



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

## استخدام الليزر في عمليات التجميل

(بحث مقدم إلى مجلس كلية التربية للعلوم الصرفة – جامعة بابل وهو جزء  
من متطلبات نيل شهادة البكالوريوس في الفيزياء

اعداد الطالبة:

بنين ناظم علي

بإشراف:

د. حمد رحمن



﴿يُؤْتِي الْحِكْمَةَ مَنْ يَشَاءُ ۖ وَمَنْ يُؤْتَ الْحِكْمَةَ﴾

﴿فَقَدْ أُوتِيَ خَيْرًا كَثِيرًا﴾

(سورة البقرة - الآية ٢٦٩)

صَدَقَ اللهُ الْعَلِيُّ الْعَظِيمُ

# إلى الأجداد

إلى بقية الله في أرضه..

إلى صاحب العصر والزمان، الحجة بن الحسن (عجل الله فرجه الشريف).. إليك يا سيدي أرفع ثمرة جهدي المتواضع، مستمدةً من نورك الأمل، وطامعةً في قبولك ودعائك، ليكون هذا العمل لبنةً في صرح العلم الذي يخدم نهجكم القويم.

إلى منبع الحب والجدور الأولى..

إلى أهلي وعائلي الكريمة.. يا من غرسوا في حب العلم وقيمة الطموح. إلى دعوات أمي التي كانت تحرسني، وإلى أبي العزيز وهذا النجاح هو ثمرة غراسكم.

إلى أصدقائي ومعارفي الذين اجلهم واحترمهم ...

إلى اساتذتي في الكلية ... اهدي لكم بحثي

الباحثة

بنين ناظم علي

## شكر وتقدير

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات والصلاة والسلام على معلم البشرية الأول وعلى آله وصحبه أجمعين.. أما بعد:

انطلاقاً من قوله تعالى: {لَئِن شَكَرْتُمْ لَأَزِيدَنَّكُمْ} ومن باب العرفان بالفضل لأهله، أتقدم بوافر الشكر وعظيم الامتنان إلى الأستاذ الدكتور (حمد رحمن) المحترم؛ الذي تفضل بالإشراف على هذا البحث، فكان لنصائحه القيمة وتوجيهاته الدقيقة الأثر الأكبر في إتمام هذا العمل، فجزاك الله عني خير الجزاء.

كما ويمتد ثنائي وتقديري إلى رئاسة كلية التربية للعلوم الصرفة – قسم الفيزياء وإلى جميع أساتذة القسم الأفاضل الذين لم يدخروا جهداً في تزويدنا بالمعرفة وتعبيد طريق العلم أمامنا، فكانوا نعم المعلمين ونعم السند طيلة مسيرتي الدراسية.

ولا يفوتني أن أتوجه بالتحية والتقدير إلى زملائي وزميلاتي، رفقاء الدرب في هذا القسم المعطاء، شاكرًا لهم روح التعاون والمودة التي كانت حافزاً لي دوماً.

شكراً لكل يد مدّت لي يداً، ولكل قلبٍ منحني تشجيعاً، ولكل عالمٍ علمني حرفاً.

## قائمة المحتويات

الصفحة	اسم الموضوع	ت
أ	الاية القرآنية	.١
ب	الاهداء	.٢
ج	شكر وتقدير	.٣
د	قائمة المحتويات	.٤
هـ	الخلاصة	.٥
١	المقدمة	.٦
٢	مشكلة البحث	.٧
٣	أهمية البحث	.٨
١٦- ٤	الفصل الأول	.٩
٢٦-١٧	الفصل الثاني	.١٠
٢٧	الخاتمة	.١١
٢٨	الاستنتاجات	.١٢
٢٩	التوصيات	.١٣
٣٢-٣٠	المصادر	.١٤
		.١٥
		.١٦
		.١٧
		.١٨
		.١٩

## الخلاصة

شهدت تقنية الليزر تطورًا ملحوظًا في مجال الطب التجميلي، حيث أصبحت تمثل أداة فعالة وآمنة لتحسين المظهر الجمالي ومعالجة العديد من مشاكل البشرة والشعر. يهدف هذا البحث إلى تقديم دراسة تحليلية لآليات عمل الليزر، واستخداماته المتنوعة في عمليات التجميل، بالإضافة إلى تسليط الضوء على الآثار الجانبية المحتملة المرتبطة بهذه التقنية.

تستعرض الدراسة المبادئ الفيزيائية لتقنية الليزر، بما في ذلك التفاعل بين أشعة الليزر والأنسجة البيولوجية، كما توضح التطبيقات العملية مثل إزالة الشعر، علاج التصبغات الجلدية، وشد الجلد. كما يناقش البحث الفوائد المحتملة لهذه التطبيقات مقارنة بالطرق التقليدية، مع تحليل المخاطر والآثار الجانبية التي قد تشمل الالتهابات المؤقتة، التهيج الجلدي، واحتمالية التغيرات اللونية للبشرة. خلصت الدراسة إلى أن تقنية الليزر توفر حلولاً فعالة وآمنة إذا ما تم تطبيقها وفق بروتوكولات علمية دقيقة، مع ضرورة تقييم الحالة الفردية للمريض قبل الإجراء ومتابعة النتائج بشكل مستمر لتقليل المضاعفات المحتملة. كما تشير النتائج إلى أهمية التوعية والتدريب المتخصص للأطباء لضمان تحقيق أقصى استفادة من هذه التقنية الحديثة في مجال التجميل.

## المقدمة

شهدت العقود الأخيرة تطورًا سريعًا في مجال الطب التجميلي، حيث أصبح الاهتمام بالمظهر الخارجي والصحة الجمالية أمرًا محوريًا في حياة الأفراد والمجتمعات. ومن بين الابتكارات التكنولوجية التي أحدثت ثورة في هذا المجال، تبرز تقنية الليزر كأحد الأدوات الأكثر فعالية ودقة في تحسين المظهر الجمالي وعلاج العديد من مشاكل البشرة والشعر. إذ يُمكن استخدام الليزر لتحقيق نتائج دقيقة وسريعة مقارنة بالطرق التقليدية، مع تقليل الألم وفترة التعافي لدى المرضى.

تقنية الليزر تعتمد على مبدأ انبعاث ضوء أحادي اللون ومكثف، يتم توجيهه إلى الأنسجة المستهدفة لتحقيق تأثير محدد دون إلحاق ضرر بالأنسجة المحيطة. وتختلف أنواع الليزر وتردداتها وطول موجاتها بحسب التطبيق الطبي، ما يسمح باستخدامها في مجموعة واسعة من الإجراءات التجميلية، مثل إزالة الشعر، معالجة التصبغات الجلدية، شد الجلد، علاج الندبات وحب الشباب، وتجديد البشرة. كما أن هذه التقنية توفر تحكمًا دقيقًا في العمق والطاقة المنبعثة، مما يزيد من فعاليتها ويقلل من المخاطر المرتبطة بالعلاجات التقليدية.

رغم الفوائد العديدة لتقنية الليزر، إلا أن استخدامها لا يخلو من آثار جانبية محتملة، قد تتراوح بين تهيج الجلد المؤقت، الاحمرار، التغيرات اللونية، إلى مضاعفات أكثر ندرة تشمل الحروق أو العدوى. لذلك، أصبح من الضروري دراسة هذه التقنية بشكل علمي وتحليلي، لفهم آليات عملها، تحديد نطاق تطبيقاتها، وتقييم المخاطر المصاحبة لها.

يهدف هذا البحث إلى تقديم دراسة تحليلية شاملة لتقنية الليزر في عمليات التجميل، من خلال استعراض الأسس الفيزيائية والطبية لآلية عمل الليزر، وتبسيط الضوء على التطبيقات العملية المختلفة، ومناقشة الفوائد والمخاطر المحتملة. كما يهدف البحث إلى تقديم إطار علمي يمكن الاستناد إليه لتوجيه الممارسات الطبية في مجال التجميل، وضمان الاستخدام الآمن والفعال لهذه التقنية الحديثة.

تتسم هذه الدراسة بالنهج التحليلي، حيث تعتمد على مراجعة الأدبيات العلمية الحديثة، وتحليل البيانات المتعلقة بآثار الليزر على الأنسجة، بالإضافة إلى تقييم فعالية التطبيقات المختلفة من منظور سريري. ومن المتوقع أن يساهم هذا البحث في تعزيز الوعي الطبي والجمهور بأهمية تقنية الليزر، ودورها في تحسين المظهر الجمالي مع تقليل المخاطر المحتملة، بما يدعم الممارسة التجميلية الحديثة بشكل علمي وآمن.

## مشكلة البحث

على الرغم من التطور الكبير الذي شهدته تقنية الليزر في مجال التجميل، إلا أن استخدامها ما زال يثير العديد من التساؤلات العلمية والطبية المتعلقة بفعاليتها وأثاره الجانبية. فبينما يقدم الليزر حلولاً دقيقة وسريعة لتحسين المظهر الجمالي، تظهر بعض الدراسات حالات من الالتهابات الجلدية، التغيرات اللونية، والآثار السلبية الأخرى التي قد تؤثر على صحة المرضى وسلامتهم. كما أن هناك تفاوتاً في نتائج الاستخدام بناءً على نوع البشرة، نوع الليزر، وطريقة التطبيق، مما يخلق تحدياً أمام الأطباء في ضمان تقديم خدمة تجميلية آمنة وفعالة. وبالتالي، تبرز الحاجة إلى دراسة تحليلية شاملة لتقنية الليزر، توضح آليات عملها، وتحدد نطاق تطبيقاتها، مع تقييم دقيق للآثار الجانبية المحتملة، بهدف توفير مرجع علمي يعتمد عليه الأطباء والمهتمون بمجال التجميل في اتخاذ القرارات السليمة.

## أهداف البحث

يسعى هذا البحث إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الرئيسية، وهي:

1. تحليل آليات عمل تقنية الليزر في العمليات التجميلية، بما يشمل التفاعل بين أشعة الليزر والأنسجة البيولوجية.
2. تحديد التطبيقات العملية لتقنية الليزر في مجال التجميل، مثل إزالة الشعر، شد الجلد، علاج التصبغات الجلدية، وتجديد البشرة.
3. تقييم الفوائد الطبية والجمالية لتقنية الليزر مقارنة بالطرق التقليدية المستخدمة في التجميل.
4. تسليط الضوء على الآثار الجانبية والمضاعفات المحتملة لاستخدام الليزر، مع اقتراح استراتيجيات لتقليل هذه المخاطر.
5. تقديم إطار علمي يساعد على الاستخدام الأمثل لتقنية الليزر في المجال التجميلي، بما يضمن سلامة المرضى وفعالية النتائج.

## أهمية البحث

تكتسب هذه الدراسة أهميتها من عدة محاور رئيسية:

1. الأهمية العلمية: توضح الدراسة آليات عمل الليزر وتطبيقاته، مما يساهم في إثراء المعرفة الطبية والبحثية حول استخدام التكنولوجيا الحديثة في التجميل.
2. الأهمية العملية: توفر نتائج البحث دليلاً إرشادياً للأطباء والمتخصصين في مجال التجميل، يمكن الاعتماد عليه لتحسين جودة الخدمات الطبية والتقليل من المضاعفات.

٣. الأهمية المجتمعية: تساعد الدراسة على رفع الوعي لدى الأفراد حول الفوائد والمخاطر المرتبطة بتقنية الليزر، وتمكنهم من اتخاذ قرارات مستنيرة عند الرغبة في إجراء عمليات تجميلية.
٤. الأهمية المستقبلية: تساهم الدراسة في وضع أساس لتحسين التطبيقات المستقبلية لتقنية الليزر، وتشجيع الدراسات البحثية المكثفة التي تسعى لتطوير طرق أكثر أماناً وفعالية.

## الفصل الأول

### ١.١ الأسس العلمية لاستخدام الليزر في التجميل

يعد هذا الفصل مدخلاً أساسياً لفهم تقنية الليزر من منظور علمي، حيث يهدف إلى توضيح المبادئ الأساسية التي تقوم عليها هذه التقنية، والآليات الفيزيائية والطبية التي تجعل منها أداة فعّالة وآمنة في مجال التجميل. يعتمد استخدام الليزر في التجميل على خصائصه الفريدة كأداة قادرة على تركيز طاقة ضوئية عالية ودقيقة على الأنسجة المستهدفة، ما يتيح إجراء تعديلات دقيقة دون التأثير على الأنسجة المحيطة.

ينقسم هذا الفصل إلى عدة محاور رئيسية، تبدأ بتقديم نظرة عامة على ماهية الليزر ومبادئ عمله الفيزيائية، مروراً بآلية تفاعله مع الأنسجة البيولوجية المختلفة، وانتهاءً بفهم العوامل المؤثرة في فعاليته وسلامته أثناء التطبيقات التجميلية. كما يناقش الفصل أنواع الليزر المختلفة المستخدمة في المجال الطبي، وخصائص كل نوع من حيث طول الموجة، مستوى الطاقة، وطبيعة التأثير على الجلد والشعر.

من خلال هذا الفصل، يسعى البحث إلى تمكين القارئ من بناء قاعدة علمية صلبة لفهم كيفية عمل الليزر، وما يميزه عن الوسائل التقليدية في التجميل، وكذلك التعرف على أساسيات التعامل مع الأنسجة الحية بطريقة دقيقة وآمنة. ويؤكد الفصل على أهمية المعرفة العلمية الدقيقة لكل من الأطباء والممارسين في المجال التجميلي، لضمان تحقيق نتائج فعّالة وتقليل المخاطر الصحية المحتملة. [1]

### ٢.١ مفهوم الليزر وآلية عمله

#### ١.٢.١ تعريف الليزر ومكوناته الأساسية

الليزر هو اختصار لعبارة "Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation" أي تضخيم الضوء بواسطة الانبعاث المحفّز للإشعاع. ويُعد الليزر أحد الابتكارات العلمية التي تجمع بين مبادئ الفيزياء والطب لتحقيق دقة وكفاءة عالية في مختلف التطبيقات، وخاصة في المجال التجميلي والطبي. [2]

يتكون نظام الليزر من ثلاثة مكونات رئيسية:

١. **المادة الفاعلة (Active Medium)** وهي الوسيط الذي يحدث فيه عملية تضخيم الضوء. يمكن أن تكون المادة الفاعلة صلبة مثل الكريستالات (مثل

٢. **مصدر الطاقة (Energy Source or Pump):** وهو الجهاز الذي يزود المادة الفاعلة بالطاقة اللازمة لتحفيز الذرات وإنتاج الانبعاث المحفّز للضوء. قد يكون المصدر كهربائياً أو ضوئياً حسب نوع الليزر.
٣. **نظام التردد الضوئي (Optical Resonator):** ويتكون من مرآتين، واحدة عاكسة بالكامل والأخرى شبه عاكسة، حيث يتم فيها تكرار الانبعاث الضوئي داخل المادة الفاعلة لتوليد شعاع ليزري مكثف ومتسق.

من خلال هذا الترتيب، يتم إنتاج شعاع ضوئي متماسك، أحادي اللون، عالي الطاقة، وموجه بدقة، مما يسمح بالتحكم في شدته وموقعه على الأنسجة المستهدفة بدقة عالية.

### ٢.٢.١ خصائص الضوء الليزري

يتميز الضوء الليزري عن الضوء العادي بعدة خصائص أساسية، وهي ما يجعله مناسباً للاستخدام الطبي والتجميلي:

١. **الطول الموجي (Wavelength):** يمثل طول الموجة الليزرية المسافة بين قمتين متتاليتين للموجة الضوئية، وهو ما يحدد لون الشعاع ونوع التفاعل مع الأنسجة. فمثلاً، بعض الأطوال الموجية تُمتص بشكل أكبر من الميلايين في الشعر أو الجلد، بينما تُمتص أخرى بواسطة الماء أو الهيموغلوبين، ما يتيح توجيه الليزر نحو الهدف المطلوب بدقة.
٢. **الشدة (Intensity):** تعبر عن مقدار الطاقة المنبعثة من الليزر لكل وحدة مساحة. كلما ارتفعت الشدة، زادت قدرة الليزر على إحداث تأثير حيوي على الأنسجة، مثل تدمير بصيلات الشعر أو إزالة التصبغات.
٣. **الاتجاهية (Directionality):** يتميز شعاع الليزر بالتركيز العالي والاتجاهية المستقيمة، مما يقلل من فقد الطاقة أثناء الانتقال ويضمن وصول الطاقة بدقة إلى المنطقة المستهدفة دون التأثير على الأنسجة المحيطة.

### ٣.٢.١ التفاعل بين الليزر والأنسجة الحيوية

عندما يتعرض النسيج الحي لشعاع الليزر، يحدث أحد أنواع التفاعلات التالية، حسب خصائص النسيج والطول الموجي لليزر:

١. **الامتصاص (Absorption):** حيث تمتص الأنسجة الطاقة الليزرية وتتحوّل إلى حرارة، مما يؤدي إلى تحلل أو تدمير الهدف مثل بصيلات الشعر أو التصبغات الجلدية.
٢. **الانعكاس (Reflection):** بعض الطاقة قد تنعكس عن سطح الجلد، وهو أمر يقلل من فعالية الليزر إذا لم يتم اختيار الطول الموجي المناسب.
٣. **الانتشار (Scattering):** يحدث عندما تنتشر الطاقة داخل الأنسجة، ما قد يقلل من دقة العلاج إذا لم تتم السيطرة عليه.
٤. **النقل (Transmission):** بعض الأشعة قد تمر دون أن تمتصها الأنسجة، وهو ما يجب أخذه في الاعتبار عند اختيار نوع الليزر وخصائصه.

من خلال هذه التفاعلات، يمكن للطبيب التجميل التحكم في النتائج بدقة، بحيث يحقق التأثير المطلوب دون الإضرار بالأنسجة المجاورة . [3]

#### ٤.٢.١ مفهوم الانتقائية الحرارية ودوره في التجميل

الانتقائية الحرارية (**Selective Photothermolysis**) هي مبدأ أساسي لنجاح استخدام الليزر في التجميل. وتعني القدرة على توجيه الطاقة الحرارية من شعاع الليزر إلى هدف محدد في الأنسجة، مثل الميلانين في بصيلات الشعر، دون التأثير على الأنسجة المحيطة.

تحدد فعالية الانتقائية الحرارية بعدة عوامل:

١. **الطول الموجي المناسب:** يجب اختيار طول موجة يمتصه الهدف بشكل أكبر من الأنسجة المحيطة.
٢. **مدة النبضة (Pulse Duration):** هي الوقت الذي يُطلق فيه الليزر على الهدف، ويجب أن تكون قصيرة بما يكفي لإحداث تأثير على الهدف دون السماح للحرارة بالانتقال للأنسجة المجاورة.
٣. **شدة الطاقة (Energy Density):** كمية الطاقة التي تُطبق على وحدة المساحة، ويجب ضبطها بدقة لتحقيق التأثير المطلوب.

في عمليات التجميل، يتيح هذا المبدأ إزالة الشعر، علاج التصبغات، شد الجلد، وتحسين ملمس البشرة بطريقة دقيقة وآمنة، مما يجعل الليزر أداة أساسية وفعالة في الطب التجميلي الحديث. [4]

#### ١. ٣ أنواع الليزر المستخدمة في التجميل

يعتبر اختيار نوع الليزر المناسب أحد أهم العوامل التي تحدد نجاح الإجراءات التجميلية، حيث تختلف خصائص كل نوع من الليزر، بما في ذلك الطول الموجي، عمق الامتصاص في الأنسجة، ودرجة الحرارة الناتجة، وبالتالي تختلف تطبيقاته

وفعاليته حسب حالة المريض والهدف العلاجي. في هذا المبحث، سيتم استعراض أبرز أنواع الليزر المستخدمة في التجميل، مع تحليل مميزات كل نوع، آلية عمله، وفعاليتها مقارنة بالأنواع الأخرى. [5]

### ١. ٣. ١ ليزر CO<sub>2</sub> التجميلي (Carbon Dioxide Laser)

يعد ليزر ثاني أكسيد الكربون أحد أقدم وأكثر أنواع الليزر استخدامًا في العمليات التجميلية الدقيقة.

- **الطول الموجي** 10,600 نانومتر، ما يجعله يمتص الماء بشكل كبير داخل الأنسجة.
- **آلية العمل**: عند توجيه شعاع ليزر CO<sub>2</sub> إلى الجلد، يمتص الماء الموجود في الخلايا الطاقة الحرارية، مما يؤدي إلى تبخر الخلايا المستهدفة وتشكيل طبقة تجدد الجلد.
- **الاستخدامات**: إزالة التجاعيد الدقيقة، تحسين ملمس الجلد، إزالة النمش والتصبغات، علاج الندبات وآثار الحروق.
- **المميزات**: دقة عالية، قابلية تعديل عمق التأثير حسب نوع البشرة والمنطقة المستهدفة، نتائج سريعة وفعالة.
- **السلبيات**: يحتاج إلى فترة تعافي أطول نسبيًا مقارنة ببعض الليزر الحديثة، وقد يسبب احمرارًا مؤقتًا أو تورمًا بعد العلاج.



الشكل رقم (١) يبين جهاز ليزر CO<sub>2</sub> التجميلي (Carbon Dioxide Laser) من اعداد الباحث

### ١. ٣. ٢ ليزر Nd:YAG (Neodymium-Doped Yttrium Aluminum Garnet)

يُعرف هذا الليزر بقدرته على اختراق أعماق أكبر من الأنسجة مقارنة بليزر  $CO_2$  ، ما يجعله مناسباً لتطبيقات متعددة:

- **الطول الموجي 1064 نانومتر.**
- **آلية العمل:** يتم امتصاص الطاقة جزئياً بواسطة الميلانين والهيموغلوبين، مما يسمح بالوصول إلى طبقات الجلد العميقة دون التأثير الكبير على السطح.
- **الاستخدامات:** إزالة الشعر، علاج الأوعية الدموية الصغيرة، علاج التصبغات العميقة، شد الجلد الجزئي.
- **المميزات:** فعال للون البشرة الداكنة، يمكن استخدامه على مناطق واسعة، يقلل من خطر الحروق السطحية.
- **السلبيات:** أقل فعالية لإزالة الشعر الخفيف أو الشعر الفاتح، وقد يحتاج إلى جلسات متعددة لتحقيق النتائج المطلوبة.



الشكل رقم (٢) يبين جهاز ليزر Nd:YAG (Neodymium-Doped Yttrium Aluminum Garnet) من اعداد الباحث

### ٣.٣.١ ليزر Alexandrite

يعتبر ليزر ألكسندريت من أكثر الليزرَات شيوعاً لإزالة الشعر:

- **الطول الموجي 755 نانومتر.**
- **آلية العمل:** يمتص الميلانين في بصيلات الشعر بشكل كبير، مما يؤدي إلى تدميرها بدون إلحاق ضرر بالجلد المحيط.
- **الاستخدامات:** إزالة الشعر من مناطق كبيرة مثل الساقين والذراعين، علاج التصبغات الجلدية السطحية.
- **المميزات:** فعالية عالية في إزالة الشعر الخشن والفاتح نسبياً، سرعة المعالجة بسبب طاقة واسعة النطاق.
- **السلبيات:** محدودة الاستخدام للبشرة الداكنة جداً، يحتاج إلى الحذر لتجنب الحروق السطحية.

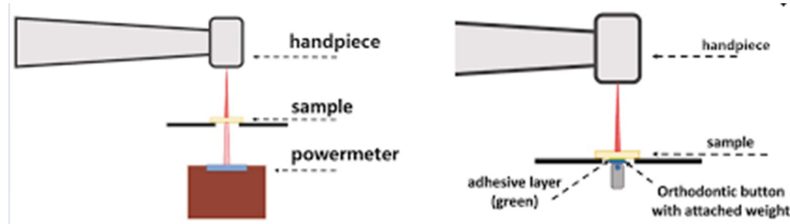


الشكل رقم (٣) يبين جهاز ليزر Alexandrite من اعداد الباحث

### ٤. ٣. ١. ليزر Er:YAG (Erbium-Doped Yttrium Aluminum Garnet)

يستخدم هذا الليزر بشكل أساسي لتجديد الجلد:

- **الطول الموجي** 2940 نانومتر.
- **آلية العمل**: يمتص الماء في الجلد بشكل كبير، مما يسمح بإزالة الطبقة العليا من الجلد بدقة عالية دون التأثير الكبير على الأنسجة العميقة.
- **الاستخدامات**: تقشير الجلد، إزالة التجاعيد السطحية، علاج الندبات الطفيفة وآثار الحبوب.
- **المميزات**: فترة تعافي قصيرة نسبيًا، دقة عالية جدًا في إزالة طبقات الجلد السطحية.
- **السلبيات**: أقل فعالية للندبات العميقة أو التجاعيد العميقة مقارنة بـ  $CO_2$ .



الشكل رقم (٤) يبين جهاز ليزر Er:YAG (Erbium-Doped Yttrium Aluminum Garnet) من اعداد الباحث

### ٥. ٣. ١. ليزر Diode

يعد ليزر الدايدود من أكثر الليزرات المستخدمة لإزالة الشعر بسبب مرونته وسهولة استخدامه:

- **الطول الموجي**: يتراوح بين ٨٠٠ و ٨١٠ نانومتر.
- **آلية العمل**: يمتص الميلانين في بصيلات الشعر بشكل جيد، مع نفوذ متوسط إلى عمق الأدمة، مما يسمح بتدمير بصيلات الشعر دون إتلاف الجلد المحيط.
- **الاستخدامات**: إزالة الشعر لجميع مناطق الجسم، مناسب لمعظم ألوان البشرة.
- **المميزات**: آمن نسبيًا، مناسب للجلد الداكن والفاتح، يمكن استخدامه على مناطق واسعة بسرعة.

• **السلبيات:** يحتاج إلى عدة جلسات لتحقيق النتائج المثالية، أقل فعالية للشعر الأبيض أو الرمادي.

نوع الليزر	الطول الموجي	الاستخدامات الأساسية	فعالية النتائج	فترة التعافي	المميزات	السلبيات
CO <sub>2</sub>	10,600 نانومتر	تجديد الجلد، إزالة التجاعيد، علاج الندبات	عالية جدًا للسطح	أطول نسبيًا	دقة عالية، قابل للتعديل	احمرار، تورم
Nd:YAG	1064 نانومتر	إزالة الشعر، الأوعية الدموية، شد الجلد	عالية للطبقات العميقة	قصيرة نسبيًا	مناسب للبشرة الداكنة	أقل فعالية للشعر الفاتح
Alexandrite	755 نانومتر	إزالة الشعر، تصبغات سطحية	عالية للشعر الخشن	قصيرة نسبيًا	سرعة معالجة، فعالية عالية	محدود للبشرة الداكنة
Er:YAG	2940 نانومتر	تقشير الجلد، إزالة التجاعيد السطحية	عالية للسطح	قصيرة	دقة عالية، تعافي سريع	أقل فعالية للتجاعيد العميقة
Diode	800–810 نانومتر	إزالة الشعر	جيدة لمعظم ألوان البشرة	قصيرة	آمن ومرن	يحتاج جلسات متعددة

**جدول رقم (١) يبين المقارنة بين الأنواع من حيث الاستخدام والفعالية**

يمكننا استنتاج أن اختيار نوع الليزر يعتمد على الهدف العلاجي، نوع البشرة، عمق المشكلة، وكذلك الرغبة في فترة التعافي، حيث أن كل نوع من الليزر له مزاياه وقيوده، واستخدامه بشكل صحيح يضمن أفضل النتائج مع أقل مضاعفات ممكنة.



## ١.٤ معايير اختيار الليزر المناسب لكل حالة

يعتبر اختيار نوع الليزر المناسب لكل حالة من أهم العوامل التي تحدد نجاح العلاج التجملي بالليزر. فالاختيار الصحيح يعتمد على تقييم شامل لمجموعة من العوامل الفردية والجلدية للمريض، بما يضمن تحقيق أفضل النتائج مع تقليل المضاعفات. في هذا المبحث، سيتم تحليل المعايير الأساسية لاختيار الليزر المناسب، مع شرح العوامل المؤثرة على استجابة المريض للعلاج. [6]

### ١.٤.١ تحليل نوع البشرة (Fitzpatrick Skin Phototype)

يُعد تصنيف فيتزباتريك (Fitzpatrick Skin Phototype) من الأدوات الأساسية لتقييم نوع البشرة قبل اختيار الليزر، حيث يُقسم الجلد إلى ستة أنواع تعتمد على لون البشرة واستجابتها للشمس:

١. النوع I: بشرة فاتحة جداً، تحترق بسهولة ولا تسمح بالتسمير.
٢. النوع II: بشرة فاتحة، تحترق أحياناً وتسمر قليلاً.
٣. النوع III: بشرة فاتحة معتدلة، تتحمل التعرض للشمس بشكل أفضل.
٤. النوع IV: بشرة متوسطة، نادراً ما تحترق، تسمر بسهولة.
٥. النوع V: بشرة داكنة، نادراً ما تحترق.
٦. النوع VI: بشرة داكنة جداً، لا تحترق أبداً.

يحدد نوع البشرة اختيار الطول الموجي وشدة الليزر، فالبشرة الداكنة تحتوي على كمية أكبر من الميلانين، مما يزيد من خطر الحروق أو تغير اللون إذا لم يُختار الليزر بعناية. على سبيل المثال، يعتبر ليزر Nd:YAG الأكثر أماناً للبشرة الداكنة، بينما ليزر Alexandrite و CO<sub>2</sub> أكثر فعالية للبشرة الفاتحة.

### ١.٤.٢ عمق المشكلة الجلدية

يعد تحديد عمق المشكلة الجلدية من الخطوات الحيوية لاختيار الليزر المناسب:

- **المشاكل السطحية:** مثل التصبغات البسيطة، التجاعيد السطحية، أو ندبات حب الشباب الطفيفة، يمكن علاجها باستخدام ليزر Er:YAG أو CO<sub>2</sub> على طبقات الجلد العليا.
- **المشاكل العميقة:** مثل التصبغات العميقة، الندبات العميقة، أو مشاكل الأوعية الدموية، تتطلب استخدام ليزر Nd:YAG الذي يصل إلى طبقات أعمق من الجلد دون الإضرار بالسطح.

تقييم عمق المشكلة يساعد الطبيب على اختيار طول الموجة ومدة النبضة المناسبة لتحقيق التأثير المطلوب بدقة.

### ١.٤.٣ تقييم التاريخ المرضي للمريض

تُعد معرفة التاريخ المرضي خطوة أساسية لتجنب المضاعفات المحتملة:

- **الحساسية الجلدية أو أمراض الجلد المزمنة:** مثل الإكزيما أو الصدفية، قد تزيد من احتمالية تهيج الجلد بعد الليزر.
- **الأدوية المستخدمة:** بعض الأدوية، مثل أدوية الحساسية أو مميعات الدم، قد تؤثر على الاستجابة للعلاج أو تزيد من مخاطر النزيف والكدمات.
- **الحمل أو الرضاعة:** بعض أنواع الليزر قد تكون غير مناسبة خلال هذه الفترات.

تقييم التاريخ المرضي بدقة يساهم في اختيار نوع الليزر والطاقة المناسبة، وضمان سلامة المريض.

### ١.٤.٤ تحديد العدد المناسب للجلسات

يختلف عدد جلسات الليزر المطلوبة حسب:

- نوع العلاج (إزالة الشعر، علاج التصبغات، تجديد الجلد)
- عمق المشكلة وشدتها.
- استجابة الجلد للعلاج.

على سبيل المثال، إزالة الشعر تتطلب عادة ٦-٨ جلسات بفواصل زمنية محددة حسب المنطقة ونوع الشعر، بينما تجديد الجلد بالليزر قد يحتاج إلى ٢-٤ جلسات لتحقيق نتائج واضحة. تحديد العدد المناسب للجلسات مسبقاً يساعد في توقع النتائج ويزيد من رضا المريض. [7]

### ١.٤.٥ العوامل المؤثرة على الاستجابة للعلاج

هناك عدة عوامل تحدد استجابة المريض للعلاج بالليزر، من أهمها:

١. **لون البشرة والشعر:** كلما زادت كمية الميلانين في الجلد، كلما كان اختيار الطول الموجي والليزر المناسب أكثر أهمية لتجنب الحروق.
٢. **عمر المريض وحالة الجلد:** الجلد الأكبر سناً أو المتضرر قد يحتاج إلى طاقة أعلى أو جلسات إضافية.
٣. **الالتزام بتعليمات ما بعد العلاج:** مثل تجنب التعرض للشمس واستخدام واقي الشمس، يؤثر بشكل كبير على النتائج.
٤. **النوع الوراثي للشعر أو البشرة:** بعض الأشخاص لديهم شعر كثيف أو ناعم جداً، مما يؤثر على فعالية إزالة الشعر أو التصبغات.

يمكن القول إن اختيار الليزر المناسب يعتمد على تقييم شامل لمجموعة من العوامل: نوع البشرة، عمق المشكلة الجلدية، التاريخ المرضي، عدد الجلسات، والعوامل الفردية الأخرى التي تؤثر على الاستجابة للعلاج. ففهم هذه المعايير بعناية يضمن تحقيق نتائج فعالة وأمنة، ويقلل من المضاعفات المحتملة، مما يعزز من الدور الطبي والوقائي لتقنية الليزر في التجميل. [8]

## الفصل الثاني

### التطبيقات العملية والآثار الجانبية لليزر في التجميل

#### ٢.١ المقدمة

يعد الفصل الثاني من هذا البحث مرحلة أساسية لفهم الدور التطبيقي لتقنية الليزر في مجال التجميل، حيث ينتقل البحث من الجانب النظري والأسس العلمية إلى التطبيق العملي على البشرة والأنسجة الحية. يركز هذا الفصل على استعراض أبرز التطبيقات العملية لليزر، بما في ذلك إزالة الشعر الزائد، علاج التصبغات الجلدية، شد وتجديد البشرة، معالجة الندبات، والأوعية الدموية، مع توضيح الفوائد الطبية والجمالية لكل استخدام.

كما يتناول الفصل الآثار الجانبية المحتملة والمضاعفات التي قد تظهر بعد العلاج، مع تقديم أساليب الوقاية والتقليل من المخاطر، ما يساهم في تحقيق الاستخدام الأمثل لتقنية الليزر بطريقة آمنة وفعّالة. ويبرز هذا الفصل أهمية تقييم حالة المريض واختيار نوع الليزر والطاقة المناسبة لكل حالة، بما يضمن تحقيق نتائج دقيقة وموثوقة، ويعزز من دور الليزر كأداة حديثة وفعّالة في تحسين المظهر الجمالي والصحي للبشرة. [9]

#### ٢.٢ استخدامات الليزر في عمليات التجميل

يشكل الليزر اليوم أحد أهم التقنيات الطبية في مجال التجميل، حيث أتاح تطويره حلولاً دقيقة وآمنة لمعالجة العديد من المشاكل الجلدية وتحسين المظهر العام للبشرة. تعتمد فعالية الليزر على خصائصه الفيزيائية، مثل الطول الموجي، شدة الطاقة، والانتقائية الحرارية، ما يمكّنه من استهداف الأنسجة المحددة بدقة دون التأثير على المناطق المجاورة. وفيما يلي أبرز استخداماته العملية في التجميل:

## ١.٢.٢ إزالة الشعر الزائد

تعد إزالة الشعر من أكثر التطبيقات شيوعاً لليزر، حيث يعتمد العلاج على استهداف صبغة الميلانين في بصيلات الشعر، ما يؤدي إلى تدميرها ومنع نمو الشعر بشكل شبه دائم.

- الآلية: يمتص الميلانين الطاقة الضوئية، تتحول إلى حرارة تؤدي إلى تدمير بصيلات الشعر دون إتلاف الجلد المحيط.
- الفوائد: نتائج طويلة الأمد، دقة عالية في مناطق محددة، تقليل الحاجة لاستخدام الشمع أو الحلاقة المتكررة.
- الملاحظات: تختلف فعالية العلاج بحسب لون الشعر والبشرة، ويتطلب عادة عدة جلسات بفواصل زمنية محددة لضمان إزالة الشعر بالكامل.



شكل رقم (٥) يبين استخدامات الليزر في عمليات التجميل من اعداد الباحث

## ٢.٢.٢ علاج الندوب وآثار حب الشباب

يساعد الليزر على تحسين مظهر الجلد المتضرر من الندوب أو آثار حب الشباب، من خلال تحفيز إنتاج الكولاجين وإعادة بناء الأنسجة.

- الآلية: يقوم الليزر بإزالة الطبقة العليا من الجلد وتحفيز الأنسجة العميقة على إنتاج كولاجين جديد، مما يقلل من عمق الندوب ويجعل ملمس البشرة أكثر نعومة.
- الفوائد: تحسين ملمس البشرة، تقليل الندوب، زيادة الثقة بالنفس.
- الملاحظات: اختيار نوع الليزر يعتمد على عمق الندبة ونوعها، وقد تتطلب الحالات العميقة عدة جلسات لتحقيق النتائج المرجوة.

## ٣.٢.٢ تقشير الجلد وتجديده (Skin Resurfacing & Rejuvenation)

يستخدم الليزر لتقشير الطبقة السطحية من الجلد وتحفيز تجديده، مما يؤدي إلى تحسين مظهر البشرة وشدها.

- الآلية: يقوم شعاع الليزر بإزالة الخلايا الميتة وتحفيز إنتاج الكولاجين والإيلاستين، مما يمنح البشرة ملمسًا ناعمًا وإشراقًا صحية.
- الفوائد: تقليل التجاعيد الدقيقة، توحيد لون البشرة، علاج المسام الواسعة، تحسين مرونة الجلد.
- الملاحظات: قد تختلف فترة التعافي حسب نوع الليزر المستخدم وعمق العلاج.

#### ٤.٢.٢ إزالة التصبغات والبقع الداكنة

تستهدف هذه العملية تصبغات الجلد الناتجة عن الشمس، الكلف، أو الشبخوخة، باستخدام الليزر لتفكيك صبغة الميلانين في المناطق الداكنة.

- الآلية: يمتص الميلانين الطاقة الضوئية، تتحلل البقع الداكنة تدريجيًا، مما يؤدي إلى توحيد لون البشرة.
- الفوائد: تحسين لون الجلد، إزالة النمش والكلف، تعزيز إشراق البشرة.

## ٥.٢.٢ إزالة الوشم (Tattoo Removal)

تمثل إزالة الوشم أحد التطبيقات الدقيقة لليزر، حيث يعتمد العلاج على تفتيت الحبر داخل الجلد دون الإضرار بالأنسجة المحيطة.

- الآلية: يقوم الليزر بتحطيم جزيئات الحبر الكبيرة إلى جزيئات أصغر يمكن للجسم التخلص منها عبر الجهاز المناعي.
- الفوائد: إزالة تدريجية للوحمات دون الحاجة للجراحة، نتائج فعالة على معظم ألوان الوشم.
- الملاحظات: يعتمد عدد الجلسات على حجم الوشم، ألوان الحبر، وعمقه في الجلد، وقد يحتاج العلاج إلى عدة أشهر لإكمال إزالة الوشم بالكامل.

## ٦.٢.٢ شد الجلد وتحفيز إنتاج الكولاجين

يساعد الليزر على شد الجلد وتحفيز إنتاج الكولاجين والإيلاستين، مما يحسن مرونة الجلد ويقلل التجاعيد والخطوط الدقيقة.

- الآلية: يقوم الليزر بتسخين طبقات الجلد العميقة بطريقة دقيقة، مما يحفز الخلايا على إنتاج بروتينات الكولاجين والإيلاستين وتجديد الأنسجة.
- الفوائد: تحسين مرونة الجلد، تقليل التجاعيد، تعزيز نضارة البشرة ومظهرها الشاب.
- الملاحظات: النتائج تظهر تدريجيًا بعد عدة جلسات، وتعتمد فعاليتها على العمر، نوع البشرة، ومستوى التجاعيد.

توفر تقنية الليزر مجموعة واسعة من التطبيقات التجميلية الدقيقة والفعالة، بدءًا من إزالة الشعر وتصحيح التصبغات، مرورًا بتقشير الجلد وتجديده، وصولًا إلى شد الجلد وعلاج الندوب وآثار حب الشباب. وتعتمد فعالية كل تطبيق على اختيار نوع الليزر المناسب، خصائص البشرة، عمق المشكلة الجلدية، وتقنيات العلاج المتبعة، مما يجعل تقييم الحالة الفردية للمريض أساسًا لتحقيق أفضل النتائج بأمان ودقة عالية [10].

## ٣.٢ المخاطر والآثار الجانبية المحتملة لاستخدام الليزر في التجميل

على الرغم من الفوائد الجمالية والطبية العديدة لتقنية الليزر، إلا أن استخدامها في التجميل قد يكون مصحوبًا بمجموعة من المخاطر والآثار الجانبية المحتملة. تختلف هذه المضاعفات بحسب نوع الليزر المستخدم، خصائص البشرة، خبرة الطبيب، وطبيعة الإجراء التجملي. لذلك، من الضروري فهم هذه المخاطر لتقليلها واتخاذ التدابير الوقائية المناسبة قبل وأثناء العلاج. [11]

## ١.٣.٢ الاحمرار والتورم

يعد الاحمرار والتورم من أكثر الأعراض شيوعًا بعد جلسات الليزر:

- الآلية: يحدث نتيجة التعرض المباشر للطاقة الحرارية للجلد، مما يؤدي إلى تمدد الأوعية الدموية وزيادة تدفق الدم إلى المنطقة المعالجة.
- المظاهر: احمرار موضعي، انتفاخ خفيف أو متوسط، شعور بالدفء أو الحساسية في المنطقة المعالجة.
- الفترة الزمنية: عادة ما تزول هذه الأعراض خلال ساعات إلى أيام قليلة بعد العلاج، وقد يتم استخدام كمادات باردة أو كريمات مهدئة لتخفيفها.
- الأهمية: رغم كونها مؤقتة، فإن مراقبة شدتها ومراقبة أي تطورات غير طبيعية أمر ضروري لتجنب مضاعفات أكبر.

## ٢.٣.٢ الحروق السطحية والعميقة

يمكن أن تؤدي الأخطاء في استخدام الليزر أو اختيار الطاقة غير المناسبة إلى حدوث الحروق:

- الحروق السطحية: تقتصر على الطبقة العليا من الجلد، وقد تسبب احمرارًا مؤقتًا، تقشر الجلد، أو شعورًا بالحرق الخفيف.
- الحروق العميقة: تحدث عند وصول الطاقة إلى طبقات الجلد الأعمق، مما قد يؤدي إلى ندوب دائمة أو تغير دائم في لون الجلد.
- الأسباب: تشمل اختيار جهاز غير مناسب، ضبط طاقة عالية جدًا، أو تطبيق الليزر بشكل غير متساوي.
- الوقاية: استخدام إعدادات الطاقة المناسبة، فحص نوع البشرة، واختيار أخصائي ماهر يقلل بشكل كبير من احتمال حدوث الحروق.

## ٣.٣.٢ التصبغات الداكنة أو الفاتحة (Hyperpigmentation / Hypopigmentation)

تغير لون الجلد بعد الليزر يمثل إحدى المضاعفات المحتملة، وخاصة عند البشرة الداكنة:

- التصبغات الداكنة: تحدث نتيجة فرط إنتاج الميلانين بعد التعرض للطاقة الحرارية، وقد تؤدي إلى ظهور بقع داكنة مؤقتة أو دائمة في بعض الحالات.
- التصبغات الفاتحة: قد تظهر عند تدمير الخلايا الصبغية بشكل مفرط، مما يؤدي إلى فقدان لون الجلد الطبيعي.
- العوامل المؤثرة: نوع البشرة، طول الموجة، شدة الطاقة، وعدم الالتزام بتعليمات ما بعد العلاج مثل حماية البشرة من الشمس.

- **الوقاية:** اختيار نوع الليزر والطول الموجي المناسب للبشرة، واستخدام واقي شمس عالي الحماية بعد العلاج.

### ٤.٣.٢ ظهور ندوب أو التهابات

في بعض الحالات، قد يؤدي استخدام الليزر إلى مشاكل أكثر خطورة:

- **الندوب:** تحدث نتيجة الحروق العميقة أو التفاعل غير المناسب للطاقة مع أنسجة الجلد.
- **الالتهابات الجلدية:** قد تحدث نتيجة اختراق الجلد للعدوى أو عدم الالتزام بالنظافة بعد الجلسة.
- **الوقاية:** تعقيم الجلد قبل العلاج، استخدام الليزر بحذر على البشرة الحساسة، والمتابعة بعد العلاج للكشف المبكر عن أي التهابات.

### ٥.٣.٢ أسباب الأخطاء والمضاعفات

تتعدد الأسباب التي تؤدي إلى ظهور هذه المخاطر، ومن أبرزها:

١. **اختيار جهاز غير مناسب:** استخدام نوع ليزر غير ملائم لطبيعة البشرة أو المشكلة الجلدية يؤدي إلى فعالية منخفضة أو مضاعفات حرارية.
٢. **عدم خبرة اليد التقنية:** خبرة الطبيب أو المشغل تعتبر عاملاً حاسماً، فالتحكم بالطاقة، مدة النبضة، وزاوية توجيه الليزر يتطلب مهارة عالية.
٣. **عدم ملائمة نوع البشرة أو الحالة الجلدية:** مثل استخدام ليزر عالي الامتصاص في البشرة الداكنة، أو تطبيق الليزر على الجلد المصاب بالتهاب أو جروح، ما يزيد من احتمالية المضاعفات.

رغم الفوائد الكبيرة لتقنية الليزر في التجميل، فإن فهم المخاطر والآثار الجانبية المحتملة يعد جزءاً أساسياً من عملية العلاج. تشمل هذه المخاطر الاحمرار، التورم، الحروق، تغيرات لون الجلد، ظهور ندوب أو التهابات، وغالباً ما تكون نتيجة اختيار غير مناسب للجهاز، خبرة غير كافية، أو عدم ملائمة البشرة للحالة. ويمكن تقليل هذه المضاعفات بشكل كبير من خلال التقييم الدقيق للمريض، اختيار نوع الليزر والطاقة المناسبة، الالتزام بالتعليمات الوقائية قبل وبعد العلاج، واستخدام يد تقنية مدربة ومتخصصة. إن الوعي بهذه المخاطر يضمن استخدام الليزر بشكل آمن وفعال ويعزز من النتائج التجميلية المرجوة.

### ٤.٢ تقييم نتائج الليزر وعوامل النجاح

تُعد عملية تقييم نتائج الليزر في التجميل أحد الجوانب الجوهرية لضمان فعالية العلاج ورضا المرضى. فالتقنية المتقدمة وحدها لا تكفي لتحقيق النتائج المرجوة، بل

تتطلب تضافر مجموعة من العوامل، بدءًا من خصائص الجهاز، خبرة الطبيب، وصولاً إلى التزام المريض بتعليمات ما بعد العلاج. وفي هذا المبحث، سيتم تناول المعايير العلمية لتقييم النتائج، والعوامل المؤثرة على نجاح العلاج بالليزر. [12]

### أولاً: المقاييس العلمية لتقييم النتائج

يُستخدم تقييم النتائج بشكل موضوعي لقياس فعالية العلاج ومدى تحسن الحالة الجلدية بعد جلسات الليزر:

١. **المعايير البصرية:** تشمل تحسين مظهر الجلد، توحيد اللون، اختفاء البقع أو الشعر، وملمس البشرة. يتم التوثيق عادة بالصور قبل وبعد العلاج.
٢. **القياسات الكمية:** يمكن استخدام أجهزة قياس سماكة الجلد، محتوى الكولاجين، أو نسبة التصبغ لتحديد التحسن بدقة علمية.
٣. **المؤشرات الذاتية:** يتم أخذ تقييم المريض لدرجة الرضا عن النتائج، حيث تعتبر تجربة المريض عاملاً مهماً في قياس نجاح العلاج.
٤. **التحليل المقارن:** مقارنة النتائج مع خط الأساس قبل العلاج باستخدام مؤشرات محددة، مما يتيح تقييم دقيق لفعالية الليزر.

### ثانياً: دور خبرة الطبيب في نجاح العلاج

تعتبر خبرة الطبيب أو المشغل عاملاً حاسماً في تحقيق النتائج المثلى:

- اختيار نوع الليزر والطول الموجي المناسب للبشرة والمشكلة الجلدية.
- تحديد الطاقة وفترة النبضة الملائمة لكل حالة.
- معرفة أساليب التبريد والتقنيات المساندة لتقليل المخاطر.
- التعامل مع المضاعفات أو الاستجابة غير المتوقعة بسرعة وكفاءة.

إن خبرة الطبيب تؤثر بشكل مباشر على دقة العلاج، تقليل الآثار الجانبية، وضمان رضا المريض على المدى الطويل.

### ثالثاً: أهمية الالتزام بال العناية بعد الجلسات

الالتزام بالتعليمات بعد جلسات الليزر يعد من أهم عوامل نجاح العلاج:

- حماية الجلد من التعرض للشمس المباشر لتجنب التصبغات.
- استخدام كريمات مرطبة ومهدئة لتقليل الاحمرار والتورم.
- تجنب المنتجات المهيجة مثل المقشرات أو بعض مستحضرات التجميل لفترة محددة.
- الحفاظ على نظافة الجلد لتقليل خطر الالتهابات.

الالتزام بهذه الإجراءات يعزز من فعالية العلاج ويقلل من احتمالية المضاعفات، ويضمن الحصول على النتائج المرجوة.

#### رابعًا: تأثير نوع الجهاز وجودته

تؤثر جودة الجهاز وطريقة تشغيله بشكل كبير على النتائج النهائية:

- الأجهزة الحديثة توفر دقة أعلى في التحكم بالطاقة والطول الموجي.
- وجود أنظمة تبريد مدمجة يقلل من شعور الألم ويحد من الاحمرار أو الحروق.
- الأجهزة منخفضة الجودة قد تؤدي إلى نتائج غير متوقعة أو مضاعفات أكبر، خاصة عند استخدام أطوال موجية غير مناسبة للبشرة.

لذلك، يعد اختيار الجهاز الموثوق والمعتمد جزءًا أساسيًا من استراتيجية نجاح العلاج.

#### خامسًا: الفرق بين النتائج قصيرة وطويلة المدى

- **النتائج قصيرة المدى:** تشمل التحسن الفوري في مظهر الجلد، اختفاء الاحمرار أو الشعر، وتخفيف البقع السطحية. تظهر عادة بعد الجلسات الأولى وتتيح تقييم الاستجابة الأولية للعلاج.
- **النتائج طويلة المدى:** تشمل تحسن ملمس الجلد، زيادة مرونته، إنتاج الكولاجين، واختفاء ندوب أو تصبغات عميقة. تظهر تدريجيًا بعد عدة أسابيع إلى أشهر، وتعكس نجاح استراتيجية العلاج بالكامل.

فهم هذا الفرق يساعد الطبيب والمريض على ضبط التوقعات، وضمان الالتزام بجدول العلاج الكامل لتحقيق النتائج المثلى.

يعتمد نجاح العلاج بالليزر على تضافر مجموعة من العوامل: المقاييس العلمية الدقيقة لتقييم النتائج، خبرة الطبيب في اختيار نوع الليزر والطاقة المناسبة، التزام المريض بالعناية بعد الجلسات، وجودة الجهاز المستخدم، وفهم الفرق بين النتائج قصيرة وطويلة المدى. إن مراعاة هذه العوامل لا يضمن فقط فعالية العلاج، بل يضمن أيضًا تحقيق نتائج آمنة ومستدامة، ويعزز رضا المريض ويضمن استمرار الاستفادة من فوائد تقنية الليزر في التجميل.

## الخاتمة

لقد تناول هذا البحث استخدام تقنية الليزر في عمليات التجميل من منظور علمي وتطبيقي شامل، بدءًا من الأسس الفيزيائية لليزر وآلية عمله، مرورًا بأنواعه المختلفة ومعايير اختيار الليزر المناسب لكل حالة، وصولًا إلى التطبيقات العملية، المخاطر، تقييم النتائج، وعوامل النجاح. أظهرت الدراسة أن الليزر يمثل أداة متقدمة ودقيقة في الطب التجميلي، قادرة على تحقيق تحسينات كبيرة في المظهر الجمالي للجلد، سواء من حيث إزالة الشعر، علاج التصبغات، تجديد البشرة، أو شد الجلد.

كما بين البحث أن فعالية الليزر لا تعتمد فقط على خصائص الجهاز، وإنما تتطلب تضافر عوامل عدة، منها تقييم نوع البشرة والمشكلة الجلدية، خبرة الطبيب، التزام المريض بالإرشادات بعد العلاج، واستخدام أجهزة عالية الجودة. كذلك تم توضيح أن المخاطر والآثار الجانبية المحتملة، مثل الاحمرار، الحروق، التغيرات في لون الجلد أو الندوب، يمكن التقليل منها بشكل كبير من خلال الممارسات الوقائية والاختيار الدقيق لتقنية العلاج.

## الاستنتاجات

١. الليزر أداة فعالة ودقيقة في التجميل: يمكن استخدامه لإزالة الشعر، علاج التصبغات، شد الجلد، تجديد البشرة، ومعالجة الندوب والوشم بشكل آمن عند اختيار النوع والطاقة المناسبة.
٢. نوع البشرة والحالة الجلدية عوامل أساسية: تقييم نوع البشرة وعمق المشكلة الجلدية ضروري لتجنب المضاعفات وتحقيق أفضل النتائج.
٣. خبرة الطبيب تؤثر بشكل مباشر على النجاح: اختيار نوع الليزر، الطاقة المناسبة، وزاوية توجيه الشعاع يتطلب مهارة وخبرة لضمان نتائج فعالة وأمنة.
٤. الالتزام بالعناية بعد الجلسات ضروري: اتباع تعليمات ما بعد العلاج مثل حماية الجلد من الشمس واستخدام الكريما المرطبة يعزز النتائج ويقلل من المضاعفات.
٥. جودة الجهاز تلعب دورًا حاسمًا: استخدام أجهزة حديثة وموثوقة يقلل من المخاطر ويزيد دقة النتائج.
٦. النتائج تحتاج لتقييم مستمر: الفارق بين النتائج قصيرة وطويلة المدى يؤكد أهمية المتابعة المستمرة لتقييم فعالية العلاج بشكل علمي.

## التوصيات

١. إجراء تقييم شامل قبل العلاج: يشمل نوع البشرة، عمق المشكلة، التاريخ المرضي، والعوامل الفردية للمريض.
٢. اختيار الليزر المناسب بدقة: مراعاة نوع البشرة وطبيعة المشكلة الجلدية لاختيار النوع والطول الموجي والطاقة المثالية.
٣. تدريب الأطباء والفنيين: تعزيز خبرة اليد التقنية في استخدام أجهزة الليزر لتقليل الأخطاء والمضاعفات.
٤. التوعية بالعناية بعد الجلسات: تزويد المرضى بتعليمات دقيقة حول حماية الجلد، الترطيب، ومتابعة التحسن لضمان نتائج فعالة.
٥. استخدام أجهزة معتمدة وعالية الجودة: لضمان سلامة المرضى وتحقيق أقصى استفادة من العلاج.
٦. البحث المستمر: تشجيع الدراسات المستقبلية لتطوير تقنيات ليزر جديدة وتحسين نتائج العلاج للحد من المضاعفات.

## المصادر

١. سعاد محمد عبد الجواد بلتاجي، استخدام تقنية الليزر في إزالة الشعر: دراسة فقهية مقارنة، مجلة كلية الدراسات الإسلامية والعربية بدمنهور، المجلد ٤، العدد ٢، ٢٠١٩، ص ٧٢٥ .
٢. سعاد محمد عبد الجواد بلتاجي، استخدام تقنية الليزر في إزالة الشعر: دراسة فقهية مقارنة، مجلة "JSSL"، المجلد ١٠، العدد ١٠، ٢٠١٩، ص 322
٣. عزيزة سعيد معيض القرني، أبحاث أحكام إزالة شعر المرأة بالليزر في الشريعة الإسلامية، مجلة الدراسات الإسلامية والبحوث الأكاديمية، العدد ٩٧، ما يقارب ٢٠٢٠، ص ٣١٧ .
٤. د. موزة بنت محمد الربان، الليزر والتحليل الطيفي لمستحضرات التجميل، موقع Arsco ، 14 سبتمبر ٢٠١٤ . ص ٩٠ .
٥. د. صادق حسن لفته، دراسة في جامعة بابل تحذر من استخدام الليزر في عمليات التجميل دون معايير علمية، موقع وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - العراق، ٢٠١٧، ص ١٤٤
٦. "تطورات تقنيات الليزر ومجالات استخدامها"، المجلة الطبية (Magazine Medical)، 2025. ص ١٢٣
٧. "استخدامات الليزر الطبي لعلاج مشاكل البشرة"، المجلة الطبية (Magazine Médical)، 2024. ص ٣
٨. "أنواع الليزر و استعملاته في طب الجلدية و التجميل"، المجلة الطبية (Med.ma)، 11 أبريل ٢٠١٩ . ص ٨ .
٩. "مخاطر صحية للتجميل بالليزر" - مصطفى عدي، جريدة الراية، 10 سبتمبر ٢٠١٦ .
١٠. "استخدامات الليزر في التجميل" - موقع Amalyat.com ، 14 ديسمبر ٢٠٢٢ .

١١. ماريا شربل، فوائد الليزر في التجميل: من إزالة الشعر إلى تجديد البشرة، مجلة "هي" الإلكترونية، ٢٤ فبراير ٢٠٢٥ .
١٢. ماريا شربل، تطور عمليات التجميل بالليزر – هل أصبحت بديلاً للجراحة؟، مجلة "هي" الإلكترونية، ١٢ مايو ٢٠٢٥ .
13. Chan, S. U., Ip, C. C., Lian, C., Muddassir, M., Domínguez, D. G., Ming, W. K., ... & Deng, L. H. (2021). A Split-face Study of Novel Robotic Prototype vs Human Operator in Skin Rejuvenation Using Q-switched Nd:YAG Laser: Accuracy, Efficacy and Safety. (arXiv)
14. Muddassir, M., Gomez, D., Chen, S., Hu, L., & Navarro-Alarcon, D. (2020). Robotics Meets Cosmetic Dermatology: Development of a Novel Vision-Guided System for Skin Photo-Rejuvenation. (arXiv)
15. Wang, Y., Jiang, D., Lan, H., Gao, F., & Gao, F. (2021). Photoacoustic-monitored laser treatment for tattoo removal: a feasibility study.