

تأثير مجال كهربائي بترددات مختلفة؛ في كريات الدم الحمراء بعد تعريضها لأشعة ليزر الهليوم - نيون ($690\mu W$)

عصام زهير الخالد و محمد كوسا و محمد الصالحي

قسم الفيزياء - كلية العلوم - جامعة دمشق - سورية

تاريخ الإيداع 2010/09/01

قبل للنشر في 2012/02/06

الملخص

قمنا في هذه الدراسة بتطبيق مجال كهربائي بترددات مختلفة ($20\text{Hz} - 3\text{MHz}$) على كريات الدم الحمراء بعد تعريضها لأشعة ليزر الهليوم - نيون ذي القدرة المنخفضة $690\mu W$ ؛ وحساب هشاشتها التناضحية، وبعض الخواص الكهربائية لها كثابت العزل والتوصيلية الكهربائية لها. وقد أوضحت هذه الدراسة مدى تغير منحنى الهشاشة التناضحية مع الزمن، وقد اتضح جلياً زيادة نسبة تحلل كريات الدم الحمراء مع التقدم في زمن الحفظ، ($\approx 15\% / 6\text{أيام}$)، كما أثبتت الدراسة أنه لا توجد تأثيرات سلبية لأشعة ليزر هليوم - نيون في ثابت العزل الكهربائي لكريات الدم الحمراء، بل على العكس من ذلك، أظهرت فروقات بسيطة توضح انخفاض قيمة ثابت العزل بعد التشعيع، كما أظهرت الدراسة أن التوصيلية (Conductivity) لكريات الدم الحمراء قد قلت بشكل واضح بعد التعرض لأشعة الليزر ذي القدرة $690\mu W$ ؛ عن قيمة التوصيلية دون تشعيع، وهذا يعني بالمقابل أن المقاومة النوعية لكريات الدم الحمراء قد ازدادت بوضوح بعد تأثير أشعة الليزر، وهي تعد نتيجة إيجابية مهمة لتأثير أشعة ليزر هليوم - نيون منخفض القدرة.

الكلمات المفتاحية: الليزر، التشعيع، ثابت العزل الكهربائي، التوصيلية، الهشاشة التناضحية، الهليوم - نيون، نسبة التحلل.

Effect of Electric Field of deferent frequencies; on RBCs After being Irradiated by (690 μ W) of He-Ne Laser

E. Z. Al-khaled; M. Kosa and M. Al-salhi

Department of Physics - Faculty Sciences - Damascus University-Syria.

Received 01/09/2010

Accepted 06/02/2012

ABSTRACT

This study focuses on studying the effects of Electric Field of deferent frequencies (20Hz – 3MHz), on RBCs after being irradiated by (690 μ W) of He-Ne Laser, with testing some blood characteristics like osmotic fragility, Conductivity and Dielectric constant.

The study showed that fragility changes with time. RBCs hemolysis increases with time of storage.

This study also showed that there is no negative effect on the Dielectric constant of the irradiated RBCs by (690 μ W) of He-Ne Laser.

On the contrary; there is a little decreasing of RBCs Dielectric constant's and conductivity's, after irradiation by (690 μ W) of He-Ne Laser, which means increasing of RBCs resistance.

In conclusion; That result gives us a clear indication of very positive and sensitive Laser effect.

Key words: Laser, Irradiating, Dielectric constant, Conductivity, Osmotic Fragility, He-Ne, analysis percentage.

المقدمة

ابتدأت كثير من الدراسات والتجارب العملية الحالية بدراسة إمكانية الاستفادة بشكل كبير؛ من أي من مكونات الدم المفصولة في العمليات الجراحية، والدراسات الطبية المختلفة، على مدى واسع من مدد حفظه المختلفة وفق دراسات ضوئية طيفية تعتمد الليزر اعتماداً كبيراً بوصفه أحد أهم المؤثرات والمؤشرات على مدى تغيير خواصه [1،8،9].

وقد توصل العلم الحديث إلى استخدام أشعة الليزر في تشخيص كثير من الأمراض وعلاجها [18] بالاعتماد على خواصه المتعددة وتأثيراته الدقيقة وأطواله الموجية المختلفة [19]، وعلى الأخص ليزرات الأطوال الموجية الواقعة في منطقة الأشعة تحت الحمراء، لشدة امتصاص طاقتها بواسطة الماء الموجود في الأنسجة الحية، إذ يجري التركيز على تأثيراتها الكهرومغناطيسية. [1]

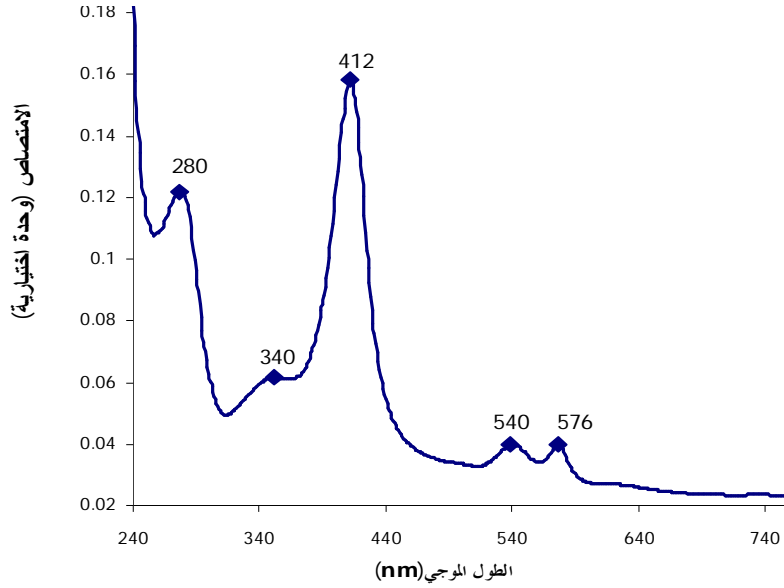
لذا فقد طُبِّق مجال كهربائي ذو ترددات مختلفة (3MHz - 20Hz)؛ على كريات الدم الحمراء بعد تعريضها لأشعة ليزر الهليوم- نيون ذي القدرة المنخفضة $690\mu W$ ؛ لمعرفة مدى تأثيره - سلباً أو إيجاباً - في قدرة الخلايا على مقاومة الضغط الأسموزي الموجودة فيه؛ ثم قيست خواصه البيوفيزيائية وقورنت قبل التشعيع وبعده، بهدف زيادة الاستفادة منه على مدى واسع خلال مدد زمنية أطول، وبخاصة بعض فصائله النادرة الوجود O.

كما فُحصت عينات الدراسة مجهرياً وصُوِّرت في المختبرات الطبية لبنك الدم، وأُجريت القياسات والاختبارات نفسها المتبعة التي تجرى على الدم عادة عند التبرع به لنقله أو تخزينه، مثل قياسات عدد كريات الدم الحمراء وحجمها ونسبة الهيموجلوبين فيها وخلافه، وقد أثبتت جميعها صلاحيتها، وأعطت نتائج إيجابية.

وهذا ما يجعل البحث قيد الدراسة بالغ الأهمية، ويفتح المجال لمزيد من الدراسة والبحث والتقصي، لتطبيقات الليزر وتأثيره الإيجابي في الدم، من حيث تحسين خواصه، والحفاظ عليه أطول مدة ممكنة.

العمل التجريبي

حُضِرَت عينات كريات الدم الحمراء المستهدفة للقياس، بحسب طريقة (بار بارت وكو-وركرز) [2،4]، وقيست نسبة تحلل كل منها بأخذ طيف الامتصاص لها عند 540 نانومتراً، باستخدام جهاز التحليل الطيفي (UV-Vis Spectrometry)، الذي يعطي نتائج دقيقة جداً، حتى ثمانية أرقام على يمين الفاصلة، (عدسة حاجز الفصل الشبكي مقسمة مركزياً لـ 1053 خط/مم)، ويقاس الجهاز طيفاً واسعاً من الأطوال الموجية (190 نانومتراً - 1100 نانومتراً).



الشكل (1) طيف الامتصاص لهيموجلوبين الدم في المدى (240nm-760nm) عند إضافته إلى محلول كلوريد الصوديوم الملحي القياسي (تركيز 0.9%)

حُدِّتْ منطقة الامتصاص عند 540 نانومتراً؛ (أعلى امتصاص لهيموجلوبين كريات الدم الحمراء عند 540-542 نانومتراً)؛ (شكل 1)، واستخدم الرائق المفصول للتركيز المثالي (0.9جم/ليتر NaCl) كمرجع لقياس التحلل (As a blank) [3,5].

النتائج والمناقشة

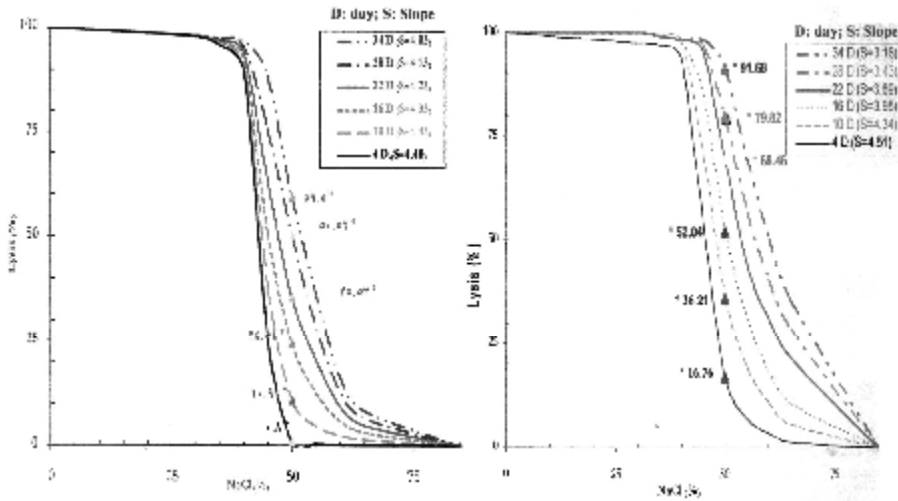
{1} قياس هشاشة الدم التناضحية:

ثبت طبيياً أن مقياس الهشاشة التناضحية من أكثر القياسات دقة في تحليل أمراض الدم الوراثية وتشخيصها (كمرض البحر الأبيض المتوسط "الثلاسيميا Thalassaemia" [6,7,10]، وأمراض الدم المنجلي وخلافه)؛ لذا ففي هذه الدراسة، وبحسب المتبع علمياً [11,12]، اعتمد هذا المقياس لتحديد أثر ليزر الهليوم-نيون ذي القدرة المنخفضة $690\mu W$ ؛ في تحسين خواص الدم من عدمه، وإجراء عدد من التجارب، (10مرات)، كان الهدف منها ملاحظة تغيير هشاشة كريات الدم الحمراء في أثناء التخزين للحصول على مقياس مرجعي قبل دراسة تأثير أشعة الليزر فيها وتطبيق مجال كهربيائي عند ترددات مختلفة (20Hz – 3MHz)؛ ثم قياس ثابت العزل الكهربيائي والتوصيلية لكريات الدم الحمراء.

{2} قياس هشاشة كريات الدم الحمراء بعد تعريضها لشعاع ذي قدرة $690\mu W$ ومدى تغيرها مع الزمن:

بحسب الدراسات العلمية السابقة، يعدُّ الدم الطبيعي (الخالي من الأمراض) هو الذي يبدأ معدل تحلله ما بين 45-55% من تركيز محلول كلوريد الصوديوم الملحي القياسي (NaCl: Normal Saline) الموضوع فيه^[2,11,12,13]؛ لذا فقد أُخذت قراءة نسبة تحلل كريات الدم الحمراء عند (50%) من تركيز المحلول الملحي القياسي وحُدِّت هذه النسبة كمقياس للهشاشة في القياسات جميعها.

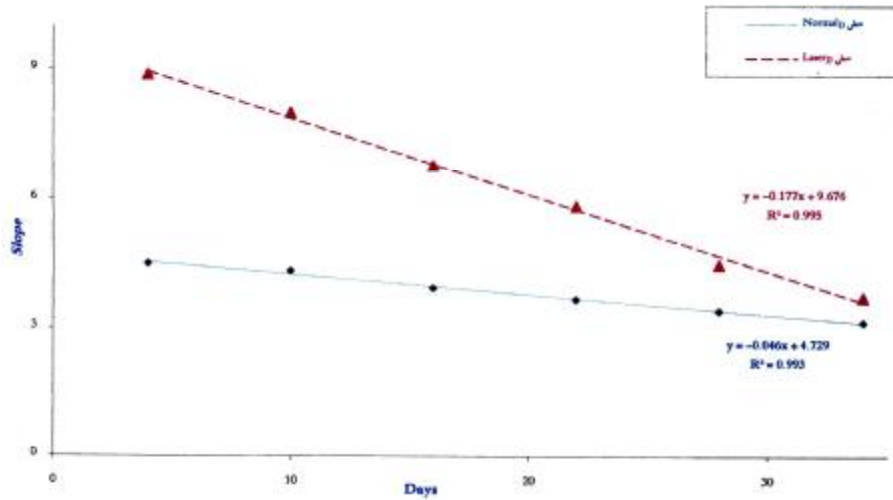
قيست الهشاشة التفاضلية للعينات المستهدفة (10 عينات)، في مدد زمنية مختلفة من الحفظ، (كل 6 أيام)، ولوحظ تغيرها مع الزمن؛ ثم قورنت بالعينات المشععة، بقدرة $690\mu W$ ، من اتجاهين متقابلين ومتوازيين مع التقليب المستمر للعينات، مدة 24 ساعة، وأخذ متوسط النتائج عند كل مدة، ثم أُعيدت التجربة عدة مرات، ولخصت النتائج الحاصلة، برسم العلاقة البيانية لكلتا العينتين، (شكل 2: أ، ب)؛ قبل التشعيع بليزر هليوم - نيون $690\mu W$ ، والميل s وبعده.



* حُلِّت نسب الانحلال جميعها إحصائياً، ووجدت أنها ذات تباين معتبر؛ في المدى $0.05 >$ (أ) لعينة دم طبيعية كل 6 أيام من الحفظ في 4م (ب) لعينة دم مشععة مدة 24 ساعة بليزر هليوم-نيون $690\mu W$ كل 6 أيام من الحفظ. في 4 م

الشكل (2) العلاقة بين نسبة انحلال RBCs، ونسبة تركيز محلول NaCl.

رُسمت العلاقة البيانية أدناه، (شكل 3) لتوضيح العلاقة بين مقدار ميل منحنى انحلال كريات الدم الحمراء، وتغيرها مع زمن الحفظ، كل ستة أيام وقورنت قبل التشعيع وبعده.



الشكل (3) العلاقة بين ميل نسب انحلال RBCs، والزمن؛ قبل التشيع وبعده.

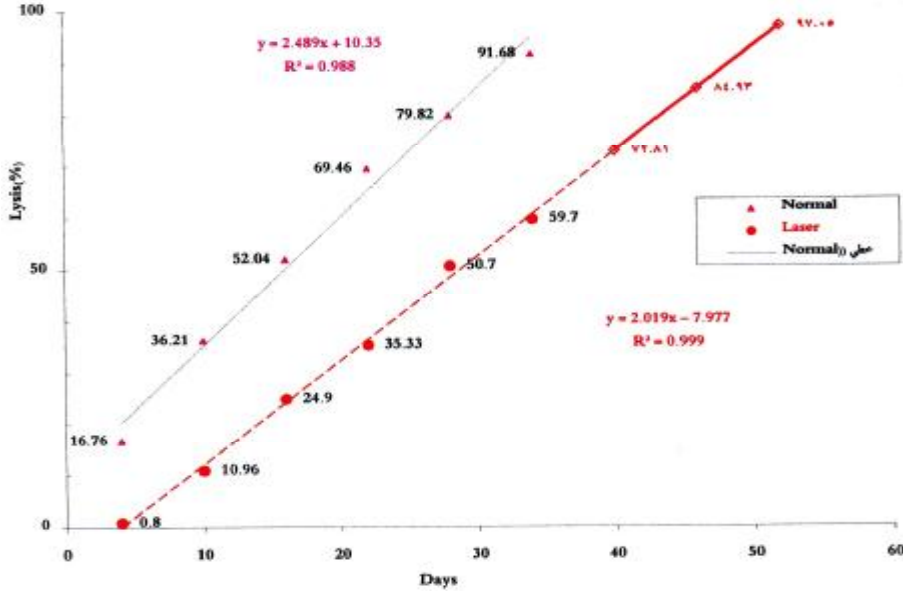
أخذت نسب الانحلال للعينات قيد الدراسة خلال مدد الحفظ: 4 - 34 يوماً، لحساب الفرق وتوضيحه في نسبة الانحلال بين العينات الطبيعية، والعينات المشعّة، وذلك عند التركيز 50 % من الشكلين السابقين (2: أ، ب) ولخصت في الجدول (1) أدناه.

الجدول (1) مقارنة الهشاشة التناضحية (نسبة الانحلال) لعينتين من RBCs قبل التشيع وبعده بليزر هليوم-نيون $690\mu W$ مدة 24 ساعة؛ عند 50 % من تركيز محلول NaCl؛ وزمن الحفظ.

نسبة الانحلال (%) عند 50 % من تركيز المحلول الملحي القياسي لكلوريد الصوديوم			مدة الحفظ (يوم)
الفرق في التحسّن	مشعّة	طبيعية	
15.96	0.80	16.76	4
25.25	10.96	36.21	10
27.14	24.90	52.04	16
34.13	35.33	69.46	22
29.75	50.07	79.82	28
31.98	59.70	91.68	34

ولمزيد من الإيضاح رُسم منحنى العلاقة بين نسبة انحلال RBCs قبل التشعيع وبعده بقدرة $690\mu W$ عند تركيز 50% من المحلول NaCl؛ وبين مدة الحفظ كل ستة أيام، شكل (4)، فأظهر علاقةً طرديةً بين نسبة انحلال الكريات الدموية الحمراء (الهشاشة التناضحية)؛ ومدة الحفظ، أي إنها تترادف بازدياد مدة الحفظ.

كما يوضح الشكل (4) نفسه الفرق الحادث في التحسُّن، قبل التشعيع بالليزر وبعده، وقد بلغت نسبة تحسُّن (إبطاء) انحلال كريات الدم الحمراء إلى 35% تقريباً، وللوصول إلى معرفة عدد الأيام التي من الممكن زيادتها على المدة المعروفة لحفظ الدم في بنوكه؛ (30-33 يوماً تقريباً)؛ مُدَّت العلاقة بحسب النسبة في التحسُّن، وجرى إيجاد مدة الحفظ الجديدة عند نسبة 97% من الانحلال، فوجدت أنها مساوية تقريباً لـ 52 يوماً، بما يعني زيادةً تقريبيةً مقدارها 20 يوماً على المدة المتبعة.



الشكل (4) العلاقة بين الهشاشة (نسبة الانحلال) لعينتين من كريات الدم الحمراء الطبيعية والمشعَّة؛ عند 50% من تركيز محلول كلوريد الصوديوم الملحي القياسي؛ وبين زمن الحفظ.

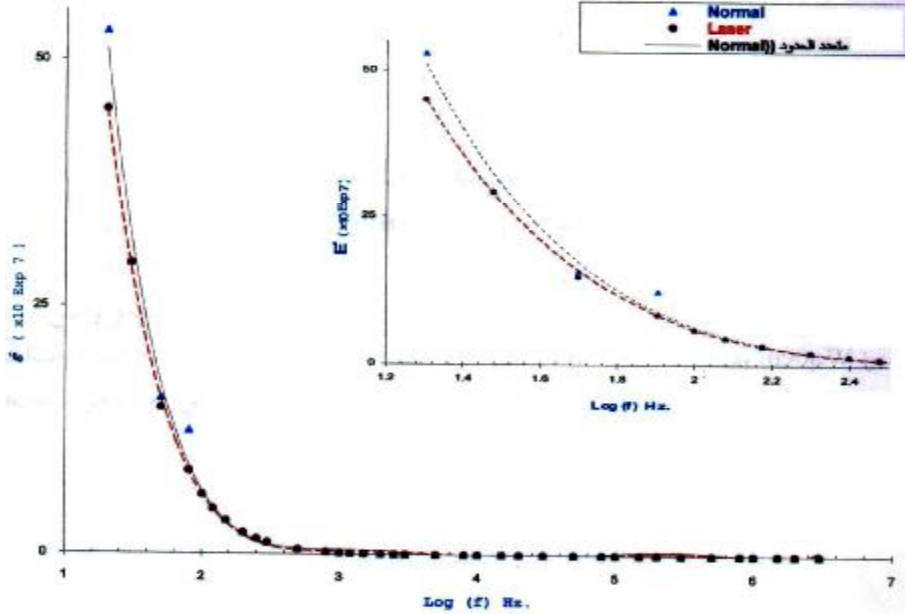
يُستخلص مما سبق أن أشعة ليزر هليوم - نيون منخفضة القدرة؛ تؤثر تأثيراً واضحاً، في كريات الدم الحمراء بإنقاص نسبة انحلالها، مما يؤدي إلى إمكانية زيادة مدة حفظها أكثر مما هو متبع حالياً في بنوك الدم (30-35 يوماً)، وهذا ما يجعل الاستفادة منها في المجالات العديدة كبيرة وممكنة مدة قد تصل إلى أكثر من خمسين يوماً.

{3} قياس ثابت العزل الكهربي والتوصيلية الكهربية لكريات الدم الحمراء:

لإثبات صلاحية الدم المشع للاستخدام الطبي كمنقله للمرضى المحتاجين مثلاً، وللإفادة القصوى منه، وكذا لمعرفة مدى تغير خواصه الحيوية الأخرى؛ وعدم تأثرها سلباً بالتشعيع؛ أُجريت الفحوصات المخبرية، على عينات الدراسة، مثل قياس ثابت العزل والتوصيلية.

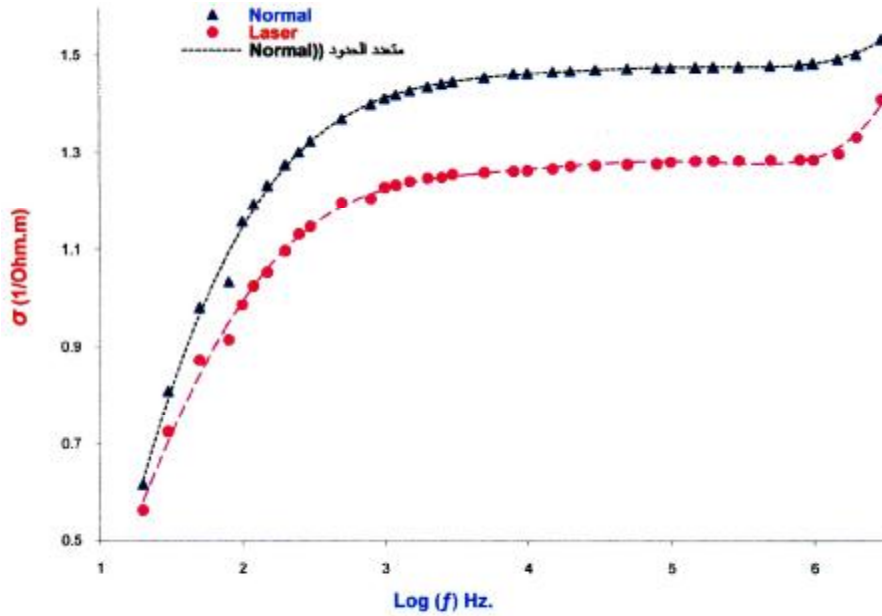
من المعروف علمياً أن ثابت العزل للدم يتغير بتغير التردد^[14, 15, 16]؛ ولملاحظة ذلك وتبينه قيس تغير ثابت العزل الكهربي في المدى الترددي من 20Hz وحتى 3MHz وهو المدى الواقع في ما يسمى بالنطاق الأول أي تشتت بيتا β : 10 KHz - 100 MHz؛ الذي يتأثر ثابت العزل الكهربي فيه بالاستقطاب في غشاء الخلايا.

وبعد تحضير العينات للقياس^[2]، قيست المتغيرات الآتية: السعة، والمقاومة، الكهريائيتان، في المدى $20 - 3 \times 10^6$ Hz، لكل من العينات قبل التشعيع وبعده، وذلك باستخدام خلية القياس الخاصة بالسوائل حيث ثابت الخلية = 1cm^{-1} ، المرتبطة بجهاز تحليل المكونات الدقيقة RCL Bridge: Precision Component Analyzer؛ ثم رُسمت العلاقة لثابت العزل ϵ' ، وللتوصيلية، بدلالة لوغاريتم التردد؛ لعينات طبيعية، وعينات معرضة للأشعة، الشكلان (5) و (6) تالياً.



الشكل (5) مقارنة تبين منحنى ثابت العزل الكهربي لكريات الدم الحمراء قبل التشعيع بليزر هليوم نيون $690\mu\text{W}$ وبعده.

يلاحظ من الشكل (5) عدم وجود فروقات كبيرة وواضحة بين العينتين قبل التشعيع وبعده، إذ أخذ اللوغاريتم العشري لقيم التردد على المحور السيني: التردد، مما يدل على أنه لا توجد تأثيرات سلبية لأشعة ليزر هليوم - نيون في ثابت العزل الكهربائي لكريات الدم الحمراء، بل على العكس من ذلك، فعند تدقيق النظر، فإن هذه الفروقات البسيطة توضح انخفاض قيمة ثابت العزل بعد التشعيع، ومن ثم فإنها تعدُّ نتيجةً إيجابيةً مهمة.



الشكل (6) مقارنة تبين منحنى التوصيلية لكريات الدم الحمراء قبل التشعيع بليزر هليوم نيون $690\mu W$ وبعده.

يلاحظ من الشكل (6) أعلاه أن التوصيلية الكهربائية Conductivity لكريات الدم الحمراء قد قلت بشكل واضح، بعد التعريض لأشعة الليزر ذي القدرة $690\mu W$ ، وذلك بمقدار 0.2 (Ohm.m)^{-1} في المدى $1 \times 10^3 - 1 \times 10^6 \text{ Hz}$ ؛ عن قيمة التوصيلية الكهربائية دون تشعيع، وهذا يعني بالمقابل أن المقاومة النوعية لكريات الدم الحمراء قد ازدادت بوضوح بعد التشعيع، وهو يعطي نتيجةً إيجابيةً لتأثير أشعة ليزر هليوم - نيون.

تفسير النتائج المتحصّل عليها ومناقشتها

(1) يتضح مما سبق أنه لا يوجد فرق كبير بين ثابت العزل الكهربائي لكريات الدم الحمراء قبل التشعيع بليزر هليوم - نيون وبعده.

- (2) في العموم، فقد قلّت بنسبة بسيطة؛ قيمة ثابت العزل بعد التعريض لأشعة الليزر، وهذا يعني نتيجة إيجابية مهمة، إذ من المعروف أن المجال الكهربائي يتناسب عكسياً مع ثابت العزل الكهربائي فكلما قل ثابت العزل لأي مادة عازلة؛ ازداد المجال الكهربائي المارّ خلالها، كما ازداد ثابت العزل كثيراً في المواد القطبية على غيرها، فمثلاً يصل ثابت العزل في الماء إلى 80^[17]، والعوازل السائلة تتغير القوى الموجودة بين الأيونات تغييراً كبيراً، إذ يصل المجال الكهربائي داخل العازل بين لوحين مكثف إلى $1/8$ من قيمته قبل وجود العازل، ما يعني تضاعف القوة بين الأيونات الكهربائية، فلو أثر أيونان كل على الآخر بقوة معينة في محلول ما؛ فإن هذه القوة تتضاعف بمقدار $1/8$ عند وجودهما في أحد المذيبات، وهذا ما يفسّر تفكك أيونات كلوريد الصوديوم عند إذابته في الماء نتيجة الحركة الحرارية البسيطة للجزيئات، التي تقوم بالتغلب على القوى الأيونية التي تضاعف مقدارها في المذيب: الماء إلى $1/80$ ، فأصبح من السهل انفصال أيوني الكلور والصوديوم.^[20]
- (3) والمفهوم العكسي لما سبق، أنه عند انخفاض ثابت العزل الكهربائي لأي مادة عازلة فإن المجال الكهربائي المارّ خلالها يزداد.
- (4) ومن ثمّ فإن القوى الكهربائية بين أيونات وجزيئات العازل تظلّ أكبر من أن تحطمها الحركة الحرارية، ومعظم المحاليل المشابهة توجد في الأنظمة الكيميائية والحيوية كالدّم، إذ تقوم طبيعة المذيب العزلية بدور العامل المتحكم.
- (5) هذا ما يعطي تفسيراً ممكناً وواضحاً للنتائج التي تمّ التوصل إليها، فانخفاض ثابت العزل الكهربائي لكريات الدم الحمراء بعد تشيعها بليزر هليوم - نيون، أدى إلى زيادة المجال الكهربائي المارّ خلالها، كما زاد من القوى الكهربائية بين الأيونات المكوّنة لها، وبخاصة في الجزيئات المستقطبة على جدرانها، فازداد تقاربها وانجذابها، مما أدى إلى تقليل نسبة انحلالها وهشاشتها التناضحية، وهذا ما سيؤدي حتماً إلى زيادة مقاومتها النوعية، ومن ثمّ انخفاض توصيليتها الكهربائية.
- (6) وهو ما تمّ التوصل إليه فعلاً من نتائج قياس التوصيلية الكهربائية، وقد ظهر بجلاء أن التوصيلية الكهربائية لكريات الدم الحمراء المشعّة بليزر هليوم - نيون، ذي القدرة $690\mu W$ ؛ قد قلت بشكل واضح، أي ازدادت مقاومتها الكهربائية وبخاصة عند ازدياد المجال الكهربائي المطبّق عليها وزاد من مدة حفظها.
- (7) هاتان الخاصيتان طبيعيتان عند ازدياد التردد المطبّق على الأنسجة الحية، ويعزى هذا التغير؛ لما ذكر سابقاً من احتمالية إعادة ترتيب الأيونات الكهربائية على جدار الخلية الدموية الحمراء^[20]، مما يؤدي إلى ازدياد مقاومتها النوعية، وانكماش جدرانها بتقارب الجزيئات المكوّنة لها، وبخاصة جزيئات الهيموجلوبين في داخل جدار الخلية الدموية الحمراء.
- (8) يحدث هذا بفعل التأثير الكهرومغناطيسي لأشعة الليزر. جدير بالذكر أنه جرى تحليل النتائج (نسب الانحلال جميعها) إحصائياً؛ ووجدت أنها ذات تباين مهم ومعتبر؛ في المدى $0.05 >$ ؛ (جدول 2).

الجدول (2) يوضح تحليل نتائج الهشاشة التناضحية (نسبة الإحلال) لعينتين من RBCs قبل التشعيع بليزر هليوم-نيون $690\mu\text{W}$ وبعده مدة 24 ساعة؛ عند نسب مختلفة من تركيز محلول NaCl؛ وأزمنة الحفظ المختلفة، حيث: Norm: Normal, IRR: Irradiated, Cons: Concentration.

<p>Paired t-Test on 4 Days Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>47.12943</td> <td>2088.76745</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>41.05044</td> <td>2296.00659</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 2.06565 p = 0.06885 At the 0.05 level, <i>the two means are NOT significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	47.12943	2088.76745	10	IRR.	41.05044	2296.00659	10	<p>Paired t-Test on Cons. 35 %: Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>98.89217</td> <td>0.87583</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>96.75227</td> <td>0.39987</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 8.45164 p = 3.80687E-4 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	98.89217	0.87583	6	IRR.	96.75227	0.39987	6
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	47.12943	2088.76745	10																						
IRR.	41.05044	2296.00659	10																						
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	98.89217	0.87583	6																						
IRR.	96.75227	0.39987	6																						
<p>Paired t-Test on 10 Days Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>53.94943</td> <td>1902.75255</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>44.3348</td> <td>2127.08274</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 2.71182 p = 0.02393 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	53.94943	1902.75255	10	IRR.	44.3348	2127.08274	10	<p>Paired t-Test on Cons. 40 %: Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>97.43061</td> <td>3.33407</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>93.32633</td> <td>7.18365</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 5.8119 p = 0.00213 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	97.43061	3.33407	6	IRR.	93.32633	7.18365	6
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	53.94943	1902.75255	10																						
IRR.	44.3348	2127.08274	10																						
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	97.43061	3.33407	6																						
IRR.	93.32633	7.18365	6																						
<p>Paired t-Test on 16 Days Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>59.36051</td> <td>1707.94881</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>48.44329</td> <td>1938.44179</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 2.84289 p = 0.01931 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	59.36051	1707.94881	10	IRR.	48.44329	1938.44179	10	<p>Paired t-Test on Cons. 45 %: Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>83.48846</td> <td>316.47475</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>57.04693</td> <td>557.71587</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 6.88787 p = 9.87374E-4 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	83.48846	316.47475	6	IRR.	57.04693	557.71587	6
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	59.36051	1707.94881	10																						
IRR.	48.44329	1938.44179	10																						
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	83.48846	316.47475	6																						
IRR.	57.04693	557.71587	6																						
<p>Paired t-Test on 22 Days Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>65.98439</td> <td>1484.34759</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>52.29178</td> <td>1815.39757</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 3.19039 p = 0.011 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	65.98439	1484.34759	10	IRR.	52.29178	1815.39757	10	<p>Paired t-Test on Cons. 50 %: Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>57.65934</td> <td>790.43307</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>30.3091</td> <td>513.19593</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 10.47198 p = 1.36974E-4 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	57.65934	790.43307	6	IRR.	30.3091	513.19593	6
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	65.98439	1484.34759	10																						
IRR.	52.29178	1815.39757	10																						
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	57.65934	790.43307	6																						
IRR.	30.3091	513.19593	6																						
<p>Paired t-Test on 28 Days Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>70.08989</td> <td>1327.41433</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>56.54027</td> <td>1732.38706</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 3.26676 p = 0.00973 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	70.08989	1327.41433	10	IRR.	56.54027	1732.38706	10	<p>Paired t-Test on Cons. 55 %: Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>38.02658</td> <td>550.37598</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>17.21486</td> <td>192.99766</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 10.47198 p = 1.36974E-4 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	38.02658	550.37598	6	IRR.	17.21486	192.99766	6
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	70.08989	1327.41433	10																						
IRR.	56.54027	1732.38706	10																						
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	38.02658	550.37598	6																						
IRR.	17.21486	192.99766	6																						
<p>Paired t-Test on 34 Days Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>74.34539</td> <td>1229.40457</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>60.18876</td> <td>1709.57006</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 2.91105 p = 0.01728 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	74.34539	1229.40457	10	IRR.	60.18876	1709.57006	10	<p>Paired t-Test on Cons. 60 %: Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>25.90979</td> <td>325.13045</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>7.83942</td> <td>38.05471</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 3.72704 p = 3.72704 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	25.90979	325.13045	6	IRR.	7.83942	38.05471	6
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	74.34539	1229.40457	10																						
IRR.	60.18876	1709.57006	10																						
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	25.90979	325.13045	6																						
IRR.	7.83942	38.05471	6																						
<p>Paired t-Test on Cons. 30 %: Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>99.52995</td> <td>0.91544</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>98.12746</td> <td>0.0039</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 3.76136 p = 0.01314 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	99.52995	0.91544	6	IRR.	98.12746	0.0039	6	<p>Paired t-Test on Cons. 65 %: Norm. & IRR.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Data</th> <th>Mean</th> <th>Variance</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Norm.</td> <td>17.1615</td> <td>181.48403</td> <td>6</td> </tr> <tr> <td>IRR.</td> <td>4.13251</td> <td>9.98891</td> <td>6</td> </tr> </tbody> </table> <p>t = 3.08737 p = 0.02724 At the 0.05 level, <i>the two means are significantly different.</i></p>	Data	Mean	Variance	N	Norm.	17.1615	181.48403	6	IRR.	4.13251	9.98891	6
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	99.52995	0.91544	6																						
IRR.	98.12746	0.0039	6																						
Data	Mean	Variance	N																						
Norm.	17.1615	181.48403	6																						
IRR.	4.13251	9.98891	6																						

REFERENCES المراجع

1. السيد محمود السيد سليمان، محمد بن سليمان العاند. (1424هـ، 2004م). مقدمة فى الفيزياء الحيوية وتطبيقاتها الطبية؛ دار الخريجي للنشر والتوزيع، الرياض - المملكة العربية السعودية.
2. Parpart, A. K., Lorenz, P.B., Parpart, E. R., Greegg, J. R. and Chase, A. M. (1947). The osmotic resistance (fragility) of human red cells. *Journal of Clinical Investigation*, 26, 636.
3. Brill, Alexander G.; Brill, Grigory E; Shenkman, Boris; Tamarin, Ilya; Dardik, Rima; Varon, David; Savion, Naphtali. (1999, 1998). Low power laser irradiation of blood inhibits platelet function: Role of cyclic GMP. *Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering (3569)*, *Proceedings of the Effects of Low-Power Light on Biological Systems IV*, Stockholm, SWE, p 4-11.
4. Olban, M., Wachowicz, B., Koter, M., Bryszewska, M. (1998). The biostimulatory effect of red laser irradiation on big blood platelet function, *Cell Biol. Int.* 22(3) 245-248.
5. Baranov, V. Yu.; Chekhov, Dmitry I.; Leonov, Alexei G.; Leonov, Pavel G. Ryaboshapka, Olga M.; Semenov, S. Yu.; Splinter, Robert; Svenson, Robert H.; Tatsis, G. P. (1999). Heat-induced change in optical properties of human whole blood in vitro, *Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering*, (3599), *Proceedings of The Optical Diagnostics of Biological Fluids IV*, San Jose, CA, USA, P 180-187.
6. Khairullina, A.Y.; Oleinik, T. V. (1996). Biophysical Information on the Blood Status Upon Irradiation by He-Ne Laser, *Journal of Applied Spectroscopy*, (63), n 2, p 260.
7. Manteifel, Valentina; Karu, Tiina. (1999, 1998). Activation of chromatin in T-lymphocytes under the He-Ne Laser radiation, *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, (3569), *Proceedings of the Effects of Low-Power Light on Biological Systems IV*, Stockholm, SWE, p 12-16.
8. Chichuk, T. V.; Stranadko, E. F.; Strashkevich, I. A.; Klebanov, G. I. (2000). Laser-induced priming of human blood leucocytes, *Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering*, (4059), p119-124.
9. Pologea-Moraru, R. T Savopol, M Makropoulou, A Serafetinides and E Kovacs. (1996). He-Ne laser radiation effects on human erythrocytes, *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, (65), Supplement, Page 94.
10. Fischer, F. Aulmann, M. Maier-Borst, W., Lorenz, W. J. (1998). Blood cell damage after in vitro irradiation of fresh whole blood with 630nm laser light. *Blood Cells Mol Dis*, 24(3), 385-395.
11. Gowdy, J. and Koneman, E. W. (1967). Erythrocyte osmotic fragility adapted to the AutoAnalyser. *American Journal of Clinical Pathology*, 47, 682.
12. Setoudeh Maram, E. Z. Mohtashm Amiri, M. Haghshenas. (2000). Effectiveness of Osmotic Fragility Screening with Varying Saline Concentration in Detecting B-Thalassemia Trait. Department of Biostatistic and Epidemiology, Community Medicine, and internal Medicine, Shiraz University of Medical Sciences and Health Services, Shiraz, Iran.

13. Biology 3420; Osmotic Fragility and Membrane Permeability of Mammalian Erythrocytes. Animal Physiology all 2003 Lab #1.
14. Bruno Frazier, A. Thayne L. Edwards, Bruce K. Gale. (2000). Micro scale purification systems for biological sample preparation. Georgia Institute of Technology, 777 Atlantic Drive, Atlanta GA 30332-0250, Department of Biomedical Engineering, Louisiana Tech University, Ruston, LA 71272.
15. Steffen Lippert and Jan Gimsa. (2003). High resolution measurements of dielectric cell properties by a combination of AC-electrokinetic effects. Humboldt-Universität, Institut für Biologie, Invalidenstr. 42, D-10115 Berlin, Universität Rostock, Fachbereich Biologie, Biophysik, Gertrudenstr. 11a, D-18057 Rostock.
16. Jutiporn Sudsiri, Derk Wachner, Jutta Donath and Jan Gimsa. (2002). Can molecular properties of human red blood cells be accessed by electrorotation?. Songklanakarin J. Sci. Technol., 24(Suppl.) : 785-789
17. Nobue Uchida, Hirokazu Kato, Toshifumi Kasai, Kazuro Sugimura and Hajime Kitagaki. (2000). Use of the Dielectric Constant Water to Improve Effectiveness of Repetitive Combination Therapies of RF Interstitial Heating and RALS. Department of Radiology, Shimane Medical University, Izumo 693-8501, Japan, Department of Health Sciences, Okayama University Medical School, Okayama700-8558, Japan, Kyoto Medical Technology College, Kameoka 622-0844, Japan, Department of Radiology, School of Medicine, Kobe University, Kobe 650-0017, Japan.
18. Abdolrasoul Mehrsaia, Mitra Afsharpada, Mandana Afsharpada, Mandana Mohyidinb, Bitā Ansarib, Gholamreza Pourmanda and Behrooz Nikbinb. (2009). The effect of low-level helium-neon (HeNe) laser radiation on the secretion of cytokines that promote chronic graft rejection – An in vitro study. Medical Laser Application, Volume 24, Issue 3, Pages: 194-200.
19. Bogaziçi University, Institute of Biomedical Engineering, Kuzey Kampus Bebek, 34342 Istanbul, Turkey, Istanbul University, Immunology Department of Experimental Medicine Researching Institute, Capa, Istanbul, Turkey, Bogaziçi University, Infirmary, Bebek, Istanbul, Turkey. (2006). The biological effects of 632.8-nm low energy He-Ne laser on peripheral blood mononuclear cells in vitro. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology Volume 82, Issue 3, Pages: 199-202.
20. Hérica de Lima Santos, Carolina Fortes Rigos, Antonio Cláudio Tedesco and Pietro Ciancaglini. (2007). Biostimulation of Na,K-ATPase by low-energy laser irradiation (685 nm, 35 mW): Comparative effects in membrane, solubilized and DPPC:DPPE-liposome reconstituted enzyme. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, Volume 89, Issue 1, Pages: 22-28.