الأرض والريح

بقلم: دانا ساكتشيتي

إعداد محطات القوى النووية لمواجهة غضب الطبيعة.

إنّ توليد القوى النووية لا يتم في فراغ. وقد تنتج مخاطر نتيجة التعرض للعوامل الخارجية مثل الأعاصير والزلازل والحرائق والتسونامي والبراكين. وباعتبار أنّ الأمان هو أهم الأولويات للمحطات النووية، فمن الضروري لمصممي ومشيدي المنشآت النووية الإعداد لأسوأ ما يمكن أن تأتي به الطبيعة.

صورة لجبل إتنا من الفضاء /عن وكالة ناسا

والنار

منذ بداية العهد بالقوى النووية، كانت المخاوف الأساسية المتعلقة بمحطات القوى النووية تتعلق باحتمال الخطأ البشري أو العطل الميكانيكي، مما يؤدي إلى تسرب الإشعاع إلى البيئة. وهناك أمثلة مثل حادثي تشرنوبيل وثري مايل آيلاند تركت انطباعاً بأنّ أكبر عوامل الخطورة تأتي من داخل جدران المحطة.

بيد أنّ الأحداث التي وقعت في السنوات الأخيرة أشارت إلى وجود شبح مخاطر جديدة: وهي أنّ أكبر خطورة تواجه تشغيل المحطة تكمن خارج جدرانها، وليس داخلها. إنّ توليد القوى النووية لا يحدث في فراغ. ومع انتشار المحطات حول العالم وتعرضها للعوامل الخارجية، فإنّ هناك فرصة لتعرضها جميعاً للظواهر الطبيعية. وقد تنتج مخاطر نتيجة التعرض للعوامل الخارجية مثل الأعاصير والزلازل والحرائق والتسونامي والبراكين. وباعتبار أنّ الأمان هو أهم الأولويات للمحطات النووية، فمن الضروري لمصممي ومشيدي المنشآت النووية الإعداد لأسوأ ما يمكن أن تأتي به الطبيعة.

الحساسية للزلازل

وقع حدث من أوائل الأحداث الخارجية التي أثارت انتباه الأوساط النووية منذ أكثر من ثلاثين عاماً مضت، عندما حدث زلزال عام 1977 في رومانيا مما أثّر على محطة كوزلودوي للقوى النووية الواقعة بالقرب من بلغاريا. وقد سببت الهزة أضراراً سطحية فقط في أجزاء المحطة غير ذات الصلة بالأمان، ولكنها نبهت المجتمع الدولي إلى إمكانية وجود نقاط ضعف محتملة داخل بعض المحطات القديمة السوفياتية التصميم.

يوضح أيبارس جوربينار، المدير السابق لشعبة أمان المنشآت النووية بالوكالة الدولية للطاقة الذرّية قائلاً "إنّ زلزال فرانسيا الذي وقع عام 1977 كان بمثابة جرس إنذار فيما يتعلق بالمحطات السوفياتية التصميم". ويتابع "كما دفع الاتحاد السوفياتي السابق إلى تقوية المحطة الواقعة في أرمينيا، وأدى إلى شروع الوكالة في إرسال أول بعثة للمساعدة – من بعثاتها العديدة – لفحص تصاميم المحطات الموجودة في جميع أنحاء الإقليم."

كما أطلق حادث تشرنوبيل العنان لكثير من التأمل بشأن الأمان النووي عبر أوروبا الشرقية والاتحاد السوفياتي السابق والأوساط النووية الدولية. وبجانب القضايا العامة الأكثر ارتباطاً بالأمان النووي، تزايد القلق حول عدم كفاية ما تم عمله لحماية المحطات من الأحداث الخارجية المحتملة.

وخلال أواخر الثمانينات وأوائل التسعينات من القرن الماضي، أرسلت الوكالة بعثات استعراض عديدة إلى محطات في أرمينيا ثم في تشيكوسلوفاكيا وبلغاريا والاتحاد الروسي لتقييم المحطات السوفياتية التصميم. وقد وجدت الوكالة، من خلال هذه البعثات، أنّ تصميم الجيل الأول من المفاعلات المبردة والمهدأة بالماء (مفاعلات WWER) لم يأخذ المخاطر الخارجية بعين الاعتبار عند الإنشاء. وقد أنهت الوكالة الدولية للطاقة الذرّية بعثاتها بتوصية مفادها أنّ بعض معدات المحطات يجب استعراضها، ذلك إلى جانب تركيب دعائم إضافية وتحديث معدات الأمان.

وفي مناطق أخرى، أصبحت محددات التصميم الزلزالي لمحطات القوى النووية على المحك. فهناك بعض المحطات في الولايات المتحدة تجاوزت أساس التصميم للزلازل أحياناً، بالرغم من أنّه لم ينتج عن ذلك أية مخاطر تُذكر بالنسبة للأمان.

وفي كانون الثاني/يناير 1986 وقع زلزال قوته 4.9 ريختر بالقرب من محطة بيري للقوى النووية، وهي عبارة عن مفاعل مكون من وحدة واحدة يقع في شمال شرقي أوهايو. لقد ارتفع التسارع الأرضي في الموقع من 0.19 إلى 0.23 ج (ج هي عجلة الجاذبية الأرضية)، وهو

ما يتجاوز الأساس التصميمي للمحطة وهو 0.1 ج. وقد كانت المحطة خارج الخدمة في ذلك الوقت، إلا أنّه كان من المخطط تحميلها بالوقود الطازج في اليوم التالي. وعقب الحدث، تم إرسال فريق من المهندسين وعلماء الزلازل إلى المحطة لفحص أي عطل في النظام، وفحص ما ترتب على توابع الزلزال في الأيام التي تلت ذلك. وقد لوحظ وجود تصدعات صغيرة في الخرسانة وتسرب في شبكة الأنابيب غير الحرجة، بيد أنّ هاتين الحالتين يمكن أن تكونا قد وقعتا قبل حدوث الزلزال. وقد أحدث زلزال محطة بيري للقوى النووية معركة قانونية طويلة، ولكن اتضح أنّ المحطة تحملت الزلزال بشكل سليم، وسرعان ما بدأت عملها بعد ذلك.

وفى العام الماضي وقع أكبر الزلازل تأثيراً على محطات القوى النووية، حيث وقع في اليابان بالقرب من كبرى مرافق القوى النووية في العالم. وقد أدت قوة الزلزال إلى مصرع 11 شخصاً في المناطق المجاورة، وتسبب في تسوية حوالي 400 مبنى بالأرض، وتعطيل مصانع إنتاج السيارات. وتقع محطة كاشيوازاكي–كاريوا النووية، وهي مرفق مكون من سبع وحدات، بمحاذاة ساحل بحر اليابان، وقد ضربها زلزال تُقدر قوته بـ6.6 ريختر في السادس عشر من تموز/يوليه 2007، مما أدى إلى إغلاق المحطة بشكل مأمون. وبالرغم من الأداء الجيد للمفاعلات، فقد وقع الزلزال في صدع لم يكن معروفاً لمصممي المحطة، وقد تجاوزت قوته كثيراً الحدود التي صُممت على أساسها المحطة في الأصل.

وقد خلص خبراء الوكالة – من خلال زيارتين للموقع – إلى أنّه بالرغم من تجاوز حدود أسس التصميم، فإنّ تصميم المحطة كان صحيحاً، وتحملت المحطة الهزة بالرغم من قوة الزلزال غير المتوقعة. ومع ذلك لا تزال المحطة مغلقة منذ وقوع الزلزال، ولم يتم تحديد جدول زمني لإعادة بدء تشغيلها.

ونظراً لأن اليابان تُعد واحدة من أكثر مناطق النشاط الزلزالي في العالم، فإنّه توجد لديها مجموعة صارمة من التنظيمات المعدّة للحد من آثار الزلازل على محطات القوى النووية. وتتطلب تلك المعايير بناء محطات فوق صخر الأديم الصلد لتقليل الاهتزاز، وتصنيف كافة مكونات المحطة طبقاً لفئات أمان مختلفة. وحيث إنّ بعض مكونات المحطة تُعد أكثر حساسية من غيرها، فإنّ ذلك ينبغي أن يراعى في التصميم ضماناً لتحقيق متانة هذه المكونات.

التسونامي والفيضانات

مع اعتماد عدد كبير من المحطات النووية في العالم على مياه البحار لأغراض التبريد، نجد أنّ ثاني تهديد يواجه محطات القوى النووية هو الفيضانات الساحلية، وبشكل أكثر تحديداً التسونامي. لقد أحدث زلزال المحيط الهندي القوي الذي وقع في السادس والعشرين من كانون الأول/ديسمبر 2004 سلسلة من فيضانات التسونامي المدمرة، أودت بحياة حوالي ربع مليون شخص، وأدّت إلى انتشار أضرار كارثية في أحد عشر بلداً.

وأُصيبت وحدتا قوى في محطة كالباكام الهندية للقوى النووية من جرّاء هذا التسونامي، بالرغم من صمودهما بقوة أمام الأمواج. وبالرغم من أنّ مصممي المحطة لم يضعوا أبداً في تصميمها احتمال حدوث تسونامي ، فإنهم أخذوا ظواهر مشابهة في الحسبان مثل اندفاع عاصفة حلزونية. وقد قدّر مشيدو المحطة أعلى مستوى للماء قد يصل إلى المحطة في حالة الإعصار الحلزوني، وشيدوها طبقاً لهذا التقدير. وقاموا ببناء بئرين للمراقبة، أحدهما بعيد في البحر والآخر على الأرض، لتحذير مشغلي المحطة في حالة وصول أمواج العاصفة. وبمجرد أن يتلقى مشغل المحطة التحذير، يتم إيقاف المحطة فوراً. ونظراً لأنّ أبنية المفاعل محاطة بحوائط يتعدى سمكها المتر، فليس من المرجح أن يدخل الماء إلى وحدات المفاعل.

وحتى مع ارتفاع مستويات الماء وأثر تدافع الأمواج العارمة، كان أداء محطة كالباكام جيداً تحت وطأة التهديد.

يوضح ل.ف. كريشنان، المدير السابق لمركز إنديرا غاندي للبحوث الذرية في كالباكام قائلاً "لكي نجعل هذه المباني الحيوية مقاومة للزلازل، يتم بناء حصيرة خرسانية ضخمة" ويتابع "ولذلك إذا تحرك الهيكل الخرساني فسوف يتحرك كاملاً دون أن يتصدع."

كما أثّرت أيضاً الفيضانات الشديدة على محطة لوبلايا النووية في منطقة بوردو بفرنسا. فقد اندفعت الأمواج العالية فوق الحاجز الواقي المبني حول المحطة أثناء عاصفة شديدة ضربت المنطقة في كانون الأول/ديسمبر 1999، وغمرت أجزاءً من المرفق. وقد أثّر الماء علي أداء المحطة، وبالتحديد على الوحدتين 1 و2. حيث تعطلت مضخات المياه التي يُفترض استخدامها في الظروف العادية لطرد المياه خارج المحطة، مما أجبر مديري المحطة على اتخاذ إجراءات الطوارئ لمنع احتمال انصهار قلب المفاعل. وقد تم استخدام أنظمة مياه التغذية الخاصة بالطوارئ لمواجهة الفيضان، ثم عادت المحطة لاحقاً إلى الخدمة.

وتتطلب معايير الأمان الفرنسية وضع المنصة التي تحمل المعدات ذات الصلة بالأمان في مستوى يعادل على الأقل أقصى مستويات ارتفاع مياه الأمواج، وكذلك سد أي طرق ممكنة تمر من خلالها المياه الخارجية لتصل إلى معدات أمان المفاعل الموضوعة تحت مستوى موقع المنصة. ونتيجة للفيضان الذي أصاب محطة لوبلايا، والذي فشل خلاله كلا المعياريين، اضطرت سلطات الأمان النووي الفرنسية إلى إعادة فحص معاييرها فيما يتعلق بالفيضانات.

الطريق للأمام

لقد عملت الوكالة الدولية للطاقة الذرّية منذ أواخر سبعينات القرن الماضي على تقييم محطات القوى النووية حول العالم فيما يتعلق بالاستعداد للمخاطر. واستهدفت معظم البعثات المبكرة البلدان النامية، مع قيام الوكالة بالمساعدة لضمان أن تكون المنشآت النووية بالمتانة الكافية حتى تتسنى لها مقاومة مخاطر بيئية معينة. وقد أصدرت الوكالة منذ زمن بعيد معايير الأمان التي تضع التوصيات للبلدان الساعية للحصول على إرشادات لتحسين أمان المنشآت النووية.

وقد شرعت الوكالة منذ حوالي ثماني سنوات في تطوير معايير للأمان تنطوي على مزيد من المعلومات حول المخاطر، وتعتمد على التقييمات الاحتمالية للأمان. ويتطلب هذا التغير في النهج من مشيدي المحطات مراعاة ترجيح وقوع مخاطر خارجية أثناء تشييد المحطة، في حين أنّ المعايير الأقدم كانت أكثر تماثلاً لكافة المحطات في العالم.

كما أخذت الوكالة أيضاً زمام المبادرة لعقد مؤتمرات واجتماعات بين دول القوى النووية لمناقشة الأساليب التي يمكن من خلالها بناء المحطات وإعادة تأهيلها لمقاومة الأحداث الخارجية. وفي العام الماضي، عقدت الوكالة مؤتمرين متعلقين بالمخاطر الخارجية، وكان هناك تركيز على الأمان الزلزالي والمخاطر الناتجة عن التسونامي.

ومن المتوقع أن يزداد حجم العمل الذي تقوم به الوكالة في السنوات القادمة وذلك فيما يتصل بالمخاطر الخارجية.

ويوضح السيد جربينار قائلاً "والآن يسعى إلينا كثير من البلدان التي تبني محطات جديدة، طالبة مساعدة الوكالة في تقييم الموقع والاعتبارات الخاصة بالأحداث الخارجية".

ولا يزال تحديد أفضل الوسائل لحماية المرافق النووية من غضب الطبيعة مستمراً في كونه عملية تعلُّم. ويقول السيد أنطونيو جودوي، القائم بأعمال رئيس قسم الأمان الهندسي بالوكالة الدولية للطاقة الذرّية "دائما ما نجد أنّ أهم ما نتعلمه عن آثار الزلازل على محطات القوى النووية يتم عقب وقوع أحداث زلزالية قوية".

وتقوم الوكالة والمنظمون النوويون على مستوى العالم – من خلال التواصل المستمر والشفافية بين بلدان القوى النووية – بالعمل على الحفاظ على أمان المحطات ضد كل ما تحمله الطبيعة من أخطار.

وقد لخّص السيد س.ن. أحمد – من موظفي وزارة الطاقة النووية بالهند – تصميم المحطات النووية فيما يتصل بالظواهر الطبيعية قائلاً "يجب على الإنسان أن يتعايش مع الكوارث الطبيعية". ويتابع "والحكمة تقتضي أن نواجه تحديات مثل تلك المواقف بفاعلية لضمان أمان الأرواح والممتلكات. وبالنسبة لمحطات القوى النووية فإنّ النطاق الكامل للتعرض لمثل هذه الكوارث الطبيعية وحالات الحوادث النادرة يجب أخذه في الاعتبار عند اختيار الموقع والتصميم".

دانا ساكتشيتي بشعبة الإعلام العام – الوكالة الدولية للطاقة الذرّية
البريد الإلكتروني : d.sacchetti@iaea.org

استخلاص دروس ثابتة من أحداث مضطربة

كاشيوازاكي، اليابان – في أعقاب أكبر زلزال ضرب كبرى محطات القوى النووية في العالم – محطة كاشيوازاكي–كاريوا للقوى النووية – في العام الماضي ظهر مجدداً تركيز عالمي على القوة الإنشائية للمرافق النووية. وقد نظّمت الوكالة، في الفترة من 19 إلى 21 حزيران/يونيه 2008، حلقة عمل بهدف تقاسم أحدث المعارف التقنية والنُهج الخاصة بتصميم وصيانة متانة محطات القوى النووية لمقاومة المخاطر الطبيعية الحادة بشكلٍ مأمون. وقد حضر الاجتماع ما يربو على 300 مشارك من شتى مجالات الخبرة، واختُتم الاجتماع في أواخر حزيران/يونيه 2008 في اليابان.

ويوضح السيد أنطونيو جودوي، القائم بأعمال رئيس قسم الأمان الهندسي بالوكالة ورئيس حلقة العمل قائلاً: "لقد نظّمنا حلقة العمل هذه بهدف تقاسم أحدث الاستنباطات والمعلومات المستقاة من حدوث زلازل قوية وآثارها على محطات القوى النووية، إلى جانب الممارسات الجيدة والدروس المستفادة."

وقد شملت أهم النتائج التي استُخلصت من حلقة العمل ما يلي:–

① يظل تقييم مخاطر الزلازل أهم عنصر في توكيد الأمان الزلزالي للمحطات النووية؛

② تُعد المعلومات المتعلقة بموقع معين والفهم الكامل للخصائص الجيولوجية والتكتونية لموقع محطة القوى النووية أموراً أساسية في مجال الأمان الزلزالي؛

③ في ضوء زلزال تموز/يوليه 2007 الذي ضرب محطة كاشيوازاكي–كاريوا، يتضح أنّ التصميم وتنظيمات الأمان تلعب دوراً مهماً في الحفاظ على متانة المحطة، على الرغم من التقدير المنخفض للمدخلات الزلزالية الأصلية المأخوذة من الدراسات الزلزالية التي أُجريت في ذلك الوقت؛

④وتمثل الدروس المستفادة من خبرة محطة كاشيوازاكي–كاريوا للقوى النووية مُدخلاً قيماً لمعايير أمان الوكالة.

يذكر السيد ن. هيراواكا، بشركة طوهوكو للقوى الكهربائية في اليابان "يحقق العلم تقدماً هائلاً، لكن لابد أن نظل حريصين على اكتساب المعارف والمعلومات الجديدة لضمان أمان محطات القوى النووية، كما يجب علينا أيضاً الحفاظ على الشفافية."

وقامت الوكالة الدولية للطاقة الذرّية بتنظيم حلقة العمل بالتعاون مع وكالة الأمان النووي والصناعي (NISA)، ولجنة الأمان النووي (NSC)، والمنظمة اليابانية لأمان الطاقة النووية (JNES)، كما شاركت الوكالة الدولية للطاقة التابعة لمنظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي (OECD) في تنظيم هذه الحلقة.

وقد ترأست الوكالة الدولية للطاقة الذرّية حلقة عمل ذات صلة حول آثار التسونامي على محطات القوى النووية في 23 حزيران/يونيه 2008 في دايجونج، كوريا .