



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

# أنواع الليزر وألية عمله

## Types of Laser

Dr. Alí Khalíl

PhD in Oral and Maxillofacial Surgery

*Professor Emeritus, and Chairman,*

*Department of Oral and Maxillofacial Surgery*

Faculty of Dentistry

Manara University

<https://manara.edu.sy/>



جامعة  
منصورة  
MANARA UNIVERSITY





# خصائص شعاع الليزر

• تتميز الأشعة الليزرية بخواص فريدة نلخصها فيما يلي:

✓ وحيدة اللون.

✓ متراسة وثابتة الثخانة.

✓ تحافظ على طاقتها باختلاف الزمان والمكان.

✓ الانتقائية ( أو النوعية ) حيث أنه يوجد نسيج أو عدة أنسجة يؤثر فيها الليزر بشكل نوعي دون أن يؤثر على سواها.

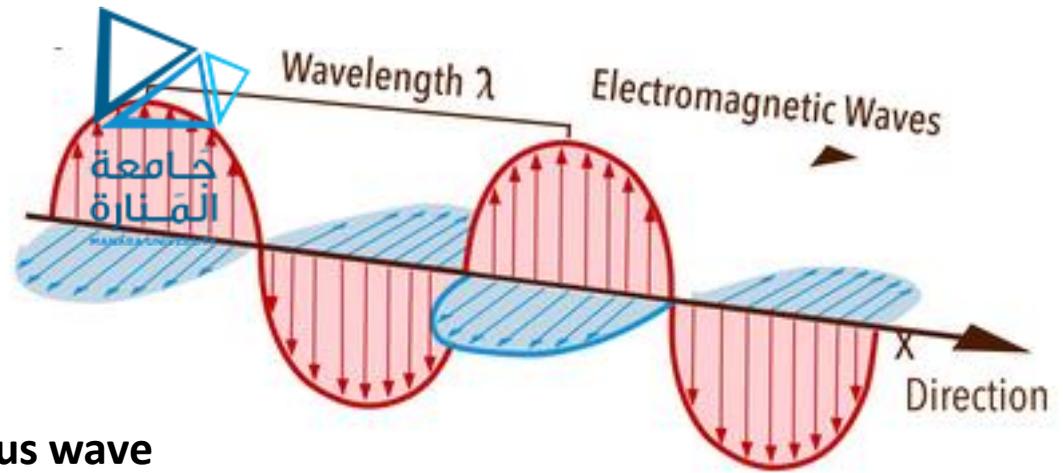
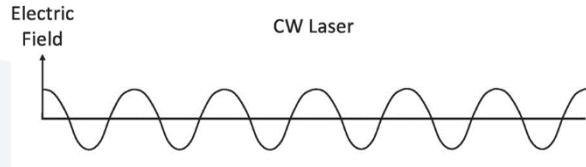
✓ الأمان في حال استخدامه في المكان المناسب من الجسم من قبل طبيب مختص قادر على حماية نفسه وحماية مريضه من تأثيرات الليزر غير المرغوب فيها.

## أنماط شعاع الليزر

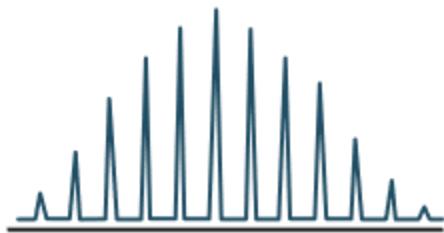
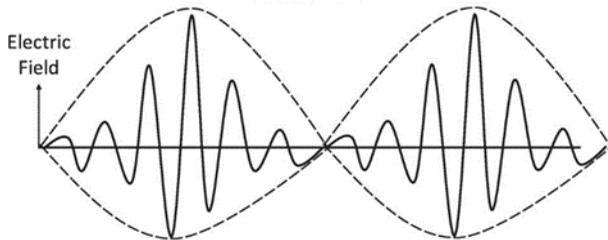
□ النمط المستمر continuous wave : تكون قوة الشعاع الليزري بمستوى معين وتديم مع الوقت.

□ النمط النابض pulsed wave : القوة مبرمجة على مستوى معين من الشدة خلال وقت محدد، (يكون الشعاع الليزري على شكل نبضات)، له فائدة في عدم ارتفاع القوة إلى مستويات عالية مما يقلل من الاختلاطات على النسيج.

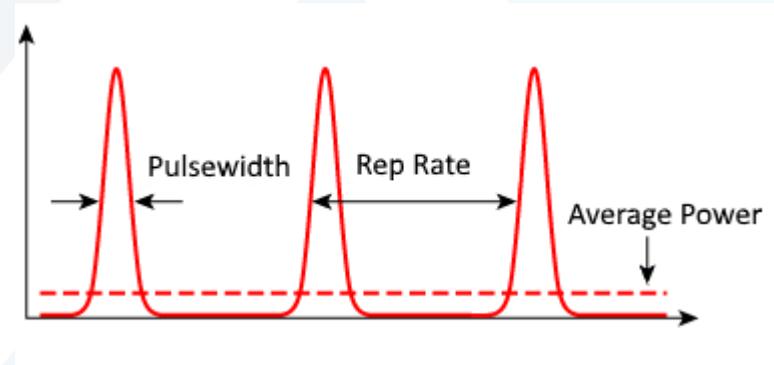
□ النمط فوق النابض superpulsed wave : القوة تزداد تدريجياً حتى تصل لأقصى حد ثم تتناقص تدريجياً. الزمن هو أجزاء بالألف من الثانية، هذا النوع، أيضاً يقلل من الاختلاطات على النسيج.



**continuous wave**



**superpulsed wave**



**pulsed wave**

# أشكال التفاعل بين الليزر والنسج

جامعة  
المنارة

طاقة الليزر الضوئية يمكن أن يكون لها أربعة تأثيرات مختلفة على النسج المستهدفة وهذه التأثيرات تعتمد على الخواص البصرية الضوئية لتلك النسج:

**الانعكاس Reflection:** حيث ينعكس الشعاع عن النسج دون التأثير عليها، الضوء المنعكس يمكن أن يحافظ على توازيه قرب النسج أو يصبح أكثر تشتتاً diffuse. (هذا يشكل خطر على النسج المجاورة).

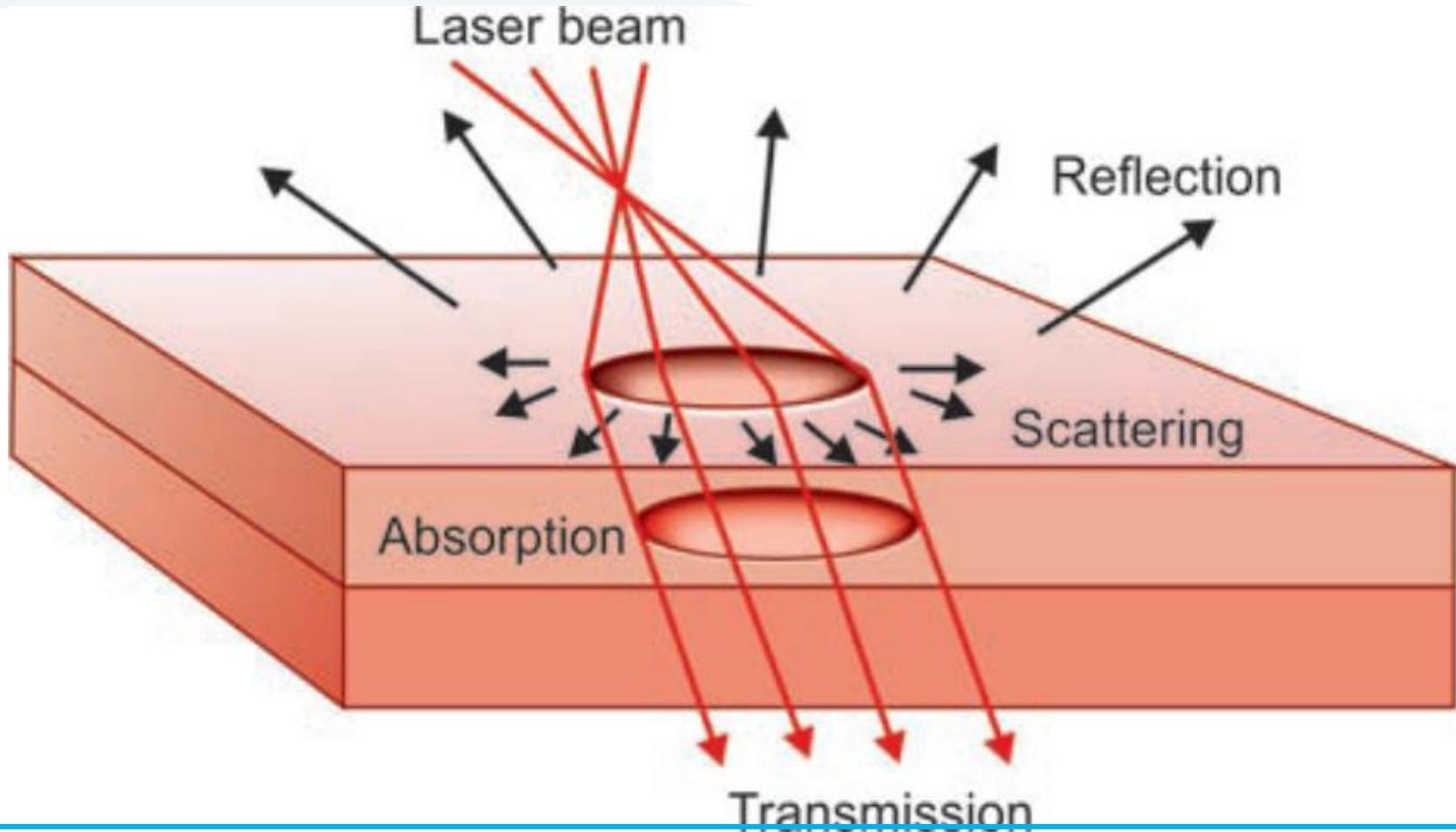
**الاختراق Penetration:** نفوذ الحزمة خلال النسج دون أن تؤثر عليها.

**الانتشار Scattering:** تبعثر ضوء الليزر ما يضعف الطاقة المرغوبة ومن الممكن أن لا يعطي تأثير مفيد بيولوجياً. تستخدم في معالجة الأورام والتعقيم؛ تصليب الحشوات؛ تنظيف وتعقيم الأوعية اللمفية.

**الامتصاص Absorption:** أكثر الخواص استخداماً؛ هو امتصاص طاقة الليزر من النسج المستهدفة. تؤدي إلى إحداث التفاعلات الحيوية والكيميائية في النسج.

إن كمية الطاقة الممتصة من قبل النسج تعتمد على خواص النسيج (مثل محتوى الماء والخضاب (الصبغ) وكذلك طول الموجة ونظام التحريض).

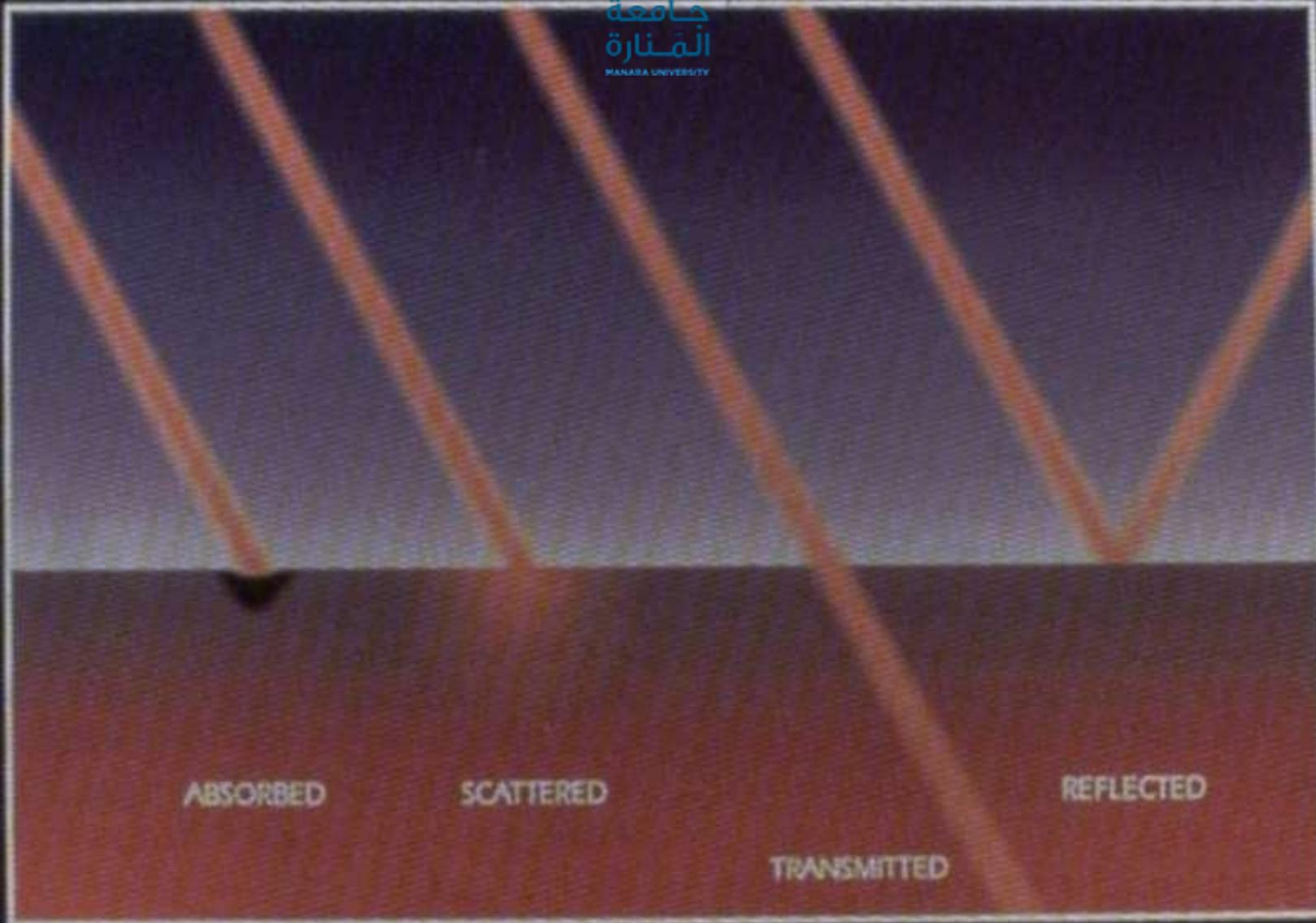
# أشكال التفاعل بين الليزر والنسج



# Interactions of Light & Tissue



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY



# التأثيرات الحيوية لليزر

## Biologic effects

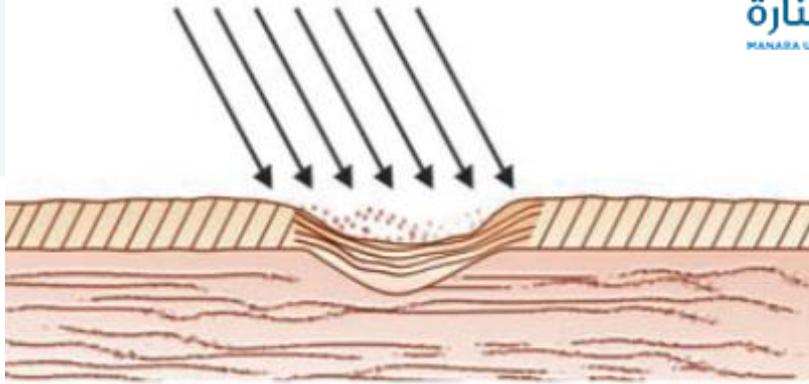
- تشمل بشكل رئيسي نوعين من التأثيرات وهي التأثيرات الحرارية وغير الحرارية.
- التأثيرات الحرارية هي الأكثر أهمية في معظم تقنيات الليزر المستخدمة في مجال جراحة الفم والفكين.

### □ التأثيرات الحرارية Thermal effects

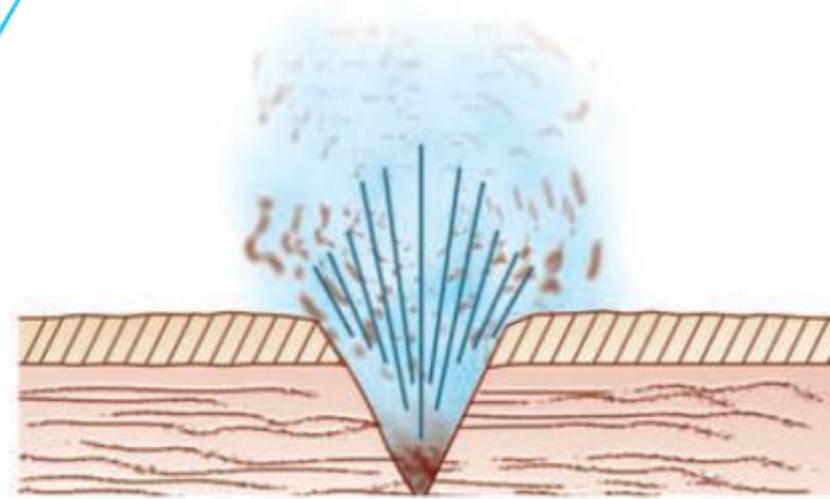
- هي تأثيرات الليزر الحيوية في النسيج الحية والتي تؤدي إلى تسخين النسيج المعرضة لطاقة الليزر.
- ارتفاع الحرارة التدريجي في النسيج المعرضة ينجم عنه نمطين رئيسيين من التغيرات الحرارية وهما : التبخير Coagulation و التبخير Vaporization وهما تأثيران مختلفان ينجمان عن نفس العملية وهي رفع حرارة النسيج.

# التخثير Coagulation

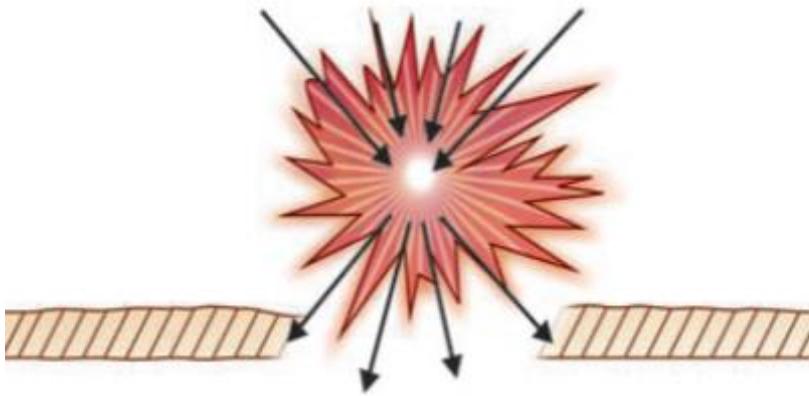
- التخثير يحدث عندما ترتفع درجة الحرارة الى ما فوق ال  $60^{\circ}$  وتحت ال  $100^{\circ}$ .
- التغيرات التي تشاهد في النسيج عند هذا المجال الحراري تتمثل بشكل رئيسي بتبخر المحتوى المائي الخلوي water Vaporization of intracellular denaturation of tissue protein في معظم بروتينات الخلية وتقلص حجم الخلية مع تفسخ في معظم بروتينات الخلية
- وعليه نشاهد ان النسيج اصبح اكثر ابيضاضا blanching بالإضافة الى تقلص shrinkage وتجدد puckering في بنيته نتيجة التجفاف dehydration الذي تعرض له.
- عملية التخثير تفيد في الأرقاء Hemostasis , ويرفع درجة الحرارة أكثر تسبب التموت التخثري necrosis وهو غير ردود ويتبعه استئصال النسيج (التبخير).



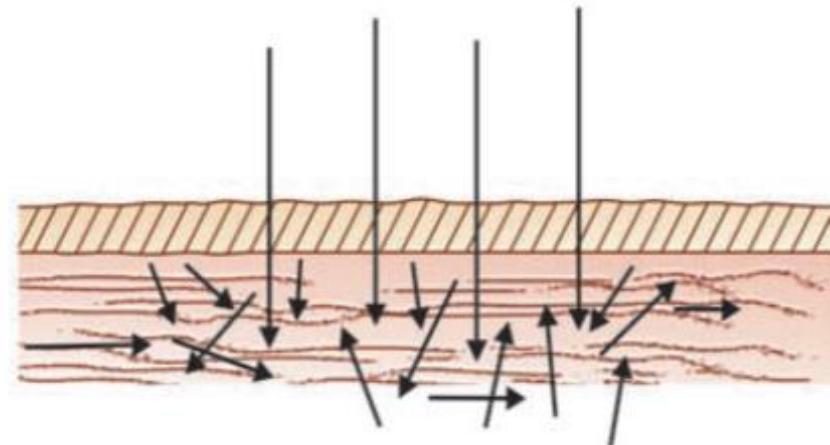
Coagulation



Ablation  
(Vaporization)



Disruption



Photochemical

# التبخير Vaporization

- يحدث التبخير عندما ترتفع درجة الحرارة الى ما فوق ال 100 درجة مئوية , حيث تتبخر المكونات العضوية السائلة وكذلك الصلبة **organic matrix**.
- هنا تظهر تأثيرات واضحة في المنطقة حيث نشاهد في المركز منطقة متفحمة **zone of char** محاطة بمنطقة معرضة للتخثر **coagulated tissue** (كما في الحالة السابقة) والمنطقة المحيطة بتلك الأخيرة تكون متأثرة بارتفاع الحرارة **heat-affected zone** التي قد تسبب ظهور وذمة فيها.
- تُستخدم عملية التبخير في القطع والاستئصال الجراحي **Incision and Excision** وكذلك الاستئصال بالتبخير **Ablation** وهما تقنيتان مختلفتان للأستفادة من الليزر عند درجات الحرارة المرتفعة تلك (فوق ال 100 درجة مئوية) , وطريقة تطبيق الليزر تحدد التقنية المستخدمة منهما.



# Types of Laser أشكال الليزر

يُصنف الليزر حسب شدة الطاقة التي ينتجها إلى:

**SOFT LASER** : الليزر اللين

**HARD LASER** : الليزر الصلب

# الليزر اللين SOFT LASER

- يدعى أيضا الليزر البارد COLD LASER أو الليزر منخفض الطاقة LOW ENERGY LASER
- يمتاز هذا النوع من الليزر بطاقته المنخفضة (1 - 3500 ميلي واط) وبخفة وزنه ورخص ثمنه ويستخدم هذا النوع من الليزر في:
  - ✓ تنشيط الخلايا الخلية (إثارة الخلايا الميتوكوندرية - تحفيز نمو الخلايا المولدة للليف - التحريض على التشكل البشري - تحفيز التكاثر الخلوي - تحرير مخدر ذاتي إندروفين - تسريع المبادلات الخلية).
  - ✓ عامل مساعد في تجديد النسيج ومسرّع للشفاء.
  - ✓ معالجة القرحة الفموية.
  - ✓ تخفيف الألم والوذمة.
- لهذا الليزر ثلاثة نماذج أساسية وهي الأكثر استخداماً:
  - ليزر هليوم - نيون HE-NE، - ليزر زرنينخ الغاليوم GA-AS . - ليزر غالسيوم المينيوم زرنينخ GA-AL AS .



- يُسمى أيضاً الليزر القاسي أو الليزر عالي الطاقة.
- يمتاز الليزر الصلب بطاقته المرتفعة (5- 1000 واط) و ثمنه المرتفع.
- إن أكثر انواع الليزر الصلب المستخدمة في طب الاسنان هي:  
(ليزر CO<sub>2</sub>، ليزر الأرغون، ليزر ND-YAG، ليزر DIODE، ليزر ER,YAG، ليزر ER.CR:YSGG).

استخداماته:

- القطع .
- التخثير .
- التبخير .
- القشط .
- الحفر .

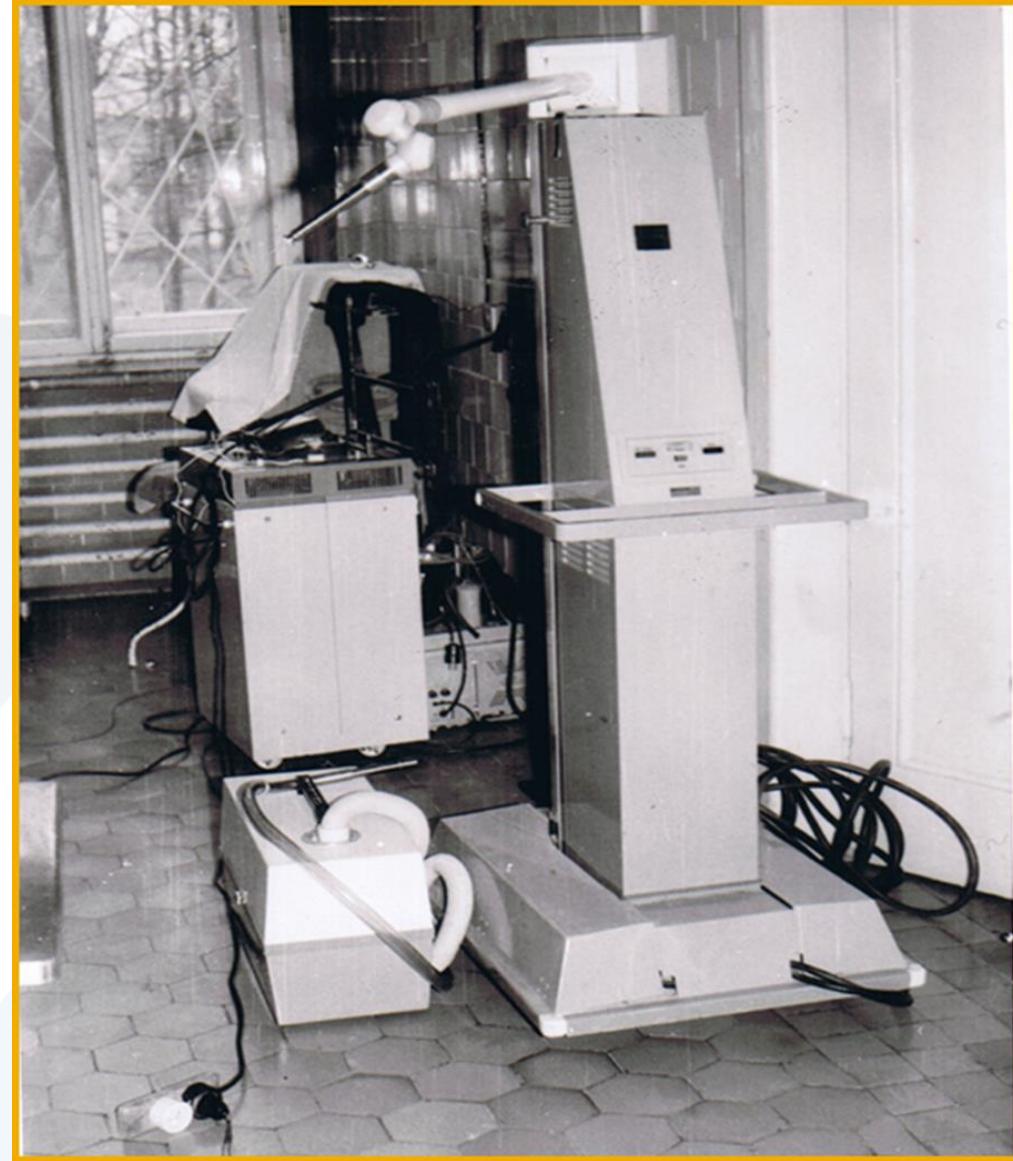


# ليزر CO2

- يعد أكثر أنواع الليزر استخداما في الجراحة الفموية.
- الوسط الفعال غازي: يحوي غاز ثنائي اكسيد الكربون ومزيج من غازات أخرى لتوليد الليزر.
- طول الموجة الأشعة = 10.6 ميكرون (10600 نانو متر).
- يقع في منطقة الأشعة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي وبالتالي يصدر اشعة غير مرئية لذلك يضاف اليه شعاع ليزر آخر يكون مرئيا ومنخفض الطاقة (عادة شعاع احمر من الهيليوم-نيون He-Ne )
- يعمل بطريقة مستمرة continuous wave وعندها ينتج طاقة تصل الى ال 100 واط أو بشكل نبضات قصيرة pulsed وعندها ينتج طاقة عالية جدا قد تصل ال 10000 واط
- ينتقل الشعاع بواسطة ذراع متمفصل أو ألياف ضوئية, ويعمل بدون تماس.
- نمط التأثير: القطع الجراحي أو التبخير ( يعمل بدرجة حرارة فوق ال 100 )



**FRACTIONAL  
CO<sub>2</sub>  
LASER**





جامعة  
المنارة

## CO2 ليزر

- يمتص الشعاع الليزري بشكل أعظمي من قبل الماء، وعلى اعتبار ان جميع الأنسجة تحوي الماء في تركيبها فإن جميع الأنسجة تتفاعل معه وتتأثر به ويعتبر مثاليا للاستخدام في جراحة النسيج الرخوة الغنية بالماء.
- عندما يُمتص يسبب :
  - تبخير السوائل داخل وخارج الخلوية.
  - اغلاق الأوعية الدموية بحجم 0.5 مم أو أقل تلقائياً.
- يستخدم في عدد كبير من الإجراءات الجراحية الفموية ويتميز بشكل خاص باستخدامه في التخثير السطحي لآفات المخاطية بفضل الطاقة العالية التي يمتلكها وقابلية الاحتراق القليلة لديه مما يجعل تأثيراته السطحية كبيرة.
- يستخدم للقطع النسيجي كبديل عن المشرط والكاوي الكهربائي ويحقق نتائج تفوق كليهما, كما يستخدم لإيقاف النزف في الأوعية التي يقل قطرها عن 0.5 مم.
- من ميزاته أيضا تفوقه على انواع الليزر الأخرى في سهولة الوصول للمناطق الصعبة مثل الحبال الصوتية والبلعوم والجيوب الأنفية لكونه يعمل بدون تماس كما يتفوق أيضا في سرعة الشفاء وتخفيف الوذمة والألم والانتان بعد العمل الجراحي.

## مساوي ليزر CO2

- قدرته على التخثير قد لا تكون مناسبة للاستخدام في المناطق الغزيرة التروية مثل المنطقة الخلفية للسان وكذلك في مناطق الأوعية الكبيرة حيث انه يخثر الأوعية  $> 0.5$  مم.
- فقدان الاحساس اللمسي الذي قد يكون غير مرغوبا بالنسبة لبعض الجراحين وخاصة قلبي الخبرة.
- خطورة عالية تتطلب تجهيزات الأمان الضرورية لحماية المريض والطبيب والوسط (خطورة كبيرة على القرنية).
- اهمية تجنب التلامس مع القصبات الهوائية.
- المعدات الغالية الثمن.



# ليزر ND:YAG

- الوسط الفعال صلب: يحوي شوارد النيوديموم neodymium في هيكل من زجاج يتألف من الايتريوم yttrium والألمنيوم aluminum والغارنيت garnet
- طول الموجة الاشعاع = 1,06 ميكرون (1060 نانو متر).
- يقع في منطقة قريبة من الأشعة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي ويصدر أشعة غير مرئية لذلك يتطلب شعاع توجيه آخر يكون مرئيا.
- يعمل بطريقة مستمرة continuous wave وعندها ينتج طاقة تصل إلى ال 100 واط أو بشكل نبضات قصيرة pulsed.
- ينتقل الشعاع بواسطة ألياف ضوئية, ويعمل بالتماس (القطع), أو بدون تماس (اللتخثير) وهي من ميزاته.
- نمط التأثير: التبخير ( يعمل بدرجة حرارة  $60 \leq$  ) تبخير مركزي.

# Picosure



755nm



# ليزر ND:YAG

جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

□ يُمتص بشكل اعظمي من قبل الماء والدم, كما يظهر امتصاص سطحي اصغري من قبل النسيج و اختراق اعظمي وهو ما يؤهله لتخثير الطبقات العميقة (قد يصل لعمق 4 مم) ويمكنه تخثير الأوعية الكبيرة التي تصل الى 2-3 مم بالقطر وبالتالي فهو يستخدم فيما يلي :

1- تخثير واستئصال الأورام الوعائية الدموية.

2- تحقيق الأرقاء في الاضطرابات النزفية الكبيرة.

3- القطع واجراء الشقوق الجراحية والإستئصال في المناطق الغزيرة بالتروية.

4- تخفيف الضخامات الورمية المتقدمة.

5- الجراحة التنظيرية للمفصل الفكي الصدغي.

□ بفضل إمكانية استخدامه وفق نظام النبضات القصيرة جداً، التي تستمر لأقل من نانو ثانية, فإن بعض الدراسات اشارت إلى إمكانية استخدام هذا النظام دون اللجوء إلى التخدير حيث ان النبضات تستمر لفترة اقل من اللازمة لأحداث استجابة عصبية.

# مساوي ليزر ND:YAG



- مقدرته الكبيرة على الإختراق قد تسبب انتشار جائر غير مرغوب ومضر.
- الودمة التالية تكون عادة اشد بالمقارنة مع ليزر ثنائي اكسيد الكربون.
- خطورة عالية تتطلب تجهيزات الأمان الضرورية (خطورة كبيرة على الشبكية).
- المعدات الغالية الثمن.

- الوسط الفعال صلب : نفس الوسط الفعال لل ND:YAG بالمشاركة مع خليط زجاجي من potassium titanyl sulfate
- طول الموجة الإشعاع = 0.53 ميكرون (530 نانو متر).
- يقع في منطقة مرئية من الطيف الكهرومغناطيسي و يصدر شعاع ضوئي أخضر اللون.
- يعمل بشكل نبضات قصيرة short pulsed.
- ينتقل الشعاع بواسطة ألياف ضوئية, ويعمل بالتماس عادةً.
- نمط التأثير: القطع الجراحي, مع مقدرة متوسطة على إحداث التخثير.
- الاستخدامات شبيهة بالنوع السابق.



# ليزر Argon

- الوسط الفعال غازي : يحوي غاز الارغون
- طول الموجة الاشعاع = 0.514 ميكرون (514 نانو متر).
- يقع في منطقة مرئية من الطيف الكهرومغناطيسي ويصدر شعاع ضوئي بلون اخضر مزرق
- يعمل بشكل مستمر وبطاقة تصل إلى 20 واط.
- يُمتص بشكل رئيسي من قبل النسيج الغنية بالأصبغة مثل الهيموغلوبين في الكريات الحمراء و الميلانين في الخلايا الميلانينية وغيرها من الأصبغة الداكنة.
- يستخدم بشكل رئيسي في طب العيون (التخثير الضوئي) لمعالجة الأمراض التنكسية والنزيف في الشبكية، ولمعالجة الآفات الغنية بالأصبغة كآفات الجلدية والآفات الفموية الغنية بالأوعية الدموية والصباغية.



# ليزر HO:YAG

جامعة  
المنارة

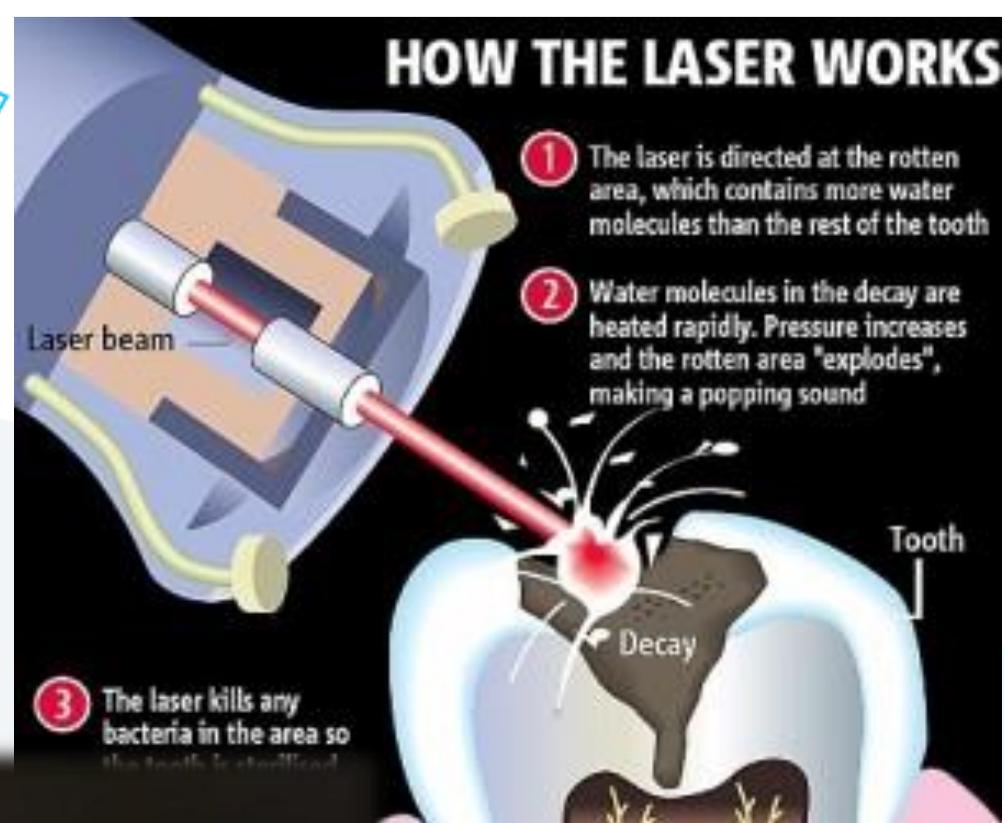
- مشابه لليزر ND:YAG
- الوسط الفعال صلب : يحوي شوارد الهولميوم *Holmium* في هيكل من زجاج يتألف من الايتريوم yttrium والألمنيوم aluminum والغارنيت garnet
- طول موجة الاشعاع = 2.1 ميكرون (2100 نانو متر).
- يقع في منطقة قريبة من الأشعة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي ويصدر اشعة غير مرئية لذلك يتطلب شعاع توجيه آخر يكون مرئيا.
- يعمل بشكل نبضات
- ينتقل الشعاع بواسطة ألياف ضوئية , ويعمل بالتماس عادةً.
- نمط التأثير: القطع الجراحي, مع مقدرة متوسطة على إحداث التخثير.
- يُمتص بشكل رئيسي من قبل النسيج الغنية بالماء ويتمتع بمقدرة على احداث قطع دقيق وتخثير عميق وانتشار محيطي اصغري.
- يستخدم بشكل رئيسي في جراحة المفصل الفكي الصدغي وفي جراحة المناطق الغزيرة بالتروية الدموية



# ليزر ER:YAG

جامعة  
المنارة

- مشابه لليزر ND:YAG
- الوسط الفعال صلب : يحوي شوارد الأيربيوم *Erbium* في هيكل من زجاج يتألف من الايتريوم yttrium والألمنيوم aluminum والغارنيت garnet.
- طول الموجة الاشعاع = 2.94 ميكرون، (2940 نانو متر).
- يقع في منطقة قريبة من الأشعة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي ويصدر أشعة غير مرئية لذلك يتطلب شعاع توجيه آخر يكون مرئيا.
- يعمل بشكل نبضات.
- ينتقل الشعاع بواسطة ذراع خاصة, ويعمل بالتماس عادةً.
- نمط التأثير: القطع الجراحي أو بالتبخير ( يعمل بدرجة حرارة فوق ال 100 )
- يمتص بشكل رئيسي من قبل النسيج الغنية بالماء ويتمتع بمقدرة على احداث اختراق اصغري و حرارة سطحية عالية ( كما في ليزر CO2).



# ليزر ER:YAG

- يُستخدم لقطع النسيج الرخوة والصلبة ويعتبر أكثر أنواع الليزر استخداما للقطع في النسيج الصلبة السنية والنسيج العظمية.
- يستخدم لتحضير الحفر وتعقيم الأقتية الجذرية كما يستخدم في الجراحه حول سنية والعظمية (قطع لجام، قطع لثة، تعقيم الجيوب حول السنية، تقليح تحت لثوي).
- ليزر *ER:YA* الأكثر استخداما في مجال زراعة الأسنان بفضل قدرته على القطع وعدم تسببه بأذية لسطوح التيتانيوم، لذلك يستخدم لتحضير النسيج العظمية وأيضا في المرحلة الجراحية الثانية **Second-stage surgery** لكشف سطوح الزرعة وأيضا يستخدم لمعالجة التهاب ما حول الزرعات **peri-implantitis**.



جامعة  
المنارة  
MANARA UNIVERSITY

## مضادات استقلاب الليزر

- المرضى الحوامل .
- منطقة اليوافيخ نظراً لحساسيتها.
- مرضى يتناولون الأدوية المناعية.
- مرضى الغدة الدرقية.
- مرضى الصرع.
- مرضى لهم سوابق حساسية ضوئية.
- المصابين بأمراض نزفية, واضطرابات استقلاب Ca.