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

ليزر CO_2 وتطبيقاته

بحث مقدم الى
كلية التربية للعلوم الصرفة / قسم الفيزياء وهو جزء من متطلبات نيل
شهادة البكالوريوس في قسم الفيزياء
من قبل الطالبة

ازهار فلاح محمد

بإشراف

د.خالد حسن بدر

1445 هـ
2024 م

الاية القرآنية

بسم الله الرحمن الرحيم

وَعِندَهُ مَفَاتِحُ الْغَيْبِ لَا يَعْلَمُهَا إِلَّا هُوَ * وَيَعْلَمُ مَا فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ * وَمَا تَسْقُطُ مِن وَرَقَةٍ إِلَّا يَعْلَمُهَا وَلَا حَبَّةٍ فِي ظُلُمَاتِ الْأَرْضِ وَلَا رَطْبٍ وَلَا يَابِسٍ إِلَّا فِي كِتَابٍ مُّبِينٍ

صدق الله العلي العظيم

الانعام 59

إهداء

الحمد لله وكفى والصلاة على الحبيب المصطفى وأهله ومن وفي أما بعد:

الحمد لله الذي وفقنا لتثمين هذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد والنجاح بفضله تعالى مهداة إلى الوالدين الكريمين حفظها الله وأدائهما نورا لدربي

لكل العائلة الكريمة التي ساندتني ولا تزال من إخوة وأخوات

إلى رفيقات المشوار اللاتي قاسمنني لحظاته رعاهم الله ووفقهم

إلى كل قسم الفيزياء ودفعة 2024

جامعة بابل / كلية التربية للعوم الصرفة

إلى كل من كان لهم أثر على حياتي، وإلى كل من أحبهم قلبي ونسيهم قلمي.

بعد رحلة بحث وجهد واجتهاد تكللنا بإنجاز هذا البحث نحمد الله عز وجل على النعمه التي من بها علينا فهو العلي القدير

اتقدم بالشكر الى :

أمي وأبي وعائلتي التي ساندتني والى أساتذتي في قسم الفيزياء والى كل من لهم أثر على حياتي والى كل من أحبهم قلبي ونسيهم قلمي

وأخص بالشكر والتقدير د. خالد حسن بدر

لإشرافه على بحثي ومساندتي وارشادي بالنصح والتصحيح على اختيار العنوان والموضوع بخلق نبيل واسأل الله ل التوفيق والصحة

قائمة المحتويات

الفقرة	العنوان	رقم الصفحة
--	الواجهة	I
--	السورة القرآنية	II
--	الاهداء	III
--	الشكر والتقدير	IV
--	قائمة المحتويات	V
	قائمة الاشكال	VII
--	الخلاصة	VIII
	الفصل الأول	
(1 . 1)	تاريخ تطور الليزر	1
(1 . 2)	ما هو الليزر	2
(1 . 3)	خصائص الليزر	4
(1.3.1)	الإتجاهية	4
(1.3.2)	أحادية اللون	4
(1.3.3)	الترابط	5
(1.3.4)	السطوع	6
(1.3.5)	متراصة	6
(1.3.6)	التحكم بجهاز الليزر	6
(1.3.7)	إمكانية الومضات الضوئية القصيرة والمتكررة	7
(1.3.8)	الانتقائية أو النوعية	7
(1.3.9)	الأمان	7
(4 . 1)	مبدا عمل الليزر	7
(1.4.1)	الإمتصاص	7
(1.4.2)	الإنبعاث التلقائي	8
(1.4.3)	الانبعاث المحفز	8
(1 . 5)	العناصر الاساسية لجهاز الليزر	9
(1 . 6)	اهميه ليزر	10
(1 . 7)	محاسن استخدام الليزر	11
(1 . 8)	مساوئ استخدام الليزر	12
	الفصل الثاني	
(2 . 1)	المقدمة	14
(2.1.1)	ليزر الحالة الصلبة	14

(2.1.2)	ليزر السائل	14
(2.1.3)	الليزر الكيمياوي	15
(2.1.4)	ليزر الحالة الغازية	15
(2 . 2)	ليزرCO2	16
(2 . 3)	تاريخ ليزرCO2	16
(2 . 4)	ميزات ليزرCO2	17
(2 . 5)	عيوب ليزرCO2	17
(2 . 6)	خصائص ليزرCO2	18
(2 . 8)	انواع ليزرCO2	20
(2.8.1)	ليزر الأنبوب المختوم	20
(2.8.2)	ليزر الغاز الديناميكي	21
(2.8.3)	ليزر الجريان السريع	21
(2.8.4)	ليزر التهيج المستعرض للغاز	22
(2.8.5)	ليزر الجريان الطولي والتفريغ المحوري	22
	الفصل الثالث	
(3 . 1)	مقدمه عامه عن تطبيقات ليزرCO2	24
(3 . 2)	تطبيقاته في الطب	25
(3 . 3)	تطبيقات الليزر في الصناعة	28
(3 . 4)	اله نقش باستخدام ليزرCO2	30
(3 . 5)	تطبيقات ليزر CO2 العسكرية	31
(3 . 6)	تطبيقات ليزر CO2 في بلازما	33
(3 . 7)	تطبيقات ليزر CO2 في البيئة	33
(3 . 8)	تحلية المياه باستخدام أشعة ليزر ثاني أوكسيد الكربونCO2	34
--	المصادر	36

قائمة الاشكال

الشكل	العنوان	رقم الصفحة
(1-1)	الظاهرة الكهروضوئية	1
(1-2)	توضيح لكلمه ليزر	1
(1-3)	يوضح الطيف الكهرومغناطيسي	2
(1-4)	شكل توضيح لمنطقة ضيقه من طيف المرئي	2
(1_5)	الأشعة متوازية وغير متوازية	3
(1_6)	يبين موجة كير و مغناطيسية مترابطة وطول ترابطيا الزمني τ0	4
(1_7)	يبين سطوع الحزمة ذات القطر d وزاوية فرق θ	4
(1_8)	الامتصاص في اليزر	5
(1_9)	الانبعاث التلقائي لليزر	5
(1_10)	الإنبعاث المحفز	6
(1_11)	يوضح تركيب اجزاء لليزر	7
(1_12)	طرق استخدام الليزر بالقطع والحفر ولحام	8
(2-1)	مستويات الطاقه لليزرco	12
(2-2)	يمثل الانتقالات في ليزرCO2	13
(2-3)	يمثل مقدار ربح بينR وPفي ليزرCO2	13

الخلاصة

تناولنا في هذا البحث ليزر CO_2 وتطبيقاته في حياه اليومية، تم تقسيم البحث الى ثلاث فصول:-

الفصل الاول مقدمة عامه عن ليزر وتاريخه واليه عمله وخصائصه ومميزاته

اما في **الفصل الثاني** تناولنا انواع ليزر وشرح ليزر CO_2 بشكل تفصيلي واليه عمل وانواعه وخصائص ومميزاته

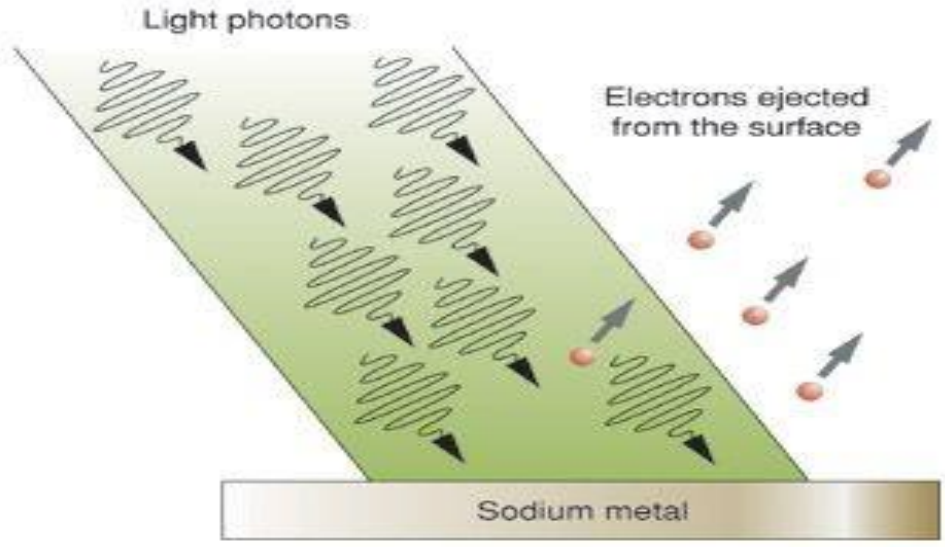
اما في **الفصل الثالث** تناولنا تطبيقات الليزر في الطب و الصناعة .اله نقش باستخدام ليزر CO2.وتطبيقات الليزر CO2 العسكرية. وتحلية المياه باستخدام أشعة ليزر ثاني أوكسيد الكربون CO2: وتطبيقات ليزر CO2 في البلازما. وتطبيقات ليزر CO2 في البيئة

الفصل الاول

مقدمه عامه عن ليزر

(1 . 1) تاريخ تطور الليزر

لقد تمكن الفيزيائي الفذ البرت اينشتاين (Albert Einstein) في عام 1917 من وضع الأسس النظرية التي يقوم عليها عمل الليزر وذلك في أبحاثه حول الظاهرة الكهروضوئية (photoelectric). وفي هذه الظاهرة لاحظ العلماء أنه عند تسليط إشعاع كهرومغناطيسي ضوئي على سطح معدني فإن الإلكترونات تنبعث من هذا السطح فقط إذا تجاوز تردد الضوء قيمة حدية معينة أما إذا كان تردد الضوء أقل من ذلك فإن الإلكترونات لا تنبعث أبداً مهما بلغت شدة الضوء المسلط

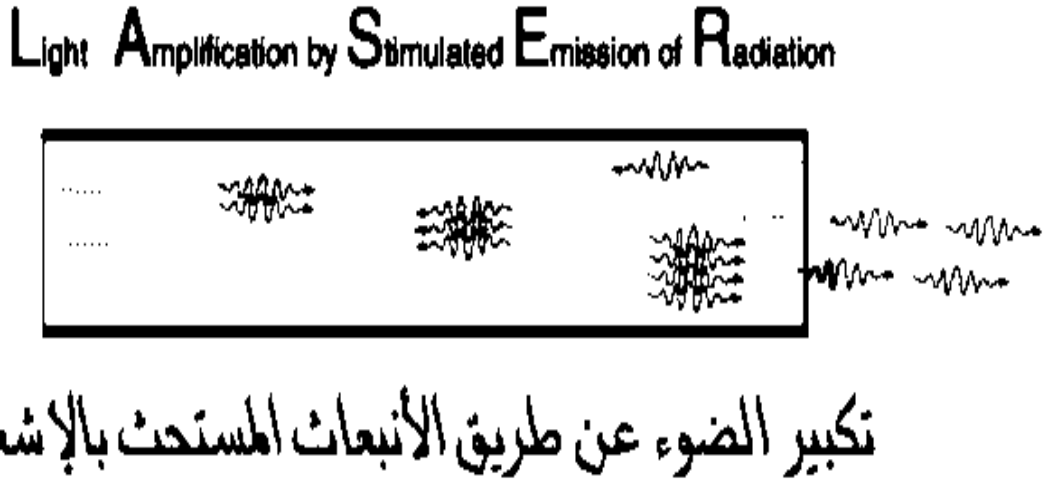


شكل (1-1) الظاهرة الكهروضوئية

وبقيت هذه الظاهرة لغزاً يحير العلماء إلى أن تمكن إينشتاين في عام 1905 من حل هذا اللغز بعد أن أثبت أن الضوء ذي طبيعة موجية وجسيمية وذلك على العكس من الإعتقاد السائد حينئذ وهو أن الضوء ذي طبيعة موجية فقط وقد أثبت اينشتاين أن الضوء وكذلك بقية أنواع الإشعاعات الكهرومغناطيسية ليست سيلا متصلا من الطاقة بل تتكون من وحدات صغيرة يحمل كل منها كمية محددة من الطاقة | أطلق عليها إسم الفوتونات (photons). وفي عام 1960 تمكن الفيزيائي الأمريكي ثيودور ميمان (Theodore Maiman) من تصنيع أول ليزر في نطاق الضوء المرئي وهو يتكون من قضيب اسطواني من الياقوت النقي تم صقل جانبيه بدقة متناهية وقد تم لف قضيب الياقوت بمصباح كهربائي مكون من أنبوب زجاجي مملوء بغاز الاكزينون. وعند تشغيل المصباح الكهربائي عمل الضوء الصادر عنه على إثارة ذرات الكروميوم الموجودة في الياقوت فقامت بإشعاع ضوء أحمر صافي خرج على شكل نبضات من أحد جانبي قضيب الياقوت. وفي عام 1960 تمكن الفيزيائي الإيراني على جافان (Ali Javan) والأمريكي وليم بنت (William Bennett) من تصنيع ليزر باستخدام غازي الهيليوم والنيون وكان يعطي إشعاعاً مستمراً وليس نبضياً كما هو الحال في ليزر الياقوت. وفي عام 1962 تمكن المهندس الأمريكي روبرت هول (Robert Hall) من تصنيع ليزر أشباه الموصلات (Semiconductor laser) الذي يتميز بصغر حجمه، وفي عام 1964تم تصنيع ليزر ثاني أكسيد الكربون والذي يتميز بقدرة إشعاعه العالية،هو عنوان بحثي[11]

(2 . 1) ما هو الليزر ؟

الليزر هو مصدر لتوليد الضوء المرئي وغير المرئي والذي يتميز بمواصفات مميزة لا توجد في الضوء الذي تصدره بقية مصادر الضوء الطبيعية والصناعية وكلمة ليزر (**LASER**) هي اختصار للأحرف الأولى لكلمات الجملة الإنجليزية Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation

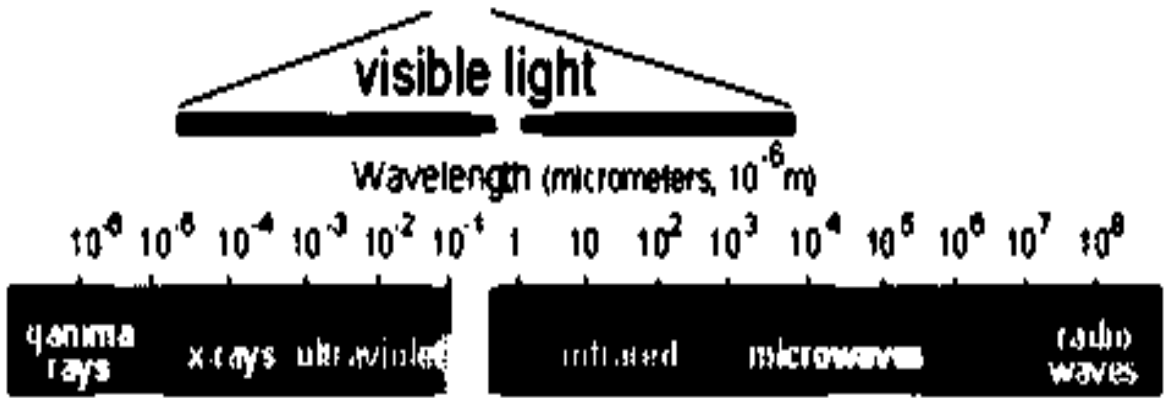


شكل(2-1) توضيح لكلمه ليزر

التي (تعني تضخيم الضوء بالانبعاث المحثوث للإشعاع). يقوم الليزر بتوليد نوع مميز من الضوء يختلف في خصائصه عن الضوء الطبيعي الصادر عن الشمس والنجوم والضوء الاصطناعي الصادر عن مختلف أنواع المصابيح الكهربائية. ويتميز ضوء الليزر بعدة خصائص أهمها أن كامل الطاقة الضوئية تتركز في شعاع له مقطع عرضي متناهي في الصغر قد لا يتجاوز في بعض أنواعه عدة ميكرومترات مربعة ولهذا فإنه يسير المسافات طويلة محتفظا بطاقته ضمن هذا الشعاع الدقيق. وبما أن جميع الطاقة الضوئية التي يولدها الليزر تتركز ضمن هذا المقطع الصغير للشعاع فإنه بالإمكان الحصول على شدة إضاءة قد تزيد بملايين المرات عن شدة الضوء الصادر عن الشمس أو المصابيح الكهربائية. أما الخاصية الثانية فهي أن ضوء الليزر يتكون من حزمة ضيقة جداً من الترددات بعكس أنواع الضوء الأخرى التي تتكون من طيف واسع من الترددات ولذا فهي تبدو للعين كضوء أبيض يحتوي على جميع الوان الطيف المرئي بينما يبدو ضوء الليزر للعين بلون واحد عالي النقاء كاللون الأحمر والأخضر والأزرق

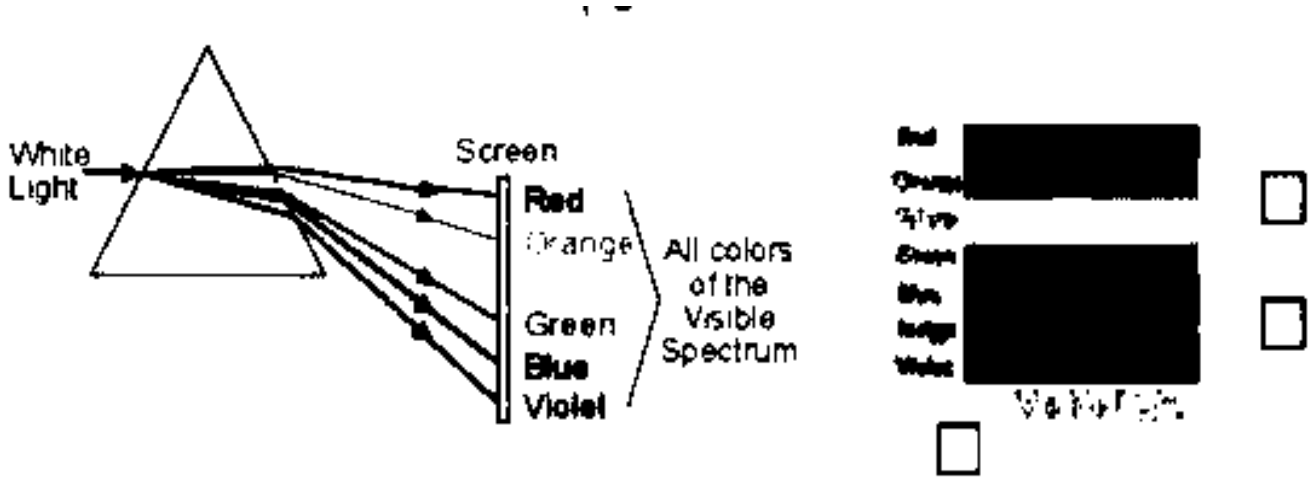
ولمعرفة الليزر يجب في الواقع التعرف على الطيف الكهرومغناطيسي والذي يبدأ من الموجات الراديو الطويلة إلى الموجات القصيرة لأشعة جاما العالية الطاقة كما هو موضح في شكل رقم 3_1 . وكما هو معروف فإن المنطقة الضيقة من الطيف والمعروفة لنا بالمرئية أو الضوء الأبيض. تتكون من الألوان الضوئية التالية: أحمر، برتقالي، أصفر أخضر، أزرق، وبنفسجي كما هو موضح في شكل رقم 4-1 . كما أن ترددات هذه الإشعاعات وأطوالها الموجبة مختلفة ومضطربة، فهي أشبه بالضوضاء بمقارنتها مع الموجات الصوتية، بينما نجد أن ضوء أشعة الليزر منظم ومركز.

وفي الليزر عمل الاضطراب الطبيعي للموجات على ترابطها Coherence، حيث تنبعث الفوتونات الوحدات الأساسية لكل الإشعاعات الطيفية على شكل دفعات منتظمة ذات تردد واحد، ونظرا لأن الموجات



شكل (1-3) يوضح الطيف الكهرومغناطيسي

تترابط فإن الفوتونات تقوي بعضها البعض وتزيد من قدرتها على نقل الطاقة. أن تقنية الليزر توسعت لتشمل ما وراء منطقة الموجات فوق البنفسجية باتجاه الطاقة العالية للأشعة السينية، وكل طول موجي في هذه المناطق يعطي القدرة والمساعدة للإنسان على ابتكار تطبيقات متنوعة.



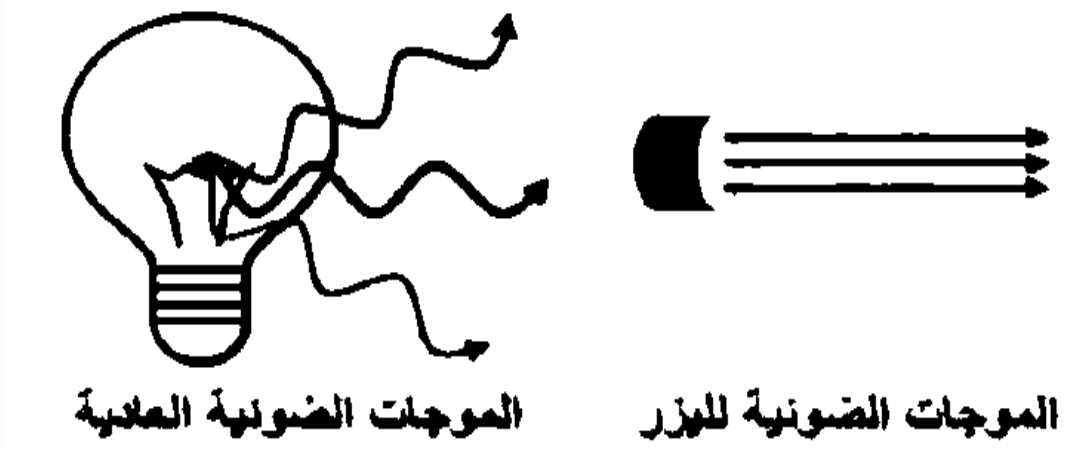
شكل (1-4) شكل توضيح لمنطقة ضيقه من طيف المرئي

والليزر ينتج حزمة ضوئية رفيعة جدا وقوية. وبعض الأحزمة رفيعة لدرجة أنها قادرة على ثقب مائتي حفرة فوق نقطة في حجم رأس الدبوس. وبسبب إمكانية تركيز أشعة الليزر إلى هذا الحد من الدقة وعلية فإن هذه الأشعة تكون قوية جدا. فبعض الأحزمة، على سبيل المثال، تستطيع اختراق الماس ، وهو أصلب مادة في الطبيعة، وبعضها تستطيع إحداث تفاعل نووي صغير . ويمكن أيضا نقل حزمة الليزر إلى مسافات بعيدة دون أن تفقد قوتها وهذا يقودنا لدراسة خصائص شعاع الليزر، أي كانت مادته أو منطقة طيفه.[1]

(1 . 3) خصائص الليزر

إن لليزر خصائص عديدة تجعله شعاعا قويا عالي الطاقة وهي:

(1.3.1) الإتجاهية Directionality : يملك حزم ضوئية متوازية تنتشر جميعها في اتجاه واحد التشتت يكون معدوماً بينها مما يجعلها تنتقل المسافات بعيدة جداً مع فقدان طفيف للطاقة بقطر صغير قد يكون أصغر من قطر رأس الدبوس دون الحاجة إلى تركيزه باستخدام العدسات بينما الضوء يملك حزم تتباعد بالابتعاد عن المصدر حيث أن جميع المصادر العادية تصدر الضوء في جميع الاتجاهات مما يسبب فقدانا في طاقته[1]



شكل (5_1)الأشعة متوازية وغير متوازية

(1.3.2) أحادية اللون Monochromaticity

من دون الدخول في التفاصيل الدقيقة نستطيع القول إن هذه الخاصية ناشئة عن إمكانية تضخيم شبه انتقائي للموجات الكهرومغناطيسية ذات التردد (٧) المحدد بالمعادلة:

$$Vo = (E1-E2)/ h$$

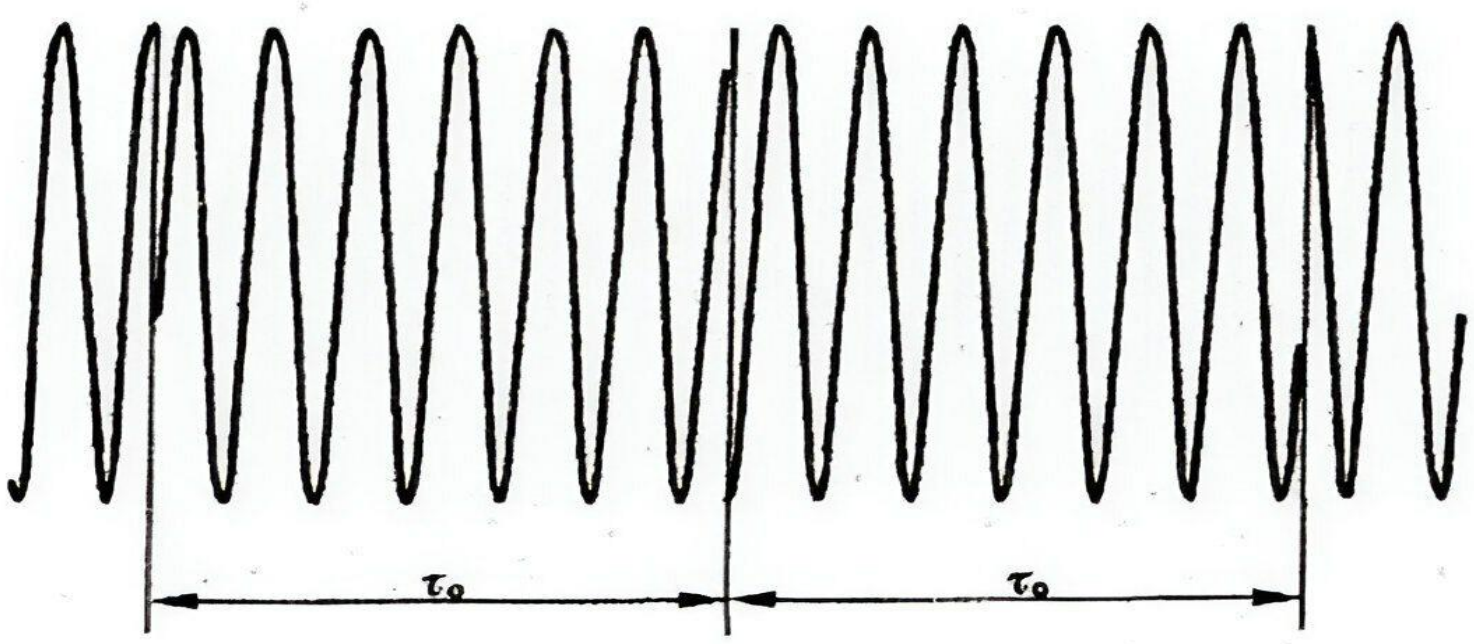
والمرأتين تشكلان مجاوبة فالتذبذب يحدث فقط عند الترددات الرئيسية لهذه المجاوبة . وهذا يؤدي إلى كون عرض الخط الليزري أضيق بكثير، أكثر من(١٠) مراتب من قيمة عرض خط الانتقال في الإصدار التلقائي [1]

وتعني أن له عرض طيفي ضيق ينتج عنه تردد مفرد نقي، وهذه الصفة الموجبة كانت تتميز بها الأشعة الراديو دون سواها[2]

(1.3.3) **الترابط** :من الممكن إدخال المفهومين الترابط المكاني والترابط الزماني للترابط لأي موجة كهرومغناطيسية عن طريق افتراض نقط معينة بدلالة زمن، ولتوضيح الترابط المكاني نتصور نقطتين (P1,p2) في اللحظة(t=0) تكونان على نفس صدر الموجة الكهرومغناطيسية على فرض أن الحقل الكهربائي عند هاتين النقطتين E1(t) و(t) E2 على التوالي. ومن الواضح إن فرق الطور بين هذين الحقلين يساوي الصفر t=0 عندما والآن إذا بقى فرق الطور صفر لأي زمن (t>1) فيقال عندئذ أنه يوجد ترابط تام بين النقطتين. أما إذا تحقق هذا لأي نقطتين على صدر الموجة فيقال أن الموجة لها ترابط مكاني تام . من الناحية التطبيقية لكي نحصل على ترابط جيد للطور، لأي نقطة p1 يجب أن تقع النقطة p2 ضمن منطقة محددة حول النقطة ، وفي هذه الحالة يقال أن الموجة لها ترابط مكاني جزئي ويمكننا عند أي نقطة p إدخال سطح ترابط معين Sc (p) أما الترابط الزماني فيمكن إيضاحه عن طريق تصور المجال الكهربائي للموجة الكهرومغناطيسية عند نقطة معينة P في اللحظتين (t) و$t + \tau$. إذا بقى فرق الطور بين الحقلين ثابتاً بعد تأخر زمني محددτ.. وبقي ثابتاً لأي زمنt فيقال إنه يوجد ترابط زماني خلال الفترة الزمنيةτ ، وإذا تحقق هذا لأية قيمة لـ (τ) فيقال أن الموجة الكهرومغناطيسية لها ترابط زماني تام، أما إذا تحقق هذا لتأخر زمني : بحيث أن:

$$O < \tau < \tau o$$

فيقال أن الموجة تملك ترابط زماني جزئي بزمن ترابطه τ.. كما مبين في الشكل التالي:



شكل (1_7)يبين موجة كير و مغناطيسية مترابطة وطول ترابطيا الزمني τ0

نلاحظ أن مفهوم الترابط الزماني يتصل مباشرة بأحادية الطول الموجي، وسنثبت أن الموجة الكهرومغناطيسية لها ترابط زماني) ولها عرض نطاق ترددي (AV) = (70/1 وهذا أيضاً واضح من المثال السابق. ومن الجدير بالملاحظة أن مفهومي الترابط الزماني والمكاني لا يتوقفان أحدهما على الآخر. الواقع هو أنه يمكن إعطاء مثال لموجة لها ترابط مكاني تام وترابط زماني محدود والعكس صحيح)، إذ إن

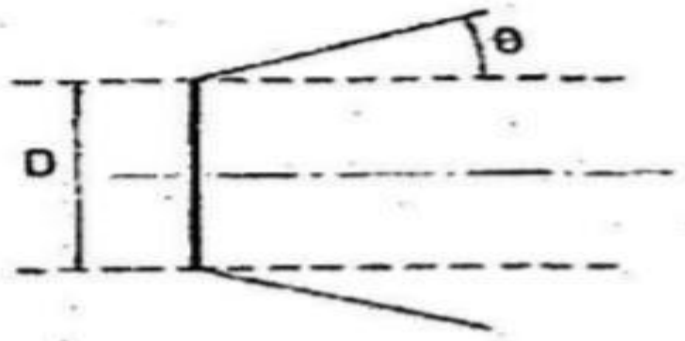
مفهومي الترابط الزماني والمكاني يقدمان فقط وصفاً ضمن المرتبة الأولى، أما المراتب العليا فلها معطيات وفروض لا يسع المقام لذكرها. إن هذا البحث يسلط الضوء على أساس للفهم الكامل للاختلاف بين المصادر الضوئية الاعتيادية والليزر. إذ إن حزمة الليزر تختلف أساساً عن المصادر الضوئية. الاعتيادية[1]

(1.3.4) السطوع

يعرف سطوع المنبع للموجات الكهرومغناطيسية بأنه القدرة الصادرة عن واحدة المساحة من السطح لكل وحدة زاوية مجسمة، ولكن أكثر دقة لنفرض أن dS تمثل عنصر المساحة للسطح عند النقطة 0 للمنبع، إذ يمكن تمثيل القدرة المنبعثة من ds ضمن زاوية مجسمة dΩ حول الاتجاه بالعلاقة

$$dP = B \cos \theta \, ds \, d\Omega$$

إذ ان θ تمثل الزاوية والناظم على السطح وان العامل B cos يظهر من ان الحقيقة الكمية الفيزيائية المهمة هي مسقط dS على مستوى عمودي على الاتجاه وتعرف الكمية B من المعادلة اعلاه والتي تدعى السطوع المنبع في النقطة 0 . ويعد السطوع أهم وسيط لحزمة أشعة الليزر، فإذا شكلنا الصورة لأي منبع ضوئي عبر



شكل (10 – 1) يبين سطوع الحزمة ذات القطر d وزاوية فرق θ

جملة ضوئية معينة بافتراض أن الجسم والصورة يقعان في نفس الوسط وليكن الهواء مثلا يتبين أن سطوع الصورة يكون دائماً أقل أو يساوي سطوع المنبع وتتحقق المساواة عندما تعطي الجملة تصويرا بدون فقد أو خسارة للضوء الصار من المنبع كما مبين في الشكل الآتي:

(1.3.5) متراصة: بمعنى أنها تبقى محافظة على سماكتها وثخنها نفسهما حتى بعد أن تقطع مسافة معينة.

ويؤدي تراص وتجانس أشعة الليزر لامتلاكها كثافة عالية من الطاقة يمكن أن ينتج ضوء الليزر تأثيرات نسيجية مختلفة اعتماداً على طول الموجة وكثافة الطاقة، ومدة التعرض، والخواص الامتصاصية للنسيج المستهدف.

(1.3.6) أنه 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 الاف الميغاواطات ولكن لفترات زمنية قصيرة جداً وذلك مهما كانت كمية الطاقة التي تحملها النبضة. وتستخدم هذه الخاصية في تطبيقات لا حصر لها كإذابة أو تبخير المعادن أو قطع ولحام مختلف أنواع المواد أو إجراء العمليات الجراحية أو تسريع التفاعلات الكيميائية وحتى النووية. تستخدم أشعة الليزر القوية في

الأغراض الصناعية، مثل تثقيب وقطع المعادن، بينما تستخدم الأشعة الضعيفة لتشغيل الأقراص البصرية التي تسجل عليها الموسيقى. أما الأشعة متوسطة القوة فتستخدم في الأغراض الطبية.

(1.3.7) إمكانية الومضات الضوئية القصيرة والمتكررة.

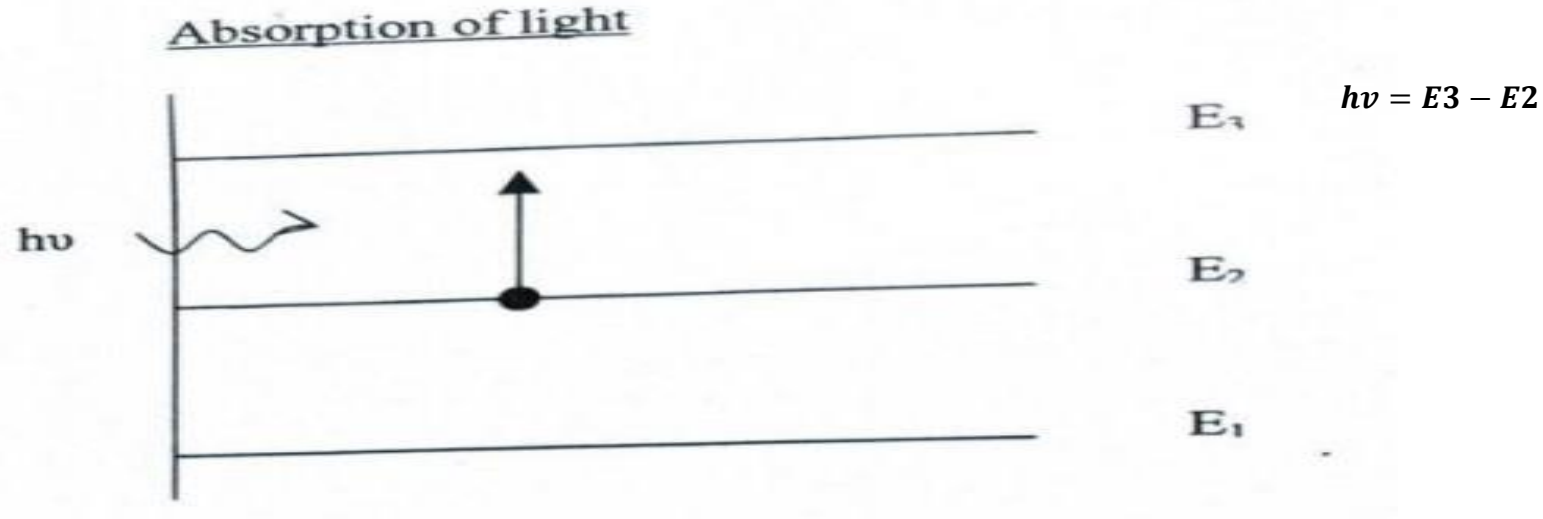
(1.3.8) الانتقائية أو النوعية حيث أن لكل ليزر يوجد نسيج أو عدة أنسجة يؤثر فيها الليزر بشكل نوعي دون أن يؤثر على سواها، ويؤدي هذا التأثير لإنتاج حرارة عالية في النسيج المستهدف وهذه الحرارة هي التي تعطي الليزر خواصه العلاجية، ويعتمد عمل الليزر على طول موجة، ولون نسيج المستهدف وحجمه فعلى سبيل المثال هناك أنواع من الليزر تستهدف الهيموغلوبين المرتبط بذرة الأكسجين وبالتالي عند تأثيرها على الهيموغلوبين تنتج حرارة عالية تؤدي لتكسير الوعاء الدموي الشعري الحاوي على هذا

الهيموغلوبين وبالتالي لانقطاع التدفق الدموي ويستفاد من هذه الخاصية على سبيل المثال في علاج وحمة الصباغ الخمري Port wine stain ، أو توسعات الأوعية الدموية الشعرية.

(1.3.9) الأمان في حال استخدامه في المكان المناسب من الجسم من قبل طبيب مختص خبير متفهم التأثيرات الليزر النوعية على الأنسجة قادر على حماية نفسه وحماية مريضه من تأثيرات الليزر غير المرغوب فيها...[1]

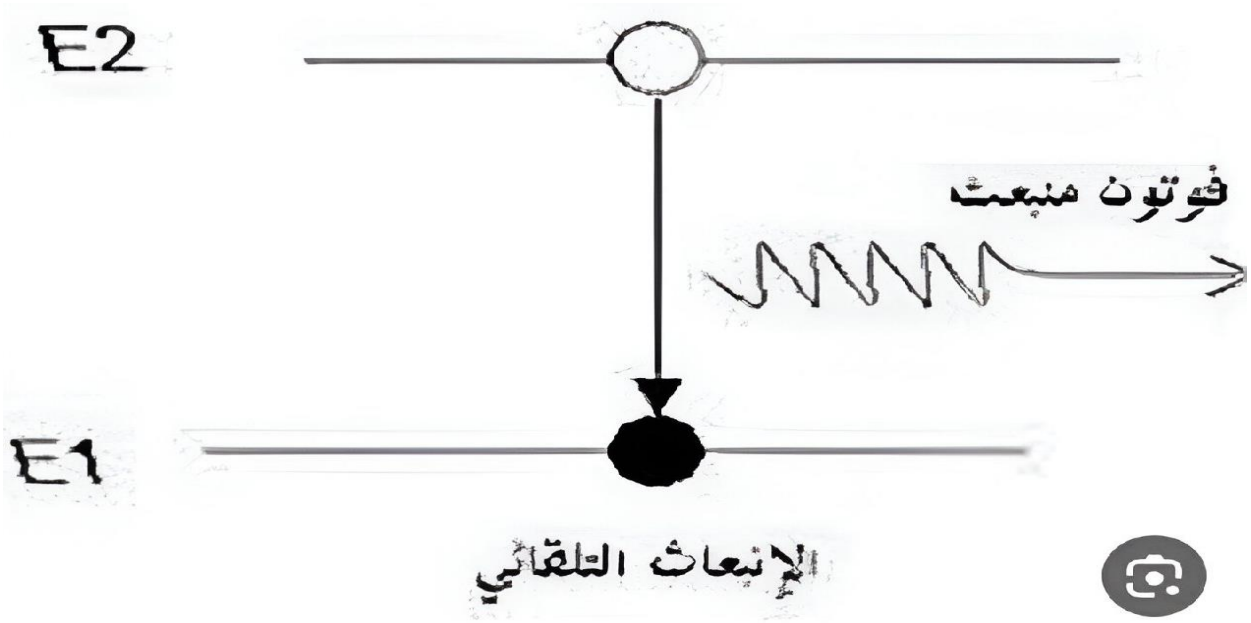
(1 . 4) مبدا عمل الليزر

(1.4.1) الإمتصاص 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 امتصاص 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 نقل ترددتها عن قيم محددة تتحدد من التركيب الذري لتلك المواد كما هو الحال مع الزجاج



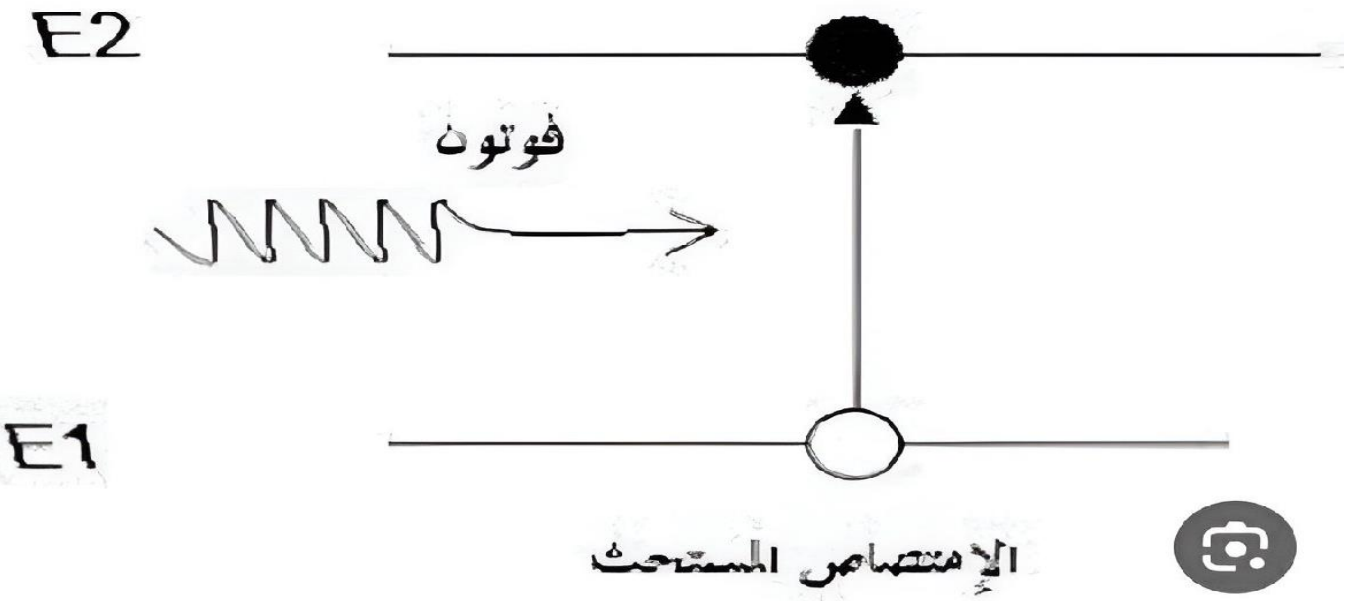
شكل (9-1) امتصاص في ليزر

(1.4.2) الإنبعاث 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 جداً من الترددات وتعتمد مصادر الضوء العادية على ظاهرة الإنبعاث التلقائي في عملها.



شكل (10_1) الانبعاث التلقائي لليزر

(1.4.3) الانبعاث المحفز (Stimulated Emission) وفيها تقوم الذرات المشارة بإشعاع موجات كهرومغناطيسية نتيجة نزول الإلكترونات من المدارات عالية الطاقة إلى المدارات منخفضة الطاقة ولكن ليس بطريقة تلقائية وعشوائية كما في الإنبعاث التلقائي بل نتيجة لحثها بإشعاع له تردد محدد. إن الإشعاع المحثوث الصادر عن المادة المثارة يسمى إشعاع مترابط (Coherent) وذلك لأن 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 خلال تقسيم فرق الطاقة بين المدارين الذي انتقل بينهما الإلكترون بثابت بلانك.[1]



شكل (11_1) الإنبعاث المحفز

(1 . 5) العناصر الاساسية لجهاز الليزر

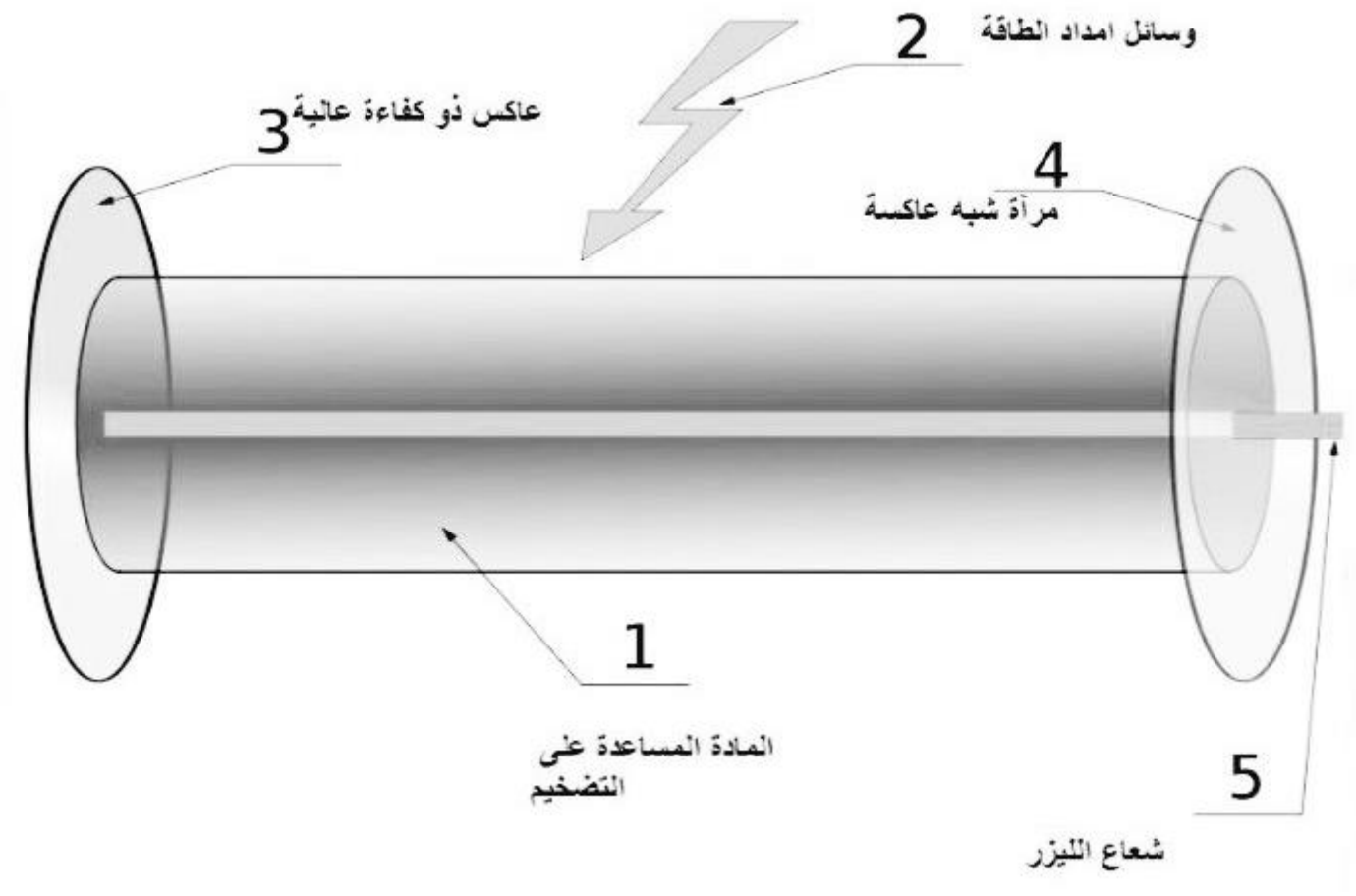
يمكننا تكوين ليزر باستخدام أجهزة معينة تحوي عدة عناصر أساسية وهي:

1. الوسط المادي : كالبلورات الصلبة الياقوت الصناعي و عقيق الألمنيوم) الغازات (خليط الهليوم و النيون الجزيئات الغازية (غاز أول أكسيد الكربون وغاز ثاني أكسيد الكربون أشباه الموصلات (أرسنيك الجاليوم والصبغات السائلة (صبغات كيميائية عضوية مذابة في الماء)[2]

2. مصدر الطاقة كهربائية : كاستخدام التفريغ الكهربائي في ليزر غاز ثاني أكسيد الكربون و ليزر الهليوم نيون طاقة ضوئية

3 مسبب الرئين (السطح العاكس) هو منشط عملية تضخيم الضوء و هو إما خارجي : مراتان متوازيتان في نهاية الأنبوب الحاوي للمادة الفعالة (الليزرات الغازية) داخلي طلاء نهايات المادة الفعالة بمواد عاكسة الليزرات الصلبة) و عادة تكون إحدى النهايات عبارة عن عدسة سطحها الداخلي مطلي بمادة عاكسة جزئيا يخرج الليزر من خلالها ويجب أن يكون أحد السطحين العاكسين عاكس بشكل كامل والآخر بشكل جزئي في كل الحالات[3]

4. العدسة : ذات سطح داخلي مستوي أو مقعر و يطلى سطحها الداخلي بمادة عاكسة جزئيا و قد تستخدم عدسة ذات سطح خارجي مقعر لتركيز شعاع الليزر الناتج [2]



شكل (12-1) يوضح تركيب اجزاء لليزر

(1 . 6) اهميه ليزر

الليزرات لها أهمية كبيرة في العديد من المجالات، وفيما يلي بعض الأمثلة عن أهميتها:

1. الاتصالات البصرية: يستخدم الليزر في نقل البيانات عبر الألياف البصرية في الاتصالات البصرية. يمكن لليزرات توليد أشعة ضوء ذات قوة وتردد محدد، مما يتيح نقل البيانات بسرعة عالية وكفاءة عبر مسافات طويلة. تقنية الليزر في الاتصالات البصرية تستخدم على نطاق واسع في الاتصالات السلكية واللاسلكية وتسهم في تطوير شبكات الإنترنت والهواتف المحمولة والتطبيقات الحديثة المبنية على التكنولوجيا الضوئية.
2. الطب والجراحة: تستخدم الليزرات في مجال الطب والجراحة لأغراض متنوعة. يمكن استخدامها في الجراحات الدقيقة وإزالة الأورام والعلاج الليزري للأمراض الجلدية وتصحيح النظر. توفر الليزرات دقة عالية وتحكمًا دقيقًا، مما يقلل من التدخل والأضرار للأنسجة المحيطة ويساعد في تحسين عمليات العلاج والتشخيص.
3. التصنيع والقطع بالليزر: تستخدم الليزرات في العديد من عمليات التصنيع والقطع. يمكن استخدام الليزرات للحفر والقطع الدقيق على مجموعة واسعة من المواد مثل المعادن والبلاستيك والخشب والنسيج. توفر الليزرات دقة عالية وسرعة في العمليات الصناعية، مما يزيد من الكفاءة ويقلل من التكاليف والنفايات.
4. البحوث العلمية: تستخدم الليزرات في البحوث العلمية في مجالات مثل الفيزياء والكيمياء وعلوم المواد. توفر الليزرات أدوات قوية لتحليل العينات ودراسة الظواهر الفيزيائية والكيميائية. يمكن

استخدامها في التطبيقات البصرية المتقدمة مثل التصوير بالأشعة فوق البنفسجية والأشعة تحت الحمراء والتصوير بالتجاويف الضوئية.

5. التطبيقات العسكرية: تستخدم الليزرات في التطبيقات العسكرية مثل الاستشعار عن بُعد والتوجيه والتعليمات البصرية. يستخدم الليزر في أنظمة الاستشعار البعيدة للكشف عن الأهداف عسكرية ومراقبة الأهداف على مسافات بعيدة. كما يمكن استخدام الليزرات في أنظمة التوجيه للأسلحة وتوفير إشارات بصرية للقوات الميدانية.
6. . البحوث الفلكية: تستخدم الليزرات في البحوث الفلكية لعدة أغراض. يمكن استخدامها في تحديد المسافات الفلكية بدقة وتتبع حركة الأجرام السماوية. توفر الليزرات أدوات قوية لدراسة النجوم والكواكب والمجرات وتحليل تركيبة الغلاف الجوي للكواكب وغيرها من المعلومات الفلكية المهمة.
7. التطبيقات البيئية: تستخدم التقنيات الليزرية في التطبيقات البيئية مثل رصد التلوث والتحليل البيئي. يمكن استخدام الليزرات لقياس تراكيز الملوثات في الهواء والمياه ومراقبة جودة البيئة بشكل عام. تساهم التقنيات الليزرية في فهمنا لتأثيرات التلوث وتطوير استراتيجيات الحفاظ على البيئة والاستدامة.

(7 . 1) محاسن استخدام الليزر

1-عدم وجود تماس مباشر بين العينة ومنظومة الليزر ولذلك لا يوجد تلوث أو إجهادات ميكانيكية.

2- استخدام الليزر لا يؤثر على الخواص الفيزياوية للمادة لأن المنطقة التي تتأثر صغيرة جداً.

3-يمكن استخدام الليزر مع مواد مختلفة مثل المعادن والسيراميك والزجاج والخشب دون حدوث تلف للمادة. إ

4-مكانية العمل في مواضع صعبة مثل الزوايا والانحناءات وغيرها

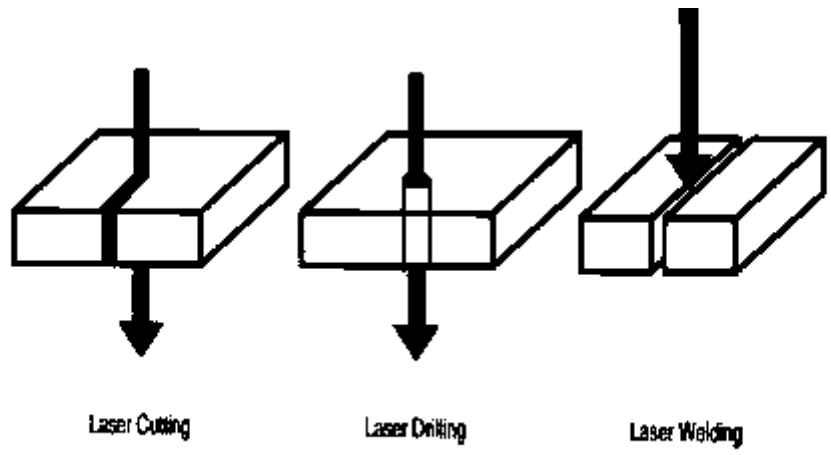
5-العمل يتم بسرعة عالية ودقيقة فمثلاً يمكن إجراء عملية قطع المعادن بسرعة(m/min10) وهي أسرع عشر مرات من الطرائق التقليدية.

6-يمكن أن تكون عملية استخدام الليزر مبرمجة أوتوماتيكياً لغرض الدقة.

7-يمكن الحصول على قدرات عالية جداً.

8-شعاع الليزر لا يتلف نتيجة الاستخدام كما في حالة الآلات المستخدمة في الطرائق التقليدية كالقواطع (Cutters) وقوس اللحام (Arc Welding) والمنقبات (Drillers) وغيرها.

9-العمل بالليزر يتم بهدوء وبدون تلوث كما في الطرائق التقليدية.



شكل (13_1)طرق استخدام الليزر بالقطع والحفر ولحام

(8 . 1) مساوئ استخدام الليزر

1-الكلفة التصنيعية والتشغيلية لمنظومة الليزر تكون عالية.

2-منظومة الليزر تحتاج إلى خبرة جيدة لتشغيلها وديمومة عملها.

3-مخاطر القدرة العالية.

4-تحتاج منظومة الليزر إلى سيطرة وتحكم دقيقين.[1]

الفصل الثاني

ليزر CO_2

(2.1) المقدمة

احتل الليزر وخلال السنوات الاخيرة موقعاً متميزاً في الحديث من جوانب العلوم والتقنيات المختلفة، وقد غدا الوجه الحديث المتطور لكثير من المواضيع واستحدث الكثير من الطرق والمعالجات والبحوث النظرية والعملية في جميع ما يتعلق بعمل الليزر بشكل مباشر او غير مباشر، منها مثلاً البحث في الوسط الفعال وطرق ضخ الطاقة وسبل تزويدها، والاجهزة البصرية من مرايا وعدسات ومحززات للضوء وكواشف والياف بصرية والكترونيات وغيرها. إن ما يمتاز الإشعاع الكهرومغناطيسي الأهمية المتميزة في استخدامه لكثير من التطبيقات يتحدد نوع الليزر ومواصفات الضوء الصادر عنه من نوع المادة الفعالة ونوع مصدر الضخ وكذلك طريقة التغذية الخلفية المستخدمة فيه. وتنقسم أنواع الليزر من حيث طبيعة المادة الفعالة إلى أنواع كثيرة منها:

(2.1.1) ليزر الحالة الصلبة: Solid State Laser الليزر الذي ينتج بواسطة مادة أو خليط من مواد صلبة مثل الياقوت ruby أو خليط الالومنيوم والأتيريوم والنودوميوم neodymium: yttrium-aluminum ويسمى بليزر الـ YAG اختصاراً ويكون طوله الموجي في منطقة الأشعة تحت الحمراء.

1. **ليزر الياقوت Ruby Laser** الليزر الياقوتي (أو ليزر الياقوت) هو نوع من أنواع ليزر الحالة الصلبة والذي يستعمل بلورة من الياقوت (معالجة بطريقة Verneuil process) كوسط فعال لليزر .كان هذا الشكل من أول أشكال الحصول على الليزر، وذلك بجهد من العالم تيودور ميمان في مختبرات HRL Laboratories سنة 1960 ويعمل في ثلاث مستويات يكون ذو طاقه عالية[1]
2. **ليزر النديميوم:** الأنواع ليزر الحالة الصلبة في الوقت الحاضر هو الليزر اكثر شيوعا يتألف الوسط الفعال فيه ببساطة من الزجاج الذي يعمل كوسط مضيف اما طول الموجة اللازمة للضخ البصري فيقع عند طول الموجة)0.73(مايكرومتر ويمكن تشغيل هذا الليزر بموجة مستمرة او بصورة نبضات يستخدم مصباح الزينون بضغط متوسط حوالي)600 – 2000ملي بارا

(2.1.2) ليزر السائل Liquid: لليزر السائل ما يتميز به عن كل من ليزر الحالة الصلبة وليزر الغاز، حيث تكمن الصعوبة في ليزر الحالة الصلبة في تحضير البلورة التي يجب ان تكون على قدر عالي من التجانس وبتركيز معين من الايونات الفعالة ولايمكن تغيير مواصفاتها بتغيير تركيز المادة العالة فيها. كذلك هناك احتمالية تلف البلورة بسبب الحرارة العالية التي قد تتعرض لها اثناء التشغيل، اما الغاز فانه لا يحتوي على قدر عالي من الذرات او الجزيئات الفعالة بسبب قلة كثافة الغاز، لذلك اختيرت السوائل او محاليل المواد المختلفة حيث يحوي السائل على كثافة عالية من الذرات او الجزيئات الفعالة التي يمكن تغيير تركيزها بسهولة كذلك يكون تحضير السائل الفعال سهلاً ورخيصاً ويتم التعامل معه ببساطة. [2]

(2.1.3) الليزر الكيمياوي Chemical: مثال عليه ليزر اليود والأكسجين الكيميائي هو ليزر كيميائي يعمل بالأشعة تحت الحمراء. نظرًا لأن الشعاع هو الأشعة تحت الحمراء، فلا يمكن رؤيته بالعين المجردة. إنه قادر على زيادة طاقة الخرج إلى ميغاوات في الوضع المستمر. الطول الموجي الناتج هو 1315 نانومتر، وهو طول موجة انتقالية لليود الذري

(2.1.4) ليزر الحالة الغازية Gas laser: هذا نوع يوجد عدد انواع له كل نوع له انواع هو يعتبر اكثر شيوعا

أ- **ليزر الغاز الذري.** يدعى أيضا بليزر الذرة المتعادلة حيث يكون الوسط الفعال غاز أحادي الذرة وتقع ضمن هذه المجموعة ليزر الغازات النادرة ومجموعة أخرى من ليزر أبخرة بعض المعادن انواع هي

- ليزر هليوم – نيون He-Ne Laser
- ليزر بخار المعدن ليزر بخار النحاس الذري

ب _ليزر الغاز الأيوني الوسط الفعال في هذه الحالة غاز متأين أو بخار معدن ذراته متأينة وهذا يعني ان تمدداً بسيطاً قد حدث المقياس الطاقة المخطط مستويات الطاقة لذرة المادة، أي أن المسافة بين مستويات الطاقة الأيون الذرة تكون أكبر بقليل من تلك للذرة المتعادلة نفسها. إن هذا يسبب تقليصاً لطول الموجة الخطوط الطيف المنبعثة عنها، أي أن طيف الذرة المتأينة يزحف قليلاً عن الطيف الذري باتجاه الأشعاع المرئي أو فوق البنفسجي. يقع ضمن هذا الحقل من الليزر مجموعتان وهما مجموعة ليزر أبونات ذرات الغازات النادرة ومجموعة ليزرأيونات ذرات المعادن وانواع هي: 1- ليزر أيون الأركون

2- ليزر بخار المعدن الأيوني

ت_ليزر الغاز الجزيئي يحدث فعل الليزر بين مستويات الطاقة المختلفة للجزيئة، فلهذه مستويات طاقة الكترونية على غرار تلك التي للذرة وايضاً مستويات طاقة دورانية واهتزازية، والانتقال الطيفي قد يحدث بين اثنين من هذه المستويات وعلى هذا الأساس صنفت الأنواع المختلفة لليزر الغاز الجزيئي. فالصنف الأول تكون فيه الانتقالات بين المستويات الاهتزازية والدورانية العائدة الى حالة الكترونية واحدة ويعطي فرق الطاقة بين المستويات المناظرة انتقالات ليزر تقع في مدى الأشعة تحت الحمراء والبعيدة منها (300) من أهم هذه الأنواع هو ليزر ثاني أوكسيد الكاربون CO_2 الشائع الاستعمال.

ومن هنا ينطلق عنوان بحثي المتواضع هو ليزر CO_2

(2 . 2) ماهو ليزر CO_2

يصنف غازCO_2 ضمن الليزرات الجزيئية ويعد من أكفتها بعد ليزر أول أوكسيد الكاربون إذ تصل كفاءته التشغيلية (Efficiency Working) إلى

(30) في بعض المنظومات التي تعمل بالنمط المستمر (mode-CW). أما في المنظومات التي تعمل بالنمط النبضي (mode-Pulse) فتصل كفاءة التشغيل إلى (10)

(2 . 3) تاريخ ليزر CO_2

ليزر CO_2 هو نوع من الليزرات يستخدم غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) كوسط فعال لتكبير الضوء وإنتاج الأشعة الليزرية. تم تطوير ليزر CO_2 لأول مرة في عام 1964 بواسطة العالمين كوفلمان وماكينتاير في شركة بللابوراتوريز (Bell Laboratories) في الولايات المتحدة.[1]

يعتبر ليزر CO_2 أحد الأنواع الأكثر استخدامًا وشيوعًا في مجالات مثل القطع والحفر بالليزر والطب الجراحي والتجارب العلمية والأبحاث. يعمل الليزر CO_2 بتوليد أشعة تحت الحمراء بطول موجي يقع عادة في نطاق 10.6 ميكرومتر. منذ تطويره في الستينيات، لم تطرأ تغييرات كبيرة على تكنولوجيا الليزر CO_2. ومع ذلك، قد تم تحسين الكفاءة والقدرة على الإنتاج والاستقرارية بمرور الوقت من خلال التطورات التقنية والبحث والتطوير في هذا المجال.

تركزت البحوث التي قام بها الباحثون خلال السنوات الماضية ومنذ إكتشاف ليزر CO_2 في الحصول على أعلى قدرة ممكنة للخرج الليزري من المنظومات التي قاموا ببنائها، وبالتالي كان هدفهم الرئيس كيفية تحسين كفاءة إداء تلك المنظومات، تم ذلك من خلال الاكتشاف الرئيس بإدخال غاز النتروجين N2 إلى الوسط الفعال CO_2ثم أعقبه إضافة غاز الهيليوم He إلى مزيج الغازين، إذ يقوم غاز He بدور الإخماد وبذلك أسهم كل من N و He في رفع كفاءة توليد الليزر بدرجة كبيرة مقارنة مع المنظومات الأولى .

وبعد ذلك قدمت الكثير من الدراسات والبحوث حول تأثير المعلمات المختلفة التي تؤثر في قدرة خرج ليزر CO_2 كما تم دراسة التأثيرات الحراية السلبية على كفاءة تحويل الطاقة الكهربائية إلى طاقة بصرية مما دعى إلى استحداث وسائل متنوعة لتبريد منظومات الليزر. كما أوضح الباحثون تأثير جريان الغاز المستمر داخل إنبوبة التفريغ الكهربائي وتأثير معدل الجريان

العالي للغاز في تحسين عمل ليزرCO_2 .

(2 . 4) ميزات ليزر CO_2

يمتاز ليزر CO_2بإمكانية إنتاجه لقدرات عالية مقارنة مع كثير من الليزرات الغازية فضلاً عن إمكانية تصنيعه بأحجام مختلفة ، إن الأطوال الموجية الناتجة عن عملية الفصل الليزري في ليزر CO_2 تقع ضمن المنطقة تحت الحمراء في الطيف الكهرومغناطيسي وبالتحديد عند الطولين الموجيين 10.6 و 9.6 إن ما ما يتميز به ليزر CO_2كونه شعاع غير مرني وذات قدرة عالية والتي قد تصل في بعض الحالات إلى مراتب عالية، أدى إلى إستخدامه في كثير من المجالات فإستحق بذلك لقب ليزر الموت. ومن الطبيعي أن تكون لأشعة الليزر استخدامات متعددة في حقول الأبحاث العلمية والتقنية المختلفة نظراً لميزات هذه الأشعة بصورةعامة ولليزر CO_2 في عمليات القطع واللحام وتثقيب العديد من المعادن، كما يستخدم في دراسة الإندماج بتأثير الليزر والكتابة والنقش على رقائق أشباه الموصلات وكذلك في مجال الإتصالات على الأرض وفي الفضاء ويستخدم كذلك في أنظمة التحقق وأنظمة التحذير، فضلا عن استخدامه في مجال الطب والمجالات العسكرية، ونظراً لهذه القدرة العالية لليزر CO_2وكونه شعاعاً غير مرئي (IR) لذا يجب مراعاة شروط الأمان في المختبر ولاسيما على حاسة البصر

(2 . 5) عيوب ليزر CO_2

يعتبر الليزر CO_2أحد أنواع الليزر الشائعة والتي تستخدم في مجموعة متنوعة من التطبيقات. ومع ذلك، هناك بعض العيوب المحتملة لليزر CO_2 التي يمكن أن تؤثر على أدائه واستخدامه.

وفيما يلي بعض العيوب الشائعة لليزر CO_2 :

1. استهلاك الطاقة: يتطلب الليزر CO_2استهلاكًا عاليًا للطاقة. يحتاج الليزر إلى مصدر قوي لتوفير الطاقة الكافية لتشغيله، وهذا يعني أنه يمكن أن يستهلك كميات كبيرة من الكهرباء.
2. حجم النظام: الليزر CO_2 يتطلب عادة نظامًا كبيرًا لتشغيله وتبريده. يحتاج الجهاز إلى وحدة تبريد قوية للحفاظ على درجة حرارة الليزر في المستوى الملائم للعملية، وهذا يتطلب مساحة كبيرة وتكلفة إضافية.
3. عدم القدرة على العمل بالموجات القصيرة: الليزر CO_2 يعمل بموجات تتراوح بين 9.4 و 10.6 ميكرومتر، وهذا يعني أنه ليس قادرًا على إخراج الليزر بطول موجة قصيرة مثل الليزرات ذات الأشعة تحت الحمراء القصيرة.
4. عدم القدرة على العمل على المعادن غير الموصلة: الليزر CO_2 يعمل على قطع وحفر المواد غير المعدنية مثل الأخشاب والبلاستيك والزجاج، ولكنه غير فعال على المعادن غير الموصلة مثل الألمنيوم والنحاس.

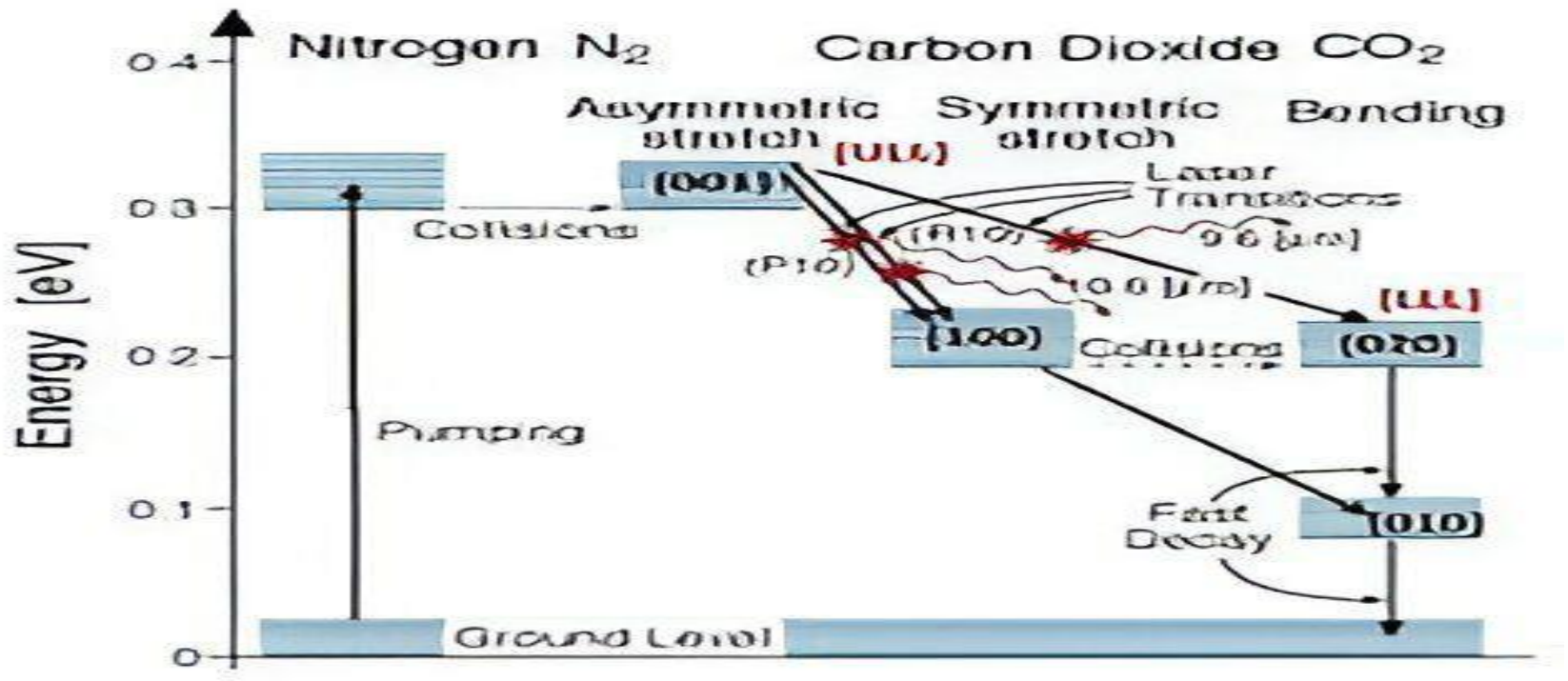
5. تأثر الأداء بالعوامل الخارجية: الليزر CO_2 يتأثر بشكل حساس بعوامل الرطوبة والغبار والتلوث في البيئة المحيطة. قد يؤدي التعرض لهذه العوامل إلى تدهور أداء الليزر وتقليل كفاءته

(2 . 6) خصائص ليزر CO_2

- طاقة إنتاجية عالية تنتج أجهزة ليزر ثاني أكسيد الكربون التجارية أكثر من 10000 واط بشكل مستمر.
- طيف الإخراج في طيف الأشعة تحت الحمراء (IR): 9.6 ميكرومتر، 10.6 ميكرومتر كفاءة عالية جدًا (تصل إلى 35%).
- يمكن أن تعمل بشكل مستمر أو نابض.
- يبلغ متوسط الطاقة الناتجة 75 وات/م للتدفق البطيء للغاز، وما يصل إلى بضع مئات من الوات/م للتدفق السريع للغاز.
- سهل التشغيل للغاية، والغازات غير سامة.

يوضح الشكل الآتي مخططات مستويات الطاقة الاهتزازية للحالات الإلكترونية الأرضية لكل من جزيئة CO_2وأن سويات طاقة CO_2 أكثر تعقيداً من

ليرات بقية الغازات، لأن CO_2 جزيئة خطية ثلاثية الذرات Linear triatomic molecule

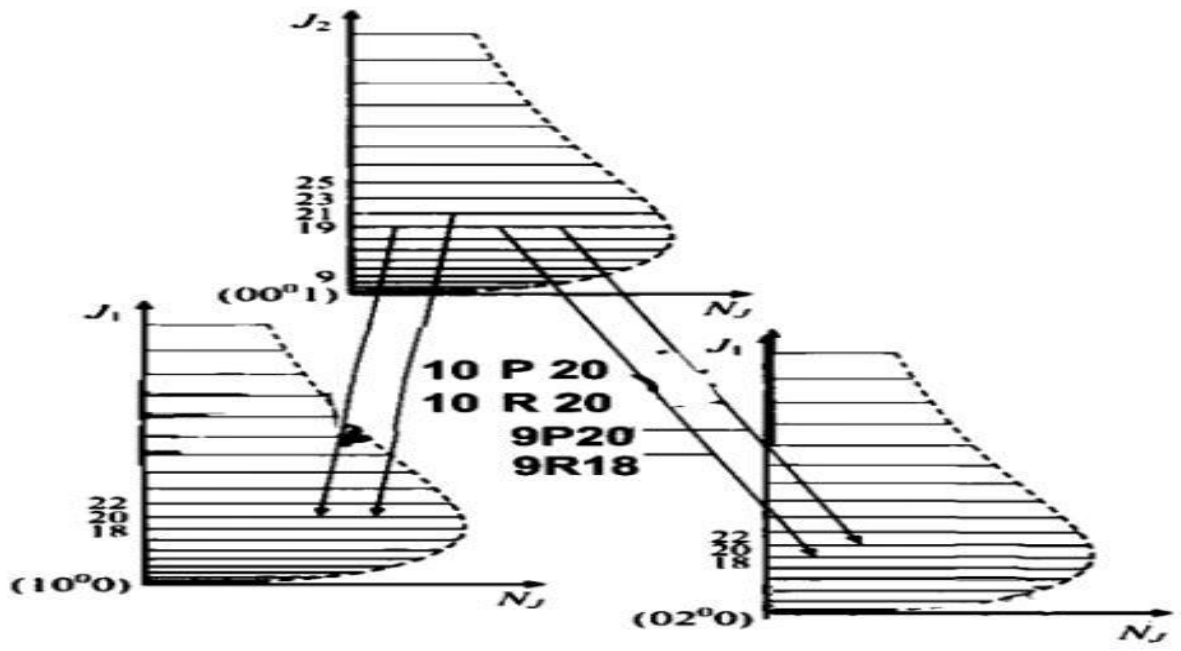


شكل (2_2)مستويات الطاقه لليزر co

مع لأخذ بعين الاعتبار القواعد القائمة على الحفاظ على الدوران أو كمية التحرك الزاوي، والتي تعتمد على خواص تناظرية لخصائص الموجة[2]

يتم الحصول على أقوى خطوط من شعاع الليزر CO_2 من الانتقالات الاهتزازية التي تتركز على أطوال موجة حوالي10، 4 µm) و (0001) إلى (020) التي تتركز أطوال موجة (4) بغية الحصول على هذه التنقلات المنتظمة فإنه يجب تطبيق قاعدة الاختيار المستويات الطاقة العليا والدنيا [1]

$AJ = J2 - J_1 = F_1$ فعندما تكون وضعية الدوان بطيئة (ال) فإن هذا يؤدي إلى ظهور احتمالين فيما يتعلق بتحرير الفوتونات كما في الشكل الآتي

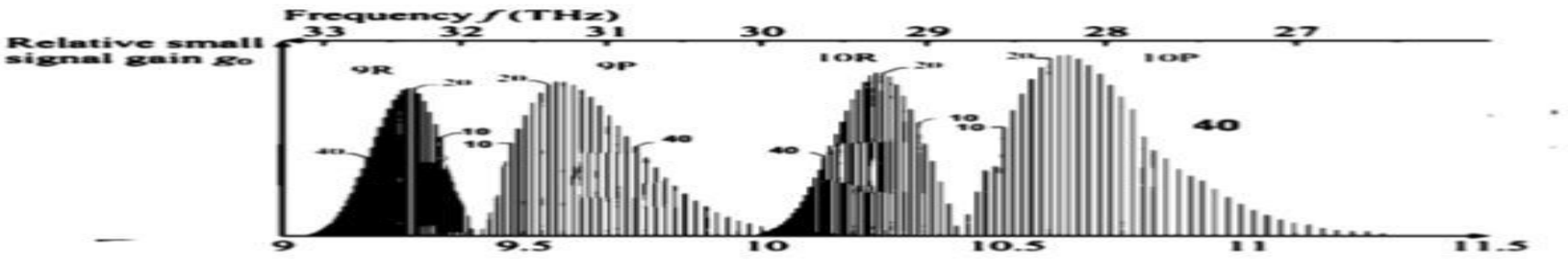


شكل (3_2) يمثل الانتقالات في ليزر **CO2**

ويتم تحديد تنقلات الجزيئات بعد تحديد الرقم الكمي الدوراني عندما يكون الدوران بطيء يرمز لهذه التنقلات بالحرف (P) عندما يكون AJ = - 1 ، و (R) عندما يكون AJ = +1R. إن الانتقالات المختلفة بين مستويات الطاقة المتباينة (ΔW) وكذلك ترددات إطلاق مختلفة (F) وأطوال موجات (λ) بسبب تبيان مسافة مستويات الطاقة الدورانية في المعادلة :

(J=1)J.B = WR

وأن مقدار الربح النسبي للمجالات المنتظمة لشعاع الليزر CO_2 النموذجي يملك كل من التنقلين الاهتزاز بين الفرعين R و P ، وذلك بسبب المستويات المركبة للطاقة الدورانية وقواعد الاصطفاء، كما مبين في الشكل الآتي



الشكل (4_2) يمثل مقدار ربح بين Rو Pفي ليزر**CO2**

(2 . 8) انواع ليزر CO_2

هناك أنواع عديدة من ليزر ثاني أكسيد الكربون، تعتمد جميعها على نفس المبادئ الفيزيائية. الاختلافات بينهما تكمن في بنيتها، وآلية الإثارة، والإشعاع الناتج. يتم وصف عدد قليل من ليزر ثاني أكسيد الكربون

(2.8.1) ليزر الأنبوب المختوم (Sealed-Tube Laser) هو نوع من الليزرات التي تستخدم أنبوبًا محكم الإغلاق يحتوي على غاز الليزر والمرايا اللازمة لتوليد الشعاع الليزري. يتم إحكام إغلاق الأنبوب لحماية الغاز الداخلي والمرايا من التلوث الخارجي والتأثيرات البيئية.

مكوناته

يتكون الأنبوب المختوم عادةً من أنبوب زجاجي معزول يحتوي على غاز الليزر، والذي يمكن أن يكون من أنواع مختلفة مثل الهيليوم والنيون (HeNe) أو ثاني أكسيد الكربون (CO_2)، ويتم تركيب مرآتين عاكستين في نهايتي الأنبوب لتعزيز التوجيه وتكثيف الشعاع الليزري.

- مزاياه

ليزر الأنبوب المختوم يتميز بعدة مزايا،

- بما في ذلك سهولة التشغيل والصيانة والاستقرار الطويل الأمد.
- يستخدم عادة في التطبيقات البسيطة وغير المتطلبة لقدرة عالية،
- مثل التصوير الهولوغرافي، والتوجيه الليزري، والأجهزة العلمية.

- عيوبه

من العيوب الرئيسية لليزرات ذات الأنبوب المختوم

- هو قدرتها المحدودة على توليد قدرة عالية وشدة شعاع عالية في المقارنة مع أنواع أخرى من الليزرات مثل الليزرات الصمامية والليزرات الصلبة.

- ومع ذلك، لا تزال هذه الليزرات تستخدم بشكل واسع في تطبيقات محددة حيث لا تكون القدرة العالية ضرورية.

(2.8.2) ليزر الغاز الديناميكي (Dynamic Gas Laser)

هو نوع من أنواع أجهزة الليزر التي تستخدم غازًا كوسط تفاعلي لتوليد الإشعاع الليزري. يعتبر ليزر الغاز الديناميكي نظامًا ليزريًا ذا كفاءة عالية وقوة خرج كبيرة.

-اليه عمله

يتكون ليزر الغاز الديناميكي عادةً من أنبوب يحتوي على خليط من الغازات المختلفة، مثل النيون وثاني أكسيد الكربون والهيليوم. يتم تنشيط الغازات بواسطة تفريغ كهربائي يولد في الأنبوب باستخدام مصدر للطاقة مثل الملف اللولبي أو التفريغ الكهرومغناطيسي.

عند تنشيط الغازات، يحدث التفاعل الديناميكي بين الجزيئات والذرات في الغازات، مما يؤدي إلى إطلاق الطاقة في شكل ضوء ليزري. يتم توجيه الضوء الناتج من الليزر باستخدام مرايا في داخل الأنبوب، حيث يتم تضخيم الضوء وتكوين شعاع ليزر ذو قوة واتجاه محددين.

-استخداماته

ليزر الغاز الديناميكي يستخدم في مجموعة متنوعة من التطبيقات، بما في ذلك القياس وعلوم الطاقة والبحوث العلمية والطب والصناعة. يتميز بقوته العالية واستقراره وقدرته على توليد شعاع ليزر ذو جودة عالية.

يتم استخدامه في القطع بالليزر والحفر واللحام والطباعة وعلاج بعض الأمراض الجلدية.

(2.8.3) ليزر الجريان السريع (High-speed flow laser)

هو نوع من الليزر يستخدم في دراسة التدفقات السريعة للغازات أو السوائل. يتم استخدام هذا النوع من الليزر في تطبيقات مثل علم الأمواج الصوتية والديناميكا الحرارية والديناميكا الحركية والتصوير بالليزر.

يتم تعيين ليزر الجريان السريع عادةً بحيث يكون قادرًا على إنتاج نبضات ليزر قصيرة جدًا وبتردد عالٍ. يتم توجيه النبضات الليزرية نحو منطقة التدفق السريعة التي ترغب في دراستها، سواء كانت تدفقات غازية أو سوائل. ثم يتم قياس التفاعل بين الليزر والتدفق السريع بواسطة تقنيات الاستشعار المناسبة.

ليزرات الجريان السريع توفر إمكانية تسجيل الحركة والتغيرات السريعة في التدفقات، وهذا يمكن أن يوفر معلومات قيمة لدراسة الظواهر الديناميكية وتحليلها. يتم استخدامها في مجالات مثل الهندسة الحرارية وعلم الطيران والهواء والفضاء والأبحاث العلمية.

من المهم أن نلاحظ أن ليزر الجريان السريع هو مفهوم عام يشير إلى استخدام الليزر في دراسة التدفقات السريعة، وقد يكون هناك تقنيات وأنظمة متعددة تستخدم في هذا المجال، وتختلف تفاصيلها وتطبيقاتها حسب الحاجة والمجال البحثي المحدد.

(2.8.4) ليزر التهيج المستعرض للغاز

هو نوع من الليزر يستخدم لتحفيز وتنشيط ذرات الغاز لإصدار ضوء متسق. يعتمد هذا النوع من الليزر على التفاعل بين الضوء والذرات الموجودة في الغاز لإنتاج التأثير الليزري.

في ليزر التهيج المستعرض للغاز، يتم استخدام مصدر للطاقة مثل الكهرباء أو الضوء لتحفيز الغازات الموجودة في الليزر. عندما تتعرض الذرات في الغاز للتحفيز، يتم تنشيطها ورفعها إلى حالات طاقة أعلى. ثم، تعود الذرات إلى حالات الطاقة الأقل عن طريق إطلاق الطاقة في شكل ضوء ليزر.

الليزرات التي تستخدم تهيج المستعرض للغاز تستخدم عادة في تطبيقات مثل التحليل الطيفي والأبحاث العلمية والتصوير الطبي والاتصالات البصرية. تعتبر أطوال الموجة المستخدمة في ليزرات التهيج المستعرض للغاز متنوعة وتتوقف على نوع الغاز المستخدم والتطبيق المرغوب فيه.

(2.8.5) ليزر الجريان الطولي والتفريغ المحوري

هو نوع آخر من أنواع الليزرات. يعتمد هذا النوع من الليزر على تشغيل التفريغ الكهربائي داخل أنبوب ضيق وطويل يحتوي على وسط فعال، مثل الغاز أو السائل أو الصلب، ويطلق ضوءًا ليزريًا في اتجاه الطول الطويل للأنبوب. في ليزر الجريان الطولي والتفريغ المحوري، يتم تطبيق تيار كهربائي عالٍ عبر الأطراف المتعامدة للأنبوب الضيق. يحدث تفريغ كهربائي في الوسط الفعال، مما يؤدي إلى التحفيز وتنشيط الذرات الموجودة فيه. عندما تعود الذرات إلى حالات الطاقة الأقل، يتم إصدار الطاقة في شكل ضوء ليزر عبر الأطراف الأخرى للأنبوب.

-ميزاته

ليزرات الجريان الطولي والتفريغ المحوري

- تتميز بالقدرة على إنتاج طاقة ليزر عالية ونبضات قصيرة وتكرار عالٍ.
- يستخدم هذا النوع من الليزر في تطبيقات مثل البحوث العلمية والتصوير الطبي والنقش والتجارب الفيزيائية والحفر بالليزر.
- تعتمد طول الموجة الخاص بليزر الجريان الطولي والتفريغ المحوري على الوسط الفعال المستخدم ويمكن تعديله وفقًا لاحتياجات التطبيق.

الفصل الثالث

تطبيقات ليزر CO_2

(3 . 1) مقدمه عامه عن تطبيقات ليزر CO_2

ليزر ثاني أكسيد الكربون CO_2له اهميه كبيره في عدد مجالات وصناعات بسبب الخصائص الفريدة اعلى طول موجي 10.6 مايكروميتر وهذا يعني أن لديها الطاقة الحرارية العالية، فضلا عن قابلية امتصاص العالية للماء في هذه الدراسة تم استخدام ليزر CO_2لدراسة عن الحد الأقصى، وعمق الاختراق والتأثير عند هذا الطول الموجي). الحراري، وكذلك حساب معامل الامتصاص. وقد استخدم ليزر ثاني اوكسيد الكاربون النبضي ذو القدرة من 5-20 واط من ترددات مختلفة (10) 20 30 40 50 هرتز لدراسة معمقة من شعاع الليزر على اختراق النسيج بالليزر . عمق الاختراق يزداد بزيادة القدرة في وللجميع الترددات، وكذلك على عمق تغلغل يتزايد عند نفس القدرة من خلال زيادة التردد ليس هناك فرق في التأثيرات الحرارية في للقدرة (1) (1.5) واط عند تردد (5) 2010 (30) هرتز بينما عند قدرة أكبر من 1.5 واط وفيما يلي بعض الامثله على تطبيقاته

1. **القطع والحفر بالليزر**: يستخدم الليزر CO_2 في صناعة القطع والحفر بالليزر على مجموعة واسعة من المواد مثل المعادن والبلاستيك والخشب والنسيج. يتميز الليزر CO_2 بقدرته على ترك أثر دقيق ودقة عالية في العمليات الصناعية، مما يجعله مهمًا في صناعات مثل الصناعات المعدنية والإلكترونيات والتعبئة والتغليف.
2. **الطب الجراحي:** يستخدم الليزر CO_2 في الطب الجراحي لمجموعة متنوعة من التطبيقات مثل إزالة الأورام السطحية والتقليل من التجاعيد والتجميل الجلدي. يعتبر الليزر CO_2 خيارًا فعالًا وآمنًا في الجراحات العامة وجراحات العيون وجراحات الجلد.
3. **البحوث العلمية:** يستخدم الليزر CO_2 في البحوث العلمية في مجالات مثل الفيزياء والكيمياء وعلوم المواد. يمكن استخدام الليزر CO_2 لدراسة التفاعلات الكيميائية والتحليل الطيفي والتصوير بالأشعة تحت الحمراء والتجارب البصرية الأخرى.
4. **صناعة الطاقة:** يستخدم الليزر CO_2 في صناعة الطاقة، بما في ذلك تصنيع الألواح الشمسية وإعداد السطح وتحسين كفاءتها. يمكن استخدام الليزر CO_2لإزالة الطبقات الدقيقة وتحسين نقاء السطح وتحسين أداء الألواح الشمسية.
5. **تجريب البلازما:** يتم استخدام ليزر CO_2 في تجارب البلازما والفيزياء البلازمية. يمكن استخدام الليزر CO_2لتوليد البلازما ودراسة تفاعلاتها وخصائصها. تطبيقات البلازما تشمل الأبحاث الأساسية في الفيزياء والتطبيقات التكنولوجية مثل تطبيقات التشغيل النظامي وإنتاج الطاقة من الانصهار النووي.

6. **التصنيع الدقيق:** يستخدم ليزر CO_2 في التصنيع الدقيق للأجزاء والأجهزة الدقيقة. يمكن استخدام الليزر CO_2 للحفر الدقيق والتشكيل والنقش على المواد بدقة عالية وبدون تلف. هذا يجعله مفيدًا في صناعات مثل الساعات الدقيقة والإلكترونيات الدقيقة وصناعة البصريات.
7. **التطبيقات العسكرية:** يستخدم ليزر CO_2 في بعض التطبيقات العسكرية. قد يتم استخدامه في الاتصالات الليزرية عبر المسافات الطويلة وأنظمة الاستشعار البعيدة وتدمير الأهداف البعيدة. تستفيد القوى المسلحة من قدرته العالية على إرسال أشعة ليزرية بقوة ودقة عبر المسافات الكبيرة.
8. **التطبيقات البيئية:** تُستخدم تقنية الليزر CO_2 في بعض التطبيقات البيئية. على سبيل المثال، يمكن استخدام الليزر CO_2 في تحلية المياه وتنقيتها من الملوثات والمواد العضوية. يتم استخدام الليزر لزيادة كفاءة عمليات التنقية وتحسين جودة المياه.

والان نتعرف على بعض تطبيقات بشكل تفصيل

(3 . 2) تطبيقاته في الطب

تعد فرضية استخدام تأثير الاشعاع المحفز (Stimulated emissian) التي وضعت لأول مرة من قبل العالم انشتاين عام ١٩١٧ الاساس العلمي لمبدأ عمل الليزرات بشكل عام، أن الانتشار والنجاح اللذين تحققا باستخدام الليزر في حقل الطب جعله اداة فعالة بيد الطبيب في جميع الاختصاصات . وان التطور الحاصل في حقول فيزياء الليزر جعل من امكانية تطوير اجهزة الليزر المتقدمة في مجال الطب تناسب احتياجات الاطباء كافة اذ اصبح من الممكن للجراحين ان يمسكون المشرط التقليدي1

بيد و الليزر باليد الأخرى، الأمر الذي جعل كل من التشخيص ، العلاج و التدخل الجراحي بوساطة الليزر هي الطريقة المثلى في كثير من الأحوال (١).

بعد (Maiman) اول من استطاع ان يرى الاشعاع المحفز في الجزء المرئي من الطيف بتهيج قضيب من الياقوت Ruby Red بموجات مكثفة من مصباح ومضي [Flash Lamp في تموز عام ١٩٦١م تمكن (Maiman) من تصنيع اول جهاز ليزر طبي يولد اشعاعا ذا لون احمر ذهبي وقد استخدم هذا الجهاز عام١٩٦٣ للسيطرة على نزف الشبكية ومن ثم تم اكتشاف ليزر ايون الاركون الاخضر المزرق اذ اخذ مكان ليزر الياقوت واصبح الليزر المفضل في الاستخدام من قبل اطباء العيون وفي عام ١٩٦١م تمكن الباحث (Johnson) من تصنيع ليزر انديوم ياك ولكنه لم يمكن ليعمل بالنمط المستمر بل بالنمط النبضي ومن ثم أوجد أول جهاز ليزر Nd-YAG يعمل بالنمط المستمر (CW) عام ١٩٧٥م ، واستخدم هذا الجهاز لتنظير القناة الهضمية و السيطرة على النزف المعوي الحاد. تمكن. (Javan). وجماعته في عام ١٩٦١ م [٢] من تصنيع اول جهاز ليزري غازي مستخدما مزيجا من غازي الهليوم و النيون اذ تمكن من الحصول على

حزمة حمراء ضعيفة لا تكفي للتفاعلات الحرارية و لكنها تعد حزمة مناسبة للترصيف و التسديد (Aiming Beam) مع الليزرات غير المرئية و المنظومات البصرية.

اما ليزر ثاني اوكسيد الكاربون فتمكن الباحث (Paltel) عام ١٩٦٤م [١١,١٠] من تصنيع اول منظومة ليزر الذي اصبح بعد ذلك أكثر الليزرات المعروفة استخداما في الطب في العقدين الماضيين ولاسيما في الاستخدامات الجراحية.

ويعد ليزر ثاني اوكسيد الكاربون من اهم الليزرات المستخدمة في الطب ولاسيما في التداخل الجراحي لما يمتلكه من خصائص فريدة بسبب طوله الوجي العالي (١٠.٦um) أي انه يمتلك طاقة حرارية عالية فضلا عن أن للماء قابلية امتصاص عالية لهذا الطول الموجي . و لما كان الماء يمثل اغلب مكونات خلايا الانسجة لذلك يمكن أن يتعامل هذا الليزر مع النسيج مباشرة دون وجود أي صبغة أو محلول مضاف قبل اجراء العمليات، كما يفضل على الليزرات البقية كما في ليزر ايون الاركون مثلا و من مزاياه انه لا يتشتت داخل الانسجة مختلفا عن ليزر الانديوم ياك اذ ان هذه الظاهرة تميزه بجعله مثالي لعمليات القطع بسبب صغر مساحة القطع

يستخدم ليزر ثاني اوكسيد الكاربون في علاج الامراض النسائية أكثر من غيره من الليزرات فيستخدم في تبخير الورم الباطني الرحمي Endometeriomas) و فصل الالتصاقات في انابيب فالوب دون التداخل الجراحي التقليدي، وكذلك المبايض دون حدوث النزف الباطني و يستخدم في علاج الاكياس البطنية (cysts Abdominal).) يستخدم ليزر ثاني اوكسيد الكاربون في علاج السرطان داخل الطلائي لعنق الرحم

ClN) ويعد تبخير عنق الرحم افضل من الكي والتخريط (Conization) بالمشرط او العلاج بالتبريد (الزمهرير) Cryosurgery اذ يترك الرحم بحالة أكثر حيوية و دون تضيق او تندب فيه بحيث لا تؤثر على خصوبة المريضة.

- **أمراض عنق الرحم الذي يستخدم فيها CO_2 ليزر**

1- CIN (Cerical Intraepitheliel Neoplasia) وهي الأمراض التي يكون فيها تغيرات خلوية تسبق مرحلة الأورام السرطانية (Cerical Intraepitheliel Neoplasia) يحدث في منطقه الالتقاء (Transmit ion zone(TC)

مرحله المرض	الاسم	نوع التغير
ClNI	Mild dysplasia	تغير قليل في خلايا
ClNll	Moderate dysplasia	تغير متوسط في خلايا
ClNlll	Severe dysplasia and	تغير شديد في خلايا

	Carcinoma in situ	

جدول يوضح انواع CIN

وقد وجد أن 70% من الأمراض التي تصيب عنق الرحم هي من نوع CINI و الباقي يمثل CINII, CINIII

2- سرطان عنق الرحم Cervical canser

ويحصل عندما تكون هناك تغيرات خلوية تطابق موصفات الخلايا السرطانية مثلا تغيرات في النواة معدل الانقسام الخلوي معالجة CIN مثلا:

تعالج امراض CIN جميعها بطرائق عدة منها | IN II IN يعالج بوساطة الكوي الحراري Thermal caurzation او بوساطة التبريد الزمهرير Cryosurgery .CO laser الا انه في حالة الـ CIN III carcinoma in situ التي تمثل خلايا سرطانية غير منتشرة يجري علاجها اما بعملية استئصال الرحم بالكامل أو بقطع عنق الرحم المخروطي يقتضي تخريط عنق الرحم أي ازالة جزء من العنق مخروطي يتناسب مع حجم الضرر و موقعه تفاعل الليزر مع الأنسجة. يمتاز تفاعل الليزر مع الأنسجة بكونه ذا تأثير موضعي عال ويتم التفاعل تحت ظروف معينة يحددها نوع النسيج وكثافة تركيبه وخصائصه البصرية و الحرارية وكذلك الوسط الذي تجري فيه عملية التفاعل ليتم بعد ذلك تحديد الليزر الواجب استخدامه اذ يوصف شعاع الليزر بطوله الموجي والقدرة التي تحملها فوتوناته و النمط الذي نبعث به و الزمن الذي يستغرق نبضاته عند النمط النبضي و مساحة مقطع حزمته، وكثافة قدرته لكي تكون الاشعة ذات تأثير في نسيج ما يجب ان تمتص من قبل ذلك النسيج، اما اذا نفذت أو انعكست فلا تأثير لها فيه . وفي حالة تشتت الاشعة فهذا يعني امتصاصها من مساحة أكبر من النسيج. و ينتج عن التشعيع بالليزر تأثيرات حرارية وأخرى غير حرارية التأثير الحراري Photo Thermal Effec على

- معامل امتصاص و معامل استطارة (Scattering (النسيج للحزمة الساقطة.
- كثافة القدرة Power Density) للحزمة الساقطة .
- مدة التعريض (Duration الحزمة الليزر .
- حجم المنطقة المتعرضة للإشعاع (Spot Size)
- قابلية تبريد المنطقة من خلال الدورة الدموية.

ان معدل تحويل طاقة الاشعاع الساقط الى طاقة حرارية هو محصله مجموع التغيرات المذكورة في أعلاه أن معظم تركيب الانسجة ما عدا العظم تتركب من الماء بنسبة (٩٥ – ٨٠) وبما ان ليزر CO_2يمتص بالكامل من قبل الماء الموجود داخل الخلايا وبينها فان هذا الليزر ممكن ان يستخدم لقطع الانسجة . و تفسر

ميكانيكية التلف بالانتقال السريع للحرارة من الشعاع الى الخلية اذ ان سقوط شعاع الليزر على النسيج يعمل على حركة جزيئاته بحركة دورانية او اهتزازية داخل النسيج مما يؤدي الى رفع درجة حرارته.[1]

(3 . 3) تطبيقات الليزر فى الصناعة

تستخدم أنواع من أجهزة الليزر التي تعمل بطاقات أقل، تصل حرارتها إلى و ١٨٠٠ درجة مئوية في الصناعة في قطع ألواح الصلب، قد يصل سمك اللوح منها عندما يجري تحفيز جهاز الليزر بوساطة الكهرباء أو الضوء ترتفع طاقة ذراتها من المستوى الأدنى إلى المستوى الأعلى، وتعاود الانخفاض إلى مستوى الطاقة الأدني مرورا بالمستوى الأوسط نتيجة عدم استقرار الجسيمات الواقعة في مسار الطاقة، عندها تنبعث الفوتونات في جهاز الليزر وتخرج من الجهاز بطاقة كبيرة وصلت أقصى ما وصلت إليه ١٧٠٠ مليون ميجاواط ويتم التفاعل في ثلاثة على عشرة ملايين ثانية وضغطها مليون وخمسين الف كيلو جرام على السنتيمتر المربع ودرجة الحرارة بين ١٠٠ - ٢٠٠ الف درجة. ويأمل العلماء باستعمال تلك الطريقة في التوصل إلى الاندماج النووي للعناصر الخفيفة مثل الهيدروجين الثقيل والتريتيوم والليثيوم بغرض إنتاج الطاقة الكهربائية [2]

ومن استخدامات الليزر لحام المواد الصلبة والنشطة والمواد التي تتمتع بدرجة انصهار عالية مع امتيازها بدقة التصنيع بسبب إطلاقها لحزمة كثيفة ضيقة مركزة ، كما تستطيع أشعة الليزر فتح ثقب قطره (٥) ميكرومتر) خلال (٢٠٠) ميكروثانية) في بعض المواد الصلبة الماس والياقوت الأحمر والتيتانيوم وبفضل قصر زمن التثقيب لا يحدث أي تغير في طبيعة المادة لا يحدث انصهار أو تحولات في بنية المادة. كما لها استخدام مهم آخر وهو قياس المسافات بدقة متناهية، سواء المسافات القصيرة أو الطويلة. وأشعة الليزر تستطيع قياس عشرة امتار دون إحداث خطأ يتجاوز واحد على عشرة آلاف من المتر. كما استخدمت أشعة الليزر في تحديد بعد القمر عن الأرض. وقد تم ذلك في السبعينيات حيث وضع رواد الفضاء على القمر مرأة لعكس الليزر عند سقوطه عليها، وبعد ذلك وجه شعاع ليزر من الأرض إلى القمر وبانعكاسه على المرأة على سطح القمر وعودته إلى الأرض استطاع العلماء حساب بعد القمر عن الأرض بدقة لم يتوصلوا إليها من قبل. وهي تستخدم أيضا في تحديد الأهداف بدقة بالغة جدا، حيث أن كان الهدف على مسافة ٢٠ كم ووجهنا شعاع ليزر فسوف ينحصر مقطع الشعاع في دائرة ضوئية قطرها اسم فقط [3]

وإذا أطلقت إلى القمر فسيكون قطر الدائرة المشكلة كم فقط وتجري في أمريكا أبحاثا هائلة الاستخدام الليزر ذو طاقة عالية جدا لتدمير الصواريخ المعادية عاليا في الفضاء قبل وصولها إلى أمريكا، واستطاعوا تحقيق بعض النجاح على هذا الطريق ولكن الأبحاث لا زالت مستمرة، أولا الإتقان هذه التكنولوجيا الجديدة، ثم بناء شبكة عظمي لاكتشاف الصواريخ المعادية حين انطلاقها، ويتبع ذلك توجيه أجهزة الليزر القوي أو سلاح الليزر على الصاروخ المعادي لتدميره في الفضاء، وتتضمن هذه التكنولوجيا أيضا استخدام الأقمار

الصناعية وقيامها بدور في هذا النطاق. وقد رصدت الولايات المتحدة أموالا باهظة لإحداث تقدم في هذا المشروع[1]

كما يستعمل في الحصول على مياه صالحة للشرب مياه عذبة من المياه المالحة في البحار والبحيرات والآبار والمياه الجوفية تم استخدام طرق عديدة منها تقليدية ومنها حديثة ومتطورة وباستخدام تقنيات متطورة، فالترسيب والترشيح أصبحت طرق قديمة وقد تسببت في تلوث البيئة فقد شهدت الآونة الأخيرة تغيرات جذرية في تقنيات التحلية والمعالجة ترجع في كثير من الأحوال إلى النقص الشديد الذي تعانيه كثير من دول العالم الصناعية في مجال مياه الشرب وقد أدت هذه العوامل إلى البحث عن طرق جديدة غير الطرق التقليدية وفي سبيل ذلك يتم استخدام أجهزة وتقنيات حديثة ومتطورة مثل عمليات التقطير الومضي و عمليات التناضح العكسي والتحلية والتقطير بواسطة الطاقة الشمسية أو بواسطة الوقود وتتم هذه العمليات بأجهزة تقطير أو تكثيف مفردة أو متعددة عن طريق كبس البخار أو التبادل الأيوني أو المعالجة الكيمياوية أو التحليل الكهربائي [2]

وقد أدت هذه العوامل إلى البحث عن طرق جديدة غير الطرق التقليدية وفي سبيل ذلك يتم استخدام أجهزة وتقنيات حديثة ومتطورة مثل عمليات التقطير الومضي و عمليات التناضح العكسي والتحلية والتقطير بواسطة الطاقة الشمسية أو بواسطة الوقود وتتم هذه العمليات بأجهزة تقطير أو تكثيف مفردة أو متعددة عن طريق كبس البخار أو التبادل الأيوني أو المعالجة الكيمياوية أو التحليل الكهربائي [2]

تعتمد الفكرة الأساسية لاستغلال الطاقة الشمسية في تحلية المياه عن طريق استخدام المستقطرات الشمسية على خاصية الزجاج حيث يسمح بنفاذ الأشعة ذات الأطوال الموجية القصيرة حتى (٣) مايكرون) والتي تصدر من الأجسام الساخنة ذات الدرجات الحرارة العالية جدة كالشمس والتي تبلغ درجة حرارة سطحها حوالي (٦٠٠٠) درجة مطلقة). ولا يسمح بنفاذ الأشعة الحرارية ذات الأطول الموجية الطويلة التي تزيد على (٣) مايكرون) والتي تصدر من الأجسام ذات درجة الحرارة المنخفضة [3]. ومن الجدير بالذكر أيضاً أننا لو استخدمنا طاقة وقدرة واطئة فأن درجة الحرارة للسائل (الماء لا تصل إلى درجة حرارة التحول الطوري الغليان) أما إذا استخدمنا طاقة عالية (قدرة عالية يحصل لدينا تسخين ثم تحول طوري سريع ومفاجئ) غليان وتبخر وهو ما يحصل في بحثنا الحالي والذي استخدمنا ليزر ثاني أوكسيد الكربون CO كمصدر للقدرة والطاقة حيث يعتبر هذا الليزر من أكفأ ليزرات الغاز على الإطلاق فهو أكفأ الليزرات التي تعمل بشكل مستمر حيث يحقق كفاءة بحدود (٢٠-٣٠) . وخرج بمقدار العديد من الآلاف من الواطات وهو يعمل في المدى تحت الأحمر من الطيف الكهرومغناطيسي غير (مرئي) وبطول موجة مقدارها (١٠.٦) مايكرومتر ، Patel)

(4 . 3) اله نقش باستخدام ليزر CO_2

آلة النقش بالليزر CO_2هي آلة نقش تستخدم تقنية ليزر ثاني أكسيد الكربون. هذا النوع من آلات النقش بالليزر هو نموذج للأغراض العامة. إنها تعتمد طريقة التركيز الخلفي ولها مزايا الحجم الصغير والتكامل العالي. تتميز آلة النقش بالليزر CO_2بالمزايا ، مثل مواد التطبيق المتنوعة ، وعمر العمل الطويل ، وانخفاض تكلفة الاستخدام ، وتأثير المعالجة الجيد ، وطاقة الإخراج المريحة والقابلة للتعديل ، والتشغيل البسيط الخالي من الصيانة. آلة النقش بالليزر CO_2مناسبة لنقش معظم المواد غير المعدنية ، مثل الورق والبلاستيك وورق الملصقات والأقمشة الجلدية والسيراميك والبلاستيك الراتينج وخشب البامبو ولوحة PCB والكريستال والبوق والزجاج العضوي والرخام والقماش والمطاط والبلاستيك والمواد غير المعدنية الأخرى. وفقًا لمزايا كثافة الطاقة العالية ، والتشغيل القوي ، ومجموعة واسعة من مواد المعالجة ، وحواف قطع ناعمة بدون نتوءات ، ولا تلميع ، ولا ضوضاء ، ولا غبار ، وسرعة معالجة عالية ، ودقة عالية ، ونفايات أقل ، وكفاءة عالية ، ونقش ليزر ثاني أكسيد الكربون أصبح الخيار الأفضل لجميع الصناعات. آلة نقش CO_2هي آلة نقش تستخدم تقنية ليزر ثاني أكسيد الكربون لقطع أو نقش المواد غير المعدنية في الغالب. إنها تتكون أساسًا من ليزر CO_2ومنصة النقش والغطاء ونظام التحكم. يطلق الناس أيضًا على آلة النقش بالليزر CO_2باعتبارها آلة النقش بالليزر CO_2، وآلة الوسم بالليزر CO_2، ونظام النقش بالليزر CO_2. هذا النوع من آلات الليزر له نطاق واسع من التطبيقات ، وأحجام صغيرة ودرجة عالية من التكامل.كنوع من آلات النقش بالليزر CNC ، فإنه يحتوي على هدايا محفورة بالليزر سهلة الاستخدام وسهلة التشغيل ويمكن أن تخلق عملية نقش دقيقة وعالية السرعة. هذا النوع من آلات النقش بالليزر CNC له أيضًا أنواع مختلفة مثل الأنواع الأخرى. آلة النقش بالليزر المحمولة تُعرف أيضًا باسم آلة النقش بالليزر المحمولة ، وهي مصممة لنقش الأشياء الضخمة الثابتة وغير المنقولة. آلة النقش بالليزر الصغيرة مصنوعة للأشياء الصغيرة. يمكن للأنواع الأخرى من آلات النقش بالليزر CNC مثل آلة النقش بالليزر DIY أن تسمح للأشخاص بإنشاء منتجاتهم المبتكرة.

في بعض الأحيان ، يقسم المصنعون آلة نقش CO_2وفقًا لمواد مختلفة. على سبيل المثال ، هناك آلة نقش الزجاج CO_2، آلة نقش CO_2للمعادن وآلة نقش **CO2** للخشب ، إلخ.

- فوائد الة نقش ليزر CO_2

1. مُجهزة بمنضدة الشفرات ، يمكن استخدامها لمعالجة لوحات الإعلانات الصلبة مثل الأكريليك و MDF.

2. مع مجموعة واسعة من التطبيقات ، فهي تستخدم على نطاق واسع في صناعة الإعلانات ، إنتاج الحرف اليدوية ، الديكور ، أثاث الألواح المطاطية ، وغيرها من الصناعات.
3. مع ميزات التصميم المدمج والهيكل البسيط ، فإنه أكثر ملاءمة للعمل.
4. تم اعتماد مسامير كروية عالية الدقة وموجهات لقيادة مستقرة ودقة عمل عالية
5. **أفضل آلة نقش بالليزر يمكنها التعامل مع المواد المختلفة ، حتى بعض الصفائح المعدنية. كما أن لديها تقنية نقش CO2 دقيقة وسرعة عمل عالية الكفاءة**

اليه نقش باستخدام ليزر **CO2**

(3 . 5) تطبيقات ليزر CO_2 العسكرية

تطبيقات الليزر CO_2العسكرية تشمل مجموعة متنوعة من الاستخدامات في القطاع العسكري.

1. التسليح الدفاعي:

يمكن استخدام أشعة الليزر CO_2 في أنظمة الدفاع الجوي والدفاع الصاروخي لتدمير الأهداف الجوية والصاروخية. يمكن للأشعة الليزرية أن تصيب هدفًا بدقة عالية وتتسبب في تدميره أو تعطيله.

2. الاستطلاع والاستطلاع:

يمكن استخدام الليزر CO_2 في أنظمة الاستطلاع والاستشعار عن بعد للكشف عن الأهداف وجمع المعلومات الاستخباراتية. يمكن استخدام الليزر للكشف عن الأهداف المختلفة مثل الآليات والمركبات والهياكل المعدنية.

3. التدريب والتأهيل:

يمكن استخدام الليزر CO_2 في أنظمة التدريب والتأهيل العسكرية. يمكن استخدامه لإنشاء أهداف افتراضية تستخدم لتدريب القناصة والطيارين والقوات البرية على مهارات الإصابة بدقة في الأهداف.

4. الاتصالات:

يتم استخدام الليزر CO_2 في بعض أنظمة الاتصالات العسكرية. يمكن استخدامه لإرسال الإشارات والمعلومات عبر الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء أو الليزرية. يمكن توظيف هذه التقنية في الاتصالات بين القوات الميدانية أو في تطبيقات الاستخبارات العسكرية.

5. التدمير والتعطيل:

يمكن استخدام الليزر CO_2 في أنظمة التدمير والتعطيل العسكرية. يمكن استخدام الليزر لتدمير الأهداف الصلبة مثل الأجسام المعدنية أو للتعطيل الإلكتروني للأنظمة العسكرية العدوة.

وأيضا هناك العديد من التطبيقات الأخرى لليزرات في القطاع العسكري.

1. الاستشعار البعيد:

يمكن استخدام الليزرات في أنظمة الاستشعار البعيد للكشف عن الأهداف والتحقق من المعلومات عن بُعد. يُستخدم الليزر في إرسال الأشعة التي تعكسها الأهداف المختلفة وتحليل الإشارات المرتجعة لتحديد موقع ونوع الأهداف.

2. الرؤية الليلية:

يمكن استخدام الليزرات في أنظمة الرؤية الليلية لتحسين الرؤية في الظروف المنخفضة الإضاءة. يتم استخدام الليزرات لإنشاء إضاءة إضافية أو لتعزيز الإشعاع الذي يستشعره الأجهزة المستخدمة في الرؤية الليلية.

3. الإرشاد والتوجيه:

يمكن استخدام الليزرات في أنظمة الإرشاد والتوجيه للأسلحة الموجهة. يُستخدم الليزر لإرسال إشارات إلى الأهداف أو لتوجيه الصواريخ والطائرات بدقة عالية نحو الأهداف المرغوبة.

4. التفتيش والكشف:

يمكن استخدام الليزرات في أنظمة التفتيش والكشف للكشف عن المتفجرات أو المواد الكيميائية الخطرة. يتم استخدام الليزرات لإرسال أشعة ليزرية على الأهداف المشتبه بها واستشعار الإشعاع المرتجع لتحديد وجود المواد الخطرة.

5. الحماية الضوئية:

يمكن استخدام الليزرات في أنظمة الحماية الضوئية لتعطيل أو تدمير الأجهزة البصرية المستخدمة في الأسلحة الموجهة أو الأنظمة البصرية العدوة

(3 . 6) تطبيقات ليزر CO_2 في بلازما

يمكن استخدام الليزر CO_2 في إنتاج البلازما في عدة تطبيقات.

1. بلازما الانصهار الحراري:

يمكن استخدام الليزر CO_2 لإنتاج بلازما عن طريق توجيه الليزر على سطح مادة معينة. يتم تسخين المادة بشكل كبير مما يؤدي إلى تشكيل بلازما تحتوي على غازات مشحونة وجزيئات متنوعة. يستخدم هذا النوع من البلازما في البحوث العلمية والتجارب النظرية.

2. بلازما التنظيف:

يمكن استخدام الليزر CO_2 في عمليات التنظيف بالبلازما. يتم توجيه الليزر على سطح المادة المراد تنظيفها، مما يسبب تأين الجزيئات وتشكيل بلازما. تعمل هذه البلازما على إزالة الرواسب والشوائب والأوساخ من السطح بطريقة فعالة ودقيقة.

3. بلازما التجميد:

يمكن استخدام الليزر CO_2 لإنتاج بلازما تجميدية. يتم توجيه الليزر على سطح المادة المراد تجميدها، مما يؤدي إلى تكوين بلازما باردة تقوم بتجميد المادة على الفور. يستخدم هذا النوع من البلازما في تطبيقات مثل تجميد الأطعمة والمواد الحساسة للحرارة.

4. بلازما التطهير والتعقيم:

يمكن استخدام الليزر CO_2 في إنتاج بلازما لتطهير وتعقيم الأسطح والأجسام. يعمل الليزر على توليد بلازما مؤقتة تسبب تأين البكتيريا والفيروسات وتقضي عليها. تستخدم هذه التقنية في مجالات مثل الطب والعلوم الحيوية والصناعات الصحية.

(3 . 7) تطبيقات ليزر CO_2 في البيئة

ليزر CO_2 يستخدم في عدة تطبيقات بيئية مهمة منها :-

1. قياس انبعاثات الغازات الدفيئة:

يمكن استخدام الليزر CO_2 في قياس انبعاثات غاز ثاني أكسيد الكربون (CO_2) وغازات دفيئة أخرى. يتم استخدام الليزر لتحليل تراكيز هذه الغازات في الغلاف الجوي وفي مصادر التلوث المحتملة مثل محطات توليد الطاقة ومصانع الصلب والمرافق الصناعية الأخرى.

2. تقنيات القياس البيئي:

يمكن استخدام الليزر CO_2 في تطوير تقنيات القياس البيئي المستخدمة في مجالات مثل علوم البيئة وعلم الأرض. يستخدم الليزر في تحديد خصائص الغلاف الجوي وتحليل التغيرات المناخية ورصد جودة الهواء ومراقبة التلوث البيئي.

3. معالجة المخلفات الصلبة:

يمكن استخدام الليزر CO_2 في تقنيات معالجة المخلفات الصلبة. على سبيل المثال، يمكن استخدام الليزر لتفتيت وتحويل النفايات العضوية إلى غازات قابلة للاحتراق أو مواد قابلة للتحلل.

4. التطهير والتعقيم:

يمكن استخدام الليزر CO_2 في تقنيات التطهير والتعقيم البيئية. يعمل الليزر على قتل البكتيريا والفيروسات والميكروبات الضارة في المياه والهواء والأسطح، مما يعزز السلامة البيئية والصحية.

(8 . 3) تحلية المياه باستخدام أشعة ليزر ثاني أوكسيد الكربون CO_2:

للحصول على مياه صالحة للشرب مياه عذبة من المياه المالحة في البحار والبحيرات والآبار والمياه الجوفية تم استخدام طرق عديدة منها تقليدية ومنها حديثة ومتطورة وباستخدام تقنيات متطورة، فالترسيب والترشيح أصبحت طرق قديمة وقد تسببت في تلوث البيئة فقد شهدت الأونة الأخيرة تغيرات جذرية في تقنيات التحلية والمعالجة ترجع في كثير من الأحوال إلى النقص الشديد الذي تعانيه كثير من دول العالم الصناعية في مجال مياه الشرب وقد أدت هذه العوامل إلى البحث عن طرق جديدة غير الطرق التقليدية وفي سبيل ذلك يتم استخدام أجهزة وتقنيات حديثة ومتطورة مثل عمليات التقطير الومضي و عمليات التناضح العكسي والتحلية والتفطير بواسطة الطاقة الشمسية أو بواسطة الوقود وتتم هذه العمليات بأجهزة تقطير أو تكثيف مفردة أو متعددة عن طريق كبس البخار أو التبادل الأيوني أو المعالجة الكيمياوية أو التحليل الكهربائي [1]

تعتمد الفكرة الأساسية لاستغلال الطاقة الشمسية في تحلية المياه عن طريق استخدام المستقطرات الشمسية على خاصية الزجاج حيث يسمح بنفاذ الأشعة ذات الأطوال الموجية القصيرة حتى (٣) مايكرون) والتي تصدر من الأجسام الساخنة ذات الدرجات الحرارة العالية جدة كالشمس والتي تبلغ درجة حرارة سطحها حوالي (٦٠٠٠ درجة مطلقة) [2] . ولا يسمح بنفاذ الأشعة الحرارية ذات الأطول الموجية الطويلة التي تزيد على (٣) مايكرون) والتي تصدر من الأجسام ذات درجة الحرارة المنخفضة [3]

ومن الجدير بالذكر أيضاً أننا لو استخدمنا طاقة وقدرة واطئة فأن درجة الحرارة للسائل (الماء) لا تصل إلى درجة حرارة التحول الطوري (الغليان) أما إذا استخدمنا طاقة عالية (قدرة عالية) يحصل لدينا تسخين ثم تحول طوري سريع ومفاجئ (غليان وتبخر) وهو ما يحصل في بحثنا الحالي والذي استخدمنا ليزر ثاني أوكسيد الكربون **CO2** كمصدر للقدرة والطاقة حيث يعتبر هذا الليزر من أكفا ليزرات الغاز على الإطلاق

فهو أكفأ الليزرات التي تعمل بشكل مستمر حيث يحقق كفاءة بحدود (٣٠-٢٠). وخرج بمقدار العديد من الآلاف من الواطات وهو يعمل في المدى تحت الأحمر من الطيف الكهرومغناطيسي (غير مرئي وبطول موجة مقدارها (٦,١٠ مايكرومتر، Patel))

المصادر والمراجع

1) آرثر بايرز مفاهيم الفيزياء الحديثة، ترجمة د. منعم مشكور، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي، جامعة الموصل، ١٩٨٠م.

2) . إيهاب صلاح الدين الطاقة وتحديات المستقبل، المكتبة الاكاديمية، القاهرة• ١٩٩٥م.

3) بيلا .. لينكل الليزرات، ترجمة: فاروق عبود قصير ، جامعة الموصل العراق• ١٩٨٤م.

4) حشمت أمين عامر (عالم الطاقة الشمسية دار الفكر العربي ١٩٨٥٠

5) د.سعود بن حميد اللحياني الليزر وتطبيقاته، كلية العلوم جامعة ام القرى السعودية.

6) د. سهام قندلا ، فيزياء الليزر وبعض تطبيقات العملية . وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ، جامعة بغداد ١٩٨٩

7) د.محمد كوسا فيزياء الليزر جامعه دمشق مصدر سابق

8) شربل موريس ١٩٩٩ (الموسوعة العلمية دار الفكر العربي بيروت

9) عباس حمادي الوتار وآخرون، أشعة الليزر، جامعة بغداد، ١٩٩١م.

10) م.عدي عطا حمادي اساسيات الليزر وتقنياته 2004

11) محاضرات جامعه الاندلس الخاصة لعلوم الطبية المبحث الثاني ليزر الطبية

12) Patel، C. K. N. (1964). "Continuous-Wave Laser Action on Vibrational-Rotational Transitions of **CO2**". Physical Review.ع 136 .ج .

13) Plasma Physics and Engineering" بواسطةAlexander Fridman وLawrence A. Kennedy