الفصل الثامن

# الكواشف الحيوية الميكروبية

obeikandl.com

obeikandl.com

عالم الميكروبات عالم واسع ومتنوع يكـاد يحتل كل جزء من حياتنـا عـلى سـطح الأرض فتتواجد الميكروبات فى أعمـق أعماق المحيطـات والبحـار وأعـلى أعـالى الجبال وهى توجد فى المناطق الحارة فبعضها يعيش بـالقرب مـن فوهـات البراكـين حيث درجة الحرارة العالية، كما توجد بين طيات الجليد فبعضها يعـيش عـلى عمـق يزيد عن ٤٠٠ متر تحت الثلج. كما نجدهـا فى الغذاء الذى نأكله، الفراش الذى ننام علية، الماء الذى نشربه والهـواء الـذى نتنفسه، بالإضـافة إلى أنهـا توجـد فى التربـة وداخل أمعاء الإنسان وفى أجهزة الهـضم لـبعض الحيوانـات المجـترة. لـيس ذلـك فحسب بل الميكروبات ترافق الإنسان والحيـوان والنبـات رفقـة أبديـة حتـى بعـد الموت.

والحقيقة التى لا يعرفها كثير من الناس أن السواد الأعظـم مـن الميكروبـات لا تسبب مرضا (مع أن بعضها ممرض) ولا يجب التعامل معها على أنها عدو لـيس لـه من فرصة للنجاة إلا المـوت، فالميكروبـات دخلـت بكثافـة وخاصـة فى الـسنوات الأخـيرة فى الكثـير مـن الـصناعات وخاصـــة الـصناعات الغذائيـــة والطبيـة والزراعية والصيدلية ومعالجة تلوث المياه والتربة وإنتاج الطاقة، كـما أنهـا تـستخدم ككواشف حيوية (Biosensors) أو قل بمعنى آخـر إنهـا تـستخدم كـأجهزة تحليـل بيولوجية.

## الكواشف الحيوية : لماذا؟

كما هو معروف فإن تكنولوجيا المخمرات (Fermentation Technology) تلعب دورا رئيسيا فى ثورة التكنولوجيا الحيوية ومنتجاتها الحديثة. معظم المواد أو البيئات المغذية التى تستخدم كعناصر مغذية للميكروبات المنتجة داخل هذه المخمرات يمكن تقديرها بطرق تقليدية مثل استخدام أجهزة القياسات الضوئية (Spectrophotometers)، هذا إذا كانت هذه البيئات مواد خام طبيعية غير مخلقة صناعيا أما إذا كانت مواد مصنعة فستصبح عملية تقديرها أثناء عملية التخمر أمرا صعبا. وليست الحاجة لطرق كشف سريعة وحساسة حكرا على تكنولوجيا التخمرات والعمليات البيوكيميائية فقط بل إن هناك حاجة ماسة لمثل هذه الكواشف والمقاييس لإجراء تحاليل تشخيصية سريعة ودقيقة وخاصة لمرضى العناية المركزة، كما أن التشخيص السريع لتأثيرات الأدوية على الجسم والإنزيمات والفيتامينات والهرمونات يعتبر أمرا فى غاية الأهمية يساعد فى سرعة تطوير الأدوية الفعالة للأمراض المختلفة. كما أن هناك حاجة ملحة أيضا لكواشف تستخدم لرصد وتقييم جودة البيئة من حولنا سواء فى الماء (السطحى والأرضي)، التربة والهواء والتلوث الغذائى .ويمكن هنا إجمال الطرق المستخدمة حاليا فى رصد ومتابعة حركة المواد الكيمائية السامة والكشف عن الميكروبات الممرضة فى طريقتين أساسيتين:

١ـ طرق التحليل التقليدية: عادة ما تعتمد هذه الطرق على تحاليل كيمائية وفيزيائية كالتحاليل الكروماتوجرافية والأيونية والكاتيونية وغيرها وتعتبر طرق دقيقة وحساسة لحد كبير وتمدنا بالتراكيب الحقيقية لأى عينة ولكن من ناحية آخرى فإن استخدام هذه الطرق يحاط بكثير من التعقيدات فهى تحتاج لأجهزة معقدة غالية الثمن غير موجودة فى أى معمل كما تحتاج هذه الأجهزة لخبرات فنية عالية لإجرائها، ناهيك عن الوقت الطويل الذى يستهلكه تجهيز العينات

وتحليلها. كما أنه برغم دقة وحساسية هذه الطرق فإنها لم تقدم لنا الطريقة التى يتم بها تقدير درجة قابلية الملوثات للتحلل البيولوجي، درجة تأثير هذه الكيماويات على النظم البيولوجية وتأثيراتها تحت الظروف الطبيعية عند وجودها فى مخاليط مع غيرها من المركبات الكيمائية الآخري.

٢ـ طرق التحليل البيولوجية: كاستجابة من العلماء البيولوجيين لتلافى عيوب الطرق التقليدية ظهرت التحاليل البيولوجية. وعلى العكس من الطرق التقليدية فإن طرق التحليل البيولوجية أستخدمت بكفاءة عالية منذ زمن طويل لقياس سمية عينة أو مركب ما على الكائن الحي. وتعتبر الطحالب والاسماك من الكائنات الحية التى أستخدمت فى هذه الاختبارات البيولوجية، إلا أنه يعاب عليها إنخفاض درجة حساسيتها وإحتياجها لوقت طويل لإتمام الإختبار. ولهذا السبب لجأ العلماء للبحث عن بديل آخر حيوى يتلافى هذين العيبين، ومن هنا ظهر إستخدام الميكروبات ككواشف حيوية بدلا من الكائنات الحية الآخرى وعلى الأخص البكتيريا لما تتميز به من سرعة فى معدل النمو، الثبات الوراثي، إنخفاض تكاليف إنتاجها حيث لا نحتاج فيها لعزل أو إستخلاص بروتينات أو إنزيمات بالإضافة إلى أنها تتحمل ظروف بيئية قاسية من التباين فى درجات الحرارة والحموضة ووفرة العناصر الغذائية، ومن فوائدها أيضا أن فترة صلاحيتها أطول بكثير عن الكواشف الحيوية الآخري. كما تتميز البكتيريا عن غيرها من الكواشف الحيوية الآخرى بسرعة إجراء الإختبارات عليها وأن درجة حساسيتها وإستجابتها للوسط المحيط بها عالية جدا .

## تعريف الكواشف الحيوية

الكواشف الحيوية هى مكون أو جهاز كشف حيوى يتكون من تداخل البكتريا الكاملة أو بعض منتجاتها كالإنزيمات والأجسام المضادة بأداة إلكترونية لإنتاج

إشارة قابلة للقياس. والإشارات الألكترونية لها العديد من النوعيات القابلة للقياس مثل الكثافة والخصائص الطيفية، كما أن الطاقة أيضا قابلة للقياس من خلال عدد الوحدات الألكترونية المتحركة. وهذا يماثل بالضبط ما يحدث فى مخ الأنسان حيث تستعمل الإشارات الضوئية والألكترونية للسيطرة على وظائف الجسم المختلفة.

فى هذا الكاشف الحيوى ينتج عن التفاعل بين المادة البيولوجية ومادة التفاعل المراد قياسها تغيرا يتحول إلى نبضة أو إشارة إلكترونية أو كهربائية بواسطة محول مناسب للطاقة. وتصمم أجهزة الكواشف الحيوية للإحساس بالتغير والإستجابة له، ويتم تضخيم الإشارة الكهربية فى جهاز الاحساس البيولوجى لتعطى شيئا يمكن قراءته على شاشة رقمية أو طباعة، وهناك كما ذكرنا سابقا العديد من أنواع التغيرات التى تحدث فقد تكون عبارة عن إنطلاق حرارة أو ضوء أو تغير فى الأس الهيدروجينى أو فى الكتلة أو إنتاج مركب كيميائى جديد.

والكواشف الحيوية متعددة الأشكال والأحجام تستعمل عادة لمراقبة التغير فى الشروط والظروف البيئية. ونستطيع بإستخدام هذه الكواشف الحيوية إكتشاف وقياس تجمعات بكتيريا معينة، المواد الكيمياوية الخطرة أو قياس مستويات الحموضة وبإختصار نحن نستطيع الأن إستعمال البكتيريا للكشف عن البكتيريا فى آن واحد.

**الكواشف الحيوية الإلكتروكيميائية:**

تتكون هذه الكواشف من ميكروب مثبت على غشاء ما (مثل أغشية النيتروسليلوز وغيرها) والذى يثبت بدوره على جهاز الكتروكيميائي. ويمكن تقسيم هذه الكواشف إلى قسمين:

a) كواشف حيوية تستخدم لرصد النشاطات التنفسية (Respiration Sensors): فى هذا النوع التغيرات الحيوية المقاسة تكون عادة بالزيادة نتيجة عمليات

التنفس التى تزيد من إستهلاك عنصر الأكسجين فى البيئات المحيطة، والذى يمكن قياسة من خلال إلكترود متخصص فى قياس الأكسجين فى السوائل المختلفة. والميكروبات المستخدمة فى هذا الكاشف ميكروبات هوائية التنفس (لا تعيش إلا فى وجود عنصر الأكسجين) حيث تغمس إلكترودات الاكسجين المثبت عليها الغشاء المحمل بالميكروب الكاشف فى محلول مشبع بالاكسجين يضاف إليه عينة من المادة المراد قياس تركيزها فتنشط الميكروبات المحملة على الكاشف لتتغذى على هذه المادة وبالتالى تستهلك جزء من الاكسجين المحيط بها الذى يمكن قياسة وتحديد العلاقة بين الاكسجين المستهلك وتركيز المادة المختبرة.

b) كواشف حيوية تستخدم لرصد النشاطات الإيضية (Metabolism sensors): ويقصد بالنشاطات الايضية التغيرات الحيوية الناتجة عن عمليتى البناء والهدم فى الميكروبات نتيجة وجود مادة ما فى الوسط المحيط بها ومن هذه التغيرات الحيوية خروج الهيدروجين، الامونيا، ثانى أكسيد الكربون أو الاحماض العضوية من الخلايا الميكروبية للوسط المحيط بها ومن خلال قياس تركيز هذه النواتج الحيوية يمكن قياس تركيز المواد المراد إختبارها.

**الكواشف الحيوية الضوئية**

تعتمد هذه الكواشف على قياس الكثافة الضوئية المنبعثة من بعض الميكروبات وخصوصا البكتيريا المضئية مثل *الفيبريو فيشراى* و *الفوتوبكتيريوم فوسفوريوم* وغيرها من البكتيريا المنتجة للضوء. وفى الحقيقة فإن حجم الكثافات الضوئية المنبعث من هذه الأنواع البكتيرية يعتمد على التآثيرات الخارجية المحيطة بهذه البكتيريا من تباين فى البيئات المغذية وظروف النمو كدرجة الحرارة والرطوبة والحموضة وغير ذلك، الآمر الذى يسهل إيجاد علاقة يمكن قياسها بين حجم الكثافات الضوئية المنبعثة من هذه الأنواع البكتيرية والتعرض لمواد محددة يراد قياسها.

وترجع ميكانيكية إنبعاث الضوء من هذه الميكروبات إلى قدرتها على إنتاج إنزيم يسمى الوسيفيراز المضيء. ويتآثر خروج هذا الانزيم بالظروف البيئية المحيطة بالميكروب وطبقا لذلك فإن العناصر المغذية لهذه الميكروبات مثل الجلكوز والاحماض الامينية ومثبطات نموها مثل المواد العضوية السامة والمعادن الثقيلة يمكن قياسها. ويعتبر قياس الضوء الخارج من هذه الميكروبات اكثر حساسية من الكواشف الحيوية الآخرى مجتمعة.

وتعتبر المجموعة التشخيصية ميكروتكس (MICROTOX™) من أشهر وأكثر المجاميع التشخيصية على المستوى التجارى التى تستخدم الميكروبات الضوئية وخصوصا بكتيريا الفوتوبكتيريوم فوسفوريم كأداة لقياس درجة سمية عينة ما. ورغم نجاح هذا الإختبار فى هذا الغرض إلا أنه ظهرت مع كثرة إستخدامة بعض العيوب مثل إحتياجة لمحاليل منظمة خاصة وعدم إعطاء قراءات ثابتة عند إعادة التجارب على نفس العينة عدة مرات، كما انه لا يصلح للإستخدام فى المتابعة الفورية المستمرة بالإضافة إلى أن الميكروب المستخدم فيه لا يمثل العشائر الميكروبية الموجودة فى أماكن ذات ظروف بيئية قاسية. ولتلافى عيوب هذا الإختبار، قام علماء الهندسة الوراثية بتصميم كواشف حيوية ميكروبية منتجة للضوء أكثر ثباتا وقدرة على المعيشة فى الظروف البيئية الصعبة، وتنقسم هذه الكواشف المهندسة وراثيا إلى قسمين:

a) كواشف حيوية ضوئية متخصصة: وتحمل هذه الكواشف نوعيين من الجينات، النوع الأول عبارة عن جينات مسؤولة عن إنتاج ضوء معين (الوسيفيراز) تتأثر شدته تبعا لتركيز المادة المقاسة وتسمى بجينات التقرير (Reporter genes) والنوع الثانى من الجينات عبارة عن جينات تشغيل (Promoter genes) متخصصة لا تعمل إلا فى وجود المادة المحفزة لها، والكثافة الضوئية هنا تزداد حسب زيادة تركيز المادة المصمم الكاشف

لتقديرها. وفى بعض الانواع الميكروبية التى تعمل فى ظروف نقص الاكسجين (ميكروبات لاهوائية) تستبدل الجينات الخاصة بإنتاج الوسيفيراز بجينات خاصة بإنتاج البروتين الاخضر الفلوريسينتى (GFP) والذى يعطى ضوءا أخضر يمكن قياسة دون الحاجة لوجود الاكسجين فى البيئة المحيطة.

b) كواشف حيوية ضوئية غير متخصصة: وتحمل هذه الكواشف نوعيين من الجينات أيضا، النوع الأول هو جينات التقرير والنوع الثانى من الجينات عبارة عن جينات تشغيل (promoter genes) غير متخصصة تعمل فى وجود أى مادة فهى تنتج بروتين الوسيفيراز فى أى وقت وبصفة مستمرة. وتصلح هذه الكواشف عادة فى الكشف عن درجة سمية مركب أو عينة أو وسط بيئى ما وذلك عن طريق قدرة هذا المركب على قتل جزء أو كل الميكروبات المختبرة وبالتالى تقل كمية الضوء المنبعثة نتيجة نقص عدد الخلايا ويعتبر هذا الإختبار هو البديل الامثل للمنتج التجارى ميكروتوكس.

**الكواشف الحيوية الميكروبية الحرارية:**

الكواشف الحيوية الحرارية يمكن أن تصمم بوضع الميكروبات المثبتة على حوامل معينة داخل جهاز مقفل يستطيع أن يقيس درجة حرارة الوسط المحيط به. ويعتمد هذا الكاشف على قياس الطاقة الحرارية المنبعثة نتيجة النشاط الميكروبى الناتج عن تلامس مادة التفاعل المراد قياسها مع جهاز القياس المحتوى على الميكروبات. ولكن يلحق بهذا النوع من الكواشف الحيوية الميكروبية بعض العيوب مثل إرتفاع ثمنه وعدم دقته وذلك لفقد جزء من الطاقة الحرارية يتسرب فى الجزء المحيط بالجهاز وبالتالى لا يمكن قياسة.

## تطبيقات الكواشف الحيوية

### أول الكواشف الحيوية

مع الحديث عن أول الكواشف الحيوية يجدر الإشارة إلى أن لمرض السكر الذى



obeikandl.com

يصيب عدد كبير من البشر فى كل أنحاء العالم الفضل فى نشوء فرعين هامين من علوم الصادرة كان وسيكون لهما تآثيرا حيويا كبيرا على النهضة والتطور المتلاحق الذى تعيشة البشرية الآن. هذين العلمين هما علم الهندسة الوراثية الذى كان أول منتجاتة التى دخلت مجال التسويق هرمون الأنسولين البشرى الذى أنتج فى بكتريا الإيكولاى المهندسة وراثيا فى بداية الثمانينات من القرن الماضى والعلم الثانى هو علم الكواشف الحيوية. ففى عام ١٩٣٠ وفى الولايات المتحدة الأمريكية وحدها ١٠ ٪ من الناس ماتوا بسبب مرض السكر، المرض الذى كان يشكل أيضا مشكلة عالمية فى ذلك الوقت.

وكان من نتائج البحوث العلمية التى أجريت على مرضى السكر وجود الاضطرابات الأيضية فى الجسم الإنسانى نتيجة لزيادة تركيز الجلوكوز فى الدم. وفى عام ١٩٢١ إستطاع العالم هاربيرت إكتشاف هرمون الأنسيولين الذى يفرز من البنكرياس ويقوم بضبط تركيز الجلكوز فى الدم. لكن وجد أنه إذا كان البنكرياس غير قادر على إنتاج وإفرازهرمون الأنسيولين بكمية كافية لإتمام عملية ضبط مستوى السكر فإن تركيز الجلوكوز فى الدم يزداد مسببا مرض السكر.

وقد أمكن بعد ذلك إنتاج هذا الهرمون وإعطائة لمرضى السكر عن طريق الحقن كطريقة للمعالجة، لكن ولضمان نجاح المعالجة بالأنسولين ظهرت حاجة كلا من الأطباء والمرضى فى وسيلة مراقبة مستمرة لتركيز السكر فى الدم بغرض التدخل والسيطرة على المرض فى الوقت المناسب. وفى عام ١٩٦٢ إستطاع العالم الأمريكى ليلند كلارك تطوير أول كاشف حيوى لمراقبة تركيز الجلكوز فى الدم بشكل مستمر ويعتبر هذا المنتج أحد أهم المنتجات التجارية الناجحة على مستوى العالم كله.

ومن المتوقع حدوثه قريبا انه يمكن زرع هذا الكاشف الحيوى فى الأوعية الدموية فى جلد المريض مما يمكنهم من رصد إحتياجاتهم من الانسولين بشكل أدق، فإذا تم توصيل هذه الاداة بمضخة دقيقة يمكن إطلاق الانسولين بشكل

تلقائى عند الحاجة إليه، وهذا فى الواقع يمثل إمداد المريض ببنكرياس تلقائي، وهذا التحكم الدقيق سيقلل بدون شك من الاعراض الجانبية لمرض السكر كالتآثير على العين وإتلاف الكلية التى يعانى منها بعض مرضى السكر نتيجة حدوث قمم وقيعان غير دقيقة لتركيز الإنسولين الذى يحصل عليه المرضى عن طريق الحقن.

**تطبيقات الكواشف الحيوية فى المجال الطبي:**

يعتبر المجال الطبى الآن من أكثر المجالات إستخداما للكواشف الحيوية وهى مفيدة خاصة فى التشخيص الاكلينيكي، فإستخدام الكواشف الحيوية يقلل من المخاطر والاخطاء الناتجة عن عملية التشخيص كما يقلل أيضا من التكلفة ما إن يتم بناء هذه الكواشف على نطاق واسع، وهى تقلل من الوقت والخبرة اللازمة لذلك فهى تتيح للممارس العام إختبار مرضاه فى عيادته بدلا من اللجوء الى معامل المستشفيات مما يوفر المال ويجنب المريض الحاجة لمعاودة المستشفى عدة مرات للحصول على نتائج التحاليل والتشخيص كما أنه يمكن بدء العلاج بشكل أسرع.

كما أن لاستخدام الكواشف الحيوية ميزات آخرى مثل صعوبة حدوث أخطاء فى عملية التداول لعينة المريض او فقدها او تلوثها وهذا بالطبع سيكون مفيدا فى الكشف عن العقاقير لدى الرياضيين، حيث توجد محافظ للكواشف الحيوية الآن يستخدمها البوليس والاطباء للكشف عن كميات صغيرة من العقاقير.

وتجدر الإشارة هنا إلى مدى ما يمكن أن يضيفة علم الكواشف الحيوية للبشرية وخاصة فى المجال الطبي. ففى يوم من الأيام التى ليست ببعيدة سنجد كاشف حيوى يوضع على طرف الأصبع وبحجم رأس الدبوس وربما أصغر من ذلك ليعطى دلالات عن حالة الجسم العامة مثل درجة الحرارة، ضغط الدم، مستوى الأكسجين فى الدم والحالة العصبية والمزاجية للإنسان.

وسيتم ذلك عن طريق إستقبال إشارات ألكترونية منبعثة من هذا الكاشف

الحيوى على جهاز كمبيوتر صغير بحجم كف اليد موضوع أمام الطبيب المعالج على مكتبة أو مع المريض نفسة فى منزلة ليعطى النتائج المطلوبة فى ثوان معدودة ودون الحاجة لأجراء تحاليل باهظة الثمن وليست بالدقة الكافية.

ليست هذه مجرد أفكار أو شطحات علماء فى معاملهم بل دخلت فى حيز التنفيذ الفعلى وأستطاع أحد العلماء تصميم شريحة رقيقة من السليكون (٢مم) توضع على الجلد لتعطى قراءة فورية لدرجة حرارة الجسم وتقوم بعض المعامل الاخرى بتطوير هذا الكاشف الحيوى ليقيس أيضا مستوى تركيز الأكسجين فى الدم عن طريق رصد درجة التغير فى لون الدم الاحمر نتيجة إرتفاع أو إنخفاض مستوى الاكسجين فى الدم. ليس ذلك فقط بل أنه أمكن أيضا إنتاج كواشف حيوية للكشف عن السرطانات وتفريق الحميد منها عن الخبيث وما زال التطوير والتحديث مستمرا.

**تطبيقات الكواشف الحيوية فى مجال الهندسة الوراثية:**

من المعروف أن المادة الوراثية تتكون من حروف هجائية أربعة دالة عليها ومعرفة لها كأى لغة حية يتعامل بها الجنس البشري. وكما تقول الحكمة أن المرء مخبيء تحت لسانة فإذا تكلم عرف، أصبح الآن معرفة تتابع هذه الحروف هو البصمة الوراثية التى تميز كل كائن حى عن الآخر، الأنواع المختلفة داخل الكائن الحى الواحد، بل كل شخص عن غيرة داخل كل نوع. ولمعرفة وفك شفرات التتابع الوراثى للإنسان فيما عرف بمشروع الجينوم البشرى أستغرق ذلك عدة سنوات أنفقت خلالها أموال طائلة.

لذلك تقوم الأن معامل عديدة فى العالم بتطوير طرق جديدة لقراءة تتابع المادة الوراثية للكائنات الحية بإستخدام الكواشف الحيوية لتعطى سرعة عالية ودقة فائقة وأسعار منافسة بما يماثل تحديد وتعيين فصيلة الدم عند الانسان أو إختبار الحمل عند السيدات وما شابة ذلك من التحاليل السريعة والبسيطة الرخيصة الثمن.

**إستخدامات آخرى:**

أحد أكبر الإستخدامات للكواشف الحيوية الميكروبية هو إستخدامها فى تنظيم العمليات الصناعية ومراقبة جودة البيئة فقد أمكن إستخدام خلايا حية (خميرة او بكتيريا) بالإرتباط مع الكترودات لقياس الأحماض الأمينية والكحول والفينول والميثان والعديد من السكريات المختلفة والمضادات الحيوية حيث يمكن رصد الظروف الداخلية للمخمرات والذى يعتبر مفيدا فى المزارع المستمرة.

وقد تمكن عدد من العلماء من إنتاج كواشف حيوية بيئية لها القدرة على المتابعة المستمرة لحالة عمليات تنقية البيئة من الملوثات الصناعية مثل الكلوروإيثيلين الثلاثى والبنزيين والطولوين والنفتالين والفينول وعديد من مركبات البترول الاخرى وبدأ الخروج بهذه الكواشف الحيوية من الأختبارات المعملية إلى حيز التطبيق على نطاق واسع. ويتوقع أن يتم إستخدام الكواشف الحيوية مستقبليا فى مجالات الزراعة والطب البيطرى والدفاع والأغراض العسكرية (الكشف عن غازات الاعصاب والسموم والمفرقعات والبكتيريا والفيروسات الفتاكة).

نخلص من كل ما سردناه عن أسس وتطبيقات الكواشف الحيوية الميكروبية إلى أن هذه الكواشف تعتبر ثورة علمية جديدة تتآلف لإنتاجها مجموعة من العلوم المختلفة كالبيولوجيا والميكروبيولوجيا والهندسة الوراثية والمعلوماتية والإلكترونيات وغيرها وأن تطور هذه الكواشف مرهون بل مرتبط إرتباطا لا ينفصل بتطور كل هذه العلوم مجتمعة.

كما يجدر بنا هنا أن نستخلص سريعا اهم ما يميز هذه الكواشف عن غيرها من طرق الرصد الآخري. فتتميز الكواشف بقدرتها الفائقة على التفريق بين المواد المراد قياسها والمواد الأخرى القريبة الشبة منها. ونظرا لأن الكواشف الحيوية تعطى قيم للقياس فى الحال دون الحاجة لإنتظار أوقات طويلة للحصول على النتائج فأنها تعتبر الطريقة التحليلية الأسرع مقارنة بالطرق التحليلية العادية.

كما لا يحتاج القياس بالكواشف الحيوية إلى أخذ عينات وإجراء تجهيز لها قبل التحليل بل يكفى أن تغمس الكاشف فى المادة المراد قياسها ليعطيك نتائج فورية. ومن أهم ما يميز الكواشف الحيوية الميكروبية أنه يمكن إستخدامها لمرات عديدة على عكس إختبارات المناعة أو الإنزيمات التى تستخدم لمرة واحدة فقط.

obeikandl.com