



كلية طب الأسنان

مقرر
الليزر في طب الأسنان
(DEFE701)
(المحاضرة الثانية)
&
(المحاضرة الثالثة)

الفصل الدراسي الأول

2025-2026

د. محمد معلا

فهرس المحاضرة

1. خواص شعاع الليزر.

- أحادية اللون.
- الترابط الضوئي.
- التوجيه.
- الشدة العالية.

2. تفاعل الليزر مع النسيج الحية.

3. أشهر أنواع الليزرات المستخدمة في طب الأسنان.

1.3 الليزر اللين (Soft Laser).

- ليزر الهيليوم نيون (He-Ne).
- ليزر الغاليوم ألمنيوم أرسينيد (Ga-Al-As).

2.3 الليزر الصلب (Hard Laser).

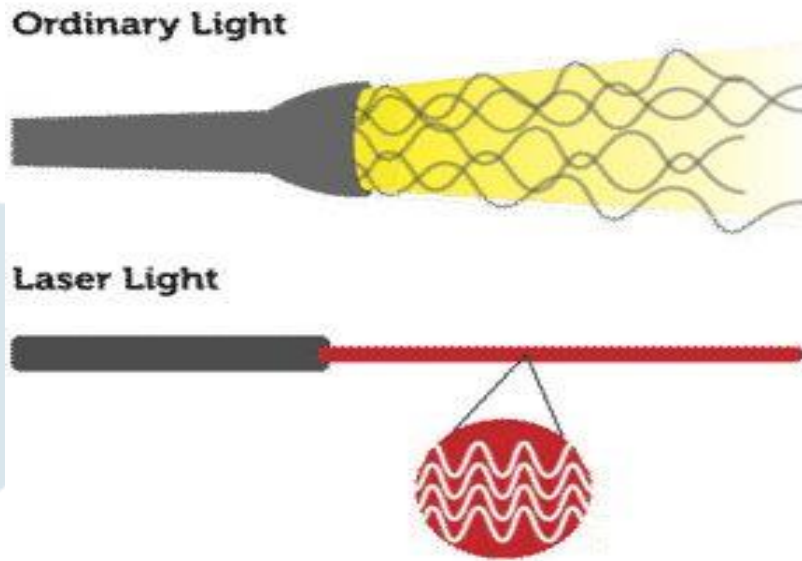
- ليزر الأرجون الأيوني (Argon Laser).
- ليزر ديود (Laser Diode, LD).
- ليزر ثاني أكسيد الكربون (CO_2).
- ليزر إربيوم-ياغ (Er:YAG).
- ليزر نيتيميوم-ياغ (Nd:YAG).

4. أهمية الليزر في طب الأسنان.

خواص شعاع الليزر

يملك شعاع الليزر مجموعة من الخصائص الفيزيائية الفريدة من نوعها، مقارنةً بالمصادر الطبيعية (كالشمس مثلاً) أو الصناعية للضوء (كالمصابيح الكهربائية مثلاً)، والتي تؤهله للاستخدام في العديد من التطبيقات الطبية. من أهم هذه الخصائص:

1. **أحادية اللون (Monochromaticity):** من أهم الخواص التي يملكها شعاع الليزر ما يعرف بالنقاوة الطيفية، حيث أنه يتكون من عدد هائل من الفوتونات المتطابقة بالتواتر (وبالتالي بالطول الموجي) بعكس أنواع الضوء الأخرى التي تحوي عادةً عدة ترددات وبالتالي تبدو كأنها ضوء أبيض، في حين أن ضوء الليزر يمتلك لون واحد فقط.
2. **الترابط الضوئي (Optical Coherence):** حيث أن الفوتونات (الأمواج) المكونة لحزمة الليزر تمتلك نفس الطور (متفقة في الطور) بالإضافة إلى امتلاكها نفس الاستقطاب، مما يعني الحصول على موجة واحدة محصلة ناتجة عن التداخل البناء ما بين هذه الأمواج وبالتالي شدة وتركيز للطاقة عاليين لا يمكن الحصول عليهما باستخدام الأنواع الأخرى للضوء.



الشكل 1: مقارنة ما بين الضوء الطبيعي (Ordinary Light) وضوء الليزر (Laser Light).

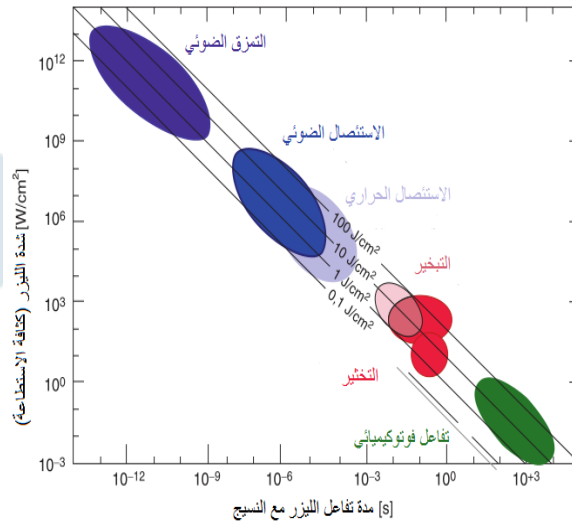
3. **التوجيه (Directionality):** يمتاز شعاع الليزر بامتلاك زاوية صلبة (زاوية انفرج) صغيرة جداً تبلغ واحد بالألف من الدرجة، مما يعني أن شعاع الليزر يقطع مسافات طويلة دون أن تشتت طاقته بعيداً عن المنبع. فلو افترضنا أن قطر حزمة الليزر الصادرة عن منبع ما تبلغ عدة ملليمترات، بالتالي سيصبح القطر بعد مسافة ألف كيلومتر حوالي خمس ملليمترات. من العوامل الرئيسية التي تحدد الزاوية الصلبة هي قطر حزمة الليزر وطول موجته.

4. **الشدة العالية (High Intensity):** بما أن شعاع الليزر يحافظ على قطر الحزمة بعد أن يقطع مسافة معينة بعيداً عن المنبع، فهذا يعني امتلاك الليزر كثافة عالية من الطاقة تتركز ضمن مقطع صغير جداً من النسيج الحي لا يتجاوز عدة ميكرو مترات مربعة وبالتالي يُظهر الليزر تأثيرات نسيجية مختلفة بالاعتماد على طول الموجة وكثافة الطاقة ومدة التعرض والخواص الامتصاصية للنسيج الحي المستهدف.

تفاعل الليزر مع النسيج الحية:

تتعدد التأثيرات الناجمة عن تفاعل إشعاع الليزر مع النسيج الحية، وذلك بتعدد وتنوع الخصائص الضوئية للنسيج كمعاملات الانعكاس والامتصاص والانتثار بالإضافة للخصائص الحرارية للنسيج كالنقل الحراري والسعة الحرارية والبارامترات الفيزيائية لشعاع الليزر كالطول الموجي ومدة التعرض وكثافة الطاقة وكثافة الاستطاعة، حيث تعد مدة التعرض من أهم الخصائص عند اختيار نوع معين من أنواع التأثيرات.

تصنف تأثيرات تفاعل الليزر مع النسيج الحية في خمسة أنواع رئيسية وهي: التفاعلات الفوتوكيميائية والتفاعلات الحرارية والاستئصال الضوئي والاستئصال المتحرض بالبلازما والتمزق الضوئي (الشكل 2).



الشكل 2: تأثيرات تفاعل الليزر مع النسيج الحية.

تعتبر التفاعلات الحرارية (Thermal effects) من أهم تفاعلات التأثير المتبادل بين الليزر والنسيج الحية، حيث تقوم النسيج الحية بامتصاص طاقة الليزر وبالتالي ينشأ ثلاث درجات من التأثير وهي التخثر (Coagulation) والقطع (Cutting) والتبخير (Vaporization). يستخدم تأثير التخثر في وقف النزف وتأثير التبخير في إتلاف أنسجة وأورام بأحجام صغيرة.

الليزرات المستخدمة في طب الأسنان

تصنف الليزرات ضمن نوعين رئيسيين طبقاً للاستخدامات الطبية، وهما الليزر اللين والليزر القاسي.

A. الليزر اللين (Soft Laser): أو ما يعرف بالليزر البارد. يمتاز هذا النوع من الليزرات بطاقته المنخفضة نسبياً، حيث يتم امتصاص هذه الطاقة من قبل جزيئات المادة المكون للنسيج وبالتالي تشكيل أيونات مع الحفاظ على الروابط الكيميائية، أي الحفاظ على بنية النسيج، لأن الغاية الرئيسية من استخدام هذا النوع من الليزرات هو الوصول إلى شفاء النسيج المصاب عن طريق تنشيط الخلايا الخلوية من خلال زيادة إنتاج الكولاجين وبالتالي زيادة الاستقلاب والمساعدة في تجديد النسيج وعلاج التقرحات الفموية. من أشهر أنواع الليزر اللين، الليزرات الآتية:

1. ليزر الهيليوم نيون (He-Ne): هو عبارة عن ليزر غازي تكون المادة الفعالة فيه مزيج من غازي الهيليوم He والنيون Ne بنسبة 10/1. يتم إصدار هذا الليزر بعدة أطوال موجية تقع جميعها ضمن المجال المرئي من الطيف الكهروضوئي للضوء ولكن أكثر هذه الأطوال الموجية استخداماً في المجال الطبي هو الطول الموجي 632.8nm الموافق للون الأحمر R من المجال المرئي.

2. ليزر الغاليوم ألومنيوم أرسينيد (Ga-Al-As): هو عبارة عن ليزر نصف ناقل، يكون وسط الريح فيه جسم صلب مكون من خليط من ثلاث عناصر وهي: الغاليوم Ga والألمنيوم Al والزرنيخ As. يمتاز هذا الليزر بطاقة منخفضة نسبياً، مقارنةً بليزر الهيليوم-نيون. مجال إصداره هو تحت الأحمر القريب NIR بطول موجي يقع ضمن المجال 750nm-850nm.

B. الليزر الصلب (Hard Laser): يمتاز هذا الليزر بطاقته المرتفعة نسبياً لذلك يستعمل هذا النوع من الليزرات في مجال زراعة الأسنان بالإضافة لاستخدامه في الجراحة لقدرته على قطع واستئصال النسيج المصاب. من أشهر أنواع الليزر الصلب، الليزرات الآتية:

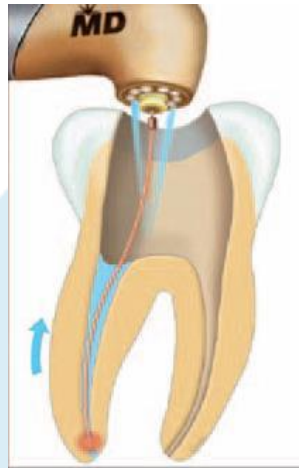
1. ليزر الأرجون الأيوني (Argon Laser): هو ليزر غازي يستخدم أيونات غاز الأرجون النبيل كوسط ربح. يمتاز هذا الليزر بأنه مستمر وبإصدار أطوال موجية عديدة يقع معظمها في المجال المرئي من الطيف الكهروضوئي للضوء أبرزها الأطوال الموجية 488nm و 514.5nm بالإضافة إلى عدة أطوال موجية ضمن المجال فوق البنفسجي UV. الطول الموجي الأكثر استخداماً في مجال طب الأسنان هو اللون الأخضر حيث يستخدم في العمليات الجراحية الصغيرة لقدرته على إرقاء النزف بفعل تفاعله مع الهيموغلوبين. من الاستخدامات الإضافية في مجال الأسنان استخدامه في التصليب الضوئي لترميمات الكومبوزيت لشدته العالية مقارنةً بالتصليب العادي، كما أنه يستخدم في معالجة التهابات اللثة بالإضافة إلى الكشف عن النخور السنية (مقترنة بالتصوير الشعاعي).

2. ليزر ديود (Laser Diode, LD): يعرف الديود (الثنائي) الليزري بأنه ليزر نصف ناقل يضخ الطاقة كهربائياً ويكون الوسط الفعال (وسط الريح) فيه وصلة NP بين نوعين من أنصاف النواقل، أحدها مشوب بشائبة مانحة للإلكترونات N والثاني مشوب بشائبة آخذة للإلكترونات P تصدر الضوء الليزري من خلال عملية اتحاد الإلكترونات مع الثقوب.

عادةً ما تعطي ليزرات أنصاف النواقل أطوال موجية طويلة نسبياً تقع في المجال تحت الأحمر، لكن تم تصنيع ليزرات ديود تعطي أطوال موجية متوسطة تقع في المجال المرئي من الطيف الكهرطيسي للضوء.

هناك استخدامات عديدة لليزر الديود في مجال طب الأسنان، من أهمها الجراحة الفموية والمداواة اللبية. بما أن الطولان الموجيان الموافقان للأصفر والأخضر في ليزر الديود يتوافقان بشدة مع قمم امتصاص الهيموغلوبين، يمكن استخدام هذه الليزرات في تخثير الدم والأوعية الدموية بالإضافة إلى القدرة على إجراء شق جراحي صغير، كما أنه يستخدم في معالجة الأقنية الجذرية (الشكل 6) بالإضافة إلى معالجة فرط الحساسية من خلال إغلاق القنيات العاجية المفتوحة.

3. ليزر ثاني أكسيد الكربون (CO₂): ليزر غازي وسط الريح فيه هو غاز ثاني أكسيد الكربون CO₂. تستطيع ليزرات غاز ثاني أكسيد الكربون أن تصدر مئات الكيلوواط عند الطولين الموجيين 960nm و 1060nm وبالتالي يمكن استخدامها طبياً كمشرط ليزري (حراري)، وصناعياً في قطع المعادن ولحامها. عند دراسة جسم الإنسان كجسم أسود مصدر للأشعة تحت الحمراء IR، تبين أن الإصدار والامتصاص الأعظمي لجسم الإنسان يكون عند الطول الموجي الموافق لـ 960nm، مما يبرر استخدام هذا الطول الموجي كمشرط جراحي عندما يكون المنبع هو ليزر غاز ثاني أكسيد الكربون. كما يمكن استخدام الطول الموجي 1060nm في الجراحة نظراً لأن موقعه في منحنى تابع إشعاع الجسم الأسود للجسم البشري ليس بعيداً كثيراً عن الطول الموجي المقابل للنهاية العظمى وبالتالي يكون امتصاصه من قبل الجسم كبير. يمتاز هذا الليزر بأن اختراقه للأنسجة قليل (تأثيره سطحي) وبالتالي يتم تفريغ كامل طاقة الليزر في النسيج السطحية على شكل طاقة حرارية وهو ما يفسر استخدامه في التعقيم بالإضافة إلى إزالة النسيج الرخوة ومن ثم تأمين عملية التخثير والإرقاء.



الشكل 3: معالجة لبية باستخدام ليزر ديود.

4. **ليزر إربيوم-ياغ (Er:YAG):** هو عبارة عن ليزر صلب وسط الربح فيه صفيحة من الغرانيت مشوبة بأيونات عنصر الإربيوم (Er). يصدر هذا الليزر إشعاع يقع في المجال تحت الأحمر المتوسط MIR بطول موجي يقع ضمن المجال 2900nm-2940nm. يستخدم هذا الليزر بشكل رئيس لتطهير أسطح العاج والمينا بالإضافة إلى إزالة تسوس الأسنان بفعل تأثيره السطحي وانخفاض عمق اختراقه وبالتالي فهو آمن للب السن. من ميزات استخدام هذا الليزر انه لا يسبب أي ألم أو إزعاج للمريض بالإضافة إلى عدم توليد حرارة خطيرة ضمن الفم بفعل وجود نظام تبريد عالي الكفاءة، لكن لا يمكن استخدامه في تخثير الشعيرات الدموية.

5. **ليزر نيديميوم-ياغ (Nd:YAG):** هو عبارة عن ليزر صلب وسط الربح فيه صفيحة من الغرانيت مشوبة بأيونات عنصر النيوديميوم (Nd). يمتاز هذا الليزر بطاقة أعلى من طاقة ليزر إربيوم-ياغ لأن مجال إصداره هو تحت الأحمر القريب NIR وبطول موجي 1064 nm قريب من طول موجة ليزر CO₂. يستخدم هذا الليزر بشكل رئيس في علاج النسيج الرخوة كأمراض اللثة (انحسار التهاب اللثة) بالإضافة إلى مداواة الأسنان اللبية (تعقيم الأقنية الجذرية) والجراحة الفموية البسيطة بفعل قدرته على قطع النسيج الرخوة وتأمين عملية الإرقاء. لا يستخدم هذا الليزر في حفر الأسنان نتيجة عمق اختراقه واحتمال حدوث التهاب لب دائم، لكن بينت الدراسات قدرته على إزالة تسوس الأسنان في مراحله البدئية.

<i>Laser</i>	<i>Type</i>	λ
He-Ne Laser	غازي	632.8 nm (R)
Ga-Al-As Laser	صلب (نصف ناقل)	750-850nm (NIR)
Ar ⁺ Laser	غازي	أخضر
Diode Laser	صلب (نصف ناقل)	الأصفر والأخضر
CO ₂ Laser	غازي	960-1060nm (IR)
Er:YAG Laser	صلب	2900-2940nm (MIR)
Nd:YAG Laser	صلب	1064nm (NIR)

أهمية الليزر في طب الأسنان

- يُعتبر استخدام الليزر في طب الأسنان حديث العهد لكنه أثبت فعالية عالية في العلاج من خلال تطبيقاته العديدة والهامة في الجراحة والمداواة السنية وطب الفم. من فوائد استخدام الليزر في طب الأسنان:
1. يؤمن استخدام الليزر مساحة عمل جافة بفعل قدرته على إرقاء النسيج الدموي وتعقيمه.
 2. تقليل الوزمة والانتباج التاليين للعمل الجراحي.
 3. عدم الحاجة إلى استخدام الغرزات وتأمين رؤية واضحة لفم المريض لقلّة الادوات المستخدمة.
 4. عدم استخدام أو تخفيف استخدام مواد التخدير لأنه عديم أو قليل الألم.
 5. لا يصدر جهاز الليزر أي صوت مقارنةً بالأجهزة التقليدية وبالتالي لا يعاني المريض من أي توتر أثناء العلاج.
 6. التخفيف من الأعراض الجانبية التالية للعمل الجراحي مقارنةً بالجراحة التقليدية.
- لكن تعتبر تكلفة العلاج بالليزر عالية مقارنةً بالعلاج بالطرق التقليدية.

نهاية المحاضرتين الثانية والثالثة
Best of Luck my dears