

# عندما يكون للأشياء الصغيرة جدًا أثر عظيم الإشعاعات المؤينة كأداة لهندسة النطاق النانوي

بقلم ساشا إنريكي

## ما هي استخدامات الجسيمات النانوية وكيف يمكن صنعها؟

يُمكن استخدام الجسيمات النانوية في الزراعة والطب والمستحضرات التجميلية والصناعة. ونظرًا لحجمها النانوي النطاق، فهي أجهزة ممتازة للتخزين والنقل والاختراق والتوزيع، وحمل وإيصال الأدوية والأسمدة والمركبات النشطة بيولوجيًا إلخ، إلى مواضع محددة داخل الكائن الحي أو الهيكل.

ويمكن أن تكون الجسيمات النانوية مصنوعة من مركبات غير عضوية ومن بوليمرات طبيعية واصطناعية. وبحسب الكيفية التي سيستخدم بها الجسيم النانوي، يمكن تصنيعه في هياكل متنوعة. فعلى سبيل المثال، تتكوّن بوليمرات نواة وقشرة الجسيمات النانوية من ثلاثة مكونات: القشرة الخارجية (وهي بوليمر يحقّق استقرار المواد الكيميائية التي تتكوّن القشرة الداخلية)؛ والقشرة الداخلية (التي يمكن أن تكون مصنوعة من جسيمات مقاومة للماء)؛ والنواة المركزية، التي تحتوي على عوامل مضادة للميكروبات أو على عقاقير مكافحة للسرطان (انظر الشكل ١). ويمكن استخدام الجسيمات النانوية التي لها مثل هذا الهيكل لتغليف الفواكه مما يمنع نمو الفطريات، مثل مرض النبات من نوع *Sphaceloma ampelinum*، وهو تعفن أحمر فاقع غالبًا ما يصيب العنب.

## ما هي التطبيقات الطبية الممكنة لهذه التكنولوجيا؟

يمكن أن تُصمّم الجسيمات النانوية فقط لإطلاق محتواها في وقت معيّن (أو خلال فترة زمنية محددة) وفي موضع معيّن. فعلى سبيل المثال، يعمل الباحثون على تطوير الجسيمات النانوية التي عندما تُمرّج بالمستحضرات الصيدلانية الإشعاعية (أو تُصنّع من هذه المستحضرات بالذات) لا تنتقل سوى إلى الخلايا السرطانية ولا تتوجّه إلى أي موضع آخر، والتي تكون قادرة على التغلغل داخل تلك الخلايا لإطلاق الأدوية اللازمة.

وتشارك اثنتا عشرة دولة عضوًا، هي الأرجنتين وإيران وإيطاليا وباكستان والبرازيل وبولندا وتايلند وسنغافورة وماليزيا ومصر والمكسيك والولايات المتحدة الأمريكية، في مشروع بحثي منسق تابع للوكالة من أجل استخدام الجسيمات

## عشرات

من الدول الأعضاء في الوكالة تستخدم اليوم الإشعاعات المؤيّنة لإنتاج الجسيمات النانوية لاستخدامها في الزراعة والطب ومستحضرات التجميل والتطبيقات الصناعية، بينما تبحث دول أعضاء أخرى عن أساليب لإنتاج منتجاتها وعملياتها الخاصة. وتقدّم أدناه وانفيمول باسانفان، الأستاذة المساعدة في مركز المعالجة الإشعاعية لتعديل البوليمرات والتكنولوجيا النانوية التابع لجامعة كاسيتسارت في تايلند، توضيحًا لأساسيات الجسيمات النانوية وتحدّث عن إمكانيات الحث.

## إلى أي مدى يكون الجسيم النانوي صغيرًا؟

الجسيمات النانوية هي هياكل صغيرة جدًا من صنع الإنسان وتُقاس بالنانومتر. ويساوي واحد نانومتر واحدًا من المليار من المتر.



وبعبارات أكثر استخدامًا يوميًا، يعتبر النانومتر أصغر بـ ١٠٠ ٠٠٠ مرة من قطر شعرة واحدة. ولا يمكن رؤية الأشياء النانوية النطاق بالعين المجردة. بل يحتاج الباحثون إلى استخدام مجاهر قوية جدًا.

والجسيمات النانوية والهياكل النانوية ليست جديدة تمامًا. ولكنّ قدرة الإنسان على العمل والقياس والتحكم على النطاق النانوي هي المسألة الجديدة.

"الجسيمات النانوية والهياكل النانوية ليست جديدة تمامًا. ولكنّ قدرة الإنسان على العمل والقياس والتحكم على النطاق النانوي هي المسألة الجديدة."

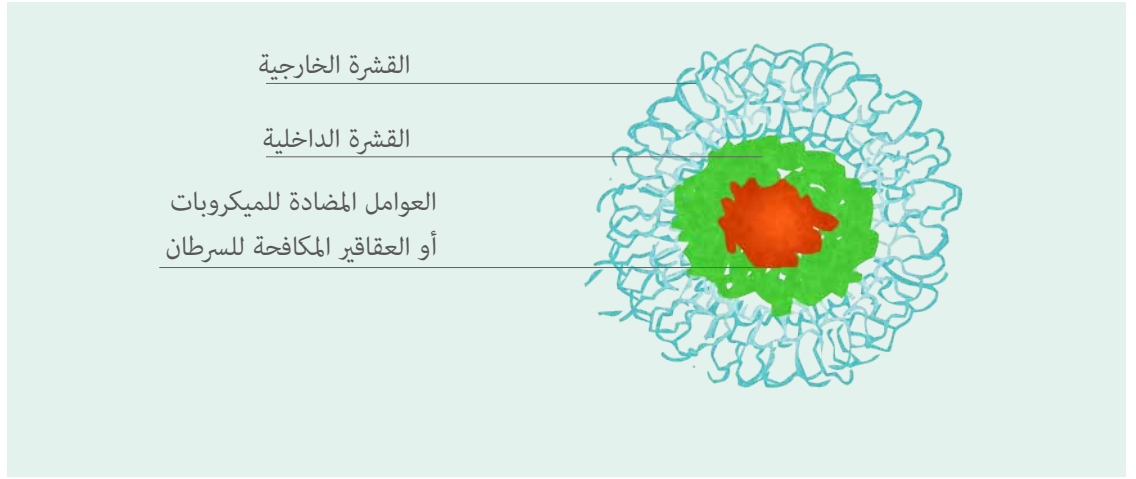
— وانفيمول باسانفان، الأستاذة المساعدة في مركز المعالجة الإشعاعية لتعديل البوليمرات والتكنولوجيا النانوية، جامعة كاسيتسارت، تايلند

وانفيمول باسانفان تفسّر التصميم الجزيئي للجسيمات النانوية لطلاب مركز المعالجة الإشعاعية لتعديل البوليمرات والتكنولوجيا النانوية التابع لجامعة كاسيتسارت في تايلند، حيث تعمل كأستاذة مساعدة.

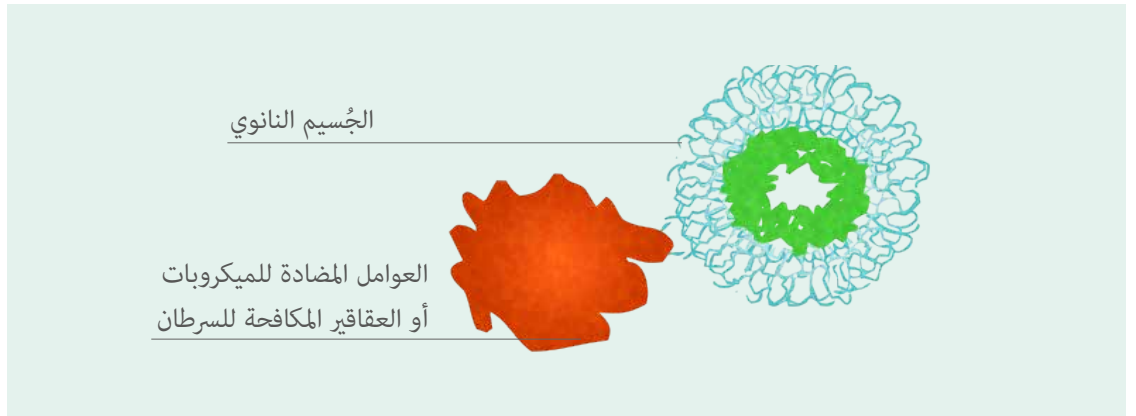
(الصورة من: ت. بيرونبان)

## الجسيم النانوي

الشكل - ١: تتكوّن بوليمرات نواة وقشرة الجسيمات النانوية من ثلاثة مكونات: القشرة الخارجية (وهي بوليمر يحقّق استقرار المواد الكيميائية التي تكوّن القشرة الداخلية)؛ والقشرة الداخلية (التي يمكن أن تكون مصنوعة من جسيمات مقاومة للماء)؛ والنواة المركزية، التي تحتوي على عوامل مضادة للميكروبات أو على عقاقير لمكافحة للسرطان.



الشكل - ٢: تحتوي بوليمرات نواة وقشرة هذا الجسيم النانوي على العوامل المضادة للميكروبات أو العقاقير لمكافحة للسرطان خارج القشرة الخارجية (وهي بوليمر يحقّق استقرار المواد الكيميائية التي تكوّن القشرة الداخلية) (التي يمكن أن تكون مصنوعة من جسيمات مقاومة للماء).



وتجدر الإشارة إلى أنّ الجسيمات النانوية التي يتم صنعها لا تكون في حد ذاتها جسيمات مشعّة.

(ولمزيد من المعلومات عن تفاعل البوليمرات الطبيعية مع الإشعاعات المؤيّنة، انظر الإطار الخاص بالعلم في الصفحة ١١).

## كيف تُشارك الوكالة في هذه العملية؟

تعمل الوكالة على الترويج لاستخدام المعالجة الإشعاعية للبوليمرات الطبيعية، مثل تلك المستخدمة لصنع جسيمات نانوية، وذلك جزئياً عن طريق مساعدة الدول الأعضاء على اكتساب وتطوير الخبرة في استخدام الإشعاعات المؤيّنة للأغراض الطبية والصناعية والتجارية. وما انفكت الوكالة، طيلة ٣٠ عاماً خلت، تزوّد البلدان المهتمة بالتدريب (حلقات العمل وزيارات الخبراء والمنح الدراسية) في هذا المجال، كما أنّها نظّمت مشاريع بحثية تعاونية متعددة البلدان وعملت على استكشاف حدود التكنولوجيا الإشعاعية فيما يتعلق بالتعامل مع البوليمرات والجسيمات النانوية.

النانوية لصنع عقاقير تستهدف علاج السرطان. ولا تستطيع هذه المستحضرات الصيدلانية النانوية فقط اختراق الخلايا السرطانية بسهولة أكبر من الأنواع الأخرى من المستحضرات الصيدلانية، ولكنها تبقى كذلك داخل الكتلة الورمية مدة أطول من العقاقير الأخرى. وفي حال نجاح هذا المشروع، فإنّه يمكن أن يُحدّث تغييرات جذرية في علاج السرطان عن طريق تقليل احتمال إلحاق الضرر بالخلايا السليمة، وبالتالي بالمريض بسبب العقاقير المصمّمة للقضاء على الخلايا السرطانية. ويمكن تصميم هيكل هذه الجسيمات النانوية على نحو مشابه لما ذكرته سابقاً أو يمكن أن تُصمّم بشكل مخالف تماماً. فعلى سبيل المثال، يستخدم بعض الباحثين الجسيمات النانوية التي تشبه بالجسيم الذي يظهر في الشكل ٢.

## ما علاقة الإشعاعات بالجسيمات النانوية؟

إنّ استخدام مهنين مدربين للإشعاعات المؤيّنة في بيئة خاضعة لرقابة شديدة هي أداة سريعة وفعالة يمكن استخدامها لتعديل و/أو مزج المواد التي ستُشكّل جسيمات نانوية. وهي عملية نظيفة ومنخفضة الحرارة ويمكن في بعض الأحيان إعداد وتعقيم منتج مكوّن من جسيم نانوي في خطوة واحدة.