# الأتمتة في المختبرات: من تقليل الأخطاء إلى بناء مختبر أكثر كفاءة

مع التطور المتسارع في القطاع الصحي والبحثي، أصبحت المختبرات تتعامل مع أعداد متزايدة من العينات، ومتطلبات أعلى للدقة والتوثيق، وضغوط مستمرة لتقليل الوقت والتكاليف. لم تعد الأتمتة مجرد خيار لتحسين سرعة العمل، بل أصبحت توجها مهما لبناء عمليات مخبرية أكثر كفاءة، ودقة، وأمانا.

لماذا تتجه المختبرات نحو الأتمتة؟

في كثير من المختبرات، تتضمن العمليات اليومية عددا كبيرا من الخطوات اليدوية المتكررة، مثل نقل العينات، إضافة الكواشف، الخلط، التخفيف، الترشيح، وتحليل العينات. ومن المعروف أنه كلما زاد عدد العينات، كلما زادت احتمالية حدوث الأخطاء البشرية في قياس الأحجام الصغيرة، فقدان أو تبديل هوية العينات، اختلاف النتائج بسبب اختلاف طريقة تنفيذ الخطوات، تلوث العينات نتيجة كثرة التعامل اليدوي، تأخر النتائج بسبب الوقت المستغرق في العمليات اليدوية، وأخيرا وليس آخرا زيادة تعرض العاملين للمواد الكيميائية ذات الخطورة. يمكن للأتمتة أن تنقل المختبر من الاعتماد الكبير على العمليات اليدوية إلى عملية أكثر تنظيما واتساقا وقابلة للتتبع والتكرار بدقة.

الأتمتة لا تعني السرعة فقط بل تتعداها لتشمل التالي:

1-الدقة بحيث يتم تنفيذ الخطوات بطريقة منضبطة

2-قابلية إعادة الإنتاج مما يقلل الإختلاف الناتج عن اختلاف الأشخاص أو طريقة التنفيذ

3-إنتاجية عالية بحيث يعالج أكبر عدد من العينات في وقت أقل

4-السلامة للعاملين حيث أنها تساهم في التقليل من التعامل المباشر مع العينات والمواد الكيميائية الخطرة

5-التتبع والتوثيق للعينات بسهولة بالإضافة إلى تسجيل خطوات العمل والبيانات بطريقة أكثر تنظيما بربط الأنظمة البرمجية بأجهزة المختبر

أمثلة علمية للأتمتة في المجال العلمي:

1-التطبيقات التحليلية

يعد التحليل الكروماتوجرافي مثالا جيدا للأتمتة خصوصا عندما يكون عدد العينات كبيرا وتتطلب عملية التحضير عدة خطوات قبل الوصول إلى مرحلة التحليل. قد تشمل عملية تحضير العينات خطوات مثل

Automated Mixing & Piercing

للمساعدة في تجهيز العينات وتنفيذ خطوات التحضير بشكل آلي

Liquid Handling System

لنقل السوائل وإضافة الكواشف بأحجام دقيقة ومتكررة

Positive Pressure Technology

يمكن استخدام تطبيقات مثل التنقية والتبخير والاستخراج

BioShake

للخلط بطريقة آلية ومنتظمة

2-علم الأحياء الجزيئية وعلم الوراثة

يمكن أتمتة تطبيقات تشمل خطوات دقيقة مثل أتمتة

بما يشمله من خطوات تحضيرية، استخراجية للحمض النووي، وكذلك تحليلية.PCR وqPCR وNGS

3-أتمتة زراعة الخلايا

يمكن استخدام الروبوتات والأنظمة الآلية في تطبيقات زراعة الخلايا ودراستها بحيث يمكن توزيع الخلايا، إضافة الكواشف والأوساط، كذلك مراقبة الخلايا وحيويتها.

هل الأتمتة تعني الاستغناء عن الإنسان؟

بالطبع لا، الأتمتة تعني تصميم نظام يتوافق مع احتياجات المختبر بهدف حفظ الوقت وتوجيه الجهود البشرية إلى أمور أكثر أهمية كتفسير النتائج، حل المشكلات، مراقبة جودة العملية، تطوير سير العمل، وبالتالي اتخاذ القرارات التشغيلية والعلمية.

ختاما، الأتمتة في المختبرات ليست مجرد شراء جهاز أو روبوت. إنها إعادة تصميم لطريقة العمل داخل المختبر. وعندما يتم اختيار الحل المناسب وتصميم الـ workflow بشكل صحيح، يمكن للأتمتة أن تساعد في تحقيق مجموعة من الأهداف في الوقت نفسه. إنتاجية أعلى في وقت قياسي مع توفير الدقة والسلامة. ومع استمرار زيادة حجم العينات وتعقيد العمليات المخبرية، من المتوقع أن تصبح الأتمتة جزءا أساسيا من مستقبل المختبرات.

السؤال لم يعد فقط: "هل نحتاج إلى الأتمتة؟"

بل أصبح: "أي جزء من سير خطوات العمل ينبغي أتمتته لتحقيق أكبر قيمة ممكنة للمختبر؟"