

# تحضير مواد كربونية نانوية باستخدام نبضات الليزر في الوسط السائل

إعداد: غاليه احمد الجبرتي

إشراف:

د/ ريم محمد الطويرقي

د/ إنتصار علي قنش

## المستخلص

تعتبر تقنية كشط الليزر النبضي في الوسط السائل (PLAL) تقنية فعالة وبسيطة لتحضير الجسيمات النانوية. تم تحضير المواد الكربونية النانوية بتقنية كشط الليزر النبضي عن طريق تسليط شعاع ليزر (Nd:YAG) طول الموجي ٥٣٢ نانومتر على عينة من الجرافيت مغمورة في الماء المقطر لمدة عشر دقائق. وكانت قيم كل من طول النبضة، وترددتها، ودفق الليزر تساوي ٦ نانوثانية، ١٠ هيرتز، ٠,٤ جول/سم<sup>٢</sup>، على التوالي. خللت تراكيب المواد الكربونية النانوية المصنعة وخصائصها الفيزيائية عن طريق عدد من التقنيات. كشفت صور المجهر الالكتروني النافذ (TEM) أشكال مختلفة من المواد الكربونية النانوية مثل الجسيمات الكروية النانوية بمتوسط قطر  $9 \pm 50$  نانومتر، وجسيمات كروية نانوية متجمعة في شكل قلادة بمتوسط قطر  $11 \pm 60$  نانومتر، أنابيب نانوية بمتوسط قطر ٢١ نانومتر ومتوسط طول 140 نانومتر وقد كانت صفائح الجرافين النانوية متعددة الطبقات هي المهيمنة على المواد الكربونية النانوية المصنعة الأخرى. أكدت مطيافية تشتت الطاقة بالأشعة السينية (EDX) تحضير مواد كربونية نانوية عالية النقاوة مع وجود القليل من الأكسجين. كما أظهرت نتائج حيود الأشعة السينية (XRD) وجود المواد الكربونية النانوية بظهور قمة عريضة عند  $2\theta = 25^\circ$  المميزة للجرافيت بمستواه (٠٠٢). وأكدت نتائج الأشعة السينية عدم تكون أكسيد الجرافين (GO) وأنه تم تقليصه إلى أكسيد الجرافين المخفض (rGO). أظهرت مطيافية الأشعة المرئية فوق البنفسجية (UV-Vis) قاع قوي عند ٢٦٦ نانومتر في طيف النفاذية للمستعلق المصنع، والذي يعزى لوجود المواد الكربونية النانوية. أوضحت نتائج مطيافية تحويل فورييه للأشعة تحت الحمراء (FTIR) روابط الاهتزاز للكربون. إن المواد النانوية المصنعة شبه مستقرة وقليلة التكتل كما استنتجنا من نتائج جهد زيتا. دعمت نتائج تشتت الضوء الديناميكي (DLS) ما استنتج في نتائج المجهر الالكتروني النافذ أن غالبية العينة (٧٣%) هي صفائح الجرافين النانوية وأن الجزء الأقل (٢٧%) هو من جسيمات الكربون الكروية النانوية. في هذا البحث يمكننا التوصل إلى أن تقنية كشط الليزر النبضي في الوسط السائل هي طريقة بسيطة لإنتاج المواد الكربونية النانوية، بالإضافة إلى أن النتائج أكدت أن دفق الليزر عامل مهم يؤثر في نوع المواد النانوية التي قد تصنع عن طريق تقنية كشط الليزر.

# **The Synthesis of Carbon-based Nanomaterials by Pulsed Laser Ablation in Liquids**

**Ghaliyah Ahmed Al-Jabarti**

Supervised By  
**Dr. Reem M. Altuwirqi**  
**Dr. Entesar Ali Ganash**

## **Abstract**

Pulsed Laser Ablation in Liquid (PLAL) is considered as a robust and simple technique to produce nanomaterials. The carbon-based nanomaterials were fabricated via the PLAL technique by irradiating a graphite target with a pulsed Nd:YAG laser of wavelength 532 nm. The graphite target was immersed in distilled water and irradiated for 10 minutes. The pulse length, repetition rate, and fluence were 6 ns, 10 Hz, and 0.4 J/cm<sup>2</sup>, respectively. The structural and physical properties of the synthesized carbon-based nanomaterials were investigated by different analysis methods. The TEM images revealed diverse carbon nanostructure such as nanospheres with a mean diameter of 50 ± 9 nm, nanospheres agglomerated in the shape of a necklace with a mean diameter of 60 ± 11 nm, nanotubes with a mean diameter of 21 nm and average length of 140 nm. However, the dominance was graphene nanosheets in multi layers. EDX spectra confirmed the synthesis of high purity carbon nanostructures with low oxygen concentration. XRD spectrum indicated the presence of carbon nanostructures with the appearance of a broad peak at 2θ = 25° near the graphite peak of (002) plane. This peak is attributed to the formation of stacked layers of graphene nanosheets that are not stacked in an orderly fashion. The XRD results also confirmed the absence of Graphene Oxide (GO), however, it was transformed to reduced

Graphene Oxide (rGO). The transmission UV-Vis analysis showed a strong trough at 266 nm which is attributed to the presence of carbon nanostructures. In addition, FTIR analysis showed the vibration bonds related to carbon. The nanostructures produced were semi-stable with little agglomeration as was inferred from the results of the Zeta Potential. Finally, the DLS analysis confirmed the TEM results that the majority (73%) of the sample were graphene nanosheets with average length of 575 nm and smaller portion (27%) were carbon nanospheres with average diameter of 58 nm. In this work, the PLAL technique is proved to be a simple method for producing carbon-based nanomaterials. Moreover, the results confirm that the fluence of the laser beam is an important factor that affects the type of nanostructures that could be synthesized during laser ablation.