جمهورية العراق
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
جامعة القادسية ـ كلية التربية
قسم الفيزياء

بعض تطبيقات الليزر في مجال الطب

بحث تقدم به الطالبين

عباس محمد عطيه عبدالله حسين كعيم

إلى مجلس قسم الفيزياء كلية التربية
وهو جزء من متطلبات نيل درجة البكالوريوس
علوم في الفيزياء

بإشراف

أ.م. وئام سامي

١٤٣٩هـ ٢٠١٨م

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ قَالُوا سُبْحَانَكَ لَا عِلْمَ لَنَا إِلَّا مَا
عَلَّمْتَنَا إِنَّكَ أَنْتَ الْعَلِيمُ الْحَكِيمُ ﴾

صدق الله العلي العظيم

[سورة البقرة: الآية ٣٢]

إهـداء

إلى...
الفـاتح لمـا أغلـق * والخـاتم لمـا سـبق * والناصـر للحـق بـالحق * والهادي إلى الصـراط المستقيم * سيد الخلق وحبيب الحق * نبينـا محمد عليه وعلى آله وصبحه أفضل الصلاة والتسليم *

إلى...
مـن أوصـى الله بطاعتهمـا.... والـديّ العزيـزين * حسـباً وتقـديراً وعرفاناً بالجميل *

إلى...
كل من ساندني وأزرني خطوة بخطوة على هذا الطريق * رمز النقاء والوفاء * والمحبة ونبض القلب * أصدقائي وأخوتي

إلى...
كل قلب خفق * حباً * ووفاءً *

إلى استاذتي الأفاضل وكل من ساهم في تعليمي *
أهدي ثمرة جهودي وأرجو قبولها

شكر وتقدير

الحمد لله رب العالمين والصلاة والسلام على أشرف الخلق والمرسلين الرسول الكريم محمد وعلى آله الطيبين الطاهرين.

أتوجه بالشكر الجزيل إلى جميع أساتذتي الأفاضل في قسم الفيزياء كلية التربية جامعة القادسية الذين بذلوا جهداً في توجيهي وأمدادي بما احتجت إليه من النصيحة.

وأرى أن أقف شاكراً لأستاذي الفاضل الدكتور أحمد حميد الذي بذل جهده معي وأعانني ووجهني في كتابتي لهذا البحث فكان نعم المعين والموجه، فجزاه الله عني خيراً.

وأشكر كل من ساعدني وأعانني من الأصدقاء على إنجاز هذا البحث فلهم في النفس منزلة وإن لم يسعف المقام لذكرهم، فهم أهل للفضل والخير والشكر.

المحتويات

ت	الموضوع	الصفحة
١	الفصل الاول	١
١-١	المقدمة	٢
١-٢	الليزر (Laser)	٣
١-٣	بعض خواص الليزر	٤
١-٣-١	احادي الطول الموجي (Monochromatic)	٤
١-٣-٢	الاتجاهية (Directionality)	٤
١-٣-٣	التشاكه (Coherency)	٤
١-٣-٥	نبضات شديدة القصر (Ultrashort-pulse)	٥
١-٤	تفاعل الليزر مع الانسجة	٦-٧
١-٥	العمليات الاساسية لتفاعل الليزر مع النسيج	٧
١-٥-١	الاستطارة (Scattering)	٨
١-٥-٢	امتصاص واختراق الليزر (Absorption and Penetration of Laser)	٨-٩-١٠
١-٥-٣	الانعكاس (Reflection)	١٠
١-٦	تأثيرات اشعة الليزر في النسيج	١٠
١-٦-١	التأثيرات الحراري (Thermal effects)	١٠-١١
١-٦-٢	التأثيرات الكيميائية والضوئية (Photochemical effects)	١١
١-٦-٣	التأثيرات الميكانيكية الضوئية (Photomechanical Effects)	١١-١٢
٢	الفصل الثاني	١٣
٢-١	بعض انواع الليزرات المستخدمة في الطب	١٤
٢-١-١	ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون (Co_2)	١٤-١٥
٢-١-٢	ليزر الاكسايمر (Excimer)	١٥
٢-٢-٣	ليزر النديميوم-ياك (Nd-YaG)	١٥
٢-٢-٤	ليزر هيليوم - نيون He-Ne	١٦
٢-٢-٥	ليزر الياقوت	١٦
٣	الفصل الثالث	١٧
٣-١	نبذة تاريخية عن استخدام الليزر في مجال الطب	١٨
٣-٢	استخدام الليزر في علاج السرطان	١٨-١٩
٣-٣	استخدام الليزر منخفض الطاقة في علاج مرض نفسي مثل الاكتئاب	٢٠-٢١
٣-٤	استخدام اشعة الليزر في طب الاسنان	٢١-٢٢
٣-٥	استخدام الليزر في مجال التجميل	٢٢
٣-٥-١	استخدام الليزر منخفض الطاقة في علاج السمنة	٢٢
٣-٥-٢	استخدام الليزر في تنسيق القوام (الحمية الليزرية)	٢٢٢-٢٣
٣-٦	استخدام الليزر في جراحة العيون	٢٤
	المصادر	٢٥-٢٦

الخلاصة

تم في هذا البحث توضيح بعضات المفاهيم الاساسية لليزر وذكر بعض أنواعه الشائعة الاستخدام منذ زمن بعيد ولحد الان نظرا لتطبيقاتها المتعددة في مجالات عديدة ولاسيما في المجال الطبي حيث تم ذكر بعض الاعراض التي من الممكن ان يتم علاجها باستخدام تقنية الليزر الحديثة .

الفصل الاول

الليزر وخواصه

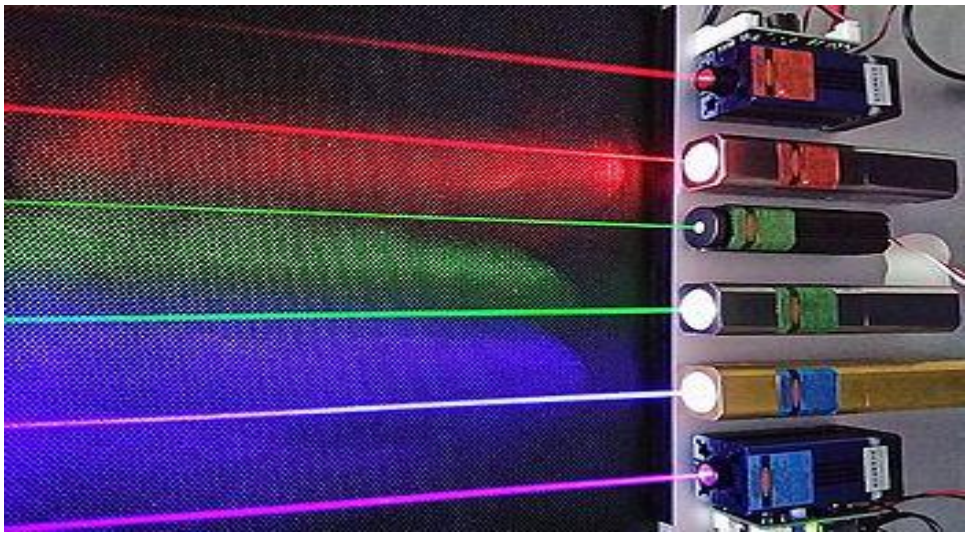
١-١ المقدمـــة

لقد مضى الآن أكثر من خمسة وعشرين عاماً على اختراع الليزر باستخدام بلورة الياقوت كوسط ليزري. ومنذ ذلك الوقت لم يقتصر الليزر على مجرد استعماله في حديثنا اليومي بل أخذ في التطور من حالة الفضول العلمي المحدود الاستعمال إلى أن يصبح أحد أهم الاختراعات في زماننا. يعد الليزر الآن أداة مهمة في مجالات مختلفة كالصناعة والطب، ويمثل الأداة الأساسية في أنظمة الاتصالات والهولوغرافي ، وكذلك فهو القاعدة الصلبة لعديد من القياسات العلمية والبرامج البحثية. يستخدم الليزر هنا كمصطلح عام لأنواع مختلفة من الليزرات ذات الخصائص المختلفة. وعلى أية حال، فجميع الليزرات تبعث إشعاعاً له مميزات خاصة مما يساعد في استخدامها على نطاق واسع من التطبيقات بخلاف مصادر الضوء العادية.

على ضوء التطبيقات الواسعة لليزر، يتضح حاجة المستعملين له من غير الفيزيائيين لاكتساب معلومات جديدة عن الليزرات حتى يتسنى لهم فهم التطبيقات المعينة التي تهمهم وكذلك إدراك مميزات وحدود استعمال الليزر. هذه المعرفة سوف تمكنهم بالطبع من إجراء اختيار رشيد للّيزرات والمركبات المساعدة الأخرى التي يرغبون شرائها. وتضم قائمة المستعملين كلاً من المهندسين الميكانيكيين، مختصي الإلكترونيات، المهندسين المدنيين، مهندسي الاتصالات ، الكيميائيين، علماء الحياة، الجراحين، العسكريين والفنانين[١].

١-١ الليزر (Laser)

الليزر هو مصدر لتوليد الضوء المرئي وغير المرئي والذي يتميز بمواصفات مميزة لا توجد في الضوء الي تصدره بقية مصادر الضوء الطبيعية والصناعية، جاءت تسمية كلمة ليزر LASER من الأحرف الأولي لفكرة عمل الليزر والمتمثلة في الجملة Light (Amplification by Stimulated) Emission of) Radiation أي تضخيم الضوء بانبعاث الإشعاع المحفز هو اشعاع كهرومغناطيسي تكون فوتوناته مساوية في التردد ومتطابقة الطور الموجي حيث تتداخل تداخلا بناءً بين موجاتها لتتحول إلى نبضة ضوئية ذات طاقة عالية وشديدة التماسك زمانيا ومكانيا ذات زاوية انفراج صغيرة جدا وهو مالم يمكن تحقيقه باستخدام تقنيات أخرى غير تحفيز الإشعاع. بسبب طاقتها العالية وزاوية انفراجها الصغيرة جدا تستخدم اشعة الليزر في عدة مجالات أهمها القياس كقياس المسافات الصغيرة جدا أو الكبيرة جدا بدقة متناهية ويستخدم أيضا في إنتاج الحرارة لعمليات القطع الصناعي وفي العمليات الجراحية خاصة في العين ويستخدم أيضا في الأجهزة الإلكترونية لتشغيل الأقراص الضوئية [٢].



شكل (١-١) بعض انواع الليزر

١-٢ بعض خـــواص اللـــيزر

١-٣-١ احادي الطول الموجي (Monochromatic) :

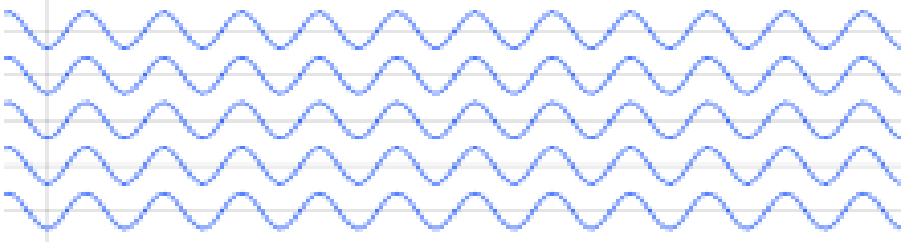
(احادي التردد) وتعني ان شعاع الليزر له طول موجي واحد فقط أي تردد منفرد، ويختلف ضوء الليزر عن أنواع الضوء الأخرى بأنه يتكون من حزمة من الترددات الضوئية الضيقة حيث يظهر ضوء الليزر بلون واحد وعلى درجة عالية من النقاء بينما أنواع الضوء الأخرى تتكون من ألوان الطيف المرئية لذلك يتم استغلال هذه الخاصية واستخدام ضوء الليزر في أنظمة اتصالات الألياف الضوئية كحامل للمعلومات.

١-٣-٢ الاتجاهية (Directionality) :

وهي من أهم الخصائص التي يتميز بها الليزر حيث إن زاوية انفراج أشعة الليزر صغيرة جدا وبالتالي يمكنها قطع مسافات طويلة من دون أن تتشتت طاقته أو تغير من اتجاهها وتستخدم هذه الخاصية في العديد من التطبيقات التي تعتمد على قياس المسافات القريبة والبعيدة وتحديد الأهداف بدقة متناهية مثل أنظمة المساحة.

١-٣-٣ التشاكه (Coherency) :

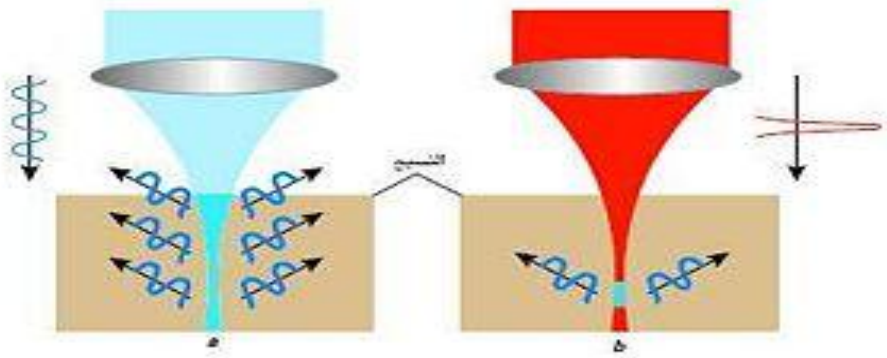
تتميز الترددات الضوئية الناتجة عن أشعة الليزر بأن فوتونات هذه الأشعة مترابطة ومتماسكة لأن لها نفس الطور البنائي ونفس حجم الاستقطاب وهي خواص غير موجودة في أي نوع من أنواع الضوء الأخرى وتستخدم هذه الخاصية في التداخل الضوئي والتصوير ثلاثي الأبعاد ودراسة تركيب المواد وقياس السرعة والمسافة.



شكل (١-٢) موجات في نفس الطور، (كما في الليزر).

١-٣-٤ نبضات شديدة القصر (Ultrashort-Pulse) :

يتميز شعاع الليزر بأن حجم مقطعه العرضي صغير جدا حيث لا يتجاوز عدة ميكرومترات مربعة وبما أن جميع الطاقة الضوئية التي يطلقها الليزر تتمركز في هذا المقطع العرضي الصغير ستظهر بشكل إضاءة أو شعاع شديد بحيث تعتبر شدة الشعاع الصادرة عن الليزر أكبر من شدة الضوء الصادر عن الشمس أو المصابيح كما يمكن لهذه الأشعة أن تقطع مسافات طويلة من دون أن تقل شدة إضاءتها وتستخدم هذه الخاصية في العمليات الجراحية الدقيقة ومعالجة أمراض الجلد والعيون وفي حفر وقطع المواد. يمكن الحصول من نتاج ليزر مستمر ثابت الشدة (CW) او من ليزر نبضي (P) على ليزر يعمل بنبضات ي امد اقصر وقدرة ذروة اعلى باستخدام تقنية اقفال الصيغة يمكن الحصول على نبضات شديدة القصر بحدود بيكو ثانية وكذلك يمكن الحصول على نبضات في حدود نانو ثانية حيث باستخدام الليزر امكن الحصول على نبضات اقصر بحوالي الف مرة وحديثا امكن توليد نبضات بحدود اعشار بيكو ثانية . ان مثل هذا الامد القصير سيسمح بقياس زمن في ها المدى او حتى اقصر طالما ان سرعة الضوء تساوي تقريبا (٣× $١٠^{٨}$ متر/ثانية) فالمسافة التي تقطعها النبضة بهذا القصر هي (٠.٣ملم) فقط . حيث رافق امكانية الحصول على مثل هذه النبضات شديدة القصر تطور في اجهزة قياس الزمن . ان الاشياء الوحيدة التي تتحرك في مثل هذا الزمن الشديد القصر هي الالكترونات في ذرات وجزيئات المادة . ولقد ادرك علماء الكيمياء والفيزياء وعلوم الحياة وكذللك المهندسون بأن مثل هذه النبضات تسمح ولأول مرة دراسات تحليل الزمن لعمليات سريعة كانت سابقا تستسقى بصورة غير مباشرة من القياسات الطيفية . ان تحقيق مثل هذه الدراسات يتوقف ايضا على تطور الاجهزة الالكترونية والضوئية، مثلا اجهزة التصوير مثل هذه النبضات وأقفال الكترونية – ضوئية سريعة [٣] .



شكل (١-٣) نبضات ليزر شديدة القصر

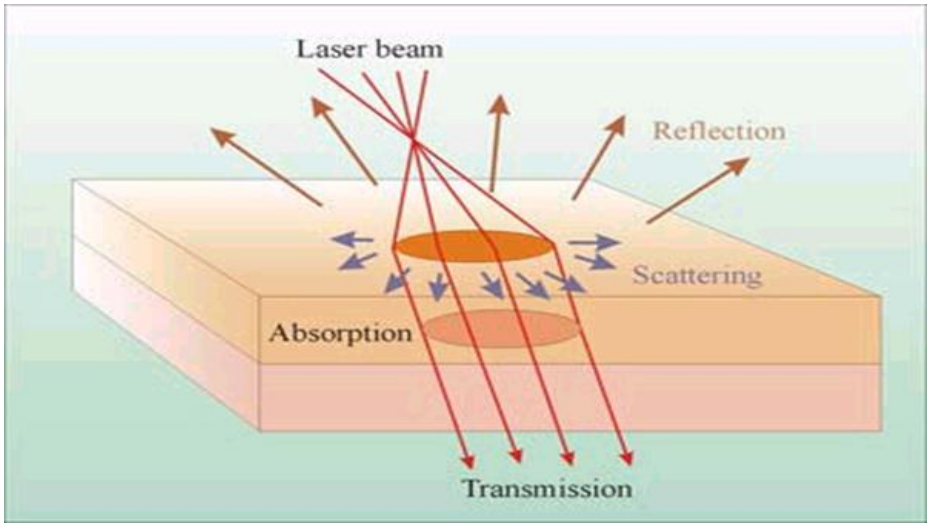
٣-١ تفاعـل اللـــيزر مع الانسجـة

يوفر تفاعل ضوء الليزر مع الأنسجة اللينة طريقةً خاصًا للجراحة. حيث يبخر شعاع الليزر شديد التركيز النسيج الذي يحتوي على الماء بدرجة عالية. ويمكن أن يُحدث الليزر شقوقًا صغيرةً جدًا عند تركيز الشعاع على النسيج (يمكن تصغير بقعة التركيز إلى ٠.١ملمتر ، ولكن المساحة الأكثر استخداما على نطاق واسع في الممارسة هي ٠.٤ ملمتر). وعند إزالة تباؤر الشعاع، تقل شدة ضوء الليزر على النسيج، ويمكن استخدامه في هذه الحالة لكي الأوعية الدموية الصغيرة والأوعية اللمفاوية، وبالتالي يقلل التورم بعد العملية. كما أن لشعاع الليزر تأثيرًا تعقيميًا طبيعيًا يبخر البكتريا والفيروسات، والفطريات، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض في الإصابات المحلية. ربما يكون الأمر الأكثر أهمية، أن الليزر يقلل الألم بعد العملية عن طريق سد النهايات العصبية. وتختلف جراحة الأنسجة اللينة بالليزر عن جراحة الأنسجة الصلب العظام والأسنان في طب الأسنان وجراحة العيون بالليزر جراحات البصر التصحيحية بسبب أنواع أشعة الليزر المستخدمة في نوع معين من جراحات الليزر. يغلب على أشعة الليزر الجراحية المستخدمة في الأنسجة الصلبة Er:YAG laser الذي يعمل على أطوال موجية حوالي ٣٠٠٠ . جراحات العين بالليزر تستخدم أشعة الليزر إكسيمر في نطاق الأشعة فوق البنفسجية (UV) للأطوال الموجية. وعلى عكس العديد من أشعة الليزر ذات الحالة الصلبة والصمام الثنائي في نطاق الأطوال الموجية للأشعة تحت الحمراء المرئي والقريب (٦٠٠-٢,٠٠٠ ملليمتر)، فإن الأنسجة اللينة الحية التي تحتوي على الماء تمتص الطول الموجي لليزر ثاني أكسيد الكربون (10,600) إلى حد كبير[٤]. وعلاوة على ذلك، فإن تكنولوجيا ليزر ثاني أكسيد الكربون الحديثة تجعل تكلفة هذا الليزر في المتناول أكثر من الإربيوم ياج ليزر (Er:YAG lasers)ذو الحالة الصلبة، والتي تتميز أيضًا بطولٍ موجي يمكن أن يمتصه الماء على نحو بالغ. ونظرًا لدقته وطوله الموجي، يظل ليزر ثاني أكسيد الكربون مهيمنًا على جراحات الأنسجة اللينة.تختلف نظم الليزر الجراحية ليس فقط بسبب الطول الموجي، ولكن أيضًا بسبب نظام إيصال الضوء: الألياف المرنة أو الذراع المفصلي، فضلاً عن عوامل أخرى. يتم استخدام جراحة الأنسجة اللينة بالليزر في العديد من التطبيقات في مجال الطب البشري مثل (الجراحة العامة، والجراحة العصبية، وطب الأنف والأذن والحنجرة، وطب الأسنان،وجراحة الفم والوجه والفكين فضلاً عن مجالات الطب البيطري [٦,٥].

شكل (١-٤) جهاز ليزر (CO_2) لجراحة الأنسجة اللينة بالليزر

١-٤ العمليات الأساسية لتفاعل الليزر مع النسيج

الامتصاص والاستطارة ظاهرتان فيزيائيتان لهما تأثير في انتشار الضوء خلال الأنسجة الحيوية وسيتم مناقشتهما في هذا البند، وعلى الرغم من ان كلاهما مهم إلا أن الاستطارة تعدُ هي الميكانيكية الأهم. وتعتمد الدرجة النسبية لهذه العمليات على نوع النسيج فعلى سبيل المثال في البشرة تختلف هذه العمليات حسب حالة الجلد، والشكل (١-٥) يبين الظواهر الأساسية المرافقة لتفاعل الضوء مع النسيج [٧] .

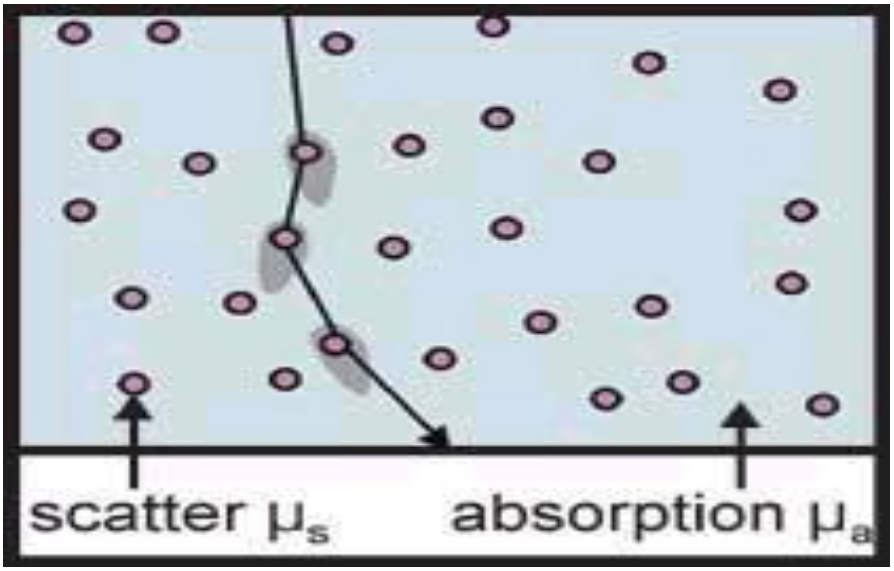


شكل (١-٥) الظواهر الأساسية المرافقة لتفاعل الضوء مع النسيج

١-٥-١ الاستطارة Scattering :

يمكن التحكم بانتقال الإشعاع خلال نماذج معقدة مثل الأنسجة الحيوية عن طريق تفاعلات استطارة الضوء في الوسط .

والاستطارة أساساً هي عملية فيزيائية تنتج ضمن النسيج وبشكل خاص ضمن التراكيب الدقيقة مثل أغشية الخلايا، وتحدث نتيجة لتفاعل الإشعاع عشوائيا بمعاملات انكسار مختلفة و بوساطة الذرات الصغيرة في الوسط، وبالنتيجة يتشتت الضوء في الاتجاهات جميعها. وتشتت الأنسجة الحيوية الضوء بشكل قوي بالاتجاه الأمامي (Forward). الشكل (١-٦) يبين الاستطارة المتعددة في النسيج [٨].



شكل (١-٦) يبين الاستطارة المتعددة في النسيج

١-٥-٢ امتصاص واختراق الليزر Absorption and Penetration of Laser

تتميز الليزرات المختلفة بوساطة الطول الموجي والذي يعد معلما مهما"من بين المعلمات التي تحدد مسافة الاختراق الحاصلة. إن كثافة حزمة الإشعاع العابرة إلى الوسط ستقل بسبب الامتصاص وكان بوجر (Bouguer) أول من وضع سنة (١٧٢٩) علاقة تربط بين امتصاص الضوء في الوسط الماص تماما وسمك ذلك الوسط، بعد ذلك اشتق لامبرت (Lambert) سنة (١٧٦٠) التعبير الرياضي للعلاقة المعروفة بقانون (Lambert-Bouguer)

$$dI/I = \mu_a dL \qquad \text{.....(١-١)}$$

والتي تصف كيف ان كل طبقة متعاقبة(dI) للوسط تمتص الجزء نفسه (dI/I) من الشدة الساقطة (I_0) للثابت (μ_a) تكون الشدة النافذة (I)خلال المسافة (L) للشدة الساقطة

$$I=I_0 e^{-\mu_a L} \qquad \text{.....(٢-١)}$$

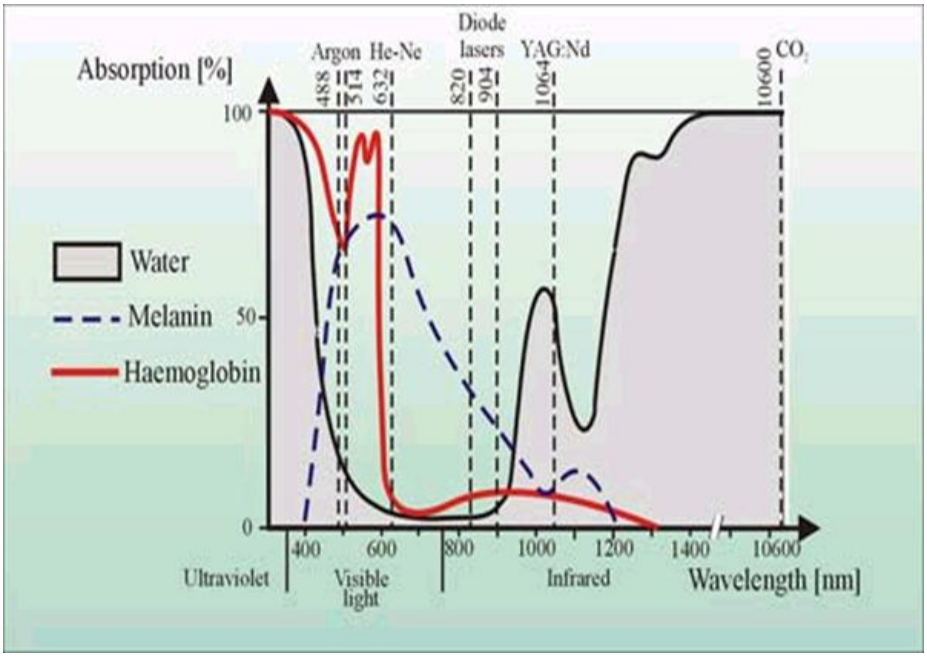
بعد ذلك وضع (Beer) سنة (١٨٥٢) قانون نص على ما يأتي : يرتبط معامل الامتصاص لمركب ما بعلاقة خطية مع تركيز الوسط غير الماص.

$$\mu_a=\alpha c \qquad \text{.....(٣-١)}$$

حيث يمثل(α) معامل الامتصاص النوعي . وقد طبق هذا القانون في السنة نفسها من بيرنارد (Bernard)، وبتعويض قيمة (μ_a) في قانون Lambert-Bouguer ينتج ما يعرف بقانون Lambert-Beer

$$I=I_0 e^{-\alpha C} \qquad \text{.....(٤-١)}$$

يصح هذا القانون عند شروط محددة فقط فعندما يدخل الضوء الوسط فان هذا الضوء يجب ان يكون أحادي الطول الموجي ونافذاً بشكل مثالي، ويكون الوسط نفسه ماصاً تماماً وبشكل موحد؛ لذا فان بعض الأخطاء سوف تظهر عند تطبيق القانون لأطياف عملية [٩]. بملاحظة الشكل (١-٧) الذي يبين خاصية امتصاص ضوء الليزر لمكونات النسيج الحيوي يظهر ان اغلب الجزيئات العضوية تُظهر امتصاصاً قوياً ضمن منطقة الأشعة فوق البنفسجية(UV) بينما يكون الاختراق ضعيفاً جداً في هذه المنطقة، ويكون الامتصاص ضمن المدى المرئي (الأزرق-الأخضر-الأصفر) بسبب الهيموغلوبين و الميلانين، ويكون ضعيفاً عند مدى الأشعة الحمراء وتحت الحمراء القريبة، بينما يكون الاختراق داخل النسيج عميقاً ضمن هذا المدى.



شكل (١-٧) يبين خاصية امتصاص ضوء الليزر لمكونات النسيج الحيوي

١-٥-٣ الانعكاس Reflection:

يحدث الانعكاس عند الحدود بين الأوساط ذات الخواص البصرية المختلفة وان كمية الضوء المنعكس تعتمد على الضوء الساقط ومعامل انكسار كل وسط [١٠] .

١-٦ تأثيرات أشعة الليزر في النسيج

١-٦-١ التأثيرات الحرارية Thermal effects:

تكون التأثيرات الحرارية لليزر عملية معقده وهي نتيجة لثلاث خواص مختلفة هي تحول الضوء إلى حرارة و انتقال الحرارة ورد فعل النسيج الذي يعزى إلى درجة الحرارة، وزمن التسخين . تحدث بعض التغيرات الحرارية اعتمادا على درجة الحرارة الواصلة[١٥] فعند درجة حرارة (٤٠ – ٤٥م˚) يصبح النشاط الثانوي للإنزيمات الخلوية ذا تاثيرعكسي، وعند درجات الحرارة (٦٠ - ١٤٠ م˚) يحدث تبخر للماء الموجود ضمن النسيج، وكذلك تمزق الأغشية وتغير طبيعة البروتينات، وعند درجة(٣٠٠-١٠٠٠م˚) يحدث تفحم واستئصال للنسيج [١٠].

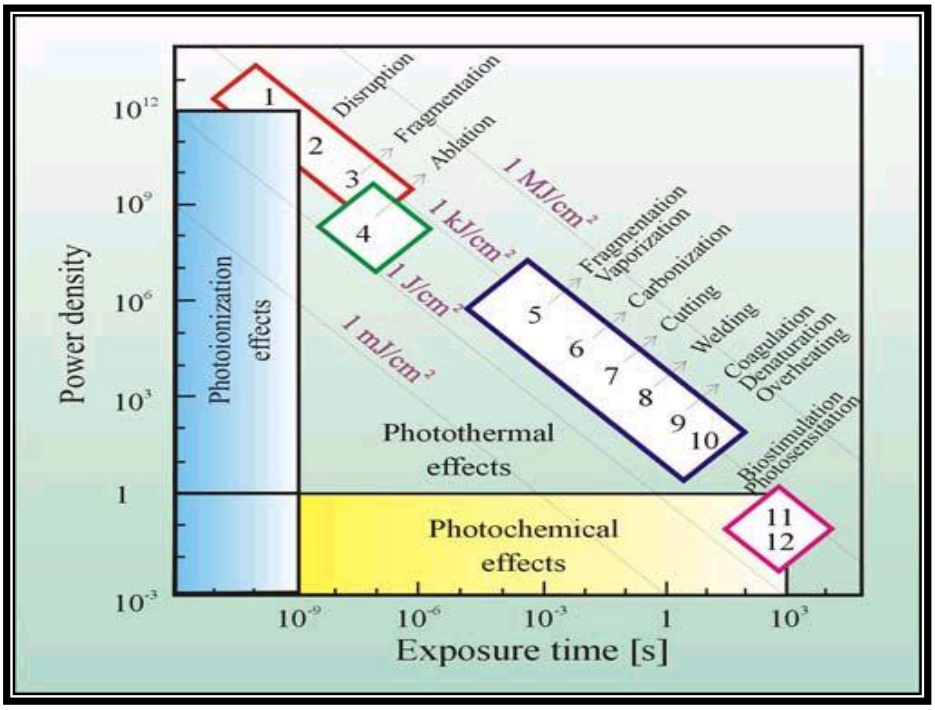
وتكون العوامل المعرفة كمعلمات لليزر (الطول الموجي و القدرة الزمنية و نمط الانبعاث و حجم الخطوة) ويعامل نسيج العين ب (معلمات بصرية ومعلمات حرارية ومعلمات رد فعل التغير الطبيعي للنسيج نتيجة الحرارة). يؤدي انتقال الحرارة إلى توسع الحجم الابتدائي للمصدر الحراري (Primary Volume) وان هذا الانتقال ينتج أساسا بوساطة ميكانيكية التوصيل (Mechanism Of Conduction). ويمكن عد التوصيل مشابه لانتقال الطاقة بوساطة التفاعل مع العين ويحدث هذا الانتقال عشوائيا بين الذرات ذات الطاقة الأكثر والذرات ذات الطاقة الأقل. وتظهر النتائج على الحجم الثاني (Second Volume) ذي الدرجة الحرارية العالية والذي يكون اكبر من المصدر الابتدائي الذي يكون معتمداً على تحول الضوء إلى حرارة فقط، وان هذا الحجم ذا الدرجة الحرارية العالية يجب ان يؤخذ بنظر الاعتبار عند دراسة تغير طبيعة النسيج. إن تغير حالة النسيج هي النتيجة النهائية للفعل الحراري على النسيج وتكون معرفة مراحل هذا التحول ضرورية لوصف عملية تغير الطبيعة، وهذه المراحل تعتمد على درجة الحرارة في النسيج، وعلى زمن التسخين وكذلك على حساسية النسيج، نتيجة الضرر الحراري [١٠].

١-٦-٢ التأثيرات الكيميائية الضوئية Photochemical Effects:

يكون امتصاص ضوء الليزر في التأثيرات الكيميائية الضوئية نتيجة التهيج الاهتزازي أو الالكتروني للجزيئات الخلوية أو البنية الثانوية الضوئية للمكون الحيوي الموجود طبيعيا في النسيج، أو عند الحافات الخارجية من الخلايا .

١-٦-٣ التأثيرات الميكانيكية الضوئية Photomechanical Effects :

يمكن أن ينتج التأثير الميكانيكي من مصدرين حيث قبل الاستئصال، تكون حزمة الليزر مسلطة ضغطاً على سطح الهدف والذي يمكن قياسه، وكذلك يمكن أن ينتقل هذا الضغط إلى الأجزاء الأخرى للنسيج. وخلال الاستئصال يمكن ملاحظة الزيادة في الضغط التي تسبب استجابة من النسيج نتيجة استئصال المادة (الزخم الارتدادي للجسيم الملفوظ) .الشكل (١-٨) بيان موازنة بين العمليات الاساسية لتفاعل إشعاع الليزر مع النسيج الحيوي لكثافة القدرة (Power density) معتمدة على زمن التعريض (Exposure Time).



شكل (١-٨) موازنة بين العمليات الاساسية لتفاعل إشعاع الليزر مع النسيج الحيوي لزمن تعريض وكثافات قدرة مختلفة [١٠].

الارقام في الشكل اعلاه تفسر كما يلي (١) نيوديميوم ياك (نبضي، بيكوثانية)، (٢) نيوديميوم ياك(نبضي، نانوثانية)، (٣) ليزرالصبغة (نبضي)، (٤)اركون ياك و ليزر اكسايمر، (٥) نيوديميوم ياك بقدرة عالية و ليزرات الدايود(ملي ثانية)، (٦) ليزر الاركون، (٧) ليزر الكربتون، (٨) ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون، (٩) ليزر الاركون (زمن نعريض طويل)، (١٠) نيوديميوم ياك بقدرة عالية، ليزرات الدايود (النمط المستمر)، (١١) ليزر الهليوم نيون، (١٢) ليزرات الدايود المتوسطة و المنخفضة القدرة .

الفصل الثاني

بعض انواع الليزرات المستخدمة في الطب

٢-١ بعض انواع الليزرات المستخدمة في الطب

٢-١-١ ليزر ثنائي اوكسيد الكاربون (Co_2) :

هو عباره عن ليزر جزيئي يصدر وفق نظام مستمر او نبضي من اقوى الليزرات يصدر مجال للأشعة تحت الحمراء وهو اقدم ليزر مستخدم في المجال الطبي ويحتاج العمل به الى خبرة ودقه ومهارة ، وكان هذا الليزر اكثر شيوعا في الماضي ، الا ان استعمالاته قلت في مجال طب الاسنان في السنوات الاخيرة وذلك لظهور انواع اكثر فعالية وحساسية .

يعود السبب في استخداماته الطبية الى التالي [١١] :

أ- امتصاص طاقة شعاع ليزر CO_2 يكون جيد من قبل النسج الرخوة ذات المحتوى المائي المرتفع ، اما النسج المجاورة للنسج المستهدف علاجها فامتصاصها لأشعة الليزر يكون في حدوده الدنيا ، وتعد هذه الميزة من مميزات شعاع الليزر CO_2 الهامه في جراحة النسج الرخوة الفموية والوجهية(القطع السريع والعميق للنسج والعظم مع اقل نزف دموي).

ب- شعاع ليزر CO_2 يمكن الطبيب من الوصول الى اصعب المناطق في الفم والبلعوم.

ت- ان الشعاع ليزر CO_2 ينطلق بشكل مستمر او بشكل نبضي حسب ما يتطلبه نهج العمل الجراحي ،

ث- استخدام ليزر CO_2 في مجال جراحه العظم بما في ذلك جراحه عظام الفكين اظهرت الفحوص المجهرية ودراسة الصور الشعاعية للعظام المعالجة بشعاع ليزر CO2 ان الترميم العظمي في منطقة الشق كان اما مساويا او اسرع من الترميم العظمي في الشقوق العظمية المماثلة التي شقت في العظام بالأدوات الجراحية التقليدية.

وتجدر الاشارة الى ان ليزر ثنائي اوكسيد الكربون وليزر النيوديميوم-ياك يفيد ايضا في علاج الامراض التالية:

أ- التهاب اللثة، التهاب العصب واحتقانه، التهابات ما حول السن، لين العظام .

ب- الخراجات.

ت- استئصال الحصيات اللعابية في الغدد اللعابية.

ث- الجراحة قبل التعويض الصناعي (الطقم).

ج- اورام النسج الرخوة.

ح- في الجراحة التقويمية.

خ- زرع الاسنان والجراح اللثوية [١١].

٢-١-٢ ليزر الاكسايمر (Excimer) :

ويعني معقدا ثنائيا مثارا Excited dimer وهي عبارة عن طائفة جديدة من الليزرات الجزيئية النبضية يصدر في مجال الاشعة فوق البنفسجية ويشيع استخدامه في جراحة العين. يجمع ليزر الاكسايمر في الحالة النموذجية بين غاز خامل (كالأرغون والا كزينون بنسب محددة وغاز فعال (كالفلور والكلور) واشهرها المكون من كلور الكزينون (Cl-xe) .على خاصية الاستئصال الضوئي وليس الحرق[١٢].

٢-١-٣ ليزر النديميوم-ياك (Nd-YaG) :

هو الليزر الاكثر شيوعا لانواع ليزر الحالة الصلبة ويتألف الوسط الفعال فيه ببساطة من الزجاج الذي يعمل كوسط مضيف لأيونات الليزر الفعالة ، ايونات النديميوم الثلاثية التأين (Nd^{+3}) ويدعى بليزر نديميوم : زجاج[٢٤٥] . كذلك قد تعمل بلورة عقيق البوتريوم المنيوم($Y_3AL_5O_{12}$) والتي تدعى مختصرا بالياك[٢٤٦] كوسط مضيف لايونات النديميوم (Nd^{3+}) ويدعى الليزر الناتج بليزر نديميوم:ياك[٢٤٧] تعطي ايونات النديميوم المتواجدة في البيئة البلورية انتقالات ليزر متعددة ولكن أشدها يقع عند الانتقال الذي هو بطول موجة تساوي٠٦٤، ١ مايكرومتر بين مستويي الطاقة $^4F_{3/2}$ - $^4I_{11/2}$ وهذا الانتقال ممنوع وفق قواعد الانتقاء لثنائي القطب الكهربائي ، لذا يكون متوسط زمن العمر للمستوى الاعلى لانتقال الليزر طويل نسبيا(T=0,23 ملي ثانية).اما المستوى الاعلى للضخ فيتمثل في المستوى الارضي $^4I_{9/2}$ بنطاقين طيفيين حول الطول الموجي 0,73 و 0,8 مايكرومتر ان المستويات العديدة المستخدمة للضخ وبأستخدام مصدر ضوئي ذي نطاق طيفي عريض يزيد من كفاءة الضخ ،كما ان المستويات العليا للضخ تتفرغ سريعا وبآنتقالات غير مشعه الى المستوى الاعلى لانتقال الليزر المستوى ($^4F_{3/2}$)، كما ان المستوى الاسفل لانتقال الليزر (المستوى $^4I_{11/2}$) يتفرغ هو الاخر بشكل سريع وبأنتقالات غير مشعة ايضا الى المستوى الارضي(المستوى $^4I_{9/2}$) .[١٣]

٢-١-٤ ليزر هيليوم - نيون He-Ne :

هو من الليزرات الغازية ، و يتكون الوسط الفعال لهذا الليزر من خليط من غاز النيون و غاز الهليوم بنسبة ١ : ١٠ . و يوضع الخليط في انبوبة مغلقة و تحت ضغط واطئ و تتم عملية الضخ بواسطة تسليط فرق جهد عالي يقدر بعدة الاف من الفولطات و تيار قليل (عدة ملي امبيرات) يسلط بين الكاثود و الانود لاحداث عملية التفريغ الكهربائي .تتم العملية بتصادم الالكترونات الناتجة عن مرور التيار بواسطة التفريغ الكهربائي مع ذرات الهليوم حيث تتهيج الى مستوى الطاقة n = 4 و لكون مستويات الطاقة العليا للهليوم تجاور (تقارب) المستويات العليا للنيون ، بذلك يمكن للطاقة ان تنتقل من ذرات الهليوم الى ذرات النيون نتيجة اصطدامها بها لتنتقلها من المستوى الارضي الى مستوى اعلى n = 3 ، و بهذا يتم تحقيق التوزيع المعكوس لذرات النيون . عندئذ يحصل الانبعاث المحفز في المستوى n = 3 لذرة النيون لتنتقل الذرة الى المستوى n = 2 باعثة حزمة الليزر ذات اللون الاحمر بطول موجة ٦٣٣ نانومتر .

و تهبط الذرات بصورة سريعة و تلقائية الى المستوى n = 1 و قد تهبط الذرات الى المستوى الارضي عن طريق تصادمها مع جدران الانبوبة . تعتبر كفاءة هذا الليزر واطئة جدا و لا تتعدى اقصى قدرة يمكن الحصول عليها من هذا النوع من الليزرات (٥٠ ملي واط) ، استخداماته كثيرة جدا و بخاصة في عمليات الترصيف في الانشاءات و بناء الطائرات و السفن و مد الانابيب النفطية و شق الطرق و الجسور . و كل هذا يعود الى طوله الموجي المرئي و انفراجيته الصغيرة و تشاكهه العالي [١٢,١٣].

٢-١-٥ ليزر الياقوت :

الليزر الياقوتي (أو ليزر الياقوت) هو نوع من أنواع ليزر الحالة الصلبة والذي يستعمل بلورة من ياقوت صناعي (المنتج حسب عملية فيرنوي Verneuil process) كوسط فعال لليزر.

كان هذا الشكل من أول أشكال الحصول على الليزر، وذلك بجهد من العالم ثيودور هارولد ماينمان Theodore Harold Maiman في مختبرات HRL Laboratories سنة ١٩٦٠. يصدر الليزر الياقوتي نبضات تشاهد في المجال المرئي عند طول موجة مقداره ٦٩٤.٣ نانومتر، وله لون أحمر، ويكون عمر النبضة الواحدة من مرتبة ميلي ثانية [١٤].

الفصل الثالث

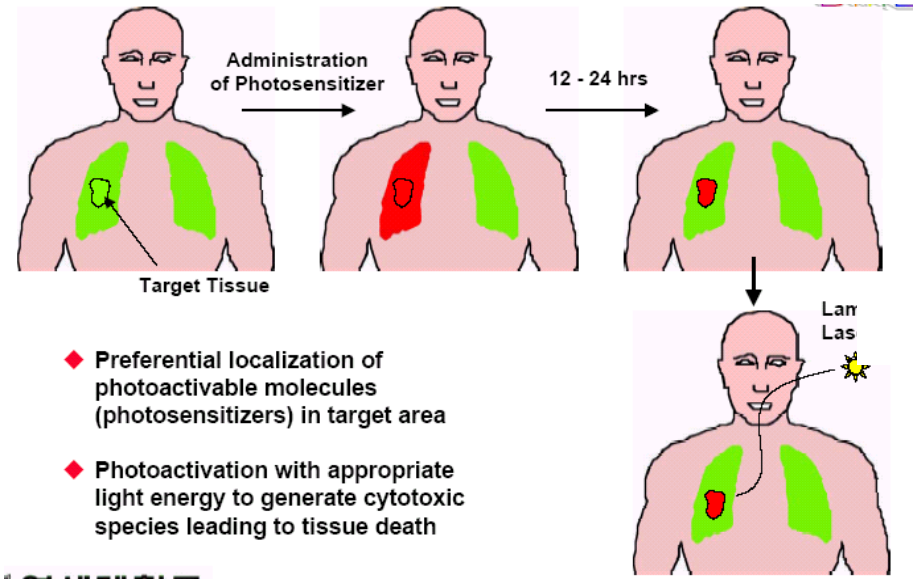
بعض تطبيقات الليزر في الطب

٣-١ نبذة تاريخية عن استخدام الليزر في مجال الطب

كان الاهتمام شديد بالتطبيقات الطبية ، ففي أواسط الستينات تم البحث بشكل واسع في تطبيقات ليزر الياقوت (Ruby) في جراحة الشبكية (Retinal Surgery) وكذلك ليزر أيون الاركون (Argon Ion) ذو الموجة المستمرة (Continuous Wave,CW) و الطول الموجي (٤٨٨ نانومتر)، وتم خلال هذا الوقت تطوير ليزر ندميوم ياك (Nd:YAG) وكذلك ليزر ثاني أو كسيد الكاربون(Co_2,Carbon Dioxide) (ليزر غازي ذو موجة مستمرة يبعث الضوء تحت الأحمر بطول موجي (١٠.٦ مايكرومتر) بحزمة مبؤرة يتم امتصاصها من جزيئات الماء في الأنسجة الناعمة) في مختبرات بيل إلا أن المشكلة كانت تكمن في صعوبة السيطرة على القدرة الخارجة وطاقة الليزر المستلمة. وحالياً توجه البحوث نحو استعمال الليزر لغرض علاج السرطان وفيما يلي نذكر بعض تطبيقات الليزر في هذا المجال [١٥].

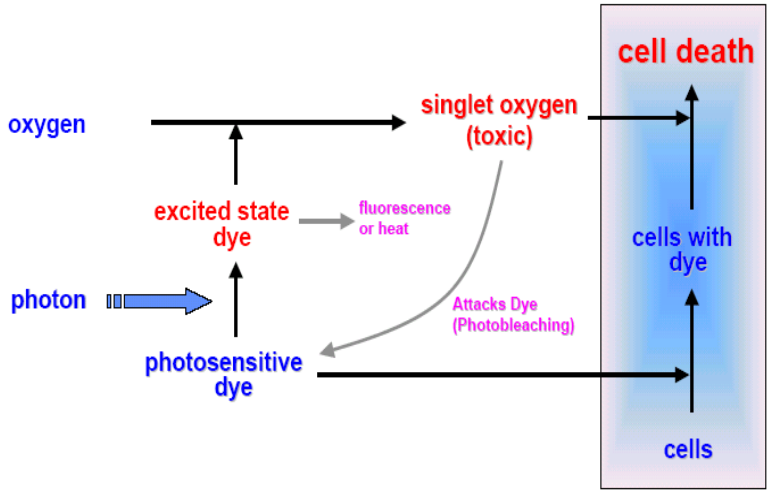
٣-٢ استخدام الليزر في علاج السرطان

يكون امتصاص ضوء الليزر في التأثيرات الكيميائية الضوئية نتيجة التهيج الاهتزازي أو الالكتروني للجزيئات الخلوية أو البنية الثانوية الضوئية للمكون الحيوي الموجود طبيعيا في النسيج، أو عند الحافات الخارجية من الخلايا . يعدُّ التحفيز الحيوي(Biostimulation) والعلاج الديناميكي الضوئي (photodynamic therapy, PDT) للسرطان مثالين مهمين لهذا النوع من التفاعل يمكن استخدام التحفيز الحيوي الضوئي: بعد علاج كسر العظم، وعلاج الجرح، و تسكين الألم، وتحفيز العصب و.... الخ. ويجرى العلاج الديناميكي الضوئي لمعالجة السرطان حيث يحقن المتحسس الضوئي (Hemato Porphyrin Derivative, HPD) داخل جسم المريض، وبعد حوالي(٢٤-٤٨ساعة) من الحقن يحدث أعلى تباين في تركيز أل (HPD) وعند ذلك يشعع النسيج المسرطن الحامل للصبغة بليزر بخار الذهب (Gold Vapor Laser) حيث يشعع عند(٦٣٠ نانومتر). ويقرب هذا الطول الموجي إلى (٦٢٤نانومتر) والذي يمثل ذروة امتصاص (HPD)، وشكل(٣- ١) يشرح طريقة العلاج الكيميائي الضوئي.



شكل(٣-١) طريقة العلاج الكيميائي الضوئي

في النهاية يجتاز أل (HPD) البنية الثانوية الضوئية التي تولد أحادي الأوكسجين (singal Oxygen)، ومن ثم تسبب تسمم الخلايا المسرطنة نتيجة فصل الغشاء. الشكل (٣-٢) يشرح هذه الميكانيكية [١٦].



شكل (٣-٢) الميكانيكية الكيميائية الضوئية

٣-٢ استخدام الليزر منخفض الطاقة في علاج مرض نفسي مثل الاكتئاب

في الوقت الذي نسمع فيه عن القنابل الموجهة بالليزر ، وعن الليزر الذي يدمر عن بعد ، وقبل أن نلعن الليزر "وسنينه" ، يجب أن نتوقف قليلا لكي نتذكر أن الليزر أيضا هو وسيلة علاجية هامة ، اذ يعرف الجميع أن الليزر يستخدم في مجال علاج عيوب النظر في العيون ، و أيضا في تخصصات الجراحة المختلفة وأهمها تجميل الجلد . لكن الجديد في الأمر أن الليزر يستخدم أيضا لعلاج بعض الأمراض الباطنية بل والنفسية وهو أمر مثير للدهشة حقا . فهو علاج بشعاع الضوء وليس بالاشعاع ، كما أنه علاج حديث وليد التقدم العلمي و التكنولوجي الهائل ، و لكن يتساءل المرء عن كيفية تعامل الليزر مع الحالة النفسية للانسان و كيف يؤثر فيها .

ولكن كيف يمكن استخدام الليزر منخفض الطاقة في علاج مرض نفسي مثل الاكتئاب في طب الوخز بالابر الصينية التقليدية ، كان مريض الاكتئاب يعالج بالوخز بالابر في مناطق معينة في الأذن ، اذ تماثل الأذن شكل الجنين المقلوب ، و تمثل الأعضاء في هذا الجنين على الأذن بنفس نسب تواجدها في الجنين . و من ثم توضع ابر صغيرة شبه دائمة لمدة حوالي اسبوع في هذه النقاط لكي تعالج الاكتئاب بدون اللجوء الى العقاقير ، ثم يجدد وضع الابر بعد ذلك حتى يتحقق الشفاء للمريض . ويفسر الاطباء ذلك بأن هذه الابر المثبتة في نقاط معينة في الأذن تزيد من مادة السيروتونين في المخ مما يؤدي الى علاج الاكتئاب ، حيث ان انخفاض هذه المادة يعد من أسباب الاصابة بالاكتئاب ، كما أن معظم الأدوية المعروفة في علاج الاكتئاب تؤدي الى زيادة هذه المادة بطريقة كيميائية . و بعد ظهور الليزر منخفض الشدة ، واستعماله بديلا للابر المعدنية ، فان هذا الليزر يستخدم الآن في علاج نقاط الاكتئاب عن طريق توجيه شعاع الليزر لمدة ٥ ثوان على الأكثر لهذه النقاط ، و يكرر هذا العلاج كل ثلاثة ايام ، كما يمكن استعمال الابر والليزر في نفس الوقت فيما يسمى بالعلاج الهجين.

ولقد جاء ذكر علاج الاكتئاب بالابر الصينية والليزر منخفض الطاقة لأن الاكتئاب أصبح من الأمراض النفسية المتزايدة في عالم اليوم ، حيث يعالج عادة بمعالجة نفسية أو بالأدوية مضادة الاكتئاب . و يصف الطب الصيني التقليدي الاكتئاب بأنه اضطراب في وظائف بعض الأعضاء الداخلية في جسم الانسان من ناحية نقص نشاطها أو زيادته . ومن اعراض اضطراب وظائف هذه الأعضاء في الطب الصيني التقليدي برودة اليدين و القدمين ، الاحساس بالتعب ، انخفاض النشاط ، و نقص الطاقة ، وتدني الحالة المزاجية . وقد تزيد أعراض الحالة فتشمل الاحساس بالبرودة في أسفل الظهر ، مع تصلبه و الاحساس بالألم فيه . وبدخول الوخز بالابر والليزر

منخفض الطاقة مجال علاج عديد من الأمراض ، و تحقيقه لمستو عال من النجاح في العلاج ، فان ذلك يقلل من مشاكل التعامل مع الأدوية الكيماوية و ما يتبع ذلك من احتمالات ادمان هذه الأدوية أو التعرض لآثارها الجانبية غير المرغوبة [١٧].

٣-٤ استخدام أشعة الليزر في طب الاسنان

إن ظهور أشعة الليزر واستخدامها في مجال طب الاسنان، أتاح الفرصة بطريقة ايجابية لزيادة مقاومة انسجة السن، سواء طبقة المينا او طبقة العاج، لاحتمال حدوث التسوس، وذلك نتيجة تأثير اشعة الليزر والطاقة الاشعاعية المصاحبة لها في صهر والتحام بعض اجزاء جسم السن وفي الوقت نفسه فإن حماية انسجة السن عن طريق اضافة الفلور، تعتبر من اكثر الوسائل استخداما كوقاية ضد التسوس، لذلك اعتبر دمج الطريقتين باستخدام اشعة الليزر ملحقة بإضافة محلول الفلوريد، قد يكون وسيلة جديدة ومؤثرة لحماية طبقات الاسنان من التسوس. وهذا حقق الى حدّ ما أهم اهداف العلاج التحفظي للأسنان، وهو الحفاظ على جسم السن من خلال العلاج والوقاية من حدوث التسوس.

يتم اضافة محلول فلوريد الصوديوم (بتركيز ٢%)، أو محلول فلوريد الفوسفات الحمضي ومن ثم يتم توجيه اشعة الليزر من نوع ثاني اوكسيد الكربون لمدة ٠.٥ من الثانية، او لمدة ثانية واحدة، بطاقة اشعاعية مختلفة على حسب المدة من ٣٠ جول، ٦٠ جول. أن المعاملة السطحية لكل من طبقة المينا والعاج بإضافة محلول فلوريد الفوسفات الحمضي قادرة على احداث تغيرات طبقية سطحية تظهر على هيئة ترسبات سطحية قادرة على محو كل المعالم السطحية لسطح طبقة المينا وسد المسام جزئيا او كليا في طبقة العاج بينما المعاملة السطحية لكل من طبقة المينا والعاج الناجمة من اضافة محلول فلوريد الصوديوم قادرة على احداث تغيرات طفيفة على هيئة ترسبات دائرية على السطح المعامل. اما في حالة المزج بين اشعة الليزر ملحقاً بإضافة محلول فلوريد الفوسفات الحمضي، فله تغيير إيجابي أكثر وضوحاً في التكوين والشكل السطحي، اذا ما قورن بتأثير اشعة الليزر بمفردها او تأثير الفلوريد بمفرده او من غير أي معاملة أخرى. حيث يسبب ذلك في احداث تغيرات سطحية على طبقتي المينا والعاج لجسم السن الآدمي، وهذه التغيرات تتراوح من مجرد لمعان وتشقق الى صهر سطحي او الى إعادة التبلور التي تظهر وكأنها قامت بإحكام وغلق كل الملامح الاصلية لنسيج المينا او سد مسام العاج، سواء جزئيا او كليا. كما أن هناك علاقة نسبية واضحة بين المدة التي تتعرض لها انسجة

الجسم السني لأشعة الليزر وتأثيرها في الشكل السطحي للأنسجة، فكلما زادت مدة التعرض لأشعة الليزر، زاد تأثيرها في طبقات الجسم السني [١٨].

٣-٥ استخدام الليزر في مجال التجميل

٣-٥-١ استخدام الليزر منخفض الطاقة في علاج السمنة

تكون السمنة وزيادة الوزن سبب لقلة الحركة ، و آلام المفاصل و الظهر ، و عدم القدرة على ارتداء الملابس الجميلة ، و ايضا في تدني تصور الانسان السمين لنفسه ان علاج السمنة بالليزر منخفض الطاقة يستخدم أيضا نفس المفهوم ، في استخدام نقاط الوخز بالابر الصينية في الأذن، و بالذات نقاط الشهية ، و المعدة ، و الرئة - وهي ذاتها النقطة التي تستخدم في علاج الادمان ، حيث توصف حالات السمنة في الطب الصيني التقليدي بأنها حالات ادمان للطعام – و أيضا تعالج نقطة في الأذن تسمي في الطب الصيني " بوابة الروح " حتى تهدأ الحالة النفسية لمريض السمنة الذي قد يتوتر مع اتباع نظام لخفض الوزن. وفي هذه الحالة توضع الابر شبه الدائمة في نقاط معينة في الأذن ، ثم تعرض لشعاع الليزر منخفض الطاقة لمدة ٥ ثوان ، ثم تترك في مكانها لمدة اسبوع حيث يكرر العلاج . و يمكن أيضا تنشيط نقاط مختلفة في جسم المريض باستخدام شعاع الليزر وحده ، بديلا عن استخدام الابر المعدنية التقليدية . و مع استخدام الليزر لعلاج السمنة ، يوصف للمريض نظام غذائي خاص يضمن له الحصول على كل المواد الغذائية التي يحتاجها الجسم ، و في نفس الوقت تخدم هدف التخلص من الوزن الزائد ، مع مراعاة تغيير مرضى السمنة لسلوكهم الغذائي و الحركي حتى لا يعودوا للسمنة مرة أخرى ، مع ممارسة الرياضة بصفة منتظمة خلال برنامج علاج السمنة ، و أيضا بعض الانتهاء منه [١٩].

٣-٥-٢ استخدام الليزر في تنسيق القوام (الحمية الليزرية)

قال ستيف شانكس، رئيس شركة إركونيا الطبية: "خضع منتجنا لبحوث شاملة خلال الأعوام العشرة الماضية ونال في العام ٢٠٠٤ موافقة منظّمة الأغذية والعقاقير الأمريكية لاستخدامه خلال عمليات شفط الدهون. ومنذ العام ٢٠٠٦ أصبح يُستخدم كعلاج قائم بحدّ ذاته". وأضاف: "نحن على يقين أن نوع الليزر المنخفض الطاقة الذي نقدّمه يستطيع مساعدة العديد من الناس

على بلوغ أهدافهم وتنسيق شكل قوامهم بدون جهد كبير." وخلافاً لأنواع الليزر العالية الطاقة المستخدمة في مختلف أنواع العمليات الجراحية، يولّد جهاز زيرونا الجديد أشعّة ليزر منخفضة الطاقة، لا تخلّف أية ندوب في أنسجة الجسم لا بل تساعد الجسم على إذابة الدهون وتحفيز وظائفه البيولوجية للتخلّص منها بدون عمليات جراحية، أو مضاعفات سلبيّة أو حتّى التوقّف عن العمل كما هي الحال مع عملية شفط الدهون. ويعد جهاز زيرونا مثالياً للأشخاص الذين يسعون الى تنقيص وزنهم عبر أسهل الأساليب المبرهنة مختبرياً ولذلك أطلق على هذه الطريقة لقب "الحمية الليزيرية".

هذا وتَظهر الأنسجة الدهنية الضخمة مع تكوّن الشحوم مما يؤدّي إلى تراكم الدهون تحت الجلد. ولأن الدهون المتراكمة تحت الجلد تكون قريبة من سطح البشرة، تستطيع تقنية الليزر تحقيق نتائج إيجابية فائقة. وأظهرت التجارب ذوبان الدهون المتراكمة وتقلّص حجمها بعد استخدام العلاج الطبي لليزر مما ساهم في تنحيف الجسم وتنسيقه. فيتيح هذا العلاج لمستخدمه ممارسة نشاطاته اليومية بشكل طبيعي حيث يستخدم ليزر الاركون لشفط الدهون وهو يُعتبر أكثر أنواع الليزر أماناً وخضوعاً للدراسات في العالم. أظهرت التجارب حتى الآن نتائج إيجابية للغاية. فقد شهد مستخدمو هذا العلاج نقصاً في حجم منطقة الخصر والفخذين بما يتراوح بين ١٢ و ٢٠ سنتم". في حين أعرب الدكتور دوغلاس ديدو من معهد بالم بيتش لجراحة التجميل والرئيس السابق للأكاديمية الأمريكية لجراحة التجميل عن رأيه قائلاً: "هذا علاج ثوري يحقّق نتائج إيجابية دون إجراء أي نوع من العمليات الجراحية أو اتباع حمية قاسية أو الإفراط في ممارسة الرياضة؛ إلا أنني، بصفتي طبيب، أنصح دائماً مرضاي باتّباع نمط عيش صحّي. من المشوّق أيضاً أن تظهر الدراسات السريرية إسهام جهاز زيرونا في التخفيف من الآلام وفي ضبط مستوى الكولسترول والترايغليسيرايد. نحن حالياً بانتظار الإعلان عن مزيد من نتائج ويعد جهاز زيرونا مثالياً للأشخاص الذين يسعون الى تنقيص وزنهم عبر أسهل الأساليب المبرهنة مختبرياً ولذلك أطلق على هذه الطريقة لقب "الحمية الليزيرية" [٢٠].

٣ – ٦ استخدام الليزر في جراحة العين

الحالات التي يستخدم فيها العلاج بأشعة الليزر الحارقة Argon Laser

أولا: علاج اعتلال الشبكية لدى مرضى السكري وهو على نوعين:.

١- **علاج جزئي ويتم إغلاق الأوعية الدموية غير الطبيعية** والتي يتم عن طريقها إفراز بروتينات تتكدس في أجزاء من الشبكية والتي قد تؤثر على حدة الإبصار، وفي بعض الأحيان، وقبل إجراء هذا العلاج بأشعة الليزر لابد من إجراء تصوير بالصبغة للشبكية لمعرفة أماكن الضعف في الأوعية الدموية لكي يسهل كيها بالليزر بشكل دقيق..

٢- **العلاج الكامل لجميع أجزاء الشبكية**... ويستوجب هذا العلاج عندما يكون هناك نمو لأوعية دموية إضافية وغير طبيعية على سطح الشبكية وغالبا ما يكون هناك نزيف من الشبكية وتقلصات على سطح الشبكية أو بين الشبكية والسائل الزجاجي [٢٠].

المصـــــادر

[1] Shimoda, Koichi. *Introduction to laser physics*. Vol. 44. Springer, 2013.

[١] سهام عفيفي قندلا ، الاسس الفيزيائية لليزر ،١٩٩٢.

[3] Veronica, “Light Transport in Biological Tissue”, (1998), 29-47.

[4] D.J.Coluzzi, R.A.Convissar, Atlas of Laser Applications in Dentistry, Quintessence Books, ISBN 978-0-86715-476-4.

[5] http://www.fda.gov/cdrh/lasik/ URL accessed March 25, 2008

[6]http://www.lsbu.ac.uk/water/vibrat.html Water Absorption Spectrum. URL accessed April 3, 2008.

[7] A. Moritz: Oral Laser Applications, Quintessence Books, ISBN 1-85097-150-1

[8] N. Berger, P.H.Eeg, Veterinary Laser Surgery, Blackwell, ISBN 978-0-8138-0678-5

[9]http://www.veterinary-laser.com/state-of-art-laser surgery.php Veterinary laser surgery, URL accessed March 25, 2008.

[10] Goyer, Guy G., and Robert Watson. "The laser and its application to meteorology." Bulletin of the American Meteorological Society 44.9 (1963): 564-570.

[11] Daniell, James F., Bryan R. Kurtz, and Larry D. Gurley. "Laser laparoscopic management of large endometriomas." Fertility and sterility 55.4 (1991): 692-695.

[12] Migliore, Leonard R., ed. Laser materials processing. CRC Press, 1996.

[13] Werner, J. A., et al. "Nd: YAG laser therapy of voluminous hemangiomas and vascular malformations." Lasers in Otorhinolaryngology, and in Head and Neck Surgery. Vol. 49. Karger Publishers, 1995.

[14] Maiman, T.H. (1960) "Stimulated Optical Radiation in Ruby". Nature, 187 4736, pp. 493-494.

[15] Niemz, Markolf H. Laser-tissue interactions: fundamentals and applications. Springer Science & Business Media, 2013.

[16] Ahmed, Enas Mohammed Sayed. "Thermal endometrial ablation using Foley's catheter balloon in treatment of dysfunctional uterine bleeding not responsive to Medical Treatment." (2007): 70.

[17] Sumiyoshi, Tetsumi, et al. "High-power continuous-wave 3- and 2-/spl mu/m cascade Ho/sup 3+: ZBLAN fiber laser and its medical applications." IEEE Journal of selected topics in quantum electronics 5.4 (1999): 936-943.

[18] Goyer, Guy G., and Robert Watson. "The laser and its application to meteorology." Bulletin of the American Meteorological Society 44.9 (1963): 564-570.

[19] Silva, Gabriel A. "Introduction to nanotechnology and its applications to medicine." Surgical neurology 61.3 (2004): 216-220.

[20] El-shafy, Ehab Mohamed Abd. "Recent Updates in Surgical Management of Pediatric Glaucoma."