل (١-٤)	٤	جهاز ليزر عملاق يستخدم في عملية الاندماج الليزري.[٥]
الشكل (١-٥)	٧	التعداد المعكوس .[٨]
الشكل (١-٦)	٨	يوضح انتقال الالكترون من مستوي طاقة الى مستوي طاقة أعلى. [٨]
الشكل(١-٧)	٨	يوضح كيفية انبعاث الفوتون عند انتقال الالكترون من مستوي طاقة عالي الى مستوي طاقة اقل .[٨]
الشكل(١-٨)	٩	يوضح تردد الإشعاع المنبعث من المادة من خلال فرق الطاقة بين المدارين الذي انتقل بينهما الالكترون. [٦]
الشكل(١-٩)	٩	يوضح ظاهرة الانبعاث المحثوث. [٦]
الشكل(١-١٠)	١٠	يوضح التوزيع الاسكاني المقلوب للإلكترونات. [٦]
الشكل(١-١١)	١٠	يوضح نظام التغذية الراجعة الموجبة.[٦]
الشكل(١-١٢)	١٣	مخطط مبسط لسويات طاقة[١١] Nd: YAG
الشكل(١-١٣)	١٨	ليزر صبغة الرودامين ذو الموجة المستمرة.[١٤]

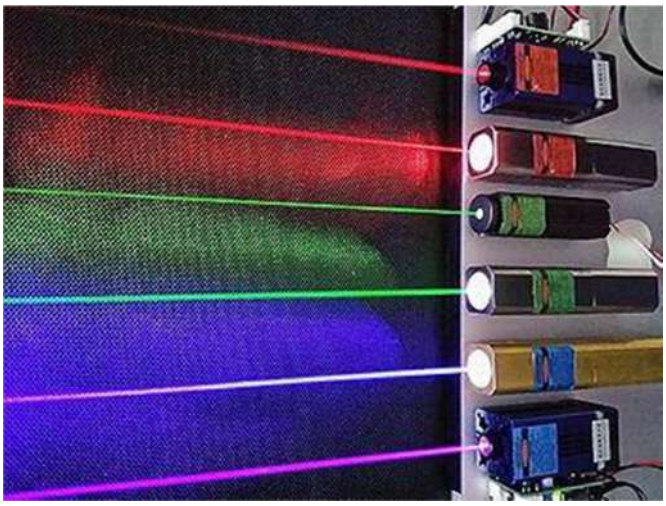
الفصل الاول

(المقدمة)

١-١ المقدمة introduction :-

أحتل موضوع الليزر وخلال السنوات العشرة الأخيرة أحتل موقعاً في الحديث من جوانب العلوم والتقنيات المختلفة ، فلم ينحصر استخدامه على مختبرات الفيزياء والكيمياء وإنما غدا الوجه الحديث المتطور لكثير من المواضيع فمثلاً استبدلت المصابيح التقليدية و الطيفية منها والحرارية بمصدر الليزر واستحدث الكثير من الطرق والمعالجات والبحوث النظرية والعملية في جميع ما يتعلق بشكل مباشر أو غير مباشر بعمل الليزر ، منها مثلاً البحث عن وسط فعال وطرق ضخ الطاقة وسبل تزويدها والأجهزة البصرية من مرايا وعدسات ومحززات للضوء وكواشف وألياف بصرية وإلكترونيات وغيرها كثير .[١]

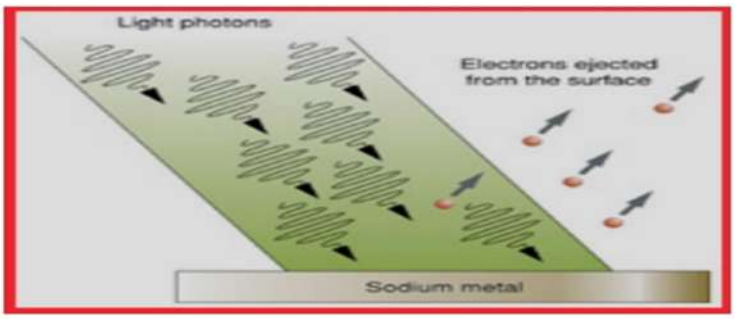
الليزر أو تضخيم الضوء بالانبعاث المحفز للإشعاع : هو إشعاع كهرومغناطيسي تكون فوتوناته مساوية في التردد ومتطابقة الطور الموجي حيث تتداخل تداخلاً بناءً بين موجاتها لتتحول إلى نبضه ضوئية ذات طاقة عالية وشديدة التماسك زمانيا ومكانيا ذات زاوية انفراج صغيرة جداً وهو مالم يمكن تحقيقه باستخدام تقنيات اخرى غير تحفيز الإشعاع. [٢][٣][٤]



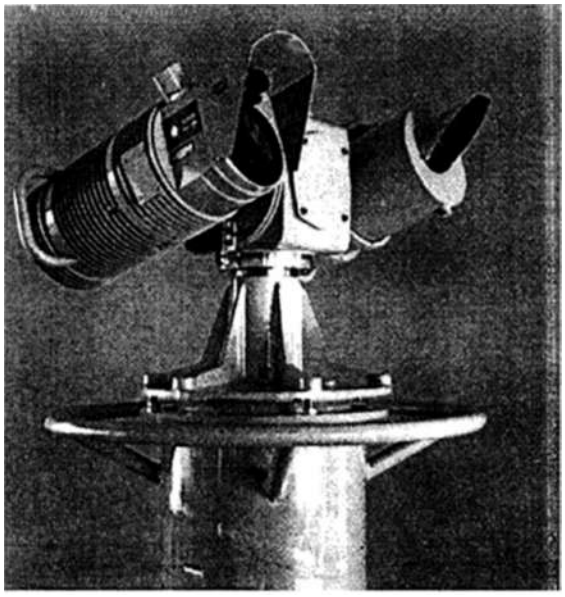
شكل(١-١) يوضح ليزر أشباه الموصلات هو أحد المصادر الشائعة الليزر ذو القدرات المتوسطة ويستخدم في مجالات متعددة ويتواجد بأطياف مختلفة.

١-٢ تاريخ تطور الليزر History of laser development:

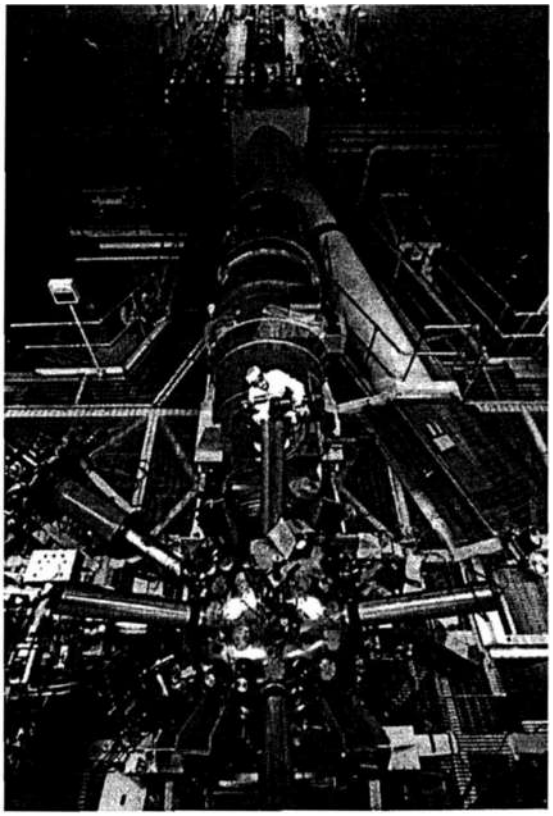
قصة الليزر بدأت منذ زمن بعيد ، وقد تمتد إلى الأساطير القديمة المعبرة عن رغبة الإنسان في الحصول على سلاح حاسم ذخيرته شعاع من الضوء . شكل (١_٢) ولكن التاريخ العلمي لأشعة الليزر بدأ منذ منتصف القرن التاسع عشر، ففي عام ١٨١٩ م ، نظم "هانز أورستد " أستاذ الطبيعة بجامعة "كوينهاجن" العلاقة بين المغناطيسية والكهرباء بملاحظة تصرفات ابرة البوصلة المغناطيسية عندما توضع بالقرب من سلك يمر به تيار كهربائي. ثم جاءت الخطوة الكبرى عندما برز إلى ساحة البحث ، العالم الامريكي " جارلس تاونس" (١٩١٥_١٩٦٤) م فقد بدأ "تاونس" في عام ١٩٥١ م أبحاثه ، وفي عام ١٩٥٣م توصل وطلابه إلى اكتشاف "الميزر" وحوالي عام ١٩٥٧م بدأ يفكر في صنع ميزر يطلق لأشعة تحت حمراء أو أشعة ضوئية بدلاً من الأمواج الدقيقة ، حيث نشر عام ١٩٥٨ م بحثاً نظرياً حول ما يسمى بالميزر الضوئي (الليزر) وفي يوم ٧ يوليو عام ١٩٦٠م أصبحت النظرية حقيقة بإعلان "مايان" نجاح اول ليزر تطبيقي من مادة الياقوت الصناعي. ومنذ ذلك الحين واسم الليزر "Lazer" يتألق ويتشعب، فاتحاً المجال لعدد لا يحصى من التطبيقات، وما زال المستقبل يخفي الكثير من التطبيقات في طياته . شكل (١_٣) . بسرعة مذهلة تطورت الليزرات ، وتطور استخدامها في الطب من أجل إجراء عمليات وتطبيق طرق جديدة لعلاج الأمراض، ولقد أثبت كفاءة عالية في الجراحة بصفه عامه ، وفي الجراحات الدقيقة بصفه خاصه ، وأصبح اليوم شائع الاستخدام في الفروع الطبية.[٥] وقد تمكن الفيزيائي البرت اينشتاين في عام ١٩١٧ من وضع الاسس النظرية التي يقوم عليها عمل الليزر وذلك في ابحاثه حول الظاهرة الكهروضوئية وفي هذه الظاهرة لاحظ العلماء انه عند تسليط اشعاع كهرومغناطيسي ضوئي على سطح معدني فان الالكترونات تنبعث من هذا السطح فقط اذا تجاوز تردد الضوء قيمة حدية معينة اما اذا كان تردد الضوء اقل من ذلك فان الالكترونات لا تنبعث ابدا مهما بلغت شدة الضوء المسلط.(٦) والشكل (١-٢) يوضح هذه الظاهرة.



شكل (١-٢) يوضح ظاهرة انبعاث الالكترونات عند تسليط شعاع كهرومغناطيسي[٦]



شكل (١-٣) يوضح
منظار حربي يعتمد على أشعة الليزر في تحديد المسافة[٥]



شكل (١-٤) يوضح
جهاز ليز عملاق يستخدم في عملية الاندماج الليزري[٥]

وبعد أن تم اكتشاف اول ليزر ، تبعتها اكتشافات الكثير من الأنواع المتوقعة من الليزرات وبنجاح باهر. فقد ظهرت ليزرات المواد الصلبة بأربعة مستويات قبل نهاية عام ١٩٦٠ م ، والتي استخدمت ايونات اليورانيوم ومعادن الأتربة النادرة . وتضاعفت إعداد هذه الاجهزة بسرعة خلال السنتين التاليتين. ومن بين هذه الليزرات، اكتسب ليزر النيوديميوم الأهمية الأكبر من الناحية العملية لأن بالإمكان تشغيلها عند درجة حرارة الغرفة ،وكذلك لأن بأمكان هذه الليزرات ان تصرف قدرة خارجة بمعدل يقارن بمعدل تصريف القدرة في ليزر الياقوت .[٧]

١-٣ مكونات الليزر Laser Components :

يحتوي كل جهاز ليزر مهما اختلف نوعه على ثلاث عناصر أساسية وهي :

١- الوسط الفعال: وهي المادة التي تكون مسؤولة عن توليد الليزر والتي تمتلك التوزيع العكسي ، ومن أمثلة المواد الفعالة الشائعة الاستعمال حالياً :

- البلورات الصلبة : مثل الياقوت الصناعي وعقيق الألمنيوم والزجاج المسمى بالياج.
- المواد الغازية : مثل خليط غاز الهليوم والنيون.
- الغازات المتأينة: مثل غاز الارجون وغاز الكربتون.
- الجزيئات الغازية : مثل غاز اول اكسيد الكاربون وغاز ثنائي أوكسيد الكاربون .
- الصبغات السائلة : وهي صبغات كيميائية عضوية مختلفة مذابة في الماء .

المواد الصلبة نصف الموصلة : مثل زرنيخات الجاليوم .[٥]

٢- مصدر الطاقة: وهي التي تحدد طريقة الحث لإثارة المادة الفعالة وحثها على بعث إشعاع الليزر...وتتنوع مصادر الطاقة المستخدمة حاليا ومنها:

- الطاقة الكهربائية : وتتمثل في استعمال الطاقة الكهربائية المباشرة بأسلوبين مثل: استخدام مصادر للترددات الراديووية R.F. كطاقة داخلة او استخدام التفريغ الكهربائي في التيار المستمر مثال ذلك ليزر غاز ثاني اوكسيد الكاربون – وليزر الهيليوم/نيون، وليزر غاز الارجون... الخ .
- الطاقة الضوئية: والمعروفة بأسم الضخ الضوئي، ويمكن أن تنبعث من مصدرين رئيسيين:

* استخدام المصابيح الوهاجة ذات القدرة الكبيرة كما في ليزر الياقوت.

او

* استخدام شعاع الليزر كمصدر طاقة إلى ليزر آخر، وهذه الأخيرة شائعة الاستخدام في إنتاج إشعاعات ليزرية كثيرة في مناطق الطيف المختلفة، ومثال ذلك ليزرات الصبغات السائلة Dye المتوفرة تجارياً .

- الطاقة الحرارية : يمكن أن يتسبب كل من الضغط الحركي للغازات، والتغيرات في درجات الحرارة في حث وإثارة المواد لتبعث أشعة الليزر .
- الطاقة الكيميائية : تعطي التفاعلات الكيميائية ببن مزيج من الهيدروجين H2والفلور F2طاقة مسببة لحث هذه الجزيئات على بعث الإشعاع الليزري وكذلك مع خليط فلوريد الديتريوم DF ، وثاني اوكسيد الكاربون .. مثال ذلك الليزرات الكيميائية. [٨]

٣- المرنان: وهو الوعاء الحاوي والمنشط العملية التكبير ، وفي المادة يستخدم إما :

- المرنان الخارجي : وهو مرآتان متطابقتان ومتوازيتان في نهاية الانبوب الحاوي للمادة الفعالة ، وتكون الانعكاسات المتعددة بينهما هي الأساس في عملية التكبير الضوئي كما في الميزرات الغازية.
- المرنان الداخلي : ويتمثل في طلاء نهايات المادة الفعالة لتعمل عمل المرآة كما في ليزر بلورات الياقوت وفي الميزرات الصلبة بصورة عامة .

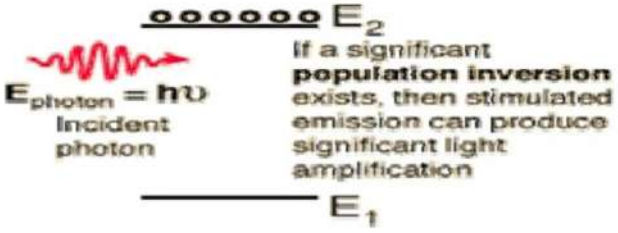
وفي كلتا الحالتين يجب أن تكون إحدى المرآتين عاكسة كلياً (١٠٠%)للفوتونات الضوئية، والأخرى عاكسة جزئياً(٩٥%) حيث تسمح بمرور (٥%) من الضوء الساقط عليها لكي يتسنى لشعاع الليزر الخروج منها . [٩]

١-٤ شروط حدوث الليزر Conditions for the occurrence of lasers:

لكي تعمل أجهزة الليزر يجب أن يتوفر لها ثلاث شروط أساسية وهي :

اولاً : وجود الوسط الفعال ، القاعدة الأساس لعمل الليزر هو نظام ذو عدد كبير من الذرات أو الجزيئات أو الأيونات والتي تبعث طيفاً يقع جزء منه في المدى المرئي من الاشعاع الكهرومغناطيسي وغالباً ما نتحدث عن الوسط الفعال وكأنه مجموعة من ذرات غاز إلا أن ذرات أو جزيئات أو ايونات المادة بحالتها السائلة أو الصلبة ، تشكل ايضاً وسطاً فعالاً في أنواع مهمه من الليزر .

ثانياً حدوث التعداد المعكوس، ويتطلب ابعاث أشعة الليزر العمل على زيادة عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا، اي زيادة تعدادها عن الحالة الطبيعية فيها بأستخدام طاقة خارجية مثلاً، وعندما يكون عدد الذرات في مستويات الطاقة العليا اكثر من عدد الذرات في مستويات الطاقة الدنيا نستطيع القول بأنه حصل انقلاب في التعداد أو عكس التعداد، وهو ما سميناه بالتعداد المعكوس وتحت هذه الشروط يكون احتمال حدوث الانبعاث المحتث كبير، ويمكن الحصول على فوتونات مترابطة في الطور مع بعضها لبعض كما هو موضح في شكل (١-٥).[٨]



شكل (١-٥) يوضح التعداد المعكوس. [٨]

ثالثاً : التغذية الاسترجاعية وهو شرط ضروري لكي يأخذ الاشعاع المنبعث تذبذبه الصحيح ويؤدي بالتالي للحصول على حزمه من الأشعة ذات درجة عالية من صفة الاتجاهية وصفة التشاكة بدون هذا الشرط يعمل الليزر كمكبر فقط لحزمه ضوئية ضيقة ويفقده الميزات الآنفة الذكر والتي جعلت منه مصدراً ضوئياً ذو منافع خاصة . يمكن تحقيق هذا الشرط بأستخدام تجويف رنيني ذو تصميم مناسب ويدعى بالمرنان. اول تصميم لمرنان ناجح استخدم لأشعة الانبعاث المحفز في المدى المرئي هو مقياس التداخل "لغابري_بيرو" ويتألف من مرآتين مستويتين متقابلتين بشكل متوازي توضع المادة الفعالة بينهما ، فإذا جعلت إحدى المرآتين شفافة جزئياً فأن جزءاً نافعاً من الاشعاع المحفز ذات الاتجاه الموحد الموازي المحور المرآتين يمثل نتاج الليزر.[١]

عند تحقيق الشروط الثلاثة أعلاه ، يبقى هناك شرطاً يدور حول الموضوع ككل وهو مهم لعمل كل من الميزر و الليزر ويطلق عليه شرط العتبة ، ولابد من تحقيق متطلبات هذا الشرط لتبدأ عملية التكبير في الوسط الفعال ومن ثم عملية التذبذب في المرنان ويرجع سبب هذا إلى كون أجهزة الليزر كأية أجهزة عملية، غير مثالية ، تتضمن من مسببات الخسارة والتبدد الكثير وهي على العموم أجهزة ذي كفاءة واطئة اذا ما قورنت بالأجهزة العملية الأخرى. [١]

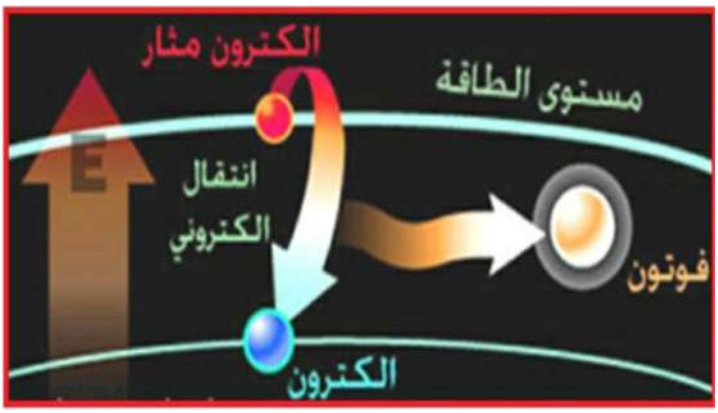
١-٥ مبدأ عمل الليزر The working principle of the laser :

قام إينشتاين في عام ١٩١٧ بدراسة تفاعل الامواج الكهرومغناطيسية أو ما يسمى اختصارا (بالاشعاع) (Radiation)مع ذرات المادة ووجد أن هناك ثلاثة أنواع من التفاعلات وهي:

أ- الامتصاص(Absorption):وفيها تقوم ذرات المادة بامتصاص فوتونات الإشعاع المسلط عليها وتعمل طاقة الإشعاع الممتص على رفع الإلكترونات من مدارات منخفضة الطاقة إلى مدارات عالية الطاقة وتصبح الذرات في حالة الإثارة (excited state) ولا يتم إمتصاص الفوتونات من قبل المادة إلا إذا كانت طاقتها تزيد عن فرق الطاقة بين مدارات الإلكترونات لذرات تلك المادة ولذا تكون المواد شفافة لجميع الإشعاعات التي تقل تردداتها عن قيم محددة تتحدد من التركيب الذري لتلك المواد كما هو الحال في الزجاج.[٨]

شكل (١-٦) يوضح انتقال الالكترون من مستوي طاقة الى مستوي طاقة أعلى. [٨]

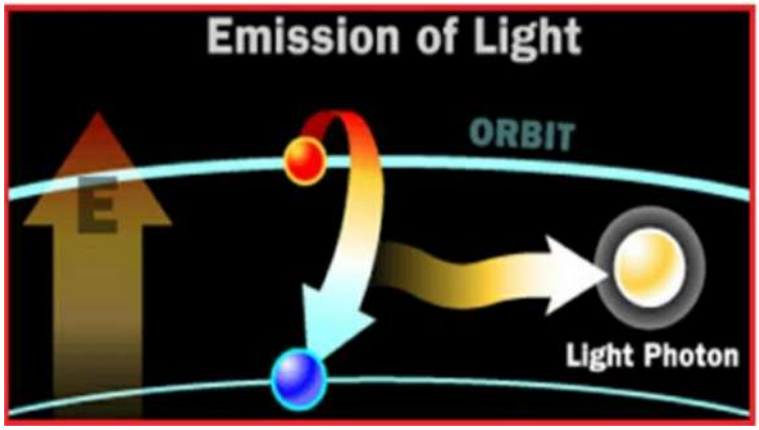
ب –الانبعاث التلقائي:(Spontaneous Emission)وفيها تقوم الذرات المثارة بإشعاع موجات كهرومغناطيسية نتيجة نزول الإلكترونات من المدارات عالية الطاقة إلى المدارات منخفضة الطاقة. إن الإشعاع التلقائي الصادر عن المادة المثارة يسمى إشعاعاً غير مترابط (Noncoherent radiation) وذلك لأن الإلكترونات تنزل من تلقاء نفسها وبطريقة عشوائية بين مدارات الذرة المختلفة ولذلك فإن هذا الإشعاع يحتوي على عدد كبير جدا من الترددات وتعتمد مصادر الضوء العادية على ظاهرة الانبعاث التلقائي في عملها. [٨]



شكل (١-٧) يوضح كيفية انبعاث الفوتون عند انتقال الالكترون من مستوي طاقة عالي الى مستوي طاقة اقل .[٨]

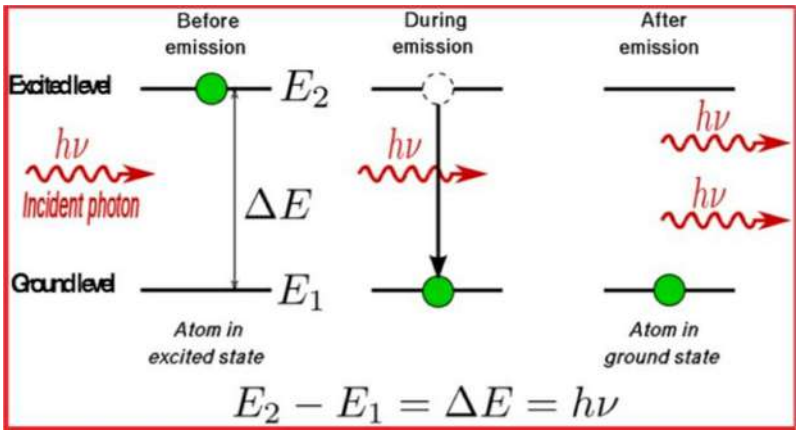
ج - الانبعاث المحثوث (Stimulated Emission): وفيها تقوم الذرات المثارة بإشعاع موجات كهرومغناطيسية نتيجة نزول الإلكترونات من المدارات عالية الطاقة إلى المدارات منخفضة الطاقة ولكن ليس بطريقة تلقائية وعشوائية كما في الانبعاث التلقائي بل نتيجة لحثها بإشعاع له تردد محدد. إن الإشعاع المحثوث الصادر عن المادة المثارة يسمى إشعاع مترابط (Coherent) وذلك لان الموجات الكهرومغناطيسية الناتجة عن نزول الإلكترونات لها تردد (Frequency) وطور (Phase)يساويان تماما تردد وطور الأمواج التي قامت بحث الإلكترونات على الإشعاع ولذلك فإن هذا الإشعاع له تردد واحد

من الناحية النظرية. ويمكن حساب تردد الإشعاع المنبعث من المادة من خال تقسيم فرق الطاقة بين المدارين الذي انتقل بينهما الإلكترون بثابت بلانك. [٦]



شكل (١-٨)يوضح تردد الإشعاع المنبعث من المادة من خلال فرق الطاقة بين المدارين الذي انتقل بينهما الالكترون .[٦]

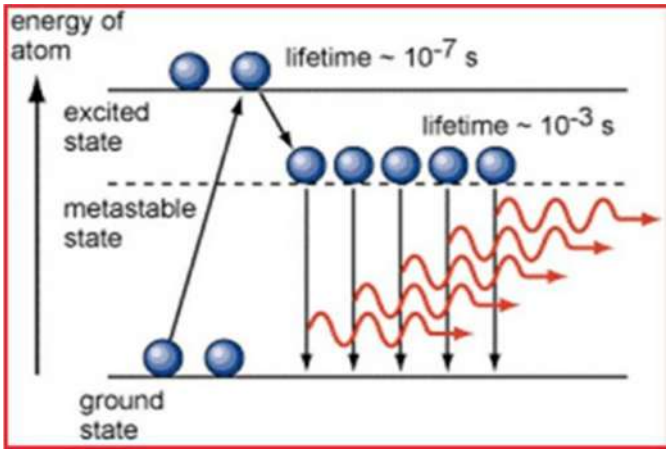
يمكن إيجاز مراحل هذه الظاهرة بالشكل التالي:-



شكل (١-٩) يوضح ظاهرة الانبعاث المحثوث .[٦]

إن المبدأ الرئيسي الذي يقوم عليه عمل الليزر هو ظاهرة الانبعاث المحثوث التي شرحناها آنفا وهناك شروط ثلاثة أساسية لكي يولد الليزر ضوءاً
الشرط الأول فهو توفر ما يسمى بالتوزيع الاسكاني المقلوب(inversion Population) للإلكترونات في ذرات المادة التي ستولد الضوء والذي يعني أن عدد الالكترونات في الحالة المثارة يجب أن يكون أعلى منها في الحالة غير المثارة . [٦]

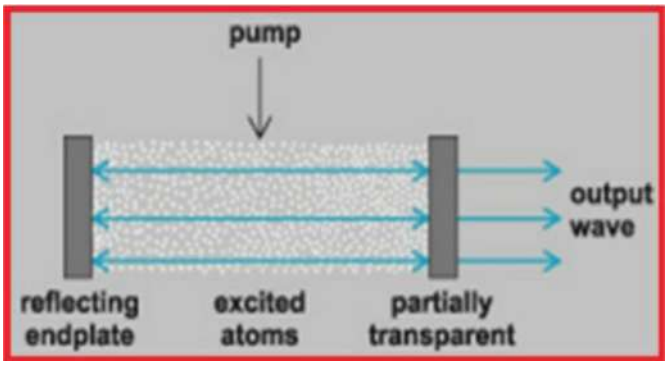
وهذا الشرط لا يتحقق إلا في مواد معينة تسمى الوسط الفعال (active medium) التي يكون عدد المدارات في نطاق توصيلها (conduction band) ثلاثة أو أكثر وبحيث يوجد مدار شبه مستقر (metastable) بين المدار منخفض الطاقة و المدار عالي الطاقة . توجد شروط معينة كي يحدث ضمنها الإصدار المحثوث وهي توازي ما تنبأ به آينشتاين. فلو كان لدينا N ذرة ذات مستويين للطاقة N1وE1 في الحالة الأساسية وN2و E2في الحالة المثارة .والاصدار المحثوث يتناسب مع عدد الذرات في المستوى العلوي. وللحصول على إصدار محثوث كبير يجب أن يكون N1 > N2 أي يجب قلب التوزع الاسكاني ويطلق عليه في حالة إثارة خارجية اسم الضخ. [٦]



شكل (١-١٠) يوضح التوزيع الاسكاني المقلوب للإلكترونات. [٦]

الشرط الثاني فهو توفر مصدر يقوم بضخ الإلكترونات(Pumping)من المدارات منخفضة الطاقة (غير المثارة)إلى المدارات عالية الطاقة (المثارة) وذلك للحصول على التوزيع المقلوب للإلكترونات.

الشرط الثالث فهو وجود نظام تغذية راجعة موجبة (positive feedback) لكي يعمل الليزر كمذبذب (Oscillator) يقوم بتوليد تردد الضوء المطلوب وغالبا ما يتم استخدام مرايا (mirrors) لحصول على هذه التغذية الراجعة. [٦]



شكل (١-١١)يوضح نظام التغذية الراجعة الموجبة .[٦]

على هذا فإن الليزر يعمل من خال ضخ الإلكترونات باستخدام مصدر ضخ خارجي كالضوء أو التيار الكهربائي من المدار الأدنى إلى المدار الأعلى ومن ثم تهبط الإلكترونات المثارة من خال الانبعاث التلقائي من المدار الأعلى إلى المدار شبه المستقر(marketable state) والذي يقع بين المدارين الأدنى والأعلى حيث تبدأ الإلكترونات بالتراكم في هذا المدار لتنتج التوزيع الإسكاني المقلوب المنشود. وإذا ما مر فوتون ضوئي بتردد محدد على المادة وهي في وضع التوزيع المقلوب فإنه سيحث بعض الإلكترونات الموجودة في المدار شبه المستقر للنزول إلى المدار الأدنى منتجة عدداً من الفوتونات الضوئية لها نفس تردد وطور واتجاه الفوتون الذي قام بحثها، أي أن الضوء المتولد سيكون له تردد واحد أي أنه أحادي اللون وذلك من الناحية النظرية. وتستخدم المرايا لعكس بعض الفوتونات المتولدة لتمر من خلال ذرات المادة الفعالة لتوليد مزيدا من الفوتونات التي لها نفس الخصائص. وعادة تكون أحد المرايا ذات معامل انعكاس يقرب من الواحد وذلك لتعكس جميع الضوء الساقط عليها بينما يكون معامل انعكاس المرآة الثانية أقل من واحد وذلك لتسمح لجزء من الضوء المتولد للخروج منها لاستخدامه في التطبيقات المختلفة. وبما أن الفوتونات المستحثة لها نفس تردد الفوتونات التي قامت بحثها وتسير بنفس اتجاه سيرها فإن ضوء الليزر الناتج سيكون أحادي اللون تقريبا ويسير بأتجاه واحد وذلك على العكس من طبيعة ضوء المصادر الأخرى. ويخرج الضوء المتولد من الليزر في العادة إما على شكل نبضات (pulsed laser)او على شكل موجة مستمرة (continuous wave laser) والذي يحدد ذلك التركيب الذري للمادة الفعالة ونوع وكمية الضخ المستخدم وكذلك طريقة تركيب الليزر.[٦]

٦-١ خصائص الليزر Laser characteristics :

يمتاز شعاع الليزر بأربعة مميزات أساسية هي:-

١- أحادية الطول الموجي Monochromatic (أحادية التردد) وتعني أن شعاع الليزر له طول موجي واحد فقط أي تردد منفرد.

٢- التشاكه Coherency ويعني ان الفرق بين اي نقطتين على موجة شعاع الليزر يكون ثابت عند حركة الشعاع زمانياً ومكانياً . يعتبر الليزر المصدر الضوئي الوحيد الذي يمتلك صفة التشاكه مقارنه بالمصادر التقليدية الأخرى.

٣- الاتجاهية (Directionality) وهي انتشار الحزمة بأتجاه واحد ولمسافات طويلة جداً دون انفراجها عن محورها أو انفراج قليل جداً لا يتجاوز بضعة سنتمترات لكل كيلومتر .

٤- السطوع (Brightnees) هو يعني أن كثافة قدرة شعاع الليزر في وحدة المساحة تكون عالية جداً. تسمى كثافة قدرة شعاع الليزر في وحدة المساحة بالشدة (Intensity) . وعلى سبيل المثال تكون شدة مصباح التنجستن الاعتيادي ذي القدرة (100W) حوالي (2000W/cm^2) بينما شعاع

الليزر بنفس القدرة تصل شدته إلى حوالي (2×10^9 W/cm^2) اي اكبر بمقدار مليون مرة من مصباح التنجستن الاعتيادي. [١٠]

١-٧ أنواع الليزر Types of lasers :-

ان أنواع الليزر التي سنشير إليها ماهي الا أمثلة قليلة من العديد الذي لم نستطع التطرق أو الإشارة إليه ، كما أن المعلومات التي سنذكرها عن نتاج الليزر من طاقة وقدرة وامد نبضة ماهي الا مقادير غدت اليوم تقديريه بسبب التطور السريع الذي لابد وأن يكون قد تناول هذه المقادير لأهميتها التطبيقية. [١]

ومن هذه الليزرات:-

اولاً: ليزرات الحالة الصلبة Solid State laser: يقصد بليزرات المواد الصلبة عادة تلك الليزرات التي يكون الوسط الفعال active medium اما بلورة عازلة أو زجاجاً .أن ليزرات الحالة الصلبة غالباً ما تكون فيها المواد الفعالة عبارة عن ايونات شائبة داخل البلورات الأيونية . والايون عادة أحد المركبات من سلسلة العناصر الانتقالية في الجدول الدوري (مثال ايونات الفلز الانتقالي ومن ابرزها Cr^+3أو ايونات الأتربة النادرة ومن ابرزها Nd^+3وHo^+3 .

أن الانتقالات التي تحصل في العمل الليزري تشمل حالات تعود إلى الطبقات الداخلية غير الممتلئة لذلك فإن هذه الانتقالات لاتتأثر بقوة بالحقل البلوري. وهذا بدوره يعني أن هذه الانتقالات تكون إلى حد بعيد حادة sharp. وتكون القنوات المشعة إلى حد ما ضيقة ، ولهذا فإن حد العتبة لمعدل الضخ

[CO (v_n)+CO(v_m)→CO(v_n+1)+CO(v_m_1)] لليزر السويات الأربعة صغير بشكل كافٍ مما يسمح للفعل الليزري بالشروع. [١١]

ومن أنواع ليزرات الحالة الصلبة:-

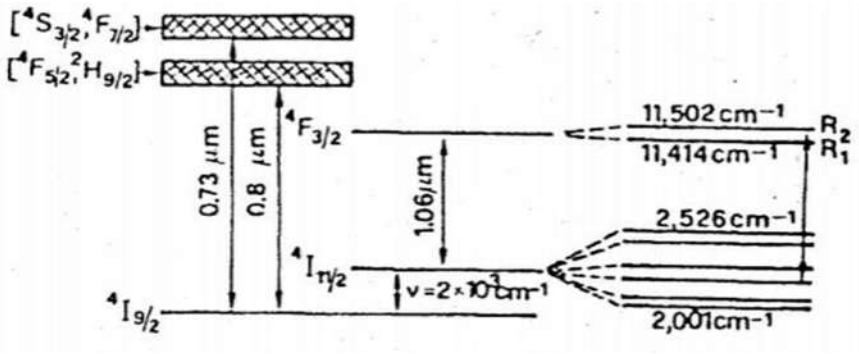
١- ليزر الياقوت : The ruby laser

ان ليزر الياقوت هو اول أنواع الليزرات ولا يزال مستعملاً حتى الآن. وقد عرف الياقوت منذ مئات السنين كأحد الأحجار الكريمة الطبيعية ويتكون من بلورة (Al2O3 الكورندم Corundum) وقد حلت ايونات Cr^3محل بعض ايونات Al^3. إما مادة الليزر فيحصل عليها بواسطة انماء البلورة من منصهر مزيج من Cr2O3بنسبة(0.05%~ وزناً) و Al2O3. أن سويات الطاقة لليزر هي سويات ايون الكروميوم في التركيب البلوري ل Al2O3. [١١]

٢- ليزرات النيوديميوم: Neodymium laser

تعد ليزرات النيوديميوم من أكثر الليزرات الصلبة شيوعاً ويتكون الوسط الليزري إما من بلورة Y3Al5O12(وعادة يطلق عليها ياغ YAG ، وكلمة ياغ متكونة من الأحرف الأولى ل Yttrium

aluminum garnet) الذي فيه قسم من ايونات Y^+3، حلت محلها ايونات Nd^+3، أو ابسط من ذلك الزجاج المطعم بأيونات Nd^+3. أن ليزرات النيوديميوم يمكنها أن تتذبذب عن عدة خطوط اقوى هذه الخطوط واكثرها استعمالا هو خط 1.06= (λ) مايكرومتر.[١١]



شكل (١-١٢) يوضح مخطط مبسط لسويات طاقة Nd:YAG [١١]

ثانياً: ليزرات السائل (ليزرات الصبغة) Liquid laser (dye laser)

ان ليزرات السائل التي سوف ندرسها هي التي يتكون الوسط الفعال فيها من محاليل مركبات معينة لصبغة عضوية مذابة في سوائل مثل كحول أثيلي ، أو كحول مثيلي، أو ماء . تعود هذه الصبغات عادة إلى إحدى الاصناف الآتية:

(أ) صبغات polymethine (مايكرومتر)1_0.7

(ب) صبغات xanthene(مايكرومتر)0.7_0.5

(ج) صبغات (مايكرومتر)0.5_0.4

(د) الصبغات الوميضية (مايكرومتر)0.4>(λ)

بسبب إمكانية توليف اطوالها الموجية وللتغطية الواسعة للطيف وببساطه فإن ليزرات الصبغة تؤدي دوراً هاماً ومتزايداً في التطبيقات في حقول وميادين مختلفة (تشمل دراسة الاطياف والكيمياء الضوئية). [١١]

ثالثاً: الليزرات الكيميائية Chemical Laser

يعرف الليزر الكيميائي عادة بأنه الليزر الذي يحدث فيه انقلاب الإسكان بالتفاعل الكيميائي مباشرة. ووفقاً لهذا التعريف لا يمكن عد ليزر CO2 دايناميكا الغاز من الليزرات الكيميائية. وعادة تستخدم الليزرات الكيميائية التفاعل الكيميائي بين العناصر الغازية . ففي هذه الحالة يترك جزء كبير من طاقة التفاعل الكيميائي بشكل طاقة اهتزازية للجزيئات . ولذلك فالانتقالات الليزرية غالباً ما تكون من نوع

الدوراني _الاهتزازي (الاستثناء الوحيد ربما تجدر الاشارة إلية هو ليزر التفكك الضوئي الكيميائي) والاطوال الموجية المناظرة المتوفرة في الوقت الحاضر تقع بين ٣و١٠ مايكرومتر. هذه الليزرات مهمه لسببين أساسيين هما :

(أ) هذه الليزرات تقدم مثال مهم للتحول المباشر للطاقة الكيميائية إلى طاقة كهرومغناطيسية .

(ب) بما أن كمية الطاقة المتيسرة في التفاعل الكيميائي كبيرة جداً ، فيتوقع أن تكون الاستطاعات الخارجية عالية .

ومن أمثلة هذه الليزرات:-

ليزر HF: هذا الليزر يتذبذب على عدة خطوط اهتزازية_دورانية في نطاق 2.6إلى 3.3مايكرومتر ويعطي استطاعات خرج مستمرة إلى حد 10kWوطاقات نبضية إلى بضعة كيلوجول بكفاءة كيميائية تصل إلى حوالي 10% . [١١]

رابعاً : الليزر الغازي Invasive Laser :

تستخدم غازات كثيرة لإنتاج شعاع الليزر ،وهي تستخدم في اغراض كثيرة He_Ne ليزر الهيليوم - نيون الذي ينبعث في مجموعة متنوعة من الموجات في نطاق ٦٣٣نانومتر،وهو شائع في التعليم نظراً لتكلفته المنخفضة. [١٢]

خامساً: ليزر ثنائي أكسيد الكربون Carbon dioxide laser :

يمكن أن ينبعث بقدرة عدة مئات كيلووات عند 9.6مايكرومتر و 10.6مايكرومتر، وغالباً ما تستخدم في صناعة القطع واللحام. تبلغ كفاءة ليزر ثنائي أكسيد الكربون أكثر من 10% . [١٢]

سادساً: ليزر ايون الاركون Laser Ion Arcon :

ينبعث ضوء في نطاق طول الموجة من 351نانومتر إلى 528.7نانومتر. اعتماداً على البصريات وأنوب الليزر ،وعلى عدد مختلف من الخطوط الصالحة للاستعمال، لكن الخطوط الأكثر شيوعاً هي 458 نانومتر و 488 نانومتر و514.5 نانومتر. والنيتروجين عرضية التفريغ الكهربائي في الغاز عند الضغط الجوي. الليزر الغازي رخيص والاشعة فوق البنفسجية الناتجة لها طول موجة 337.1نانومتر.

المعادن ليزر ايون هي ليزر الغاز التي تولد موجات الأشعة فوق البنفسجية العميقة. الهيليوم-فضة HeAg224 نانومتر و النيون-النحاس NeCu248 نانومتر مثاليين. هذه الليزرات بشكل خاص تتذبذب لأقل من 3 غيغاهيرتز .مما يجعلهم مرشحين بشكل خاص للإستخدام. [١٢]

سابعاً: ليزر الجوامد Solid Laser :

مواد الليزر الصلبة تحتوي في العادة على "المنشطات" حيث تشوب بلورة أحادية بالأيونات التي توفر الطاقة اللازمة . وعلى سبيل المثال كان اول ليزر يعمل هو ليزر الروبين وهوه مصنوع من بلورة الياقوت(الكروم_أكسيد الالمنيوم) . كذلك يستخدم الكروم أو النيوديميوم كمشوبات. وينتمي إلى فئة ليزر الجوامد ايضاً ألياف الليزر، بأعتبارها وسيلة فعالة وعملية وهي تستخدم في الكتابات على المصنوعات واجزائها، كما تستخدم في لحام المعادن . [١٢]

ثامناً: ليزر أشباه الموصلات Semiconductor laser :

هي نوع من أنواع ليزر الجوامد ولكن في مصطلحات الليزر المعروفة "ليزر الحالة الصلبة " نستثني أشباه الموصلات من هذا الاسم .

النيوديميوم هو مشترك تشويب في مختلف البلورات الأحادية، بما في ذلك إيتريوم (الثانية :ايفو4)، إيتريوم فلوريد الليثيوم (الثانية:YLF) وإيتريوم الألمنيوم العقيق (الثانية :أن دي) ، كل هذه المشوبات يمكن أن تنتج ليزر عالي بالنسبة إلى طيف الأشعة تحت الحمراء بطول موجة 1064نانومتر. وهي تستخدم لقطع المعادن واللحام وايضاً في التحليل الطيفي ولإعادة ضخ صبغة الليزر .

ليزر شبه الموصل ايضاً شائع الاستعمال في ترددات أو طوال موجية مختلفة. تستخدم لإنتاج الضوء 532نانومتر (الاخضر،مرئياً) ، 355نانومتر الأشعة فوق البنفسجية و 266 نانومتر (الأشعة فوق البنفسجية) عندما يكون ضوء تلك الموجات مطلوباً .إيتريوم، هولميوم، الثولييوم، والايربيوم هي الأخرى مشتركة في ليزر الجوامد في النطاق 1050_1020نانومتر. [١٢]

الفصل الثاني

أستخدام الليزر في الطب والصناعة

٢-١ أستخدام الليزر في الطب The use of lasers in medicine

٢-١-١ أستخدام الليزر في الطب:-

مع تقدم العلوم والتكنولوجيا أصبح الإنسان قادر على الوصول الى الكثير من الحلول والتغلب على الصعوبات التي كانت تمثل درب من المستحيل في الماضي.

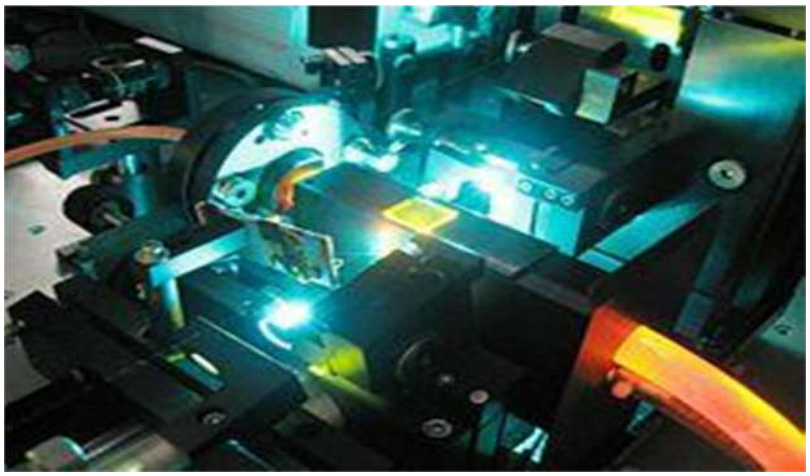
بوصولنا القرن الواحد والعشرين انفتح الإنسان على تقنية حديثة أحدثت طفرة في مختلف المجالات ومن أهمها المجال الطبي، إنها تقنية الليزر أوLaser باللغة الانجليزية، وتعد كلمة ليزر هي اختصار لمصطلح: تضخيم الضوء بإنبعاث الإشعاع المحفز، وهو عبارة عن حزمة من الضوء لها فوتونات لها نفس التردد وتتطابق موجاتها بحيث تحدث ظاهرة التداخل البناء بين موجاتها لتتحول الى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية. وبمقارنة ضوء الليزر مع الضوء العادي نجد أن الضوء العادي له موجات ضوئية مبعثرة غير منتظمة فلا يكون لها قوة الليزر وتكون مختلفة عن الليزر حيث أن الليزر ينتج حزمة ضوئية رفيعة جدا وقوية. وقد دخل استخدام الليزر في العديد من المجالات وسوف نتكلم عن أستخدام الليزر في المجال الطبي .فسوف نتحدث عن أهمية الليزر في العلوم الطبية بشكل عام.[١٣]

* أهمية الليزر في العلوم الطبية:-

يدخل الليزر في العديد من المجالات الطبية منذ اختراعه في العام ١٩٦٠، فمنذ ذلك الحين وهو يتم استخدامه في المجال الطبي بشكل كبير وواسع حيث تطور الاستخدام الألي التكنولوجي في الطب الحديث تطوراً مذهلاً ومن أشهر تطبيقات هذه التكنولوجيا هو دخول أشعة الليزر مجال الجراحة والتجميل وأمراض العيون وعلاج الأمراض الجلدية وغيرها من الأمراض الأمر الذى أضاف الى طرق العلاج المزيد من السحر والبراعة بفضل هذه الأشعة المذهلة وأحدث ثورة علمية كبيرة لم يسبق لها مثيل في مجال الطب العلاجي والجراحة.

استغرق الليزر الكثير من الوقت لكى يصبح شيء أساسي ضمن الأدوات العلاجية، وقد بنى عمل الليزر على نظرية ألبرت أينشتاين في بدايات القرن العشرين ١٩١٧، ولكن العلماء لم يتمكنوا من تطبيق نظريته حتى بداية الستينات ١٩٦٤، وبعد ذلك لم يدخل التطبيق الفعلي لليزر على الجسم البشرى إلا بعد عقد أخر من الزمان، حيث دخل الليزر في أنواع كثيرة من العلاج بدءا من تصحيح الإبصار وحتى تنعيم سطح الجلد للتخلص من التجاعيد وكذلك إزالة الوحمات والندبات. [١٣]

حيث يشمل طب الليزر التشخيص بواسطة الليزر والعلاج بالليزر والعلاج والمداواة به كما في العلاج الضوئي. [١٤]



شكل (١-١٣) يوضح ليزر صبغة الرودامين ذو الموجة المستمرة ينبعث بالقرب من تردد ٥٩٠٠ نانومتر، يستخدم عادة في أنظمة الليزر الطبية المبكرة.[١٤]

الاستعمالات الطبية:- الأمثلة على العمليات والممارسات والأجهزة والتخصصات التي يستعمل فيها الليزر:

* رأب الوعاء [١٥]

* علاج السرطان [١٦]

* طب الجلد التجميلي مثل معالجة الندوب وتجديد الجلد وإزالة الشعر بالليزر وإزالة الوشوم [١٤]

* طب الجلد التجميلي مثل معالجة الندوب وتجديد الجلد وإزالة الشعر بالليزر وإزالة الوشوم. [١٤]

* طب الجلد [١٥] مثل علاج الميلانوما

* تفتيت الحصاة [١٥]

* طب العيون (يشمل الليزك والتخثير الضوئي بالليزر)

* تصوير مقطعي للتماسك البصري [١٧]

* جراحة التجميل، مثل شفط الدهون بالليزر [١٨]

٢-١-٢ استخدام الليزر في طب الأسنان The use of lasers in dentistry:-

ان أستخدام الليزر في مجال طب الأسنان يعد امراً حديثاً وغير واسع الإنتشار، إلا أن علم أستخدام الليزر في طب الأسنان أصبح في تطور مستمر ، وقد بدأت العديد من عيادات طب الأسنان باستقدام واستخدام الأجهزة المتقدمة لعلاج الأسنان بالليزر، حيث يقوم طبيب الأسنان المعالج بالليزر بتوجيه طاقة ضوئية على الأسنان أو اللثة التي يرغب في علاجها ، ويعمل الليزر كأداة قاطعة أو مذيبة للأنسجة التي يمر عليها . [١٩]

ومن الاستطبابات المهمة لليزر في مجال طب الأسنان ما يلي:-

١- تسوس الأسنان: يستخدم الليزر لإزالة تسوس الأسنان وتهيئة الأسنان للحشوة.

٢- أمراض اللثة: يمكن استخدام الليزر كأداة قاطعة لإزالة وتعديل مظهر اللثة .

٣- تبييض الأسنان: يعمل الليزر على توفير الوقت في عملية تبييض الأسنان.

٤- ازالة الأورام: يمكن استخدام الليزر لإزالة الأورام الحميدة والخبيثة في حال وقوعها داخل الفم .

٥- تعقيم القنوات الجذرية (معالجات العصب)

٦- الجراحات البسيطة، إذ تتميز بعض أنواع الليزر بالقدرة على إجراء شق جراحي واحداث التخثير في الأوعية الدموية النازفة .

اما عن عيوب أستخدام الليزر في طب الأسنان في الوقت الحالي فهي:-[١٩]

- لا يمكن أستخدام الليزر على الأسنان التي بها حشوات قديمة .
- لا يمكن أستخدام الليزر على الأسنان المتسوسة كلياً .
- لا يمكن أستخدام الليزر لتحظير الاسنان لاستلام تاج أو جسر .
- العلاج بالليزر لا يغني كلياً عن التخدير .
- تكلفة العلاج بالليزر غالباً ما تكون أعلى.

اهم استطبابات الليزر في جراحة الفم واللثة وطب الأسنان:- [١٩]

١- علاج الخراجات: بالرغم من التخدير الموضعي في الالتهابات الحادة والخراجات إلا أن المريض يشعر بالالم عند فتح الخراج ولكن باستخدام ليزر ديودون يقل هذا الشعور مع نتائج مبهره ونزف أقل عن المعالجة التقليدية.

٢- أستئصال الحصى اللعابية في الغدد اللعابية : حيث تؤدي هذه الحصى إلى إغلاق مسار اللعاب وبالتالي تجمعه وحدوث ألم شديد وجفاف في الفم ، لذلك يجب أستئصال الغدة الحصاة قبل أن تصاب الغدة بألتهاب مزمن حيث يحدث تغير مورفولوجي مرضي في نسيجها أو غشائها فيمكن بواسطة الليزر تحرير الغشاء وكشف القناة أستئصال الحصاة دون وجود نزف يعيق الرؤيا، وفائدة أخرى هنا هي عدم تشكل ندبة نتيجة خياطة القناة اللعابية، مما يؤدي إلى تضيقها وانحباس اللعاب ثانية كما في الجراحة العادية.

٣- الجراحة قبل التعويض الصناعي (الطقم): قد يكون هناك نتوءات ليفية و أورام تسبب ألماً ورضاً على الغشاء المخاطي فيمكن أستئصالها دون أي اخطار جانبية أو نزف ولا نحتاج إلى اغلاق الجرح بل يتم شفائه تلقائياً ويتشكل غشاء مخاطي في فترة قصيرة لاحقة .

٤- أورام الأنسجة الرقيقة: أن الأورام التي تتواجد بشكل كبير على الغشاء المخاطي للخد أو مجاوره لزاوية الفم أو فوهة القناة النكفية تجعل من أستئصالها امراً صعباً بالطرق العادية نظراً لنزف الذي يحجب الرؤيا إما بالليزر فيتم أستئصالها بسهولة ودون حاجة لاستعمال القطب كما تستأصل الاكياس اللعابية بشكل سطحي .

٥- في الجراحة التقويمية: حيث الأسنان المهاجرة والمنطمرة مثل الانياب فيجب تحرير السن من الأنسجة الرقيقة المغطية له وجعل ساحة العمل نظيفة خالية من الدم والسوائل ليتمكن طبيب التقويم من عمله بلصق الجهاز التقويمي على السن ويتم ذلك باستخدام ليزر ديودون.

٦- زرع الأسنان: يساعد الليزر على إجراء العملية برؤيا واضحة في موضع معقم وخالٍ من الدم .

٧- جراحة اللثة: يتم بواسطة الليزر معالجة الجيبوب العميقة في اللثة وتعقيمها حتى الجذور . [١٩]

٢- ١-٣ مزايا أستخدام الليزر في الطب Advantages of using lasers in medicin:-

* يساعد الليزر في الطب على العمل بدقة عالية عن طريق التركيز على منطقة صغيرة وتقليل الضرر اللاحق بالمناطق المجاورة من الجسم، حيث يكون الألم والانتفاخ و الضرر بالأنسجة أقل مقارنة بالعمليات الجراحية التقليدية.

* كما يستخدم الليزر لتقليص وتدمير الأورام السرطانية أو الأورام الصغيرة قبل تطورها إلى أورام سرطانية.

*** كما يستخدم الليزر للتخفيف من أعراض بعض أنواع السرطان:**

التخفيف من النزيف والانسدادات

تقليص أو تدمير الأورام التي تسُد القصبات الهوائية للمريض أو المريء

للتخلص من زوائد القولون(colon polyps)

التخلص من الأورام التي تسُد القولون أو المعدة.

* يتم استخدام الليزر لتفتيت حصوات المجاري البولية دون الحاجة إلى إجراء عمليات جراحية.[٢٠]

لم يعد استخدام الليزر مقتصراً على عمليات تصحيح النظر وإزالة الشعر بل تعداه إلى العمليات الجراحية كأداة قطع، ويعد الليزر أحد المواضيع الطبية الساخنة في هذه الأيام.

كما ثبت بإحصائيات علمية فوائد الليزر في تخفيف الألم أثناء العمل الجراحي وبعده والتقليل من النزف، وكذلك في عيادات طب الأسنان وعلاج الأمراض الجلدية مثل حب الشباب والأكزيما وإزالة الندبات والثآليل ومعالجة آثار الحروق وغيرها، وحتى أنه أصبح حديثاً يستخدم في مجال استعادة السمع وما تزال الدراسات العلمية قائمة في كافة الحقول الطبية من استكشاف مجالات أخرى يمكن الاستفادة فيها من استخدام أشعة الليزر.

رغم أن الأبحاث العلمية ما زالت جارية في سبيل تطوير استخدام الليزر في المجالات الطبية المختلفة إلا أنه قد لوحظ تميز تقنية استخدام الليزر على التقنيات الطبية بما يلي:

- غالبا ما يكون العلاج بالليزر عديما أو قليل الألم، وبالتالي فإنه يقلل من الحاجة للتخدير.
- لا يصدر العلاج بالليزر أصواتا كالتي تصدرها باقي التقنيات الطبية التقليدية، وبالتالي فإن المريض يكون أقل توترا.
- يقلل الليزر النزيف الذي يصحب العمليات الجراحية.

• يكون استخدام الليزر في العمليات الطبية محدوداً بالمنطقة المراد علاجها مما يقلل من المضاعفات الجانبية الناتجة عن العمليات الجراحية المختلفة.[٢١]

٢-١-٤ مساوئ أستخدام الليزر في الطب Disadvantages of using laser in medicine:-

* في الوقت الحالي ينتشر استخدام الليّزر بشكل كبير وملحوظ وفي مجالات واسعة، وعلى الرّغم من الفائدة الّتي تنتج من استخدامه، إلّا أنّه قد يُصيب الإنسان ببعض الأضرار في الأجزاء الّتي تمّ تعريضها للأشعة، وما يلي الأضرار الناتجة عن استخدام اللّيزر:[٢٢]

أضرار جلديّة: الإصابة بتصبّغات الجلد؛ وتعني تصبّغات الجلد ظهور بقع لونها أبيض، وتظهر هذه البقع على الجلد بسبب عدم إمكانيّة الميلانين من الوصول إلى الجلد بسبب تعريضها للّيزر، وقد تكون التصبّغات عبارة عن بقع غامقة اللّون؛ وتظهر بسبب حدوث زيادة في إفراز مادّة الميلانين في المنطقة التي تمّ تعريضها لليزر.

حدوث تهيّج وتورّم في الجلد، وظهور بعض الانتفاخات، والإصابة بحكّة في المنطقة المعرّضة للأشعة؛ وتعدّ هذه الأضرار مؤقّتة وتزول بعد فترة من الاستخدام. الإصابة ببعض الألم الموضعي، وبعض الوخزات في المنطقة المتعرّضة.

أضرار في العين، وتعد العين من الأعضاء الحسّاسة في الجسم وقد تُصاب بأضرار كبيرة عند استخدام اللّيزر، لذلك يجب الاهتمام وأخذ الحيطة والحذر عند معالجتها بالأشعة، فقط تُسبب بعض الأخطاء باستخدام الليّزر إلى حدوث أضرار بالغة في العين، ومن هذه الأضرار الحاصلة ما يلي: حدوث ضغط في سوائل العيّن. الإصابة بجفاف في القرنيّة.

أضرار عامّة في الجسم: الإصابة بالعدوى: عند المعالجة باللّيزر تُصبح المنطقة المعالجة حسّاسة جداً وتُصاب بالتهيّج؛ لذلك تُصبح أكثر معرّضة للإصابة بالعدوى بشكل أكبر، فيجب الاهتمام في تنظيفها بشكل مستمر.

الإصابة بالحروق: تتميّز أشعة الليّزر بارتفاع درجة حرارتها بشكل كبير؛ لذلك من الممكن أن يُصاب الجلد الحسّاس ببعض الحروق عند المعالجة بالأشّعة، وتختلف إمكانيّة الإصابة بالحروق ودرجة الحروق باختلاف نوع الجلد وطبيعته، ونوع بشرة الجسم.

* قد يكون العلاج بالليزر باهظ الثمن ويحتاج إلى العديد من الجلسات العلاجية. [٢٠]

* إما مآخذ أستخدام مشرط حزمة الليزر فتكمن فيما يلي : [١]

١- الكلفة العالية والتعقيد في تقنية هذه الوحدة الجراحية .

٢- سرعة هذا المشرط أقل من المشرط التقليدي.

٣- المشاكل الناجمة من الاعتماد عليه كأداة جراحية ومشاكل الامانة المرافقة لاستخدام هذا المشرط.

٢-٢ أستخدام الليزر في الصناعة The use of lasers in industry :

٢-٢-١ استخدام الليزر في الصناعة:-

في المجالات الصناعية فإن أهمية الليزر في عمليات الاذابة والتبخير والقطع واللحام والتي يحتاج لها في عدد من الفروع الصناعية الأساسية مثل المناجم والنفط والغابات والمعادن والورق والأنسجة الكيميائية والزراعة... الخ. وبالإضافة إلى ذلك هناك عدد من الفروع الثانوية بالنسبة إلى أهمية الليزر في الصناعة مثل البناء والنقل. [٢٣]

يستخدم الليزر لهذا الغرض كمصدر للحرارة حيث تكمن الاستفادة من صفة الاتجاهية العالية وصفر الانفراج لحزمة الليزر كذلك القدرة العالية التي يمكن تبئيرها في موضع صغير جداً وبدقة عالية . أن فكرة أستخدام الضوء كمصدر للحرارة ليست بجديدة فلقد استخدم الاقدمون فكرة تبئير أشعة الشمس بواسطة عدسة أو مرآة للحصول على مصدر للحرارة . أن الطاقة التي تحملها حزمة الليزر والتي يمكن تبئيرها على بقعه صغيرة تقدر ببضع مايكرومتر مربع توفر مواصفات المصدر الحراري اللازم لإجراء عمليات التعدين . [١]

وتستخدم أنواع من أجهزة الليزر تصل حرارتها إلى بين ١٠٠٠و١٨٠٠٠ درجة مئوية في الصناعة في قطع الواح الصلب . قد يصل سمك اللوح منها ٣ سنتيمتر. وميزتها انها تقطع بدقة متناهية حيث يوجه جهاز الليزر بواسطة الحاسوب . [٢٤]

*ومن استخدامات الليزر لحام المواد الصلبة والنشطة والمواد التي تتمتع بدرجة انصهار عالية مع امتيازها بدقة التصنيع بسبب اطلاقها لحزمه كثيفه ضيقة مركزة . كما تستطيع أشعة الليزر فتح ثقب قطره 5 ميكرو متر خلال ٢٠٠ ميكرو ثانية في أشد مواد المعمورة صلابة (الماس والياقوت الاحمر والتيتانيوم) وبفضل قصر مدة التصنيع لا يحدث أي تغير في طبيعة المادة .[٢٤]

٢-٢-٢ مزايا أستخدام الليزر في الصناعة Advantages of using lasers in the industry:-

تستخدم أشعة الليزر في معامل السيارات وتصنيع قطع الغيار بصورة اوتوماتيكية مبرمجه وتعتبر من التقنيات المتقدمة والمتطورة لما تسببه من سرعة في الإنتاج ودقة في العمل . [١]

* إمكانية الاشتغال في مواضع لا يسهل الوصول إليها.

* لا تتلف آلة الليزر نتيجة استخدامها لعملية ما كآلة القطع التقليدية مثلاً .

* الاشتغال في ظروف تتسم بالهدوء بعيدة عن ضوضاء مكائن التصنيع التقليدية المناظرة.

* السرعة العالية في التنفيذ والتي تؤدي إلى نسبة أعلى في الإنتاج، مثلا قد تبلغ سرعة اللحيم ١٠ متر لكل دقيقة .

* عدم وجود تماس مباشر بين العينة ومنظومة الليزر ولذلك لا يوجد تلوث أو اجهادات ميكانيكية. [١٠]

* عند أستخدام الليزر في قطع الواح الصلب تقطع بدقة متناهية حيث يوجه جهاز الليزر بواسطة الحاسوب .وكذلك عند أستخدام الليزر في لحام المواد الصلبة والنشطة والمواد التي تتمتع بدرجة انصهار عالية مع امتيازها بدقة التصنيع .و كذلك عند أستخدام الليزر في فتح ثقب قطره ٥ ميكرو متر وبفضل قصر زمن التثقيب لا يحدث أي تغير في طبيعة المادة(لا يحدث انصهار أو تحولات في بنية المادة). وكما يستخدم في قياس المسافات بدقة متناهية ، سواء المسافات القصيرة أو الطويلة. وتستخدم أشعة الليزر في تحديد الأهداف بدقة بالغة جداً . [٢٥]

* .إمكانية إنجاز عمليات جديدة في علم المعادن لم تكن محنكة سابقا.(بسبب سرعة الإحماء والانصهار العالية لليزر)يمكن معالجة سطوح المعادن والحصول على نوع جديد من السبائك مثل إمكانية بلورة سطح شبه الموصل غير متبلور. [٢٦]

٢-٢-٣ مساوئ أستخدام الليزر في الصناعة Advantages of using lasers in the industry :-

من مساوئ أستخدام الليزر في الصناعة : [٢٦]

١- الكلفة العالية للجهاز وكذلك كلفة تشغيله.

٢- مشاكل ضمان استمرارية الحصول على شعاع ليزر فهو ذو تقنية عالية ويحتاج إلى ايدي ماهرة.

٣- مشاكل الخطورة.

٤- مخاطر القدرة العالية . [١٠]

الاستنتاجات Conclusions

١- الليزر هو إشعاع كهرومغناطيسي تكون فوتوناته مساوية في التردد ومتطابقة الطور الموجي حيث تتداخل تداخلاً بناء بين موجاتها لتتحول إلى نبضه ضوئية ذات طاقة عالية.

٢- ان موضوع الليزر وخلال السنوات العشرة الأخيرة احتل موقعاً في الحديث من جوانب العلوم والتقنيات المختلفة فمثلاً استبدلت المصابيح التقليدية و الطيفية منها والحرارية بمصدر الليزر.

٣- ان تكنولوجيا الليزر قد وجدت لكي تستمر وسوف تتطور بخطى موزونه نحو زيادة كفاءة الأجهزة الأقدم مثل (الياقوت وغيرها) وتطور أجهزة جديدة مثل(ليزر النحاس وغيرها).

٤- أتوقع لأشعة الليزر وأجهزته مستقبلاً مذهلاً مشرقاً في العلوم التطبيقية خاصة عند دمجه مع تقنية الألياف الضوئية.

٥- على الرغم من تطور أستخدام الليزر إلا أنه يواجه الكثير من الصعوبات لأنه لا يزال هناك مخاوف من تأثير استخدامه وضرورة ضبط تقنية العمل به .

٦- أن تطبيقات الليزر كثيرة لا يمكن حصرها في هذا البحث منها في المجالات العلمية والصناعية وفي الطب والتي بدأت تنتشر انتشاراً واسعاً وتلقى قبولاً كبيراً نظراً لجودتها ودقتها .

٧- أن اهم تطبيقات الليزر هي التطبيقات الطبية وذلك لارتباطها المباشر بحياة وصحة الانسان فالليزر يستخدم بالكثير من التطبيقات الطبية المتعلقة بالتشخيص الدقيق والعلاج وكذلك الكثير من التطبيقات في مجال الرعاية الصحية.

المصـادر Sources :-

1- د. سهام عفيف قندلا ، فيزياء الليزر وبعض التطبيقات العملية ، جامعة بغداد، حزيران ١٩٨٧.

2-Mayer, B., et al. "Long-term mutual phase locking of picosecond pulse pairs generated by a semiconductor nanowire laser." Nature Communications 8(2017): 15521 ٢٨ مايو ٢٠١٧ على موقع واي باك مشين.

3-Mompart, J.; Corbalán, R. (2000). "Lasing without inversion". J. Opt. B: Quantum Semiclass. Opt. 2 (3): R7–R24.
Bibcode:2000JOptB...2R...7M. doi:10.1088/1464-4266/2/3/201.

4-charles H. Townes (2003). "The first laser".ln Laura (Garwin; Tim Lincoln) المحررون
A C entury of Nature: Twenty-One Discoveries that Changed Science and the World. University of Chicago Press.

صفحات 12–0-226-28413-1107 ISBN .. مؤرشف من الأصل في ٨ يناير ٢٠٢٠. اطلع عليه بتاريخ February 2, 2008

5- د. احمد عوف محمد ، الليزر شعاع الأمل الطبي ، كراسات علمية ،المكتبة الأكاديمية، ٢٠٠٧/١/١.

6- جامعة الاندلس الخاصة للعلوم الطبية، البحث ٢.

7-بيلا ا.لينكل، الليزرات، جامعة سان فرنادو- كاليفورنيا، سنة ١٤٠٣ هجري-١٩٨٤ ميلادي.

8- فاروق بن عبد الله الوطبان ، الليزر وتطبيقاته، دار المريخ للنشر ، سنة ١٩٨٧.

9- د.سعود بن حميد اللحياني، الليزر وتطبيقاته، جامعة ام القرى.

10- عدي عطا حمادي (ماجستير ليزر)، أساسيات الليزر وتقنياته ، جمادى الأولى ١٤٢٥ هجري _ تموز ٢٠٠٤.

11- د. محمد الكوسا، فيزياء الليزر وتطبيقاته، جامعة دمشق ، ١٤٢٥_ ١٤٢٦ هجري / ٢٠٠٥_ ٢٠٠٦.

12- محمد هاشم البشير محمد ، فيزياء الذرات الفائقة :مدخل إلى كثافة بوز_ أينشتاين، Al Manhal ,2012.

13- مكتبة الأبحاث الطلابية ، بحث عن أستخدام الليزر في المجال الطبي وعلاج الأمراض الجلدية ، السبت ،٢٤ مارس ٢٠١٨.

14- Hillman, L.W. (1990). Dye Laser Principles, with إف. جاي دوارتي Applications. Boston:Academic Press. ISBN 0-12-222700-X.

15- Costela A, Garcia-Moreno I, Gomez C (2016). "Medical Applications of Organic Dye Lasers". In Duarte FJ(3rd). Tunable Laser . Applications. Boca Raton : CRC PressISBN 9781482261066. صفحات ٢٩٣–٣١٣

16- Popov S (2016). "Fiber Laser Overview and Medical Applications". In Duarte FJ (rd). Tunable Laser Applications. Boca Raton: CRC PressISBN 9781482261066.

الطبعة ٣ .صفحات ٢٦٣-٢٩٢.

17- Dye Lasers in Medicine". In Dye Laser Principles. Boston (Duarte FJ; Hillman LM المحررون).Boston

: Academic PressGoldman L 0-12-222700-XISBN (1990).

صفحات ٣٢-٤١٩.

18- Przylipiak AF, Galicka E, Donejko M, Niczyporuk M, Przylipiak J (Oct 2013). "A comparative study of internal laser-assisted and conventional liposuction: a look at the influence of drugs and major surgery on laboratory postoperative values". Drug Des Devel Ther. **7**: 1195–
200. doi:10.2147/DDDT.S50828. PMC 3798112. PMID 24143076

19- د. معين حداد ،(رئيس اللجنة التثقيفية الإعلامية بنقابة أطباء الأسنان) ، استخدامات الليزر في علاج امراض الأسنان، صحيفة الرأي .

20- الطبي ، استخدامات العلاج بالليزر، htttps://altibbi . com.

21- الغد ، فوائد لاستخدامات الليزر في الطب ، https://alghad .com.

22-↑ Arshi Ahmed (12-12-2017), "9 Side Effects Of Laser Hair Removal Treatment That You Should Definitely Know" ،stylecraze. Retrieved 7-7-2018. Edited.

23- احمد شوقي ، التطور التكنولوجي في مصر ،١/١/٢٠٠٤ .

24- جامعة القلمون ، الليزر واستخداماته الحديثة ، ٤/١١/٢٠١٩ .

25- ليزر _ ويكيبيديا، ar.m.wikipedia.org .

26- تطبيقات الليزر، الفصل الثامن ، cert. tu. edu.iq >images.