

Using Diode Laser for the Determination of Blood Glucose Concentration

Dr.Saria D. Mohamed

Applied Sciences Department, University of Technology/ Baghdad
Email:uot_magaz@yahoo.com

Dr.Nehia N. Hussien

Applied Sciences Department, University of Technology/ Baghdad
farah shmehel

Applied Sciences Department, University of Technology/ Baghdad

Received on: 13/9/2012 & Accepted on: 9/5/2013

ABSTRACT

In this study sugar concentration was measured by using diode laser, and compared were blood with those obtained from normal spectroscopic methods were the results laser system was arranged with a by using diode laser with wavelength of 532nm and power of 1 mW was used . While the Values ranged by using spectroscopy technique between (70-102mg/dl) ,While the measured concentration of blood sugar by laser technique give (69.87-102mg/dl). The standard deviation was calculated and represents the relative comparison between both methods. The comparison results showed that determine the concentration of blood sugar using diode laser technique has a high accuracy and it cost less than that obtained by the spectroscopy methods.

Key words:- Glucos Sugar,Laser Diod ,Spectrophotometer

قياس تركيز السكر في الدم باستخدام ليزر الدايدود

الخلاصة

في هذا البحث تم قياس تركيز سكر الدم باستخدام ليزر الدايدود ومقارنة النتائج مع تلك المستحصلة باستخدام الطرق المطيافية الاعتيادية، حيث تم ترتيب منظومة ليزرية باستخدام ليزر الدايدود ذات الطول الموجي 532nm وقوة 1 mW. تم قياس تراكيز السكر في الدم باستخدام تقنية المطياف $C_{sp}(mg/dl)$ ، حيث كانت القيم تتراوح بين (70-102mg/dl) ، وقياس تراكيز السكر في الدم باستخدام تقنية الليزر $C_{laser}(mg/dl)$ حيث كانت القيم تتراوح بين (69.87-102mg/dl) . وقد تم حساب الانحراف المعياري النسبي %R.S.D والذي يمثل المقارنة بين القرائتين. وظهرت نتائج المقارنة أنه بالإمكان تحديد تركيز سكر الدم باستخدام تقنية منظومة ليزر الدايدود بدقة عالية وتكاليف أقل من تلك المستحصلة بواسطة المطياف.

المقدمة

اكتشف الليزر عام 1960 ، ثم في عام 1962 اصبح الليزر يستعمل في المعالجات المايكروبية -Micro manipulation كما قدمت تطبيقات الليزر بحثا مميزة في المجالات الطبية فقد امكن استخدام الليزر كملقط بصري Optical Trap في تدوير الخلايا Rotational Cell. توصل العلم الحديث في استخدام اشعة الليزر وتطبيقاتها الطبية الى تشخيص وعلاج كثير من الامراض بالاعتماد على خواصه المتعددة وتأثيراته الدقيقة وأطواله الموجية المختلفة ، ولاسيما تلك التي أطوالها الموجية في منطقة الأشعة تحت الحمراء لشدة امتصاص طاقتها بواسطة الماء الموجود في الأنسجة الحية ،كجراحات المسالك البولية ،وطب العيون ،فاستخدم ليزر الأنديموم - ياج لإزالة المياه الزرقاء والأركون الاخضر ($\lambda=515\text{ nm}$) في لحم الأنفصال الشبكي لشدة امتصاص الدم لطاقته ،واخرى لازالة الأورام ،والعلاج الطبيعي ، وازالة تقرحات المعدة والاثنا عشر، وسرعة التئام الجروح حيث يعتمد تأثيره الكهرومغناطيسي .وقد ابتدأت الكثير من الدراسات والتجارب العملية بدراسة إمكانية الاستفادة بشكل كبير؛ من أي من مكونات الدم المفصولة في العمليات الجراحية ، والدراسات الطبية المختلفة ،على مدى واسع من أوقات حفظه المختلفة وفق دراسات ضوئية طيفية تعتمد الليزر بشكل كبير كأحد أهم المؤثرات والمؤشرات على مدى تغير خواصه [1].

مكن التحسن الذي طرأ على دقة الأدوات المعتمدة على تقنية الليزر خلال العقود الأخيرة من تشعب استعمالات الليزر الطبية في أكثر من مجال ففي البدء كانت الحرارة المتولدة من أشعة الليزر تستخدم لتخريب الأنسجة، أما الآن فعلى الرغم من أن التأثيرات الحرارية لا تزال هي الأكثر استعمالاً في الأغراض الطبية فإن التأثيرات الأخرى غير الحرارية قد برهنت أيضاً أنها ذات أهمية متزايدة في المعالجة والتشخيص. فبالإضافة إلى تسخين الأنسجة، يمكن للفوتونات المنطلقة من أشعة الليزر أن تثير التفاعلات الكيميائية، أو أن تفصم الروابط الذرية التي تحفظ تماسك الذرات بعضها مع بعض، أو أن تولد موجات صدمية waves shock. إن لليزر تأثيرات ايجابية في معالجته للأمراض وتعقيم الدم من الفيروسات حيث يعتمد تأثيره في الأنظمة الحيوية على شروط تجريبية مثل نوع الخلايا المشععة و الطول الموجي و قدرة الليزر المستعمل، حيث يمكن ان تسبب طاقات الليزر العالية في إتلاف الأنسجة، اما ليزر القدرة الواطئة فبإمكانه أن يعمل تشوهات للخلايا أهمها كريات الدم البيض والحمر وبذلك تتحطم البروتينات المفيدة وبالتالي تفقد الخلايا الوظائف الأساسية لها [2]. ان الأبحاث مازالت مستمرة في مجال استخدام الليزر في تحليل الدم حيث تمكن الباحثون من تحليل DNA باستخدام مصدر هليوم - نيون ليزر بقدرة 1.5 mw وذلك عن طريق حساب التفلور الناتج عنه[3]. لقد درست التأثيرات الكيميائية الضوئية للهيموغلوبين من خلال التشعيع بليزر ذي الطاقة الواطئة، كما استخدم ليزر هليوم - نيون بطول موجي (632 nm وبقدرة 1 mw) في تحليل بعض مركبات الدم [4]. استخدم العديد من الباحثين ليزرات اشباه الموصلات في تحليل الكلوكوز واليوريا والهيموكلوبين و إنزيم GOT [5-7] كما تم تقليل الهشاشة التناضحية للدم بتشعيعه بالليزر .

في عام 1996 تمكن الباحثون من تحليل الكلوكوز وذلك من خلال تشعيع النموذج وحساب التفلور الناتج عنه [8]. كذلك تم دراسة التأثيرات الكيميائية الضوئية للهيموغلوبين من خلال التشعيع بليزر ذي طاقة واطئة، كما استخدم ليزر هليوم - نيون بطول موجي 632 nm وبقدرة 1 mw في تحليل بعض مركبات الدم [9]. وتمكن فريق من الباحثين من الكشف عن حامض الفايرونك في مصل الدم وذلك من خلال دراسة الفلورة المحتثة بالليزر وبالاعتماد على تقنية Capillary electrophoresis [10]. وقد قدم بحث عن إمكانية تحليل ألبومين المصل وذلك من خلال تشتت أشعة الليزر من زوايا مختلفة [11]. وفي عام 2001 تم استخدام ليزر شبه الموصل في تحليل الكلوكوز واليوريا [12]. كما استخدم أيضا ليزر شبه الموصل بطول موجي 532 nm وبقدرة 1 mw في حساب تركيز الهيموغلوبين وإنزيم GOT في مصل الدم [13]. يهدف البحث الى استخدام ليزر الداويد عند الطول الموجي 532nm و قدرة 1Mw في قياس تركيز السكر في الدم ومقارنته بالطرق الاعتيادية المستخدمة.

المواد وطرق العمل

- منظومة ليزر الدايبود: استخدم مصدر ليزر نوع شبه الموصل (ليزر الدايبود) ، بطول موجي 532 nm وبقدرة 1 mw ويعمل بموجة مستمرة C.W. هذا الليزر يمتاز بصغر حجمه وهو معتمد في التطبيقات العملية.
- حامل خلية النموذج (Cell Sample Holder):
صمم ماسك متحرك يعمل على تثبيت حامل النموذج ، والذي يسمح بدخول الخلية بشكل محكم وعمودي على إتجاه حزمة الليزر بحيث يمنع حدوث أي تغير في الزوايا . عند وضع الخلية بين زاوية وأخرى، ويحتوي الماسك على فتحتين متقابلتين تسمح بمرور أشعة الليزر خلالها عبر النموذج المراد حساب إمتصاصيته ، بقطر (105)mm . وأن الخلايا التي استخدمت لهذا الغرض هي نوع من الكوارتز Quartz حيث تكون ذات نفاذية عالية جدا للأطوال الموجية من الطيف المرئي .
- الكاشف السليكوني (Silicon detector):
إن مبدأ عمل الكاشف هو تحويل الإشارة الضوئية إلى إشارة كهربائية، فعندما يسقط فوتون ضوئي على مادة الكاشف تنتقل طاقة الفوتون الساقط إلى الكترولونات المادة ، ويحدث الامتصاص البصري عندما تكون طاقة الفوتون الساقط على شبه الموصل كافية لإثارة الكترولونات حزمة التكافؤ إلى حزمة التوصيل أي انه: (طاقة الفوتون $E_{ph} \leq$ طاقة الفجوة Eg).
● جهاز المطياف :
استخدم جهاز مطياف نوع(CECIL-C7200) لحساب تراكيز العينات مطيافيا بواسطة جهاز المطياف Spectrophotometer ومن ثم مقارنتها بواسطة جهاز الليزر .
- تحضير المصل (serum):
يحفظ الدم المأخوذ من الوريد في انبوب جاف ونظيف وبدرجة حرارة الغرفة (بدون أي مادة مانعة للتخثر) ، ويترك إلى أن يتخثر ويتم ذلك بوضع الانبوب في حمام مائي بدرجة حرارة (37م°) لحين تخثر الدم لمدة (10-5) دقائق ثم يعزل عن الجدار الداخلي للانبوب وذلك بإدخال قضيب زجاجي رفيع وتحريكه حركة دائرية ملائمة للجدار الداخلي ولمرة واحدة فقط .ويستخدم جهاز الطرد المركزي (النبذ) Centrifuge لفصل الدم المتخثر والذي يعتمد في عمله على فصل المواد الصلبة الأكثر كثافة في قعر الأنبوب بينما يطفو المصل Supernatant إلى الأعلى وبعدها يعزل المصل عن الراسب.
- تحضير نماذج التحاليل:
استخدام أنابيب من الزجاج المقاوم للحرارة جافة ومعتمه ، التأكد من نسبة وكمية المحاليل المضافة وذلك باستخدام ماصات ميكانيكية دقيقة ولمختلف الأحجام. مزجت المحاليل المضافة جيدا مع المصل وذلك لحدوث عملية التفاعل واستخدم لهذا الغرض مازج Mixer و هزاز ميكانيكي لفترة زمنية أطول بواسطة حمام مائي Water Bath بدرجة (20-90 C°) .
- تقنية استخدام الليزر في قياس تراكيز الدم: استخدم ليزر الدايبود بطول موجي 532nm وقدرته 1mw في قياس تراكيز السكر في الدم وحسب المنظومة الموضحة في(الشكل1) ، حيث تم ترصيف أجزاء المنظومة على التوالي وبشكل دقيق وذلك لضمان سقوط أشعة الليزر على الكاشف عبر نموذج الخلية ولا يسمح بضياح في شدة الشعاع الساقط للحصول على نتائج ايجابية ودقيقة .

النتائج والمناقشة

يوضح الجدول (1) قيم تراكيز السكر التي حصلنا عليها باستخدام جهاز المطيافية في مستشفى العلوية التعليمي للأطفال ولتراكيز مختلفة من المصابين بالسكر. ويبين الجدول ايضا قيم تراكيز السكر التي

تم الحصول عليها خلال هذا البحث باستخدام العلاقات (1,2,3) لنفس العينات للمصابين بالسكر باستخدام ليزر الدايبود ذو الطول الموجي 532 nm وقدرة 1 mw .

$$T = I/I_0 * 100\% \quad \dots (1)$$

$$Alaser = 2 - \log T \quad \dots (2)$$

$$Claser = Cst * Asample / Ast. \quad \dots (-3) Claser$$

حيث ان : (1) T = النفاذية النسبية

(2) I = شدة الشعاع النافذ

(3) I₀ = شدة الشعاع الساقط

(4) Alaser = امتصاصية المحلول لليزر

(5) Claser = تركيز المحلول المحسوب بالليزر

حيث تم استخدام Cst= 102 (التركيز الثابت)

Ast = 0.35 (الامتصاصية الثابتة) في حساب التراكيز المجهولة

لوحظ من خلال الجدول وجود تقارب بين القيم المحسوبة بواسطة جهاز المطياف ومنظومة المطياف الليزري حيث توجد بعض الانحرافات في قيم العينات ذات التراكيز العالية وهذا يفسر ظهور تأثيرات الاشعة المستخدمة، حيث ان اغلب اجهزة المطياف تحتوي على بعض من الاشعة الضالة والناجمة من الانعكاسات الحاصلة في موحدات الطول الموجي والمرابا، وان هذه الاشعة ذات شدة واطئة وغير متوازية حيث تكون مشتتة على عكس اشعة الليزر ذات الشدة العالية واحادية الطول الموجي وبحزمة متوازية وان هذا السبب يؤدي الى انحراف عن قانون لامبرت بير [14].

الجدول (2) يوضح الانحراف المعياري النسبي % R.S.D حيث يتم حساب تراكيز العينات بواسطة جهاز المطياف (Spectrophotometer) ومن ثم تحسب بواسطة جهاز الليزر لنفس العينات وتحت نفس الظروف وتتم المقارنة بين القرائتين بحساب الانحراف المعياري النسبي % R.S.D لكل عينة وذلك باستخدام العلاقة (4)[15].

$$R.S.D\% = \left| \frac{x_i - x'_i}{x_i} \right| \times 100\% \quad \dots (4)$$

يتبين من خلال الشكل (2) طيف الامتصاصية لنموذج السكر في الدم، حيث يتبين ان قيم الامتصاصية يزداد بين المدى (470-540nm) وان اعظم قمة هي عند الطول الموجي 532nm، لذلك تم استخدام ليزر الدايبود ذات الطول الموجي 532 nm لقياس نسبة السكر في الدم .

يوضح الشكل (3) العلاقة بين النفوذية التي تم الحصول عليها بواسطة المعادلة (1) والتركيز المحسوب بواسطة المطياف. حيث نلاحظ من الشكل ان العلاقة بينهما هي علاقة عكسية بحيث تنخفض النفاذية عند زيادة التراكيز وحسب قانون لامبرت بير . يوضح الشكل (4) العلاقة بين الامتصاصية والتركيز لعدد من العينات المقاسة باستخدام المطياف ويلاحظ ان العلاقة بينهما علاقة طردية خطية وهذا ما يتفق مع قانون بير الذي ينص على ان العلاقة بين الامتصاصية والتركيز هي علاقة خطية. وهذا يعود الى ان الالكترونات المنبعثة من سطح الكاشف تتناسب طرديا مع شدة ضوء الليزر الساقط وبالتالي يتناسب طرديا مع شدة الضوء المسلط. يوضح الشكل (5) العلاقة بين النفوذية التي تم الحصول عليها بواسطة العلاقة (2) والتركيز المحسوب بواسطة الليزر . حيث نلاحظ من الشكل ان العلاقة بينهما هي

علاقة عكسية من خلال انخفاض النفوذية عند زيادة التراكيز وحسب قانون لامبرت بير. يوضح الشكل (6) العلاقة بين الامتصاصية والتركيز لعدد من العينات المقاسة باستخدام الليزر ويلاحظ ان العلاقة بينهما علاقة طردية خطية وهذا ما يتفق مع قانون بير الذي ينص على ان العلاقة بين الامتصاصية والتركيز هي علاقة خطية. يوضح الشكل (7) العلاقة بين التراكيز المحسوبة بواسطة الليزر وذلك باستخدام المعادلة (3) ومقارنتها بالتراكيز التي تم الحصول عليها بواسطة جهاز المطياف لعدة عينات من نماذج تحليل سكر الدم ويلاحظ من الشكل ان العلاقة بينهما هي علاقة خطية وهذا يؤدي الى توافق النتائج. بعد استعراض النتائج الخاصة باستخدام تقنيات الليزر بالدم نستنتج الاتي: ان قيم تركيز السكر في الدم باستخدام تقنية الليزر هي نفس التراكيز التي تم الحصول عليها بالمستشفيات بتقنية المطيافية. وظهرت نتائج المقارنة أنه بالإمكان تحديد تركيز سكر الدم باستخدام تقنية منظومة ليزر الدايدود بدقة عالية وتكاليف أقل من تلك المستحصلة بواسطة المطياف.

REFERENCE

- [1]. Nakagawa, H. and Parrish A.J. (1985) "Ultrastructure Changes in Human Skin after Exposure to Pulsed Laser" J. Investigative Dermatology 84.5.
- [2]. Rastegar, S; and Min B.K. (1992) "Role of Temperature Dependence of Optical Properties in Laser Irradiation of Biological Tissue".
- [3]. Schmitt.J.M, and Meindl.J.D (1986) "An Integrated circuit-Based optical sensor for In vivo Measurement of blood oxygenation" Transactions. Biomedical.Engineering,33,2 .
- [4]. Bekeshko, A.N., Belyaer A.A., and Zmievkoi G.N. (1987) "Effect of Absorption Laser Radiation by Blood Hemoglobin on Threshold of Destruction of Pathological Tissue during Laser Angioplasty" BME,43,10.
- [5]. Abdul Rahman Rashid Mohammed".(2010). Spectral Characteristics of Cholesterol in Blood by Using Simple Semiconductor Laser" Engineering And Technology Journal, Vol.28, No,23,.
- [6] عبد الرحمن خلف علي اللهبيي, (٢٠٠١). قياس تراكيز بعض محاليل الدم باستخدام الليزر. اطروحة ماجستير. الجامعة المستنصرية .
- [7] عبد الرحمن رشيد محمد مراد, (2009) . استخدام ليزر شبه الموصل في حساب تركيز الهيموغلوبين وإنزيم GOT في مصل الدم. مجلة الهندسة والتكنولوجيا, المجلد ٢٧, العدد ٣.
- [8]. Chen-R, Jin-Z, Colon- La"J.Capillary Electropho.", (1996). Vol.3, No.5, 234.
- [9]. Borisenko- G.G. and *et al.* "Biochemistry – Mose", Vol.62, No.6 (1997), 661.
- [10]. Jin – LJ , Wang – T, Li – SF, (1999). "Electro phoresis" Vol.20 (9).
- [11]. Van – DijK – JA , Smit – JA " Jchromotogr – A" Vol. 867 (1-2) (2000) , 105.
- Norbert W.Tiets, (1979). "Fundeontal of Clinical Chemsitry" 2nd Edition.
- [12]. M.Glenn and F.Knoll. (1979). "Radiation and Detection and Measurement" chapter.1 Wiley and Sons. (London) .

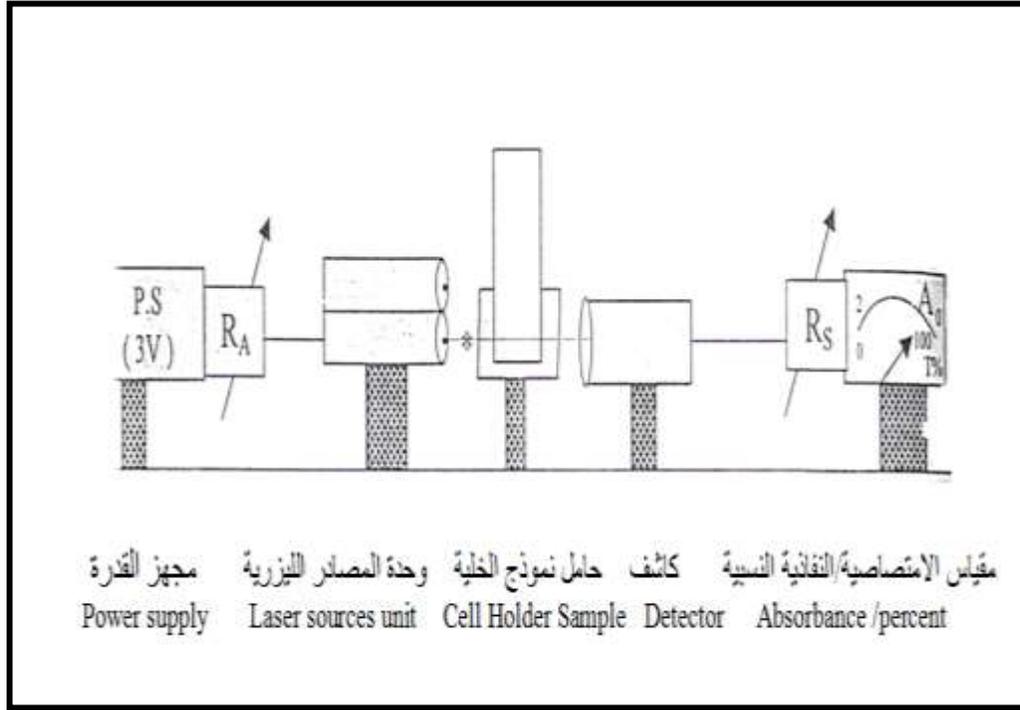
جدول (1) يوضح النتائج العملية لتراكيز السكر المحسوبة بالليزر وجهاز المطياف.

Csp(mg/dl)	lo	l	T%	A laser	Claser(mg/dl)
70	0.914	0.537	58.753	0.232	69.87
83.7	٠,٩١٤	0.454	49.6	0.31	90.27
111	٠,٩١٤	0.376	40.1	0.39	115.6
102	.0914	0.412	45.07	0.35	102

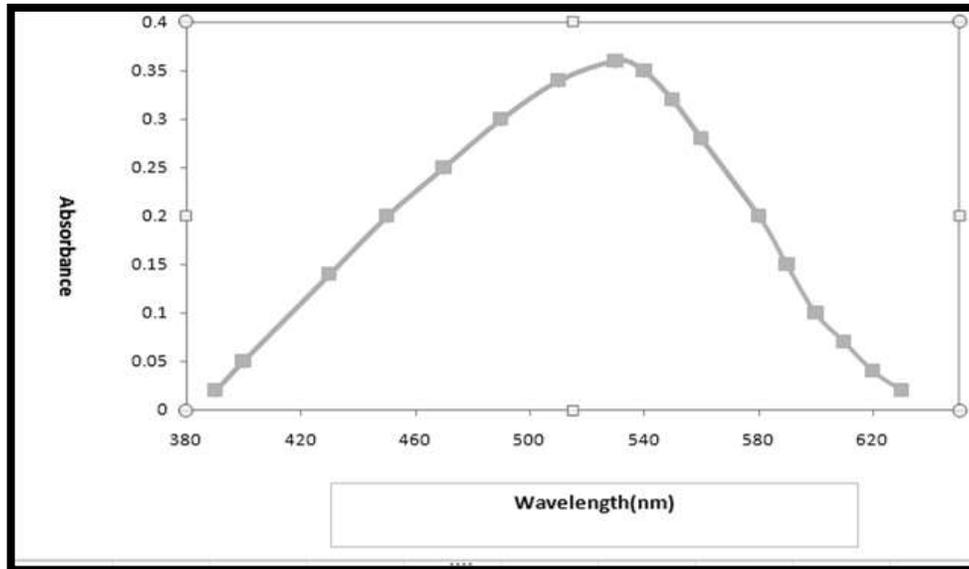
mg/dl هي وحدة قياس التركيز

جدول (٢) يوضح الانحراف المعياري النسبي R.S.D.%

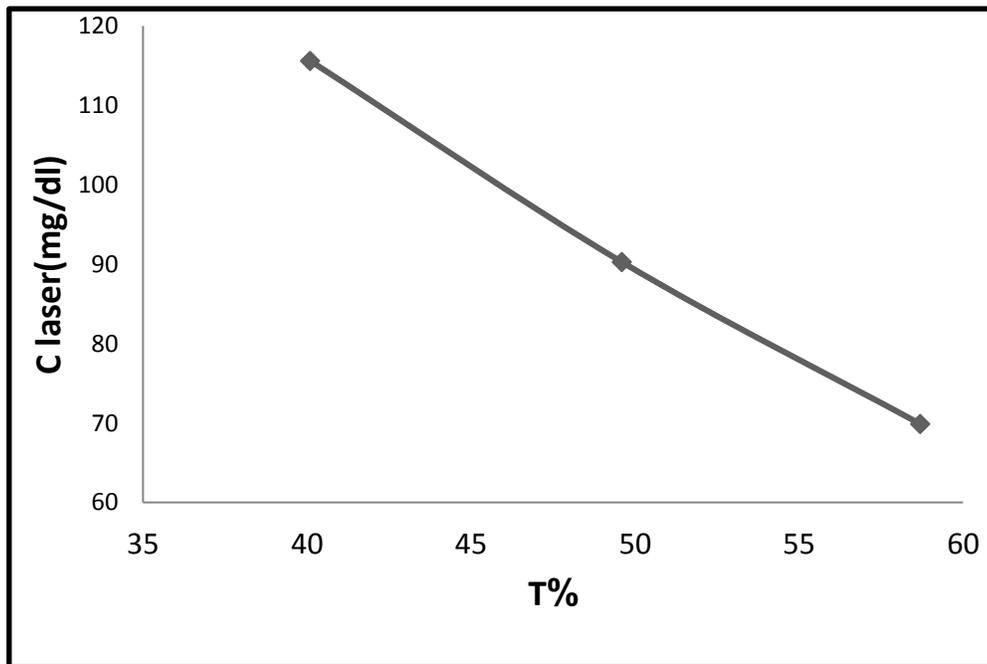
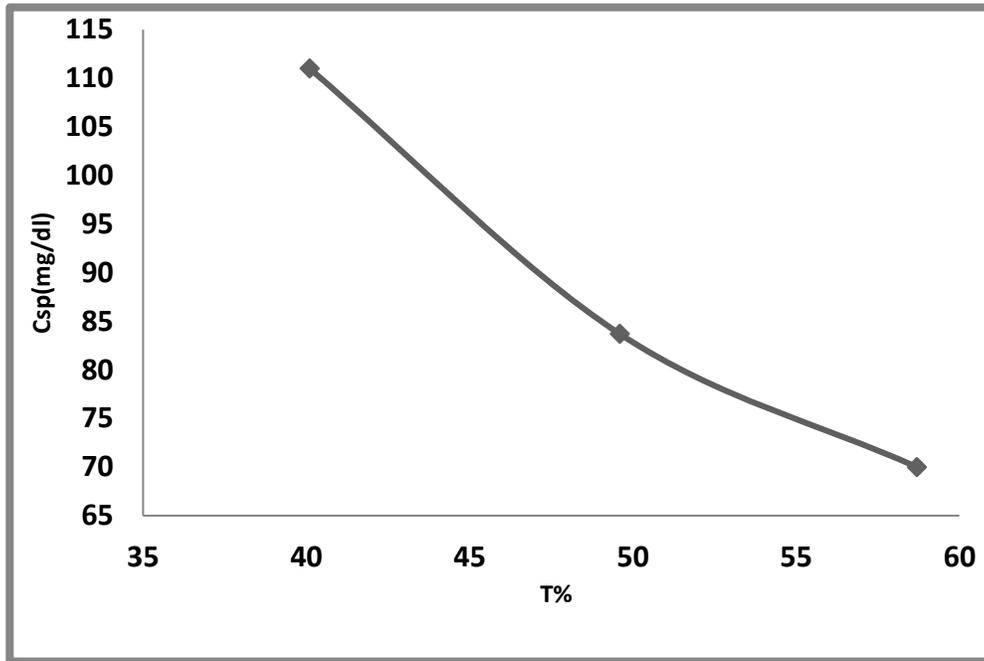
Csp(mg/dl)	Claser(mg/dl)	R.S.D%
102	102	---
70	69.87	1
83.7	90.27	7
111	115.6	4



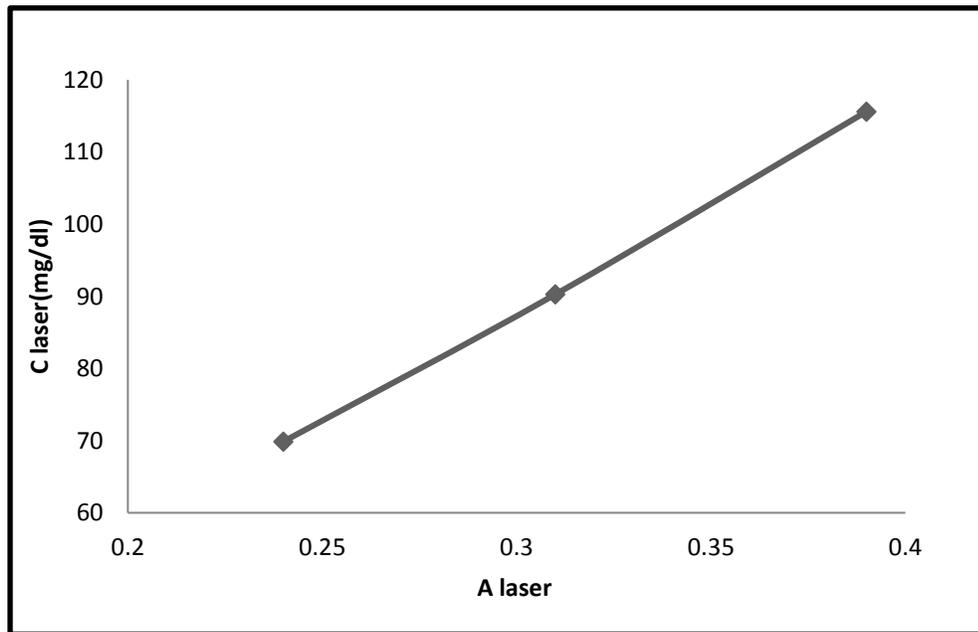
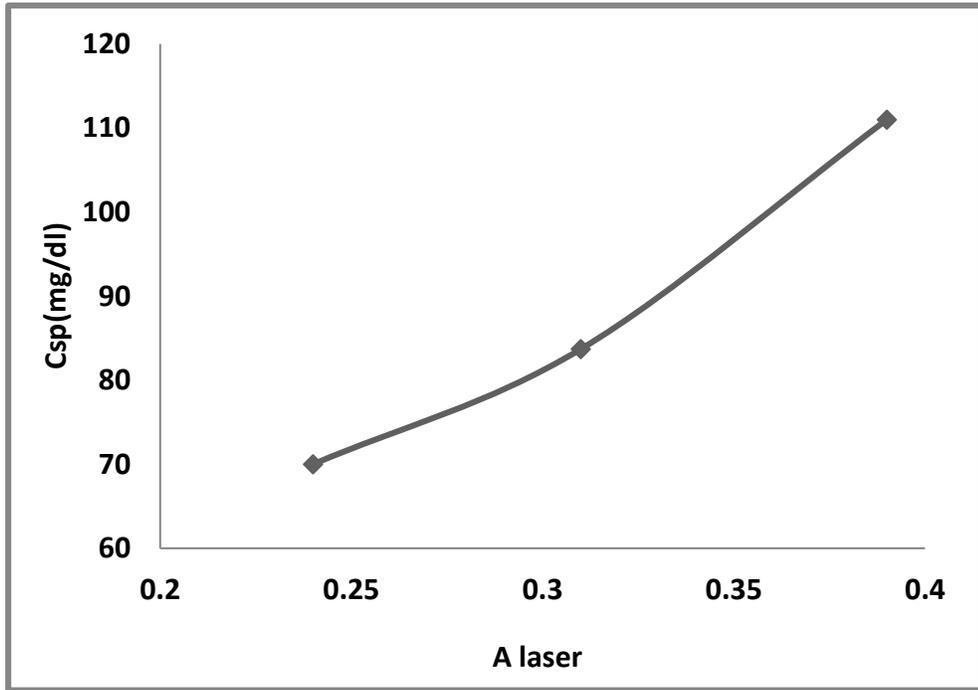
شكل (1) المخطط البصري لمنظومة المطياف الليزري.



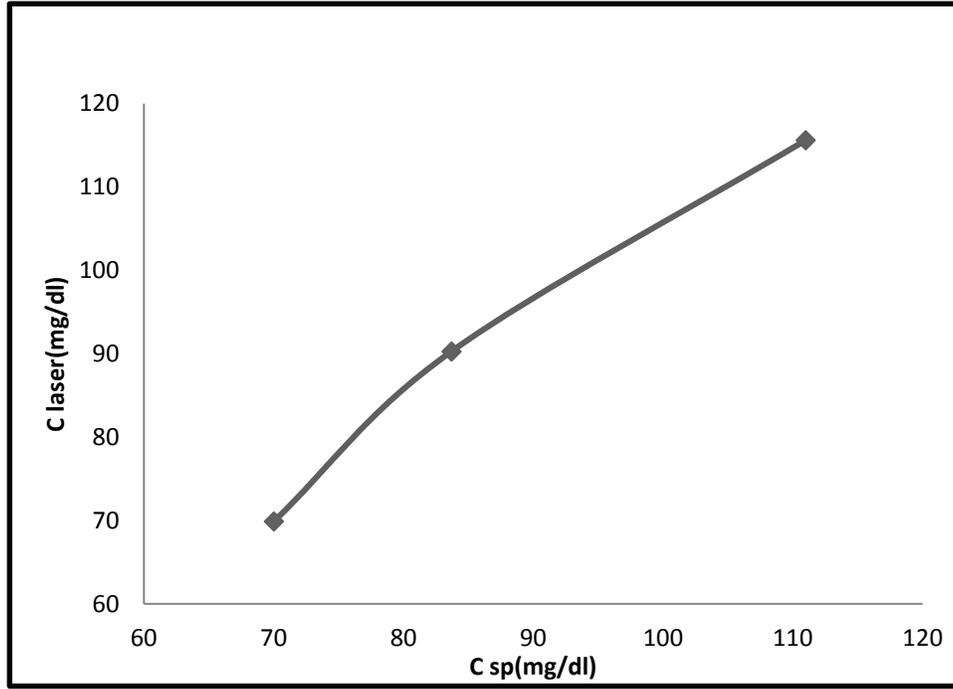
الشكل(2) طيف الامتصاص للسكر في الدم



الشكل (3) يوضح العلاقة بين النفاذية التركيز المحسوب بواسطة المطياف والليزر.



الشكل (4) يوضح العلاقة بين الامتصاصية والتركيز المحسوب بواسطة المطياف والليزر.



الشكل (5) يبين العلاقة بين التراكيز المحسوبة بالليزر والتراكيز المحسوبة بواسطة المطياف.