

## تأثیر فشار بر تولید نانولوله‌های کربنی به روش قوس الکتریکی

فربد، منصور<sup>۱</sup>؛ حسنی متین، محمد مهدی<sup>۲</sup>؛ کاظمی نژاد، ایرج<sup>۳</sup>

<sup>۱،۲،۳</sup> گروه فیزیک، دانشکده علوم، دانشگاه شهید چمران اهواز

### چکیده:

در این کار تحقیقاتی نانولوله‌های کربنی به روش قوس الکتریکی تولید گردیدند، در این روش با ایجاد قوس الکتریکی بین دو میله‌ی گرافیتی در حضور گاز آرگون و گاز هلیوم نمونه‌هایی در فشارها و جریان‌های مختلف ساخته شد، که این نمونه‌ها توسط تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) و همچنین الگوی پراش XRD مورد شناسایی قرار گرفت، آزمایش‌ها نشان می‌دهد که میزان تولید نانولوله‌های کربنی در فشار و جریان ۴۰-۴۵ آمپر و در اتمسفر آرگون بیشترین بوده است.

## pressure effect on Producing of carbon nanotubes by Arc discharge method

Farbod, Mansoor<sup>1</sup>; Hasani Matin, Mohmmad Mehdi<sup>2</sup>; Kazeminezhad, Iraj<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Physics Department, Shahid Chamran University, Ahwaz

### Abstract

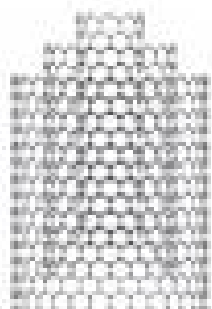
*In This investigation, carbon nanotubes were produced by Arc discharge method. In this work, some samples were produced by applying an Arc between two graphite rodes in the presence of Argon or Helium gases under various pressures and currents. The samples were characterized and identified by scanning electron microscope and X-Ray diffraction(XRD). The results show the optimum conditions for CNT producing by our reactor is 40-45 Ampere current under atmospheric Ar pressure.*

نانولوله‌های کربنی وجود دارد که روش قوس الکتریکی (Arc

مقدمه



الف



ب

شکل ۱- الف- نانولوله تک جداره ب- نانولوله چندجداره

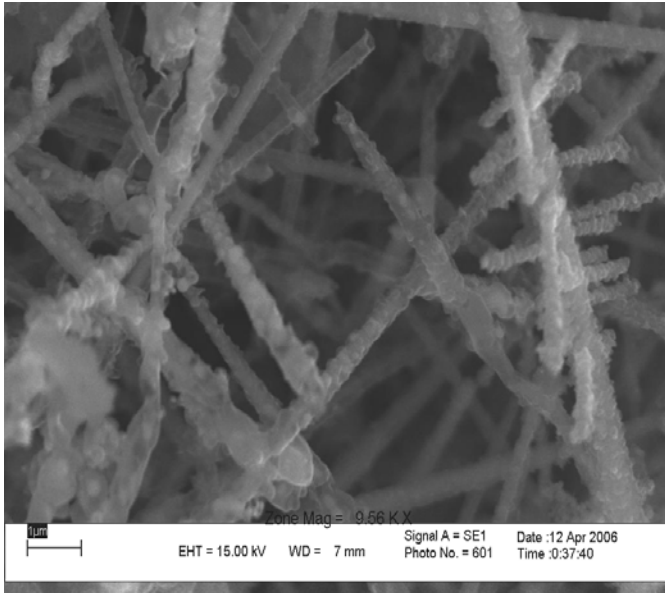
(dischrge)، سایش با لیزری (Laser ablation) و رسوب بخار شیمیایی (CVD) از جمله آنها می‌باشند. به دنبال ساخت نانولوله‌های کربنی در گروه فیزیک دانشگاه شهید چمران [۵] به روش

نانولوله‌های کربنی چند جداره در سال ۱۹۹۱ [۱] و تک جداره در سال ۱۹۹۳ [۲،۳] توسط دانشمند ژاپنی به نام ایجیما ساخته شدند. نانولوله‌های چند جداره قطری بین ۳۰-۴۰ nm و طول حدود میکرومتر داشتند. نانولوله‌های کربنی به صورت صفحات گرافیتی لوله شده می‌باشند.

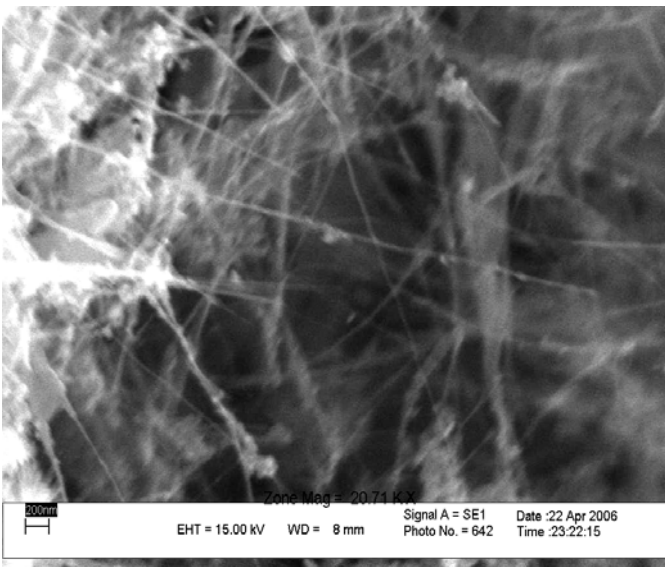
خواص منحصر به فرد نانولوله‌های کربنی باعث شده که کاربردهای مختلفی پیدا کنند و لذا مورد توجه دانشمندان حوزه‌ی نانوتکنولوژی واقع شده اند. مدول یانگ نانولوله‌های کربنی از مدول یانگ الماس بیشتر است، همچنین چگالی آنها از AI نیز کمتر می‌باشد، دارای پایداری گرمایی بالایی می‌باشد، قابلیت بالای انتقال الکتریسته را دارند و حتی خاصیت ابررسانایی را نیز از خود بروز داده‌اند و ادعاهایی شده که ابررسانایی دمای اتاق نیز در نانولوله‌های کربنی وجود دارد [۴]. روش‌های متفاوتی برای ساخت

ملاحظه می‌گردد که با این ویژگی‌ها به جای نانولوله‌های کربنی، فیبرهای کربنی تشکیل شده‌اند.

شکل (۴) تصویر SEM نمونه‌ای را نشان می‌دهد که در فشار اتمسفر گاز آرگون و جریان ۴۵-۴۰ آمپر تهیه شده است، که با توجه به مقیاس تصویر ملاحظه می‌گردد نانولوله‌هایی با قطر حدود



شکل ۳- نانولوله‌های کربنی در فشار ۱/۳ اتمسفر آرگون و جریان ۴۵-۴۰ آمپر



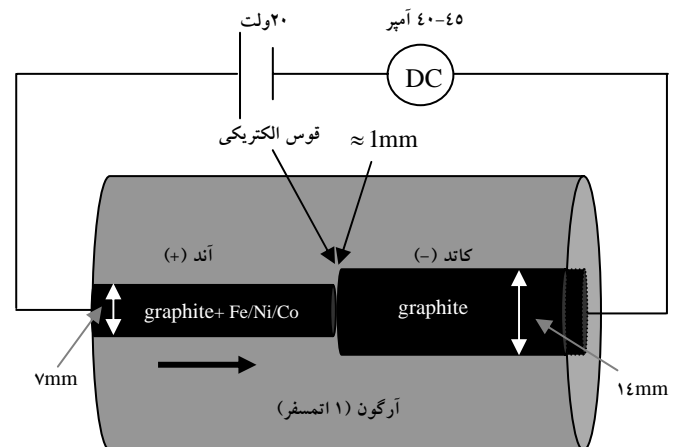
شکل ۴- نانولوله‌های کربنی در فشار اتمسفر آرگون و جریان ۴۵-۴۰ آمپر

۲۰-۳۰ نانومتر تهیه شده‌اند. برای فشارهای پایین‌تر تصاویر SEM رشد بسیار جزئی نانولوله‌های کربنی را نشان می‌داد. همچنین شکل (۵) تصویر SEM نمونه‌ای را نشان می‌دهد که در فشار اتمسفر هلیوم

قوس الکتریکی توسط راکتور طراحی شده در گروه، افزایش خلوص نانولوله‌های کربنی تولید شده در این روش نیز دنبال شد. کار حاضر بررسی فشارها و اتمسفرهای مختلف تحت جریان‌های متفاوت برای تولید نانولوله‌های کربنی و نهایتاً یافتن روش بهینه برای تولید نانولوله‌های کربنی به روش قوس الکتریکی است. SEM نمونه‌ها توسط دستگاه میکروسکوپ الکترونی روبشی مدل- Leo1455 VP با دستگاه سیستم آنالیز INCA اکسفورد والگوی XRD نمونه‌ها توسط دستگاه پراش X-Ray مدل PW-۱۸۰۰ ساخت شرکت فیلیپس، مورد بررسی قرار گرفت.

### آزمایش:

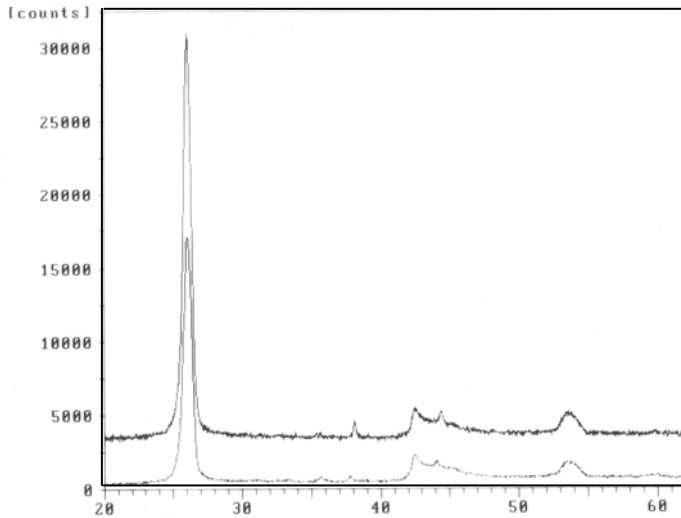
شکل (۲) طرحی از راکتور استفاده شده برای تولید نانولوله‌های کربنی را نمایش می‌دهد، پس از اتصال میله‌های گرافیتی و سپس ایجاد فاصله‌ای حدود یک میلی‌متر، قوس الکتریکی ایجاد می‌گردد و نانولوله‌های کربنی بر روی گرافیت کاتد تشکیل می‌گردند. فاصله ۱ میلی‌متری بین میله‌های گرافیتی در تمام مدت تشکیل نانولوله‌ها باید حفظ گردد. که این کار توسط یک کنترلر صورت می‌گرفت. بدین ترتیب جریان‌های مختلفی از ۵۵- ۲۰ آمپر و فشارهای بین ۱/۳-۰/۷ اتمسفر در محیط‌های Ar و He آزمایش شدند. تصاویر SEM نشان می‌داد که جریان مناسب برای تولید نانولوله‌های کربنی ۴۵-۴۰ آمپر می‌باشد. شکل (۳)



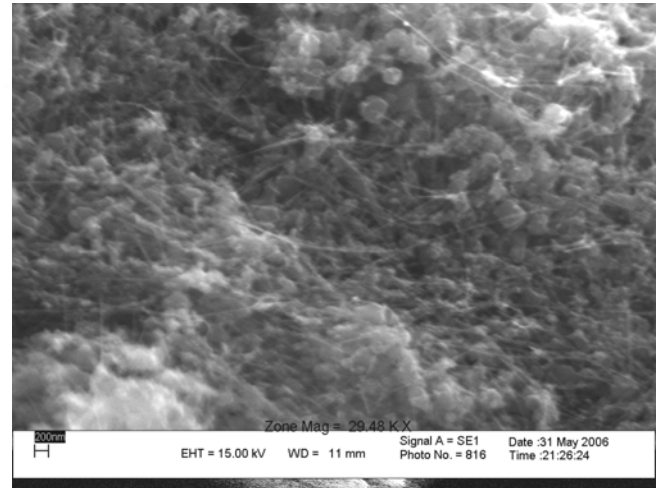
شکل ۲- راکتور تولید نانولوله‌های کربنی

تصویر SEM نمونه‌های تهیه شده در فشار ۱/۳ اتمسفر گاز آرگون و جریان ۴۵-۴۰ آمپر را نشان می‌دهد. با توجه به مقیاس تصویر

وجریان ۴۵-۴۰ آمپر تهیه شده است، اگرچه نانولوله‌های کربنی تشکیل شده‌اند ولی مقدار آنها در مقایسه با اتمسفر آرگون کمتر می‌باشد.



شکل ۶- XRD مربوط به فشارهای مختلف آرگون در جریان ۴۵-۴۰ آمپر نمودار بالایی- فشار اتمسفر آرگون نمودار پایینی- فشار ۱/۳ اتمسفر آرگون



شکل ۵- نانولوله‌های کربنی در فشار اتمسفر هلیوم و جریان ۴۵-۴۰ آمپر

### مرجع‌ها:

- [۱] S.Iijima, Nature, **354**(1991) 56  
[۲] S.Iijima, T. Ichihashi, Nature **363** (1993) 603  
[۳] D.S. Bethune et al, Nature **363** (1993) 605  
[۴] سایت ویژه توسعه فناوری نانو- کد مقاله ۱۳۲  
<http://www.irannano.org>- بهمین ۸۳  
[۵] الف- پرهوده، سعید؛ پایان نامه کارشناسی ارشد؛ استاد راهنما دکتر منصور فرید؛ دانشگاه شهید چمران اهواز؛ ۱۳۸۴  
ب- منصور، فرید؛ کاظمی‌نژاد، ایرج؛ پرهوده، سعید؛ تولید نانولوله‌های کربنی به روش قوس الکتریکی مجله علوم؛ دانشگاه شهید چمران(ارائه شده).

این مطالعه نشان می‌دهد که برای راکتور طراحی شده با ابعاد موجود، شرایط بهینه برای ساخت نانولوله‌های کربنی فشار اتمسفر آرگون و جریان عبوری ۴۵-۴۰ آمپر از الکترودها می‌باشد. شکل (۶) الگوی XRD نمونه تولید شده در شرایط بهینه را نشان می‌دهد که با XRD استاندارد نانولوله‌های کربنی مطابقت دارد.

### نتایج:

نتیجه بدست آمده نشان می‌دهد که با کاهش و افزایش فشار نسبت به فشار جو احتمال تشکیل نانولوله‌های کربنی کاهش می‌یابد و فشار اعمال شده قطر نانولوله‌ها را تغییر می‌دهد. در فشار اتمسفر آرگون و جریان ۴۵-۴۰ آمپر نانولوله‌هایی به ضخامت ۳۰-۲۰ نانومتر و طول ۳-۲ میکرومتر تولید شد.