



<http://doi.org/10.3658/j.kunu.2021.03.09>

كلية الكنوز الجامعة

Journal homepage: <http://journals.kunoozu.edu.iq/1/archive>



دراسة عمق التلف الحراري الناتج من تفاعل ليزر ثنائي اوكسيد الكربون مع جلد الجرذان المختبرية واختيار المعلمات الانسب للقدرة الليزرية ومعرفة العلاقة بين زمن التعرض والقدرة المستخدمة

امجد هاشم فيصل

كلية الكنوز الجامعة , قسم هندسة تقنيات الاجهزة الطبية, البصرة , العراق

المستخلص

استعمل ليزر ثنائي اوكسيد الكربون الباعث للطول الموجي (10600 nm) في تعريض جلد الجرذان المختبرية. استخدمت في هذه الدراسة كثافات قدرة ليزرية امتدت من 20.64 W/cm^2 لغاية 50.13 W/cm^2 اما عدد الجرذان المختبرية المستخدمة فكان ثلاثون من نوع Sprague-dawley اخذت من الذكور بأوزان تتراوح بين (250-300) غرام وعمر يتراوح بين (10-12) اسبوع. قسمت هذه الحيوانات الى ثلاث مجاميع كل مجموعة تضم 10 جرذان , المجموعة الاولى عرضت الى كثافات قدرة ليزرية مختلفة وزمن تعريض ثابت 15 ثانية, تركت جرذان هذه المجموعة لمدة خمسة ايام بعد تعريضها للأشعة الليزرية. في المجموعة الثانية استعملت نفس القيم السابقة لكثافات القدرة والفترة الزمنية ولكن ازيل الجلد من هذه المجموعة مباشرة بعد التعريض للأشعة الليزرية. عرضت المجموعة الثالثة من الجرذان لكثافات قدرة ليزرية ثابتة مقدارها 29.50 W/cm^2 وقد تم تغيير زمن التعرض للفترة من 10 الى 40 ثانية, اما جلد السيطرة فقد تم انتزاعه من نفس الجرذ من المنطقة الغير معرضة للأشعة الليزرية علما ان المنطقة المعرضة لليزر كانت منطقة الظهر بعد ازالة الشعر من هذه المنطقة , المسافة بين الليزر وبين المنطقة المعرضة ثابتة 10 cm . اخذت خزع جلدية لمجاميع السيطرة والمجاميع المعرضة لغرض الفحص النسيجي.

الكلمات المفتاحية:

عمق التلف الحراري, تفاعل ليزر ثنائي اوكسيد الكربون مع جلد الجرذان المختبرية.

1. المقدمة

الليزر يمكن ان يتركز على بقعة صغيرة جداً وهذا يميزه عن بقية المصادر الاخرى [1] . ان المواصفات الفريدة للحزمة الليزرية التي تتضمن التشاكة , الطول الموجي المفرد , والانفراج القليل جعلت من الليزر الاداة المتميزة عن بقية المصادر الضوئية الصناعية [2]. أثبتت اعداد كثيرة من البحوث والدراسات في العقود الثلاثة الماضية ان الليزر يكون لها اثار جانبية متعددة على الكائنات الحية [3]. فالعلاج بالليزر اصبح مؤخراً الطب التكميلي او البديل المستخدم على نطاق واسع لمعالجة الاوعية الدموية وامراض الجهاز العضلي واصابات الأنسجة الناعمة وغيرها [4]. واحد من الليزر الاكثر اهمية التي استخدمت على نطاق واسع اليوم

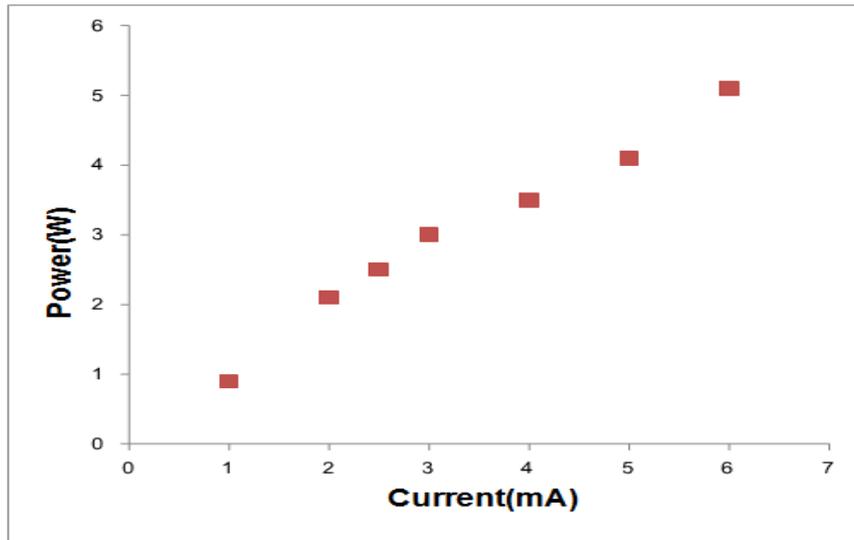
هو ليزر ثنائي اوكسيد الكربون CO2 laser ويرجع ذلك الى ارتفاع انتاج الطاقة مما يجعلها مناسبة لمختلف القطاعات الصناعية وكذلك في التطبيقات الطبية [5]. حيث لعب هذا الليزر في المجال الطبي وفي التشخيص والعلاج وكذلك في العمليات الجراحية. أن لضوء الليزر الممتص من قبل النسيج تأثيرات حرارية Thermal effects حيث يتحول الى طاقة حرارية تتوسع في الجزء الممتص وتسبب اختلاف في درجات حرارة الانسجة [6]. هناك نوعين من الاثار التي تحدث عند تفاعل الليزر مع النسيج عي الاثار الحرارية والاثار الغير حرارية . التأثيرات الحرارية في النسيج تتحدد بالظواهر البيولوجية والبيوكيميائية حيث تشمل [7] : تغيرات في اغشية الخلايا , تغيرات في طبيعة الخلايا , تكوين الجزيئات , قطع في استمرار النسيج . وهذه التغيرات تؤدي الى تغيرات في اللزوجة والكثافة والمحتوى المائي . فعندما تتحول الطاقة الممتصة من قبل النسيج الى حرارة تحدث الاثار الحرارية [8]. أن الهدف الرئيسي من هذه الدراسة هو معرفة عمق التلف الحراري لليزر ثنائي اوكسيد الكربون وبالتالي تحديد الضرر الحاصل للنسيج ومعرفة زمن التعرض الانسب وعلاقتة بقدرة الطاقة .

2. المواد وطرق العمل

استعملت في التجارب 30 من الجرذان المختبرية جميعها من الذكور اختيرت بصور عشوائية بعمر (10-12) اسبوع , قسمت التجارب الى جزئين الجزء الاول يتضمن تعريض الحيوانات الى كثافة قدرات ليزرية مختلفة وزمن تعريض ثابت 15 ثانية وقد تم تحديد خمس مساحات مأخوذة على الظهر ثابتة الموقع , اما الجزء الثاني يتضمن تعريض كل حيوان الى كثافة قدرة ليزرية ثابتة وزمن تعريض متغير . قسمت الحيوانات الى ثلاث مجاميع كل مجموعة تحتوي على عشر حيوانات , عرض كل حيوان من المجموعة الاولى الى اشعة ليزرية وبكثافات قدرة (50.13 , 40.30 , 34.40 , 29.5 , 20.64) W/cm² وزمن تعريض مقدار 15 ثانية . في هذه الجارب تركت الحيوانات في افاصها لمدة خمسة ايام بعد التعرض لليزر . اما المجموعة الثانية فقد عرض كل حيوان الى أشعة الليزر بنفس كثافات القدرة المذكورة اعلاه ونفس زمن التعريض ولكن الاختلاف هنا هو ازالة الجلد مباشرة بعد التعريض. اما المجموعة الثالثة تضمنت تعريض كل حيوان الى كثافة قدرة 29.5 W/cm² وبأزمان متغيرة تمتد من 10 ثانية الى 40 ثانية وقد ازيل الجلد مباشرة بعد التعريض لأشعة الليزر . اما مجاميع السيطرة فقد اخذت من نفس الحيوان من المناطق الغير معرضة للأشعة الليزرية للمنطقة الظهرية . حفظت العينات بالفورمالين بنسبة 10% اعتمدت الدراسة على ماذكرة Luna [9] في تقنية التحضير للفحص النسيجي وصبغت الشرائح النسيجية . المسافة بين فتحة الليزر والمنطقة المعرضة ثابتة 10 cm . تمت معايرة الخرج الليزر وذلك من خلال المنحنى البياني لتيار التفريغ الكهربائي بوحدات (mA) وبين القيم المطلقة للقدرة المسجلة بواسطة جهاز قياس القدرة وكانت النتائج مبينة في الجدول (1) وكذلك في الشكل (1) للقدرة المستخدمة في البحث .

الجدول 1- قيم تيار التفريغ (mA) كدالة لقدرة الخرج الليزري (W)

Current (mA)	1	2	2.5	3	4	5	6
Power (W)	0.9	2.1	2.5	3	3.5	4.1	5.1

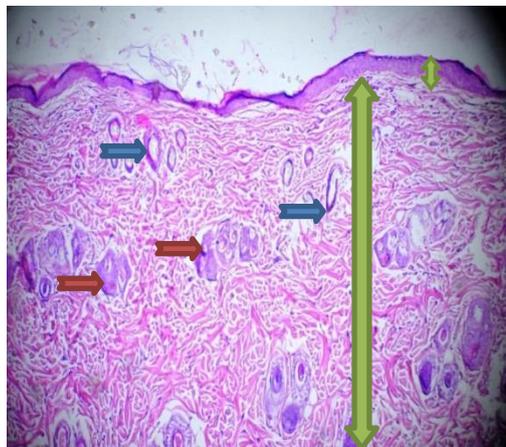


الشكل 1: منحنى المعايرة لجهاز CO2

3. النتائج والمناقشة

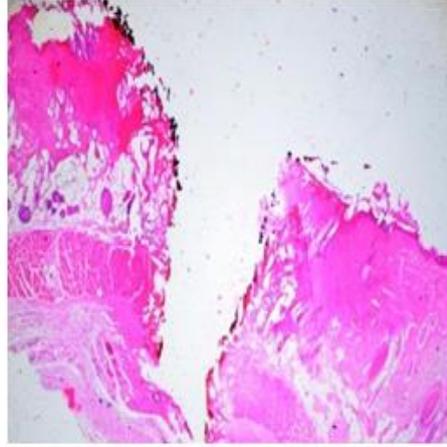
عمق التلف الحراري Thermal damage depth

اظهر الفحص النسيجي لمجاميع السيطرة في عينات الجلد بواسطة صبغتي (الهيماتوكسلين - ايوزين) تحت المجهر الضوئي جميع طبقات الجلد الطبيعي مرتبة في ثلاث طبقات من الاعلى الى الاسفل هي : طبقة البشرة Epidermis وطبقة الأدمة Dermis والطبقة تحت الأدمة Hypodermis , حيث يلاحظ مكونات الأدمة من حويصلات الشعر والغدد الدهنية والغدد العرقية بالإضافة الى الياف الكيراتين المكون الرئيسي للأدمة كما في الشكل (2) .

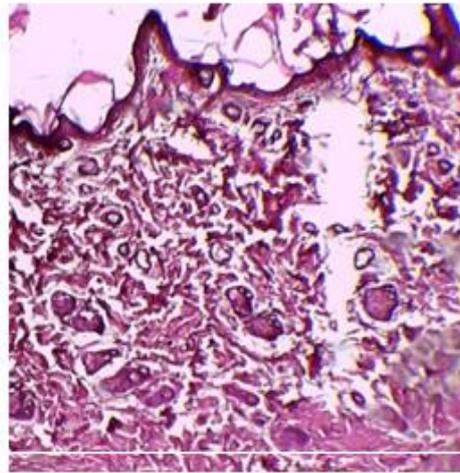


الشكل 2: مقطع نسيجي عرضي في جلد الجرذ لمجموعة السيطرة , طبقة البشرة ← طبقة الأدمة → , حويصلة الشعر → , غدد دهنية → , صبغة الهيماتوكسلين - ايوزين x100 .

قيست اعماق الضرر الحراري الى نقطة الضرر الاعمق حيث ان تشوهات الخلية القسوى لوحظت عند اعلى جرعة بكثافة قدرة W/cm^2 (50.13) كما في الشكل (3) بتلف كامل لطبقات الجلد للمجاميع التي ازيل منها الجلد مباشرة بعد التعريض , اما اقل عمق ضرر حراري فكان عند اقل جرعة بكثافة قدرة W/cm^2 (20.64) كما في الشكل (4) . وهذا يدل على اهمية اختيار المعلمات الخاصة بالليزر بصورة صحيحة من خلال استخدام الليزر في العلاجات الطبية لغرض الحفاظ على النسيج من التلف ومن الاثار الجانبية غير مرغوب بها . فعند الانتقال من كثافة قدرة واطئة الى كثافة قدرة عالية يؤدي الى زيادة عمق تلف الانسجة تدريجياً وهذا يتفق على ماذكرة Abuara وآخرون [10]. وكذلك زيادة في قطر وعمق الأستئصال وهذا يتفق مع ما ذكره Al-Wattar وآخرون [11].



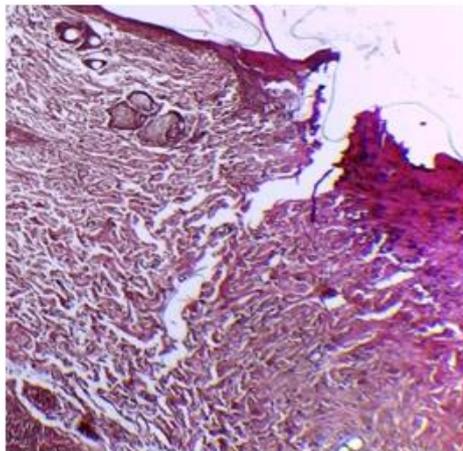
الشكل 3: مقطع نسيجي عرضي في جلد الجرذ لمجموعة معرضة W/cm^2 (50.13) صبغة الهيماتوكسلين – ايوسين x100 .



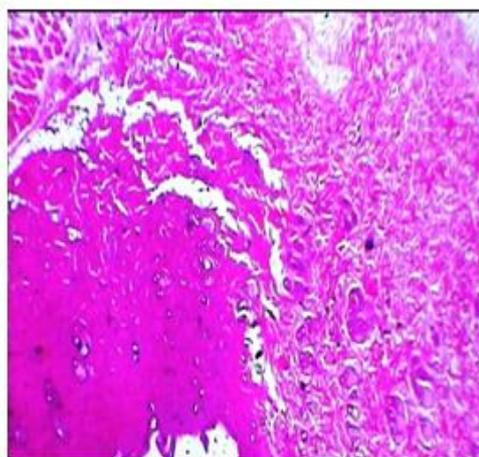
الشكل 4: مقطع نسيجي عرضي في جلد الجرذ لمجموعة معرضة W/cm^2 (20.64) صبغة الهيماتوكسلين – ايوسين x100 .

اما عند كثافة قدرة W/cm^2 (29.5) اخترق التلف طبقة البشرة وجزء من طبقة الأدمة كما في الشكل (5) , ازداد التلف الحراري بزيادة كثافة القدرة المطلقة وهذا موضح عند كثافة القدرة W/cm^2 (34.40) كما في الشكل (6) , اذ يحصل التأثير على النسيج في بداية التعريض لليزر بسبب تسخين حاملات الصبغة ومن ثم

يتم انتقال الحرارة الى الأنسجة المجاورة وبناء على ذلك فإن مدى الأضرار الحرارية يتأثر مباشرة بمقدار ارتفاع درجات الحرارة عند انتهاء فترة التعريض ويدخل هنا معامل التوصيل الحراري للنسيج كعامل مهم في انتقال الحرارة الى طبقات الجلد الداخلية وهذا يعني ان مدى الضرر الحاصل للنسيج تحددت ثلاث معلمات فيزيائية هي كثافة القدرة وزمن النبضة (زمن التعريض) واخيراً التوصيل الحراري للنسيج عند الطول الموجي لليزر المستخدم في التجارب [12].



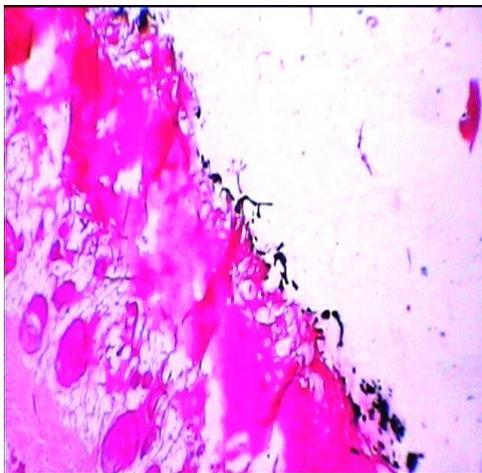
الشكل 5 : مقطع عرضي في جلد الجرذ لمجموعة معرضة 29.5 W/cm^2 صبغة الهيماتوكسلين – ايوسين $\times 400$.



الشكل 6: مقطع عرضي في جلد الجرذ لمجموعة معرضة 34.40 W/cm^2 صبغة الهيماتوكسلين – ايوسين $\times 400$.

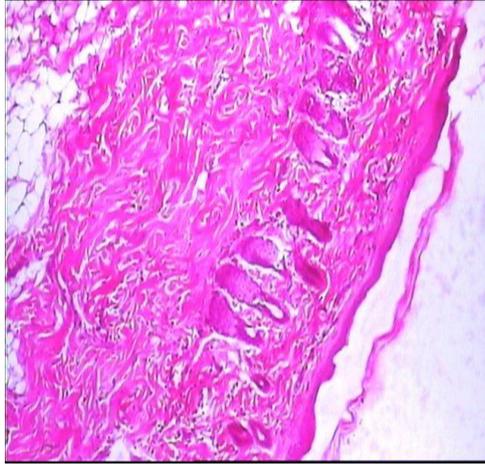
عند كثافة قدرة 40.30 W/cm^2 امتد التلف الحراري من خلال طبقة البشرة مما أدى الى خسارتها وبعض من طبقة الأدمة ومكوناتها اذ حصل تغير في شكل النسيج كما في الشكل (7) , وهذا ناتج من الامتصاص العالي لجزيئات الماء الموجودة في الجلد لليزر CO_2 اذ يتناغم الطول الموجي لليزر (10600 nm) مع المستويات الاهتزازية لجزيئات الماء الموجودة في الجلد حيث يمثل الماء المكون الرئيسي لامتصاص ليزر

CO2 ونتيجة لهذا الامتصاص تحدث اليات التفاعل المتبادل مع الأنسجة وحدث التأثيرات الحرارية على الجلد منها تغيرات في اغشية الخلايا مما يسبب تغيرات مفاجئة في فسلفة الخلايا منها تفكك الجزيئات , هذه الأليات تتسبب في تغير شكل النسيج .

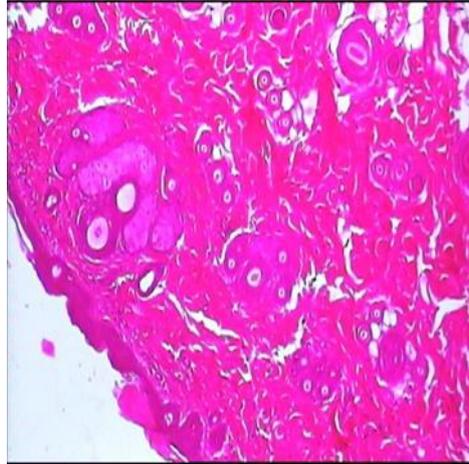


الشكل 7: مقطع عرضي في جلد الجرذ لمجموعة معرضة W/cm^2 (40.30) صبغة الهيماتوكسلين - إيوسين x400

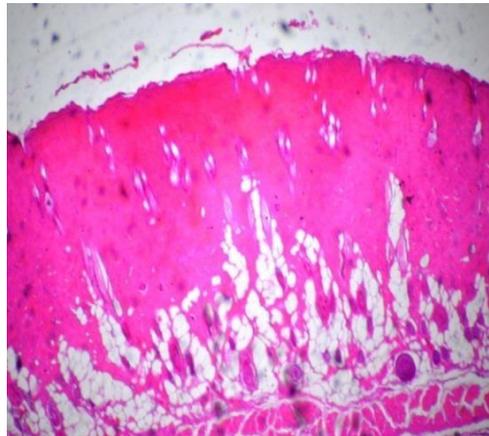
اما المجاميع التي تركت خمسة ايام بعد التعريض فان عمق التلف الحراري يزداد كذلك بزيادة كثافة القدرة (Fluence) ولكن مقارنة مع المجاميع التي تم ازالة الجلد مباشرة بعد التعريض فكان عمق التلف الحراري اقل بكثير وهذا يدل على قابلية الجلد للرجوع لوضعة الطبيعي بعد التشعيع وحدث عملية الألتئام للمناطق المتضررة , حيث ان الليزر بكثافات قدرة عالية يسبب جرح للنسيج ومع مرور الوقت يلاحظ التئام لبعض الحالات المعرضة نتيجة للاستجابة لبعض مكونات الجلد بالرجوع لوضعة الطبيعي بعد التشعيع . اما نتائج المجاميع التي عرضت الى الازمان المختلفة وكثافة قدرة ليزرية W/cm^2 (29.5) كان التلف اقل من الحالات السابقة بكثافات قدرة مختلفة وزمن ثابت 15 ثانية , اذ لوحظ اقل تلف عند الزمن 10 ثانية كما في الشكل (8) حيث كانت الزيادة في التلف بزيادة الزمن وهذا ملاحظ عند الزمن (20,30) ثانية كما في الشكل (9) والشكل (10) , اما اكبر تلف كان عند الزمن 40 ثانية كما في الشكل (11). وهذا يدل على ان عمق الضرر الحراري يزداد بزيادة زمن التعرض وهذا يتفق مع ما ذكره Dumitras & Petrus [13]. ومع ما ذكره Mahmood واخرون [14].



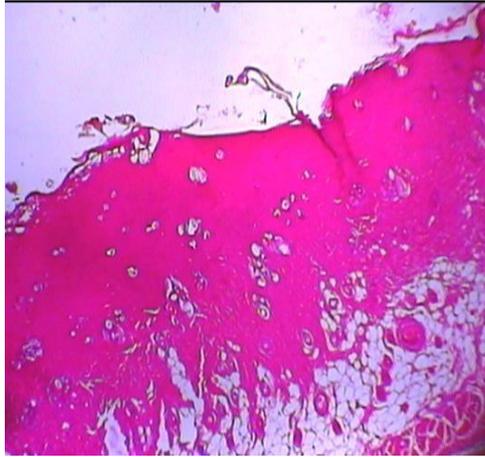
الشكل 8: مقطع عرضي في جلد الجرذ لمجموعة معرضة (10) ثانية صبغة الهيماتوكسلين - ايوسين x400 .



الشكل 9: مقطع عرضي في جلد الجرذ لمجموعة معرضة (20) ثانية صبغة الهيماتوكسلين - ايوسين x400 .



الشكل 10 : مقطع عرضي في جلد الجرذ لمجموعة معرضة (30) ثانية صبغة الهيماتوكسلين - ايوسين x400



الشكل 11: مقطع عرضي في جلد الجرذ لمجموعة معرضة (40) ثانية صبغة الهيماتوكسلين – ايوسين x400 .

كان الضرر الحراري للمجاميع التي تم تعريضها لكثافات قدرة مختلفة وزمن ثابت اكبر من المجاميع التي تم تعريضها لكثافة قدرة ثابتة وزمن متغير وفي كلا الحالتين فإن عمق الضرر يزداد بزيادة كثافة القدرة (Fluence) وحصول عمليات استئصال لبعض الحالات التي عرضت لكثافات قدرة عالية وهذا يدل على ان النسيج يتأثر حرارياً وبشكل كبير عند كثافات قدرة متغيرة تصاعدياً مقارنة مع تغير الزمن تصاعدياً . تم قياس عمق التلف الحراري باستخدام طريقة الاوكلر-ستييج [15] وتم الحصول على النتائج المبينة في الجدول (2) للمجاميع المعرضة لكثافات قدرة مختلفة وزمن ثابت 15 ثانية مع ازالة الجلد مباشرة بعد التعريض , المقارنة بين النتائج العلمية ونتائج الحسابات تشير الى التقارب الجيد بينهما .

الجدول 2- عمق التلف الحراري لكثافات القدرة الليزرية المستخدمة

Fluence (W/cm ²)	Average damage depth (z μm)		Average damage depth (z μm) [16]
	Measured values	Calculated values	
			17.2 (W/cm ²)
20.64	850±25.5	889.582	776.7
29.5	1300±39.0	1308.857	

34.40	1480±44.4	1547.751
40.30	1600±28.0	1633.663
50.13	1850±55.5	1871.593

اما المجاميع التي تركت خمسة ايام بعد التعريض فقد كانت نتائج عمق التلف الحراري كما مبين في الجدول (3).

الجدول 3 - عمق التلف الحراري لكثافات القدرة الليزرية المستخدمة

	Control		(20.64)	(29.5)	(34.40)	(40.30)
	Epidermis	Dermis	W/cm ²	W/cm ²	W/cm ²	W/cm ²
Average						
damage			125.000	418.700	537.475	875.000
Depth (µm)	45.000	890.000	± 12.500	± 41.87	± 53.745	± 87.500

لهذه المجموعة التي تركت خمسة ايام حصل اعادة بناء تراكيب الجلد والتنام للمنطقة التي تأثرت بالأشعة الليزرية مع ازدياد التلف بزيادة القدرة ولكن بشكل اقل مقارنة بالمجاميع التي ازيل منها الجلد مباشرة بعد التعريض. للمجاميع التي عرضت الى ازمان مختلفة وكثافة قدرة ثابتة (29.5) W/cm² مع ازالة الجلد مباشرة بعد التعريض فقد تم الحصول على عمق تلف حراري كما مبين في الجدول (4).

الجدول (4) : عمق التلف الحراري لازمان مختلفة من التعريض

Exposure time (sec)	Average damage depth (µm)	
	Measured values	Calculated values
10	702.76±35.138	717.603

20	888.16±44.408	995.987
30	1165.08±58.254	1215.738
40	1330.55±66.527	1426.447

4. الاستنتاجات

في حالة استعمال كثافة قدرة ليزيرية عالية حصل تلف كامل لطبقة الادمة على العكس مما هو عليه في حالة استعمال كثافة قدرة واطنة , فقد كان التأثير الاكبر على طبقة البشرة مما يؤدي الى الاستنتاج بإمكانية استعمال هذه القيمة W/cm^2 (20.64) لكثافات القدرة في الجراحة التجميلية وفي علاج بعض الامراض الجلدية كأزالة الأكرزوما وغيرها . في حالة استعمال ازمدة تعريض مختلفة وكثافة قدرة ليزيرية ثابتة فأن الاضرار الحاصلة على طبقات الجلد تزداد بزيادة زمن التعرض مما يقود الى الاستنتاج بأن اختيار الطبيب المعالج او اخصائي الأمراض الجلدية لزمن التعريض الملائم لكثافة قدرة ليزيرية معينة للحالة المطلوب معالجتها هو في غاية الاهمية لغرض التقليل من الاضرار الجانبية غير مرغوب فيها . الابتعاد عن كثافات القدرة العالية لليزر غير الضرورية في حالة استعمال الليزر في المجال الطبي كونها تسبب تلفاً كبيراً للنسيج وزيادة في درجة حرارة النسيج من ثم يكون عمق التلف الحراري كبيراً .زيادة عمق التلف الحراري وعرض التلف الحراري بزيادة كثافة القدرة وكذلك بزيادة زمن التعرض .

5. شكر وتقدير

يسرني أن أوجه شكري لكل من نصحني أو أرشدني أو وجهني أو ساهم معي في إعداد هذا البحث بإيصالي للمراجع والمصادر المطلوبة في أي مرحلة من مراحلها.

6. قائمة المصادر والمراجع

1. Caroll LS and Humphreys TR. Laser-tissue interactions . Clin Dermatol 2006;24: 2-7.
2. Lanigan SW. Lasers in dermatology . Med 2004;32: 21-23.
3. Abdul-Karem ZB. Clinical and histopathological study of the effect of magnetic field on the healing of open wounds in rabbits. M.Sc. Thesis, Submitted to Council of the College of Veterinary Medicine , Basrah Univ. , Iraq, 2009.
4. Canedo-Dorantes L, Garcia-Cantu R, Barrera R, Mendez-Ramirez I, Navarro VH, Serrano G. Healing of chronic arterial and venous leg ulcers through systemic effects of electromagnetic fields. Arch Med Res 2002; 33:281-289.
5. Desai N and Obagi S. Treatment of Epidermal Hamartomas : Review and Description of Treatment With Electrodesiccation and Combination Laser Therapy. J Cosmet Dermatol 2011; 24:40-47.

6. Cotuzzi DJ, Fundamental of Laser in Dentistry: Basic Science, Tissue Interaction, and Instrumentation. J Laser Dent 2008; 16:4-10
7. Al-Zahawi FAJ and Mahmood, AS. Immune-hematological and biochemical changes in diabetic retinopathy patient`s blood after treatment by Nd-YAG laser. Iraqi J Laser Part B 2009; 8: 39-44.
8. Challis LJ. Mechanisms for interaction between RF fields and Bio- logical tissue. Bioelectromagnetics 2005; 25: 98 – 106.
9. Luna HA. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology " , 3rd . ed. McGraw-Hill Book Co. , New York. 1968.
10. Abuarra A, Abuarra B , Ab BS , Singh GKC , AlSadi Z, Mahmood TR , Omar K, MatJafri MZ. The effects of different laser doses on skin. Phys. Sci Int J 2012;7 : 400-407.
11. Al-Wattar AJH, Moualla MKJ, Hajim K. I. , " Effect of Nd- YAG, XeCl, and Nitrogen Laser Radiation on Human Aorta , and Some Arterial Tissues. Iraqi J Phys 2008;5:104-113.
12. Talib IA. Study of the Effect of Two Low Energy Laser Beams (632.8 ,532)Nano meters on the Healing of Superficial Wounds of Laboratory Mice Balb/c Histopathological " , M.SC. Thesis, Submitted to The College of Education Basrah, Univ. Iraq , 2009.
13. Petrus M and Dumitras DC. Numerical Simulation and In Vitro Experimental Temperature Distribution Analysis In Irradiated Tissue U.P.B Sci Bull Series A Appl Math phys 2012; 74:167-176.
14. Mahmood TLI and Matjafri MZ. Effects of Different Laser Times Exposure Skin Structural. International Conference on Chemical, Biological and Medical Sciences , Kuala Lumpur , 2012: 25-26 .
15. Cox B. Introduction to Laser-Tissue Interactions . Optic in Med, 2013.