



أمن وسلامة المختبر الكيميائي

ملخص تنفيذي



يجب أن تكون المؤسسات على دراية باحتمال سوء الاستخدام غير المعتمد والاستخدام المتعمد للمواد الكيميائية على حد سواء.

ما الأهمية التي تتمثل في السلامة والأمن الكيميائي لمؤسسة؟

على مدى القرن المنصرم، ساعدت المواد الكيميائية على زيادة فهمنا للعالم المادي والبيولوجي على حد سواء، وفدت على الاستفادة منه. ويستمر العمل الذي يتم تنفيذه داخل المختبرات الكيميائية في أنحاء العالم بهدف تمكين أوجه التقدم في مجال العلوم والهندسة. ولقد أصبح المختبر هو المركز الذي يمكن من خلاله اكتساب المعرفة وتطوير المواد لاستخدامها في المستقبل، فضلاً عن مراقبة المواد الكيميائية والتحكم فيها، خاصة المواد التي يتم استخدامها حالياً بشكل روتيني في آلاف العمليات التجارية.

إن معظم المواد الكيميائية التي يتم إنتاجها في الوقت الحالي لها فائدة كبيرة، إلا أن البعض منها قد تتمثل خطراً على صحة الإنسان، وعلى البيئة والأراء والمواافق العامة نحو المشروعات الكيميائية. وبوصفك المسؤول في المؤسسة، عليك أن تعلم باحتمال حدوث سوء استخدام غير مقصود للمواد الكيميائية، وكذلك سوء استخدامها المعتمد. وتواجه المختبرات عدداً من التهديدات، منها سرقة المعلومات المهمة أو التجهيزات عالية القيمة أو المواد الكيميائية ثنائية الاستخدام التي قد يتم استعمالها في الأسلحة أو الإنتاج غير الشرعي للعاقفين. ومن الممكن أن تؤدي السلامة والأمن الكيميائي إلى التخفيف من وطأة هذه المخاطر.

لقد تطورت ثقافة جديدة بشأن الوعي وكذلك مدى المسؤولية والتنظيم والتعليم بشأن السلامة والأمن الكيميائي داخل مختبرات الصناعات الكيميائية والأكاديميات والمعاهد المنتشرة في أنحاء العالم. ولقد طورت المختبرات الكيميائية مجموعة من الإجراءات الخاصة ومجموعة من الأجهزة للتعامل مع المواد الكيميائية وإدارتها بما يحقق السلامة والأمان. إن تطوير «ثقافة السلامة والأمن» يؤدي إلى إقامة مختبرات تنعم ببيئة آمنة وصحية تتم فيها ممارسة التدريس والتعلم والعمل على حد سواء.



ما هي أنواع الأخطار والمخاطر؟

تواجه المختبرات مجموعة متنوعة من المخاطر، من داخل المنشأة وخارجها على حد سواء. وقد تؤثر بعض المخاطر أساساً على المختبر نفسه، غير أن هناك مخاطر أخرى يمكن أن تؤثر على المؤسسة بالمعنى الأوسع، حتى أنها قد تؤثر على الجمهور إذا لم يتم التعامل معها بشكل سليم.

حالات الطوارئ واسعة النطاق والمواقف الحساسة

من الممكن أن يؤثر العديد من أنواع الأحداث واسعة النطاق على المؤسسة، وقد تؤدي إلى وقف العمليات في المختبرات على نحو حاد. وفيما يلي بعض من أشهر حالات الطوارئ واسعة النطاق والمواقف الحساسة: الحرائق والفيضانات والزلزال؛ وحالات انقطاع الكهرباء؛ وسكب أو تحرر المواد الخطرة؛ والباحثون أو الأبحاث السياسية أو المثيرة للجدل، وضياع مواد أو تجهيزات المختبرات؛ فقدان البيانات أو أنظمة الكمبيوتر؛ وقدان التجهيزات عالية القيمة أو صعبة الاستبدال.

انتهاك نظام الأمان

إن انتهاكات نظام الأمان المقصودة أو غير المقصودة داخل المختبرات، سواء من جانب الأفراد العاملين أو بسبب عوامل خارجية، من شأنها أن تؤدي إلى مخاطر كبرى على المؤسسات. وتشمل الانتهاكات المحتملة ما يلي: سرقة أو تحويل التجهيزات عالية القيمة أو المواد الكيميائية ثانية الاستخدام والتي قد تستعمل في أنشطة غير مشروعة؛ والتحرر غير المعتمد أو المتعمد للمواد الخطرة أو التعرض لها؛ وإجراء التجارب المعملية غير المصرح بها.

التعرض للمواد الكيميائية السامة

تمثل إحدى المخاطر الأقل توقعاً والأكبر خطراً بالمختبرات في سمّية العديد من مختلف المواد الكيميائية. فليس ثمة مادة آمنة بشكل تام، كما أن جميع المواد الكيميائية ينتج عنها بعض الآثار السامة في حالة تعرض الأنظمة الحية لكمية كبيرة بما يكفي من المادة. على سبيل المثال، من الممكن أن تسبب بعض المواد الكيميائية في فرض أثر ضار بعد التعرض لها لمرة واحدة، كحامض النيتريك المسبي للتأكل. في حين تسبب مواد أخرى في فرض أثر بعد التعرض لها بشكل متكرر أو لفترة طويلة، مثل ثاني كلورو ميثيل الأثير المسبي للسرطان.

المواد الكيميائية القابلة للاشتعال والمتفجرة والمتفعلة

المواد الكيميائية القابلة للاشتعال هي تلك المواد التي تمتسك بها النار وتحترق في الهواء، مثل الجازولين. أما المواد الكيميائية التفاعلية فهي تلك المواد التي تتفاعل بقوة عند اتحادها مع مادة أخرى، مثل المعادن القلوية المتفاعلة مع الماء أو الأحماض والمواد القاعدية القوية غير المتفقة. وتحتوي المواد الكيميائية المتفجرة على مجموعة متنوعة من المواد التي يمكن أن تتفجر في ظل ظروف معينة، مثل العوامل المؤكسدة وأنواع معينة من المساحيق والغبار.

المخاطر البيولوجية

تمثل المخاطر البيولوجية أحد الشواغل في المختبرات التي تتعامل مع الكائنات الحية الدقيقة أو المواد الملوثة بهذه الكائنات. وعادةً ما تكون هذه المخاطر كامنة في مختبرات أبحاث الأمراض الإكلينيكية والمعدية، غير أنها قد تتوفر أيضاً في مختبرات أخرى. ويُطلب تقييم المواد المنظوية على مخاطر بيولوجية دراسة عدد من العوامل، تشمل الكائن الحي الذي يتم التعامل معه، وأية إشكال متحورة من هذا الكائن الحي، وكذلك الأنشطة التي سيتم تنفيذها على ذلك الكائن.

النفايات الخطيرة

ينتج عن كل تجربة معملية كمية ما من النفايات. والنفايات هي مواد تم التخلص منها أو يراد التخلص منها، أو أنها مواد لم تعد مفيدة فيما يتعلق بالغرض من استعمالها. وهي تتضمن المواد الكيميائية المهملة والمواد الكيميائية المسكوبة. وتشمل النفايات عناصر كثاك التي تستخدم بوصفها إمدادات يمكن التخلص منها، ووسائل الترشيح والأنظمة المائية والمواد الكيميائية ذات الخطورة. وتعتبر النفايات مواد خطيرة إذا كانت تتمتع بوحدة أو أكثر من الخصائص التالية: قابلة للاشتعال، أو قابلة للتأكل، أو قابلة للتفاعل أو سامة.

المخاطر البدنية

تفرض بعض عمليات المختبرات مخاطر بدنية على الأفراد بسبب المواد أو التجهيزات المستخدمة، مثل الغازات المضغوطة ومركبات الكريوجين غير القابلة للاشتعال، والتفاعلات عالية الضغط، وأعمال التفريغ الهوائي ومخاطر تردد الراديو والميكروويف، علاوة على الأخطار الكهربائية. كما يواجه الأفراد أيضاً مخاطر عامة متعلقة بمكان العمل والتي تنتج عن ظروف أو أنشطة تتم داخل المختبر، مثل الجروح والانزلاقات وحالات التعرّض والسقوط وإصابات الإسهال.

ما الذي يمكنك أن تفعله لتحسين الأمن والسلامة الكيميائية؟



تعزيز ثقافة الأمان والسلامة الكيميائية

- باعتبارك قائدًا في المؤسسة التي تتبعها، عليك أن تضمن تنفيذ العمل داخل المختبرات بطريقة آمنة ومسؤولية. ويتعين على المؤسسة التي تتبعها أن تضع إرشادات عامة لما يشكل ممارسات السلامة والأمن في أعمال المختبرات، والاحتفاظ بسجلات تخص أية تدريبات مهمة للعاملين في المختبر، علاوة على تطوير وتنفيذ سياسات ومعايير معملية بخصوص إجراءات الاستجابة للطوارئ والتدريب عليها.
- يمثل تشجيع العادات الأساسية للسلوك الحكيم مكوناً مهماً في التعرف على المواد الكيميائية في كل مستوى، و يجب أن يظل هذا التشجيع سارياً طوال الحياة المهنية للكيميائي، ومن خلال تعزيز أفضل ممارسات السلامة والأمن، وهي لن تؤثر فقط على الطلاب، ولكن التأثير سيمتد إلى جميع من يشاركون في بيئة العمل المستقبلية.
- يتعين على كل مؤسسة تطوير نظام إدارة السلامة والأمن الخاص بها وفقاً لاحتياجاتها الخاصة وبناءً على الإرشادات الواردة بهذه النشرة. ويطلب برنامج السلامة والأمن الناجح التزاماً يومياً من جانب جميع العاملين في المؤسسة ويجب على الأشخاص من كافة المستويات أن ينفّهموا أهمية التخلص من المخاطر في المختبرات والعمل معًا من أجل تحقيق هذه الغاية. ويمتلك قادة المؤسسة السلطة الأعلى والنفوذ، وبالتالي يتحملون الجزء الأكبر من المسؤولية تجاه خلق ثقافة خاصة بالسلامة والأمن.

تعيين المسؤوليات والمساءلة بشأن سلامة وأمن المختبرات

تحتاج المؤسسات إلى هيكل إداري منظورة بشكل جيد وأفراد عاملين من يتحملون مسؤولية الحفاظ على سلامة وامن بيئة المختبر، من ضمنها:

- مكتب الصحة والسلامة البيئية: يعمل بهذا المكتب خبراء في مجال السلامة الكيميائية والهندسة والطب المهني والسلامة من الحرائق وعلم السموم وغير ذلك من المجالات. ويساعد هذا المكتب في تصميم برامج السلامة والأمن التي من شأنها أن توفر الإرشادات الفنية ودعم التدريب، وهي برامج عملية في تنفيذها وتتوافق مع القانون والمعايير الأساسية للسلامة والأمن.
- مسؤول السلامة والأمن الكيميائي (CSSO): يبذل مسؤول السلامة والأمن الكيميائي جهوداً موحدة من أجل إدارة السلامة والأمن وتنفيذه البرامج المسؤولة على كافة المستويات بالمؤسسة. وينبغي على مسؤول السلامة والأمن الكيميائي أن يتسلح بالمعرفة ويتحمل المسؤولية ويمتلك السلطة من أجل تطوير وتنفيذ نظام فعال لإدارة السلامة والأمن.
- مدير ومشغلو المختبر: تقع المسؤولية المباشرة لإدارة برنامج سلامة وأمن المختبر بشكل نمطي على عاتق مدير المختبر. وفي سياق العمل الاعتيادي، يتحمل معلمو المختبر مسؤولية مباشرة تجاه تصرفات الطلاب. ويتعين على المعلمين تعزيز ثقافة السلامة والأمن وتلقين المهارات التي يحتاجها الطلاب وغيرهم من العاملين الآخرين إذا كانوا مطالبين بالتعامل مع المواد الكيميائية بشكل آمن.
- طلاب المختبر والعاملون فيه: يتحمل الطلاب وغيرهم من الأفراد العاملين بالمخبر مسؤولية التعامل بصورة آمنة المواد الكيميائية التي يستخدمونها والواقية منها. وينبغي على أي شخص يعمل بالمخبر أن يخطط مسبقاً لكافة التجارب الكيميائية وأن يتبع جميع بروتوكولات السلامة والأمن بغرض حماية نفسه وحماية الآخرين.

فهم قيود اتباع إجراءات الأمان والسلامة

قد تكون هناك مواقف لا يتبع فيها الأفراد العاملون إجراءات الأمان والسلامة بالمخبرات، سواء كان ذلك بشكل معتمد أو غير معتمد. ويتعين على المؤسسات أن تكون على علم بهذه القيود ومعالجتها عند وضع سياسات وإجراءات الأمان والسلامة. وتتشمل القيود المحتملة ما يلي:

- معدل التغير السريع للطلاب والأساتذة منمن يتبعن تدريبيهم على إجراءات الأمان والسلامة؛
- تنوع مستويات الخبرة المعملية فيما بين الطلاب والأساتذة وحتى المشرفين؛
- نقص عدد المعلمين أو غيرهم من يمكّنهم تدريب طلاب وعاملين جدد؛
- الوعء الزمني المرتبط بالتدريب المناسب والاحتفاظ بالسجلات؛
- تكلفة تجهيزات الأمان والسلامة أو محدودية توافرها؛
- الظروف البيئية، كالمناخ مثلاً، التي من شأنها أن يجعل الالتزام أمراً صعباً؛
- المعتقدات الثقافية التي تقلل من أهمية صحة وسلامة الأفراد؛ و
- نقص عدد الشركات التي تعمل في مجال التخلص من النفايات الخطرة من المختبرات.

فرض قواعد الأمان والسلامة في المختبرات

يتطلب نظام الأمان والسلامة في المختبرات وضع قواعد وبرامج إجبارية والالتزام بها، إلى جانب التعريف بعاقب عدم الالتزام بهذه القواعد والتوقعات ومن شأن تطبيق برنامج لإجراء فحوص معملية دورية أن يساعد في الحفاظ على أمن وسلامة المراقب والتجهيزات والأفراد. وينبغي على إدارة المؤسسة أن تساعده في تصميم برنامج الفحص وتحديد أنواع الفحوص وعدد مرات تكرارها والأفراد الذين سيقومون بإجرائها. وقد يشتمل برنامج الفحص الشامل على أنواع الفحوص التالية:

- عمليات مراجعة البرامج التي يجريها أحد الفرق؛
- عمليات الفحص النظيرية التي يجريها زملاء العمل من مختلف الإدارات؛
- فحوص الصحة والسلامة البيئية التي يتم إجراؤها بانتظام؛
- عمليات المراجعة الذاتية للممارسات والتجهيزات؛ و
- عمليات الفحص التي تجريها هيئات خارجية، مثل المستجيبين لحالات الطوارئ.

من أين يمكنك الحصول على المساعدة؟

هناك العديد من المنظمات التي يمكن الاتصال بها للحصول على المعلومات والتدريب والتمويل. وفيما يلي بعض الاقتراحات:

- البرنامج الأمريكي للمشاركة في أمن المواد الكيميائية
www.csp-state.net/dev/index.aspx
- الاتحاد الدولي للكيمياء البحتة والتطبيقية - برنامج التدريب على السلامة
www.iupac.org/standing/coci/safety-program.html
- منظمة حظر الأسلحة الكيميائية
[/www.opcw.org](http://www.opcw.org)
- جمعية الكيمياء الأمريكية - قسم الصحة والسلامة الكيميائية
membership.acs.org/c/chas/default.htm
- البرنامج الدولي للسلامة الكيميائية - برنامج INCHEM
[/www.who.int/ipcs/en/](http://www.who.int/ipcs/en/) أو www.inchem.org

عشر خطوات لإنشاء نظام لإدارة السلامة والأمن

إن أحد أهم أدوات نجاح نظام إدارة السلامة والأمن الكيميائية تتمثل في التزام قادة المؤسسات. وعلى القيادة أن تتخذ أولى الخطوات في وضع خطة وتكليف الأشخاص بالمهام المختلفة من أجل وضع الخطة في حيز التنفيذ

١. **ضرورة إنشاء لجنة للإشراف على السلامة والأمن المؤسسيه وتعيين مسؤول السلامة والأمن الكيميائي (CSSO).** يجب تعين ممثل عن لجنة الإشراف على السلامة والأمن من كافة القطاعات المتأثرة وعلى كافة المستويات. يتولى مسؤول السلامة والأمن الكيميائي مباشرة برنامج إدارة السلامة والأمن. يجب تحصيص الوقت اللازم لمسؤول السلامة والأمن الكيميائي، وكذا توفير الموارد والصلاحية اللازمة للأضطلاع بمهام مسؤوليته.
٢. **إعداد بيان خاص بسياسة السلامة والأمن.** إن تحديد السياسة الرسمية يعني تحديد وتوثيق واعتماد نظام لإدارة السلامة والأمن الكيميائي. ويحدد بيان السياسة الرسمية مجموعة التوقعات ويبلغ الأفراد بكافة نوايا المؤسسة.
٣. **تنفيذ الضوابط الإدارية.** تحدد الضوابط الإدارية مجموعة القواعد المعمول بها داخل المؤسسة من أجل القيام بالممارسات الآمنة والسليمية، وكذا تحديد مسؤوليات الأفراد المشاركون في النظام. ويجب أن تشتمل هذه الضوابط على قواعد السلامة العامة، وإجراءات صيانة المختبرات وأدلة استخدام المواد والأجهزة، بالإضافة إلى الوثائق الأخرى الالزام لإبلاغ الأفراد العاملين في المختبرات بكلفة القواعد والتوقعات.
٤. **تحديد مواقف المحفوظة بالمخاطر على وجه الخصوص.** إن اجراء تقييم تحديد المخاطر يحدد تأثير ومدى كفاية مقاييس التحكم الحالية، ويساعد على تحديد أهم الاحتياجات ووضع الإجراءات التصحيحية وفقاً لمستوى الأهمية والموارد المتاحة. وتمثل المعلومات أساساً جوهرياً لإنشاء نظام قوي لإدارة السلامة، كما أنها تساهم في تحديد أولويات الجهد التي تهدف إلى تحسين السلامة والأمن.
٥. **تقييم المنشآت ومعالجة نقاط الضعف.** يجب النظر إلى أوجه السلامة والأمن أثناء تصميم وصيانة المختبرات ومساحاتها. من الضروري أن يتم تصميم المختبرات من أجل تسهيل أعمال التجارب وتقليل احتمال وقوع الحرائق.
٦. **وضع الإجراءات الالزامية للإدارة الكيميائية.** تمثل الإدارة الكيميائية إحدى أهم المكونات في برنامج سلامة المختبرات، وهي تضم مجموعة من الإجراءات المحددة لشراء المواد الكيميائية والتعامل معها، بما في ذلك التهوية المناسبة والاستخدام الأمثل لمعدات الحماية الشخصية والقواعد والإجراءات المؤسسيه الالزام للتعامل مع المواد المنسكة الخطير وحالات الطوارئ، وكذا تخزين عمليات جرد ونقل وشحن المواد الكيميائية، بالإضافة إلى التخلص من المخلفات الكيميائية.
٧. **استخدام الضوابط الهندسية ومعدات الحماية الشخصية.** تمثل الإجراءات الهندسية، مثل القنسوة التي يتم ارتداؤها داخل المختبر أو نظام التهوية الداخلية للغازات، أهم الطرق للتحكم في المخاطر داخل المختبرات الكيميائية. من الضروري أن تكون معدات الحماية الشخصية، مثل منظار الوقاية من رذاذ المواد الكيميائية وواقيات الوجه، مكملة لأدوات التحكم الهندسي.
٨. **خطة الطوارئ.** تشتمل الخطوات الالزام لوضع خطة الطوارئ على: تقييم أنواع وطبيعة الحوادث المحتمل حدوثها، وتحديد صانعي القرارات والمساهمين، فضلاً عن تحديد أولويات المختبرات، ووضع خطة لتحديد أنواع حالات الطوارئ الموضحة في الخطوة الأولى، بالإضافة إلى تدريب الموظفين على الإجراءات المضمنة في الخطة.
٩. **ومعالجة المعوقات لتنفيذ أفضل ممارسات السلامة والأمن.** تشتمل ممارسات السلامة والأمن الجيدة على ضرورة اتباع الأفراد بشكل مستمر للسياسات والإجراءات المحددة. مع ذلك، من الصعوبة بمكان في بعض الأحيان تغيير السلوك وانتهاب ثقافة تتضمن أفضل الممارسات. يجب على المؤسسة تحديد المعوقات ووضع مجموعة من الحواجز لتشجيع العاملين داخل المختبرات على الالتزام بإجراءات السلامة والأمن.
١٠. **التدريب والتواصل والإشراف.** إن أفضل الطرق لوضع سياسة للسلامة في موقع العمل هو أن تكون مثلاً يحتذى به كل يوم في اتباع وتنفيذ قواعد وإجراءات السلامة والأمن. وأهم ما يكون هو وضع نظام لتدريب والإشراف على العاملين داخل المختبر. كما يجب على كل مؤسسة تحديد القوات الفعالة للتواصل بشأن السلامة الكيميائية بالنسبة للعاملين على كافة المستويات داخل المؤسسة.



مانيلا الفلبين: حاويات تخزين صغيرة محطمة ومصنوعة من الخشب ختحوي على ٣٠ مادة كيماوية معملية مصنعة تتوقف فوق أرضية غرفة العلوم المهجورة بمدرسة سان إيسدرو الثانوية، بضواحي مانila، ٢٧ نوفمبر ٢٠٠٥. خليط من المواد الكيميائية أبعث منه عادم سامة، الأمر الذي أدى إلى نقل ١٠ من المعلمين والموظفين إلى المستشفى بعد الإصابة بنوبات من القيء والطفح الجلدي. توقفت الدراسة داخل الفصول المدرسية بينما يباشر رجال الإطفاء تطهير المنطقة وهم إخلاء السكان المقيمين بالقرب من المنطقة. لوي دومينجو/ وكالة فرانس برس (AFP) وكالة Getty Images للتصوير

يعتمد هذا الكتيب المصور على الكتاب،
أمن وسلامة المختبر الكيميائي دليل الإدارة الكيميائية الحكيمه،
متوفّر مجاناً على الإنترنّت على الموقع الإلكتروني www.nas.edu/bcst.

تصديقات لجنة التأليف والابتكار

لجنة تعزيز الإدارة الكيميائية الآمنة والسليمة في الدول النامية

من باكستان: م. إقبال كودهاري، جامعة كراتشي
من الفلبين: باتريك جيه. واي لم، جامعة سان كارلوس، مدينة سيبو
من الولايات المتحدة: نيد دي هيندل (الرئيس) جامعة لا هاي بيث لحم، فلسطين؛ تشارلز بارتون، مستشار مستقل، سان رامون، كاليفورنيا؛
جانبيت إس يوم، مستشار مستقل، المدينة الجامعية، مو، أبوريا بهتشاري، تكساس جامعة آيه أند إم، كينجسفيل، تشارلز بي. كاسي،
جامعة ويسيكونسن، ماديسون*، مارك س. سيسا، إينوس، الولايات المتحدة الأمريكية، إل إل سي، تابرفيل، آي إل، روبرت إتش،
هيل، معهد باتيل موموريال، أتلانتا، جا، روبين إم. إيزرو، جامعة برنيستون، إن جيه، روزيل دبليو فيفر، دبليو سي إنفiroونميتسال،
إل إل سي، ويست تشيسنتر، بي آيه، ميلدرید ذر. سولومون، هارفارد ميديكال سكول، يوسمتن، إم آيه، جيمس إم سولفيست، إنفiroون،
أرلينجتون، في آيه، يو إس إتش آيه، رايت، أوبراين آند جير، سيراكس، إن واي.

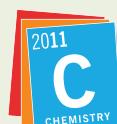
* عضو، الولايات المتحدة. الأكاديمية الوطنية للعلوم

تم تمويل هذه الدراسة بموجب المنحة رقم S-LMAQM-08-CA-140 المقدمة من وزارة الخارجية بالولايات المتحدة. وتعتبر الآراء
والنتائج والاستنتاجات المذكورة هنا ملكاً للمؤلفين ولا تعكس بالضرورة تلك الخاصة بوزارة الخارجية في الولايات المتحدة الأمريكية.

ونحن نتقدم بخالص العرفان والامتنان للأشخاص والمنظمات الواردة أدناه، بما في ذلك الذين قاموا بمراجعة هذه المواد: تيميشان إنجيدا،
أديس أبابا، إثيوبيا؛ محمد الخطيب، جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية؛ الاستير هاي، جامعة ليز، المملكة المتحدة؛ باولينا هو، مختبرات
سانديا الوطنية، البورقق، نيو ميكيسيكو، الولايات المتحدة؛ سوباوان تانتاباون، جامعة كولالونجكورن، بانكوك، تايلاند؛ خالد الريفي
التمسماني، جامعة عبد الملك السعدي، تطوان-المغرب؛ وإيريك بيو ثولستروب، فالرس، الدنمارك.



The Academy of Sciences for
the Developing World



International Year of
CHEMISTRY
2011



International Union of
Pure and Applied Chemistry