



مستقبل سلامة الأغذية

IFSC_1/19/TS3.2

المؤتمر الدولي الأول عن سلامة الأغذية المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية والاتحاد الأفريقي أديس أبابا، 12-13 فبراير/شباط 2019

الأساليب والنماذج التحليلية المستحدثة لتحسين سلامة الأغذية

Steven M. Musser، مركز سلامة الأغذية والتغذية التطبيقية، إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية،
الولايات المتحدة الأمريكية

قد تشوب الأغذية مجموعة متنوعة من الملوثات الكيميائية والميكروبيولوجية التي تؤثر عليها في أي مرحلة من مراحل سلسلة التوزيع. ويتعين على المسؤولين الرسميين عن الصحة وقطاع الأغذية، من أجل معالجة مسائل تلوث الأغذية، الاستثمار باستمرار في أنواع جديدة من التكنولوجيا التي تؤدي إلى اتباع نهج مبتكرة للعمل على وجه السرعة وبدقة على تحديد الخطر وتوصيفه.

وتعدّ نظم الرصد والمراقبة المتسقة والقابلة للتكيف الأساس للحفاظ على المواصفات الخاصة بجودة الأغذية وسلامتها. وقد أدت عولمة شبكات إمدادات الأغذية - التي أتاحت إلى حد كبير بفضل وجود نظم نقل سريعة وموثوقة بما - إلى زيادات ملحوظة في الواردات الغذائية من نطاق جغرافي أوسع بكثير. وفي ظلّ طلب المستهلكين لمجموعة أوسع من الأغذية، أفضت هذه التغيرات إلى بروز نظم جديدة ومبتكرة للزراعة وإنتاج الأغذية، مما أدى في أغلب الأحيان إلى تصنيع الأغذية/زراعتها في أماكن لم يسبق أن جرى إنتاجها فيها.

وقد أثّرت هذه التغيرات في الإنتاج العالمي للأغذية على النظم الخاصة بجودة الأغذية وسلامتها. ويشكل توافر المياه لتجهيز الأغذية وللريّ وجودتها أحد أبرز الأمثلة على التغيرات المعقّدة. ومن شأن الممارسات الجديدة أن تلقي الضوء على مصادر جديدة وغير معروفة سابقاً لتلوث الأغذية. ولا بدّ لنظم مراقبة سلامة الأغذية على المستويين الوطني والعالمي من التعاطي مع هذه المسائل من خلال الاستثمار مثلاً في استنباط حلول تحليلية جديدة والمصادقة عليها وتطبيقها. وتتطلب هذه الحلول في المقابل إمكانية الحصول على البيانات وخلق حاجة لا سابق لها لتبادل البيانات التحليلية والمتصلة بالمراقبة ضمن قواعد بيانات عالمية مفتوحة.

0-1 تكنولوجيات المسح السريع

1-1 أجهزة محمولة صغيرة الحجم

إنّ الأجهزة المحمولة قادرة على توفير تقنيات ذات مردودية تكاليفية تسمح بإجراء مسح سريع للسلع الخاضعة للوائح للتحقق من أصالتها والكشف عن أيّ حالات غشّ اقتصادي. وتشمل التطورات في هذا المجال ما يلي:

- (1) النظامين المطيافيين "رامان" وبالأشعة ما دون الحمراء اللذين يستندان إلى أدوات علمية ومسوّقة لدى المستهلكين على حد سواء من أجل تقييم السلع الأساسية التي قد يُساء وضع بطاقات التوسيم عليها (على غرار المكملات الغذائية وزيت الزيتون) أو للكشف عن المواد التي يجري تحليلها / المكونات التي قد تشكل شوائب اقتصادية ممكنة (على غرار الشوائب في الحليب المجفف)؛ (2) وعمليات تحليل الاستشعاع بواسطة الأشعة السينية لتقييم مستحضرات التجميل والتوابل وأواني الخبز للكشف عن وجود معادن ثقيلة؛ (3) ومقاييس التدفق الجانبية بواسطة قارئات محمولة لتحديد كمية السموم (مثلاً السموم في الصدفيات) ومخلفات العقاقير (مثلاً المضادات الحيوية في الحليب)؛ (4) والأنف الإلكتروني وأجهزة المعاوقة الكهربائية الأحيائية لتحليل تحلل الأغذية البحرية؛ (5) وجهاز Arsenator محوّر للكشف الميداني المحمول عن الزرنيخ غير العضوي في الأرز.

2-1 المقاييس المطيافية الكتلية غير المستهدفة

ينكبّ الباحثون حالياً على تطوير مسارات عمل جديدة لتحليل ومعالجة البيانات بالوسائل الاستشراعية السائلة/ المطيافية الكتلية وتحليلها وتطبيقها على أنواع مختلفة من الأغذية. وسيكون أكبر أثر لذلك نتيجة استحداث قواعد بيانات محددة لكل مسار من مسارات العمل (كمبيدات الآفات مثلاً) بحيث يكون بالإمكان تبادلها علمياً والاستناد إليها في الأبحاث. وتستخدم قواعد البيانات الجديدة هذه مسار عمل شبيه بمجال علوم الأيض لتحديد الاتجاهات والاختلافات الموسمية والجغرافية، بالإضافة إلى أوجه التشابه بين الأغذية. وسيكون بالإمكان في المستقبل استخدام خوارزميات لإعداد التوقعات والحد قدر المستطاع من التلوث وخفض الأعباء باستخدام هذه البيانات.

3-1 الحصول على المستوى العالمي على بيانات تحديد التسلسل الكامل للجينوم

أحدثت تكنولوجيات تحديد التسلسل الكامل للجينوم والبيانات المنبثقة عنها ثورة في مجال مراقبة الأمراض المعدية وتتبع الأغذية / المكونات الملوثة وتحديد مواقع الإنزال في مرافق إنتاج الأغذية. وانطلاقاً من فهم الطبيعة الإجمالية لسلسلة إمداد الأغذية وأهمية تضمينها بيانات من جميع المصادر، أنشأت شبكة تتبّع الجينوم لدى إدارة الأغذية والعقاقير في الولايات المتحدة، بالتعاون مع المركز الوطني للمعلومات عن التكنولوجيا الأحيائية (NIH/NCBI)، قاعدة بيانات الكشف عن الممرضات (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pathogens/>) لإبراز التنوع العالمي للجراثيم الغذائية والبيئية المعزولة بمزيد من الدقة. وتتضمّن حالياً قاعدة البيانات مساهمات دورية عن تحديد التسلسل الكامل للجينوم من قبل مختبرات موزعة في 12 بلداً، وتحتوي على معلومات وتحليلات يمكن البحث فيها/تنزيلها بما يشمل أكثر من 300 000 جينوم من 22 عاملاً ممرضاً جرثومياً بشرياً مختلفاً. وكون النفاذ إلى قاعدة البيانات متاحاً للجميع، فهذا يعطي العلماء والمسؤولين الحكوميين ومنتجي الأغذية الأدوات اللازمة للنظر في نطاق الممرضات في نظمهم الغذائية ومصدرها الممكن وتوزيعها.

4-1 التطبيقات القائمة على التكنولوجيا المتناهية الدقة

يسعى الباحثون حاليًا إلى إيجاد مقياس لسلامة الأغذية غير مكلف وانتقائي للغاية ومتميز. وقد استخدم الباحثون بوليميرات مطبوعة بطريقة جزيئية وأبتمرات ونقاطًا كميّة لربط الممرضات المنقولة عن طريق الأغذية وغيرها من السموم والكشف عنها. وطوّر العلماء اختبارًا قائمًا على التحليل اللوني المتناهي الدقة للكشف عن سمّ الكوليرا باستخدام جسم مضاد للكوليرا، بالإضافة إلى مقاييس أخرى للكشف عن سموم المايكروسيستين والغلوتين. وقد تعود القدرة على ابتكار مقاييس محددة للغاية لمشاكل محددة للغاية بالنفع على البلدان لخفض تكاليف البنى التحتية التي ينطوي عليها اختبار الأغذية؛ غير أنّ تعدد الاختبارات المتوازية قد يكون صعبًا وقد لا يصلح لجميع مصفوفات الأغذية.

0-2 المستهلك وتكنولوجيات التجهيز

1-2 الأجهزة الخاصة بالمستهلكين

أمكن بفضل التطورات الأخيرة خاصة في مجال تكنولوجيات الهواتف الذكية (كالاتصالات اللاسلكية وشاشات العرض باللمس ولوحات المفاتيح الافتراضية وقدرات أجهزة تحديد المواقع الجغرافية والمجهرات السريعة وآلات المسح الضوئي بواسطة البصمات وأجهزة الكاميرا المتطورة) ابتكار عدد من المعدات الصغيرة الحجم المتاحة للتداول على شكل أجهزة تحليلية محمولة وأدوات موجهة للمستهلك. ويمكن للشركاء العالميين المعنيين بسلامة الأغذية وبهذا القطاع من الاستفادة من هذه الأجهزة لتحسين عملية مسح الأغذية والمكملات الغذائية والعقاقير. غير أنّ عملية التنفيذ دونها تحديات كثيرة بما في ذلك الحاجة إلى المصادقة على القدرات والقيود في مجال الكشف وفهمها بالنسبة إلى كلٍّ من الكمّ الهائل من الأجهزة المتاحة. إضافة إلى ذلك، لا بد من إجراء عملية تقييم إضافية للأجهزة المخصصة للمستهلكين في ظلّ قدرتها التحليلية المحدودة بسبب تركيبها المبسّطة واكتساب وتحليل البيانات السحابية من قبل مستخدمين غير محترفين من الناحية العلمية. ولقد أخضع الباحثون عددًا من أنواع هذه الأجهزة (SMART و Nima و ScIO) للاختبار، بالإضافة إلى شرائط الكشف عن الغلوتين. وجميعها "فعال" إلى حد ما؛ غير أنّ تعقيد الأغذية يطرح مشكلة بالنسبة إلى بعض من هذه الاختبارات. ومن المسائل المطروحة الأخرى أنّ بعضًا من هذه الأجهزة باهظ الكلفة حاليًا لكي يتسنى إجراء الاختبارات على النحو الصحيح.

2-2 الأجهزة الخاصة بمرافق التجهيز

يشمل توفير الأدوات لصناعة الأغذية إتاحة تقنيات ميكانيكية متطورة لتجهيزات التفتيش البصري، بما يسمح لمرافق التجهيز بالكشف على وجه السرعة عن أنواع متعددة من الشوائب، من قبيل التحقق من وجود بطاقة التوسيم الصحيحة في المكان الصحيح والحرص على ألا تكون الزجاجاة مكسورة أو مشققة وأن يتم ملؤها بالقدر المناسب. وتتسم تكنولوجيات التفتيش البصري هذه بدقة وسرعة أكبر مقارنة بالتقنيات اليدوية وهي تتيح فرصًا لتحقيق وفورات في الكلفة والإنذار المبكر بحدوث خلل ما في عملية التجهيز. ويشمل هذا النموذج الاختبار المرتد بصورة متواصلة وهو ما يحسّن سلامة الأغذية من خلال زيادة المراقبة. وتستفيد سائر أنواع التكنولوجيا المذكورة أعلاه من هذه الاستراتيجية.

3-2 البنى التحتية المخبرية المحمولة

رغم البصمة التي تخلفها المعدات الجزئية التي تصبح متناهية الصغر، فإنّ البصمة التشغيلية للعمل ليست بنفس الصغر. فالتجهيزات المصاحبة، بما في ذلك إمداد الطاقة والتخزين ضمن سلسلة التبريد والقدرة الحاسوبية ووجود منصة عمل مستقرة واستراتيجيات التخلص من النفايات التي تشكل خطرًا بيولوجيًا وغيرها من الشؤون اللوجستية ضرورية لضمان الاستخدام الفعال للمعدات الحديثة المحمولة باليد. وقامت صناعة الأدوات التحليلية بتطوير مختبرات متكاملة لا يتعدى حجمها حجم الحقيبة لمعالجة هذه المشكلة من خلال توفير جميع التجهيزات التشغيلية اللازمة في إطار تصميم منصة عمل مخبرية يمكن من خلالها استخدام التكنولوجيات الجينومية المتطورة بصورة متكررة على وجه السرعة في مواقع ميدانية نائية.

0-3 الابتكارات الجديدة - على النطاق الواسع

1-3 علم الجينوم البيئي

إنّ علم الجينوم البيئي قادر على أن يشكّل أداة تحويلية للكشف بسرعة عن العوامل المرضية في العينات الغذائية والبيئية. وهذه الأساليب غير خاصة بعامل ممرض واحد ويمكن الكشف عنها بالتوازي لضبط شوائب متعددة. وبالإمكان أيضًا تحديد سمات ذرية هامة مثل عوامل الفوعة ومقاومة مضادات الميكروبات والأنماط المصلية، مما يسمح بتحديد العامل الممرض إلى جانب استرداد العامل الممرض المستزرع. وتسمح تكنولوجيا تحديد التسلسل بمعزل عن الاستزراع هذه بتحديد أنواع فرعية متعددة من عامل ممرض ما في إطار مسار عمل أوحده، وهو ما تجلّى مؤخرًا في حالة تفشي مرض في البيايا كان سببه أنماط مصلية متعددة من السلمونيليا. ويمكن لهذا القطاع أن يستنير بهذه الأساليب للاطلاع على الأخطار قبل دخولها إلى سلسلة الإمدادات الغذائية من خلال تحديد الممرضات المنقولة عن طريق الأغذية والكائنات الحية الدقيقة التي هي بمثابة مؤشرات والتي قد تطرح مشاكل على صعيد جودة الأغذية (تلفها) وسلامتها (تلوثها). ويمكن أيضًا الاسترشاد بهذه الأساليب في تحليل التتبع وفي أنشطة المراقبة ما بعد تفشي الأمراض. وإنّ دراسة مجموعة الميكروبات الغذائية التي تؤثر على الأرحح على جودة نمطنا الغذائي وتغذيتنا، قادرة على التفاعل مع مجموعة الميكروبات البشرية المعوية وعلى تبديلها.

2-3 المعلوماتية البيولوجية وتحليل البيانات

يشكل التراكم والمقارنة المباشرة للبيانات المنبثقة عن أي من التكنولوجيات المذكورة ما يسمى "البيانات الضخمة" (BIG DATA) شرط أن يتم تبادل الكمّ الكافي من المعلومات (البيانات الفنية والبيانات الوصفية) على المستوى العالمي. وتُعدّ عمليات التنسيق والتوحيد والمصادقة الطويلة الأجل والتي تتطلب درجة عالية من العناية للتخطيط والتنسيق شرطًا أساسيًا مسبقًا لإنجاح عملية تبادل البيانات على المستوى العالمي. ويمكن للمنظمات العالمية أن تتيح آليات تتولى تنسيق العمل التعاوني. وقد تكون قواعد البيانات بسيطة على شكل مصادقة مخبرية منفردة لنوع جديد من التكنولوجيا وتبادل النتائج بشكل مباشر، بما في ذلك النتائج الإيجابية أو السلبية الخاطئة وقياس درجة الحساسية والخصوصية التي تساعد في اتخاذ القرار بشأن مدى موافقة هذا النوع من التكنولوجيا للغرض المنشود. غير أنّ المنحى الحالي لتحليل "البيانات الضخمة" يقضي بإدراج البيانات المجمعة من قواعد بيانات متعددة وتحليلها. ويتطلب هذا النهج

تبادل البيانات عن المعلومات الرقمية المنبثقة عنها إلى جانب توحيد الأساليب المستخدمة لجمع البيانات كشرط أساسي لكي تكون عمليات التحليل هذه فعالة وكفؤة. وفي حال اختارت المختبرات تبادل البيانات وأساليب العمل أيضاً، يمكن عندها استخدام "البيانات الضخمة" للنظر على المستوى العالمي في الأنماط الأوسع نطاقاً التي قد لا تتجلى على المستوى المحلي. ومن شأن تبادل "البيانات الضخمة" أن يحدد الأنماط المتبادلة بفعل السفر أو التجارة على المستوى العالمي، كما وبإمكانه تحديد المسائل المستجدة على صعيد سلامة الأغذية. وباستطاعة "البيانات الضخمة" أن تساند نماذج تقييم المخاطر وإدارتها من أجل إسناد الأولوية لأكبر المخاطر من جانب المنظمات الحكومية المختصة.