بناء المهارات والمعارف بالاستعانة بمفاعلات البحوث

بقلم نيكول جاويرث

طلاب يؤدون تجارب مختبرية في الزمن الحقيقي عن بُعد عبر الربط مع صف دراسي في مفاعل البحوث RA-6 في الأرجنتين.

(الصورة من: بابلو سانتيرو/الهيئة الوطنية للطاقة الذرية في الأرجنتين)

تُعَدُّ مفاعلات البحوث أحد الموارد المهمة لتدريب المهنيين النوويين في جميع أنحاء العالم، لكن قرابة رُبع البلدان فقط تملك مفاعلات بحوث خاصة بها.

وقال كريستوف كزيري، مدير شعبة دورة الوقود النووي وتكنولوجيا النفايات في الوكالة: "عدم امتلاك مفاعل بحوث يجب ألَّا يحدَّ من خيارات أيِّ بلد عندما يتعلق الأمر بتعليم وتدريب المهنيين النوويين. فاليوم ثمَّة مجموعة متنوِّعة من الاحتمالات."

فللمساعدة على ضمان حصول الطلاب والمهنيين النوويين على ما يحتاجون إليه من تعليم وتدريب، سواء أكان بلدهم يمتلك مفاعل بحوث أم لا، تدعم الوكالة الدورات التدريبية الدولية، سواء على أرض الواقع أو عن بُعد، مثلما تيسَّر التعاون فيما بين البلدان لزيادة الوصول إلى مفاعلات البحوث.

ومفاعل الأبحاث هو مفاعل نووي يُستخدم في المقام الأول، بدلاً من توليد الطاقة، لإنتاج النيوترونات. وعلى الرغم من أنَّ مفاعلات البحوث تُستخدم بشكل أساسي لأغراض البحوث والتطبيقات، إلَّا أنها تضطلع أيضاً بدور بارز في تعليم وتدريب المهنيين، اليافعين والراسخين، ممَّن يعملون في مرافق نووية، ومجالَي الوقاية من الإشعاعات، والتنظيم النووي.

وقال ديفيد سيرز، مسؤول أمان أول في الوكالة الدولية للطاقة الذرية: "توفِّر مفاعلات البحوث طريقة عملية لاكتساب فهم أكثر عمقاً للمبادئ الأساسية وراء تشغيل المفاعل، وبالنظر إلى كيفية تصميمها، يمكن استخدامها لمحاكاة أنواع مختلفة من ظروف المفاعل بطريقة مأمونة، وهو أمر غير ممكن باستخدام مفاعل قوى نووية."

الربط عبر الإنترنت

بالنسبة لطلاب الفيزياء والهندسة النووية، تُعَدُّ التجارب التي تستخدم مفاعل بحوث أداةَ تعلُّم أساسيةً. ومع ذلك، لا يمكن دائماً الحضور شخصيًّا في مفاعل البحوث، خاصةً عندما لا يمتلك بلد الطالب مفاعل بحوث. وتُسَدُّ هذه الفجوة الآن عن طريق بدائل من قبيل مشروع مختبر الوكالة للمفاعلات على شبكة الإنترنت (IRL). وتمَّ إنشاء المختبر المذكور في عام ٢٠١٥، وهو يوفِّر مكوِّناً مجدياً من حيث التكلفة وعمليًّا لتدريب كلٍّ من الطلاب والمهنيين من خلال ربط الصفوف الدراسية في أي مكان في العالم بصفوف دراسية مرتبطة بمفاعلات بحوث عاملة وذلك عبر الإنترنت. وهو ما يتيح للمشاركين الانخراط في تجارب حيَّة في مجال فيزياء المفاعلات ومعرفة المزيد عن عمليات المفاعل.

وقال خوسيه دافيد كريميه أنجيل بيلو، وهو الآن أستاذ وباحث في قسم الفيزياء الذرية والجزيئية في المعهد العالي للتكنولوجيات والعلوم التطبيقية في كوبا: "عندما شاركت في مختبر المفاعلات على شبكة الإنترنت في عام ٢٠١٨، تعلَّمت بالفعل الكثير عن المفاعلات، رغم أنني لم أرَ مفاعلاً من قبل. وكان مشروع مختبر المفاعلات على شبكة الإنترنت تجربة مدهشة لتدريبي كمهندس نووي لأننا لا نملك مفاعلاً نوويًّا في كوبا، لذا سمح لي ذلك برؤية وممارسة ما درسناه من الناحية النظرية، وبالتفاعل مع مفاعل

نووي في الزمن الحقيقي وإجراء تجارب. لقد ساعدني ذلك في إعدادي لمهنتي."

كان كريميه طالبَ هندسة نووية عندما استفاد من مشروع مختبر المفاعلات على شبكة الإنترنت الذي أُنشئ من خلال اتفاق بين الوكالة والهيئة الوطنية للطاقة الذرية (CNEA) في الأرجنتين. ووُقِّع الاتفاق في عام ٢٠١٣ وشكَّل أساسَ مشروع مختبر المفاعلات على شبكة الإنترنت في أمريكا اللاتينية، والذي كان أحد أوائل مشاريع المختبر المذكور، بالإضافة إلى مشروع مختبر مماثل آخر مع فرنسا. وعلى الرغم من أن مشروع مختبر المفاعلات على شبكة الإنترنت مع فرنسا قد انتهى بالإغلاق الدائم للمفاعل المضيف، فإن مشاريع المختبر المذكور توسَّعت منذ ذلك الحين نحو أفريقيا وآسيا والمحيط الهادئ وأوروبا، مع وجود مفاعلات مضيفة في الجمهورية التشيكية وجمهورية كوريا والمغرب، ويتمُّ النظر حاليًّا في مفاعلات مضيفة جديدة في أجزاء أخرى من أوروبا وجنوب شرق آسيا.

التدريب في الميدان

بينما يوفِّر مختبر المفاعلات على شبكة الإنترنت الوصول عن بُعد إلى التعليم باستخدام مفاعلات البحوث، ما تزال الدورات التدريبية الميدانية المباشرة، وجهاً لوجه، التي تنظِّمها الوكالة توفِّر وسيلة مهمة لبناء المهارات والمعارف والشبكات. فطوال عقود مضت، دعمت الوكالة ونسَّقت التدريب لمئات الطلاب والمهنيين الشبَّان والمتخصِّصين المتمرِّسين. وتغطي هذه الدورات موضوعات مثل التشغيل والصيانة، والتفتيش الرقابي على الأمان، والأمن النووي والحماية المادية، والاستخدامات المحدَّدة للتطبيقات، مثل إنتاج النظائر المشعَّة لأغراض الطب واختبار المواد لأغراض الصناعة.

وقال لوكا سنوج، عالم فيزياء المفاعلات بمعهد جوزيف ستيفان في سلوفينيا، المنخرط أيضاً في دورة تدريبية في إطار منح دراسية جماعية مقدَّمة من الوكالة تُسمَّى مبادرة أوروبا الشرقية بشأن مفاعلات البحوث (EERRI) "إنها تجربة قيِّمة أن تزور مفاعل بحوث وأن تجري بعض التجارب وأن تعيش تجربة تشغيل مفاعل البحوث." وتتضمَّن هذه المبادرة دورة مدتها ستة أسابيع للمهنيين الشبَّان تركِّز على جميع جوانب مفاعلات البحوث.

وأضاف سنوج قائلاً: "يستفيد العديد من المشاركين في دورات مبادرة مفاعلات البحوث في أوروبا الشرقية خبراتهم واتصالاتهم المكتسبة خلال مثل هذه الدورات التدريبية في أن يصبحوا علماء ومهندسين ناجحين عندما يعودون إلى بلدانهم. وفي بعض الحالات، يصبحون خبراء نوويين بارزين في بلدانهم." وتابع قائلاً: "بالنسبة لنا كمضيف، مثَّلت هذه المبادرة وسيلة مهمة لتعزيز الإحاطة الدولية بمفاعلنا، وسمحت لنا بإجراء اتصالات في هذا المجال للتعاون طويل الأجل والزيارات العلمية والتدريب." وتمثِّل مبادرة أوروبا الشرقية بشأن مفاعلات البحوث إحدى الأنشطة المتعددة المدعومة من الوكالة، وتشمل الأنشطة الأخرى الدورات الإقليمية والدورات الدراسية في مجال مفاعلات البحوث في أفريقيا وآسيا والمحيط الهادئ وأمريكا اللاتينية.

وللحصول على تدريب أكثر تقدُّماً، وكذلك لتيسير الوصول بشكل أكبر إلى مفاعلات البحوث لإنجاز أعمال علمية، أطلقت الوكالة مخطَّط المراكز الدولية القائمة على مفاعلات البحوث المسمَّاة من الوكالة في عام ٢٠١٤. وفي إطار هذا المخطَّط، تطوَّعت مراكز بحوث بارزة في جميع أنحاء العالم وأخذت بزمام المبادرة في إتاحة فرص للتعاون الدولي. ولكي يصل أيُّ بلد إلى أحد المراكز الدولية القائمة على مفاعلات البحوث، يجب أن يصبح منتسباً بأن يوقِّع اتفاقاً ثنائيًّا مع أحدها. وتعمل الوكالة على تيسير هذه العملية من خلال، على سبيل المثال، مشاركة المعلومات عن القدرات التي توفِّرها المراكز الدولية القائمة على مفاعلات البحوث.

وقال كزيري: "يضطلع مخطَّط المراكز الدولية القائمة على مفاعلات البحوث بدور مهم، ليس فقط في تدريب المشغِّلين ولكن أيضاً في تيسير الوصول إلى مفاعلات البحوث الأكثر ملاءمةً لأنواع محدَّدة من التجارب." وثمَّة مراكز دولية قائمة على مفاعلات البحوث في بلجيكا وجمهورية كوريا وروسيا وفرنسا، إلى جانب مركزين في الولايات المتحدة.

"كان مشروع مختبر المفاعلات على شبكة الإنترنت تجربة مدهشة لتدريبي كمهندس نووي لأننا لا نملك مفاعلاً نوويًّا في كوبا، لذا سمح لي ذلك برؤية وممارسة ما درسناه من الناحية النظرية، وبالتفاعل مع مفاعل نووي في الزمن الحقيقي وإجراء تجارب. لقد ساعدني ذلك في إعدادي لمهنتي."

— خوسيه دافيد كريميه أنجيل بيلو، مشارك سابق بمختبر الوكالة للمفاعلات على شبكة الإنترنت، كوبا

تعزيز المعرفة عبر الإنترنت

تُعَدُّ دورات التعلُّم الإلكتروني التي تطوِّرها الوكالة موارد مفيدة تتمِّم التعليم والتدريب المتعلقين بمفاعلات البحوث. وهذه الدورات متاحة في موضوعات مثل:

- مقدِّمة لموظفي مفاعلات البحوث (متاحة أيضاً باللغة الإسبانية)
- التحليل بالتنشيط النيوتروني
- التقنيات التحليلية النووية في مجال علوم التحليل الجنائي
- الوقاية من الإشعاعات والتصرُّف في النفايات
- برامج التفتيش الرقابي
- أمان مفاعلات البحوث
- التخطيط الاستراتيجي للمؤسسات النووية الوطنية