البحث العلمي الهادف دعامة أساسية للنهوض بالعراق

دراسة الفعالية البايولوجية وخواص جسيمات عنصر النحاس النانوي المحضر بطريقة الاستئصال بالليزر النبضي في السائل

عواطف صابر جاسم[1]، عادل حسين دلف[2]، طارق فرج عبدالله[1] ، جاسم محمد حسين حمود[3]

[1]قسم الفيزياء، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت ، العراق

[2]قسم الكيمياء، كلية العلوم، جامعة تكريت، تكريت ، العراق

قسم تربية القائم ، مديرية تربية الانبار ، وزارة التربية ، الانبار ، العراق

adil.h.dalaf@tu.edu.iq

jasim1988mohamad@gmail.com

الملخص

تضمن هذا البحث تحضير جسيمات النحاس النانوية باستعمال تقنية الاستئصال بالليزر النبضي في السوائل، إذ تم استخدام ليزر النديميوم – ياك النبضي ذو الطول الموجي (1064) نانومتر مع توافقية (532) نانومتر لهدف من النحاس النقي المغمور في الماء منزوع الأيونات، وقد تمت دراسة تأثير عنصر النحاس (الخصائص التركيبية والبصرية والفعالية التثبيطيه ضد بعض انواع البكتريا لجسيمات النحاس النانوية التي تم تحضيرها). كما تمت دراسة سلوك أطياف امتصاص الأشعة فوق البنفسجية الخاصة لجسيمات النحاس النانوية كدالة لعدد النبضات وطاقة الاستئصال، حيث أظهرت أطياف امتصاص الأشعة الفوق البنفسجية والمرئية قمم امتصاص في المنطقة فوق البنفسجية وفي المنطقة المرئية، وتكون الأخيرة هي المسؤولة عن تكوين جسيمات النحاس النانوية، وتم ملاحظة زيادة في شدة قمم الامتصاص مع زيادة طاقة الاستئصال في السائل. ومن خلال نتائج المجهر الإلكتروني الماسح التي تم قياسها بعد فحص قطرات من محلول جسيمات النحاس النانوية والتي بينت أن الجسيمات النانوية كانت على الأغلب ذات أشكال كروية تتراوح أحجام الجسيمات النانوية بين (9.55– 100.68) نانومتر لعنصر النحاس والتي تزداد هذه الاجسام بزيادة نبضات الاستئصال فكانت افضل النتائج عند نبضات الاستئصال الواطئة. وتم التأكد من تكون جسيمات النحاس النانوية بإجراء فحص مطيافية الأشعة تحت الحمراء التي أثبتت تكون جسيمات نانوية. واظهرت النتائج ان هناك نسبة تثبيط لنوعي البكتريا المتمثلة ببكتريا الزوائف الزنجارية (*p.areuginosa*) السالبة لصبغة كرام وبكتريا المكورات العنقودية (*S. aureus*) الموجبة لصبغة كرام في محلول النحاس النانوي حيث حدثت نسبة التثبيط خلال قياس المسافة حول الثقوب الموجودة على اطباق البكتريا.

الكلمات المفتاحية: النحاس النانوي، الاستئصال بالليزر النبضي، ليزر نديميوم – ياك، بكتريا الزوائف الزنجارية.

1. المقدمة

تمتلك تقنية النانو القدرة على تغيير بعض جوانب الحياة في العقود القادمة، وتختلف التوقعات حول ما سيحدث ومتى وكيف سيحدث هذا على نطاق واسع، لكن الاغلب يتفق على أن هناك إمكانات هائلة لتقنية النانو، خاصة في المجالات البيولوجية والطبية، لذلك أصبح علم النانو الآن علامة بارزة في العديد من العلوم الحديثة. ويمكننا تعريف علم النانو على انه العلم الذي يهتم بتوصيف ودراسة بعض الخواص الفيزيائية والكيميائية للمواد ذات الاحجام (1– 100) نانو متر، وان ما يميز المواد النانوية عن المواد الاعتيادية هي الخاصية الابرز والاكثر تأثيراً وهي المساحة السطحية للمواد النانوية حيث ان المادة كلما اقتربت من المقياس النانوي زادت مساحتها السطحية [1].

يتم تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية للجسيمات النانوية المعدنية في الغالب من خلال المعلمات التالية: الحجم والشكل والتركيب [2]. فالتحكم في الحجم والشكل والتركيب ضروري لتكييف الخصائص النانوية. أظهرت الدراسة مؤخراً اهمية كبيرة للتحكم في الشكل بسبب كونه يسمح بضبط الخصائص البصرية أفضل من الطرائق الأخرى. وأصبح من الممكن التحكم في شكل الجسيمات النانوية المعدنية في السوائل، وهذا أحدث تطور في العديد من الأساليب وطرائق التحضير [4،3]. من أجل الجمع بين هذه الخصائص، تم تكريس قدر كبير من الاهتمام لتركيب الغلاف الأساسي وسبائك NPs ثنائية المعدن. في الهيكل الأساسي/ الصدفي، يشكل أحد العناصر المعدنية جوهرًا داخليًا

ويحيط العنصر الآخر بالنواة لتشكيل غلاف. الفكرة الرئيسية هي ضبط الخصائص التحفيزية الضوئية NPs وجعلها مفيدة في مجالات أخرى، مثل الظل لتطبيقات الأمان [5,1]. يمكن أن يؤدي تراكم القشرة في الهياكل النانوية لـ (Au) إلى تعزيز استقرارها وانتشارها [6]. نظرًا لخصائص رنين البلازمون السطحي القابلة للضبط والاستقرار الكيميائي للذهب، يفضل استخدامه كمواد لتحضير الأصداف [7]. ان طرائق تحضير الجسيمات النانوية (NP) تعددت أساليبها وأصبحت لكل طريقة منها مميزاتها لتؤدي الغرض الذي استعملت من أجله ومن الطرائق الشائعة طريقة الطحن وطريقة الحفر الكيميائي وطريقة القشط الليزري [8] وطريقة الهجرة الكهربائية وطريقة النفث، فان تحضير جسيمات نانوية (NP) دقيقة مثلا بالطحن بالكرات ينتج جسيمات نانوية (NP) تزيد عن (100 nm) دون الحد من قابليتها للتطبيق العملي في المستحضرات الصيدلانية والطب الحيوي ولتحقيق جسيمات نانوية تم تطوير العديد من التقنيات مثل التكرار والتحليل النانوي وسائل– الهلام فأنه مثل هذه التقنيات يصعب التحكم في شكل و طور الجسيمات النانوية التي يقل حجمها عن (100 nm) [9] ولذلك تم استخدام تقنية الاستئصال بالليزر النبضي بالسائل والتي لها عدة مميزات وتدعى مختصراً بـ (PLAL) ويمكن تعريفها بأنها تلك التقنية التي تقوم بها نبضات الليزر الساقطة على الهدف المراد وذلك بتسخين سطح المادة بسرعة عالية جداً مما يؤدي ذلك إلى تشكل بلازما فوق سطح المادة و ان الطاقة المستخدمة وعدد النبضات هما الذان يحددان كمية المادة المستأصلة مميزات إنتاج جسيمات نانوية (NP) بتقنية (PLAL) تكون خالية من الملوثات وعلى نطاق واسع ويمكن التحكم في الشكل وحجم والطور هذه الجسيمات من خلال ضبط معلومات الليزر(الطول الموجي، عرض النبضة، عدد النبضة، الطاقة، البيئة المحيطة) [10]. وتحضر الجسيمات النانوية في تقنية الاستئصال بالليزر النبضي بالسوائل او في الفراغ او الغاز التي يتم الحصول عليها ضمن المقياس النانوي (1 – 100) نانومتر، من عدة أهداف وعلى نطاق واسع وفئات مختلفة اعتماداً على شكلها وحجمها ويمكن أنْ تكون بشكل هدف صلب أو بشكل مسحوق إذ تصنف بجسيمات نانوية معدنية، وجسيمات نانوية اشباه موصلات، وجسيمات نانوية بوليمرية، وجسيمات نانوية عضوية [11]. كما يعد الاستئصال بالليزر النبضي في المحاليل السائلة (PLAL) طريقة مبسطة وصديقة للبيئة لتحضير الجسيمات النانوية. إن أكبر ميزة لـ (PLAL) هي أن منتجاتها نقية كيميائيًا. حيث درس العديد من النواتج التي حضرت بواسطة (PLAL)، مثل النحاس، والجسيمات النانوية السبائكية [12].

2. الجزء العملي

1.2. مخطط العمل: تم عمل مخطط لخطوات العمل الرئيسة التي بدأت بتحضير المحاليل التي تحتوي على الاجسام النانويه لعنصر النحاس(وبطاقة ليزر (800 mJ) للنحاس وعدد نبضات مختلف لكل عنصر يبدأ (1000,2000,3000) نبضة لتحضير المحلول الذي يحتوي على الاجسام النانوية لعنصر النحاس لدراسة الخصائص الفيزيائية والبايولوجية والشكل (1) يوضح مخطط المراحل المتبعة في الجزء العملي.

شكل 1: رسم توضيحي للمراحل

المتبعة في الجزء العملي

2.2. منظومة الاستئصال بالليزر النبضي بالسوائل :

تم الإعداد التجريبي لمنظومة الاستئصال بالليزر النبضي بالسوائل (PLAL) لهدف صلب مغمور بالسائل، حيث تتضمن هذه المنظومة استخدام مصدر ليزر نبضي (Q-swit ched Nd-YAG)، مجهز بطول موجي (1064) نانومتر مع توافقية ثانية وبطول موجي (532) نانومتر هذا وتم استخدام طريقة الاستئصال بالليزر النبضي لتحضير عينات من جسيمات النحاس النانوية [13]. فقد تم تغيير نوع الوسط السائل الذي تتم فيه عملية الاستئصال إذ تم استعمال سائلين هما الماء المقطر (DW) والماء منزوع الأيونات (DIO)، وتم أيضاً تغيير طاقة نبضات الليزر، وتمت

دراسة خصائص الجسيمات النانوية فيما لو كانت بشكل عوالق في المحلول الغروي أو بشكل أغشية رقيقة بواسطة مطياف الأشعة المرئية والفوق البنفسجية والمجهر الالكتروني الماسح.

3.2. مصدر ليزر نديميوم – ياك (Nd – YAG Source of (Laser

ان نظام ليزر نديميوم – ياك استخدم في هذا العمل لإستئصال الهدف والذي يكون طوله الموجي في المنطقة تحت الحمراء من الطيف الكهرومغناطيسي [14]، والذي تكون متغيراته كالتالي:

- نوع الليزر: ليزر Nd - YAG النبضي
- الطول الموجي: nm (1064 / 532)
- طاقة النبضة: mJ (400 – 1600)
- التردد: Hz (1 –6)
- قطر بقعة الليزر على الهدف: mm (1–6)
- زمن النبضة: nS (12)
- الطاقة الداخلة: volt (220) / Hz (50)
- نظام التبريد: دخول الماء والهواء
- في عملنا الحالي تم استخدام قطر حزمة الليزر mm (2)، وكانت الطاقات المستخدمة هي mJ (800) للنحاس لكل النبضات، وبذلك تكون قيمة كثافة طاقة الليزر لهذه الطاقات هي ما يقارب J / cm^2 (22.29, 25.47) عند عدد نبضات مقداره (3000,2000,1000) Pulse وتردد مقداره Hz (6) Pulse (800).

4.2. الهدف (The Target)

الهدف عبارة عن صفيحة من النحاس النقي والذي تكون نسبة نقاوته (99.5 %)، إذ يتم تقطيع اللوح الكبير إلى قطع صغيرة ذات ابعاد حوالي (1x1) سم^2، ويتم تحضير الهدف بعد أجراء عملية الصقل ثم التنظيف بسائلي الماء المقطر والايثانول، ويتم وضع الهدف المعدني في أسفل إناء من زجاج الكوارتز مغموراً في سائل ماء منزوع الايونات، إذ يكون ارتفاع السائل فوق سطح الهدف هو (3) mm خلال عملية الإستئصال وتكون كمية السائل المستخدمة في تحضير كل عينة هي (5) مل.

5.2. السوائل

ان السوائل المستعملة هي الماء المقطر والماء منزوع الأيونات وهما ضروريان من أجل إعداد جميع العينات والمحاليل في هذا العمل، فعلى الرغم من أن هذه المياه نقية تماماً، مع ذلك فهي ملوثة بأيونات الأملاح والغازات الذائبة والمواد المذابة، وتم تحضير الماء منزوع الأيونات في مصنع المنصور – بغداد من خلال عملية التبادل الأيوني، تمت إزالة الغازات المذابة بغلي الماء عند 100 °C لمدة (10) min، أوراق تصفية تستخدم لتصفية وإزالة المواد الجسيمية.

6.2. تكوين جسيمات النحاس النانوية Formation of Cu (NPs)

تم تحضير جسيمات النحاس النانوية باستخدام تقنية الاستئصال بالليزر النبضي في السوائل لهدف من النحاس المغمور في سائل عند درجة حرارة الغرفة، وكان حجم السائل المستخدم في عملية الاستئصال هو mL (5) وبارتفاع سائل مقداره mm (3) كذلك يتم تحريك الإناء الزجاجي الذي يحوي السائل يدوياً عن طريق التدوير خلال فترة الإستئصال وتكون فترة الاستئصال متقطعه وذلك للحفاظ على كفائة الجهاز وسلامته، إذ تم قصف الهدف بواسطة ليزر النديميوم – ياك النبضي ذي الطول الموجي nm (1064) ووضع توافقية يصبح nm (532)، وبتردد Hz (6) للنحاس، كي نحصل على المحلول الذي يحتوي على العوالق والذي يتغير لونه تدريجياً اثناء الاستئصال فيكون ذو لون مائل إلى الأخضر الفاتح لعنصر النحاس كما في الشكل (2)، ويتم تنظيف سطح الهدف النحاس بواسطة ورق تنظيف ناعم قبل عملية التحضير، كذلك يتم تنظيف الإناء الزجاجي قبل وبعد عملية التحضير بالسوائل الميثانول والايثانول وماء منزوع الايونات والماء المقطر حسب نوع السائل المستخدم [15].

الشكل 2: السائل النانوي للنحاس

7.2. أجهزة الخواص التركيبية المجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعاث (FESEM)

كان الجهاز المستخدم من نوع (FEL- Model Nova Nano 450) وهو يعد من التقنيات الحديثة المستعملة لتشخيص الجسيمات النانوية وقياس حجمها للحصول على مجسمة ثلاثية الأبعاد لسطح العينة إذ نحصل على تكبير يصل إلى (100000) مرة.

8.2. اجهزة قياس الخواص البصرية (مطياف الاشعة المرئية – فوق البنفسجية)

تم قياس الامتصاصية في المنطقة المرئية – فوق البنفسجية إذ يوضع المحلول الغروي في خلية من الكوارتز مع فرق مسار بصري مقداره (1 سم) وتوضع الخلية في الجهاز، إذ يظهر على الشاشة طيف الامتصاصية على محور (Y) والطول الموجي على محور (X) الذي يكون في المدى (200 –1100) نانومتر حيث يعتبر مقياس (Uv-Vis) مهم لمعرفة مدى امتصاصية الجسيمات النانوية (NPs) واظهار قممها عند اطوال موجية معينة تم إجراء هذا القياس في المختبر المركزي لكلية العلوم قسم الفيزياء – جامعة تكريت.

9.2. طيف الأشعة تحت الحمراء

تم فحص الجسيمات النانوية للنحاس المحضرة بمطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) نوع FT-IR-600 Fourier- Transform

2002 infrared Spectrophotometer باستخدام اقراص (KBr) وبمدى (600–4000) سم$^{-1}$.

10.2. الفعالية التثبيطية لجسيمات النحاس النانوية ضد البكتريا

لمعرفة فعالية وتأثير عينات النحاس النانوية المحضرة تجاه البكتريا اخترنا نوعين من البكتريا إحداهما سالبة لصبغة كرام والمتمثلة بالبكتريا الزوائف الزنجارية (*p. aeruginosa*) والأخرى موجبة لصبغة كرام والمتمثلة ببكتريا المكورات اللعنقودية الذهبية (*S. aureus*)، وتم الحصول على هذه العزلات البكتيرية من قسم علوم الحياة – كلية العلوم – جامعة تكريت. وحضرت الأوساط الزرعية المستخدمة في هذا البحث طبقاً لتعليمات المثبتة على العبوة من قبل الشركة المصنعة، وبعدها تم تعقيمها بالمؤصدة بدرجة حرارة 121C$^{\circ}$ وتحت ضغط 15 باوند/أنج^{2} ولمدة 15min. حيث تم تنشيط نوعي البكتريا في وسط المرق المغذي (Nutrient broth) كما في الشكل (3) ثم تم حضنها بدرجة 37C$^{\circ}$ ولمدة 24 ساعة وتحفظ في الثلاجة لحين استعمالها. حيث تم تحضير الوسط الزرعي للعمل وهو وسط الأكار المغذي (Nutrient agar) ثم عقم وصُب في الأطباق المعقمة [17,16].

الشكل 3: تنشيط البكتريا وسط المغذي

3. النتائج والمناقشة

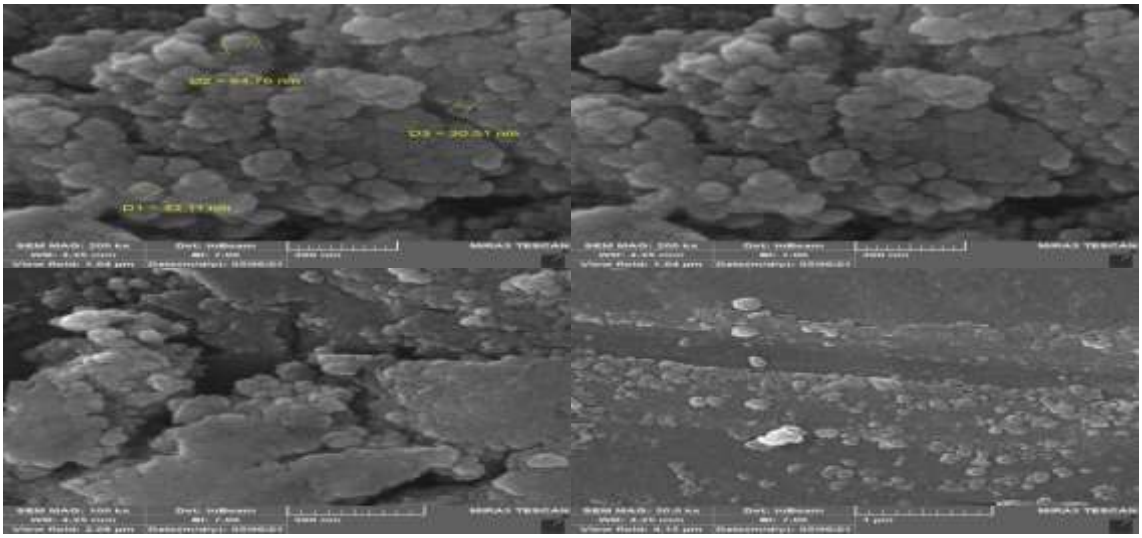
1.3. الخصائص التركيبية للجسيمات النانوية

تمت دراسة الخصائص الفيزيائية لتراكيب الجسيمات النانوية المحضرة بطريقة الاستئصال بالليزر وتحديد حجم وشكل الجسيمات من خلال إجراء فحص (FESEM) للعينات المحضرة بوسط مذيب ماء منزوع الايونات وبعدد نبضات ليزر مختلفة (1000، 2000، 3000 Pulse/sec) للنحاس وجسيمات النحاس النانوية المحضرة بتقنية (PLAL) باختلاف عدد نبضات الليزر، إذ تبين صور (FESEM) أشكال الجسيمات النانوية ومعدل حجومها [18].

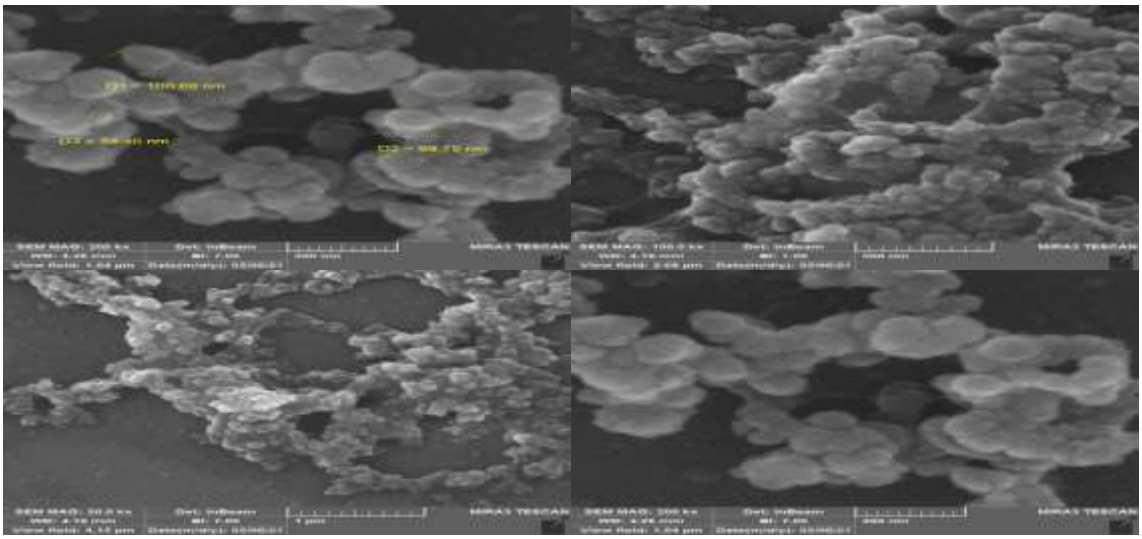
يوضح الشكل (4) أربع صور لقياس (FESEM) لعينة النحاس النانوية المحضرة بـ (1000 Pulse/sec) وطاقة استئصال (800 mJ)، إذ تم الوصول للحجم النانوي لجسيمات النحاس النانوية وذلك ضمن المقياس النانوي تراوحت ما بين (30.51 nm – 64.67 nm) بمعدل متوسط حجم اقطار (43.11 nm) وذات أشكال كروية تقريباً.

ويوضح شكل (5) أربع صور لقياس (FESEM) لعينة النحاس النانوية المحضرة بـ (2000 Pulse/sec) وطاقة استئصال (800 mJ)، إذ تم الوصول للحجم النانوي لجسيمات النحاس النانوية وذلك ضمن المقياس النانوي تراوحت ما بين (34.46 nm – 100.68 nm) بمعدل متوسط حجم اقطار (99.75 nm) وذات أشكال كروية تقريباً.

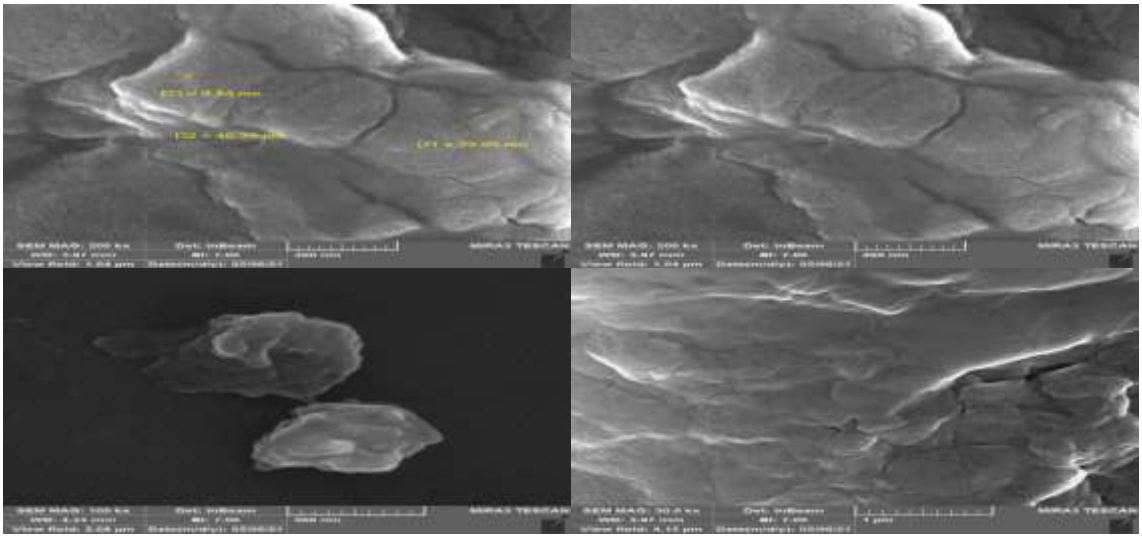
يوضح الشكل (6) أربع صور لقياس (FESEM) لعينة النحاس النانوية المحضرة بـ (3000 Pulse/sec) وطاقة استئصال (800 mJ)، إذ تم الوصول للحجم النانوي لجسيمات النحاس النانوية وذلك ضمن المقياس النانوي تراوحت ما بين (9.55 nm – 46.35 nm) بمعدل متوسط حجم اقطار (39.95 nm) وذات أشكال كروية تقريباً.



الشكل 4: صور المجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعاث لعينة النحاس



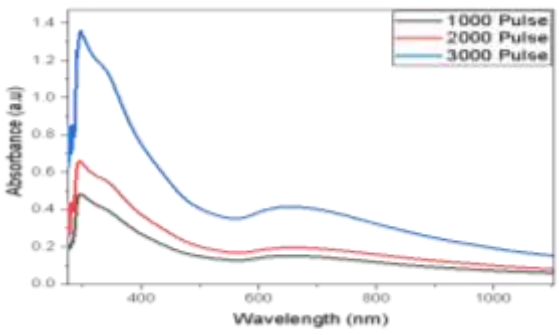
الشكل 5: صور المجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعاث لعينة النحاس



الشكل 6: صور المجهر الالكتروني الماسح بمجال الانبعاث لعينة النحاس

2.3. قياس الخواص البصرية الجسيمات النانوية باستعمال مطيافية الاشعة المرئية – فوق البنفسجية

طيف الامتصاص البصري للمحاليل الغروية التي تحتوي على الجسيمات النانوية للنحاس التي تم الحصول عليها بالطول الموجي (1064) nm ووضع توافقية عند ذلك يكون الطول الموجي (532) يمكن ملاحظته من خلال قياسات مطياف الاشعة المرئية وفوق البنفسجية كما موضح في الشكل (7) للنحاس اذ بين فحص طيف الامتصاصية إن التغيرات هي ضمن منطقة الطيف المرئي ومنطقة الاشعة فوق البنفسجية [19]، وتوضح نتائج من خلال طيف رنين البلازمون السطحي (SPR) وشدة الامتصاصية التي حصلنا عليها من طيف الامتصاصية إذ ان الزيادة في النبضات الليزرية ادت إلى زيادة شدة الامتصاصية وزيادة شدة قمم (SPR) كما أن عرض وارتفاع قمم الامتصاص اعتمدت على عدد نبضات الليزر ويشير التغيير الطيفي إلى زيادة وفرة الجسيمات النانوية بالتشعيع بالليزر [20]، كما تم ملاحظة وجود ذروة بلازمون (Plasmon) احادية السطح هذا يعني إن الجسيمات النانوية المشكلة كانت ذات شكل كروي تقريباً. يوضح الشكل (7) طيف الامتصاص لمحلول جسيمات النحاس النانوية ونلاحظ موقع ذروة البلازمون حوالي (653–658) نانومتر وهذا يدل على أن شكل الجسيمات النانوية كروية تقريباً.



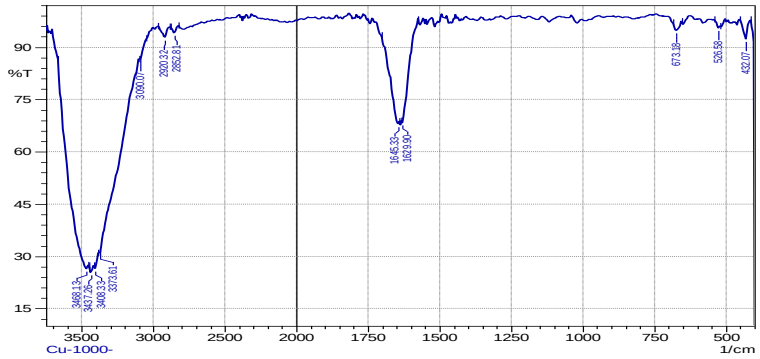
الشكل 7: طيف الامتصاصية لجسيمات النحاس النانوية

3.3. نتائج مطيافية الأشعة تحت الحمراء

عند دراسة مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) لجسيمات النحاس النانوية المحضرة وجد في الشكل (8) لعينة النحاس المحضرة بـ (1000 Pulse/sec) وطاقة استئصال (800 mJ) عدم ظهور حزم بصمة الأصبع وظهور حزم قليلة وعدم تكون أواصر مع النحاس فقد ظهرت حزمة امتصاص عند التردد (3437) سم$^{-1}$ تعود لمط آصرة (O-H) والمكتونة بسبب الرطوبة وحزمة عند التردد (1645) سم$^{-1}$ تعود لمط آصرة (C=O) الكاربونيل، وهذا يدل على تكون جسيمات النحاس النانوية، وكانت هذه الحزم مقاربة لما موجود في الأدبيات [21].

وعند دراسة مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) لجسيمات النحاس النانوية المحضرة وجد في الشكل (9) لعينة النحاس المحضرة بـ (2000 Pulse/sec) وطاقة استئصال (800 mJ)، عدم ظهور حزم بصمة الأصبع وظهور حزم قليلة وعدم تكون أواصر مع النحاس فقد ظهرت حزمة امتصاص عند التردد (3473) سم$^{-1}$ تعود لمط آصرة (O-H) والمكتونة بسبب الرطوبة وحزمة عند التردد (1641) سم$^{-1}$ تعود لمط آصرة (C=O) الكاربونيل، وهذا يدل على تكون جسيمات النحاس النانوية، وكانت هذه الحزم مقاربة لما موجود في الأدبيات [22].

وعند دراسة مطيافية الأشعة تحت الحمراء (FT-IR) لجسيمات النحاس النانوية المحضرة وجد في الشكل (9) لعينة النحاس المحضرة بـ (3000 Pulse/sec) وطاقة استئصال (800 mJ)، عدم ظهور حزم بصمة الأصبع وظهور حزم قليلة وعدم تكون أواصر مع النحاس فقد ظهرت حزمة امتصاص عند التردد (3394) سم$^{-1}$ تعود لمط آصرة (O-H) والمكتونة بسبب الرطوبة وحزمة عند التردد (1637) سم$^{-1}$ تعود لمط آصرة (C=O) الكاربونيل، وهذا يدل على تكون جسيمات النحاس النانوية، وكانت هذه الحزم مقاربة لما موجود في الأدبيات [23].



الشكل 8: طيف الأشعة تحت الحمراء لجسيمات النحاس النانوية المحضرة بـ (1000 Pulse/sec)

الشكل 9: طيف الأشعة تحت الحمراء لجسيمات النحاس النانوية المحضرة بـ (2000 Pulse/sec)

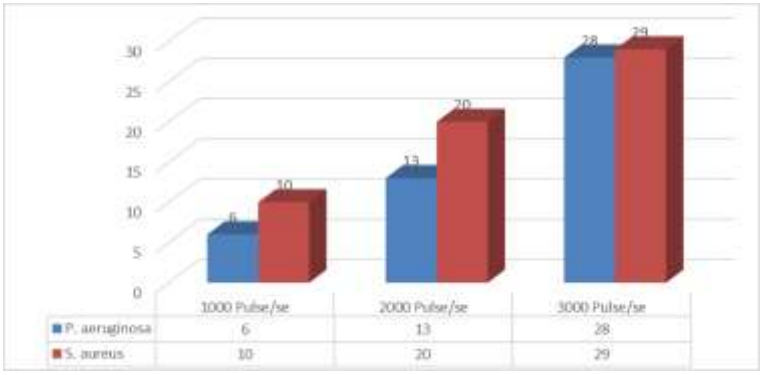
الشكل 10: طيف الأشعة تحت الحمراء لجسيمات النحاس النانوية المحضرة بـ (3000 Pulse/sec)

4.3. نتائج الفعالية البايولوجية وتثبيط نمو البكتريا

تم استعمال طريقة الانتشار بالثقوب لتحديد تثبيط نمو البكتريا قيد الدراسة ونشرت خلايا العالق البكتيري بواسطة الماسح القطني على وسط الأكار المحضر ثم عُملت الثقوب بحجم (3) مل ونقع في محلول جسيمات النحاس النانوية المحضرة لبضعة دقائق ووضعت في كل طبق (3) ثقوب كل ثقب يشير الى التركيز معين للمستخلص ووضع (5) مل من كل تركيز بواسطة الماصة الدقيقة وبعد ذلك حضنت الطباق بالحاضنة لمدة 24 ساعة وبدرجة حرارة 37 C° درجة سيليزية ثم بعد ذلك سجلت معدل اقطار تثبيط التراكيز وذلك بقياس قطر منطقة التثبيط باستعمال مسطرة مدرجة [25,24]، واظهرت النتائج ان هناك نسبة تثبيط لنوعي البكتريا المتمثلة ببكتريا الزوائف الزنجارية (*p. aeruginosa*) السالبة لصبغة كرام وبكتريا المكورات العنقودية (*S. aureus*) الموجبة لصبغة كرام في المحاليل النانوية للنحاس النانوي [26,25]، ويلاحظ أن جسيمات النحاس النانوية أعطت نسب تثبيط أعلى ضد بكتيريا المكورات العنقودية ونسب أقل ضد بكتيريا الزائفة الزنجارية، كما ان عينة النحاس المحضرة بـ (3000 Pulse/sec) وطاقة استئصال (800 mJ) أعطت أعلى نسب تثبيط ضد نوعي البكتيريا، وكما في الجدول (1)، والمخطط (1)، والشكل (11) الذي يوضح الفعالية التثبيطية لنوعي البكتيريا.

الجدول 1: قيم الفعالية البايولوجية لجسيمات النحاس المحضرة

Cu	*P. aeruginosa* (mm)	*S. aureus* (mm)
1000 Pulse/se	6	10
2000 Pulse/se	13	20
3000 Pulse/se	28	29



المخطط 1: قيم الفعالية البايولوجية لجسيمات النحاس المحضرة

الشكل 11: الفعالية التثبيطية ضد بكتريا الزائفة الزنجارية (p. aeruginosa) والمكورات العنقودية (S. aureus)

4. الاستنتاجات

تبين من خلال الدراسة ان زيادة طاقة الترسيب بالليزر النبضي تؤدي الى تحسين درجة التبلور للنماذج المحضرة وزيادة الحجم الحبيبي للجسيمات النانوية، وان تجانس سطوح للجسيمات النانوية يختلف من معدن الى اخر بزيادة طاقة الترسيب بالليزر النبضي، كما ان امكانية استعمال الليزر النبضي في التحكم في صفات الجسيمات النانوية ومن خلال التغيير في قيم الطاقة والطول الموجي، وأكد فحص الأشعة تحت الحمراء تكون جسيمات النحاس النانوية. كما نستنتج ان لجسيمات النحاس النانوية القدرة على تثبيط نمو البكتريا بنوعيها الموجبة والسالبة لصبغة كرام وبمختلف طاقات الترسيب. بطريقة الإستئصال بالليز النبضي يمكن الحصول على (NPs) بطريقة سهلة ونظيفة مقارنة بالطرائق الكيميائية وبدون نواتج عرضية، وان نظام الإنتاج لا يحتاج إلى حجرة الفراغ، ويمكن الحصول على (NPs) بخطوة واحدة بدون معالجة حرارية ولا تحتاج إلى درجة حرارة وضغط خارجيين، ويمكن السيطرة على جو الاستئصال.

المصادر

1. Rai, M., & Duran, N. (Eds.). (2011). *Metal nanoparticles in microbiology*. Springer Science & Business Media.
2. Casati, R., & Vedani, M. (2014). Metal matrix composites reinforced by nano-particles—a review. *Metals*, *4*(1), 65-83.
3. Khan, I., Saeed, K., & Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties, applications and toxicities. *Arabian journal of chemistry*, *12*(7), 908-931.
4. Sharma, S. K. (Ed.). (2014). Heavy metals in water: presence, removal and safety. *Royal Society of Chemistry*.
5. Lyshevski, S. E. (2018). Nano-and micro-electromechanical systems: fundamentals of nano-and microengineering. *CRC press*.
6. Ali, N. T., Hindal, S. S., Saad, H. F., Jabr, N. K., Hussain, D. R., & Sekp, A. M. (2020, November). Preparing nano silver particles (Ag NPs) by laser and studying the possibility of diagnosing cancer. *In Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1660, No. 1, p. 012062). IOP Publishing.
7. Jeyaraj, M., Gurunathan, S., Qasim, M., Kang, M. H., & Kim, J. H. (2019). A comprehensive review on the synthesis, characterization, and biomedical application of platinum nanoparticles. *Nanomaterials*, *9*(12), 1719.
8. Muthiah, B., Muthukrishnan, L., Anita Lett, J., Sagadevan, S., Kesavan, S., Vennila, S., ... & Ahmad, N. (2020). Eucalyptus Concoction Mediated Synthesis of Gold Nanoparticles and Its Bioactive Role Explored via Antimicrobial and Cytotoxic Studies. *Journal of nanoscience and nanotechnology*, *20*(10), 6326-6333.
9. Tulej, M., Neubeck, A., Riedo, A., Lukmanov, R., Grimaudo, V., Ligterink, N. F., ... & Wurz, P. (2020). Isotope abundance ratio measurements using femtosecond laser ablation ionization mass spectrometry. *Journal of mass spectrometry*, *55*(12), e4660.
10. Fernández-Arias, M., Boutinguiza, M., Del Val, J., Covarrubias, C., Bastias, F., Gómez, L., ... & Pou, J. (2020). Copper nanoparticles obtained by laser ablation in liquids as bactericidal agent for dental applications. *Applied Surface Science*, *507*, 145032.
11. Ganash, E. A., Al-Jabarti, G. A., & Altuwirqi, R. M. (2019). The synthesis of carbon-based nanomaterials by pulsed laser ablation in water. *Materials Research Express*, *7*(1), 015002.
12. Bajorowicz, B., Kobylański, M. P., Gołąbiewska, A., Nadolna, J., Zaleska-Medynska, A., & Malankowska, A. (2018). Quantum dot-decorated semiconductor micro-and nanoparticles: A review of their synthesis, characterization and application in photocatalysis. *Advances in colloid and interface science*, *256*, 352-372.
13. Fazio, E., Gökce, B., De Giacomo, A., Meneghetti, M., Compagnini, G., Tommasini, M., ... & Neri, F. (2020). Nanoparticles engineering by pulsed laser ablation in liquids: concepts and applications. *Nanomaterials*, *10*(11), 2317.
14. K Chaluvadi, S., Mondal, D., Bigi, C., Knez, D., Rajak, P., Ciancio, R., ... & Orgiani, P. (2021). Pulsed Laser Deposition of thin films by means of Nd: YAG laser source operating at its 1st harmonics: recent approaches and advances.
15. Gai, Q., Ren, S., Zheng, X., Liu, W., & Dong, Q. (2022). Optimized hot electron injection from Cu nanoparticles to S-doped C 3 N 4 by the formed S–Cu bonds for an enhanced photocatalytic performance. *Physical Chemistry Chemical Physics*, *24*(12), 7521-7530.
16. Alasadi, Y. K., Jumaa, F. H., & Dalaf, A. H. (2022, November). Synthesis, identification, antibacterial activity and laser effect of new derivatives of bis-1, 3-oxazepene-4, 7-dione and 1, 3-diazepine-4, 7-dione. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2394, No. 1, p. 040019). AIP Publishing LLC. https://doi.org/10.1063/5.0121358.
17. Toma, M. A., Ibrahim, D. A., Dalaf, A. H., Abdullah, S. Q., Aftan, M. M., & Abdullah, E. Q. (2022, November). Study the adsorption of cyclopentanone on to natural polymers. *In AIP Conference Proceedings* (Vol. 2394, No. 1, p. 040007). AIP Publishing LLC. https://doi.org/10.1063/5.0121209.
18. Jaballah, M. B., Rajendran, A. A., Prieto-Simón, B., & Dridi, C. (2022). Development of a sustainable nanosensor using green Cu nanoparticles for simultaneous determination of antibiotics in drinking water. *Analytical Methods*.
19. Aftan, M. M., Jabbar, M. Q., Dalaf, A. H., & Salih, H. K. (2021). Application of biological activity of oxazepine and 2-azetidinone compounds and study of their liquid crystalline behavior. *Materials Today: Proceedings*, 43, 2040-2050. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.11.838.
20. Aftan, M. M., Talloh, A. A., Dalaf, A. H., & Salih, H. K. (2021). Impact para position on rho value and rate constant and study of liquid crystalline behavior of azo compounds. *Materials Today: Proceedings*. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.02.298.
21. Aftan, M. M., Toma, M. A., Dalaf, A. H., Abdullah, E. Q., & Salih, H. K. (2021). Synthesis and Characterization of New Azo Dyes Based on Thiazole and Assess the Biological and Laser Efficacy for Them and Study their Dyeing Application. *Egyptian Journal of Chemistry*, **64(6),** 2903-2911. https://dx.doi.org/10.21608/ejchem.2021.55296.3163.
22. Khalaf, S. D., Ahmed, N. A. A. S., & Dalaf, A. H. (2021). Synthesis, characterization and biological evaluation (antifungal and antibacterial) of new derivatives of indole, benzotriazole and thioacetyl chloride. *Materials Today: Proceedings*. 47(17), 6201-6210. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.05.160.

23. Dalaf, A. H., Jumaa, F. H., & Salih, H. K. (2021). Preparation, Characterization, Biological Evaluation and Assess Laser Efficacy for New Derivatives of Imidazolidin-4-one. *International Research Journal of Multidisciplinary Technovation*, 3(4), 41-51. https://doi.org/10.34256/irjmt2145.
24. Dalaf, A. H., Jumaa, F. H., & Salih, H. K. (2021). *MULTIDISCIPLINARY TECHNOVATION*. *Red*, *15*(A2), C44H36N10O8.
25. Dalaf, A. H., Jumaa, F. H., Aftana, M. M., Salih, H. K., & Abd, I. Q. (2022). Synthesis, Characterization, Biological Evaluation, and Assessment Laser Efficacy for New Derivatives of Tetrazole. In *Key Engineering Materials* (Vol. 911, pp. 33-39). Trans Tech Publications Ltd. https://doi.org/10.4028/p-6849u0.
26. Alasadi, Y. Kh., Jumaa, F. H., Dalaf, A. H., Shawkat, S. M., & Mukhlif, M. Gh. (2022). Synthesis, Characterization, and Molecular Docking of New Tetrazole Derivatives as Promising Anticancer Agents. Journal of Pharmaceutical Negative Results. 13(3): 513-522. https://doi.10.47750/pnr.2022.13.03.079.
27. Dalaf, A. H., Jumaa, F. H., & Yass, I. A. (2022, November). Synthesis, characterization, biological evaluation, molecular docking, assess laser efficacy, thermal performance and optical stability study for new derivatives of bis-1, 3-oxazepene and 1, 3-diazepine. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2394, No. 1, p. 040037). AIP Publishing LLC. https://doi.org/10.1063/5.0121213.

Studying the Biological Activity and Properties of Copper Nanoparticles Prepared by Pulsed Laser Ablation in Liquid

Awatif Saber Jassim, Adil Hussein Dalaf, Tariq Faraj Abdullah

Abstract

In this research, copper nanoparticles were prepared using the pulsed laser ablation technique in liquids, where a pulsed Nd-yak laser of wavelength (1064) nm with a compatibility of (532) nm was used for a pure copper target immersed in deionized water. The effect of each type of element (structural and optical properties and inhibitory activity against some types of bacteria for the prepared copper nanoparticles). The behavior of the ultraviolet radiation absorption spectra of copper nanoparticles was also studied as a function of the number of pulses and the ablation energy, where the ultraviolet and visible absorption spectra showed absorption peaks in the ultraviolet region and in the visible region, and the latter is responsible for the formation of copper nanoparticles, and an increase was observed The intensity of the absorption peaks increases with the increase in the ablation energy in the liquid. And through the results of the scanning electron microscope that were measured after examining drops of a solution of copper nanoparticles, which showed that the nanoparticles were mostly spherical in shape. Results at low ablation pulses. The formation of copper nanoparticles was confirmed by measuring infrared spectroscopy, which proved the formation of nanoparticles. The results showed that there is an inhibition rate for the two types of bacteria represented by Gram-negative Pseudomonas aeruginosa bacteria and Gram-positive Staphylococcus aureus (S. aureus) in the copper nanoparticle solution, where the percentage of inhibition occurred by measuring the distance around the holes on the bacteria dishes.

Keywords: Copper nanoparticles, Pulsed Laser Ablation, Nd – YAG Laser, Pseudomonas Aeruginosa.