



# مستقبل سلامة الأغذية

المؤتمر الدولي الأول المشترك بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية والاتحاد الأفريقي والمعني  
بسلامة الأغذية  
أديس أبابا، 12 و 13 شباط / فبراير 2019

تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله: تمهيد سبيل المضي قدماً في العالم صوب تحسين فهم نظم الغذاء  
جونو توماس  
مركز الأمراض المعوية، المعهد الوطني لمكافحة الأمراض السارية، جنوب أفريقيا

## 1- آفاق آخذة في التغير

لقد أحدثت ولادة تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله ثورة في علم الأحياء الدقيقة في مجال الصحة العمومية. ومع أن هذه التكنولوجيا تصدر قائمة تقنيات نسخ البصمات الجزيئية الدقيقة، فإن إمكانات استعمالها هائلة فيما يخص التطبيقات والبحوث الميدانية - علماً بأن بعضها يسهل تحقيقه، على أن أكثرها لم يُستغل بعد.

وثمة تغيرات تكنولوجية جارية على قدم وساق في المشهد العالمي لسلامة الأغذية الذي تمثل فيه تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله أداة فعالة لدراسة علم تطور السلالات وترصد الأوبئة والدراسات المتعلقة بانتقالها وفحص الأغذية ورصدها وإجراء التحقيقات في الفاشيات وتقفي أثرها وتتبع مصدرها وتنسيبها وتحليل الأسباب الجذرية لاندلاعها. ولعل المعلومات الإضافية التي يُحصل عليها حاسوبياً بشأن علامات الفوعة ومقاومة مضادات الميكروبات هي معلومات مهمة من حيث استخداماتها في مجالي الترصد والبحث.

وبإمكان تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله أن تحل محل العديد من المنهجيات المُتبعة حالياً بشأن تحديد الأنماط الظاهرية والجينية للكائنات الحية بالمختبرات النموذجية المعنية بعلم الأحياء الدقيقة، وتُدرج بالتالي في نهج واحد لتسيير الأعمال. ونظراً إلى أن عمليات إعداد المعزولات متطابقة بالنسبة إلى جميع الممرضات البكتيرية، فإن المكونات اللازمة "للمختبرات المعنية بالمواد الخطرة" (من استخلاص للحمض النووي الريبي وإعداد أجزاء منه وإجراء تفاعلات تسلسلاته) هي مكونات سهلة وسريعة التحضير بفضل هذه التكنولوجيا التي أصبحت بسرعة، بعد انخفاض تكلفتها، من التكنولوجيات العالية المردودية في مجال تحديد أجناس الممرضات المنقولة بواسطة الأغذية وأنماطها الفرعية.

ولا غنى عن تحليل الخبراء للمعلومات الحيوية من أجل طرح الاستفسارات عن البيانات المُستخلصة بواسطة تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله وتفسيرها. ومن كبرى المزايا التي تتسم بها تلك البيانات إمكانية نقلها إلكترونياً وسهولة تبادلها، مما يتيح المجال أمام إجراء مقارنات شاملة فيما بين المختبرات لسلالات البكتيريا، علماً بأن تحليل البيانات وتبادلها بسرعة سهل بفضل انتشار قنوات تحليل البيانات إلكترونياً المُتاحة للعموم.

وتوفّر مجموعات البيانات التكميلية عن الأوبئة وتكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله أداة تامة لتحديد ما يجري من أحداث في إطار اندلاع الفاشيات، سواء كانت محلية أم عابرة للقارات.

وتبيّن أن استعمال تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله أثناء اندلاع فاشية داء الليستيريّات بجنوب أفريقيا في عامي 2017 و2018 لا يقدر بثمن في التحقيقات الناجحة التي أُجريت في الفاشية المندلعة وفي تحديد مصدرها بنهاية المطاف. وقد كان هذا الحدث بارزاً بالنسبة إلى جنوب أفريقيا والقارة الأفريقية على حد سواء، وثبت بفضلها أن البلدان المحدودة الموارد قادرة أيضاً على استعمال هذه التكنولوجيا ببراعة وجني فوائد هائلة منها.

## 2- مجالات التركيز الاستراتيجية

يلزم مراعاة اعتبارات استراتيجية أساسية من أجل تحقيق جميع إمكانات تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله وتطبيقاتها المحتملة في السياق العالمي.

## • تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله غير كافية لوحدها

يجب أن تُقرن البيانات المُستخلصة بواسطة تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله بأخرى وبائية رصينة من أجل ترصد الأمراض المنقولة بواسطة الأغذية والكشف عن فاشياتها والتحقق فيها. وتنص الورقة الصادرة عن منظمة الصحة العالمية بشأن الوضع الحالي لاستعمال التكنولوجيا لغرض ترصد الأمراض المنقولة بواسطة الأغذية، على أنه ينبغي أن تُستعمل هذه التكنولوجيا لأغراض الصحة العمومية حصراً وبالأمراض التي يوجد فيها فعلاً بنية أساسية معنية بعلم الأوبئة وترصدها ورصد الأغذية وفحصها؛ وهو بلا شك التحدي الأكبر الوحيد المائل أمام البلدان الأقل تقدماً.

وعادةً ما يلزم الحصول على معزولات من البكتيريا من أجل استعمال تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله لتحديد الممرضات البكتيرية المنقولة بواسطة الأغذية. لذا، فإنه لا غنى عن توفير القدرات والبنى التحتية والخبرات اللازمة للمختبرات المعنية بتشخيص الأحياء المجهرية والعاملة في قطاعات كلّ من الطب السريري والأغذية والطب البيطري، ولابد من إعطائها الأولوية. ومع أن تحليل الجينومات الوصفية بمعزل عن مستنبتاتها (تحليل المواد الجينية الموجودة في جميع أنواع الحمض النووي الريبي للميكروبات في عينة ما) هو تحليل واعد جداً يجري تقصي استعمالاته المُحتملة في مجال تحقيق سلامة الأغذية، فإن من المتعذر أن يحل محل اختبارات التشخيص الروتينية القائمة على المستنبتات وتكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله في الوقت الحاضر.

والقدرات الأساسية اللازمة للكشف عن الأمراض الوبائية المنقولة بواسطة الأغذية هي قدرات قاصرة أو بأدنى مستوياتها في معظم البلدان النامية، وتفتقر بنقص في عدد المهرة من المتخصصين في علم الأوبئة، ناهيك عن أن نظم الصحة العمومية والبنية التحتية القائمة فيها غير معدة لإيلاء الخدمات الأساسية في مجال ترصد الفاشيات أو الكشف عنها والتحقق فيها والاستجابة لها، أو غير قادرة على إبتائها. ولابد من إيلاء موضوع ترصد الأمراض المنقولة بواسطة الأغذية والاستجابة للفاشيات أهمية متزايدة داخل وكالات الصحة العمومية ووزارات الصحة؛ لأن الأمراض المذكورة عادةً ما تُهمل في ظل مواجهة العديد من الأولويات الصحية المتنافسة وفرض قيود شديدة على الموارد المُتاحة.

## • أنشطة التعاون

ينبغي تحديد المؤسسات/ الوكالات التي تتمتع بالقدرات والخبرات اللازمة لاستعمال تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله بوصفها من "المراكز المعنية بها" وأن تُشكّل شبكة لتبادل المعارف والبيانات، علماً بأن تلك المراكز يمكن أن تقوم مقام مراكز مرجعية إقليمية تطبق التكنولوجيا المذكورة على المعزولات المأخوذة من مختبرات الطب السريري والطب البيطري والأغذية في أنحاء الإقليم ككل. وقد أثبت المشروع المعني بإنشاء قدرات الجيل التالي لتحليل تسلسل الجينوم في أوروبا أنه يمكن تطبيق تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله والاستفادة من أدوات تحليل المعلومات الحيوية في المختبرات بفضل إقامة شراكات متعددة الاختصاصات تشمل قطاعات الصحة العمومية والأغذية والطب البيطري. ويمكن تكييف هذا النموذج لتطبيقه في أقاليم أخرى بالتزامن مع إقامة شراكات وأنشطة تعاون مشتركة بين البلدان وأخرى دولية تؤمن منبراً للتدريب وتنمية القدرات.

## • نوعية البيانات وتحليلها

تشتمل التحديات المُواجهة حالياً في ميدان تطبيق تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله في أرجاء العالم بأسره على توحيد البيانات المُعدّة من حيث النوعية وتحليل مضمونها لاحقاً من المعلومات الحيوية، وهو أمر لا يُستغنى عنه من أجل إتاحة المجال أمام تفسير البيانات كما ينبغي لأغراض الكشف عن الأوبئة وإجراء مقارنة هادفة للبيانات فيما بين المختبرات. وإذا أردنا الاستعانة بالتكنولوجيا المذكورة لتحسين فهم مكنون النظم الغذائية والتحقق فيها على نطاق عالمي، فإن هذه الأولويات أساسية بالنسبة إلى الأوساط العالمية المعنية بسلامة الأغذية.

ويوجد العديد من المبادرات الدولية الرامية إلى التمكين من إنشاء منصات عالمية معنية بتوفير بيانات جيدة النوعية وتحليلها وتخزينها، وإلى دعم إنشاء هذه المنصات لغرض تسهيل تحليل البيانات المُستخلصة بواسطة تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله تحليلاً سريعاً ومتيناً، وإتاحة المجال أمام مقارنة مجموعات البيانات الدولية الكبيرة لأغراض ترصد الفاشيات والتحقيق فيها.

0 إن شبكة PulseNet الدولية<sup>2</sup> هي عبارة عن شبكة عالمية مكرّسة لترصد الأمراض المنقولة بواسطة الأغذية ترصداً مختبرياً وإجراء التحقيقات فيها، وهي تتألف من شبكات وطنية وأخرى إقليمية من المختبرات في كل من آسيا والمحيط الهادئ وكندا وأوروبا وأمريكا اللاتينية ومنطقة البحر الكاريبي والشرق الأوسط والولايات المتحدة. وتروّج الشبكة لاتباع منهجية موحّدة لإجراء التحقيقات في علم الأوبئة الجزيئي بشأن الممرضات البكتيرية المنقولة بواسطة الأغذية من أجل الحصول على بيانات جزيئية يمكن مقارنتها بين المختبرات وإفساح المجال أمام مقارنتها عالمياً. وتتمثل رؤية شبكة

PulseNet الدولية في تمكين مختبرات الصحة العمومية الموجودة بجميع أنحاء العالم من الانتقال إلى مرحلة تطبيق تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله التي ستحل محل جميع المنهجيات القائمة لتحليل الأنماط الظاهرية والجزئية، وتقديم الدعم في مجال التأهب لمواجهة الأمراض المنقولة بواسطة الأغذية والاستجابة لها. وسيجري تحليل وتبادل البيانات المُستخلصة بواسطة هذه التكنولوجيا باستخدام ما بحوزة شبكة PulseNet الدولية من قنوات توريد إلكترونية متاحة علناً لعامة الجمهور، وهي قنوات ستعمل بطريقة مماثلة لقنوات التوريد القائمة الخاصة بتكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله، مثل قنوات Enterobase وBIGSdb، علماً بأن قنوات التوريد هذه تسهّل بشكل كبير تحليل البيانات المُستخلصة بواسطة تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله؛ ولا يحتاج مستعملها سوى إلى خبرة تكاد تكون ضئيلة أو معدومة في مجال الاطلاع على المعلومات الحيوية، لأن تلك القنوات آلية ولا يلزم تدخل المستخدم فيها (بترميز سطر الأوامر).

0 يعكف الاتحاد العالمي للمحددات الميكروبية 3 على إعداد منهاج تحليل عالمي يمكن تشغيله بينياً ومرفق بقواعد بيانات موحدة عن جينومات الممرضات ونظم نسخ البصمات وأدوات تحليل المعلومات الحيوية التي ستتاح لجميع البلدان التي لديها بني تحتية أساسية من المختبرات. ومن المُتوتّحي أن يستعمل منهاج التحليل بيانات وصفية وبائية وسريية وأخرى مختبرية بالاستفادة من معيار الحد الأدنى لمطابقة البيانات لتسهيل عملية تبادل البيانات بطريقة تمكّن من إجراء تحقيقات متعددة الجنسيات بالوقت الحقيقي في أسباب اندلاع الفاشيات، ومن العمل في الوقت نفسه على تقليل المخاطر القانونية المترتبة على تبادل البيانات بين صفوف الجمهور، علماً بأنه يجري على قدم وساق التحقيق في نظم التحليل الموحدة التي تستفيد من قنوات التوريد الآلية، ويتواصل إعداد إطار لاختبار الكفاءة.

### • تبادل البيانات والبيانات الوصفية

من الأمور الحاسمة الأهمية لنجاح استعمال البيانات المُستخلصة بواسطة تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله لأغراض ترصد الفاشيات والكشف عنها والتحقيق فيها هو التمكن من مقارنة البيانات المستمدة من قطاعات الصحة الواحدة داخل البلد وفيما بين البلدان – وهو ما يُسمّى بنموذج "البيانات المفتوحة". ومن الواضح أن إتاحة البيانات وتبادلها بهذه الطريقة أمران غاية في الحساسية ويلزم أن يتناولوا طائفة من المسائل على المستويين القطري والعالمي - بما فيها حقوق الملكية الفكرية؛ والأطر القانونية والقضائية والتنظيمية؛ ومشاركة دوائر صناعة الأغذية، علماً بأن ذلك يتطلب إجراء مشاورات مدروسة وشاملة مع جميع أصحاب المصلحة والحصول على الدعم السياسي اللازم.

### • صحة واحدة على أرض الواقع

إن الوضع الراهن لسلامة الأغذية وعبء الأمراض المنقولة بواسطة الأغذية بالبلدان المنخفضة الدخل وتلك المتوسطة الدخل ينعكس أيضاً على غياب اتباع نهج الصحة الواحدة أو ضعف هذا النهج. ومع أن توفير التمويل اللازم لتنفيذ برامج جديدة يمثل تحدياً مستمراً، فإنه ينبغي أن تنشط البلدان في تقديم حوافز لتنفيذ مبادرات صغيرة تدلّل العقبات العملية والتنظيمية والمشاركة بين الوكالات والتي تعترض سبيل تيسير تبادل المعارف والبيانات والمهارات والقدرات اللازمة في مجال الكشف عن الأوبئة وفي المختبرات. ولا غنى عن قطع الالتزامات وتقديم الدعم من الناحية السياسية للتمكن من الاضطلاع بتعاون فعال ومتعدد الاختصاصات عبر أنحاء قطاعات كل من الصحة العمومية والطب البيطري والأغذية. ويلزم أن تكون دوائر صناعة الأغذية من الجهات الناشطة المشاركة في ذلك وأن تتحمل المسؤولية عن أداء دورها في بذل جهود جماعية رامية إلى تحسين سلامة الأغذية وترصد الأمراض المنقولة بواسطة الأغذية على الصعيدين المحلي والعالمي.

## 3- التطلع إلى المستقبل

البيانات هي السلعة المتداولة في العلوم ولديها القدرة على التأثير في مجالات كل من السياسة والقانون والتجارة والرأي العام. وتوفر تكنولوجيا تسلسل الجينوم بأكمله منصة تامة من البيانات المُجمّعة بواسطة نهج الصحة الواحدة واللازمة لترصد الأمراض المنقولة بواسطة الأغذية والاستجابة للفاشيات. وينبغي اعتماد هذه التكنولوجيا على نطاق العالم من دون إهمال أي بلد، إذا ما أردنا تحويل الوضع الراهن لسلامة الأغذية وتسهيل عمليات الإمداد بأغذية أكثر مأمونية والوقاية من الأمراض المنقولة بواسطة الأغذية. ومن الضروري اتباع نهج جماعي في هذا المجال بحيث يشمل قطاعات كل من الصحة العمومية والطب البيطري وصناعة الأغذية، علماً بأن تكلفة التكنولوجيا المذكورة آخذة في الانخفاض ممّا سيمكّن عدداً متزايداً من البلدان والمختبرات الموجودة بعموم أرجاء العالم من تطبيقها. ولا يسعنا في هذه الأثناء أن نضيق الوقت، بل ينبغي أن نستفيد من القدرات القائمة حالياً التي تتمتع بها هذه التكنولوجيا وأن نقوم بإنشاء مراكز وشبكة لتبادل البيانات والخبرات القادرة على دعم أنشط التدريب وتطبيق التكنولوجيا في الوقت الذي يحصل فيه نهج الصحة الواحدة ومسألة سلامة الأغذية على ما يلزم من تأييد عبر أنحاء العالم ككل.

## المراجع

1. Whole genome sequencing for foodborne disease surveillance, landscape paper. Publication date: 30/04/2018. [https://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne\\_disease/wgs\\_landscape/en/](https://www.who.int/foodsafety/publications/foodborne_disease/wgs_landscape/en/)
2. PulseNet International: <http://www.pulsenetinternational.org/>
3. Global Microbial Identifier: [www.globalmicrobialidentifier.org](http://www.globalmicrobialidentifier.org)

## كلمات أساسية

تسلسل

تعاون

ترصد

علم الأوبئة

فاشية