الكيميائية الدقيقة. بالواقع، في بداية العام 2009 ذكر ستيوارت ليندسي S. Lindsay وزملاؤه من جامعة ولاية أريزونا تجارب أظهرت أنه يمكن تمييز القواعد الأربع للدنا بهذه الطريقة.

وبالرغم من التحديات التقنية الرهيبة، يحاول فريق أوربي بقيادة رادومير زيكيك R. Zikic من معهد الفيزياء في بلغراد، صربيا مع مجموعات أخرى من سويسرا، وإيرلندا، استنباط أداة تستخدم مبدأ الكشف هذا. تخيلوا سحب الدنا من خلال ثقب نانوي من نتريد السليكون أثناء رصد التيار بين قطبين كهربائيين –عبارة عن أنبوبين نانويين كربونيين، جرى الوصل الكهربائي الدقيق بواسطة الغرافين الملفوف.

حتى الآن، استطاع الباحثون وضع الأنابيب النانوية على غشاء الركازة والحفر باتجاه إشارة التجمع assembly بحزمة إلكترونية. ولكن ليكون هناك إمكانية التمييز بين القواعد الأربع باستخدام تيار الأنبوب، يجب أن تكون نهايات الأنابيب النانوية قريبة جداً من بعضها وأن يكون قطر الفتحة ذاتها ليس أكثر من نانومتر واحد أو اثنين، إذا كان الثقب واسعا جدا، فإن قواعد الدنا يمكن أن تدور، مما يجعل تحليل البيانات أمراً صعباً. تقول ألكسندرا رادينوفيتش A. Radenovic، من معهد البوليتكنيك الفيدرالي السويسري في لوزان (EPFL)، إن الباحثين يفكرون بإضافة مجموعات كيميائية لنهايات الأنابيب النانوية لربط القواعد وجمعها ببعض بثبات، وليخففوا من سرعة الدنا، فإنهم يهدفون لمسك الشريطة بمصيدة ضوئية. وتعترف رادينوفيتش «أنه طريق صعب، ويمكن أن لا يعمل». لكن درجة التحكم في الحركة الجزيئية التي يمكن تحقيقها في هذه الأداة من الممكن أن تكون ذات قيمة في الدراسات الأساسية للبيولوجيا الجزيئية مثل التفاعلات بين الدنا والبروتينات، حتى ولو لم تثبت أنها الطريقة الأفضل للسلسلة السريعة.

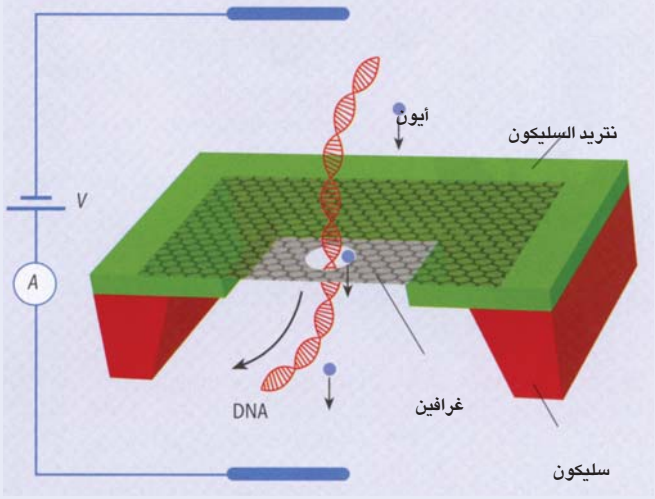
أحد التحديات مع الثقوب النانوية بالحالة الصلبة أن الصفائح التي تثقب عليها هي ثخينة نوعاً ما، وبالتالي سيشغل عدد كبير من النيوكليوتيدات الثقب بآن واحد معاً. المشكلة الأخرى هي أنه من الصعب أن تصنع ثقوباً محددة بالدقة نفسها وبشكل قابل للإعادة من حيث الحجم والشكل. انضم بيلي مؤخراً مع فريق الفيزيائي سيز ديكر C. Dekker، من جامعة ديلفت التقنية في هولندا، لجمع مزايا الطريقتين العضوية واللاعضوية بأسر α-HL داخل ثقب نانوي لاعضوي على نتريد السليكون. أولاً ربط الباحثون جزيء α-HL في نهاية الشريطة المزدوجة اللولبية للدنا والتي تخدم هنا لسحب الدنا من خلال ثقب ضيق جداً لسحب البروتين من خلاله وبالتالي تستقر في الفتحة. يقص بعدها الدنا بعيداً.

الغرافين للإنقاذ؟

ولكن يوجد الآن خيار جديد يولد الكثير من الإثارة. في بداية هذه السنة، ذكرت ثلاث مجموعات بحثية وبشكل مستقل أنهم سحبوا دنا من خلال ثقب نانوي حفر على صفيحة غرافين (الشكل 3): صفيحة من الكربون النقي ترتبط فيها الذرات مع بعض بترتيب مسطح من الأشكال السداسية. عزلت الدنا للمرة الأولى في عام 2003 من قبل أندري غيم وكونستانتين نوفوسيلوف من جامعة مانشستر بالمملكة المتحدة، واللذين تشاركا في جائزة نوبل للفيزياء للعام 2010 لجهودهما، وجرى الترحيب بالغرافين كأحد أكثر المواد إثارة في عصرنا، وهو: ناقل كهربائي عالٍ، فائق الرقّة، قوي وغير مكلف. يقول بيلي: «إنها مادة لاتصدق». السُمْك الفعال لطبقة أحادية من الغرافين التي تبلغ 6 أنغستروم فقط تعني أن قاعدة أحادية ستستقر في الثقب عند سحب الدنا.

سحب الدنا من خلال ثقب نانوي من الغرافين وما يتبعه من توقيف للتيار الأيوني، تم ذكره في الوقت نفسه من قبل فريق ديكر في ديلفت، ومن قبل مجموعة من جامعة بنسلفانيا، ومن قبل برانتون وزملائه في جامعة هارفارد. وبالرغم من أنه لم تتمكن أي من المجموعات حتى الآن من إظهار أن إيقاف التيار الأيوني يمكن أن يميز بين قواعد الدنا، إلا أنهم يشعرون أن الغرافين قد يثبت دوراً مهماً في التقانة. «أنا أؤمن أن الغرافين قد يكون حقاً مغيّر اللعبة»، تقول ماريا درنديش M. Drnaic من فريق بنسلفانيا.

الشكل 3: الثقب النانوي الغرافيني:



يمكن أن يقدم الغرافين بديلاً مثيراً عن طرائق البروتين التي سيطرت حتى الآن على سلسلة الدنا. هنا يسحب الدنا من خلال صفيحة غرافين مفردة، والتغير الناجم في التيار الأيوني يكشف من خلال مقياس الأمبير.