

## دراسة استخدام ليزر الديود 808nm في إزالة الشعر

أ.د. بسام غزولين\*  
حسن علي الحسن\*\*

### □ ملخص □

أجريت دراسة نظرية وتجريبية لفعالية تقنية ليزر الديود 808nm في إزالة الشعر غير المرغوب فيه والذي يعتمد على نظرية التحلل الضوئي الانتقائي، تم ضبط حجم البقعة  $15 \times 15$  mm وتم ضبط الجهاز على نبضة قصيرة 8ms ومعدل النبض 6Hz وبطاقة  $60 \text{ J/cm}^2$  للنبضة، حيث تم استقبال 30 مريض يعانون من الشعرانية الزائدة وذلك من خلال تصنيفهم بحسب نوع البشرة استناداً لمقياس فيتزياتريك، تم تسجيل نسبة كثافة الشعر قبل وبعد كل جلسة حيث كانت نسبة الإزالة بعد انتهاء دورة العلاج لذوي البشرة البيضاء 86% مقابل 68% لذوي البشرة السمراء، ظهرت آثار جانبية بعد العلاج مثل فرط التصبغ والحروق على المرضى ذوي البشرة ذات التصنيف 3 و 4 على مقياس فيتزياتريك، كانت فعالية ليزر الديود جيدة لتطبيقها على ذوي البشرة البيضاء من حيث نسبة الإزالة والآثار الجانبية.

**الكلمات المفتاحية:** ليزر، ديود، كروموفورات، شعرانية، بصيلة، كثافة، بشرة، زمن الاسترخاء الحراري.

\*أستاذ، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية  
\*\*طالب دراسات عليا (ماجستير)، قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية

## Study of the use of 808nm diode laser in hair removal

### □ ABSTRACT □

A theoretical and experimental study was conducted on the effectiveness of the 808nm diode laser technology in removing unwanted hair, which is based on the theory of selective photolysis. The spot size was set to 15×15 mm, and the device was set to a short pulse of 8ms, a pulse rate of 6HZ, and an energy of 60 J/cm<sup>2</sup> for the pulse. 30 patients suffering from excessive hirsutism were classified according to skin type based on the Fitzpatrick scale. The percentage of hair density was recorded before and after each session. The percentage of hair removal after the end of the treatment course for white-skinned people was 86% compared to 68% for dark-skinned people, Side effects appeared after the treatment. Like hyperpigmentation and burns on patients with skin rated 3 and 4 on the Fitzpatrick scale, the effectiveness of the diode laser was good for application to fair skin in terms of removal rate and side effects.

**Keywords:** Laser, Diode, chromophores, hirsutism, follicle, density, skin, Thermal relaxation time.

### مقدمة:

الشعرانية هي واحدة من الشكاوى الطبية الأكثر شيوعاً بين النساء [1]، حيث يعد الشعر غير المرغوب فيه مشكلة جمالية شائعة في العديد من الثقافات، يحدث نمو الشعر الزائد في المناطق التي تعتمد على الأندروجين، وزيادة كثافة الشعر في أي موقع من الجسم تؤثر على الصحة النفسية والذي يتمثل بالإحباط أو الاكتئاب، يمكن إزالة الشعر بالطرق التقليدية والتي تتمثل ببنف الشعر، ومزيلات الشعر الكيميائية، والتحليل الكهربائي [2]، وبالتالي أصبحت الحاجة إلى طريقة طويلة الأمد وغير جراحية وسريعة وموثوقة وآمنة ضرورة في مجتمعنا، تعد إزالة الشعيرات الضوئية بالليزر وغيرها من التقنيات المعتمدة على الضوء الإجراء الأسرع نمواً في طب الأمراض الجلدية التجميلية الحديثة، مع اكتساب المزيد من الأبحاث والخبرات السريرية في مجال إزالة الشعر بالليزر، أصبح المصنعون والممارسون ملزمين بالسعي للحصول على نتائج أكثر أماناً وفعالية [3].

جلد الإنسان عبارة عن بنية معقدة متعددة الطبقات تتكون من عدة جزئيات تنطوي على ظواهر فيزيائية مختلفة، ومن وجهة نظر بصرية، فإن التأثيرات السائدة تتوافق مع التشتت والامتصاص، يحدث هذا التأثير السابق في الغالب في الخلايا الصباغية وخلايا الدم الحمراء التي تحتوي على الكروموفور، الأصباغ الرئيسية الممتصة للضوء الموجودة في تلك الخلايا هي الميلانين والهيموجلوبين [4].

المبدأ الأساسي لإزالة الشعر بمساعدة الليزر هو إتلاف الخلايا الجذعية في منطقة الانتفاخ أو استبدال بصيلات الشعر على مستوى الأدمة بنسيج ضام من خلال الإصابة الحرارية [5]، تعتمد القدرة على إزالة الشعر دون الإضرار بالجلد المحيط على التحليل الحراري الضوئي الانتقائي وهي النظرية القائلة بأنه عند طول موجي معين وزمن نبضة وتدفق معين، تتسبب الإصابة الحرارية إلى هدف يحتوي على جزيء يمتص الضوء يسمى حامل اللون (الكروموفور) [6]

عرض النبضة هو مقدار الوقت (بالملي ثانية) الذي يتم خلاله توصيل الطاقة الإجمالية (بالجول) الموجودة في نبضة واحدة إلى سطح الجلد، يتم تعريف وقت الاسترخاء الحراري (TRT) على أنه الوقت الذي يستغرقه الجسم ليبرد بنسبة 63% وإذا كانت مدة نبضة الليزر أقصر من TRT للهدف وأطول من TRT للأنسجة المحيطة والكروموفورات المتنافسة، فإن الضرر يقتصر على الهدف دون الإضرار بالأنسجة المحيطة [7].

يولد الليزر المستخدم في الطب إشعاعاً في المناطق المرئية (380 - 760 nm) والأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية من طيف الموجات الكهرومغناطيسية، وعند اختيار الطول الموجي لليزر ينبغي أن يأخذ في الاعتبار عمق البنية المستهدفة (حامل اللون)، لأن تشتت الضوء في الأدمة يعتمد بشكل كبير على الطول الموجي كما هو، هذا يعني أن الموجات الطويلة يتم امتصاصها بدرجة أقل من الموجات القصيرة، وبالتالي فإن اختراقها في الأنسجة يكون أعمق [8].

#### أهمية البحث وأهدافه:

#### أهمية البحث :

تأتي أهمية البحث من أهمية استخدام تقنية الليزر على نطاق واسع في العيادات الجلدية والمراكز التجميلية في علاج الآفات الجلدية والعناية بالبشرة وإزالة الزوائد الغير مرغوب فيها

#### هدف البحث :

دراسة فعالية ليزر الديود 808nm في إزالة الشعر وتقييم الآثار الجانبية على بعض أنواع البشرة نظرياً تجريبياً

## 1- الدراسة النظرية :

### 1-1- الليزر :

الليزر (تضخيم الضوء عن طريق الانبعاث المحفز الإشعاع)، تم تطوير أول ليزر تشغيلي بواسطة العالم مايمان في العام 1960 ومنذ ذلك الوقت كان هناك اهتمام كبير بالتطبيقات العلمية والبيولوجية لليزر، يمكن أن يكون الوسط الفعال لليزر مادة صلبة أو سائلة أو غازية [9]، ويتميز إشعاع الليزر ب طول موجي وحيد، التماسك، الاتجاهية، والسطوع والقدرة على إنتاج نبضات ضوئية قصيرة جدا [10]، يتألف أي جهاز ليزر ثلاث مكونات رئيسية مهما اختلف نوعه وهي الوسط الفعال و المصدر المهيج (الضخ) والمرنان ( حجرة الطنين ) [11].

**الوسط الفعال (Medium Active)** : هو المادة التي تستخدم لتوليد شعاع الليزر، وتكون على ثلاثة أنواع هي الصلب والسائل والغاز، **الضخ (Pumping)** : هو عملية نقل الطاقة من مصدر الطاقة إلى الوسط الفعال المولد لليزر وهو على عدة أنواع حسب نوع الوسط الفعال لليزر، **المرنان (Resonator)** : يتكون من مرآتين متقابلتين ومتوازيتين إحدهما عاكسة كلياً والأخرى عاكسة جزئياً ويوضع الوسط الفعال بينهما [12]

تصنف الليزرات بحسب الحالة الفيزيائية للوسط الفعال إلى ليزرات الحالة الصلبة والسائلة والغازية وليزرات أنصاف النواقل أو يمكننا ان نصنفها تبعاً لطوال الموجة إلى ليزرات الأشعة تحت الحمراء والليزرات المرئية وليزرات الأشعة فوق البنفسجية وليزرات الأشعة السينية [13]، تم إنتاج مئات من أنواع مختلفة من الليزر باستخدام العديد من المواد المختلفة ينبعث إشعاعها في مدى عريض من الأطوال الموجية من الأشعة فوق البنفسجية إلى الأمواج الميكروية [14].

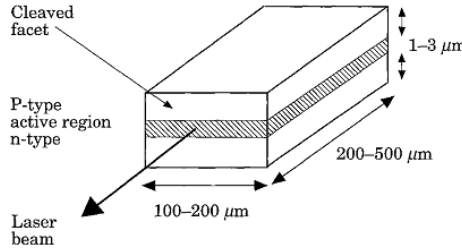
## 2-1- ليزر الديود 808nm (Diode laser 808nm):

تمثل أشعة الليزر شبه الموصلة واحدة من أهم فئات الليزر المستخدمة اليوم، ليس فقط بسبب التنوع الكبير في التطبيقات المباشرة التي تشارك فيها، ولكن أيضا لأنها تستخدم بشكل واسع النطاق كمضخات لأشعة ليزرات الحالة الصلبة [15].

يتألف الصمام الثنائي الليزري لأشباه الموصلات الأساسي من وسط بصري نشط على ركيزة بلورية لها ملامسات معدنية لحقن التيار الكهربائي ووجهين بلوريين لتشكيل مرنان بصري [16]. الشكل (1).

يتكون الشكل الأساسي لليزر الثنائي من شبه موصل يتم فيه تطعيم جزء واحد بمناحات الإلكترون لتكوين مادة من النوع n والجزء الآخر مشبع بمستقبلات الإلكترون (ثقوب) لإنتاج مادة من النوع p، بتطبيق الجهد السلبى على المادة n والجهد الإيجابى على المادة p يدفع الإلكترونات والثقوب إلى منطقة الوصل بين المادة n و p ، تنتقل الإلكترونات من حالة الطاقة الأعلى (نطاق التوصيل) إلى حالة طاقة أقل (نطاق التكافؤ) وهذا يطلق الطاقة على شكل فوتونات [17].

يعتمد الطول الموجي للضوء المنبعث من عملية إعادة التركيب على فجوة الطاقة EG ويتم تحديده بالعلاقة  $E=hc/L$  حيث فجوة الطاقة هي المسافة بين نطاق التكافؤ ونطاق التوصيل [18]



الشكل (1) : بنية مبسطة لليزر نصف ناقل [18]

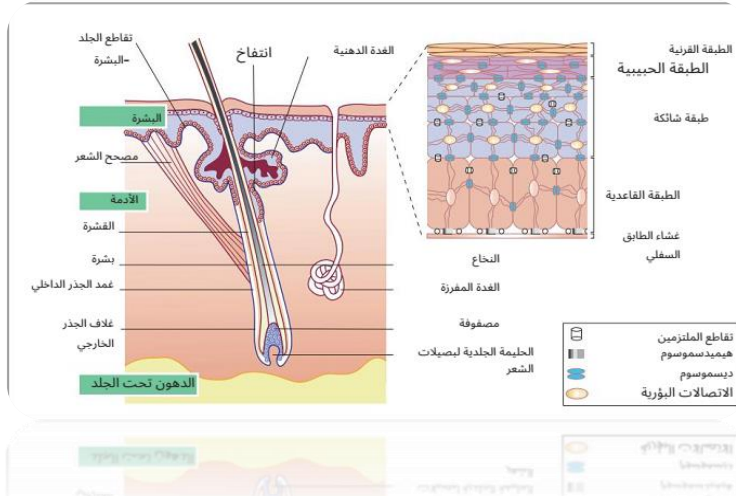
### 3-1- فيزيولوجيا الشعر

إن جسم الانسان مغطى بالكامل تقريبا بالشعر باستثناء مناطق قليلة مثل راحة اليد والأخمصين والمناطق المخاطية للشفاة والأعضاء التناسلية الخارجية، معظم هذه الشعيرات عبارة عن شعر زغبي صغير عديم اللون، تلك الموجودة في عدة مناطق مثل فروة الرأس والحواجب والرموش وتكون أكثر سمكاً وأطول ومصطبغة وتسمى الشعر النهائي، ويمتلك الإنسان ما يقارب 5 مليون بصيلة شعر، 100000 منها تقع في فروة الرأس [19]

### 4-1- البنية التشريحية للشعر

يتكون الشعر من بنيتين منفصلتين: الجريب (البصيلة) الموجود في الجلد وساق الشعرة التي تظهر على سطح الجسم [20]، تتكون الوحدة الهيكلية، أو الشعرية الدهنية، لبصيلة الشعر من بصيلة الشعر نفسها مع غدة دهنية متصلة بها وعضلة مستقيمة للشعر [21] بصيلة الشعر عبارة عن بنية ظهارية معقدة ومحاطة بغمد جذر خارجي ، مما يساعد على دعم نمو الشعر، وغمد جذر داخلي ، ويتبع ألياف الشعر حتى فتحة الغدة الدهنية [22]، ويمكن وصف جذع الشعرة بشكل تقريبي على أنه ثلاث أسطوانات مدمجة في بعضها البعض: النخاع أو القلب الذي يمتد على طول المحور المركزي والقشرة هي المكون الرئيسي، والبشرة وهي الغطاء الخارجي [23].

النخاع هو البنية الخلوية المفرغة التي تقع مركزيا داخل ألياف الشعر، القشرة تشكل الجسم الرئيسي لشعرة الإنسان وتتكون من خلايا يبلغ طولها  $100\mu\text{m}$  وقطرها 2- $5\mu\text{m}$ ، البشرة هي الطبقة الخارجية للشعرة، وتتكون من 10-5 خلايا كيراتينية متداخلة، والتي تغطي بعضها البعض مثل بلاط السقف وتكون بمثابة طبقة واقية ضد الأضرار الميكانيكية والبيئية [24].



الشكل (2) مقطع عرضي لطبقات الجلد بصيالات الشعر، جذور الشعر وأعمدة الشعر، الغدد العرقية، مسام البشرة، الأدمة تحت الجلد، الطبقة الحليمية، والشبكية الغدة العرقية المفرفة، مقوم عضلات الشعيرات والغدد الدهنية

### 5-1- تصبغ بصيالات الشعر:

ينشأ تنوع لون الشعر في الغالب من كمية ونسبة الميلانين الأسود البني الداكن والفيوميلانين البني المحمر [25] ، يتم تحديد لون الشعر من خلال توزيع الميلانوزومات في جذع الشعرة، حيث تحتوي بصيلة الشعر على الخلايا الصبغية التي تقوم بتصنيع الجسيمات الصبغية وتنقلها إلى الخلايا الكيراتينية في مصفوفة البصيلة [26] ، يمكن تعريف الخلايا الصبغية على أنها خلايا تمتلك القدرة الفريدة على تصنيع الميلانين داخل الميلانوزومات، يمكن تقسيم العوامل المتعلقة بإنتاج الميلانين داخل الخلايا الصبغية إلى ثلاث مجموعات : البروتينات الهيكلية للميلانوزومات، والإنزيمات اللازمة لتخليق الميلانين، والبروتينات اللازمة لنقل وتوزيع الميلانوزوم [27]



## 6-1- تفاعل ضوء الليزر مع الجلد :

يمكن أن يتفاعل الضوء مع الأنسجة بأربع طرق رئيسية : النقل، والانعكاس، والتشتت، والامتصاص.

**الامتصاص :** يجب أن تمتص الأنسجة الضوء لإحداث تأثير في تلك الأنسجة وامتصاص ضوء الليزر بواسطة أنسجة محددة هو الهدف الأساسي لليزر السريري حيث أن امتصاص فوتونات ضوء الليزر هو المسؤول عن تأثيراتها على الأنسجة ، مكونات الأنسجة التي تمتص الفوتونات تعتمد بشكل تفضيلي على الطول الموجي، تعرف مكونات الأنسجة الممتصة للضوء باسم الكروموفورات وتشتمل الكروموفورات المستهدفة بشكل متكرر في الجلد على الميلانين والهيموجلوبين والماء، يؤدي امتصاص الطاقة الضوئية بواسطة الكروموفور إلى تحويل تلك الطاقة إلى طاقة حرارية.

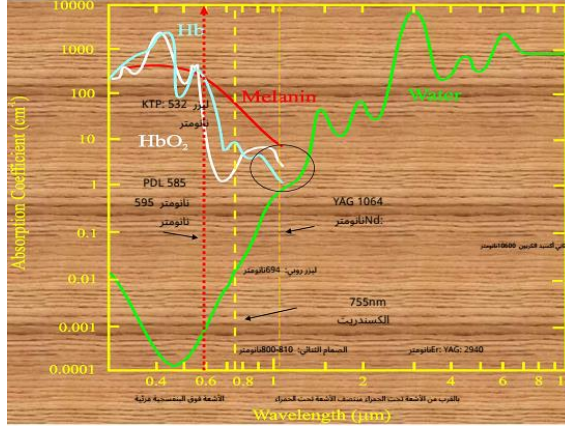
تشير نظرية التحلل الضوئي الحراري الانتقائي إلى امتصاص طاقة الليزر بواسطة كروموفور مستهدف دون حدوث ضرر حراري كبير للأنسجة المحيطة ولتحقيق التحلل الضوئي الحراري الانتقائي يجب أن ينتج الليزر شعاعاً من الضوء بطول موجي يمتصه الكروموفور الموجود في الآفة بشكل تفضيلي، ويجب أن تكون مدة نبضة شعاع الليزر أقصر من وقت الاسترخاء الحراري للكروموفور المستهدف لمنع انتشار الطاقة الحرارية إلى ما بعد حامل اللون المستهدف، ويتم تعريف وقت الاسترخاء الحراري على أنه الوقت اللازم لكي يبرد الكروموفور إلى نصف درجة حرارته [28.29.30]

## 7-1- معالجة الشعرانية بالليزر:

إزالة الشعر بالليزر هي عملية متعددة العوامل تتضمن تفاعلاً حرارياً ضوئياً معقداً عبر البشرة والأدمة، وهي عملية تهدف إلى التسبب في تلف بصيلات الشعر مع الحفاظ على البشرة، وبالتالي فإن استئصال بصيلات الشعر بواسطة مصدر ضوء الليزر هو وظيفة من وظائف الليزر المختلفة (مثل الطاقة ، وحجم البقعة ، ووقت التشعيع

ومعدل التكرار) والأنسجة معاملات الامتصاص والتشتت ، والكثافة ، والسعة الحرارية ، والتوصيل الحراري) [31]

يوضح الشكل (3) طيف امتصاص الكروموفورات الأربعة الرئيسية في الجلد .



الشكل (3) طيف امتصاص الكروموفورات الأربعة الرئيسية في الجلد

تعتمد قدرة الوسط على امتصاص الإشعاع الكهرومغناطيسي على عدد من العوامل، أهمها التركيب الإلكتروني لذراته وجزيئاته، والطول الموجي للإشعاع، وسمك الطبقة الماصة، والمعلومات الداخلية مثل درجة الحرارة أو تركيز العوامل الماصة، يتم تطبيق قانونين بشكل متكرر يصفان تأثير السماكة على الامتصاص، ويطلق عليهم عادة قانون لامبرت وقانون بير، ويتم التعبير عنهما بواسطة العلاقتين:

$$I(x) = I_0 e^{-\alpha x} \quad (4)$$

$$I(x) = I_0 e^{-K'cx} \quad (5)$$

حيث  $x$  المحور البصري ( اتجاه انتشار الاشعة) ،  $I(x)$  هي شدة الإشعاع في العمق  $x$  ،  $I_0$  شدة الإشعاع قبل ملامسة الجلد ،  $\alpha$  معامل الامتصاص للوسط ،  $c$  تركيز العوامل الممتصة ،  $K'$  يعتمد على عوامل أخرى غير التركيز، وبما أن كلا القانونين يصفان نفس سلوك الامتصاص، فإنهما يعرفان أيضا باسم قانون لامبرت-بير .

يخضع ترسيب الطاقة في جلد الإنسان لما يسمى بمعادلة نقل الحرارة الحيوية التي صاغها (Pennes, 1948 · Wissler, 1998)

$$K\nabla^2 T(x, t) + Q(x, t) = \rho c \frac{\partial T(x, t)}{\partial t} \quad (6)$$

C الحرارة النوعية للبشرة، K التوصيل الحراري (الناقلية الحرارية للبشرة) ، ρ كثافة البشرة

T(x, t) الحرارة في العمق بتابعية الزمن، معدل ترسب الطاقة في العمق بتابعية الزمن يعتمد معدل ترسيب الطاقة على كثافة الإشعاع I<sub>0</sub> وعمق الاختراق δ، وجزء الطاقة الذي ينتقل الى الانسجة ويعبر عن العلاقة بالشكل :

$$Q(x, t) = \frac{I_0 T}{\delta} e^{-\frac{x}{\delta}} \quad (7)$$

على افتراض الشروط الحدية العازلة (غياب فقدان الحرارة الى الجلد المحيط) يؤدي الحل التالي فيما يتعلق بدرجة حرارة سطح الجلد T<sub>s</sub> :

$$T_s = T_s \left[ 2 \sqrt{\frac{t}{\pi \tau}} + e^{\frac{t}{\tau}} \times \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{t}{\tau}} \right) - 1 \right] \quad (8)$$

$$T_0 = \frac{I_0 \delta T}{K} \quad \cdot \quad \tau = \frac{\delta^2 \rho c}{K} = \frac{\delta^2 \rho K c}{K^2}$$

التوصيل الحراري في هذا النموذج  $K = 0.3 W m^{-1} k^{-1}$  ، و ثابت الزمن الحراري وهو الوقت اللازم لانتشار الطاقة الحرارية الى عمق الاختراق،  $\rho K c = 1.7 \times 10^6 W^2 s / m^4 C^2$

وتكون الشروط المتغيرة في الحسابات هي كثافة الطاقة وتردد الاشعاع [32.33.34].

2- الدراسة التجريبية :

2-1- الأجهزة والأدوات المستخدمة : Diode laser 808nm

diode laser specification		
Lase type	808nm diode laser	
Laser module	Germany imported DILAS Module	
Wavelength	808nm	
Spot size	1200w no channel	25*31mm
	900w no channel	15*15mm
	600w no channel	15*15mm
	450w no channel	15*15mm
Pulse repetitions	1~10HZ	
screen	10.4 inch touch TFT color screen	
Pulse width	1~100ms	
Out put power	2000w	
Energy density	1~120 j/cm <sup>2</sup>	
cooling level	5 leveles adjustable	

2-2- طرائق البحث ومواده:

أجريت الدراسة في عيادة خاصة في منطقة مصياف في الفترة من تموز الى كانون الثاني 2023 حيث تم استقبال 30 مريضاً من كلا الجنسين بلغت أعمارهم من 20-45 ،

تم إجراء العلاج بالليزر باستخدام ليزر diode 808nm تم ضبط البارامترات المستخدمة في العلاج بالاعتماد على مطيافية الامتصاص للكروموفورات المستهدفة ونسبتها في كل من نوعي البشرة البيضاء والداكنة على النحو الآتي :

### لذوي البشرة البيضاء ذات التصنيف 1 و2

حجم البقعة  $15 \times 15 \text{ mm}$  وتم ضبط الجهاز على نبضة طويلة 150ms ومعدل النبض 4HZ وبطاقة  $80 \text{ J/cm}^2$ ، مدة الجلسة 10-12 minutes بمتوسط زمن تعرض 6 min

### ولذوي البشرة الغامقة ذات التصنيف 3 و4 و5 :

حجم البقعة  $15 \times 15 \text{ mm}$  وتم ضبط الجهاز على نبضة طويلة 150ms ومعدل النبض 4HZ وبطاقة  $50 \text{ J/cm}^2$ ، مدة الجلسة 10-12 minutes بمتوسط زمن تعرض 6 min

زمن النبضة	عدد النبضات في الثانية	زمن التعرض/الدقيقة	اجمالي زمن التعرض	طاقة النبضة الواحدة	زمن الجلسة
150m s	4	36 sec	36 0sec = 6min	8 0 J/cm <sup>2</sup>	10 -12 min

أثناء إزالة الشعر في أنواع البشرة الفاتحة، تؤدي إطالة مدة النبضة إلى زيادة الفعالية مع الحفاظ على البشرة من التلف الحراري غير المرغوب فيه.

على عكس أنواع البشرة الفاتحة، من الضروري استخدام طاقة أقل أثناء استخدام مدة نبض أطول لتجنب الضرر الحراري الذي لا يمكن إصلاحه للبشرة في البشرة الداكنة، كما ينطبق أيضا على المواقع ذات كثافة الشعر الأعلى.

بعد شرح الإجراء للمريض تم توجيهه المريض إلى الاستلقاء على سرير المعاينة ، وتحت إضاءة جيدة ، وارتداء نظارات واقية من قبل المريض، مع استخدام نظام تبريد TEC للياقوت قبضة المعالجة.

تم توجيه المريض لتجنب أشعة الشمس في اليومين التاليين للمعالجة تم تحديد موعد الزيارة التالية بعد أسبوعين، كما طلب من المريض تسجيل أي آثار جانبية.

قمنا في هذه الدراسة بإنشاء ملف خاص لكل مريض يتضمن الاسم والعمر والجنس ونوع البشرة وتقييم طبي قبل وبعد المعالجة في كل جلسة يشمل تقييم الألم ونسبة المعالجة والآثار الجانبية، بلغ عدد الجلسات الكلية لكل مريض 6 جلسات.

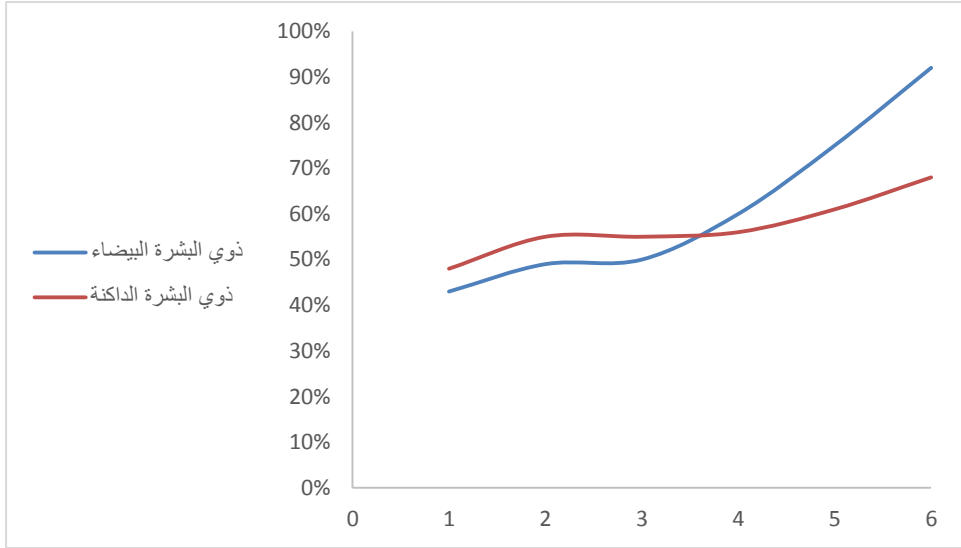
تم تسجيل الملاحظات التالية :

- 17 مريض أي ما يعادل 56% اشتكوا من ألم خفيف أثناء المعالجة بينما جميع المرضى أبدوا رضا تام عن المعالجة.
- تم تسجيل أعراض جانبية مثل الاحمرار والحكة جميعها اختفت في اليوم التالي للمعالجة.
- اغلب الأعراض الجانبية تم تسجيلها لذوي البشرة السمراء ذات التصنيف 3 و4 على مقياس فيتزياتريك.
- كانت نسبة الازالة في الجلسة الأولى 40% وبلغت في الجلسة الثانية حوالي 50% في الجلسة الثانية.

### 3-2- النتائج والمناقشة:

تترسب الطاقة الحرارية في الأنسجة عن طريق امتصاص الضوء وتحويله إلى حرارة، وهذا يسبب ارتفاع في درجة حرارة الأنسجة، يعتمد الضرر الذي يلحق بالأنسجة على درجة الحرارة التي يتم الوصول إليها، والمدة التي تبقى فيها عند درجة الحرارة، تتفرض كثافة الشعر بعد كل جلسة، فقد انخفضت بعد الجلسة الأولى بنسبة 45% وبنسبة 51% بعد الجلسة الثانية والثالثة وبنسبة 58% بعد الجلسة الرابعة وبنسبة 68% بعد الجلسة الخامسة وبنسبة 86% بعد الجلسة السادسة لأصحاب البشرة البيضاء ذات التصنيف 1 و2 على مقياس فينزياتريك، بينما كانت نسبة أقل بحوالي 10% لذوي البشرة السمراء مع تسجيل آثار جانبية شملت حروق خفيفة واحمرار وحكة لدى ذوي البشرة السمراء، وهو ما يتطابق مع الدراسات والأبحاث العلمية التي أجريت في هذا المجال حيث نشر "أفشان شيركافند وزملائه في مركز أبحاث العلوم والتكنولوجيا في الطب جامعة طهران للعلوم الطبية، طهران، إيران " في العام 2012 دراسة بعنوان (أنماط الضرر الحراري لإزالة الشعر بديود الليزر حسب أنواع البشرة والشعر المختلفة الكثافات والألوان) وأيضا مع دراسة أخرى أجراها "جون حونسون" وزملائه في كلية الصحة والعلوم الاجتماعية، جامعة بيرجن، النرويج في العام 2011 بعنوان " التأثيرات الحرارية لليزر العلاجي ذو الأطوال الموجية 810,409 nm على جلد الإنسان"

ويوضح الشكل البياني نسبة الإزالة لمريض من ذوي البشرة البيضاء ومريض من ذوي البشرة الداكنة في كل جلسة من الجلسات :



حصيلة الدراسة التجريبية لكافة المرضى:

**الجلسة الأولى:** 12 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (43-46) بينما ثمانية فقط بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (39-43) وثمانية آخرون بلغت لديهم النسبة بين % (46-50) واثنين فقط بين % (50-53) بأجمالي متوسط إزالة لجميع المرضى 45%

**الجلسة الثانية:** 15 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (49-52) بينما 7 فقط بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (45-49) وخمسة آخرون بلغت لديهم النسبة بين % (52-56) واحد فقط بين % (41-45) وواحد فقط بين % (56-60)، بأجمالي متوسط إزالة لجميع المرضى 50%



الجلسة الثالثة: 17 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (50-52) بينما ستة فقط

بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (52-54) وسبعة آخرون بلغت لديهم النسبة بين

% (54-56) بأجمالي متوسط إزالة لجميع المرضى %53

الجلسة الرابعة : 16 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (56-60) بينما تسع فقط

بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (52-56) والخمس الآخرون بلغت لديهم النسبة بين

% (60-73) بأجمالي متوسط إزالة لجميع المرضى %58

الجلسة الخامسة: 14 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (64-72) بينما سبعة

فقط بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (72-79) وستة آخرون بلغت لديهم النسبة بين

% (57-64) وثلاثة فقط بين % (50-57) بأجمالي متوسط إزالة لجميع

المرضى %67

الجلسة السادسة: 19 مريض بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (81-94) بينما سبعة

فقط بلغت لديهم نسبة الإزالة بين % (55-68) واربعة آخرون بلغت لديهم النسبة بين

% (68-81) بأجمالي متوسط إزالة لجميع المرضى %81

#### 4-2- الاستنتاجات والتوصيات :

من خلال المتابعة والمقارنة بين حالة المريض بين كل جلسة والجلسة التالية تبين أن

ليزر ديود 808nm يعد تقنية ذات فعالية جيدة لإزالة الشعر لذوي لبشرة البيضاء

والبشرة الحنطية بآثار جانبية طفيفة، وتقنية غير مناسبة لذوي البشرة السمراء ذات

التصنيف 3,4,5 على مقياس فيتزباتريك من حيث فعاليته في إزالة الشعر والآثار

الجانبية المرافقة لدورة العلاج.

## References

- [1] Bandeira,F., Gharib,H., Golbert,A., Griz ,L., *Endocrinology and Diabetes*, Springer New York Heidelberg Dordrecht London, Springer Science+Business Media New York 2014.
- [2] Stephanie,D., Gan,M.D., Emmy, M., Graber, M.D., *Laser Hair Removal: A Review*, Wiley Periodicals, American Society for Dermatologic Surgery,2013.
- [3] Lepselter,j.,Elman,M., *Biological and clinical aspects in laser hair removal*, Journal of Dermatological Treatment,(2004).
- [4] July A Galeano Z, Romuald Jolivot, Franck Marzani, *Quantification of melanin and hemoglobin in human skin from multispectral image acquisition: use of a neuronal network combined to a non-negative matrix factorization*, Universit'e de Bourgogne, V.11, N.2, 2012
- [5] Sand,M.,Bechara,F.G.,Sand,D.,Altmeyer,P.,Hoffmann,K.,*A Randomized, Controlled, Double-Blind Study Evaluating Melanin-Encapsulated Liposomes as a Chromophore for Laser Hair Removal of Blond, White, and Gray Hair* , Annals of Plastic Surgery • Vol 58, Num 5, May 2007.
- [6] Galvan,S.V., Jaen,P., *Complications of nonphysician-supervised laser hair removal*, Canadian Family Physician , Le Médecin de famille canadien Vol 55,2009.

- [7] Eremia,S.,Cindy .Y. L., Umar,H,S.,Newman,N., *Laser Hair Removal: Long-Term Results with a 755 nm Alexandrite Laser*, Blackwell Science, American Society for Dermatologic Surgery,2001
- [8] Sheptii,O,V.,Kruglova,L,S., Ektova,T,V., Raksha,D,A.,ShmatovaA,A., *High-Energy laser exposure in dermatology and cosmetology*, КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2012.
- [9] L.Goldman., D.J.Blaney.,D.J.Kindel,GR.,E.K.Franke., *Effect of the laser beam on the skin*, Departments of Dermatology and Physics of the University of Cincinnati,1962.
- [10] O, Svelto., *Principles of Lasers'* Fifth editione ', Polytechnic Institute o f Milan and N ational R esearch Council Milan , Italy,2010
- [11] Linkel,B,A., *Lasers*, translated by Kassir,F,A., University of Mosul,1984
- [12] Hmadi,A,A., *Laser basics and applications*, 2004.
- [13] Kusa,M., *Laser physics and its applications*, Damascus University Publications,2006
- [14] Franses,A,J.,Harfi,A,H.,*Fundamental of optics*, translated by Alshazly,A.,Aljazery,S., Fourth edition., McGraw-Hill

Publishing,1981

- [15] O, Svelto., *Principles of Lasers* Fifth editione ', Polytechnic Institute o f Milan and N ational R esearch Council Milan , Italy,2010.
- [16] Behringer,M., *Springer Series in Optical Sciences* , Florida Atlantic University, USA(5-71)
- [17] W,Koechner .,M,Bass, *Solid-State Lasers*, Springer-Verlag New York,2003
- [18] P.M. RIPLEY, *Invited Review The Physics of Diode Lasers*, Department of Medical Physics & Bioengineering, University College London, Lasers in Medical Science,1996.
- [19] Erdoğan, B., *Anatomy and Physiology of Hair*, 2017.
- [20] B, Buffoli1., F, Rinaldi., M, Labanca., E, Sorbellini., A,Trink.,E,Guanziroli .,R, Rezzani., L. F. Rodella., *The human hair: from anatomy to physiology*, University of Brescia, Brescia, Italy, Intern ational Journal of Dermatology , 331-341,2014
- [21] J. L. Martel., . H. Miao., T. Badri., *Anatomy, Hair Follicle*, National Library of Medicine, 2022.
- [22] C. F. Cruz ., C. Costa ., A. C. Gomes ., T. Matamá ., A.Cavaco-Paulo., *Human Hair and the Impact of Cosmetic*

- Procedures: A Review on Cleansing and Shape-Modulating Cosmetics*, Cosmetics journal, 2016
- [23] E.Kaisheva., *Microscopic Characteristics for Human Hair Identification*, Acta morphologica et anthropologica, 28 (3-4) Sofi, 2021.
- [24] S. L. Koch ., S. R. Tridico., B. A. Bernard.,M.. D. Shrivr., N. G. Jablonski., *The biology of human hair: A multidisciplinary review* , American journal of Human Biology, 2019.
- [25] S. Ito., K. Wakamatsu., *Diversity of human hair pigmentation as studied by chemical analysis of eumelanin and pheomelanin* , Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology,2011.
- [26] Paul A.J. Kolarsick, BS, Maria Ann Kolarsick, and Carolyn Goodwin, *Anatomy and Physiology of the Skin*, 2011.
- [27] Y. Yamaguchi and V.J. Hearing, *Melanocytes and Their Diseases*, National Library of Medicine, 2014.
- [28] Ansari MA, Mohajerani E. *Mechanisms of laser-tissue interaction:I. optical properties of tissue*. J Lasers Med Sci 2011; 2(3):119-25.
- [29] Sonia Bordin-Aykroyd., et al. "*Laser-Tissue Interaction*".

EC Dental Science 18.9 (2019): 2303–2308.

- [30] Carroll.L., Humphreys.T.R., *LASER–tissue interactions*, Department of Dermatology and Cutaneous Biology, Jefferson Medical College of Thomas Jefferson University, Philadelphia, PA 19107, USA,(2006).
- [31] J.Lepselter and M.Elman, *Biological and clinical aspects in laser hair removal*, Journal of Dermatological Treatment,(2004).
- [32] Markolf H. Niemz.,*Laser–Tissue Interactions*, Third Enlarged Edition, Springer–Verlag Berlin Heidelberg 2004, 2007.
- [33] C. C. Katsidis, *A simple model for the analysis of light absorption and temperature rise in human skin: the role of surface roughness*,2006.
- [34] Sharab,K., *Simulating the distribution of heat resulting from laser treatment on biological tissue and studying the biological diffusion equation*, Damascus University Journal of Basic Sciences,2014.