



Using Nanoparticles as Antibacterial Agents by Taking Advantage of Plasmonic Thermal Effects

**Roqayah Qasim Hassoon
Baqir**

University of Babylon College of Science for Girls Department of
Physical Laser

rokayaalshallah@gmail.com

Huda salam mazlum Mahasr

University of Babylon College of Science for Girls Department of
Physical Laser

hudasalam766@gmail.com

**Tabark ayyed hashim
abednooh**

University of Babylon College of Science for Girls Department of
Physical Laser

tabarkaaeed10@gmail.com

Aya Alaa abd alwahed Mahdi

Technology University College of Applied Sciences Laser
Technology Branch
ppearlsky@gmail.com

Saja sadoon hussein dalaf

Technology University College of Applied Sciences Laser
Technology Branch
alrobayisaja@gmail.com

ABSTRACT

The study focused to synthesize and evaluate the thermo-plasmonic properties based on the core/multi-shell nanoparticles prepared by laser ablation in liquids with nanosecond laser pulses at 1064 nm, to introduce a new type of hybrid nanostructures usable in biomedicine and optical photonics applications. For these hybrid nanostructures, Gold and Silver as a partner of Silicon were used in thermo-plasmonic part, the hybrid multi-shell nanostructures consist of gold-silver and silver-gold sandwich with silicon shell in between. The optical absorption was measured using a UV-Vis spectrophotometer for the samples. In addition, the thermo-plasmonic properties are studied by monitoring the local temperature increase of the samples experimentally by infrared camera, when the samples are illuminated by lasers of different wavelengths (532, 405 nm). As well as the core/multi-shell NPs were tested to inhibit the activity of the E-coli bacteria under laser radiation. In addition, the results show that not only an extreme tunability in the surface plasmon resonances can be obtained, but also considerably enhanced photo-thermal effects in terms of temperature rise, that depends on the laser effect. In addition, the experiments proved that the proposed nano-system achieved a high killing efficiency

against the E-coli bacteria under a CW laser illumination (405,532nm), the diameter of the inhibition zones was 8 and 6 mm for the Au@Si@Ag NPs and the Ag@Si@Au NPs samples, respectively. The results show the possibility of using the core/multi-shell nanoparticles as efficient heat sources in many applications, especially in the disinfection and sterilization of medical equipment.

Keywords:

Nanoparticles, Gold , Silver ,silicon shell

Introduction

استخدام الجسيمات النانوية كمضاد بكتيري بالاستفادة من التأثيرات الحرارية البلازمية

1. المقدمة

يرتبط النمو السريع لتكنولوجيا النانو بالتطبيقات النهائية للأجهزة والأنظمة والهياكل ، من خلال التحكم في الحجم والشكل والبنية على مقياس نانومتر. بدأ مجال تكنولوجيا النانو في عام 1959 عندما قدم ريتشارد بي فاينمان محاضراته الشهيرة "هناك الكثير من الغرف في القاع". المصطلح اليوناني (نانو) يعني "قزم" يشير إلى "صغير جدًا" ويُشار إليه على أنه وحدة "كعامل 10^{-9} ". توفر المواد في هذا المقياس العديد من المزايا ، اعتمادًا على الحجم والشكل (n) للعينة "SI عالمية (وحدة والبنية وطريقة التحضير. تقنية النانو هي مادة الفهم والتحكم بأبعاد تتراوح من 1 إلى 100 نانومتر تقريبًا. في المقياس النانوي ، تختلف الخصائص مثل التوصيل الكهربائي والقوة الميكانيكية عن المواد ذات الجسيمات بأبعاد تزيد عن 100 [1]. 1 نانومتر. يتغير الهيكل الإلكتروني بشكل كبير أيضًا]

(Ag) والفضة (Au) في الأونة الأخيرة ، ركز عدد كبير من الدراسات على الجسيمات النانوية المعدنية النبيلة مثل الذهب (Ag) [2]. قد ركز الباحثون انتباههم (2) التي تتميز بها [plasmonic] نظرًا لخصائص البلازمونك (Pt) والبلاتين (Cu) والنحاس (Cu) في العثور على مركبات نانوية بحيث يمكنهم بالتحكم في الهياكل النانوية عند تعريضها للإشعاع بالليزر أو تأثرها بشكل مباشر بواسطة المجالات الكهرومغناطيسية الخارجية، تعد خصائص الضبط والسيطرة هذه ضرورية للحصول على تطبيقات واسعة في الاستشعار البيولوجي والتشخيص والعلاجات الطبية، والتصوير عالي التباين، بالإضافة إلى المساهمة في تطوير [3]. الأجهزة الفوتونية النانوية وكذلك تعتبر نقله نوعية للعلاج الطبي الحيوي، وما إلى ذلك]

2. هدف البحث

خواص امتلاكها بسبب والطب الحيوي البصري المجال في مهمة تطبيقات الوظائف متعددة الهجينة التراكيب النانوية اجندبت مفيدة معلومات إعطاء على قدرة افكار توفير نحاول ، هذه المخطوطة مادتين مختلفتين او اكثر في تركيب نانوي واحد. في الغرض لهذا اثناء تصنيعها بها المسموح الحدود داخل الخارجية التأثيرات باستخدام ، حول التراكيب النانوية الهجينة للأدبيات بتركيب نانوي واحد (اللب/القشرة) باستخدام طريقة القشط بتصنيع تراكيب نانوية هجينة (معادن واشباه موصلات) نقوم ، بالليزر النبضي في الاوساط السائلة.

النهائي الهدف فان وبالتالي. هندسيًا المصممة للتراكيب النانوية البلازمية الحرارية البصرية الخواص بدراسة نقوم ، ذلك بعد وأيضًا. المواد لهذه الأمثل الوظيفي السلوك وفهم الخصائص في للتغيير الفيزيائية على الآلية عميقة نظرة اكتساب هو للدراسة الطبي واستخدامها في التطبيقات الاستشعار وأجهزة الجديدة الكهروضوئية الأجهزة وأداء فهم لتحسين الفيزيائية لفهم العمليات الطبية.

3. تصنيف المواد النانوية

إن جميع أنواع المواد التقليدية مثل المعادن و سبائكها، و أشباه الموصلات و الزجاج و البوليمرات، تعتبر الخامات الأساسية المستخدمة في تصنيع المواد ذات الأبعاد النانوية. و تتباين اشكال المواد النانوية بتباين طريقة التحضير المستخدمة ، حيث

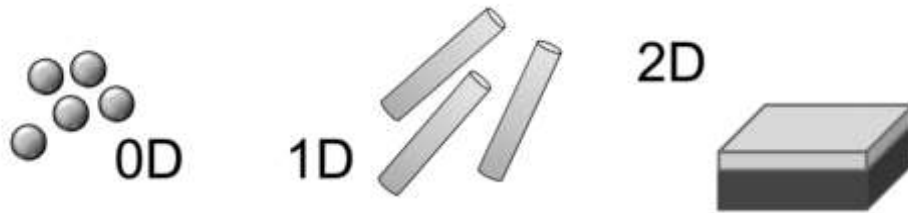
يمكن ان تُحضر بصورة أغشية نانوية ، أو بشكل انابيب، أو اسلاك نانوية وكذلك في صورة جسيمات... الخ. يمكن تصنيف الجسيمات من أنواع ومواد مختلفة في النطاق من 1 إلى 100 نانومتر وفقاً لتكثف الذرات والجزيئات كما هو موضح في [14]. [1-الشكل رقم)

1.3. الجسيمات النانوية الصفرية الأبعاد (Zero dimensional nanoparticles)

هذه الجسيمات النانوية لها جميع الاتجاهات الثلاثة في مقياس النانومتر. يتم عزل الجسيمات النانوية ذات الأبعاد الصفرية عن بعضها البعض مثل مواد الكتلة النانوية أو الجسيمات المعدنية أو جزيئات أشباه الموصلات (النقاط الكمومية).

هذه الجسيمات النانوية (One dimensional nanoparticle) الجسيمات النانوية أحادية الأبعاد 2.3. لها طول اتجاه واحد فقط خارج نطاق النانومتر بما في ذلك العصي النانوية والأسلاك النانوية والأنابيب النانوية. يقع تحت ، و سمي هذا الصنف بمواد النانو ذات البعد الواحد 100nm هذا الصنف جميع المواد التي يقل أحد قياسات أبعادها عن (تمتلك بعد نانوي واحد فقط) ، و من الأمثلة على مواد النانو ذات البعد الأحادي، مواد النانو الموظفة في أعمال طلاء الأسطح (و التي تستخدم في طلاء أسطح المنتجات الفلزية بهدف حمايتها من التآكل بالصدأ أو تلك Surface Nano Coating) [5. المستخدمة في تغليف المنتجات الغذائية بهدف حمايتها من التلوث و التلف Thin Films] الأفلام رقيقة السمك (

هذه الجسيمات النانوية (Two dimensional nanoparticles) الجسيمات النانوية ثنائية الأبعاد 3.3. لها اتجاهان خارج نطاق النانومتر ، بما في ذلك الأغشية النانوية ، و سطح الطلاء ، و الصفائح النانوية. يشترط في مجموعة (ومنها Nano Tubes ، و تعد أنابيب النانو (100nm هذا الصنف من مواد النانو أن يقل مقياس بعدين من أبعادها عن [5.) أمثلة مهمة لتلك الفئة من المواد Nano Wires] أنابيب الكربون النانوية ، و ألياف النانو و كذلك أسلاك النانو (



[15.] الجسيمات النانوية مصنفة حسب اتجاهاتها [1-شكل)

النانوية المواد 4. خواص

أو أبعادها مقاييس وح بحيث تنرا إنتاجها يمكن التي المتقدمة المواد من المتميزة الفئة تلك هي النانوية المواد أن القول يمكن حجما الأكبر المواد عن صفاتها تختلف أن المواد صغر هذه أدى وقد نانومتر 100 و نانومتر 1 بين الداخلية حبيباتها أبعاد هذا تكنولوجيا أركان من مهم وركن والعشرين الحادي للقرن البناء مواد هي المواد هذه . وتعد (نانومتر 100 من أكبر) طبيعية – عضوية غير أو مواد عضوية تكون كأن , نسبها باختلاف وتختلف , المصدر حيث من النانوية المواد وتنوع القرن . (مصنعة) مخلقة أو

تعتمد خصائص الجسيمات النانوية (الخواص الفيزيائية والكيميائية) على الحجم والشكل والبنية والاستقرار الفيزيائي وتوزيع الجسيمات النانوية ، والتي يمكن فحصها باستخدام تقنيات مجهرية مختلفة مثل المسح المجهر الإلكتروني ، المجهر الإلكتروني النافذ والمسح المجهر الإلكتروني. تُستخدم تقنيات أو طرق مختلفة لتحضير المواد ذات البنية النانوية مثل:

[، طريقة التجميع الذاتي [9] [8] ، طرق سول جل [7] ، طريقة ترسيب البخار الكيميائي [6] طريقة الترسيب الكهربائي] [، إلخ. تتميز المواد النانوية بالخواص التالية:-10، طريقة الاستئصال بالليزر]

1.4. الميكانيكية الخواص

أن الخصائص الميكانيكية للمواد تأتي على قمة الخصائص المستفيدة من تصغير حجم الحبيبات و وجود عدد كبير من ذرات المادة على السطح الخارجي لها. فمثلاً، ترتفع قيم الصلادة للمواد الفلزية و سبائكها، و تزداد مقاومتها لمواجهة إجهادات إذا فمثلاً. [11] الأحمال المختلفة الواقعة عليها، و ذلك من خلال تصغير مقياس حبيبات المادة و التحكم في ترتيب ذراتها العادية السيراميك مواد في توجد لا صفة وهي المتانة المزيد من إكسابها إلى السيراميكية المواد بتصغير حبيبات قمنا

2.4. الخواص الفيزيائية

أن قيم درجات حرارة انصهار المادة تتأثر بتصغير أبعاد مقاييس حبيباتها. على سبيل المثال، أن درجة الحرارة التي يتحول (، تتباين 1064°C وهي Melting Point) عندها فلز الذهب من الحالة الصلبة إلى الحالة السائلة تعرف بنقطة الانصهار قيم نقاط انصهار الذهب بتباين قياس ابعاد اقطار حبيباته حيث تقل بنقصان اقطار هذه الحبيبات تتاقصاً ملحوظاً لتصل إلى عند انخفاض قياس أقطار حبيبات الذهب إلى أقل من 10 نانومتر وهذا يتبين انه يمكن التأثير على خواص و (500°C) سلوك المواد و ذلك بتصغير أبعاد حبيباتها بالتالي يمكن خلق عدة مواد من المادة الرئيسية بحيث تختلف كل منها عن الأخرى قيم . تتأثر [11] في الخواص و الصفات اختلافاً كبيراً، و هذا بدوره يؤدي إلى أتساع رقعة التطبيقات التكنولوجية للمادة قمنا وإذا، مئوية درجة 1064 هي الذهب انصهار درجة حبيباتها فمثلاً مقاييس أبعاد بتصغير المادة انصهار حرارة درجات مئوية درجة 500 حوالي تنقص الانصهار درجة الذهب فإن حبيبات أقطار بانقاص

3.4. المغناطيسية الخواص

تزداد قوة المغناطيس و شدته كلما صغرت أبعاد حبيبات المادة المصنوع منها و ازدادت مساحة سطحها الخارجي و وجود الذرات على تلك الأسطح، و من أهم مصادر المواد الداخلة في أنتاج المغناطيسات فائقة الشدة هي المواد النانوية ذات الخواص [11] المغناطيسية، و التي تستخدم في المولدات الكهربائية الضخمة و محركات السفن و البواخر العملاقة .

4.4. الكهربائية الخواص

أن صغر أحجام حبيبات المواد النانوية له أثر فعال على خواصها الكهربائية و المتمثلة في قدرتها الفائقة على توصيل التيار الكهربائي. و يمكن الآن استخدام المواد النانوية في صناعة أجهزة الحساسات الدقيقة و الشرائح الإلكترونية في مختلف [11] الأجهزة الحديثة.

5.4. الكيميائية الخواص

تفاعلها يزداد كيميائياً بمعنى تصبح نشطة كيميائياً. من العوامل فإن الحجم و بنفس متجانسة النانوية الجسيمات كانت إذا المؤثرة في زيادة النشاط الكيميائي للمواد النانوية هي المساحة السطحية الكبيرة للجسيمات النانوية و وجود عدد كبير من ذرات المادة على أوجه أسطحها الخارجية ، مما يجعلها على رأس قائمة المواد المرغوب باستخدامها في التطبيقات الكيميائية و المؤلفة من حبيبات Nano-catalysts المختلفة. أحد أهم الأمثلة التطبيقية لهذه الفئة من المواد هي المحفزات النانوية ، حيث تتفاعل حبيبات المحفزات النانوية بقوة مع 100nm فائقة النعومة و التي لا تتعدى مقياس أقطار حبيباتها الداخلية الغازات الضارة مثل أكاسيد النروجين الناتجة عن حرق الوقود الأحفوري سواء في المحولات الكهربائية، السيارات و [11] المعدات مما يرشحها لأن تؤدي الدور الرئيسي بالحد من الملوثات البيئية في هذه المركبات العضوية السامة .

6.4. الخواص البصرية

يعد مجال الإلكترونيات و البصريات أحد أهم الحقول التطبيقية الخاصة في المواد النانوية والتي تجمع بسماتها خواصاً بصرية و قدرة فائقة على التوصيل الكهربائي مثل، حبيبات الذهب و انابيب الكربون النانوية، بحيث تستخدم تلك المواد

بصناعة شاشات عالية الدقة مثل، شاشات التلفاز و الحاسبات الحديثة . أهتم الباحثون في مجال البصريات بالمواد النانوية نظرا للخواص غير المسبوقة التي تمتلكها تلك المواد، من المثير امتداد تأثير حجم الحبيبات الى تغيير الخصائص البصرية هو اللون 900nm للمادة و منها التشتت الضوئي لسطح المادة. مثلا، ان لون حبيبات الذهب النقي والتي تزداد أبعادها عن تصبح عديمة اللون، و بزيادة تقليل أبعادها تظهر بألوان 20nm الاصفر المعروف، لكن عند تقليل أبعاد تلك الحبيبات دون [11]متباينة من الاخضر الى البرتقالي ثم الأحمر، و ذلك طبقا لقيم قياسات ابعاد أقطاره

5. أهمية تقنية النانو

أن الاهتمام الكبير بجسيمات النانو في الآونة الأخيرة كان حصيلة لخواصها المميزة ، فعند تصغير المادة لتكون أبعادها (فأنها تظهر خواصاً فيزيائية و كيميائية جديدة، و هذه الخاصية جعلت من 100nm ضمن المقياس النانوي (أقل من في اختلاف خواص الجسيمات النانوية الخواص جسيمات النانو أعجوبة علمية جديدة . يمكن توضيح أسباب التغير الكبير [12: الفيزيائية و الكيميائية للأسباب التالية]

1.5 زيادة المساحة السطحية .

و 1cm^3 ، فحجم المكعب هو 1cm لإيضاح أهمية مساحة السطح في المواد النانوية نفرض أن لدينا مكعباً طول ضلعه ، فعند تقسيم هذا المكعب لجزئين سوف تزداد مساحة سطحه مع بقاء حجمه 6cm^2 المساحة الكلية لأوجه المكعب تساوي ثابتاً ، و عند تقسيم المكعب لمليون جزء فإن مساحة السطح لجميع المكعبات الصغيرة سوف تكون هائلة بالنسبة الى حجمه [12. و يعني هذا، أن الذرات تصبح أكثر على سطح المادة كلما قسمت المادة لأجزاء أدق]

2.5 الجسيمات النانوية . حجم وشكل وتركيب

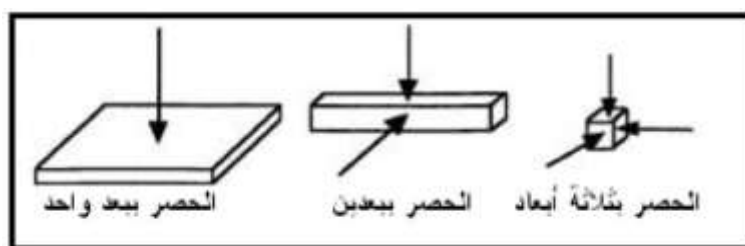
خصائصها فإن النانومتر مقياس إلى حجمها عندما يصل إلا ،الحجم بتغير تتغير لا واللون كالتوصيل المواد خصائص إن نوع ما الأشكال، أي من غيرها أو أو سداسياً أنوبيبياً أو كروياً يكون الذي الشكل على النانوي الجسم خصائص تعتمد ،تتغير وما عددها النانوي الجسم منها يتركب التي الجزيئات أو الذات

3.5 التوزيع ودرجة التجمع .

جزيئات فمثلاً، مستقر غير أو يكون مستقر وقد ،منتظم غير أو منتظماً الجسم داخل الذرات أو الجزيئات توزيع يكون قد فلا للقاع وتنزل منتظم غير توزيعها يصبح أيام لعدة تركها بعد ،لكن،كله المحلول فيشع المحلول في بانتظام متوزعة السيلكون تكون والبعض الآخر ،متباعدة الذرات فيها أو الجزيئات تكون النانوية الجسيمات كما ان بعض.بالكامل يشع المحلول يعد الخصائص تغير يسبب لأخر جسم الجزيئات من تجمع درجة واختلاف ،البعض لبعضها ملاصقة ذراتها متكتلة أو جزيئاتها

4.5 تأثير ظاهرة الحصر الكمي .

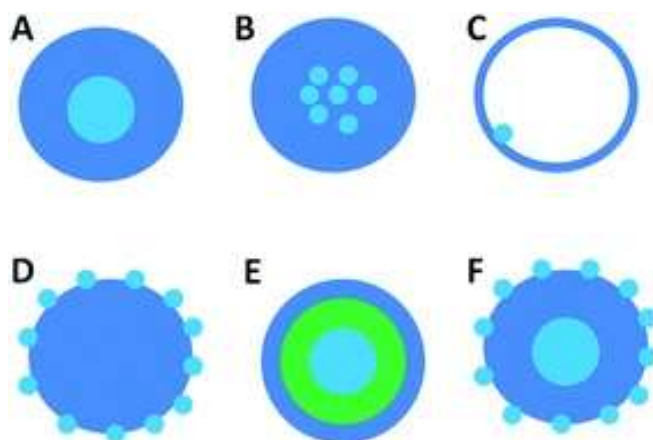
أن تأثير الكم يظهر بوضوح أن هذه المواد لم تعد تخضع لقوانين الفيزياء الكلاسيكية لكون أبعادها صغيرة و التي تقترب من الأعداد الذرية لذا فإنها تخضع لقوانين فيزياء الكم و الذي ينعكس على خواصها. يزداد عدد الذرات الموجودة على سطح المادة بزيادة مساحة السطح للمادة و يؤدي هذا الى زيادة تفاعل المادة و تصبح ذات نشاط كيميائي أعلى، حيث أن ذرات سطح أي مادة تكون هي المسؤولة عن التفاعلات الكيميائية مع الذرات الأخرى لامتلاكها إلكترونات غير مقيدة داخل المادة، [12. و هذا ما يوضح فعالية و نشاط المواد النانوية عن حالتها الاعتيادية]



(2) الحصر الكمي للأجسام النانوية. 1-شكل)

(Core shell NPs) 6. الجسيمات النانوية اللب / القشرة (التراكيب النانوية الهجينة)

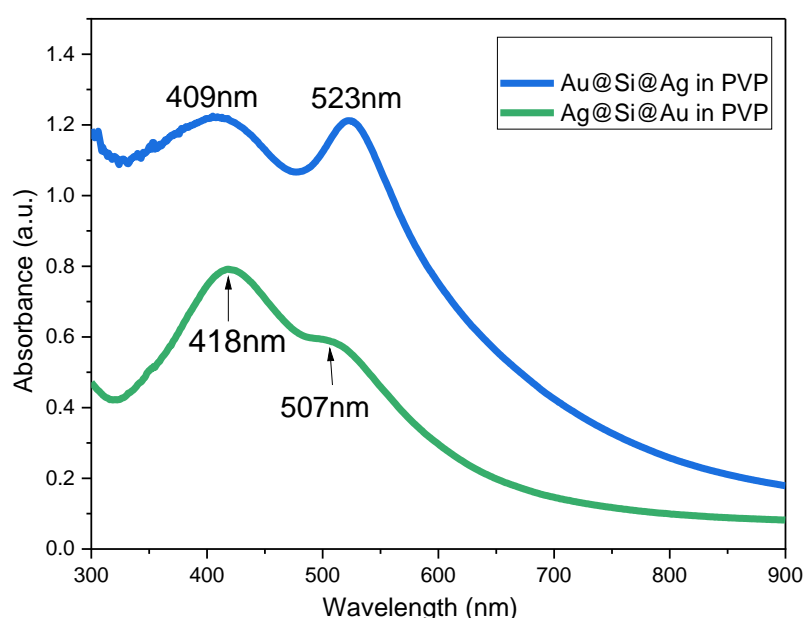
في الوقت الحاضر ، ركز الباحثون اهتمامهم في مجال تكنولوجيا النانو على إيجاد مركبات نانوية جديدة وبنى نانوية من أجل تحقيق خصائص فيزيائية وكيميائية جديدة. تعتبر الجسيمات النانوية اللب / القشرة كمزيج من مادتين مختلفتين في نظام نانومتر واحد واحدة من هذه الهياكل النانوية التي يمكن أن تعطي خصائص جديدة ورائعة. يمكن تصنيف الهياكل النانوية بناءً على مواد مفردة أو متعددة إلى جسيمات نانوية بسيطة ومركبة. تتكون الهياكل النانوية البسيطة من مادة واحدة. في حين أن الهياكل النانوية المركبة تتكون من مادتين أو أكثر مثل الجسيمات النانوية اللب / القشرة [13]. يتم تعريف الجسيمات النانوية من نوع اللب / القشرة على أنها لب متحدة المركز (مادة داخلية) وقشرة طلاء (مادة الطبقة الخارجية). يمكن تصنيف الجسيمات النانوية اللب / القشرة بناءً على المواد الداخلية والخارجية إلى مواد عضوية - عضوية ، غير عضوية - غير عضوية ، عضوية ، عضوية - غير عضوية ، غير عضوية. اعتمادًا على التطبيق ، يمكن اختيار مادة الغلاف وكذلك شكل و / أو هيكل الجسيمات النانوية ؛ يوضح الشكل (1-3) أنواع بنية مختلفة من الجسيمات النانوية اللب / القشرة [14]. يمكن الحصول على الخصائص المعدلة للجسيمات النانوية اللب / القشرة إما عن طريق تغيير نسبة حجم الجزء الأساسي إلى جزء الغلاف أو تغيير المواد المركبة ، مثل الاستقرار الحراري والتفاعلية والتشتت للنواة. الغرض الرئيسي من طلاء الجزء الأساسي هو طي تعديلات السطح والاستقرار والتشتت للتحكم في وظائف اللب [15]. تُستخدم الجسيمات النانوية ذات الغلاف الأساسي على نطاق واسع في العديد من التطبيقات مثل التحكم في توصيل الأدوية ، وعلاج السرطان الحراري الضوئي [16] ، والإلكترونيات الضوئية [17] ، والحفز [18] ، والتألق الضوئي [19] ، والتصوير الحيوي [20] ، وما إلى ذلك.



شكل (1-3) رسم تخطيطي يصف أنواعًا مختلفة من جسيمات اللب / القشرة [14].

2-2- النتائج التجريبية / نتائج قياس طيف الامتصاص الخطي

UV-Vis تم قياس طيف الامتصاص للعينات المحضرة بطريقة الاستئصال بالليزر النبضي في الوسط السائل باستخدام مقياس الطيف الضوئي (Ag@Si@Au Au@Si@Ag يظهر السلوك في الشكل (1-3) للجسيمات النانوية الهجينة النانوية اللب/متعدد القشرة في مصفوفة البوليمر) الجسيمات النانوية الهجينة اللب/متعدد القشرة في مصفوفة البوليمر يمتلكان قمتان متميزتان تأتيان من امتصاص نلاحظ بوضوح ان عينات الذهب والفضة. كما يتم التحكم بموضع البلازمون السطحي كما في الجدول (1-2). المعادن البلازموني كل معدن على حده ا



شكل (1-2) أطياف الامتصاص للجسيمات النانوية الهجينة في مصفوفة البوليمر.

جدول (1-2): موقع شدة البلازمون للجسيمات النانوية الهجينة

Samples	SPR in PVP matrix
Au@Si@Ag NPs	523@409 nm
Ag@Si@Au NPs	418@507 nm

تؤدي قشرة السيليكون الموجودة بين القلب والغلاف المعدني الى تغيير المجال الكهربائي الممتد بسبب الاقتران والنقل الالكتروني بين المعادن البلازمونية وقشرة السيليكون (بسبب التألف والتآزر والنقل الالكتروني عند الحدود الفاصلة بين المعادن واشباه الموصلات)، مما يغير أيضاً موضع البلازمون. من المعروف أنه يمكن تعديل وضبط موضع البلازمون السطحي في النافذة البصرية من خلال التحكم في هندستها من خلال التحكم في نوع وحجم المواد النانوية المعدنية، كما انه يتأثر بمعامل الانكسار الوسط المحيط.

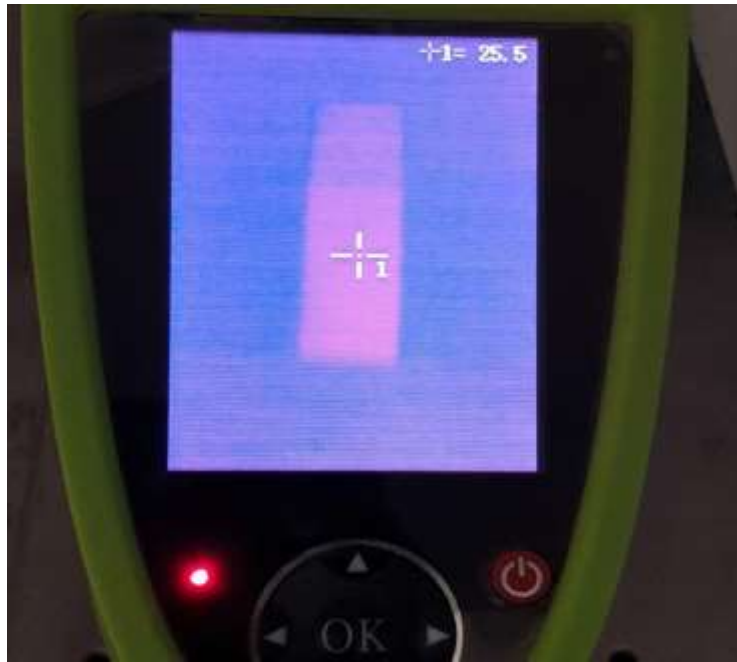
نتائج البلازمون الحراري (نتائج الكاميرا الحرارية) 2-3-

مهم جدًا لدراسة الخصائص الحرارية البلازمية وشدة البلازمون التحسين في الخصائص تحول الطول الموجي وقابلية الانضباط في موضع المعدنية من خلال قدرتها على امتصاص للنظام النانوي المقترح في هذه الدراسة. ومع ذلك ، يتم تحديد السلوك الحراري للجسيمات النانوية الضوء وتحويله إلى حرارة. بمعنى آخر ، لغرض التحقيق في كفاءة تحويل عالية من الضوء إلى الحرارة بواسطة جهاز التحكم عن بعد عن طريق الإشعاع الخارجي. وبالتالي ، من خلال تطبيق إضاءة مناسبة ، فإنه يتناسب مع الامتصاص البلازموني للمادة النانوية. ذكرت العديد من ، وكذلك نوع المادة المستخدمه وتعتمد ايضا على وعددالجسيمات النانوية في العينة الدراسات السابقة أن توليد الحرارة يعتمد على شكل وحجم الطول الموجي للضوء المسلط.

تمت مراقبة درجة حرارة التراكيب النانوية لجميع العينات التي تم تشيعها بالليزر باستخدام كاميرا حرارية عالية الدقة في درجة حرارة الغرفة من وجهة النظر التجريبية.

الحرارية من خلال استغلال التطبيقات المختلفة لتكنولوجيا المواد النانوية في التطبيقات البلازمونك الهدف هو البحث عن فرصة جديدة في مجال الطببة الحيوية المتقدمة. إلى جانب ذلك ، من صور الكاميرا الحرارية ، يمكن رؤية موضع خلية الكوارتز بوضوح بدرجة حرارة أعلى من الوسط المحيط ، كما في الشكل (2-2).

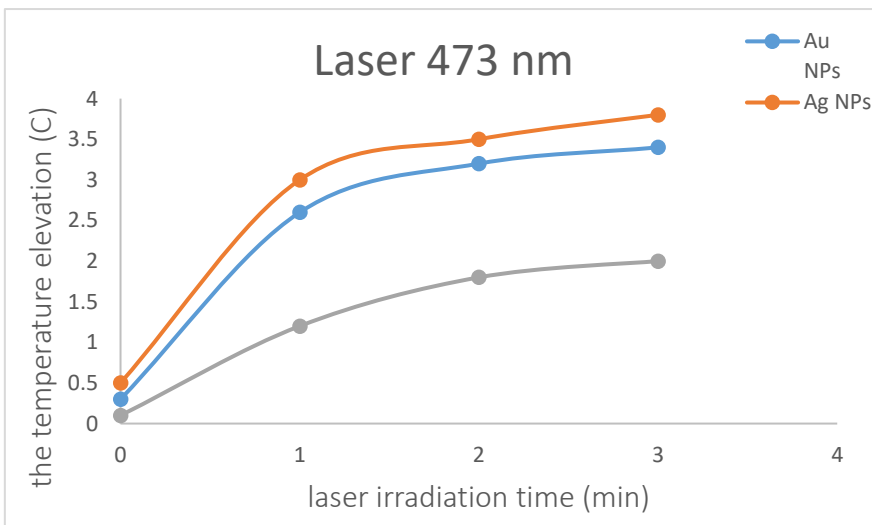
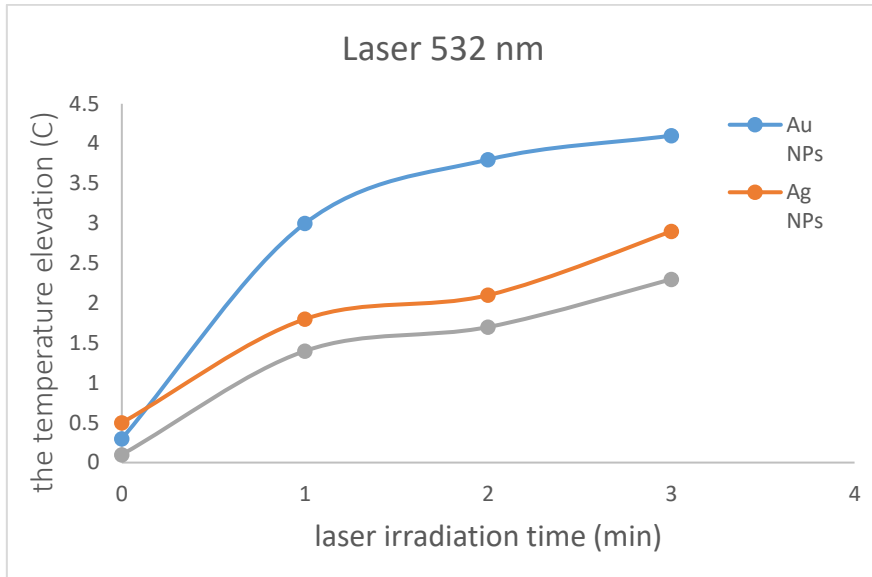
يتضح من هذه النتيجة ، النظام النانوي المقترح في هذا العمل ، والذي لديه القدرة على امتصاص الضوء وتوليد البلازما الحرارية وتسخين الوسط المحيط تحت إضاءة الليزر .

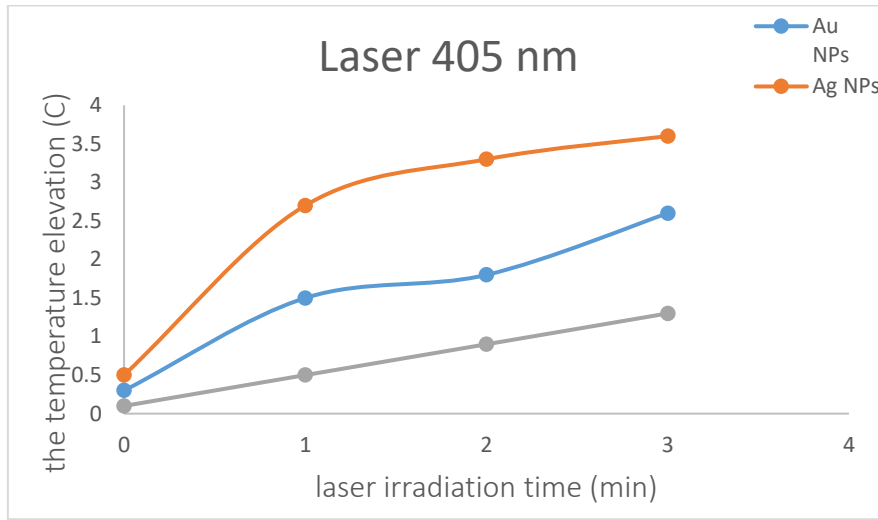


شكل (2-2) الصور الحرارية المسجلة بواسطة الكاميرا الحرارية في درجة حرارة الغرفة لعينة في مصفوفة البوليمر Au@Si@Ag

علاوة على ذلك ، تعتمد تقنية البلازما الحرارية بشكل أساسي على التأثير الحراري الضوئي الناجم عن شعاع الليزر المركز الذي يولد عن بُعد مجال درجة حرارة محصورة في الموضع المطلوب مع إمكانية تحكم عالية بين معلمات الليزر ، مثل الطول الموجي لليزر والشدة وعرض النبض ووقت الإضاءة. مع إمكانية تغيير هذه المعلمات لتحقيق التأثير الحراري المطلوب .

تحت تشيع الليزر المستمر بقدره مقدارها 30 ميلي واط بأطوال موجية النانوي نتائج ارتفاع درجة الحرارة للذهب والفضة والسيليكون مختلفة (405 ، 473 ، 532 نانومتر) كما في الشكل (3-3). يتم عرض النتائج في الجدول (2-3).





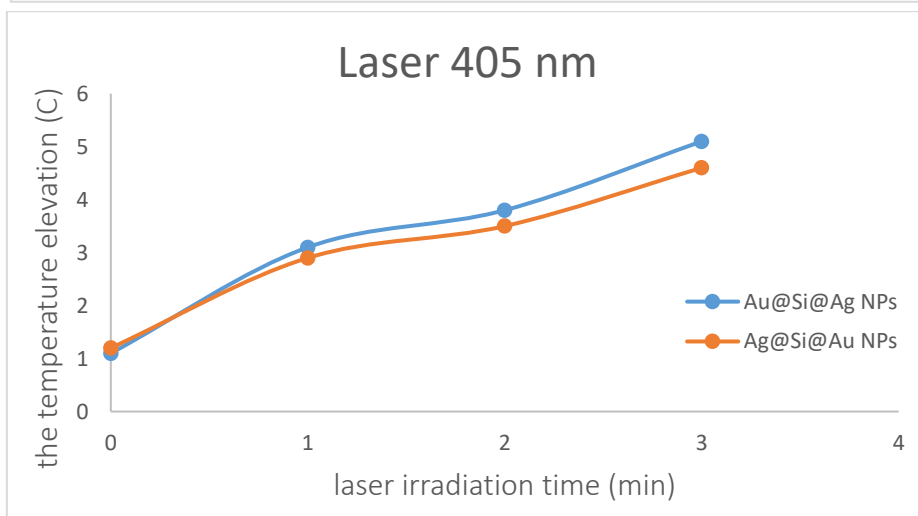
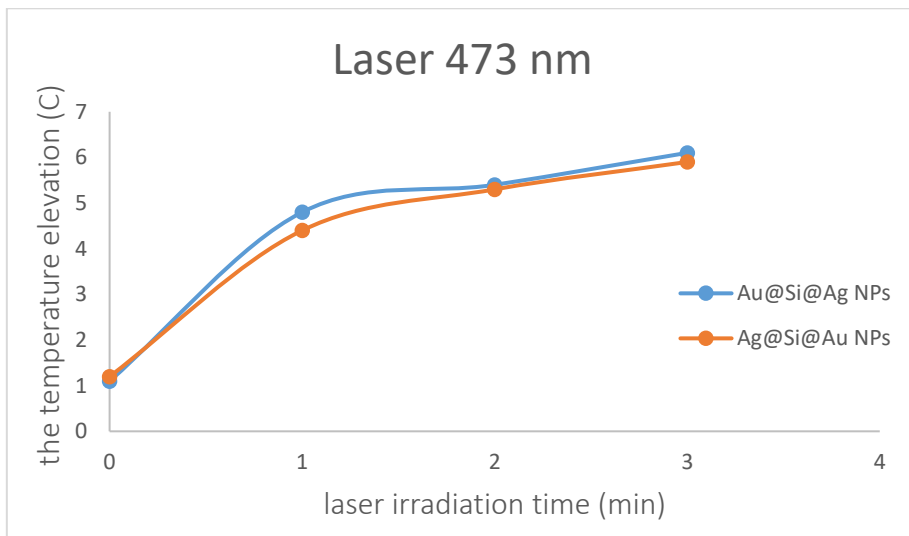
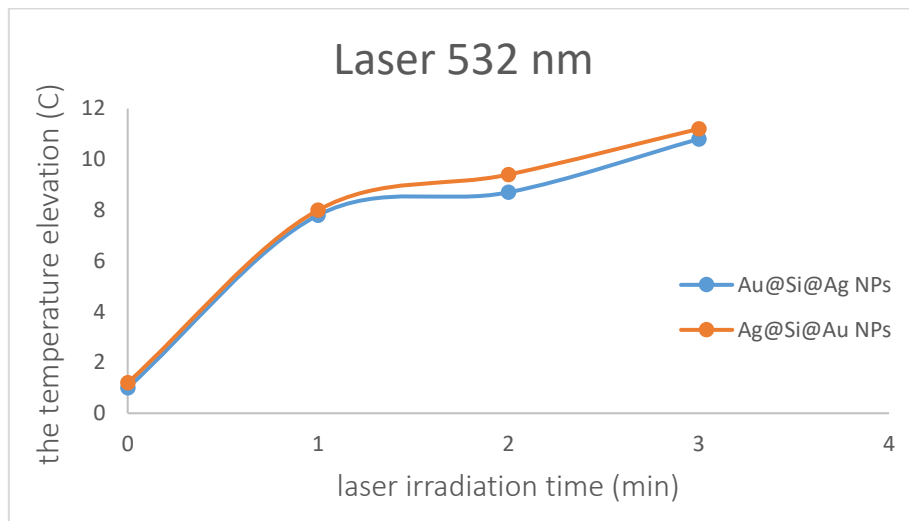
شكل (2-4) ارتفاع درجة الحرارة تحت تأثير الليزر باطوال موجية (473، 405، 532 نانومتر) لعينات الجسيمات النانوية .

يتضح من هذه النتائج أن الطول الموجي لليزر المستخدم في التشعيع عندما يكون قريباً من حافة الامتصاص للمعدن البلازموني ، مما يؤدي إلى مما السليكون النانوية، لأنها مادة غير بلازمونية تحسن في الخواص البلازمونية ، وبالتالي استجابة حرارية أكبر ، وهذا لا ينطبق على عينة يؤدي إلى عدم تسخينها

تحت إضاءة نفس الليزر أعلاه ، يتضح من الشكل أن السليكون للـ/متعددة القشرة يمثل الشكل (3-2) نتائج ارتفاع درجة الحرارة لعينات البلازمونك عن طريق المشاركة بالنقل الإلكتروني وتوفير الإلكترونات حره لزيادة تذبذب يؤدي إلى تعزيز ظاهرة المحصور بين معدنين الحرارية للعينات البلازما ، مما يؤدي إلى امتصاص ضوء الليزر أكثر ، وبالتالي تعزيز البلازمون

عندما يتم دمج المعادن البلازمونية مع السليكون بتركيب نانوي هجين ، يتم تقديم قمتين في طيف الامتصاص ، بالإضافة إلى زيادة في حافة الامتصاص ، وبالتالي الحصول على بلازما حرارية. يتضح هذا من نتائج ارتفاع درجة حرارة الموضحة في الجدول (3-2).

درجة مئوية و $\Delta T = 7.4$ و 7.1 ترتفع درجة حرارتها بمقدار Au @ Si @ Ag NPs علاوة على ذلك ، يمكن ملاحظة بوضوح أن عينة درجة مئوية و 6.9 درجة مئوية تحت إضاءة الليزر 405 نانومتر و 473 نانومتر و 532 نانومتر على التوالي. في المقابل ، يتم ارتفاع درجة درجة مئوية ، و 6.6 درجة مئوية ، و 8.2 درجة مئوية ، تحت تأثير نفس الليزر أعلاه. $\Delta T = 6.3$ بمقدار Ag @ Si @ Au حرارة العينة



شكل (5-2) ارتفاع درجة الحرارة تحت تأثير الليزر بأطوال موجية (405، 473، 532 نانومتر) لعينات الجسيمات النانوية الهجينة .

جدول (2-3): ارتفاع درجة الحرارة لجميع العينات تحت 30 ميغواط ليزر بأطوال موجية مختلفة.

The temperature elevation for all samples (°C)			
The samples	The wavelength of laser		
	405 nm	473 nm	532 nm
Au NPs	2.6	3.4	4.1
Ag NPs	3.6	3.8	2.9
Si NPs	1.3	2	2.3
Au@Si@Ag NPs	7.4	7.1	6.9
Ag@Si@Au NPs	6.3	6.6	8.2

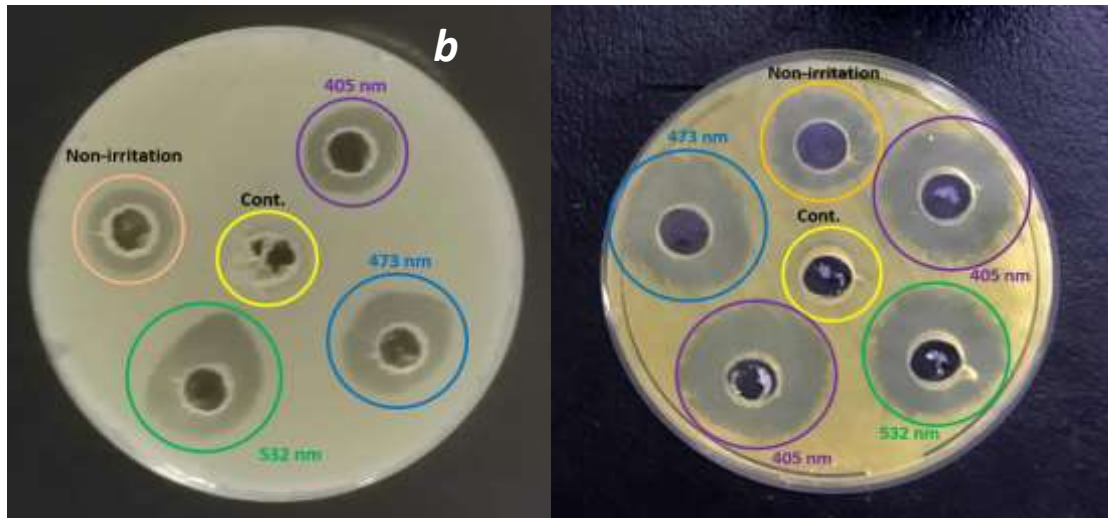
4- نتائج الفعالية المضادة للبكتيريا

أظهرت النتائج أن ارتفاع درجة الحرارة كان مشجعاً لاستخدام العينات النانوية الهجينة للتطبيقات الحرارية البلازمية في الأنسجة الحية ، نتيجة لذلك ان العينات المقترحة في هذه الدراسة لديها القدرة على استخدامها في نشاط المضاد للبكتيريا

(قطر-ملم) لعينات (DIZ) من خلال التحقيق في التأثيرات المضادة للبكتيريا لنظام النانو المقترح عن طريق اختبار متوسط قطر مناطق التثبيط للهياكل النانوية. هنا تحت إضاءة الليزر ، اعتماداً على التوافق بين الطول الموجي لليزر المستخدم في عينات التشعيع مع موضع البلازمون تثبيط نمو البكتيريا ، مما يؤدي بدوره إلى انتقال الحرارة من الهياكل النانوية إلى المناطق الحرارية دوراً رئيسياً في تحديد فعالية البلازمون يلعب المحيطة ، وبالتالي تثبيط نمو البكتيريا. تؤدي البلازما الحرارية إلى تمزق الأغشية البكتيرية بسبب زيادة درجة الحرارة عند التشعيع بالليزر. وبالتالي ، تمسخ البروتين وتؤدي إلى ضرر دائم في جدار الخلية البكتيرية ثم التحلل الذاتي وموت الخلايا

الجسيمات النانوية . مع زيادة إشعاع الليزر على طبق بتري الذي يحتوي على البكتيريا و E-coli ضد بكتيريا تزداد فعالية الجسيمات النانوية على الطول الموجي لإشعاع الليزر. يمكن ملاحظة أن قطر منطقة التثبيط يزداد عندما يكون الطول الموجي لليزر قطر مناطق التثبيط يعتمد في الجدول (3-3) لجميع الأطوال الموجية قطر مناطق التثبيط المستخدم للإشعاع قريباً من البلازمون السطحي المستخدمة بالتثبيط. تم شرح المستخدمة في هذا العمل كما في الشكل (3-5)

بشكل عام ، هناك العديد من السيناريوهات التي تؤدي إلى موت الخلايا البكتيرية ، مثل التصاق المادة النانوية بجدار الخلية ، وإنتاج الأوكسجين التفاعلي ، وتثبيط تكوين الأغشية الحيوية ، وتفاعل المادة النانوية مع الحمض النووي و / أو بروتينات الخلية البكتيرية. المادة النانوية مع غشاء الخلية البكتيرية يؤدي إلى في هذا العمل ، فإن احتمال موت الخلايا البكتيرية يرجع إلى التأثير التآزري والتفاعل بين التصاق النظام النانوي المقترح بجدار الخلية ، وبالتالي تغلغل إلى غشاء الخلية وإنتاج أنواع الأوكسجين التفاعلية. بالإضافة إلى ذلك ، يتم تسخين المناطق المحيطة بالأبار بسبب البلازمونيك الحرارية التي أدت إلى تفكك وموت وإبادة الخلايا البكتيرية



تحت تأثير إشعاع الليزر بأطوال موجية مختلفة جسيمات نانوية هجينة مع *E. coli* شكل (2-6) صور أطباق بتري المحتوية على بكتريا (Au @ Si @ Ag NPs: b) ، و (Ag @ Si @ Au NPs :a) (405 ، 473 ، 532 نانومتر) لمدة 5 دقائق ؛

تحت تأثير البلازما الحرارية. *E. coli* قطر مناطق التثبيط للجسيمات النانوية الهجينة لبكتيريا جدول (2-4)

Zone of inhibition (mm)					
The samples	control	non-irradiated	405nm	473nm	532nm
Ag@Si@Au NPs	-	2	3	4	6
Au@Si@Ag NPs	-	4	8	7	5

الاستنتاجات

الجسيمات النانوية الهجينة (اللب / متعدد القشرة) يمكن إنتاجه بنجاح باستخدام طريقة القشط بالليزر النبضي بالاعتماد على هذه الدراسة أن السائلة.

قد تكون مفيدة في تصميم الاجهزة البلازما لتوليد البلازما الحرارية علاوة على ذلك ، تُظهر النتائج قابلية ضبط رشيقه للغاية في موضع البصرية المعتمدة على درجة الحرارة. إلى جانب ذلك ، حققت العينات المستخدمه في هذه الدراسة قابلية قتل وتثبيط عالية لبكتيريا القولونية. نستنتج ان النظام المقترح مفيد كمضاد بكتيري في تعقيم الادوات والمعدات الطبية.

References

- [1] Bowman, Diana M., Graeme A. Hodge, and Peter Binks. "Are We Really the Prey? Nanotechnology as Science and Science Fiction." *Bulletin of Science, Technology & Society* 27, no. 6 (2007): 435-445. [doi:10.1177/0270467607308282](https://doi.org/10.1177/0270467607308282).
- [2] Nguyen, Thi, Fayna Mammeri, and Souad Ammar. "Iron Oxide and Gold Based Magneto-Plasmonic Nanostructures for Medical Applications: A Review." *Nanomaterials* 8, no. 3 (2018), 149. [doi:10.3390/nano8030149](https://doi.org/10.3390/nano8030149).

- [3] Zhou, Hongjian, Fengming Zou, Kwangnak Koh, and Jaebeom Lee. "Multifunctional Magnetoplasmonic Nanomaterials and Their Biomedical Applications." *Journal of Biomedical Nanotechnology* 10, no. 10 (2014), 2921-2949. [doi:10.1166/jbn.2014.1938](https://doi.org/10.1166/jbn.2014.1938).
- [4] Piquemal, Jean-Yves, Emmanuel Briot, and Jean-Marie Brégeault. "Preparation of materials in the presence of hydrogen peroxide: from discrete or "zero-dimensional" objects to bulk materials." *Dalton Trans* 42, no. 1 (2013): 29-45. [doi:10.1039/c2dt31660a](https://doi.org/10.1039/c2dt31660a).
- [5] Paul, Subir. "Nanomaterials synthesis by electrodeposition techniques for high-energetic electrodes in fuel cell." *Nanomaterials and Energy* 4, no. 1 (2015): 80-89. [doi:10.1680/nme.14.00031](https://doi.org/10.1680/nme.14.00031).
- [6] Wei, Dacheng, Yunqi Liu, Yu Wang, Hongliang Zhang, Liping Huang, and Gui Yu. "Synthesis of N-Doped Graphene by Chemical Vapor Deposition and Its Electrical Properties." *Nano Letters* 9, no. 5 (2009): 1752-1758. [doi:10.1021/nl803279t](https://doi.org/10.1021/nl803279t).
- [7] Rahman, Ismail A., and Vejayakumaran Padavettan. "Synthesis of Silica Nanoparticles by Sol-Gel: Size-Dependent Properties, Surface Modification, and Applications in Silica-Polymer Nanocomposites—A Review." *Journal of Nanomaterials* 2012 (2012): 1-15. [doi:10.1155/2012/132424](https://doi.org/10.1155/2012/132424).
- [8] Liu, Fei, and Tae S. Seo. "A Controllable Self-Assembly Method for Large-Scale Synthesis of Graphene Sponges and Free-Standing Graphene Films." *Advanced Functional Materials* 20, no. 12 (2010): 1930-1936. [doi:10.1002/adfm.201000287](https://doi.org/10.1002/adfm.201000287).
- [9] Kim, Myungjoon, Saho Osone, Taesung Kim, Hidenori Higashi, and Takafumi Seto. "Synthesis of Nanoparticles by Laser Ablation: A Review." *KONA Powder and Particle Journal* 34, no. 0 (2017): 80-90. [doi:10.14356/kona.2017009](https://doi.org/10.14356/kona.2017009).
- [10] الوطني للثقافة و الفنون و الآداب ، عالم دار ، محمد شريف الإسكندراني، "تكنولوجيا النانو من أجل غد أفضل"، إصدارات المجلس ، 2010. المعرفة ، الكويت ،
- [11] Wu, Y., Long, M., Cai, W., Dai, S., Chen, C., Wu, D., & Bai, J., J. *Nanotechnology* . 20 ,185703 – 185711, 2009.
- [12] Zhang, Haijun, Naoki Toshima, Kanako Takasaki, and Mitsutaka Okumura. "Preparation of Agcore/Aushell bimetallic nanoparticles from physical mixtures of Au clusters and Ag ions under dark conditions and their catalytic activity for aerobic glucose oxidation." *Journal of Alloys and Compounds* 586 (2014): 462-468. [doi:10.1016/j.jallcom.2013.10.048](https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2013.10.048).
- [13] Mélinon, Patrice, Sylvie Begin-Colin, Jean L. Duvail, Fabienne Gauffre, Nathalie H. Boime, Gilles Ledoux, Jérôme Plain, Peter Reiss, Fabien Silly, and Bénédicte Warot-Fonrose. "Engineered inorganic core/shell nanoparticles." *Physics Reports* 543, no. 3 (2014): 163-197. [doi:10.1016/j.physrep.2014.05.003](https://doi.org/10.1016/j.physrep.2014.05.003).

- [14] Liu, Rui, and Rodney D. Priestley. "Rational design and fabrication of core-shell nanoparticles through a one-step/pot strategy." *Journal of Materials Chemistry A* 4, no. 18 (2016): 6680-6692. [doi:10.1039/c5ta09607c](https://doi.org/10.1039/c5ta09607c).
- [15] Hamidi-Asl, Ezat, Freddy Dardenne, Sanaz Pilehvar, Ronny Blust, and Karolien De Wael. "Unique Properties of Core Shell Ag@Au Nanoparticles for the Aptasensing of Bacterial Cells." *Chemosensors* 4, no. 3 (2016): 16. [doi:10.3390/chemosensors4030016](https://doi.org/10.3390/chemosensors4030016).
- [16] Riley, Rachel S., and Emily S. Day. "Gold nanoparticle-mediated photothermal therapy: applications and opportunities for multimodal cancer treatment." *Wiley Interdisciplinary Reviews: Nanomedicine and Nanobiotechnology* 9, no. 4 (2017): e1449. [doi:10.1002/wnan.1449](https://doi.org/10.1002/wnan.1449).
- [17] Choe, Minhyeok, Chu-Young Cho, Jae-Phil Shim, Woojin Park, Sung K. Lim, Woong-Ki Hong, Byoung Hun Lee, Dong-Seon Lee, Seong-Ju Park, and Takhee Lee. "Au nanoparticle-decorated graphene electrodes for GaN-based optoelectronic devices." *Applied Physics Letters* 101, no. 3 (2012): 031115. [doi:10.1063/1.4737637](https://doi.org/10.1063/1.4737637).
- [18] Favier, Isabelle, Daniel Pla, and Montserrat Gómez. "Metal-based nanoparticles dispersed in glycerol: An efficient approach for catalysis." *Catalysis Today* 310 (2018): 98-106. [doi:10.1016/j.cattod.2017.06.026](https://doi.org/10.1016/j.cattod.2017.06.026).
- [19] Moos, Rafaela, Ismael L. Graff, Vinicius S. De Oliveira, Wido H. Schreiner, and Arandi G. Bezerra. "Influence of plasmon coupling on the photoluminescence of ZnS/Ag nanoparticles obtained by laser irradiation in liquid." *Optical Materials* 72 (2017): 98-105. [doi:10.1016/j.optmat.2017.05.050](https://doi.org/10.1016/j.optmat.2017.05.050).
- [20] Zhang, Tao, Wei Zhang, Min Zheng, and Zhigang Xie. "Near-infrared BODIPY-paclitaxel conjugates assembling organic nanoparticles for chemotherapy and bioimaging." *Journal of Colloid and Interface Science* 514 (2018): 584-591. [doi:10.1016/j.jcis.2017.12.074](https://doi.org/10.1016/j.jcis.2017.12.074).
- [21] Patra, S. K., "A Novel Chemical Approach to Fabrication ZnO Nanostructures," Master Thesis, Indian Institute of Technology, Kharagpur, India.
- [22] Fyhn, A. M. A., " Electrodeposition of Metal Oxides for Solar Cell Applications," Norwegian University of Science and Technology, 2012.
- [23] Perednis, Dainius. "Thin film deposition by spray pyrolysis and the application in solid oxide fuel cells". Diss. ETH Zurich, 2003.
- [24] Anca, D., Perniu, D., Isac, L., & Enesca, A., "Solar Energy Materials Obtained by Spray Pyrolysis Deposition," Transilvania of Brasov, Eroilor 29, 500036 Brasov, Romania.

[25] kärber, E., Raadik, T., Dedova, T., Krustok, J., Mere, A., Mikli, V., & Krunks, M. , " Photoluminescence of Spray Pyrolysis Deposited ZnO Nanorods," *Nanoscale Research Letters*, vol. 6, pp. 359, 2011. Bacteria." *Materials* 12, no. 9 (2019), 1530.doi:10.3390/ma