

يؤكد اختبار البصل (*Allium cepa*) مجدداً على مكانته كمؤشر حيوي قوي وحساس للكشف عن التأثيرات الخلوية الوراثية والسامة الناتجة عن التعرض للملوثات الناشئة والمواد السامة. وقدرته على كشف التغيرات الخلوية المبكرة استجابةً للمواد النانوية، وغيرها من عوامل الإجهاد ذات الصلة بالبيئة، تجعله أداة استراتيجية لرصد الأنظمة المعرضة لأعباء كيميائية ديناميكية وغير موصوفة بشكل كافٍ. وغياب المخاوف الأخلاقية المرتبطة بالنماذج الحيوانية، يعزز قيمته في البيئات ذات الموارد المحدودة. بما في ذلك التباين البيولوجي بين الأبحاث، بالإضافة إلى التباين المنهجي بين الدراسات، تؤكد على ضرورة تطبيق الاختبار الحيوي بشكل نقدي ومراعٍ للسياق. بالإضافة إلى ذلك، لا يزال التقييم اليدوي المطلوب في اختبار البصل (*Allium cepa*)، أحد أكثر جوانبه استهلاكاً للوقت. توفر الأدوات الحديثة في تحليل الصور الرقمية والتعلم الآلي والذكاء الاصطناعي سبلاً واعدة لأتمتة الكشف عن مراحل الانقسام الخلوي والتشوهات الكروموسومية. ورغم أن هذه التقنيات لا تزال قيد التطوير لهذا الاختبار الحيوي تحديداً، فقد طبقت بنجاح في سياقات أخرى لعلم الوراثة الخلوية، مما يشير إلى أن دمج سير العمل الآلي مستقبلاً قد يحسن الكفاءة، ويؤكد هذا على أهمية التقدم نحو بروتوكولات موحدة دولياً تُحدد معايير التعرض، وطرق قياس المؤشرات الحيوية. وسيُحسن هذا التنسيق قابلية المقارنة بين الدراسات ويُعزز الأهمية التنظيمية للاختبار. فإن دمج هذا الاختبار مع المؤشرات الحيوية متعددة الخلايا ومع المناهج الجزيئية والقائمة على علم الجينوم الوظيفي – بما في ذلك علم النسخ، وعلم الأيض – سيربط بشكل أفضل الاستجابات المرستيمية بآليات بيولوجية محددة، ويدعم تطوير نماذج تقييم مخاطر أكثر تنبؤية ومتعددة التخصصات. وبالتالي يلعب دوراً حاسماً في حماية البيئة والصحة البشرية.