

Study of Optical and Structural Properties of Silver Solution Ag Nanoparticles

Muna Talal Ibrahim allhiby^{1*}, Dr.Mutaz Salih Hasan AlJuboori²

^{1,2}Department of Physics, Education College for Pure Science, University of Mosul, Mosul, Iraq

E-mail: ^{1*}tlalm6461@gmail.com, ²mutazaljuboori@uomosul.ir.iq .

(Received July 04, 2022; Accepted September 11, 2022; Available online December 01, 2022)

DOI: [10.33899/edusj.2022.134548.1256](https://doi.org/10.33899/edusj.2022.134548.1256), © 2022, College of Education for Pure Science, University of Mosul.

This is an open access article under the CC BY 4.0 license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstract

Colloidal nanoparticles attended with a pulsed Nd:YAG, Q-switch in water distilled at wavelength (1064nm) and frequency rate (1Hz) and pulse duration (10ns) and silver nanoparticles attended without the use of surface tensile as laser removal of the silver target (10ns) was attended by silver nanoparticles without the use of surface tensile as laser removal of the silver target (10ns) was attended High purity) reached purity (99.9) immersed in distilled water (deionized) where the metal target was first removed from silver placed in (5mL) from distilled water, a specific laser card (260mJ) and a number of pulse fixed laser pulses(50, 100, 150) respectively, where the size and optical characteristics of nanoparticles were distinguished by the powerful electron microscope (TEM) and visible UV spectrometry (visible-UV), respectively, and the peaks of surface plasma resonance (SPR) showed an increase at (403) and (405) Nm, which is therefore within the permitted range, showed a higher peak of 405 nm and showed sharp spectra, although the width of the spectra slightly increased and the energy gaps showed an increase in the amount of 2.54eV at pulse (50). And (2.57eV) at pulse (100) and valued (2.66eV) at pulse (150).

Keywords: Energy gap, liquid pulse laser ,plasmatic resonance, ablation, silver nanoparticles

دراسة الخصائص البصرية والتركيبية لمحلول الفضة Ag النانوي

منى طلال إبراهيم الهبيبي^{1*}، معزز صالح حسن الجبوري²

^{1,2} قسم الفيزياء، كلية التربية للعلوم الصرفة، جامعة الموصل، الموصل، العراق

المخلص

حضرت جزيئات الفضة النانوية الغروية باستئصال ليزر (Nd:YAG,Q-switch) النبضي في الماء المقطر بطول موجي (nm) 1064 ومعدل تردد (1 Hz) وكانت مدة النبضة (10 ns) وحضرت الجزيئات الفضية النانوية دون استخدام الشد السطحي اذ تم الاستئصال بالليزر للهدف الفضي (عالي النقاوة) بلغت نقاوته (99.9%) المغمور في الماء المقطر (منزوع الايونات) حيث تم اولا إزالة الهدف المعدني من الفضة الموضوع في (5 mL) من الماء المقطر وبطاقة ليزرية محددة (260 mJ) ولعدد من النبضات الليزرية الثابتة (50، 100، 150) pulse على التوالي حيث تم تمييز الحجم والخصائص البصرية للجسيمات النانوية بواسطة المجهر الإلكتروني النافذ (TEM) وقياس الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV-visible) على التوالي واطهرت قمم رنين البلازمون السطحي (SPR) زيادة عند 403 نانومتر و405 نانومتر وهي بذلك تعتبر ضمن المدى المسموح به واطهر سطح البلازمون ذروة اعلى عند (405) نانومتر واطهرت الاطياف حادة على الرغم من ان عرض الاطياف يزيد قليلا وبينت فجوات الطاقة

زيادة أيضاً اذ بلغت (2.54 eV) عند النبضة (50) و (2.57 eV) عند النبضة (100) وبلغت قيمتها (2.66 eV) عند النبضة (150).

الكلمات المفتاحية: فجوة الطاقة، الليزر النبضي السائل، الرنين البلازموني، الاستئصال، جسيمات الفضة نانوية

المقدمة

يصاحب التطوير السريع لتقنية النانو في جميع انحاء العالم توليد واستخدام هائل للمواد النانوية المهندسة Nanomaterials (NMs) او جسيمات النانوية Nanoparticles (NPs) على الرغم من ان التأثيرات المحتملة للبنية النانوية لهذه المواد غير معروفة الى حد كبير. ان الاهتمام بالمواد النانوية هو نتيجة الاعتماد الشديد للخصائص الالكترونية والمغناطيسية والبصرية والميكانيكية وما الى ذلك على حجم وشكل الجسيمات في نظام 100_1 نانومتر هذه الخصائص الجديدة المثيرة للاهتمام على المقياس النانوي هي أساس التطبيقات المختلفة للمواد النانوية ان تقليل حجم المادة الى مقياس الطول نانومتر وهو مقياس الطول للحركة الالكترونية التي تحدد خصائص المادة يجعلها حساسة لمزيد من التصغير الحجم او التغير في الشكل. يدعم التركيب النانوي للابتكار المتوقع في التكنولوجيا العلمية مثل الطاقة المستدامة وتخزين المعلومات والنهوض بالعلاجات الطبية والتصوير المغناطيسي [1].

في المقابل في استراتيجية "أسفل لأعلى" ينشأ تكوين الجسيمات النانوية الذرات لأنها تتطوي على اختزال كيميائي او بيولوجي [2] هناك عدد من التقنيات لأنتاج الجسيمات النانوية المعدنية بما في ذلك تقنية الطور البخاري [3] ، طرق محلول الهلام [4]، الرش، الترسيب المشترك، الاختزال الكيميائي، الاختزال الكيميائي الصوتي، الاستئصال بالليزر [5]، التلوين من المحاليل ذات درجة الحرارة العالية، تبخير المعادن، رش الأيونات، الاختزال الكهروكيميائي الصوتي، والتفاعلات الحرارية المذيبة السطحية علاوة على ذلك، يلعب (NMNPs) أدورا مهمة في مختلف فروع العلم. أن التحكم في الحجم له اهمية رئيسية في التطبيقات النانوية بالاضافة الى ذلك الجسيمات النانوية لها خصائص الكترونية وبصرية تختلف عن تلك التي في المعادن، وحجمها في التوزيع لهما أهمية رئيسية. علاوة على ذلك، تظهر الجسيمات النانوية المركبة والسبائك خصائص الكترونية وبصرية وتحفيزية فريدة تختلف عن تلك الخاصة بالجسيمات المعدنية الفردية، يعد البحث في (NMNPs) مجالا نشطا للغاية في كل من الدراسات العلمية الأساسية والمواد النانوية التطبيقية، شارك عدد من الباحثين في تصنيع الجسيمات النانوية المعدنية ذات الاشكال المختلفة، مثل الكرات [6] والقضبان، والجسيمات المثلثة الشكل والأسلاك النانوية [7] إن استكشاف الخصائص البصرية والإلكترونية للجسيمات النانوية المعدنية، قد يؤدي الجمع بين مجالات البحث هذه الى تطبيقات، مثل أجهزة تخزين البيانات الضوئي [8] وأجهزة الاستشعار، والمحفزات الجديدة، تعتمد هذه التطبيقات على الجمع بين مبدئين التشغيل السطحي لتوفير الاستقرار الغرواني والتوافق الحيوي للجزيئات colloidal stability and biocompatibility of nanoparticles. وثانياً أثاره رنين البلازمون في المنطقة المرئية المركبة او القريبة من الأشعة تحت الحمراء من أجل الحصول على خصائص بصرية فريدة، أصبح من المفهوم جيدا الآن أن شكل الجسيمات النانوية يلعب دورا مهما في تعديل الخصائص الالكترونية والبصرية وبالتالي الإجراءات التي تنتج أشكالا مختلفة مثل [9] nano rods، [10] nano disks، الأسلاك النانوية والمكعبات والمثلثات والإطارات والأهداف تحظى باهتمام كبير. أدت الخصائص الالكترونية والبصرية المثيرة التي تعرضها الجسيمات النانوية المعدنية الى استخدامها في عدد من التطبيقات التي تشمل أجهزة الأنفاق أحادي الإلكترون [11] والأجهزة البصرية غير خطية والعلامات المجهرية الالكترونية، والمنطقة الناشئة من plasmonic) ان الجسيمات النانوية المعدنية النبيلة الكروية (SNMNPs) كالذهب، والفضة، والنحاس ... الخ ، التي كانت الاختيار الأساس للمسبار اللوني والمركبات النانوية.

الجانب العلمي

تم تحضير جسيمات الفضة النانوية وذلك من خلال استخدام تقنية الاستئصال بالسائل بواسطة الليزر النبضي والشكل (1) يظهر صورة فوتوغرافية للجهاز المستخدم في التجربة ، ويوضح الشكل (2) مخطط عملية استئصال الليزر النبضي. وقد تم استخدام معدن الفضة (عالي النقاوة) تم استخدام (PLA) Pulsed laser ablation لكتلة الفضة لتحضير جزيئات الفضة النانوية الغروية تم استخدام منظف الإيثانول.

تم غمر الهدف الذي تم تنظيفه في (5mL) من الماء الأيوني الموضوع في وعاء زجاجي تم الحفاظ على المسافة بين الهدف التنظيف وسطح السائل (7cm) في هذا العمل كان الوسط السائل عبارة عن ماء الأيوني من المهم أن نذكر الهدف قد تم تغييره في اتجاهات مختلفة طوال العملية من أجل الحصول على استئصال متجانس. وفيما يلي المعلمات الرئيسية للاستئصال المستهدف باستخدام ليزر (ND:YAG) النبضي وبطاقة (260mJ)، وبزمن نبضة (10ns)، ولعدد من النبضات الليزرية pulse(50,100,150)، ويظهر الجدول (1) خصائص الليزر المستخدم [12]

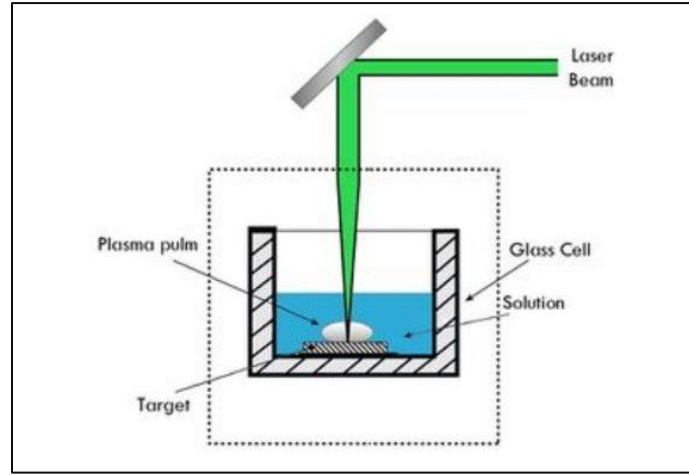
الجدول (1) خصائص الليزر المستخدم

الخاصة	القيمة
مدة النبضة	10 ns
معدل التكرار	1-10 Hz
طاقة الليزر	2000 mJ
الوضع العرضي	TEM ₀₀
نوع الليزر	Q-switched Nd: YAG
الطول الموجي	532 nm, 1064nm, 1320nm

تم تشغيل الليزر بتردد (1HZ)، بعد عملية الأستئصال، تم تحديد مقياس الطيف المرئي للأشعة فوق البنفسجية (UV- visible). وأيضا تم قياس الخواص التركيبية عن طريق استخدام المجهر الإلكتروني النافذ (TEM) للمحاليل .



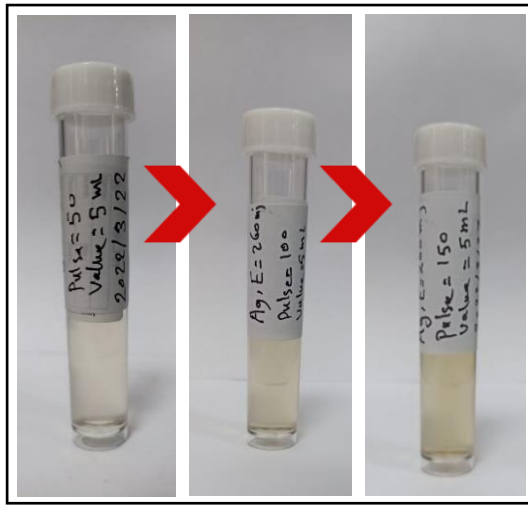
شكل (1) صورة فوتوغرافية توضح المنظومة المستخدمة للاستئصال



شكل (2) مخطط عملية استئصال الليزر النبضي

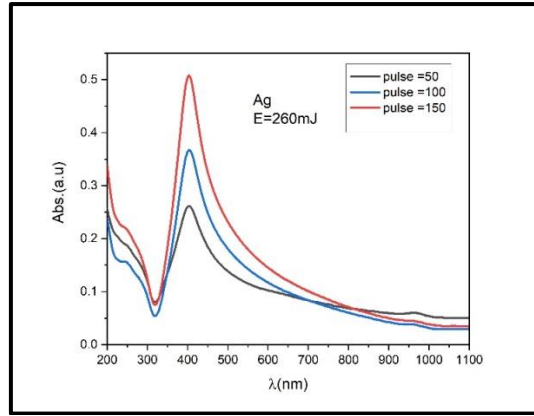
النتائج المناقشة

تم فحص خصائص جسيمات الفضة النانوية المنتجة باستخدام عملية (PLA) من خلال الحصول على أطياف الامتصاص كدالة للطول الموجي، وقد أظهرت نتائج الاستئصال تغير في لون المحلول وهو بذلك يدل على تشكيل الجسيمات النانوية فيما يظهر ذلك بالشكل (3) تدرج لون المحلول للجسيمات الفضة النانوية للطاقة (260J) ولنبضات مختلفة وبذلك نلاحظ تحول لون المحلول نحو اللون الأصفر.



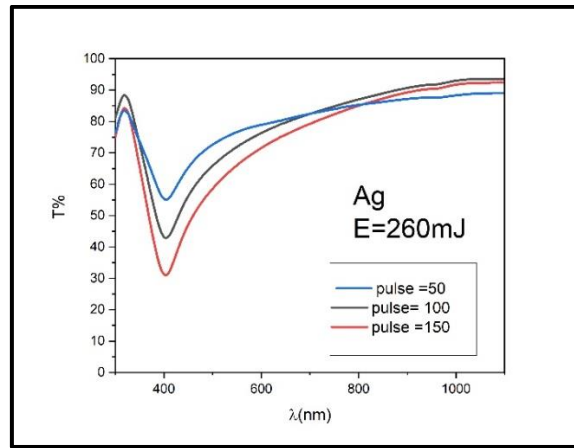
الشكل (3) محلول الفضة النانوي عند 50-pulse , 100-pulse , 150-pulse

وقد درست امتصاصية المحاليل المحضرة عند النبضات (50,100,150)pulse، ويظهر الشكل (4) إزاحة نحو الأطوال الموجية القصيرة، إذ تزداد الامتصاصية بزيادة عدد النبضات وهذا دليل على زيادة عدد الجسيمات النانوية، ويوضح الشكل اطياف الامتصاص البصري لمحلول الفضة النانوي المحضر في بيئة استئصاله في النطاق 403 نانومتر الى 405 نانومتر وهي ضمن المدى المسموح به وتوضح المنحنيات اطياف الامتصاص البصري للعينات التي تم تحضيرها في الماء اللايوني ، الرنين البلازموني تظهر ذروة عند 403 نانومتر وعند 405 نانومتر.



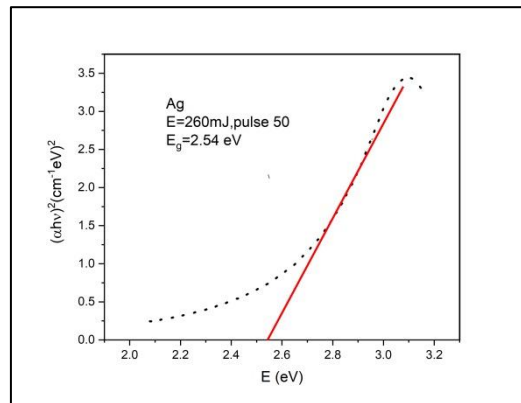
الشكل (4) يوضح الامتصاصية كدالة للطول الموجي لجسيمات الفضة النانوية

و درست النفاذية للمحلول المحضر كما يبين الشكل (5) وبذلك نلاحظ نقصان في النفاذية كلما زادت عدد النبضات الليزرية.

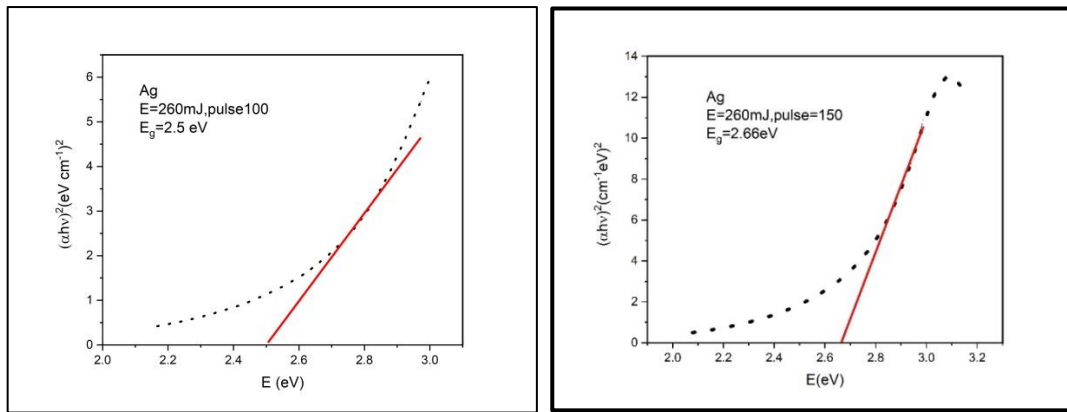


الشكل (5) النفاذية كدالة للطول الموجي لجسيمات الفضة النانوية

ونلاحظ من الشكل (6) بأن فجوة الطاقة لمحلول الفضة النانوي تكون بمعدل 0.06 ± 2.59 وتختلف فجوة الطاقة في المعدن عن الجسيمات الكروية.



(a)

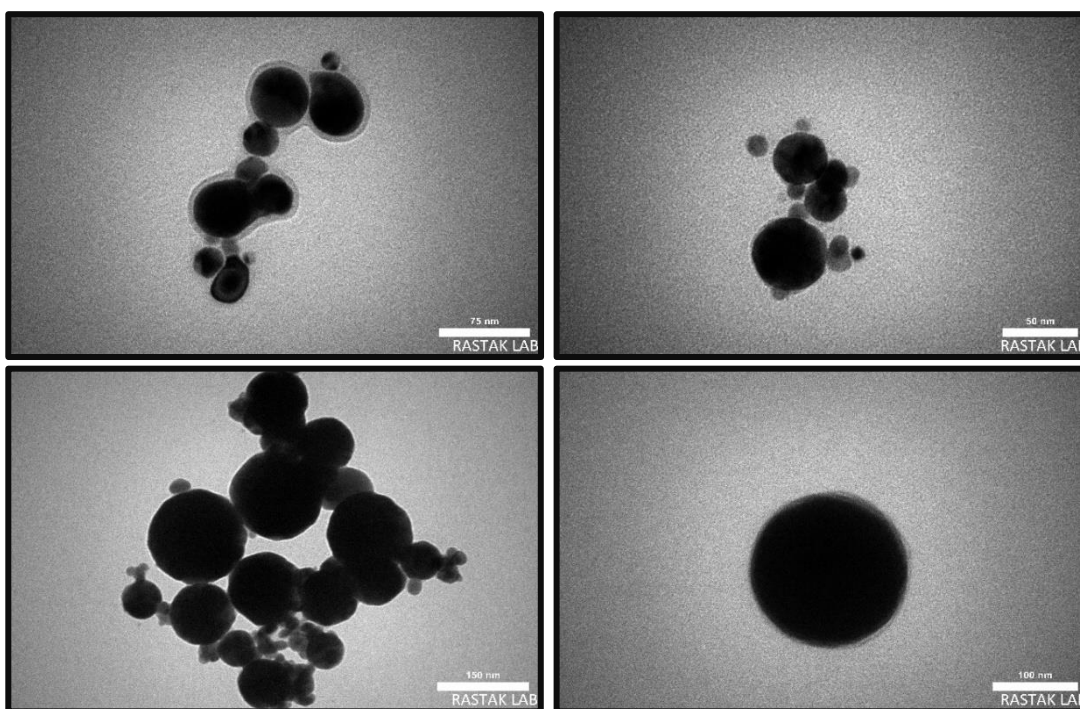


الشكل (6) يوضح فجوات الطاقة عند (a) pulse=50 (b) pulse=100 (c) pulse=150

الجدول (2) قيمة فجوة الطاقة للنبضات الليزرية المستخدمة

قيمة النبضة الليزرية (pulse)	قيمة فجوة الطاقة (eV)
50	2.54
100	2.5
150	2.66

يعتمد الطول الموجي للحد الأقصى للتمييز البصري وشكل الأطياف على الوظيفة العازلة للوضع والحجم والشكل ونوع المادة للجسيمات النانوية [13] وكما موضح في صور (TEM) في الشكل (7) هذا وتكون الجسيمات النانوية السائلة كروية وعنقودية الشكل نظرا لأن الوسائط لها وظائف عازلة متشابهة إذ تعتمد حجم الجسيمات على عدد نبضات الليزر ان حجم الجسيمات النانوية الغروية الفضية يتناقص مع زيادة عدد نبضات الليزر المشعة عند (1064) نانومتر تم تفسير هذه الظاهرة من حيث الامتصاص الذاتي لنبضات الليزر بواسطة الجسيمات الغروانية في المحلول.



الشكل (7) نتائج المجهر الالكتروني النافذ (TEM) لمحلول الفضة النانوي عند طاقة (260 mJ)

الاستنتاجات

في العمل الحالي، تم تصنيع جسيمات الفضة النانوية بنجاح بواسطة ليزر (Nd:YAG) النبضي لهدف الفضة في الماء بالإضافة الى ذلك تم فحص ثبات الجسيمات وتطور زمن الامتصاص البصري، اذ لوحظ ان قيم فجوة الطاقة لمحلول الفضة النانوي تكون بمعدل 0.06 ± 2.59 وأظهرت قيم الرنين البلازموني زيادة عند 403 نانومتر و 405 نانومتر، ويرجع السبب في الزيادة الى كمية استئصال المادة يكون اكبر واطهرت نتائج المجهر الإلكتروني النافذ الجسيمات النانوية الغروية كروية وعنقودية نوعا ما اذ تعتمد حجم الجسيمات على عدد النبضات الليزرية المستخدمة.

شكر وتقدير

نقدم شكرنا وامتنانا للأستاذ الدكتور مشتاق عبد الجبوري مسؤول مختبر البحوث لقسم الفيزياء في كلية التربية للعلوم الصرفة لمساعدته لنا في اجراء فحوصات عينات البحث.

References

1. I. Capek, "Noble metal nanoparticles: Preparation, composite nanostructures, biodecoration and collective properties". Springer., 2017
2. J. R. Aranzaes, M. C. Daniel, and D. Astruc, "Gold nanoparticles: assembly, supramolecular chemistry, quantum-size-related properties, and applications toward biology, catalysis, and nanotechnology." *Chemical reviews* 104, no. 1 : 293-346, 2004
3. H. P. Kormann, G. Schmid, , K. Pelzer, , K. Philippot, and B. Chaudret, "Gas phase catalysis by metal nanoparticles in nanoporous alumina membranes." *Zeitschrift für anorganische und allgemeine Chemie* 630, no. 12 : 1913-1918, 2004
4. Haruta, Masatake. "Catalysis of gold nanoparticles deposited on metal oxides." *Cattech* 6, no. 3 : 102-115, 2002
5. C. J. Kiely, J. Fink, M. Brust, D. Bethell, and D. J. Schiffrin. "Spontaneous ordering of bimodal ensembles of nanoscopic gold clusters." *Nature* 396, no. 6710 : 444-446, 1998
6. S. Liu, J. V. Weaver, M. Save, and S. P. Armes, "Synthesis of pH-responsive shell cross-linked micelles and their use as nanoreactors for the preparation of gold nanoparticles." *Langmuir* 18, no. 22 : 8350-8357, 2002
7. K. E. Sapsford, K. M. Tyner, B. J. Dair, J. R. Deschamps and I. L. Medintz "Analyzing nanomaterial bioconjugates: a review of current and emerging purification and characterization techniques." *Analytical chemistry* 83, no. 12 : 4453-4488, 2011
8. C. Wu, T. Schneider, M. Zeigler, J. Yu, P.G. Schiro, D.R. Burnham, , J.D. McNeill, and Chiu, D.T., "Bioconjugation of ultrabright semiconducting polymer dots for specific cellular targeting." *Journal of the American Chemical Society* 132, no. 43 : 15410-15417, 2010
9. S. Chakraborty, , P. Joshi, , V. Shanker, , Z. A. Ansari, , S. P. Singh, and P. Chakrabarti, Contrasting effect of gold nanoparticles and nanorods with different surface modifications on the structure and activity of bovine serum albumin. *Langmuir*, 27(12), 7722-7731. 2011
10. C. B. Müller, A. Loman, V. Pacheco, F. Koberling, D. Willbold, W. Richtering, and J. Enderlein. "Precise measurement of diffusion by multi-color dual-focus fluorescence correlation spectroscopy." *EPL (Europhysics Letters)* 83, no. 4 : 46001, 2008
11. Y. S. Shon, D. Choi, J. Dare, and T. Dinh, "Synthesis of nanoparticle-cored dendrimers by convergent dendritic functionalization of monolayer-protected nanoparticles." *Langmuir* 24, no. 13 : 6924-6931, 2008
12. N. Al-Jubbori. , M. Al-Jubbori "Preparation and study of some physical properties of silver nanoparticles by pulsed laser ablation in liquids technique. *Journal of Education and science* (ISSN 1812–125X), vol:31, No:02 (01–09), 2022
13. C. F. Bohren, , D. R. Huffman, and Z. Kam. "Book-review-absorption and scattering of light by small particles." *Nature* 306, no. 5943 : 625, 1983