



تقنيات حيوية

(الجزء الأول)



الجينوم والبروتيوم
المعلوماتية الحيوية
الحيوية الطبية



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

المشرف العام

د. محمد بن إبراهيم السويل

نائب المشرف
العام ورئيس التحرير

د. عبد الله أحمد الرشيد

هيئة التحرير

د. دحام إسماعيل العاني
د. جميل بن عبد القادر حفني
د. أحمد بن عبد القادر المهندس
د. حامد بن عودة المقرن
د. عبدالعزيز بن عبدالرحمن الصقير
د. نايف بن محمد العبادي

سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف
د. ناصر عبدالله الرشيد
حمد بن محمد الحنطي
خالد بن سعد المقبس
عبدالرحمن بن ناصر الصلوبي
وليد بن محمد العتيبي

الإخراج والتصميم

محمد علي إسماعيل
سامي بن علي السقامي
فيصل بن سعد المقبس

المراسلات

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص ب ٦٠٨٦ - رمز بريدي ١١٤٤٢ - الرياض
هاتف ٤٨٨٣٥٥٥ - فاكس ٤٨١٣٢١٣

Journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia

jscitech@kacst.edu.sa
www.kacst.edu.sa



مفاهيم أولية في التقنية الحيوية

١٠



كيمياء الزراعة النسيجية

٢٠



التقنية الحيوية البيئية

٤٠

منهاج النشر

أعزاءنا القراء:

- يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة:
- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها.
 - أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال.
 - في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال.
 - أن لا يقل المقال عن ثماني صفحات ولا يزيد عن أربع عشرة صفحة مطبوعة.
 - إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها.
 - إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
 - المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكتابتها.
 - يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية لاتتجاوز ١٠٠٠ ريال .
- يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة
الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها

كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء

خلق الله الكائنات الحية بمختلف أحجامها وأشكالها وأنواعها من وحدات بنائية صغيرة هي الخلايا، وقد أودع الخالق سبحانه وتعالى في هذه الخلايا جميع أسرار الكائن الحي لما تحتويه نواتها من أجزاء دقيقة تعرف بالصبغيات والتي تتكون بدورها من آلاف المورثات. تمثل تلك المورثات السجل الكامل للكائن الحي.

قراءنا الأعزاء

ظهر خلال القرن الماضي علم جديد يبحث في مكونات الخلية الحية، ومكوناتها الدقيقة، ويغوص في أعماقها، ويفك أسرارها؛ أطلق عليه «التقنية الحيوية»، والتي عرفها العلماء بأنها مجموعة من التقنيات العلمية المختلفة التي تستخدم لتسخير الخلايا أو الكائنات الحية أو مواد منها لصنع أو تعديل أو تحسين منتج معين، أو لتطوير أو تحويل كائنات حية لاستخدامات معينة ذات قيمة وفائدة للإنسان.

برز هذا العلم وتطور بشكل سريع ومذهل خلال العشرين سنة الماضية، وقد بلغ أوجه عندما اكتمل مشروع الجينوم خلال الأعوام القليلة الماضية، والذي سيساعد بإذن الله على تحسين نوع الكائن الحي من حيث: القضاء على الأمراض الوراثية، والمحافظة على الصحة العامة، وتحسين الخدمات الصيدلانية؛ والإنتاجية الغذائية والزراعية؛ والبيئة والمحافظة عليها؛ وغيرها كثير.

والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،



محتويات العدد

٢	برنامج التقنية الحيوية
٤	الأولويات الاستراتيجية لبرنامج التقنية الحيوية
١٠	مفاهيم أولية في التقنية الحيوية
١٤	الجينوم والبروتيوم
٢٠	كيمياء الزراعة النسيجية
٢٥	المعلوماتية الحيوية
٣٠	تقنية المصفوفات المجهرية
٣٣	عالم في سطور
٣٤	التقنية الحيوية الزراعية
٣٩	الجديد في العلوم والتقنية
٤٠	التقنية الحيوية البيئية
٤٦	التقنية الحيوية الطبية
٥٠	التقنية الحيوية الصيدلانية
٥٣	كتب صدرت حديثاً
٥٤	عرض كتاب
٥٧	مصطلحات علمية
٥٨	كيف تعمل الأشياء
٦٠	مساحة للتفكير
٦٢	بحوث علمية
٦٤	من أجل فلذات أكبادنا
٦٦	شريط المعلومات
٦٨	مع القراء

برنامج التقنية الحيوية

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

- ٥- المحافظة على الأصول الوراثية وتطويرها واستدامتها.
- ٦- المحافظة على الموارد البيئية وإنمائها باستخدام التقنيات الحيوية المناسبة.
- ٧- ترسيخ مفهوم العلاقة بين برامج التقنية الحيوية والمجتمع.

أنشطة البرنامج

- من أهم أنشطة برنامج التقنية الحيوية بالمدينة ما يلي:-
- ١- رسم وتوجيه وتطوير السياسات الوطنية في مجالات التقنيات الحيوية.
 - ٢- إجراء البحوث الوطنية والتطبيقية في المجالات التي يمكن فيها توظيف التقنيات الحيوية لتطوير القطاعات المختلفة كالصحة، الزراعة، الصناعة، والبيئة.
 - ٣- التنسيق مع القطاعات البحثية والعلمية الوطنية لاستحثاث التعاون في البحث والتطوير في مجالات التقنيات الحيوية.
 - ٤- تلبية الازدواجية في أنشطة القطاعات المختلفة.
 - ٥- تأسيس قاعدة بيانات وطنية لحصر الإمكانيات العلمية والفنية المتعلقة بالتقنيات الحيوية، بما في ذلك الكوادر العلمية.
 - ٦- تبني وتنسيق برامج تعاون علمي وبحثي مع القطاعات المتخصصة محليا وعالميا.
 - ٧- وضع آليات لاستفادة القطاع العام والخاص المحلي من نتائج الأنشطة العلمية والأبحاث في مجالات التقنيات الحيوية.
 - ٨- تكوين مجاميع عمل استشارية لحل المشاكل التي تواجه الإنسان والبيئة المحلية في مجالات الصحة، والغذاء، والزراعة، والبيئة من خلال بعض تطبيقات التقنيات الحيوية.
 - ٩- تمثيل المملكة في المنظمات والمناشط العلمية العالمية.
 - ١٠- تبني بعض الأنشطة التدريبية وإقامة الندوات والمؤتمرات.

الأبحاث والمشروعات المشتركة

- تمكن البرنامج من التعاون مع الهيئات الوطنية سواء من القطاع الخاص أو الجهات الحكومية أو مع الجهات الدولية ذات العلاقة بهذا المجال لتنفيذ العديد من الأبحاث العلمية والمشروعات المشتركة، من أهمها:-
- الانسال الوراثي (Gene Cloning) ويستخدم



ساهمت تطبيقات التقنية الحيوية ولا تزال في تطوير العديد من المجالات التنموية مثل الزراعة والصناعة، كما قدمت الحلول العملية لكثير من المشاكل البيئية مثل التخلص من الملوثات البيئية وإعادة تدوير المخلفات ومعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها.

● الأهداف العامة

- من أهم الأهداف العامة للبرنامج ما يلي:-
- ١- الإسهام لتحقيق الفائدة القصوى من هذا التخصص في علاج المشاكل المحلية والوطنية ودفع الاقتصاد الوطني في مجال الإنتاج الزراعي من خلال إجراء بحوث أساسية على الكائنات الحية (مثل: الأسماك، والنخيل، والمحاصيل، والأغنام، والإبل).
 - ٢- حل المشاكل ذات الأولوية الوطنية في المجال الصناعي والبيئي (كالتخلص من النفايات).
 - ٣- توظيف التقنيات الحيوية بالمملكة عن طريق إعداد كوادر علمية مؤهلة وإنشاء قاعدة بيانات متخصصة في مجال التقنية الحيوية والهندسة الوراثية.
 - ٤- وضع الخطط المستقبلية للتقنية الحيوية في المملكة، وذلك بالتعاون مع الجهات ذات العلاقة (الجهات العلمية والقطاع الخاص) في مجال الدراسات الاستشارية ودراسات الجدوى.

● الأهداف الاستراتيجية

- من أهم الأهداف الاستراتيجية للبرنامج ما يلي:-
- ١- نقل وتوطين أحدث التقنيات الحيوية العالمية المناسبة.
 - ٢- توفير البيئة المناسبة للتميز والإبداع والاستثمار في مجالات التقنية الحيوية.
 - ٣- تأهيل وتدريب الكوادر الوطنية في علوم التقنية الحيوية.
 - ٤- توجيه تطبيقات التقنيات الحيوية بما يحقق الأمن الصحي والغذائي.

ولأهمية التقنية الحيوية فقد سعت كثير من الدول لحوض غمار هذا المجال، ووضع خطط قريبة وطويلة المدى لتحقيق أكبر قدر من فوائدها الاقتصادية، والصحية، والزراعية، والبيئية. بالإضافة لحل كثير من المشاكل التي تواجهها تلك الدول. ولاشك أن المملكة العربية السعودية كغيرها من الدول لها مشاكلها الخاصة بالصحة والزراعة والبيئة والتي يمكن أن تسهم التقنية الحيوية - في حال دعم الباحثين العاملين في هذا المجال - إلى علاج الكثير من تلك المشاكل. مما يكون له - بإذن الله - الأثر في التحسين النوعي والاقتصادي على المستوى الوطني.

وبناءً على هذه المنطلقات أنشأت مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية في عام ١٤٢٣ هـ برنامج التقنية الحيوية والهندسة الوراثية كأحد البرامج التابعة لمعهد بحوث الموارد الطبيعية والبيئة، وذلك سعياً لنقل هذه التقنيات وتطبيقها في المملكة، بغرض دعم وتطوير الإنتاج الزراعي والحيواني والصناعي وللمساهمة في إيجاد حلول للمشاكل الصحية والبيئية وإعادة تدوير المخلفات الزراعية والصناعية، وليكون نواة لمشروع أبحاث التقنيات الحيوية.

أهداف البرنامج

يهدف برنامج التقنية الحيوية بمدينة الملك

عبدالعزیز للعلوم والتقنية إلى ما يلي:-

- تحليل وفك الشفرات الوراثية والمورثات بأحدث التقنيات الحيوية.
- الكشف عن المورثات المحددة للأمراض الوراثية والمعدية.
- الكشف عن البروتينات الجديدة للمؤشرات الحيوية للأمراض.
- التعرف على الكائنات الحية الدقيقة بالتقنيات الحيوية في حقول البترول.

الخطط المستقبلية

يعد مبنى التقنية الحيوية من أهم الخطط المستقبلية للبرنامج، حيث أنه سوف يكون الأول من نوعه في المملكة والمنطقة. وسيكون من أحدث المنشآت من حيث: القدرة العلمية للمختبرات، والمعدات، والتجهيزات، فضلاً عن مجمل إدارة المرافق والمراقبة، وقد روعي في تصميمه المرونة والاستدامة والكفاءة والابتكار في نظم الهندسة المعمارية، وقد تم تصميم المبنى على أحدث المواصفات العالمية، وذلك بعد مراجعة العديد من التصميمات الخاصة بالمراكز العالمية الحديثة والقديمة، كما روعي أن يكون الشكل الظاهري للمبنى كحلزون مزدوج معبراً عن القواعد والأسس العلمية ذات العلاقة بمسمى التقنية الحيوية، إضافة إلى مراعاة احتياطات السلامة الإحيائية والأمان الحيوي في جميع مرافق المبنى، وتم تحديد درجات الأمان في كل جزء على حسب طبيعة الأبحاث التي ستجرى به، وذلك بعد مناقشات عديدة واستشارات من المهتمين والمختصين في هذا المجال.
يتكون المبنى من برجين من أربعة أدوار، يرتبطان بجسر وبهو مشترك في الدور الأرضي بمساحة إجمالية قدرها ٢٥٠٠٠ متر مربع، بالإضافة إلى ٦٠٠ موقف سيارات مكون من دورين يكون متصلاً مع المبنى من الدور الأرضي، كما يتضمن هذا المشروع وجود بيت محمي للأبحاث المتعلقة بالنبات، وقد روعي عند التصميم توزيع معامل الأبحاث حسب التخصصات على النحو التالي:
- المنطقة الحمراء: تضم المعامل الخاصة بأبحاث الأدوية والعلوم الصحية.
- المنطقة الخضراء: تضم المعامل الخاصة بأبحاث علم النبات والحيوان.
- المنطقة البيضاء: تضم المعامل الخاصة بأبحاث البيئة.
- المنطقة الرمادية: تضم المعامل الخاصة بأبحاث العلوم الأساسية المشتركة.

٢- تسعة عشر من حملة البكالوريوس.
٤- ستة مبعثين لنيل درجة الدكتوراة

الإنجازات

قدم المركز العديد من الإنجازات تمثلت في عدد من المشاريع البحثية والمنتجات والخدمات:

● المشاريع البحثية

من أهم المشاريع البحثية ما يلي:-
- مسح مورثات الورم الحبيبي.
- الكشف عن التحوير الوراثي.
- استساخ جين الأنسولين من مورثات الجمل العربي.
- تصنيف الجمل العربي.
- مرض الدبذبة .
- استزراع وإنتاج نبات الهوهوبا.
- استزراع نبات الحطب.
- تحسين الطماطم.
- إنتاج نباتات مقاومة للمرض.

● المنتجات

نجم عن الأبحاث التي قام بها المركز تطوير وتصنيع العديد من المنتجات من أهمها:-
- استساخ وإنتاج إنسولين الجمل العربي.
- بناء قاعدة بيانات لتصنيف الجمال بالبصمة الوراثية.
- بناء قاعدة بيانات لتصنيف النخيل بالبصمة الوراثية.
- استساخ وإنتاج عقار السيانونفيرين والذي له القدرة على الحد من انتشار فيروس الإيدز.
- إنهاء المرحلة الأولى من جينوم الجمل العربي واستساخ مورثات الجمل في مكتبات وراثية.
- تطوير جهاز (دبيب) للتنصت، واكتشاف سوسة النخيل الحمراء.
- تطوير طريقة للكشف السريع عن مرض أنفلونزا الطيور، باستخدام المادة الوراثية.
- تطوير طريقة للكشف السريع عن الأغذية المحورة وراثياً باستخدام المادة الوراثية.
- إكثار بعض أشجار وشجيرات الحطب المستوطنة، لتأهيل الصحارى بالتقنية الحيوية.
- استساخ وإنتاج عقار الإيثروبيتين باستخدام المفاعلات الحيوية بالتعاون مع الشركة السعودية للصناعات الحيوية.

● الخدمات

قدم المركز العديد من الخدمات للقطاعات المختلفة من أهمها ما يلي:-
- تصنيف النباتات والحيوانات بالتقنيات الحيوية.
- الكشف عن الأغذية والأعلاف المحورة وراثياً.

لزيادة الإنتاج الحيواني وزيادة الحجم وزيادة إنتاج الحليب. وذلك بإجراء تجارب على الأبقار والإبل والأغنام النجدية كموارد محلية في المملكة.
- نقل المورثات (Gene Transfer) تستخدم لدراسة وظائف المورثات وللتحسين الوراثي للنباتات
- تأشيب الدنا (Recombinant DNA Technology) ويهدف إلى إنتاج اللقاحات المصنعة (Synthetic vaccines) لمقاومة الأمراض المستوطنة، وتفادي الأعراض الجانبية لاستخدام اللقاحات المنتجة بالطرق التقليدية، وكذلك لإنتاج العقاقير الطبية.
- البصمة الوراثية (DNA fingerprint Techniques) وتستخدم للتمييز بين أصناف الكائن الحي الواحد المختلفة في بعض الصفات الوراثية.
- المصفوفات المجهرية (Micro Arrays) وتستخدم للدراسة السريعة لوظائف المورثات، وكذلك لدراسة التسلسل الوراثي.
- زراعة الأنسجة (Tissue Culture) وتستخدم لزراعة وتنمية الأنسجة النباتية والحيوانية.

تجهيزات البرنامج

يملك البرنامج عدداً من المختبرات المجهزة تجهيزاً جيداً بالأجهزة المتقدمة لإجراء الأبحاث العلمية في مجال الأحياء الجزيئية وزراعة الأنسجة والوراثة الخلوية.
١- المعامل المتخصصة: وتشمل مختبرات الأحياء الجزيئية، والأنسجة والخلايا، ومختبر المنتجات الحيوية، ومختبر المصفوفات المجهرية.
٢- وحدة التجهيزات العامة: وتشمل الوحدات التالية:-
- وحدة الطرد المركزي.
- وحدة التعقيم.
- حظائر حيوانات التجارب.
- غرف النمو والحفظ.
- الحقول الزراعية والبيوت المحمية.

الكوادر البشرية

يضم البرنامج حالياً - عدد من الكوادر البشرية ذات التأهيل الممتاز، وذلك على النحو التالي:-
١- ستة عشر من حملة الدكتوراة منهم ثمانية متعاونين.
٢- أربعة من حملة الماجستير.

الأولويات الإستراتيجية لبرنامج التقنية الحيوية في المملكة العربية السعودية



د. عبدالعزيز بن محمد السويلم

وغيرها من منتجات الشركات العالمية، من المنتجات التي تسيطر على سوق التقنية الحيوية، رغم الجهود المحلية لتطوير منتجات التقنية الحيوية، ويجري التخطيط لإنشاء "مدينة تقنية حيوية" في جدة لخدمة هذا الغرض، مما يعد نقطة الإنطلاق نحو وجهة لا زالت بعيدة المنال.

هناك ثقة كاملة في أن الخطط الإستراتيجية المعدة لبرنامج التقنية الحيوية ستمهد الطريق لإنماء مجال التقنية الحيوية بشكل سريع.

يوجد بالمملكة العديد من الجهات ذات العلاقة ببرنامج العلوم والتقنية منها: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، وجامعات المملكة، ومختلف المعاهد البحثية المتخصصة أو المستقلة، وغيرها من الجهات الحكومية والشركات الخاصة، وقد تم حصر ما يقارب ستين مركزاً ووكالة لها ارتباط بالتقنية الحيوية من وجه أو آخر، ويبين الجدول (١) دور هذه الجهات في البرنامج.

وقعت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية - من خلال البرنامج - اتفاقيتان الأولى مع وزارة الصحة لتخصيص معامل في كلية الطب بمدينة

دورها	الجهات المعنية
<ul style="list-style-type: none"> تخطيط وتنسيق وإدارة البرنامج إجراء البحوث التطبيقية ونقل التقنية وتطوير نماذج التطبيقات إدارة مختلف المشاريع الوطنية دعم مشاركة الجامعات والصناعة في المشاريع الوطنية توفير وإدارة مرافق البحث الوطنية وتزويدها بالمعدات المتطورة تقديم التوصيات والخدمات للحكومة بشأن العلوم والتقنية 	<ul style="list-style-type: none"> مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
<ul style="list-style-type: none"> إيجاد معرفة علمية أساسية /تطبيقية جديدة تدريب طلاب على مجالات التقنية الحيوية إستضافة مراكز الإبتكار التقني والمشاركة فيها المشاركة في المشاريع التعاونية 	الجامعات
<ul style="list-style-type: none"> إيجاد معرفة علمية تطبيقية جديدة المشاركة في المشاريع التعاونية تدريب الطلاب 	المراكز البحثية المتخصصة الحكومية أو المستقلة
<ul style="list-style-type: none"> تزويد متطلبات برنامج البحث والتطوير الحكومي بالمعطيات تقليل العوائق التنظيمية والإجرائية التي تعترض نشاط الإبتكار والبحث والتطوير دعم نشاط البحث والتطوير في الجامعات والقطاع الصناعي 	الوزارة والهيئات الحكومية
<ul style="list-style-type: none"> توفير الدعم المالي والتقني إبلاغ البرنامج باحتياجات الشركة دعم المشاريع البحثية والمشاركة فيها دعم مراكز الإبتكار التقني والمشاركة في نشاطها 	القطاع الخاص

■ جدول (١) دور الجهات المختلفة في برنامج التقنية الحيوية.

بالمملكة لتحل مكانة ريادية بين الدول العربية في التقنية الحيوية. يركز هذا البرنامج على ثلاثة تطبيقات رئيسية من تطبيقات التقنية الحيوية هي: التطبيقات الطبية (أحمر)، والتطبيقات الزراعية (أخضر)، والتطبيقات البيئية (أبيض)، والتي تم تحديدها من خلال عدد من حلقات العمل التي ضمت العديد من المتخصصين في المجالات ذات الصلة بالتقنية الحيوية.

يقدر معدل النمو السكاني في المملكة بـ ٩,٢٪، والذي يعد من أعلى معدلات النمو السكاني في العالم، وهذا يؤدي إلى ظهور العديد من التحديات الكبيرة التي تواجهها منتجات التقنية الحيوية.

وضع التقنية الحيوية بالمملكة

بات استخدام المملكة للتقنية الحيوية في مجال الغذاء والزراعة والطب والبيئة أمراً محتملاً، ومع أنها تستخدمها للتطبيقات البحثية والتجارية في آن واحد، إلا أن سوقها لازال وليداً، وإن كان متنامياً ومثيراً للتحديات، فمثلاً تعد منتجات طبية مثل الأنسولين واللقاحات و إنترفيرون وهيبارينز

حددت الخطة الوطنية للعلوم والتقنية، التي أقرها مجلس الوزراء في ١٤٢٣ هـ (الموافق ٢٠٠٢م) أحد عشر برنامجاً لتوطين وتطوير التقنيات الإستراتيجية ذات الأهمية الحيوية لتحقيق التنمية مستقبلاً في المملكة العربية السعودية. ويأتي برنامج التقنية الحيوية ضمن هذه البرامج التقنية .

ينطلق برنامج التقنية الحيوية من الرغبة لتعزيز ودعم التنمية الإقتصادية في المملكة العربية السعودية، والحرص على جعل المملكة ملاذاً آمناً لجميع أفراد المجتمع.

أعد برنامج التقنية الحيوية بعد دراسة متأنية لمستوى البحث والتطوير في التقنية الحيوية في المملكة، حيث تم الاستعانة بالعديد من خبراء التقنية الحيوية من المؤسسات البحثية والجهات الحكومية والشركات الخاصة، والتي كان لمشاركتها دور هام في إعداد هذا البرنامج.

يهدف برنامج التقنية الحيوية إلى تطوير ونقل التقنيات الحيوية التي تخدم جميع قطاعات المملكة، بما في ذلك القطاع الحكومي والجامعات والشركات الخاصة، كما يهدف إلى الإرتقاء

الدولة	المواد المنشورة	إجمالي مواطن الإستشهاد بالمقالات	متوسط اثر النشر
هولندا	١٠٧٨	٣٥٩٧	٣,٣٤
الولايات المتحدة	١٣٨٨٢	٤٣٥٣٦	٣,١٤
المملكة المتحدة	٢٩٠٠	٨٥٥٤	٢,٩٥
ألمانيا	٣,٢٥٦	٩,٢١٤	٢,٨٣
فرنسا	٢١٣٨	٥٤١٢	٢,٥٣
كندا	١٨٩٨	٤٧٥١	٢,٥٠
السويد	٨١٢	٢٠١٧	٢,٤٨
أستراليا	١٢١٨	٢٩٨١	٢,٤٥
إيطاليا	١٧٢٨	٣٨٨٥	٢,٢٥
إسبانيا	١٤٥٥	٣٠٦٥	٢,١١
المملكة العربية السعودية	٢٣	١٠	٠,٤٣

■ جدول (٣) المواد المنشورة في التقنية الحيوية لبعض الدول.

النشر في دولة نشرت ٥٠ مقالة أستشهد بها ١٠٠ مرة يساوي ٢. ويبين الجدول (٣) عدد المقالات المنشورة وعدد مرات الإستشهاد بمقالات الدول الرائدة التي يمكن اتخاذها نموذجاً يحتذى به. وحسب هذا الجدول فقد حققت هولندا أعلى متوسط أثر لنشاط النشر بين ٢٠٠٦م و٢٠٠٧م بمعدل (٣,٣٤)، تليها الولايات المتحدة (٣,١٤) والمملكة المتحدة (٢,٩٥) وألمانيا (٢,٨٣). أما متوسط أثر نشاط النشر بالنسبة للمملكة فكان (٢,٥٣)، بـ ٢٣ مقالة أستشهد بها ١٠ مرات. ويبين الجدول (٤) أن البحوث البيئية إستأثرت بمعظم ما نشر في التقنية الحيوية في العالم تليها البحوث الزراعية والبحوث الطبية.

■ المؤسسات البحثية في التقنية الحيوية

تقوم آلاف المؤسسات البحثية في حوالي ١٥٠ دولة بالنشر في موضوع التقنية الحيوية. وكما هو مبين في الجدول (٥)، فإن المؤسسات الثلاث الرائدة في إصدار المقالات الخاصة بمجالات التقنية الحيوية التي تهتم المملكة هي جامعة تكساس (٧٥١)، ووزارة الزراعة الأمريكية

المجال الفرعي	المواد المنشورة
البحوث البيئية	١٧,٧٥٩
البحوث الزراعية	١٣,٩٧٠
البحوث الطبية	٧,٥٢١

■ جدول (٤) أنواع البحوث التي تناولت موضوع التقنية الحيوية.

العهد	التقنية الحيوية البشرية	التقنية الحيوية النباتية	التقنية الحيوية الصناعية	العلوم الحيوية
منظمة بحوث الكومنولث الصناعية والعلمية للتقنية الحيوية	✓	✓	✓	✓
معهد بحوث التقنية الحيوية	✓	✓	✓	✓
معهد هونغ كونغ للتقنية الحيوية	✓	✓	✓	✓
مركز كلوفر لعلوم جنوم التخمر الصناعي	✓	✓	✓	✓
مجلس البحوث الحيوية الطبية	✓	✓	✓	✓

■ جدول (٢) القدرات الأساسية لبعض المعاهد العالمية في التقنية الحيوية.

ويوضح الجدول (٢) القدرات الأساسية لهذه المعاهد في مجال التقنية الحيوية.

■ النشر الدولي في التقنية الحيوية

شهدت الفترة بين ٢٠٠٦م و٢٠٠٧م، نشر ٢٧٨٤٢ مقالة في العالم عن مواضيع ذات صلة بأولويات المملكة العربية السعودية في التقنية الحيوية وهي البحوث البيئية، والزراعية، والطبية، وأنت الولايات المتحدة الأمريكية، في طليعة الدول حيث نشرت ١٣٨٨٢ مقالة، تليها الصين في المرتبة الثانية بـ ٣٤١٧ ومن ثم ألمانيا بـ ٣٢٥٦ مقالة، واليابان بـ ٣١٩٦ مقالة. أما المملكة العربية السعودية فكانت في المرتبة الثانية والستين بما لا يزيد عن ٢٣ مقالة فقط.

يُقاس متوسط أثر نشاط النشر بتقسيم عدد مرات الإستشهاد بمقالات دولة ما على إجمالي المقالات المنشورة من قبل مؤلفين من هذه الدولة، فعلى سبيل المثال، يكون متوسط أثر نشاط

الملك فهد الطبية بالرياض للحاضنة التقنية في مجال التقنية الحيوية، واتفاقية مع معهد أوكسفورد للإبداع لإدارة الحاضنة لمساعدة الشركات الناشئة على تحقيق النجاح على الصعيدين التقني والتجاري.

من جهة أخرى، من المتوقع أن تكون جامعة الملك عبدالله للعلوم والتقنية في ثول، وحديقة التقنية الحيوية في الرياض المزمع انشائها بالتعاون مع وزارة الصحة من أكبر المراكز الاقتصادية والصناعية والطبية والعلمية في منطقة الشرق الأوسط، إذ تتضمن المشاريع مرافق للأبحاث السريرية وما قبل السريرية، ومصانع لمنتجات صيدلانية وحيوية وغيرها من علاجات أمراض الدم.

أبحاث التقنية الحيوية حول العالم

قام فريق العمل المكلف بالتخطيط للبرنامج بدراسة عدد من معاهد أبحاث التقنية الحيوية حول العالم، والتي تم اختيارها لتتضمن مزيجاً من المختبرات المدعومة حكومياً التي تضطلع بنشاط مع برنامج المدينة للتقنية الحيوية،



■ الشكل ٤؛ المواد المنشورة في التقنية الحيوية في بعض دول العالم.

الشراء) التي تعيق إجراء البحوث بشكل فعال.
- تغيير الأولويات والرؤى والتوجهات البحثية نظراً لتغير المسؤولين التنفيذيين.

• الفرص

يمكن تقسيم الفرص التي يمكن الاستفادة منها في برنامج التقنية الحيوية بالمملكة إلى ما يلي:-

■ الفرص المتوفرة: ومن أهمها:-

- توفر البلازما الجرثومية في الموارد الجينية البحرية والجرثومية والنباتية في المملكة.
- انتشار الأمراض الوراثية بين أبناء المملكة يملئ تطوير ونقل التقنيات الجديدة لمعالجة هذه الأمراض والكشف المبكر عنها.

- توقعات أن يكون العائد على الإستثمار في

التقنية الحيوية عالياً.

- اهتمام المؤسسات التي مقرها في المملكة بالبحث في التقنية الحيوية.

- التوجه نحو اقتصاد قائم على المعرفة (إنتاج

التقنية والإستثمار فيها، وإنشاء حاضنات التقنية،

والمدن الصناعية الجديدة، وحدائق العلوم

والمعرفة الجديدة، وحدائق التقنية الحيوية).

■ الفرص الإستراتيجية: ومن أهمها:-

- اعتماد السياسة الوطنية للعلوم والتقنية التي

تتضمن برامج إستراتيجية تقنية لدعم البحث

والتطوير ونقل التقنية.

- إمكانية استقطاب الإستثمار الأجنبي للتقنية

الحيوية، وتبني المؤسسات الإستثمارية السعودية سياسة

واضحة للبحث على الإستثمار في التقنية الحيوية.

- إمكانية جذب الموارد البشرية الخارجية من

خلال أنظمة التجنيس والإقامة.

- وجود حوافز لتطوير تقنيات عند كلفة متدنية (الدعم

الحكومي من خلال منح الأراضي والمرافق، وتوفير اليد

العاملة والمواد الأولية، وأنواع الإعفاء الضريبي).

- الحاجة المتنامية لمعالجة الأمراض والأفات

أعمال التقنية الحيوية.

وكذلك إفتتاح العديد من

الجامعات ومراكز البحوث

في مجال التقنية الحيوية،

وتوفر المختبرات والبنية

التحتية، ومبنى جديد

للتقنية الحيوية. بجانب

ذلك يعد النفاذ لقواعد

البيانات، وتقنيات الإتصال

الحديثة، ووجود برامج

المنح الحكومية لطلاب

الدراسات العليا من أهم

مواطن القوة في

تشجيع البحث العلمي في التقنية الحيوية.

■ مواطن الضعف: ومن أهمها:-

- الإفتقار للتنوع في التخصصات

العلمية، فالتقنية الحيوية تتطلب تعاون

الباحثين من مختلف التخصصات العلمية.

- تحتاج معظم عينات التقنية الحيوية لوسيلة نقل

سريعة في ظروف بيئية منضبطة.

- الإفتقار لوسائل النقل الفعالة، وآليات الشراء

والتراخيص الجمركية الموائمة لطبيعة منتجات

التقنية الحيوية.

- صعوبة تعيين الأخصائيين التقنيين في المملكة

نظراً للسياسات واللوائح الحكومية.

- صعوبة استقطاب الخبراء الدوليين.

- الإفتقار لتمويل القطاع الخاص لمنح الباحثين.

- الإخفاق في تبني خطة فعالة لإدارة البحث،

مما يسفر عن مشاريع تبدد المال والوقت.

- الحوافز التي تحت الباحثين على احتكار المعلومات

العامة وعدم التعاون مع آخرين في البحوث نظراً

للقوانين الخاصة بالترقيات الأكاديمية.

- الإفتقار للعمل الجماعي والتعاون.

- غياب التنسيق والتعاون بين المعاهد البحثية.

- العجز عن التكيف السريع مع المتطلبات العالمية.

- عدم تماثل الحوافز مع الأهداف الإستراتيجية.

- الإفتقار لنظام عادل لتقويم الباحثين.

السياسات والإجراءات الحكومية (لاسيما قوانين

المؤسسة	إجمالي النشر	متوسط اثر النشر	البحوث الطبية	البحوث الزراعية	البحوث البيئية
جامعة تكساس	٧٥١	٤,١٦	٥٠٢	٢٠٧	٦٣
وزارة الزراعة الأمريكية	٦٦٦	١,٧٤	٩٦	٥٠٦	١١٧
الأكاديمية الصينية للعلوم	٦٢٧	١,٦٩	١٢٥	٣٤٩	١٧٠
جامعة هارفارد	٥٤٥	٦,٣٠	٤٤٤	٨٠	٣١
جامعة واشنطن	٤٦٢	٤,٥٠	٣٢٥	١٠٦	٤٥
المعهد الوطني الفرنسي للبحوث الزراعية	٣٧٨	٢,٣٧	٧٣	٢٥٦	٦٢
جامعة فلوريدا	٣٦٢	٢,٢٨	١٥٥	١٧٣	٤٩
جامعة توكيو	٣٤٤	٢,٤٦	١٦٣	١٦٨	٢٤
سي إس آي سي	٣٣٧	٢,١٥	٦٦	١٤١	١٣٧
جامعة كورنيل	٣٢٧	٣,٦٧	١٢٩	١٧٤	٣٩
جامعة ديفيس كاليفورنيا	٢٨٩	٢,٨٨	٩١	١٦٦	٤٥
جامعة ويسكونسن	٢٧١	٣,٥٥	١١١	١٣٠	٣٩
جامعة لوس أنجلوس كاليفورنيا	٢٦٣	٤,٢٨	٢٠٢	٥٠	٢٠
جامعة باريس	٢٥٨	٢,٦٥	١٤٥	٦٣	٥٣
جامعة جونز هوبكنز	٢٥٤	٥,٩٧	٢١٤	٢١	٢٢

■ جدول (٥) المؤسسات البحثية في التقنية الحيوية في العالم.

(٦٦٦) والأكاديمية الصينية للعلوم (٦٢٧)،

وحسب الجدول (٥) تعد الأكاديمية الصينية

للعلوم هي الرائدة في إصدار البحوث البيئية، في

حين تحتل وزارة الزراعة الأمريكية الصدارة في

النشر في البحوث الزراعية، أما جامعة تكساس

فتصدر أكبر عدد من البحوث الطبية.

الفرص والتحديات

هناك العديد من الفرص التي تساعد على

نجاح برنامج التقنية الحيوية بالمملكة، ولكن

هناك كثير من التحديات التي تقف عقبة في

نجاح هذا البرنامج. ويمكن تفصيل الفرص

والتحديات وفقاً لما يلي:-

• مواطن القوة والضعف

تشير مواطن القوة والضعف إلى حاجة

المنظمة الداخلية إلى الكوادر البشرية

والمكانيات المادية بالمملكة وغيرها. ويمكن

إبراز مواطن القوة والضعف فيما يلي:-

■ مواطن القوة: ومن أهمها توفر الموارد المالية،

ورغبة الباحثين الشديدة لإجراء البحوث

التطبيقية، بدء تأسيس مرافق حاضنات

وثقافة المجتمع.

- الالتزام بالعدالة والصدق والأمانة والشفافية
- حفظ السلامة والأمن.
- مراعاة الضوابط الأخلاقية.
- الطموح المستمر.

• الأهداف الإستراتيجية

- تتمثل الأهداف الاستراتيجية في:-
- نقل وتوطين أحدث التقنيات الحيوية العالمية المناسبة.
- توفير البيئة المناسبة للتميز والإبداع والاستثمار في مجالات التقنية الحيوية.
- تأهيل وتدريب الكوادر الوطنية في علوم التقنية الحيوية
- توجيه تطبيقات التقنية الحيوية بما يحقق الأمن الصحي والغذائي.
- استخدام التقنية الحيوية في المحافظة على الأصول الوراثية وتطويرها واستدامتها.
- المحافظة على الموارد البيئية وإنمائها باستخدام التقنيات الحيوية المناسبة.
- ترسيخ مفهوم العلاقة بين برامج التقنية الحيوية والمجتمع.

المجالات التقنية

من أهم المجالات التقنية لبرنامج التقنية الحيوية بالمملكة ما يلي:-

• التطبيقات الطبية

سجل في المملكة عدد كبير من الأمراض والأفات، شأنها في ذلك شأن سائر بلدان العالم، إذ تتراوح هذه الأمراض بين الأمراض المعدية وأمراض السرطان وأمراض النمو والشيخوخة ومرض السكر الخ... إلا أن المملكة تنفرد في بعض جوانب هذه الأمراض (مثل الجوانب الطبية لموسم الحج، وغلبة تزواج الأقارب، الأمر الذي يسفر عن الأمراض الوراثية، والأمراض المتعلقة

مراحل التطوير.

- ما تستغرقه عملية تطوير منتجات التقنية الحيوية من وقت طويل.

إستراتيجية البرنامج

حدد فريق التخطيط الإستراتيجي للتقنية الحيوية رؤيةً وأولوياتٍ وإجراءاتٍ من شأنها الوصول بالمملكة إلى مرحلة متقدمة من البحث والتطوير في مجالات التقنية الحيوية، لا سيما وأن عناصر الإستراتيجية وُضعت لتوجيه البرنامج بما يخدم مصالح المواطنين في المملكة، وبما يتفق مع قيم مواطنيها، ويشع على المملكة مع تقديم الحوافز الكبيرة للإبتكار.

ساهم تعاون عدد كبير من الجهات ذات العلاقة بالتقنية الحيوية - بما في ذلك العديد من المتخصصين بهذه التقنية بالمملكة - في رسم الرؤية والرسالة والأهداف الإستراتيجية الخاصة بالبرنامج.

• الرؤية

تتمثل الرؤية في " الريادة في التقنية الحيوية لأفضل حياة "

• الرسالة

تتمثل الرسالة في التميز والإبداع في تطوير وابتكار تطبيقات التقنية الحيوية بما يحقق مزيداً من التقدم العلمي والاقتصادي.

• القيم

تتمثل القيم في:-

- مراعاة العقيدة الإسلامية واللغة العربية

الوراثية المحلية التي تصيب الإنسان والحيوان.

- منح الشهادات العلمية للطلاب أو المتدربين في مجالات التقنية الحيوية.
- تعزيز القطاع الخاص، وتمويلهم لمشاريع البحث والتطوير في المعاهد البحثية بمساعدة الحوافز الحكومية.

- تنامي اهتمام القطاع الخاص (لاسيما في الصناعة) بتأسيس مراكز وطنية للبحث والتطوير.

• التحديات

- هناك العديد من التحديات التي تواجه برنامج التقنية الحيوية بالمملكة من أهمها:-
- الكلفة الباهظة لمعطيات التقنية الحيوية وباحثيها.
- صعوبة نقل بعض التقنيات أو البحوث بسبب القيود الإقتصادية والسياسية.
- الإفتقار إلى البرامج التعليمية الكافية لإنتاج العمال المؤهلين في المجالات التقنية للعمل في الصناعة والحكومة.
- الإفتقار لتمويل الأولي.
- كون التقنية الحيوية لا تعتبر أولوية في القطاع الخاص.
- من ورود المنتجات المتدنية الكلفة المترتب على الإضمام للإقتصاد العالمي والتي تحد من دوافع البحث والتطوير.

- التنافس الدولي على استقطاب الخبراء المتخصصين في التقنية الحيوية.

- إحتفاظ القطاع الخاص بالمتخصصين في التقنية الحيوية من خلال تقديم الرواتب الجذابة.

- الإفتقار لدوافع إجراء البحوث في المملكة.

- عدم انساق بعض سياسات وأنظمة الحكومة مع إحتياجات الباحثين في العلوم.

- الإفتقار للمؤسسات المتخصصة القادرة على إجراء بعض المتطلبات الهامة للتقنية الحيوية، لا سيما اختبار العقاقير.

- العجز عن صنع المنتجات العالية الجودة خلال

بظاهرة التمدن). من هنا يتضح الدور الذي يمكن أن تلعبه التقنية الحيوية في الوقاية من هذه الأمراض والكشف المبكر عنها وعلاجها. ومن أبرز الأمراض التي من شأنها الاستفادة من البحث والتطوير في التقنية الحيوية:-

■ الأمراض المزمنة: ومنها أمراض الكلية، والأمراض التنفسية، والبدانة والأمراض المتعلقة بالجهاز الهضمي، وقصر الدم.

■ أمراض النمو والشيخوخة: مثل الشلل والإضطرابات الهرمونية التي تؤثر على النمو والأمراض الوراثية، ومرض باركنسون وأمراض الشيخوخة مثل مرض ألزهايمر

■ الأمراض المعدية: وتشمل الأمراض البكتيرية وأمراض الفطرية والفيروسية والطفيلية.

■ أمراض السرطان: مثل سرطان الثدي والدم والغدة الدرقية وسرطان البروستات وسرطان الغدد للمفاوية.

■ أمراض القلب والأوعية الدموية: وتشمل الذبحة الصدرية واحتقان الصدر والجلطات وارتفاع ضغط الدم.

■ مرض السكر: مضاعفاته، أسبابه وطرق علاجه.

● التطبيقات الزراعية

تعمل الظروف البيئية على إضعاف نمو الزراعة في المملكة، ذلك أن الإفتقار لماء الري، وارتفاع درجات الحرارة، ونسبة الملوحة المرتفعة في المياه والتربة تفرض تحديات بالغة أمام التنمية الزراعية.

من جهة أخرى، فإن تزايد نمو سكان المملكة، وصغر سن معظم أبناء المملكة يملئ تطوير أوجه التقنية الحيوية التي تساعد على تخطي الحواجز التي تحد من التنمية الزراعية. فبوسع التقنية

الحيوية المساعدة على إنتاج المحاصيل الزراعية الجديدة التي تلبى إحتياجات المملكة المتنامية من الغذاء.

ومن أبرز المجالات الزراعية التي تستدعي

البحث والتطوير في التقنية الحيوية مما يلي:

■ إنتاج النباتات: وتشمل:-

- الهندسة الوراثية لإنتاج المحاصيل التي تقاوم الجفاف ودرجات الملوحة العالية.

- تعزيز تصميم وإنتاج جودة المحاصيل المحلية باستخدام التقنية الحيوية الجزيئية.

- دراسة مصادر التنوع الوراثي لأهم المحاصيل.

- دراسة البنية الجزيئية أو الوراثية للنباتات المحلية.

تربية الحيوانات: وتشمل:-

- دراسة التنوع الوراثي في مواشي الحيوانات الأليفة.

- التشخيص الجزيئي لأفات الحيوان.

- دراسات تشخيصية للأمراض والآفات الشائعة بين الإنسان والحيوان.

- التداول الوراثي لتعزيز الإنتاجية الزراعية من الحيوانات.

■ إنتاج المنتجات الحيوية: ومن أهمها:-

- تطبيقات مضاعفة التقنية للتفريق بين المواد النباتية الحيوية لأغراض التشخيص والعلاج.

- تعريف المواد النشطة في النباتات المستخدمة في الدواء.

■ حماية النبات: وتشمل :-

- التطوير الوراثي للمحاصيل الزراعية بما يجعلها تقاوم أمراض الديدان الخيطية.

- تشخيص وتعريف أسباب أمراض النبات باستخدام الوسائل الجزيئية.

- مراقبة المواد الغذائية المعدلة وراثياً لأغراض السلامة.

- تشخيص الأمراض التي تنتقل إلى الغذاء.

- تطهير مكونات الغذاء الجزيئية للتخلص من العناصر غير المرغوب بها.

● التطبيقات البيئية

من أهم المجالات البيئية الأكثر استفادة من

البحث والتطوير في التقنية الحيوية:

■ التنوع الحيوي الجراثيمي: ويشمل:-

- دراسة وحفظ الجراثيم في التربة والماء والهواء وتسخيرها للتطبيقات الحرجة مثل نقل المورثات.

- تطوير وسائل الكشف عن الجراثيم وخصائصها الفسيولوجية وتحليلها.

■ المعالجة أو الإصلاح الحيوي: وتشمل:-

- استخدام الجراثيم، والجراثيم المعدلة وراثياً لإزالة التلوث الناجم عن الأسمدة الكيميائية، والأراضي والمياه الملوثة بالبترول المتسرب.

- معالجة المكونات الحرجة مثل الملوثة الكيميائية والماء المشع الثقيل في الأرض.

- دراسة الظروف البيئية الملائمة للمعالجة أو الإصلاح الحيوي.

■ التعزيز الجراثيمي: ويشمل:-

- الكشف عن الجراثيم وتطويرها لتحمل خصائص تعزيز إنتاج البترول في الآبار وخط الأنابيب و/أو في مصافي البترول.

- تسخير الجراثيم لنزع الكبريت من البترول.

- تعديل الجراثيم لمقاومة الظروف القاسية في آبار وخطوط أنابيب البترول.

- إنتاج المواد الحيوية المعززة لزيادة إنتاج البترول.

■ البوليمرات الحيوية: وتشمل:-

- اكتشاف الجراثيم القادرة على تكوين البوليمرات، وتحليل الظروف البيئية اللازمة، وتعزيز قدرة هذه الجراثيم على زيادة الإنتاج.

- دراسة الظروف والوسائل البيئية للإنتاج التجاري.

- تعزيز خصائص البوليمرات باستخدام التقنية المتناهية الصغر.

■ المجسات الحيوية: وتشمل:-

- تطوير الجراثيم واستخدامها لرصد الملوثة البيئية.

- تعديل الجراثيم لرصد تسرب البترول.

مؤشرات الأداء الأساسية

ساعدت الجهات ذات العلاقة ببرنامج التقنية الحيوية على تحديد مؤشرات الأداء، بحيث يكون كل مؤشر مقياساً مرتباً بهدف إستراتيجي محدد. ومن أهم مؤشرات الأداء الأساسية ما يلي:-

- نسبة ما هو متوفر من الموارد البشرية المطلوبة.
- تقويم عائد الإستثمار الذي يحققه البرنامج.
- معدل ما ينجز من الأهداف الإستراتيجية في المشاريع.
- المعرفة التي يتم تحصيلها باستخدام أحدث التقنيات في نشاط البحث.
- معدل ما ينجز من الأهداف الإستراتيجية في التقنيات.
- معدل الشراكات الإستراتيجية المفعلة.
- عدد إكتشافات بحوث الأساس التي تسفر عن تطبيقات جديدة في التقنية الحيوية.
- نسبة البحوث التطبيقية التي تسفر عن نماذج جديدة للأعمال أو حلول عملية.
- نسبة المؤسسات البحثية التي تبتكر خطوط إنتاج أو حلولاً جديدة.
- نسبة الشركات البحثية التي تبتكر خطوط إنتاج أو حلولاً تقنية جديدة.
- نسبة البحوث التطبيقية التي تبتكر خطوط إنتاج أو حلولاً تقنية جديدة على الصعيد المحلي.
- نسبة المؤسسات البحثية القائمة والتي تسفر عن خطوط إنتاج أو حلول تقنية جديدة.
- نسبة أوجه التقنية المتوفرة والتي يتم نقلها أو تطويرها في المملكة بما يقيس إنتاجية التقنيات الجديدة في خطة البحث الإستراتيجية.
- نسبة أوجه التقنية المتوفرة والتي تسفر عن خطوط إنتاج أو حلول تقنية جديدة.
- نسبة الوسائل وأساليب العمل الجديدة التي يتم تبنيها من قبل حاضنات التقنية الحيوية.
- نسبة أساليب العمل الجديدة التي يتم تبنيها وتطويرها في مراكز البحث في التقنية الحيوية.

وخطة إدارة المخاطر، وخطة نقل التقنية. ويمكن تفصيل نقل التقنية فيما يلي:-

- ١- إشراك المستخدمين في تصميم البرنامج من خلال مساهمتهم في ورش العمل المخصصة للتخطيط ومشاركتهم في نشاط اللجنة الاستشارية لبرنامج التقنية الحيوية. فمن المعلوم أن مساهمة المستخدم في تصميم البحوث من شأنها أن تؤدي على الأرحح إلى بحوث ونتائج وافية بمتطلبات المستخدمين، ومن ثم فإنها مرجحة أكثر لأن تنتهي بالإبتكارات الناجحة.
- ٢- تشجيع البرامج الوطنية المُرَكَّزة على تطوير المشاريع التطبيقية التجريبية المتطورة في كل من المدينة والجهات الحكومية والجامعات والقطاع الصناعي. ويتم نقل المعرفة من خلال المشروع إلى الشركات. ويعد هذا أسلوب مثبت الفعالية لتطوير التقنيات التي تخدم غرضاً محدداً، والتي يمكن نقلها بسهولة إلى المستخدمين في القطاعين العام والخاص.
- ٣- استخدام مراكز الجامعة/الصناعة كآلية أساسية للبحث خلال مراحل الخطة، حيث أن من شأن إشراك القطاع الخاص بأوجه نشاط هذه المراكز (من خلال التوصيات والتمويل) تشجيع تركيز البحث الجامعي على إحتياجات المستخدمين، الأمر الذي يعزز فرص نقل التقنية. من جهة أخرى، فإن هذه المراكز ستقوم كذلك بتحويل المعرفة إلى الصناعة من خلال تدريب وتخريج الطلاب (الذين تم تدريبهم لمواجهة المشاكل الخاصة بالصناعة) الذين يتخذون وظائف بعد ذلك في الشركات أو يقومون بتأسيس شركاتهم الخاصة.
- ٤- الربط بين برنامج التقنية الحيوية وحاضنات تقنية الأعمال والبرامج الأخرى التي ستسهم في إنشاء شركات جديدة للتقنية الحيوية.

- دراسة سلامة وأمن المجسات الحيوية.

- **التخمير والمفاعلات الحيوية:** وتشمل:-
- تطوير وتوظيف الأغشية الحيوية والمفاعلات الحيوية. في إنتاج المواد الحيوية.
- دراسة كيفية تنظيم ظروف عمليات التخمير.
- **إعادة التدوير الحيوي:** وتشتمل:-
- دراسة السلامة الحيوية لظروف التدوير الحيوي للنفايات الصناعية والزراعية والطبية.
- تحديد منافع نفايات التدوير الحيوي.
- التعرف على الجراثيم المفيدة للتدوير الحيوي وتعديل الجراثيم لخدمة هذا الغرض.
- دراسة تنظيم ظروف عمليات التدوير الحيوي
- **مجالات ذات أهمية مشتركة**
- إضافة إلى ذلك فإن الخطة الاستراتيجية اهتمت كذلك بالمجالات ذات الأهمية المشتركة والتقنيات الحديثة جدا والتي تتقاطع مع جميع التطبيقات السابقة مثل:-
- والانظمة والتشريعات ذات العلاقة
- السلامة الاحيائية.
- الامان الحيوي.
- الاخلاقيات الحيوية.
- التقنيات التفصيلية
- التقنيات الحيوية المتناهية الصغر.
- تقنيات الجينوم والبروتيوم
- الاحيائية الجزيئية
- المعلوماتية الحيوية
- الانتاج الدوائي
- الخلايا الجذرية

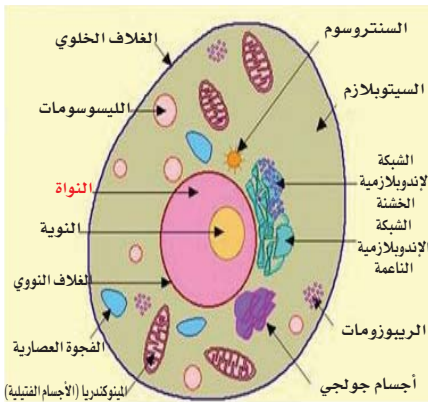
الخطة التشغيلية

تتضمن الخطة التشغيلية خطة إدارة محفظة المشاريع، وخطة إدارة الجودة، وخطة إدارة الموارد البشرية، وخطة إدارة الإتصالات،

ملايين أو بلايين الخلايا بحسب نوع الكائن، ويوجد منها نوعان، هما:

١- الخلايا الجسدية (Somatic Cells): ويطلق عليها كذلك الخلايا الجسمية حيث تمثل كافة أنواع الخلايا في الجسم فيما عدا الحيامن (الخصيتين) في الرجل، والمبيض في رحم المرأة، وكذلك الأسدية (Stamens)، والمبيض في النبات. تحتوي نواة الخلية الجسدية على العدد الكامل من الصبغيات (Chromosomes) في صورة زوجية (Diploid). حيث يوجد في نواة الخلية الجسدية للإنسان - على سبيل المثال - ٤٦ صبغية (٢٣ زوج).

٢- الخلايا الجنسية أو التناسلية (Germ Cells): وهي عبارة عن وحدات التكاثر الجنسي في الكائن الحي، مثل: البويضة في المرأة والحيوان المنوي في الرجل. وتحتوي نواة الخلية التناسلية على نصف عدد الصبغيات في صورة فردية (Haploid). حيث يوجد في نواة الخلية التناسلية للإنسان ٢٣ صبغية فقط. وبذلك يتجلى إبداع الخالق سبحانه وتعالى حين ينتج العدد الكامل من الصبغيات مرة أخرى بتزاوج الأمشاج المذكورة مع المؤنثة. وهي وسيلة للمحافظة على النوع عبر الأجيال المتعاقبة.



■ شكل (١) التركيب العام للخلية ومحتوياتها من عضيات مختلفة.

مفاهيم أولية في التقنية الحيوية



أ.د. ماهر محمد شحاتة

قريبة وبعيدة المدى لخوض غمار هذه التقنية، وتحصيل أكبر قدر من فوائدها الاقتصادية، والصحية، والزراعية، والبيئية. يستعرض هذا المقال بعض المفاهيم الأولية لهذه التقنية، وذلك كما يلي:

الوحدة البنائية للكائن الحي

يتكون جسم الكائن الحي في النبات والحيوان والإنسان من عدة أعضاء (Organs)، وكل عضو يتكون من عدة أنسجة (Tissues)، وكل نسيج يتكون من عدة خلايا (Cells)؛ وعليه فإن الخلية (Cell) هي وحدة التركيب والوظيفة في الكائن الحي.

تحتوي الخلية - بشكل عام - على عدد من العضيات (Cell Organelles)، وهي عبارة عن تراكيب محددة توجد داخل خلية الكائن الحي تقوم بجميع الوظائف الحيوية التي تخصه، شكل (١). ومن أهم العضيات التي توجد فيها المادة الوراثية في الخلية الحيوانية والنباتية هي: النواة (Nucleus).

يبلغ عدد الخلايا المكونة لجسم الكائن الحي

التقنية الحيوية هي مجمل التقنيات (الطرق - الوسائل) التي تتناول استخدام الكائنات الحية أو مكوناتها تحت الخلية بغرض إنتاج أو تحويل أو تطوير منتجات ذات قيمة وفائدة للإنسان، حيث أمكن نقل جينات معينة من كائن إلى آخر، ويتطلع العديد من الباحثين والمختصين لمعرفة التطبيقات الممكنة للتقنية الحيوية، وخاصة في المجالات الزراعية، مما سيساهم في زيادة الإنتاج الزراعي، وذلك عن طريق إنتاج صنف جديد يتميز بصفات مرغوبة كماً ونوعاً وبطرق أكثر كفاءةً وأسرع مقارنةً بالطرق التقليدية.

تعد التقنية الحيوية علم جديد برز وتطور بشكل سريع ومذهل خلال العشرين سنة الماضية، حيث تُستخدم الخلية النباتية، أو الحيوانية، أو الميكروبية لإنتاج مواد ذات فائدة كبيرة للبشرية، وبالتالي تلعب دوراً مهماً في تحسين نواتج كل من النبات والحيوان بغرض استخدامها في الزراعة، والصناعة، والمجالات الطبية المختلفة.

ومن هذا المنطلق سعت وتسعى كثير من الدول المتقدمة والنامية إلى وضع خطط إستراتيجية

المورثات

وضع العالم النمساوي «جريجور مندل» قوانين علم الوراثة ونشرها عام ١٨٦٥ م ، ولكن لم يلتفت لنتائج أحد في ذلك الحين، حيث كان العالم مشغولاً بنظرية التطور لداروين، ومن ثم أعيد اكتشافها وأدرك العلماء أهميتها عام ١٩٠٠ م. ومنذ ذلك التاريخ شهد العالم تقدماً مطرداً في فهم أسس الوراثة في الكائنات الحية. وفي العشرينات من القرن الماضي اكتشف العالم «ميلر» أن الإشعاع يحفز التغيرات في النبات والحيوان، أما في الثلاثينات والأربعينات فقد تم اكتشاف العديد من الأساليب الجديدة للتعامل مع الصبغيات والمورثات، مثل استخدام مادة «الكولشيسين» - مادة كيميائية تستخلص من نبات اللحاح (Colchicum Autumnale) ولها القدرة على إحداث طفرات وتغيير في التركيب الوراثي للخلايا النباتية - في مضاعفة عدد الصبغيات في الذرة الهجين وغيرها من المحاصيل، وكذلك استخدام مواد كيميائية أخرى للتحث على الطفرات.

ومع اكتشاف اللولب المزدوج لهيكل الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) في عام ١٩٥٢ م من قبل "جيمس واتسون" و «فرانسيس كريك» حدثت ثورة من التقدم في مجال علمي الوراثة والأحياء الجزيئية، بتوالي سلسلة متصلة من الاكتشافات، حيث أجريت في السبعينات تجربة الاستنساخ الوراثي لإنتاج بعض الهرمونات مثل الإنسولين البشري داخل خلايا البكتيريا، وتبع ذلك إنتاج نباتات تحمل صفات وراثية جديدة تعطيلها طعم أو لون أفضل، أو درجة تحمل أعلى للمبيدات، أو مقاومة الآفات، وكذلك حيوانات تنتج ألبان بكميات أكبر، أو لحوم خالية من الدهون، بالإضافة للكثير من المنتجات الصيدلانية.

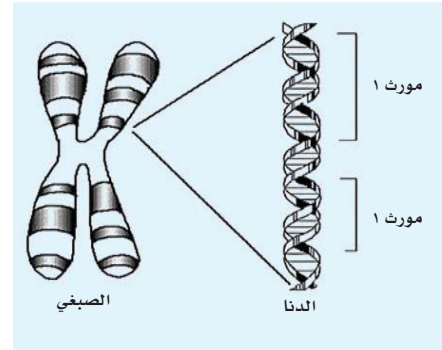
النباتات الراقية والحيوان والإنسان.

٢- أوليات النواة (Prokaryotes): وهي مجموعة الكائنات الحية التي توجد صبغاتها حرة في سيتوبلازم الخلية، أي لا يفصلها عنه غلاف نووي، ومنها البكتيريا (Bacteria)، والطحالب الخضراء المزرقّة (Blue-Green Algae).

● الأحماض النووية

يوجد الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) على امتداد الصبغيات في الخلايا مشكلاً أساس الوراثة. وهو اسم مختصر مشتق من اسمه، وذلك نسبة لنوع السكر الخماسي الذي يدخل في تركيب وحداته البنائية. ويوجد داخل صبغيات الخلية في شكل حلزون مزدوج - أي خيطين يلتفان على بعضهما - والوحدة البنائية له هي النيوكليوتيدة (Nucleotide) والتي تتكون من سكر خماسي، وقاعدة نيتروجينية، ومجموعة فوسفات. وكل مجموعة من النيوكليوتيدات على امتداد الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) تكوّن وحدة مستقلة تُسمى مورث (Gene)، ويمكن اعتبار الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) مقسم لعدد من العقل كل منها يسمى مورث. وهو أساس تصنيع البروتين الموجود في الخلية، ويتم تصنيعه عن طريق حلقة وصل بينهما هو الحمض النووي الريبوزي (Ribonucleic Acid - RNA).

أما الحمض النووي الريبوزي (RNA) فيوجد في سيتوبلازم الخلايا. وهو اسم مختصر مشتق من اسمه، وذلك نسبة لنوع السكر الخماسي الذي يدخل في تركيبه، وهناك ثلاثة أنواع من الحمض النووي الريبوزي هي: الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA)، الحمض النووي الريبوزي الريبوزومي (rRNA).

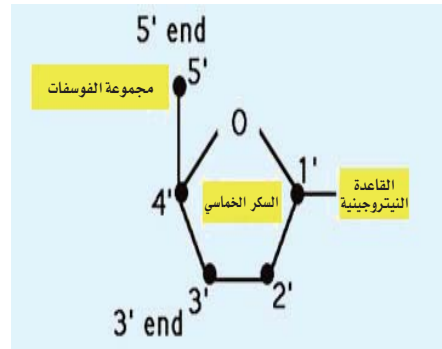


■ العلاقة بين الصبغي والدنا والمورثات.

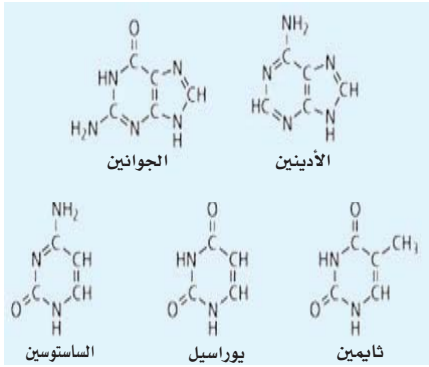
النواة

تعد النواة البنك المركزي للمعلومات الوراثية في الخلية، وتتوزع المعلومات الوراثية على عدد من التراكيب داخل النواة تسمى الصبغيات. وهي أجسام يمكن صبغها بمواد كيميائية تتفاعل مع مواد تدخل في تركيبها الكيميائي، وتمثل الوحدات الحاملة للصفات الوراثية في الكائن الحي. ومن الناحية الشكلية يتكون الصبغي من كروماتيدتين (Chromatids) يرتبطان عن طريق السنتروميير (Centromere)، أما من الناحية الكيميائية فإن الصبغي يتكون من الحمض النووي منقوص الأكسجين (Deoxyribonucleic Acid - DNA) وبروتين. وتقسم الكائنات الحية على حسب وجود الصبغيات داخل النواة من عدمه إلى:

١- حقيقيات النواة (Eukaryotes): وهي مجموعة الكائنات الحية التي توجد صبغاتها داخل النواة ويحيطها غلاف نووي، وتشمل



■ مكونات النيوكليوتيدة.



■ القواعد النيتروجينية الداخلة في تركيب كل من الدنا والرنا.

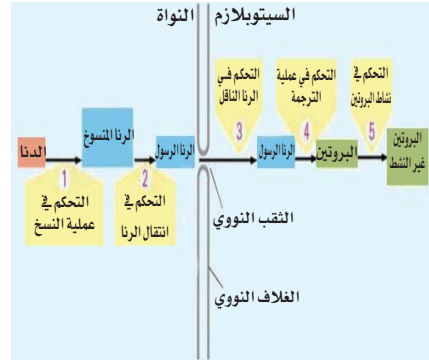
أو مشتقاتها هي المسؤولة عن إعطاء الطراز المظهري للصفة.

● شفرة الوراثة

تعد القواعد النيتروجينية الأدينين (Adenine - A) والجوانين (Guanine - G) والثايمين (Thymine - T) والسايوسين (Cytosine - C) أبجديات الوراثة الأربعة في الحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين (DNA)، أما في الحمض النووي الريبوزي (RNA) فهناك الأدينين (A)، والجوانين (G)، والسايوسين (C)، إضافة إلى اليوراسيل (Uracil - U). ويبلغ عدد الأحماض الأمينية التي تدخل في بناء سلسلة أي بروتين عشرون (٢٠)؛ وعليه فقد ثبت أن الحروف الأربعة في شفرة الوراثة (Genetic Code) تقرأ في كلمات (كودونات) كل منها ثلاثية (٤)،

		الحرف الثاني											
		U			C			A			G		
U	UUU	Phe	UCU	Ser	UAU	Tyr	UGU	Cys	U				
	UUC		UCC		UAC		UGC		C				
	UUA		UCA		UAA	Stop	UGA	Stop	A				
	UUG	Leu	UCG		UAG	Stop	UGG	Trp	G				
C	CUU		CCU	Pro	CAU	His	CGU		U				
	CUC	Leu	CCC		CAC		CGC		C				
	CUA		CCA		CAA	Gln	CGA		A				
	CUG		CCG		CAG		CGG		G				
A	AUU		ACU	Thr	AAU	Asn	AGU	Ser	U				
	AUC	Ile	ACC		AAC		AGC		C				
	AUA		ACA		AAA	Lys	AGA		A				
	AUG	Met	ACG		AAG		AGG		G				
G	GUU		GCU	Ala	GAU	Asp	GGU		U				
	GUC	Val	GCC		GAC		GGC		C				
	GUA		GCA		GAA		GGA		A				
	GUG		GCG		GAG	Glu	GGG		G				

■ جدول (١) شفرة الوراثة ذات الكودونات الثلاثية توضح ٦٤ شفرة وراثية منها شفرة للبدية وثلاثة للنهاية وبقية الكودونات تعبر عن الأحماض الأمينية العشرين.



■ خطوات التعبير الجيني الوراثي.

● التعبير الوراثي

التعبير الوراثي (Gene Expression) هو تحويل لغة النيوكليوتيدات المكوّنة للحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) إلى لغة الأحماض الأمينية المكوّنة للبروتين. وتتم في خطوتين متتاليتين هما النسخ والترجمة.

● النسخ

النسخ (Transcription) عملية يتم فيها نقل المعلومات الوراثية من الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) والمثلة في صورة ترتيب معين (شفرة الوراثة) من النيوكليوتيدات إلى تتابع مكمل من النيوكليوتيدات في الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، أو الناقل (tRNA)، أو الريبوزومي (rRNA).

● الترجمة

الترجمة (Translation) عملية يتم فيها تحويل لغة النيوكليوتيدات على الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA) إلى لغة الأحماض الأمينية المكوّنة للبروتين، وتتم عملية الترجمة بواسطة الريبوزومات بمساعدة الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA) والحمض النووي الريبوزي الريبوزومي (rRNA). وتكوّن البروتينات داخل خلايا الكائن الحي البروتيوم (Proteome). ويختلف البروتيوم من خلية إلى أخرى، ومن نسيج لآخر، ومن عضو لآخر حسب حالة الخلية ونشاطها، وتعد البروتينات

تعد المورثات (Genes) هي الوحدات الوظيفية للوراثة، وهي عبارة عن قطع من الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) كل منها له طول وتتابع محدد من النيوكليوتيدات. وقد يكون للمورث الواحد صور مختلفة تسمى أليلات (Alleles)، وهي إما أن تكون سائدة (Dominant) - لها القدرة على التعبير في ظهور الصفة - أو متنحية (Recessive) يختفي أثرها في وجود المورث السائد، وينتج عن ذلك تباين الصفات الوراثية التي تُورث مثل لون العين وفصائل الدم.

يعمل المورث على تنظيم عملية تكوين البروتين أو الإنزيم عن طريق عملية التعبير الوراثي (Gene Expression). ويحتوي الجسم البشري على حوالي ٣٤,٠٠٠ مورث مشفر يمثل حوالي ٣٪ من حجم الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA). مكوّنًا ما يُعرف بالجينوم (Genome) أو المجين أو المجموع الوراثي.

هناك العديد من المفاهيم الوراثية يمكن إبراز أهمها فيما يلي:

● الجينوم

الجينوم (Genome) عبارة عن مجموع مورثات النوع البشري أو الحيواني أو النباتي، وهو ثابت في جميع خلايا وأنسجة وأعضاء الكائن الحي إلا إذا تعرض أحد أجزائه لحدوث تغير في تركيب أو عدد الصبغيات وهو ما يسمى بالطفرات.

● الطراز الوراثي والطراز المظهري

الطراز الوراثي (Genotype) هو التراكيب الوراثية التي يحملها الفرد على شكل مورثات، سواءً كان ذلك زوج أو أكثر من المورثات، وهو المسؤول عن تكوين الطراز المظهري (Phenotype)، الذي هو عبارة عن صفات الكائن الحي المظهرية التي تُشاهد بالعين (مثل الطول والقصر والشكل واللون) أو الوظيفية أو التركيبية الناتجة عن تأثير المورثات.

أهم مجالات التقنية الحيوية

مع بداية استخدام المادة الوراثية في الكائنات الحية للحصول على منتجات مفيدة للإنسان تم تداول واستخدام وتدريس مصطلح التقنية الحيوية الحديثة (لتمييزها عن التقنية الحيوية التقليدية القديمة التي تعنى باستخدام الكائنات الحية في عمليات حيوية مثل التخمر والتعطين). وبدأت تظهر مجالات عديدة للتقنية الحيوية منها:

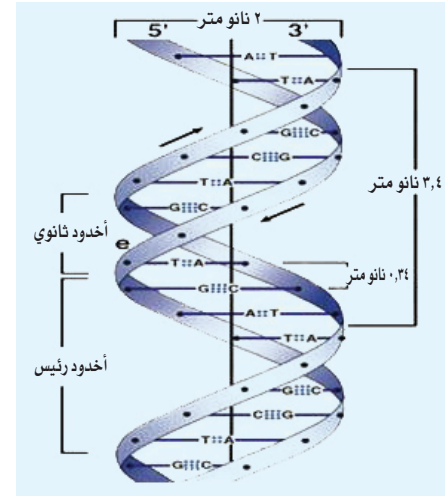
- التقنية الحيوية الزراعية (Agricultural Biotechnology): وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بالنبات والحيوان.
- التقنية الحيوية الطبية (Medical Biotechnology): وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بصحة الإنسان.
- التقنية الحيوية البيئية (Environmental Biotechnology): وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بخدمة البيئة والمحافظة عليها.
- التقنية الحيوية الصناعية (Industrial Biotechnology): وتختص بالأبحاث والأنشطة المتعلقة بالمجال الصناعي.
- التقنية الحيوية والمعلوماتية الحيوية (Bioinformatics): وتختص باستخدام الحاسبات الآلية لتحليل نتائج الدراسات الحيوية.
- التقنية الحيوية متناهية الصغر (Nano-Biotechnology): وتختص بالأبحاث والأنشطة على مستوى النانو وخاصة في مجال إنتاج الأدوية.

وقد ساعدت الاكتشافات الجديدة على تعزيز صناعة التقنية الحيوية على المستوى التجاري، لا سيما في أمريكا الشمالية وأوروبا، وبدأت العديد من الشركات الكبرى استثمارات كبيرة لتحسين إنتاج أنواع النباتات الزراعية كوسيلة لمعالجة الفقر والأمن الغذائي للبشر في البلدان النامية.

أنواع الحمض النووي الريبوزي

هناك أنواع عديدة من الحمض النووي الريبوزي RNA ، ثلاثة منها تلعب دوراً أساسياً في عملية التعبير عن الشفرة الوراثية وتصنيع البروتين وهي:

- الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA): ويتم نسخه بأطوال مختلفة على حسب طول المورث المشفر الذي نسخ منه. وتنتج معظم الخلايا كميات قليلة لآلاف الجزيئات المختلفة من الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، كل منها يترجم لبروتين على حسب حاجة الخلية.
- الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA): ويقوم بنقل الأحماض الأمينية المعبرة عن الشفرة الوراثية المقروءة على الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، حيث يوجد لكل حمض أميني من الأحماض الأمينية العشرين المعروفة حمض نووي ريبوزي ناقل أو أكثر. ويوجد حوالي ٢٢ نوع مختلف من الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA) في الخلية حقيقية النواة، كل واحد منها ينتج من مورث خاص به. ويتراوح طولها بين ٧٣-٩٢ نيوكليوتيدة. ويكون جزء منها حلزون مزدوج وبقية الأجزاء تكون مفردة لتكون ٢ التفافات (٣ loops). وعند أحد الالتفافات توجد ٣ قواعد مفردة تسمى بمضاد الشفرة (Anticodon)، ويكون تتابعها مكملاً للكودون (الشفرة) الموجودة على الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، وعند تكاملهما معا يتم وضع الحمض الأميني المراد في مكانه الصحيح على امتداد سلسلة البروتين الأولية (عديد الببتيد).
- الحمض النووي الريبوزي الريبوزومي (rRNA): ويدخل في تركيب الريبوزوم (Ribosome)، وهو أحد عضيات الخلية، المسؤول عن عملية الترجمة بمساعدة الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA).



■ الدنا: الحلزون المزدوج ويوضح أن كل ١٠ نيوكليوتيدات تكون لفة كاملة طولها ٣,٤ نانومتر والمسافة بين كل قاعدة والتي تليها ٠,٣٤ نانومتر، وارتباط القواعد المتقابلة على الخيطين بروابط هيدروجينية (ثلاث روابط بين الجوانين والسيورين، رابطتين بين الأدينين والثايمين)

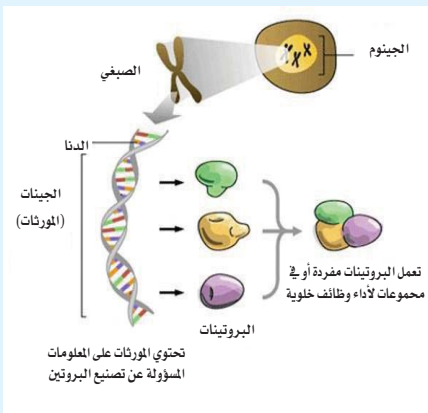
أي تتكون من تتابع ثلاث نيوكليوتيدات لتكون ٦٤ كلمة وراثية (شفرة الوراثة)، منها كلمة للبدية (AUG)، وتعبّر عن الحمض الأميني الميثيونين (Methionine) وثلاثة للنهاية هي (UAG, UGA, UAA) وبقية الكودونات (٥٩) تعبّر عن بقية الأحماض الأمينية العشرين (١٩) حمض أميني؛ وعليه يكون لكل حمض أميني شفرة أو أكثر (Degeneracy of Codons). ويتضح من الجدول (١) أن الحمض الأميني التريبتوفان يُعبّر عنه بكلمة واحدة (مثل الميثيونين)، وبقية الأحماض الأمينية (١٨) لكل منها كلمتين أو أكثر، وعلى سبيل المثال هناك ست كلمات للحمض الأميني سيرين وكذلك الأرجنين، يقابل كل كودون على الحمض النووي الريبوزي الرسول مضاد له على الحمض النووي الريبوزي الناقل يسمى مضاد الكودون (Anticodon). وقد ثبت أن الشفرة الوراثية عامة (Universal) منذ بدء الحياة حتى الآن، حيث أن نفس الكودونات تمثل شفرات لنفس الأحماض الأمينية في كل الكائنات الحية التي تمت دراستها، ويدل هذا على أن كل الكائنات الحية الموجودة على وجه الأرض قد نشأت من أسلاف مشتركة.

الجينوم والبروتيوم

وتحدد مجموع صفاته البدنية والنفسية. وعندما ينشط المورث فإنه يعبر عن نفسه بنسخ الدنا (DNA)، ويدفع الخلية لإنتاج الأحماض الأمينية التي تلتحم ببعضها حسب الشفرة على المورث، منتجة بروتين له وظيفة محددة بالجسم، شكل (٢)، وكل شيء في الجسم يكاد يكون بروتيناً أو مركب آخر يدخل في تصنيعه البروتينات. وعليه تُعد المورثات حاملة للتعليمات الوراثية اللازمة لنمو الجسم وعمله، وبالتالي مسؤولة عن التحكم في الصفات الوراثية، حيث يتسبب اختلاف قاعدة داخل المورث - فيما يسمى بالطفرة - في عطب له ويفقد وظيفته أو ينتج بروتين خاطئ تكون نتيجته مرض وراثي.

أهداف وخطوات مشروع الجينوم البشري

كان الهدف الأساس لمشروع الجينوم البشري هو «التشريح الجزيئي للجهاز الوراثي البشري» أي معرفة التسلسل الكامل للنيوكليوتيدات المكوّنة له، فترتيبها هو المهم. وقد تم التخطيط للمشروع في منتصف الثمانينات، لكنه بدأ رسمياً في أول أكتوبر عام ١٩٩٠م، وقد شارك فيه علماء من تخصصات مختلفة منها الأحياء والكيمياء والرياضيات والحاسب الآلي والهندسة. وقد أُجريت الأبحاث في معامل منظمة العوامل الوراثية البشرية - هوجو (Human Genome Organization- HUGO) في الولايات المتحدة الأمريكية وألمانيا واليابان وبريطانيا وفرنسا، وسُمي بالمشروع العالمي للجينوم البشري



■ شكل (٢) الجهاز الوراثي يوضح العلاقة بين الجينوم والبروتيوم في الكائن الحي.



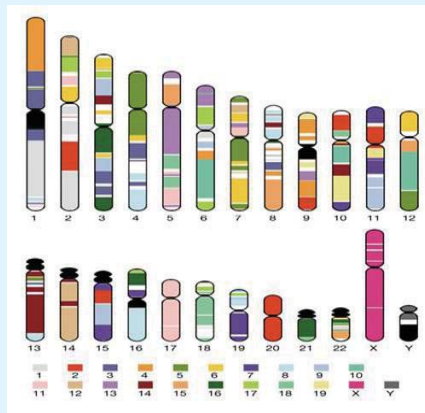
أ.د. ماهر محمد شحاتة

ينتظر البشرية عند سبر أغوار ذلك العلم الغزير.

تعريف الجينوم

الجينوم عبارة عن جميع مورثات (جينات) جسم الكائن الحي. أي ما يسمى بالجهاز الوراثي للكائن الحي، فمثلاً يتألف الجهاز الوراثي للإنسان - يحمله كل حيوان منوي أو بويضة - من جديلة طويلة مقسمة على ٢٣ صبغي (Chromosome) متباعدة في الطول، شكل (١). حيث يتكون كل صبغي كيميائياً من المادة الوراثية (DNA) - الحمض النووي منقوص الأكسجين - مغلفة بالبروتينات.

يمكن وصف الجينوم البشري بأنه خارطة تصف جميع المورثات التي تحكم جسم الإنسان



■ شكل (١) الصبغيات البشرية وعددها ٤٦ (٢٢ XY في الذكر، ٢٢ XX في الأنثى).

شهدت بداية الألفية الثالثة إنجازاً علمياً عظيماً سيكون له في المستقبل القريب أثراً بالغاً في حياة البشرية في جميع جوانبها المختلفة، وقد تمثل ذلك الإنجاز في الانتهاء من أغلب محتويات الخريطة الوراثية (الجينية) - فيما يعرف بمشروع الجينوم (Genome) أو المادة الخام لكتاب الحياة - ومعرفة تسلسل الشفرة الوراثية كوسيلة لمسح وفحص وتعريف الجينوم المحددة لكثير من الكائنات الحية من نبات وحيوان وكائن دقيق. وتنبع أهمية هذا الإنجاز في أنه سيساعد على تحسين نوع الكائن الحي من حيث القضاء على الأمراض الوراثية والمحافظة على الصحة العامة وتحسين الخدمات الصيدلانية، فضلاً عن زيادة وتحسين الإنتاجية في كثير من المنتجات الغذائية.

من جانب آخر صاحب إنجاز مشروع الجينوم قيام مشروع أكثر تعقيداً يتناول جميع بروتينات كل خلية بجسم الكائن الحي فيما يعرف بمشروع البروتيوم (Proteome). ولما كان مشروع الجينوم تحدياً كبيراً آنذاك فإن مشروع البروتيوم يُعد تحدياً أكبر من ذلك بكثير، في كونه يتناول مكونات كل بروتين من بروتينات الخلية المتعددة.

يستعرض هذا المقال موضوعي الجينوم والبروتيوم من حيث التعريف بهما وأهميتهما والمستقبل الذي

وشرح وتفسير تلك النواقص، بعد تحديد مواضع المورثات ووصف تركيبها. وسيطلب هذا الأمر عقوداً من العمل الجاد، لأن سلسلة الجينوم شيء وتمهته والاستفادة منه شيء آخر، لأنه يتطلب الكشف عن وظيفة كل مورث وعن البروتين الذي يشفر له هذا المورث. وهذا هو المشروع الثاني الذي أطلق عليه البروتيوم (Proteome)، فيما يُعرف بمجموع البروتينات التي تنتجها خلايا جسم الكائن الحي.

طرق دراسة تسلسل المادة الوراثية

يتطلب دراسة تسلسل المادة الوراثية معرفة تتابع النيوكليوتيدات المكوّنة للمورثات التي تعد أجزاء من الدنا (DNA) الموجود داخل الخلية. وهناك استراتيجيتان لدراسة تسلسل المادة الوراثية هما:

• الوسائل التقليدية

تشمل الوسائل التقليدية ما يلي:

■ طريقة نهاية السلسلة (Chain Termination Method): ويطلق عليها أيضاً (Di-deoxy Method)، أو طريقة "سانجر وكولسون" (Sanger & Coulson Method) نسبة للعالمين اللذين اقترحاها عام ١٩٧٧م من جامعة كامبريدج الإنجليزية. وتعتمد طريقة نهاية السلسلة على ما يلي:

١- تقطيع الدنا (DNA) لأجزاء.

٢- استخدام كل جزء كقالب (Template) لبناء خيط جديد في وجود بادئ (Primer) وإنزيم بلمرة

(Public International Human Genome Project) بتكلفة بلغت ٢,٧-٣ مليار دولار. من جانب آخر قامت الصين بمشروع وطني مستقل يهدف أساساً لدراسة الجينوم الخاص بشعبها.

وقد اقترح الفريق البحثي للمشروع العالمي العام ضرورة دراسة التسلسل الكامل لخمسة نماذج من كائنات حية مختلفة للمساعدة في الفهم الصحيح لنتائج المشروع وعقد المقارنات والعلاقات بين الكائنات. وقد كانت النماذج المقترحة هي: بكتيريا (Escherichia Coli)، فطر الخميرة (Sacharomyces Cerivisiae)، أحد الديدان (Caenorhabditis Elegans)، حشرة الدروسوفيليا (Drosophila Melanogaster)، والفأر (Mus Musculus).

اعتقد البعض عندما بدأ المشروع بشكل رسمي بأن هذا الأمر قد يستغرق ٢٠ عاماً أو أكثر حتى يكتمل، حيث كان مخططاً له أن ينتهي في ٣٠ سبتمبر عام ٢٠٠٥م، غير أن استراتيجيات تقنيات قراءة التسلسل وأجهزة الكمبيوتر والإنسان الآلي قد تطورت بشكل مذهل أثناء إنجاز خطوات المشروع ليمضي المشروع بخطوات أسرع بكثير مما كان متوقفاً، فتقرر أن ينتهي المشروع في أبريل عام ٢٠٠٣م في ذكرى مرور خمسين عاماً على ظهور بحث "واطسون" و"كريك" المتعلق بنموذج الحلزون المزدوج لشكل الدنا (DNA)، لكن على غير المتوقع أعلن رئيس المشروع "فرانيسيس كولينز" (Francis Collins) أنه سينشر المسودة الأولى للجينوم في يونيو عام ٢٠٠٠م، وكان السبب في هذه العجلة أن شركة خاصة تُسمى "سيليرا" (Celera) ظهرت في الصورة ودخلت حلبة السباق، وقرر رئيسها "كريج فنتر" (Craig Venter) أنه سينتهي من المشروع - المشروع الخاص - قبل المشروع العالمي العام، وأنه سينشر المسودة قبل نهاية عام ٢٠٠٠م، فاضطر رئيس المشروع العام أن يشاركه في الإعلان، وبذلك ظهرت المسودة غير كاملة، ولم يحدد فيها الكثير من مواقع المورثات، وبقيت بعد ذلك كمعضلة يجب حلها لإضافة

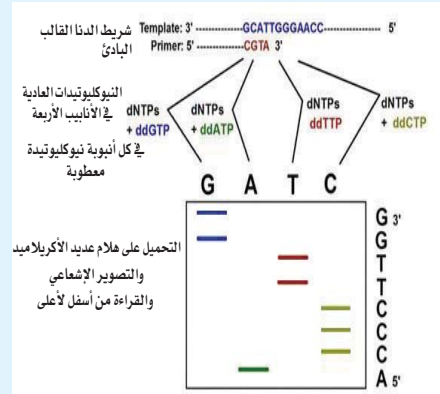
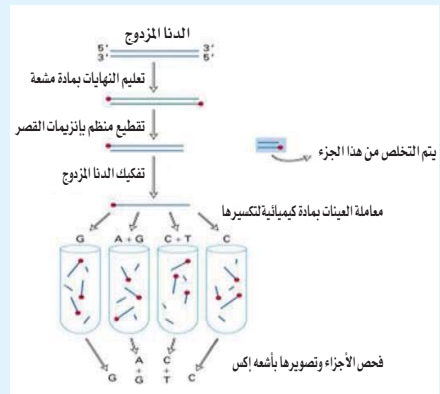
٤- إضافة أربعة نيوكليوتيدات معطوبة (محورة) ddNTPs, ddATP, ddGTP, ddCTP & ddTTP- ليس فيها مجموعة هيدروكسيل عند النهاية (٣'). وبذلك لا يستطيع الإنزيم أن يضيف لها فتتوقف السلسلة.

٥- اشتغال الوسط على خليط من شرائط الدنا (DNA) مختلفة الأطوال.

٦- فصل الأجزاء مختلفة الأطوال على هلام من مادة كيميائية (الأكريلاميد) (Polyacrylamide) وتصويرها بالأشعة السينية (X-Ray) لمعرفة تتابع الدنا (DNA)، حيث يمكن بهذه الطريقة قراءة في حدود عدة مئات من النيوكليوتيدات (٣٠٠-٥٠٠ نيوكليوتيدة).

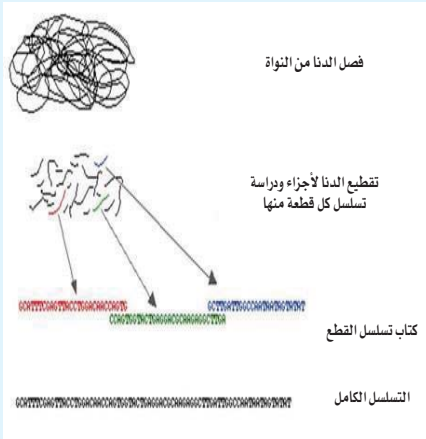
■ طريقة الانحلال الكيميائي (Chemical Degradation Method): ويُطلق عليها أيضاً (Maxam & Gilbert Method) نسبة للعالمين اللذين اقترحاها عام ١٩٧٧م من جامعة هارفارد الأمريكية، وتعتمد على استخدام مواد كيميائية سامة مثل (Dimethyl Sulfate & Hot Piperidine)

لتكسير الدنا (DNA) شكل (٤)، ويمكن



■ شكل (٤) تقنية الانحلال الكيميائي لقراءة تسلسل المادة الوراثية والتي كانت تستخدم لقراءة أطول في حدود ٢٥٠ نيوكليوتيدة.

■ شكل (٣) تقنية نهاية السلسلة لقراءة تسلسل المادة الوراثية والتي كانت تستخدم لقراءة أطول في حدود من ٣٠٠-٥٠٠ نيوكليوتيدة.



■ شكل (٦) طريقة توضيحية تعبر بصورة مبسطة جداً كيفية دراسة تسلسل الجينوم البشري.

السنوات الماضية. وأعلن - بشكل رسمي - أنه بعد استخدام أحدث الأجهزة التقنية المتاحة في هذا المجال فإن الخريطة الوراثية تتألف من حوالي ثلاثة بلايين نيوكليوتيدة (فعلياً ٣,٢ بليون) تمثل لبنات الحمض النووي التي تشكل مجموعة العوامل الوراثية الكاملة للجنس البشري ومقسمة على ٣٤ ألف مورث. وتمثل الهدف على مدى السنوات الثلاثة التالية (لتاريخ الإعلان) في ملء الفراغ في تسلسل الحمض النووي، حيث اكتمل فك الشفرة الوراثية الآن بنسبة ١٠٠٪.

وُصف هذا الإنجاز بأنه تاريخي وسوف يفتح حقبة جديدة في العلوم البيولوجية والطبية الحديثة، وقال رئيس فريق شركة "سيليرا" إن نسبة الدقة في الخريطة تصل إلى ٩٩٪، وقال الباحثون: الذين اشتركوا في إعداد الجينوم: إنه ساعدهم حتى قبل اكتماله في تطوير اختبارات جديدة للكشف المبكر عن أنواع عديدة من السرطان، وسيتم استخدام هذه البيانات في تشخيص ومكافحة أمراض الدورة الدموية والسكر والقلب. وفي ألمانيا صرح "هيلموث بلوك" منسق المشروع الألماني للمورثات البشرية بأن الأبحاث ربطت بين ١٥٠٠ من إجمالي ٣٤ ألف مورث بشري وبين بعض الأمراض التي تصيب الإنسان. ويعتزم الباحثون في منظمة هوجو مواصلة دراساتهم للوصول إلى مرحلة تتيح لأي شخص مهتم بهذا الأمر أن يشتري الخريطة الوراثية الخاصة به مقابل مبلغ لا يزيد على ألف

بأنها سوف تطرح في الأسواق عام ٢٠١٠م جهاز جديد سوف تكون تكلفه معرفة الجينوم البشري للفرد في حدود ١٠٠٠ دولار فقط. وتأمل بعض الشركات الكبرى مستقبلاً في إمكانية حصول كل فرد على تتابع جينومه خلال ساعات أو دقائق وبتكلفة لا تتعدى عدة دولارات!

دراسة تسلسل المادة الوراثية للجينوم البشري

شملت دراسة التسلسل للجينوم البشري جمع عينات من الذكور (الحيوانات المنوية) والإناث (دم) من أفراد مختلفة من العاملين في القطاع الحكومي وبعض المتطوعين من عدة دول، وتم فصل الصبغين الجنسيين من عدد ٢٤ صبغي - ٢٢ صبغي جسدي بالإضافة إلى الصبغيات الجنسية (X, Y) - وفصل الدنا (DNA) من كل صبغي بعد تجزئته، ودراسة تسلسل كل جزء، وكتابة التسلسل الكامل لكل صبغي على حدة شكل (٦)، ثم جمع التسلسل الكامل لجميع الصبغيات، حيث نُشر أول تسلسل لأقصر صبغي - رقم ٢٢ - عام ١٩٩٨م، بينما نُشر آخر تسلسل لأطول صبغي - رقم ١ - عام ٢٠٠٦م.

الإعلان الرسمي لنشر مسودة مشروع الجينوم البشري

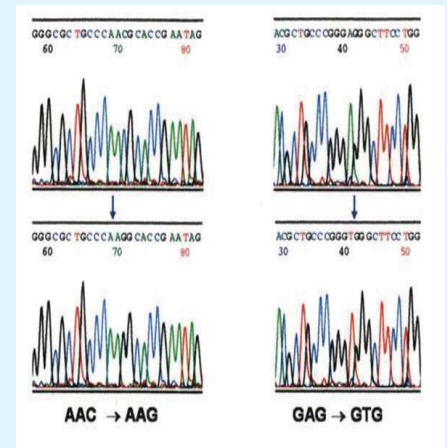
أعلن الرئيس الأمريكي «بيل كلينتون» ورئيس الوزراء البريطاني «توني بليز» يوم الإثنين ٢٦ يونيو عام ٢٠٠٠م من الغرفة الشرقية في البيت الأبيض الأمريكي في حضور «فرانسيس كولينز» و «كريج فنتز» وكوكبة من الحضور عن الانتهاء من ٩٠٪ من مسودة خريطة الجينوم البشري، وقد حظيت هذه المسودة بترحيب علمي عالمي. وأثار إعلانها ضجة عالمية كبرى ظلت أصدائها تتردد بكل مكان بالعالم حتى وقت قريب، حيث أن هذا كان يعد أمراً غريباً. تلى ذلك تدفق المعلومات الوراثية يومياً على الانترنت طيلة

بواسطتها قراءة في حدود (٢٥٠ نيوكليوتيدة). وحيث أن هذه الطريقة تعتمد على استخدام مواد سامة، فإن استعمالها كان على نطاق ضيق، وحالياً لا تُستعمل في أي من المختبرات العالمية.

● الوسائل الآتية

وضعت الوسائل الآتية (Automated) في تسعينات القرن الماضي، وقد كان لها الأثر الأكبر في إنهاء مشروع الجينوم قبل الموعد المحدد. وتعتمد هذه الطريقة على أجهزة حديثة تستخدم فيها أجهزة وصبغات كيميائية (Dyes) تعطي ألواناً تعبر عن النيوكليوتيدات الأربعة المكوّنة للدنا - على سبيل المثال الأدينين باللون الأخضر، والثايمين باللون الأحمر، والجوانين باللون الأسود، والسيتوسين باللون الأزرق - ومنها يُكتب تتابع (DNA) بسهولة، شكل (٥).

تلى ذلك ظهور أجيال متعاقبة من الأجهزة والتقنيات، والتي مكنت من قراءة أطوال في شهر لم تكن لتقرأ في السابق إلا في سنوات، كما ظهرت في الوقت الحالي العديد من الأجهزة المتطورة - خاصة من شركة (Applied Biosystems)، وشركة (Roche)، وشركة (Illumina) - وتعتمد كلها على استخدام برامج الحاسب الآلي لقراءة أطوال تصل من آلاف إلى ملايين أو بلايين النيوكليوتيدات - لم يكن في الإمكان الحصول عليها في السابق، وفي وقت قياسي قصير. وقد وعدت - أخيراً - شركة (Pacific Biosystems)



■ شكل (٥) الطريقة الآتية لدراسة تسلسل المادة الوراثية وفيها يعبر عن كل نيوكليوتيدة من النيوكليوتيدات الأربعة بلون مختلف وتستخدم لقراءة أطوال تصل من آلاف إلى ملايين النيوكليوتيدات.

مورثات مخصصة لها علاقة بأمراض محددة، بل من اختبار جينوماتنا بكاملها وتحليلها حيث أن هذا يعتمد على عاملين إثنين، هما: توفر طرق موثوقة ورخيصة التكلفة لاختبار الجينومات، وتصوير المعنى الحقيقي لمثل هذه المعلومات.

ومن أهم التغيرات المستقبلية المتوقعة حدوث تحول واسع النطاق نحو الطب الوقائي، فعند فهم الدلالات التي تحملها المجموعات المختلفة من المورثات فيما يتعلق بمدى التعرض والقابلية للإصابة بالأمراض، فإنه لا يمكننا تجاهل انعكاسات ذلك. وسوف تبرز أسئلة أخرى، مثل: من الذي سيدفع تكاليف العلاج، لاسيما علاج الأمراض المحتملة في المستقبل؟ ومن الذي تتاح له فرصة الوصول إلى المعلومات المتعلقة بصحة الأفراد والتكوين الوراثي لهم؟ وما هو مقدار الحرية التي ينبغي السماح بها للأفراد في اختياراتهم الطبية؟

إضافة لذلك فإن هناك تحديات بعيدة المدى، مثل: الكشف عن عملية الإصابة بالشيخوخة، أو تعلم كيفية السيطرة على التركيب الوراثي للجينين، للتمكن من تشكيل مزاج الأطفال وشخصيتهم في المستقبل.

● **الصراع بين شركات التقنية الحيوية الدوائية**
فور نشر مسودة الجينوم بدأ التسابق والصراع بين شركات التقنية الحيوية الدوائية لابتكار وسائل سهلة لكشف أدق للطفرات التي تقسد عمل المورثات، ولتشخيص أدق للأمراض الوراثية، بالإضافة للبحث عن وتطوير جيل جديد من العقاقير يرتكز على المورثات وتركيبها. ويعكف العلماء لكشف وظيفة كل مورث والكشف عن البروتين الذي يشفر له. وبالاستعانة بالمورثات المشابهة بالكائنات الأخرى الأدنى سيكون التحدي الأكبر هو ترجمة نتائج الحروف إلى فوائد محسوسة تنفع جنس البشر لاسيما في حقل الطب، حيث بدأ الحديث عن إمكانية ظهور ثورة جديدة لتصميم العقاقير اعتماداً على سلسلة المورث المسؤول وبنية البروتين الناتج عنه لتفصل العقاقير للمرضى كل حسب جينومه وتركيبه الوراثي «العقاقير الشخصية». وتجدر الإشارة إلى أن هناك مجال تستخدم فيه المورثات فيما يسمى

التي تتكون منها الشفرة الوراثية للإنسان سيؤدي إلى معرفة العوامل الوراثية التي تسبب مختلف الأمراض، ويؤذن بحقبة جديدة في عالم الطب تعطي أملاً في المعرفة العميقة لكثير من الأمراض المستعصية، مثل: السرطان وأمراض القلب والشيخوخة، وتعقيدات جهاز المناعة.

ويعتقد العلماء أنهم بمساعدة المعطيات الجديدة سيتمكنون للمرة الأولى في تاريخ البشرية من وضع أدوية وفق المواصفات الوراثية للمريض على أساس استجاباته التي يمكن توقعها من تكوينه الوراثي، وبالتالي سيتم علاج الأمراض حتى قبل ظهور أعراضها. وسبحان الله «علم الإنسان ما لم يعلم» (سورة العلق - الآية ٥).

الجينوم ومستقبل الطب

إن الثورة القائمة حالياً في مجالات الجينوم سوف تسهم بإذن الله في تغيير قطاعات هائلة من الاقتصاد، وتبديل تقنيات التكاثر، وتعديل طرق التحكم في العواطف. وسوف تستفيد مهنة الطب في عصر الجينوم من التحسن الذي طرأ على الأدوية وأساليب التشخيص وازدياد فاعلية معالجة الأمراض، لكنها ستواجه أيضاً المعضلات الناجمة عن تسارع استخدام التقنية الراقية في الطب. كما أن القدرات التشخيصية والعلاجية الجديدة ستسهم في فتح أبواب من المعرفة المسببة للآلام، وطرح خيارات وموازانات صعبة، فهل نريد حقاً أن نعرف أننا عرضة للإصابة بالسرطان أو الزهايمر أو أمراض القلب. وما هي فرص توريث أطفالنا استعدادات وراثية غير مرغوبة، وما المعايير التي تحدد ما إذا كان يمكن أو لا يمكن استخدام الأجنة البشرية في إنماء أنسجة للمرضى البالغين؟ وهل ينبغي أن يمتلك الوالدان القدرة على اختيار الصفات والخصائص لأطفالهم؟

سوف تؤثر موجة التغيرات التي أحدثها مشروع الجينوم البشري في مجال الطب خلال فترة تمتد من عشر إلى خمس عشرة سنة. ولن تنشأ التحديات من إجراء اختبارات محددة على

دولار. وسيقدم ذلك لهؤلاء الأشخاص مؤشراً على احتمال إصابتهم ببعض الأمراض المرتبطة بالمورثات. ومن المنتظر أن يستخدم الجينوم في سلسلة واسعة من الأغراض تبدأ من تطوير أدوية جديدة، حتى مكافحة الإرهاب الأحيائي (البيولوجي).

بجانب ذلك قام معهد "ويلكم ترست سانجر" - المعهد البريطاني الوحيد الذي شارك في هذا المشروع الدولي - بأكبر إسهام، حيث أكمل ثلث التسلسل الوراثي. ومن جانبه قال مدير المعهد آلان برادلي: إن اكتمال خريطة المورثات البشرية يعد خطوة مهمة على طريق طويل سيعود بنفع عظيم على الصحة البشرية". وأضاف "ساعد أحد أجزاء هذا العمل فقط وهو تسلسل الصبغي رقم ٢٠ على الإسراع في البحث عن المورثات المسؤولة عن مرض السكر وسرطان الدم وأكزيما الطفولة". وأضاف قوله: "إنه لا ينبغي توقع إحراز تقدم سريع ومفاجئ، غير أنه لا شك أننا تعاملنا مع أحد أكثر الفصول إثارة في كتاب الحياة".

كانت المعاهد الأمريكية أكبر المشاركين في المشروع. وأشار مدير المعهد القومي الأمريكي لأبحاث الجينوم البشرية إلى فوائد هذه البيانات على المدى البعيد، وقال: "تمثل أحد أهدافنا في تحديد المورثات التي تسبب التعرض للنوع الثاني من مرض السكر". ومن نتائج المشروع أن المسودة سمحت للباحثين بالبدء في مشاريع الطب البيولوجي، كما أن معرفة التسلسل الكلي لثلاثة بلايين حرف من الشفرة الوراثية في الحامض النووي ستمنح العلماء الفرصة في استكشاف كل شيء تحدده المورثات في حياتنا. ويمكن الآن تحديد المورثات في أيام بدلاً من سنوات. أما بالنسبة للطب فيتمثل التحدي الحقيقي في معرفة المورثات التي تسبب حالة معينة للتوصل إلى كيفية التعامل معه. ولتحقيق ذلك سيحتاج العلماء إلى فهم كيفية تفاعل البروتينات للبناء والحفاظ على أجسامنا. ويؤكد العلماء أن الكشف عن تركيب الصبغيات

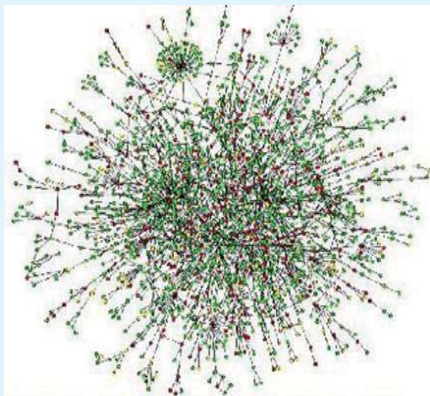
درجة تعقيد البروتيوم (شكل ٧).

● أهمية البروتيوم

في منتصف القرن الماضي اكتشف العلماء أن مورثاً واحداً مسؤولاً عن إنتاج بروتيناً واحداً. وفي السبعينيات أعاد «ميشال مورانج» تكوين مفهوم المورثات، وأثبت أن مورثاً واحداً يمكن أن يشكل عدة بروتينات. وتبعاً لذلك تنتج الخلايا بروتينات مختلفة انطلاقاً من متواليات الحمض النووي (DNA) نفسها. وتكفي هذه التغيرات البسيطة - في غالب الأحيان - إلى تغيير وظيفة البروتين كلياً. وقد يستطيع مورث واحد من إنتاج نحو عشرين بروتيناً مختلفاً. ويُقدر العلماء عدد أنواع البروتينات المنطلقة في الجسم فيما بين ٥٠٠ ألف إلى مليون بروتين، لكن كل خلية من جسمنا لا تحتوي غير عشرة بالمائة من هذا المجموع؛ لأنه في لحظة معينة واستناداً إلى تخصصها لا تعبر الخلية إلا عن جزء من مورثها يمثل حوالي ٣٪. ونتيجة ذلك تحتوي كل خلية مجموعة متميزة من البروتينات، وهذا هو البروتيوم الخاص بها، وعليه تعد معرفة كل نوع ضرورية للدراسات الوظيفية والتشخيص الدقيق لبعض الأمراض والدراسات التنبؤية.

وتكتسب البروتيومات (البروتينات) أهمية كبيرة؛ لأنها تحكم تصرفات وأفعال الكائنات الحية، كما أنها تؤدي الأدوار الضرورية لعمل الخلية الحية، مثل:

١- الإنزيمات (Enzymes) التي تسرع التفاعلات



■ شكل (٧) نموذج لعدد ١٥٨ بروتين بفطر الخميرة بوضوح أن بينها حوالي ١٩٤٨ مساراً من التداخلات والتفاعلات والعلاقات.

اسم الكائن	طول الجينوم بالقواعد المزدوجة (bp)	عدد المورثات
Mycoplasma genitalium	٨٥٠٠٧٣	٤٨٥
Mycoplasma pneumoniae	٨١٦٣٩٤	٦٨٠
Chlamydia trachomatis	١٠٤٢٥١٩	٩٣٦
Helicobacter pylori	١٦٦٧٨٦٧	١٥٨٩
Haemophilus influenzae	١٨٣٠١٣٨	١٧٣٨
Streptococcus pneumoniae	٢١٦٠٨٣٧	٢٢٣٦
Listeria monocytogenes	٢٩٤٤٥٢٨	٢٩٢٦
Vibrio cholerae	٤٠٣٣٤٦٠	٣٨٩٠
Mycobacterium tuberculosis	٤٤١١٥٣٢	٣٩٥٩
E. coli	٤٦٣٩٢٢١	٤٣٧٧
Agrobacterium tumefaciens	٤٦٧٤٠٦٢	٥٤١٩
Saccharomyces cerevisiae	١٢٨٠٠٠٠٠	٦٥٤٨
Caenorhabditis elegans	٩٧٠٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠
Drosophila melanogaster	١٨٠٠٠٠٠٠٠	١٦٠٠٠
Arabidopsis thaliana	١٣٠٠٠٠٠٠٠	٢٦٠٠٠
Oryza sativa	٤١٥٠٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠
Zea mays	٢٥٠٠٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠
Hordeum vulgare	٥٣٠٠٠٠٠٠٠	٢٠٠٠٠

■ جدول (١) طول الجينوم وعدد المورثات لعدد من الكائنات.

والنباتية والحيوانية، ويوضح جدول (١) أهم الكائنات وطول الجينوم وعدد المورثات.

البروتيوم

ظهر مصطلح البروتيوم (Proteome) عام ١٩٩٤م بواسطة الباحث الأسترالي "مارك ويلكينز"، وجاءت هذه التسمية لتشير إلى الحصيلة الكلية للبروتينات المتواجدة في كل نوع من أنواع الخلايا الحية على حدة؛ فكل خلايا الكائن الحي الواحد تحتوي الجينوم نفسه، لكن كلها تقريباً تحتوي بروتينومات متباينة. وإذا كان «الجينوم» يعني جميع المورثات الكامنة في خلايا الجسم، فإن «البروتيوم» هو مجموع البروتينات التي تفرزها خلايا الجسم خلال المراحل المختلفة من حياتها، والتي تتكون من عدد من الأحماض الأمينية (Amino Acids) التي ترتبط ببعضها عن طريق روابط ببتيدية (Peptide Bonds) لتكوين سلسلة البروتين - وإذا كان «الجينوم» من التعقيد بحيث ينطوي على ملايين العمليات الكيميائية، فإن «البروتيوم» يحتوي على معلومات تزيد ألف مرة مما يحمله الجينوم، وعليه فإن دراسة البروتيوم تتطلب مزيداً من الجهد والوقت، وعلى سبيل المثال نجد أن العلماء قاموا بدراسة حوالي ١٥٨ بروتين بفطر الخميرة ووجدوا أن تلك البروتينات بينها حوالي ١٩٤٨ مساراً من التداخلات والتفاعلات والعلاقات، مما يدل على

«العلاج الجيني» حيث تستبدل المورثات المعيبة بمورثات طبيعية، أو تستخدم المورثات الطبيعية في تدعيم المناعة ضد المرض.

● توابع تأثير نشر المسودة على الفقراء

توالت الأسئلة بين الخاصة والعامه، وبرز السؤال الملح: هل سينعم الفقير بهذه الثورة العلمية مثل الغني؟ أم أن النتيجة ستكون زيادة الظلم والضغط الاجتماعي؟ فخرطة مورثات الفرد ستكشف عن قابليته للإصابة بالأمراض الوراثية، مما يمكنه مبكراً من الانتباه إلى طريقة حياته، لكنها مكلفة للغاية، ولن يستفيد منها إلا قلة. كما برزت بعض المخاوف من إمكانية استغلالها ضد الفقراء عند محاولة الحصول على فرصة عمل جيدة أو التأمين على الحياة، حيث سيظهر نوع من التفرقة بين البشر على حسب خريطتهم الوراثية، فربما تطلب شركة التأمين أو أصحاب العمل شهادة بخلو الفرد من بعض الأمراض الوراثية المدرجة في أحد القوائم.

وفي استجابة سريعة لهذا الإعلان، وبعد ثلاثة أيام - يوم ٢٩ يونيو عام ٢٠٠٠م - ناقش مجلس الشيوخ الأمريكي مشروعاً مقديماً من الحزب الديمقراطي يهدف إلى حماية الأفراد من التفرقة التي سيفرضها فك الشفرة الوراثية. وتضمن هذا المشروع حظر استخدام المعلومات الوراثية في توظيف أو ترقية الموظفين، كما يحظر على شركات التأمين تحديد قيمة الأقساط بناءً على المعلومات الوراثية المتوفرة عن الفرد، وكذلك عدم طلب شهادات تفيد بخلو الفرد من أمراض معينة، كما يتيح هذا القانون للفرد إمكانية اللجوء للقضاء إذا ما صادف هذا التمييز الوراثي، ولكن صوت المجلس ضد هذا المشروع (٥٤ صوتاً ضد ٤٤)، بينما صوت لصالح قانون بديل (٥٨ صوتاً ضد ٤٠) يضع قيوداً شبيهة على استخدام شركات التأمين للمعلومات الوراثية، ولا يشير إلى التمييز الوراثي في مكان العمل أو الحق في رفع القضايا.

● الجينوم لكائنات أخرى

تم دراسة الجينوم لبعض الكائنات الأولية

الكيميائية.

٢- المستقبلات (Receptors) التي تخبر الخلايا عن حالة الوسط الخارجي.

٣- البروتينات الناقلة (Transport Proteins) التي تقوم بنقل أو تخزين مركبات كيميائية أو أيونات.

٤- الأجسام المضادة (Antibodies) التي تتعرف على الجسيمات الغريبة في الكائن الحي.

٥- الهرمونات (Hormones) التي تتحكم في الكثير من العمليات.

٦- البروتينات التركيبية (Structural Proteins) التي تدخل بناء الجسم.

٧- البروتينات التخزينية (Storage Proteins) التي تعد مخازن للطاقة تستغل في عمليات الأيض للحصول على الطاقة.

● طرق دراسة وتحليل البروتيوم

توجد البروتينات داخل الخلية في صورة بسيطة (Simple) أو معقدة ومرتبطة (Conjugated) بمركبات أخرى، مثل: الكربوهيدرات فتكون (Glycoproteins)، أو الدهون فتكون (Lipoproteins). ولتحليل بروتينوم خلية بالطريقة التقليدية يجب أولاً فصل مكوناتها باستعمال تقنية معروفة باسم التفريد الكهربائي (Electrophoresis) على مادة هلامية هي "أل أكريلاميد" (Polyacrylamide)؛ أي انفصال الجزيئات تبعاً لحجمها أو رقمها الهيدروجيني (pH) في وسط كهربائي. ويتم صبغ كل نوع من البروتينات السابقة بصبغة خاصة ترتبط به، حيث يتم التعرف على أنواعها ونسبها بواسطة جهاز مقياس مطياف الكتلة للتعرف على الأنواع ونسبة كل منها. وهناك نوعان من الأجهزة يستخدمان لدراسة البروتينات، أولهما يسمى (Protein Analyzer) ويعنى بتقدير أنواع الأحماض الأمينية المكونة للبروتين، والثاني يسمى (Protein Sequencer) ويختص بدراسة تسلسل الأحماض الأمينية المكونة للبروتين. وهناك جهاز حديث يسمى "الماسح الجزيئي" (Molecular Scanner) يستطيع القيام بجميع مراحل الفصل والتحليل بدقة وكفاءة عالية،

وقد أمكن باستخدامه التعرف على الكثير من البروتينات مع إمكانية ربط وتحليل العلاقات بين العديد من البروتينات المختلفة للاستفادة منها في الدراسات البحثية والتطبيقية.

● بداية مشروع البروتيوم

صاحب إنجاز مشروع الجينوم البشري مفاجآت كثيرة، من بينها أن عدد المورثات في الإنسان ٣٤ ألفاً فقط، وليس ١٠٠ ألف كما اعتقد العلماء لمدة طويلة، ولهذا برز سؤال مهم هو: كيف أمكن تكويننا بمثل هذا الإعجاز والتعقيد من خلال ٣٤ ألف مورث فقط، سارع العلماء بالبداية في مشروع البروتيوم للإجابة على هذا السؤال الصعب، الذي لخصه العالم الأمريكي « بريان شيت » فيما يلي: «إن ما نريد اكتشافه هو أن في أعماق كل فرد مائة تريليون خلية.. فما هو نوع كل بروتين تنتجه هذه الخلايا؟». لذلك كان لا بد من ترتيب وجرد وتحليل البروتينات والجزيئات المرتبطة بها ذات الأدوار الجوهرية بالنسبة للكائنات الحية. بعد أن تأكد العلماء أنه لا يكفي معرفة الجينوم المسئول عن حضن الخلايا الحية لإنتاج أنواع بعينها من البروتينات، فإنه ينبغي معرفة حالة الخلايا أثناء الصحة أو المرض.

ويأمل العلماء أن يجيب البروتيوم على هذه التساؤلات الحائرة؛ فالبروتيوم يحتوي على أسرار وتعقيدات تزيد عن الجينوم، وقد يحتاج الفهم الكامل لما تنتجه كل خلية من خلايا أجسامنا من بروتينات أثناء المراحل المختلفة لحياتها، والتي قد تزيد عن مليون نوع من البروتينات المختلفة إلى عشرات السنين. ولهذا فإن مهمة العلماء في هذا المشروع تتسم بالصعوبة الشديدة، حيث أنها مهمة عملاقة تزيد في صعوبتها عن مشروع الجينوم البشري، ورغم التقدم العلمي والتقني الذي يتقدم للأمام بخطوات سريعة.

● البروتيوم وصناعة الدواء

عندما يحدث المرض تكون البروتيومات (البروتينات) هي المسؤولة؛ لأنها تكون عاجزة عن حماية الخلية، لأن ميكروباً أدى إلى اضطرابها. ولهذا

فالبروتينات هي الهدف الرئيس للأدوية. وإذا أراد العلماء إعطاء المريض جرعات دوائية ناجحة تصيب هدفاً محدداً بوضوح، فلن يكون هذا الهدف سوى أحد البروتينات أو عملية بيولوجية وثيقة الصلة بهذا البروتين. وعلى سبيل المثال عندما يهاجم الفيروس الخلية فهو يسيطر ويهيمن عليها ويعوق تخليق غالبية البروتينات. أما البروتينات التي تصنع بعد الهجوم فإن الفيروس سيستخدمها في عملية التضاعف أو تستعملها الخلية حتى تكافحه. وتعد هذه البروتينات أهدافاً محتملة للأدوية المضادة للفيروسات، ولهذا يعمل العلماء على ابتكار طرائق علمية للمقارنة بين حالتها البروتيوم قبل العدوى وبعدها، وللحصول على دواء جديد قادر على القضاء على هذه الفيروسات. وقد أعلن علماء كنديون في مستشفى «جبل سيناء» في «تورنتو» عن الانتهاء من تحديد بروتينوم «فطر الخميرة» (Saccharomyces Cerevisiae) الذي يتكون من خلية واحدة - أول بروتينوم لكائن حي يتم الانتهاء منه - لتسجل الخميرة سبقاً في عالم البروتيوم. وبالرغم من أن تصنيف هذه البروتينات وترتيبها النهائي لم يكتمل بعد، فإن العلماء يعتبرون أن هذا العمل يمكن أن يغير طريقة تصميم الأدوية والعقاقير في المستقبل القريب.

ينطوي علم البروتيوم على إمكانية صناعة الأدوية من تطوير أدوية رائدة تستطيع أن تلبي متطلبات المجتمعات المتزايدة في كثير من أنحاء العالم من أجل طرق علاج أفضل، حتى يمكن الشفاء بإذن الله من الأمراض الرئيسية. ولقد وصلت مناهج اكتشاف الأدوية التقليدية لصناعة الأدوية إلى أقصى حدود قدرتها على أن تثمر أدوية مبتكرة جديدة. ومع انتهاء فترة براءات اختراع الأدوية الرئيسية، ينبغي على شركات الأدوية الكبيرة أن تملأ مرة أخرى قنواتها لتطوير الأدوية حتى تؤمن نموها المستمر وبقاءها.

وفي النهاية تترأى أمامنا أسئلة كثيرة عن موقف ودور الدول النامية لمجابهة هذا الغزو والاحتكار والضغط الاقتصادي. فهل لهذه الدول سبيل غير الانتظار عما ستسفر عنه الأيام؟!

كيمياء الزراعة النسيجية

أ.د. ناصر بن صالح الخليفة

الكيميائية الداخلة في تركيب الوسط الغذائي. سُجل علم الزراعة النسيجية نظرياً عام ١٨٣٩م من خلال نظريات شلايدن وشوانز (Schlieden & Schwann)، وفي عام ١٩٠٢م بحث هابيلاندت (Habelandt) زراعة أول خلية نباتية مفصولة في بيئة غذائية تقليدية مركبة كيميائياً، ثم توالت الأبحاث العلمية مع تركيب أوساط كيميائية غذائية، إلى أن أضاف إليها موراشيجي وسكوج (Murashige & Skoog) عام ١٩٦٢م بحثهما المتعلق بتطوير بيئة غذائية للنمو المتسارع لأنسجة التنغ. تتكون البيئة المستخدمة في أي زراعة نسيجية من مكونات غير عضوية، وأخرى عضوية يمكن توضيحها على النحو التالي:

مكونات غير عضوية

تشمل المكونات غير العضوية كل من العناصر الكبرى، والعناصر الصغرى، وتضاف غالباً للنبات على هيئة مركبات كيميائية قابلة للذوبان والتحول إلى صور يستفيد منها النبات بصورته المزروعة بالأنايبس سواء خلايا أو أجنة أو أنسجة أو أعضاء أو نبات كامل، وطبقاً للمرحلة أو الغرض سواء أكانت مرحلة تشكل جنيني أو تضاعف أو استطالة أو تجذير. وتشمل المكونات غير العضوية ما يلي:

● العناصر الكبرى

تشمل العناصر الكبرى معظم العناصر التي يحتاجها النبات لتنشيط خلاياه وأنسجته، ويحتاج إليها بكميات كبيرة. مقارنة بالعناصر الصغرى.



■ تنمية أنسجة نباتية في وسط غذائي.



بالتقنيات التقليدية الأخرى. بالعديد من المميزات التي جعلت منها أداة مهمة بيد الكثير من الباحثين، ومختبرات التصنيع الدوائي والغذائي والصناعي. وتتمثل هذه المميزات في: ضمان نوعية المنتج، وتوفير إنتاج مكثف ومحسن، وسهولة تداولها في النقل والتصدير والاستيراد، وخلوها من الأمراض والميكروبات، ومشابهة الأمهات أو المصادر النباتية. وعلى الرغم من تلك المميزات إلا أن لها بعض العيوب التي تتمثل في: ارتفاع تكلفتها، واحتياجها إلى فنيين ذوي كفاءة عالية من الدقة والتدريب، واحتياجها لتراكيز كيميائية دقيقة، وعمل مكثف لتغيير الأوساط الغذائية، ومتابعة مستمرة شبه يومية.

تعتمد تقنية الزراعة النسيجية بصورة أساس على البيئات (الأوساط) الغذائية المستخدمة في تنشئة، ومضاعفة النباتات، وبصورة أدق على المواد

تعد الزراعة النسيجية من بواذر وأساسيات التقنية الحيوية الزراعية، والنقل، والتحسين الوراثي، كما أنها وسيلة لحفظ الأصول الوراثية، وقد نشأت فكرتها من قدرة واستعداد أي خلية نباتية لتتشكل وتكون عضواً من أعضاء الكائن الحي. وقد طورت هذه التقنية أساسيات علم النبات خاصة في مجالات الزراعة، والبستنة، والغابات، والمحاصيل، وتربية النبات؛ وذلك من خلال التشكل الجنيني والعضوي. تهدف تقنية الزراعة النسيجية إلى الإكثار الدقيق للنبات (Micropropagation) ومضاعفة خلاياه، وذلك لإنتاج المواد الحية (Bioproducts)، مثل: المواد الصيدلانية أو الغذائية أو العطرية وغيرها.

تتميز تقنية الزراعة النسيجية - مقارنة

و تقاس بالمليمول / لتر (ملليمولر)، مثل:

■ **النيتروجين (N):** ويدخل في تركيب مكونات النبات من البروتينات، والأحماض، واليخضور (Chlorophyll)، وغيرها. ويضاف في صورة مركبات مختلفة مثل نترات البوتاسيوم (KNO_3)، أو نترات الأمونيوم (NH_4NO_3)، وهي مركبات مهمة للتوازن الأيوني والكاتيوني، ولتقل العناصر من خلال الأوعية.

■ **البوتاسيوم (K):** يعد أحد الكاتيونات الأحادية المتحركة في خلايا الخشب واللحاء في جذور وسيقان النبات، ويتركز بكميات كبيرة. تصل إلى ٢٠٠ ملليمولر في تلك الخلايا، كما أنه يمثل عنصراً مهماً لانقسام الخلايا، ونمو القمة النامية، فضلاً عن قيامه - في الأوساط الغذائية - بتوفير الكربوهيدرات كمصدر للطاقة، واستحداث التفاعلات الإنزيمية بالنبات.

■ **الفوسفور (P):** يعد الفوسفور من العناصر الأساسية التي لا غنى عنها لتغذية النبات، حيث يقوم بتقوية الجذور، وهو مكون رئيسي للأحماض النووية والأغشية البلازمية في الخلية. وله دور أساسي في تكوين مادة اليخضور مما يساعد على عملية البناء الضوئي، كما له دور فعال منشط لبعض الإنزيمات وأهمية في امتصاص النيتروجين والتقليل من التأثير السام للجرعات الزائدة من البورون (B).



■ محلول كلوريد الكالسيوم أحد العناصر الكبرى المهمة لتنشيط خلايا النبات.

■ **الكبريت (S):** ويضاف إلى البيئة كأيونات الكبريتات. بمقدار ٣.١ ملليمولر مع الماغنسيوم على هيئة كبريتات الماغنسيوم، الذي يتفاعل مع الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP) في الجذور، حيث يتحول إلى تركيبات مهمة تساعد في تكوين الجذور واليخضور، لذا فإنه من الضروري إضافته خلال مراحل الاستطالة وتكوين الجذور.

■ **الكالسيوم (Ca):** ويضاف إلى البيئة في صورة نترات أو كلوريد الكالسيوم، بمعدل ٣-١ ملليمولر، حيث يساهم في بناء جدر الخلايا، كما يعمل على تثبيط الإنزيم المسؤول عن تكسير البكتين، فضلاً عن تحكمه في نفاذية الأغشية، وبالتالي نفاذ الكربوهيدرات والبروتين من وإلى محتوى الخلية. بينما يؤدي نقصه إلى موت القمم في الجذور مما يحد من عملية الامتصاص.

■ **المغنسيوم (Mg):** ويضاف في صورة كبريتات المغنسيوم. بمعدل ٣-١ ملليمولر. ويستخدم لبناء كل من اليخضور، والبروتين، كما يساعد في توازن الكاتيونات والأنيونات، وفي تفاعلات الأدينوسين ثلاثي الفوسفات (ATP).

● العناصر الصغرى

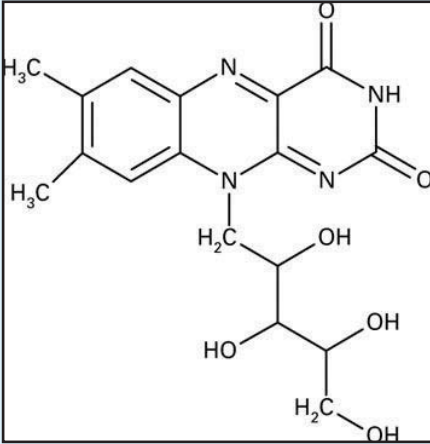
العناصر الصغرى عبارة عن مركبات كيميائية تستخدم بكميات قليلة (ميكرومولر- μM) في الأوساط الغذائية للنبات، وتسمى - أحياناً - بالعناصر النادرة، ومن أهمها ما يلي:

■ **المنجنيز (Mn):** ويضاف في صورة كبريتات المنجنيز بتركيزات تتراوح بين ٥ - ٣٠ ميكرومولر، ويستخدم لتخفيف حالات التأكسد في عمليات البناء الضوئي للنبات، وفي تركيب أغشية البلاستيدات الخضراء، وفي استحداث العديد من الإنزيمات. أما نقصه فيؤدي إلى ابيضاض الأوراق وتساقطها في الأنابيب، بينما تؤدي زيادته إلى تبرقشها.

المركب	الصيغة الكيميائية	الكمية (ملجم/لتر)	التركيز
نترات الأمونيوم	NH_4NO_3	١٦٥٠	* ٢٠,٦١
كلوريد الكالسيوم الالامائية	$CaCl_2$	٣٢٢,٢	* ٢,٩٩
كبريتات المغنسيوم	$MgSO_4$	١٨٠,٧	* ١,٥٠
نترات البوتاسيوم	KNO_3	١٩٠٠	* ١٨,٧٩
أحادي فوسفات البوتاسيوم	KH_2PO_4	١٧٠	* ١,٢٥
حامض البوريك	H_3BO_3	٦,٢	** ١,٠٠
كلوريد الكوبالت المائي	$CoCl_2 \cdot 6H_2O$	٠,٠٢٥	** ٠,١١
كبريتات النحاس المائية	$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	٠,٠٢٥	** ٠,١
صوديوم إيثيلين ثنائي الأمين	Na_2-EDTA	٣٧,٣٦	** ١,٠٠
كبريتات الحديد المائية	$FeSO_4 \cdot 7H_2O$	٢٧,٨	** ١,٠٠
كبريتات المنجنيز المائية	$MnSO_4 \cdot H_2O$	١٦,٩	** ١,٠٠
مولبيدات الصوديوم المائية	$Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$	٠,٢٥	** ١,٠٣
أيوديد البوتاسيوم	KI	٠,٨٣	** ٥
كبريتات الزنك المائية	$ZnSO_4 \cdot 7H_2O$	٨,٦	** ٢٩,٩١
مايو أنوسيتول	$C_6H_{12}O_6$	١٠٠	** ٠,٥٦
جلايسين	NH_2CH_2OOH	٢	** ٢٦,٦٤
حامض النيكوتين	$C_6H_5NO_2$	٠,٥	** ٤,٠٦
بايروكسين	$C_8H_{11}N_3O_2HCl$	٠,٥	** ٢,٤٣
ثيامين	$C_{12}H_{17}N_4O_5$	٠,١	** ٠,٣٠

* ملليمول / لتر ** ميكرومول / لتر .

■ مثال لبعض عناصر بيئة الزراعة النسيجية موضحاً فيه اسم المركب والصيغة الكيميائية والكمية والتركيز.



■ الصيغة الكيميائية لفيتامين ب١.

لتر- إلى كثير من الأوساط المغذية لاستحثاث النمو خاصة في النباتات وحيدة الفلقة، وذلك لاستحثاث الكالس، بينما لا تحتاجه النباتات الأخرى.

■ **فيتامينات أخرى:** مثل الريبوفلافين (B₂)، والبيوتين (B₇)، وحمض الستريك (C)، وغيرها، وقد لا تكون ضرورية في أغلب الأحيان.

• الأحماض الأمينية

تعد الأحماض الأمينية مصدراً للنيتروجين العضوي، مثل الجلوتامين، والسايرين، والبرولين، كما أن بعضها -مثل الجللايسين- يدخل في تركيب اليخضور الذي يعد أكثر الأحماض بساطة وشيوعاً في الاستخدام. أما السايستين فيستخدم كمضاد للأكسدة خاصة مع الأنسجة التي تنتج فينولات، حيث يعمل على تقليل الاسوداد.

• السكر

يعد السكر من المواد العضوية الأساس التي تُضاف للوسط الغذائي كمصدر للطاقة والكربون، ومن أكثر السكريات استخداماً هو السكروز الذي يتحول أثناء التعقيم الحراري أو العمليات الحيوية للنبات إلى جلوكوز وفركتوز، كما يدخل السكر بنسبة عالية في التنظيم الأسموزي؛ وبالتالي في عملية الامتصاص. يستخدم السكر في تركيبة البيئة المستخدمة في الزراعة النسيجية بمعدل ٢٠-٤٠

■ **الكوبالت (Co):** ويوجد في معظم الأوساط الغذائية للنباتات النسيجية رغم عدم ضرورته، إلا أن الأبحاث تشير إلى دوره غير المباشر في منع فاعلية الأكسينات والسيتوكينينات، وتثبيط دور الإيثيلين في مراحل معينة.

مكونات عضوية

تتمثل المكونات العضوية (Organic Supplements) المستخدمة في بيئات الزراعة النسيجية فيما يلي:

• الفيتامينات

يعتمد تشكل الخلايا النسيجية ومرحلة نموها على ما يضاف للبيئة المغذية من الفيتامينات التي يلعب تركيزها في طبيعة التشكل والتميز في النبات النسيجي سواء كان خلية أو عضو، وتنتج الفيتامينات بكميات مختلفة في خلايا معظم أنسجة النباتات، إلا أنه يتم إضافتها بكميات قليلة جداً إلى الخلايا أو الأنسجة أو الأعضاء النباتية المزروعة في الأنابيب التي لا تستطيع توفير الكميات المناسبة والكافية منها، وتلعب الفيتامينات دوراً مهماً في عمليات البناء، والهدم، والنقل، داخل الخلايا، ومن أهمها ما يلي:

■ **الثيامين (فيتامين B₁):** ويقوم بالعمليات الحيوية للكربوهيدرات، وبناء الأحماض الأمينية.

■ **البيروكسين (فيتامين B₆):** ويدخل في تنظيم البروتين.

■ **النياسين:** يستخدم في عمليات نقل الهيدروجين والالكترونات.

■ **النوسيتول:** ويدخل في بناء الدهون الفوسفاتية، وفي بناء البكتين في جدار الخلية.

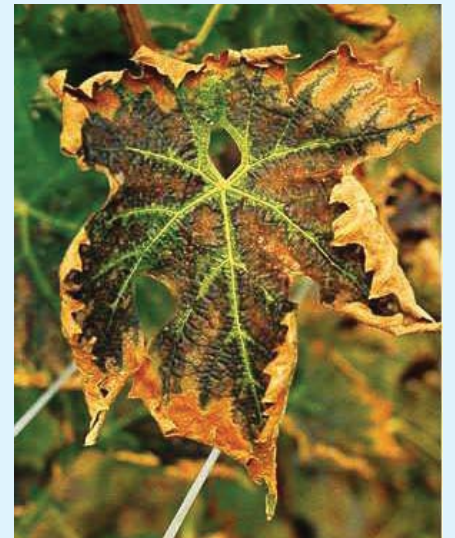
■ **الميانوسيتول:** ويصنّف كفيتامين، وهو سكر كحولي يضاف بكميات -تصل إلى ١٠٠ مليجرام /

■ **البورون (B):** ويضاف إلى البيئة كحامض بوريك، حيث يساعد الخلايا على امتصاص الكالسيوم، وبناء البكتين، ومن ثم بناء جدر الخلايا. ويعد البورون عنصراً مهماً لمعظم العمليات الحيوية بالخلايا مثل الانقسام، والتميز، والبلوغ. ويؤدي نقصه إلى تشكل قمم ورقية بيضاء، وموت قمم الجذور.

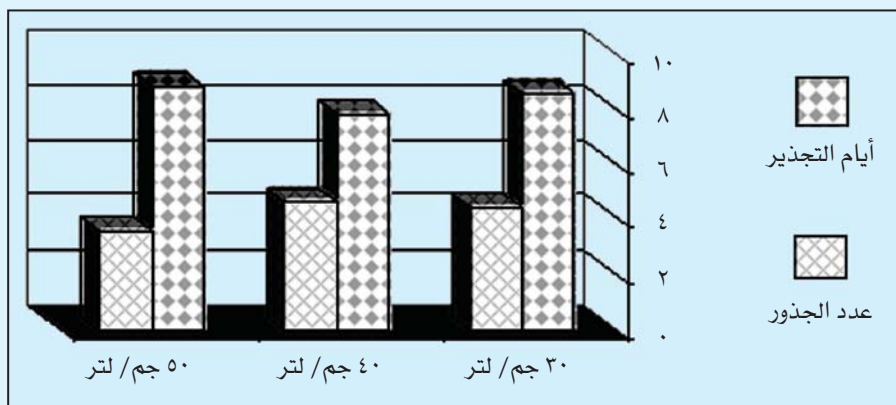
■ **الزئبقين (Zn):** وهو عنصر مهم لإنتاج الأكسين، وزيادة فاعلية الإنزيمات، وبالتالي تكوين اليخضور. وتحتاج معظم النباتات النسيجية من ٥ إلى ٣٠ ميكرومولر من كبريتات الزئبقين.

■ **النحاس (Cu):** ويضاف في صورة مركب كبريتات النحاس بتركيز ١, ٠ ميكرومولر، ويعمل كحامل إلكتروني في النبات، حيث أنه يساعد في بناء الكربوهيدرات، وتثبيت النيتروجين، وتقليل الأكسجين.

■ **الموليبدنم (Mo):** ويضاف كموليبدات صوديوم بتركيز لا يتعدى ١, ٠ ميكرومولر، حيث أن وجوده مهم لبعض الإنزيمات التي تحول النترات إلى نشادر (Ammonium)، كما يؤدي نقصه إلى الموت القمي للأوراق، والتفاف حوافها.



■ **نقص عنصر الموليبدنم يؤدي إلى الموت القمي للأوراق.**



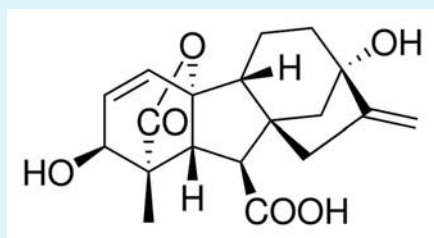
■ شكل (١) تأثير تركيز السكر في بيئة زراعة المورّد على التجذير (الخليفة وآخرون ٢٠٠٥م).

مرحل التشكل الجنيني من الكالس، وفي الأوساط المستخدمة للنباتات الخشبية.

■ الفحم : يستخدم في صورته النشطة لتهيئة الوسط المظلم لتكوين الجذور في البيئة الغذائية، كما أنه يستخدم لامتصاص المواد السامة والضارة من خلايا النبات مثل الفينولات المؤكسدة، والأصبغ الخارجة من الخلايا، كما يمتص زوائد بعض المواد العضوية مثل الفيتامينات، والهرمونات، والحديد، والكارصين. ويضاف الفحم المنشط بكميات تتراوح بين ٢،٠ إلى ٣ جرام / لتر.

• المواد الداعمة

ومن أهمها الآجار، ويضاف بكميات تتراوح بين ٠،٥ إلى ١٪، وغالباً يفضل استخدام ٧ جرام / لتر، ويوفر الآجار بيئة صلبة أو شبه صلبة تتركز عليها أنسجة النبات أو أعضاء داخل الأنابيب، ويتميز الآجار بعدم تفاعله مع أي من المواد الداخلة في تركيب بيئة الوسط الغذائي، ولا يتحلل بالإنزيمات



■ الصيغة الكيميائية لهرمون الجبرلين (GA3).

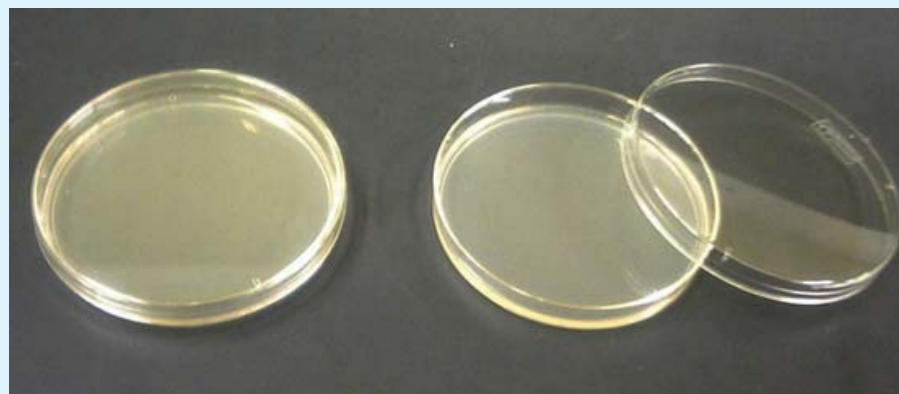
جرام / لتر، ويعد التركيز ما بين ٣٥ إلى ٤٠ جرام / لتر مناسباً لكثير من النباتات، شكل (١).

• منظمات النمو

تسمى منظمات النمو - غالباً - هرمونات، وهي مواد ذات دور أساس في تنسيق النمو، والتميز في خلايا وأنسجة النبات النسيجي، وتضم خمسة أنواع - بناءً على دورها في العمليات الحيوية للنبات - هي:

■ الأكسينات : وتعمل على استطالة وانقسام الخلايا، والتشكل الجنيني، وتنشئة الجذور، وتضم مجموعة من التركيبات بعضها طبيعي والآخر صناعي، وتضاف بتركيزات محدودة تتراوح بين ٠،٠٠١ إلى ١٠ ملليجرام / لتر، ومن أشهرها - في الأوساط الغذائية النباتية - حامض الأندول أسيتيك الثلاثي (IAA)، إلا أنه من أضعفها إذ يتأثر بالاستخدام لفترة قصيرة وتقل فاعليته، بينما تطول فاعلية أكسينات أخرى، مثل: (IBA)، و(NAA)، و(2,4-D)، و(CPA).

■ السيتوكينينات : وتساعد في انقسام الخلايا في زراعة الكالس، حيث أنها تستحث تكوين البراعم العرضية في مراحل التضاعف، وتضاف بتركيزات تتراوح بين ٠،١ إلى ١٠ ملليجرام / لتر. ومنها ما هو طبيعي، مثل: الزياتين (Zeatin)، والأدينين (ZiP)، إلا أن تواجدهما قليل ومكلف ولا يستمر تأثيرهما بالبيئة النباتية،



■ بيئة الآجار، تمثل البيئة الصلبة داخل أطباق بترى.

المنعقد في القصيم من ١٩-٢١/رجب ١٤٢٤ هـ ، صفحات :

٥٣٢ - ٥٥٤ ، جامعة الملك سعود . القصيم

- ناصر بن صالح الخليفة (٢٠٠٢): دور الزراعة النسيجية

في إكثار نباتات الحدائق والمنتزهات، سجل وقائع ندوة »

المنتزهات العامة والحدائق ودورها في الترويح وحماية البيئة

« في عمان- الأردن، ٢٢ إلى ٢٥ ابريل / ٢٠٠٢ الموافق ١٠ -

١٢ صفر ١٤٢٣ هـ ص: ٢٥٥-٢٦٩ .

- ناصر بن صالح الخليفة ، أحمد العبد القادر وتاج

الدين نصرودن (١٤٢٧) دراسة إمكانية إكثار بعض أشجار

وشجيرات الحطب وتحديد أهميتها الاقتصادية والبيئية

في المنطقة الوسطى من المملكة العربية السعودية - التقرير

العلمي النهائي لمشروع أت / ٢٠ / ٠٨١ - برامج المنح -

مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية .

- Al-Khalifah, N.S. In vitro culture of Ficus

benjamina for propagation and study of stress.

Ph.D. Thesis. The University of Nottingham.

UK, (1996).

-Al-Khalifah N. and P. Alderson (1998). The

effect of Auxins and Ethylene on leaf abscission

of Ficus benjamina. In: Kanellis et al (eds.)

Proceedings of the Biology & Biotechnology

of the plant Hormone Ethylene II Conference

. Santorini- Greece on September 51998 ,8-

Kluwer Academic Publisher. PP: 255 - 260.

Nasser S. Al-Khalifah, Hadi S. & Khan F. A.

, (2005).Influence of sucrose concentration on

in vitro Growth of five Rose(Rosa hybrida L.)

cultivars . Plant Tissue Culture , 15(1)4349-

- Debergh, P.C. Micropropagation of

Herbaceous plants. in Horticulture, practice

and Commercial problems, Proceedings of the

institute of Horticulture symposion. University

of Nohingham . UK (1986).PP.2736-

-Flick, C. E., Evans, D. A. and Sharp, W. R. In

hand book of Plant Cell, Culture. Vol. 1, Evans,

D. A. and Sharp, W. R., Ammirato, P. V. and

Yamada, Y. (eds.) Macmillan Publishing Co.,)

New York. (1983 p. 18

-George, E. F. (1996) Plant propagation by

tissue culture Part 2 in practice . Exegetics Ltd.

Edington, UK.



■ جهاز التعقيم الحراري (Autoclave).

النتيجة من خلايا وأنسجة النبات. يدخل في تركيب الآجار بعض المواد غير المرغوبة، مثل: بعض الأملاح، والفينولات، والأحماض الدهنية، إلا أن هذه المواد ليست ضارة ويمكن غسله لإزالتها. فضلاً عن ذلك يمكن استخدام قطع إسفنجية كمادة داعمة خاصة في مراحل التضاعف للسيقان الورقية.

• المضادات الحيوية

وهي مواد طبيعية تنتج من بعض الكائنات الميكروبية الدقيقة، كما أنها تنتج صناعياً، وتستخدم لتثبيط أو القضاء على بعض الميكروبات (الفطريات، والبكتيريا) التي تنمو في الأوساط الغذائية بالأنايب .

التعقيم

يعد التعقيم الحراري بأجهزة الأوتوكليف. تعقم به الأوساط الغذائية قبل استخدامها، والأدوات المستخدمة في الزراعة النسيجية. أساس عمليات التعقيم، إلا أن المواد الحية وبعض المواد العضوية تتطلب تعقيماً سطحياً بمواد كيميائية ضرورية؛ وذلك للقضاء على الملوثة الميكروبية التي تنمو على خلايا النبات، وتحين لها الفرصة للتضاعف والتكاثر عند زراعة الخلايا أو الأنسجة في بيئة مغذية. يستخدم مبيض الملابس - غالباً - كمصدر

للكلورين المعقم، أو هيبوكلورايت الصوديوم مع نقط من (Tween 20) لتساعد على اختراق الكلورين لخلايا النبات وتثبيط الملوثة، ومن ثم يتم شطف الأنسجة بماء مقطر ومعقم. تحت جهاز الكابينة الحيوية - لغسل المادة المعقمة.

خاتمة

تعتمد مستويات نجاح الزراعة النسيجية بالمقام الأول على تركيب البيئة من العناصر والتي يعتمد عليها النمو والتشكل في النبات حسب الصنف وطبيعة النبات، فمثلاً يمكن أن تنمو بعض النباتات في بيئة تتكون من عناصر غير عضوية مع السكر فقط، بينما تتطلب النباتات الأخرى جميع مكونات البيئة. فضلاً عن ذلك فإن النباتات الغضة لا تتطلب تراكيز عالية من الهرمونات، بينما تحتاج النباتات الصحراوية مثل النخيل - في بداية تفعيل التشكل الجنيني - إلى تركيز عالي من هرمون الأكسين 2,4-D ، إلا أن هذا التركيز يُعد عالياً في تشكل بعض النباتات الأخرى، بل وقد يؤدي إلى التطفير.

المراجع

- ناصر بن صالح الخليفة (٢٠٠٢) . الإكثار النسيجي للنخيل . سجل وقائع المؤتمر العلمي الأول لنخيل التمر

المعلوماتية الحيوية

د. طارق بن عبد الله الشدي

ظهر علم المعلوماتية الحيوية - في بداياته - كخليط من علمي الأحياء، والحاسب الآلي ممثلاً في علم قواعد البيانات، وذلك لحفظ واسترجاع البيانات الناتجة من تجارب التقنيات الحيوية. ولقد حفزت قواعد البيانات - بما وفرته من مادة خام - الباحثين من المختصين في المجالات الأخرى كالإحصاء، والرياضيات، والذكاء الإصطناعي، والاحتمالات للقيام بأبحاث للاستفادة مما وصلت إليه هذه العلوم من طرق وأساليب للدراسة والبحث في هذه المعلومات الحيوية. ومن هنا أصبح علم المعلوماتية الحيوية خليطاً من كل هذه العلوم جميعاً، مما فتح المجال أمام الباحثين لتبني أساليب جديدة متطورة للبحث في تراكيبنا الوراثية، ووفر طرقاً لفهم الأمراض ومسبباتها، ومراحل تطورها، ومن ثم القدرة على تشخيصها، وتصميم طرق العلاج المناسبة لها.

تطور المعلوماتية الحيوية

تطور علم المعلوماتية الحيوية منذ بدايته حتى الآن من خلال عدة إنجازات أهمها ما يلي:

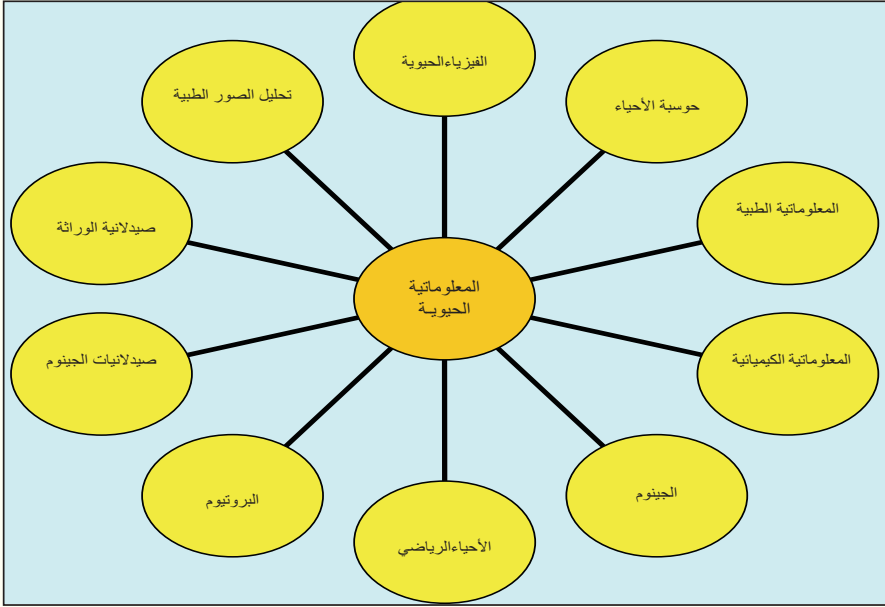
- في عام ١٩٥١ م، تم تحديد تركيب α -helix and β -sheet للبروتينات.
- في عام ١٩٥٣ م، تم تحديد تركيب الدنا (DNA) من صور الأشعة السينية بواسطة واطسون وكريك.
- في عام ١٩٥٥ م، تم نشر أول سلسلة لبروتين (الأنسولين من العجل).
- في عام ١٩٦٥ م، تم نشر أول أطلس لسلاسل البروتين بواسطة Margaret Dayhoff.
- في عام ١٩٦٩ م، تم إطلاق ARPANET لربط جامعتي ستانفورد وبيركلي.



شهدت السنوات العشرون الماضية ثورة كبيرة في وسائل التقنية الحيوية، مما أدى إلى توفر كمية هائلة من المعلومات حول تراكيب ووظائف المكونات الحيوية الدقيقة وخاصة الحامض النووي منقوص الأكسجين (DNA)، والبروتين، وقد تمثلت هذه المعلومات بشكل رئيس في سلاسل الأحماض النووية (DNA-RNA) والأمينية و الخرائط الوراثية (الجينوم) للكائنات الحية والتراكيب ثلاثية الأبعاد للبروتين. وطبقاً لنشرة بنك المورثات، يونيو ٢٠٠٩م، التابع للمركز الوطني لمعلومات التقنيات الحيوية في ميريلاند بالولايات المتحدة الأمريكية، فقد بلغ عدد محتويات البنك ما يقارب من ١٠٦ مليون سلسلة تحتوي على أكثر من ١٠٥ مليار قاعدة حمض نووي (Nucleotide).

قواعد البيانات وإدارتها، وتطوير البرمجيات والخوارزميات، وتطوير نماذج المحاكاة، والتحليل الكمي. ويهدف البحث في هذا الكم الهائل من المعلومات إلى الوصول إلى الأسرار التي أودعها الخالق في صفاتنا الوراثية، وفهم أعمق لكيفية تفاعل هذه المكونات داخل وخارج خلية الكائن الحي في مختلف الظروف التي تواجهه في حالة الصحة والمرض.

تُعرف المعلوماتية الحيوية (Bioinformatics) بأنها العلم الذي يهتم بالبحث والتنقيب في البيانات الموجودة في أجزاء نظام الكائن الحي والعمليات المختلفة التي تتم فيه، مستخدماً علوم الحاسب الآلي، والهندسة، والرياضيات، والإحصاء، وغيرها، وذلك لإدارة البيانات الحيوية، وإظهارها على هيئة أشكال توضيحية، وتحليل البيانات لاكتشاف أنماط جديدة، وبناء الفرضيات، والنماذج، فضلاً عن بناء



■ العلوم الحيوية ذات العلاقة بالمعلوماتية الحيوية

٨- صيدلانيات المورث (Pharmacogenomics):

وتُطبق منهجيات وتقنيات المورث من أجل اكتشاف العقاقير.

٩- صيدلانية الوراثة (Pharmacogenetics):

وتستخدم لتحديد أسباب الاختلاف الوراثي بين الأفراد من حيث استجابتهم للأدوية، فبعضهم يستجيب إيجابياً والآخر سلبياً.

١٠- تحليل الصور الطبية

(Medical Imaging Analysis): ويهتم

بتحليل الصور وفقاً للمعلومات الطبية وحالة المريض.

مجالات الأبحاث في المعلوماتية الحيوية

يقوم الباحثون المهتمون بالمعلوماتية الحيوية

بالعمل على إجراء الدراسات والأبحاث على العديد من التطبيقات التي يتطلبها هذا المجال، ومنها ما يلي:

١- تصميم قواعد البيانات البيولوجية الأحادية والتجميعية؛ وفيها يقوم الباحث بتصميم قواعد بيانات أحادية وفقاً للاحتياجات البحثية، مثل

الوثيقة بالمعلوماتية الحيوية أهمها ما يلي:

١- الفيزياء الحيوية (Biophysics): وتستخدم لفهم التراكيب والوظائف الإحيائية.

٢- حوسبة الأحياء (Computational of Biology):

وتستخدم لدراسة العمليات الأحيائية المعقدة من خلال تقنيات ذكاء الآلة، والخوارزميات.

٣- المعلوماتية الطبية (Medical Informatics):

ويستفاد منها في فهم المعلومات الطبية وإدارتها وإجراء البحوث العلمية عليها.

٤- المعلوماتية الكيميائية (Cheminformatics):

وتستعمل في اكتشاف وتطوير العقاقير الطبية.

٥- المورثات (Genomics): وتستخدم لدراسة

أو تحليل أو مقارنة كامل المورث، أو مقارنة أنواع مختلفة من المورثات.

٦- الأحيائية الرياضية (Mathematical Biology):

ويتم فيها استخدام النظريات الرياضية لفهم العمليات البيولوجية، وغالباً ما تستخدم في النمذجة.

٧- البروتيوم (Proteomics): ويهتم بدراسة

البروتينات الناتجة من المورثات، وتراكيبها وتفاعلها بعضها مع بعض.

- في عام ١٩٧٠م، تم نشر خوارزمية

(Needleman-Wunsch) لمقارنة السلاسل.

- في عام ١٩٧٣م، تم إنشاء بنك البروتينات

(The Brookhaven Protein Data Bank)

الخاص بتركيبها الثلاثي من واقع التصوير.

- في عام ١٩٨٠م، تم نشر سلسلة أول مورث

كامل من (FX174)، مكوناً من ٥٢٨٦ قاعدة

حمض نووي تمثل ٩ بروتينات.

- في عام ١٩٨١م، تم نشر خوارزمية

(Smith-Waterman) لمقارنة السلاسل.

- في عام ١٩٨٢م، تم نشر النسخة الثالثة من

بنك المورثات مع توفيرها للباحثين.

- في عام ١٩٨٨م، تم إنشاء المركز الوطني

لمعلومات التقنيات الحيوية (NCBI) بأمريكا

تحت مظلة المعهد القومي للسرطان.

- في عام ١٩٨٨م، تم بدء العمل بمبادرة الجينوم

البشري.

- في عام ١٩٩٠م، تم العمل ببرنامج (BLAST)

الخاص بالبحث والمقارنة في قواعد بيانات

سلاسل الـ DNA والبروتين.

- في عام ١٩٩٥م، تم اكتمال سلسلة أول جينوم

لبكتيريا والتعرف عليها.

- في عام ١٩٩٦م، تم إنتاج شركة (Affymetrix)

لأول شرائح المصفوفات الدقيقة التجارية.

- في عام ١٩٩٧م، تم اكتمال سلسلة جينوم

(KE. coli) المحتوية على ٧,٤ مليون قاعدة.

- في عام ٢٠٠١م، تم الانتهاء من الجينوم

البشري محتوياً على ٣٠٠٠ مليون قاعدة.

- في عام ٢٠٠٢م، تم نشر الجينوم الكامل للفأر

المنزلي.

المعلوماتية الحيوية و العلوم

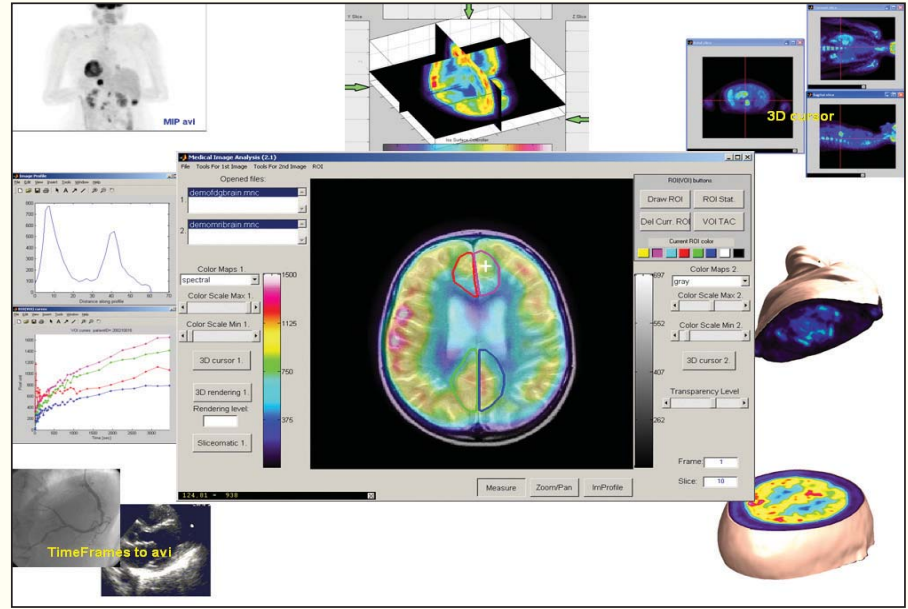
هناك مجموعة من العلوم ذات العلاقة

٥- تصميم خوارزميات فعّالة لاسترجاع المعلومات من قواعد البيانات الحيوية: حيث أن الوصول إلى المعلومات المناسبة في الوقت المناسب يعد من أهم وسائل إجراء البحوث حتى يستثمر الباحث وقته في التركيز على المعلومات المستهدفة دون غيرها. ويسهم الباحثون في توفير مثل هذه الخوارزميات للعلماء والباحثين.

٦- تصميم واجهات سهلة الاستخدام للوصول إلى مصادر المعلومات: وذلك لأن معظم العاملين في المجالات الحيوية من علماء وباحثين وفنيين ذوي مهارات فنية محدودة في البحث في قواعد البيانات، ولذا يقوم الباحثون في المعلوماتية الحيوية بتوفير واجهات سهلة الاستخدام لهؤلاء المستخدمين.

٧- تطوير واجهات أشكال توضيحية (رسومية) لتصوير الجزئيات في حالتها الطبيعية (**Visualization Tools**): حيث يهتم الكثير من الباحثين بملاحظة حركة الجزئيات، ومدى تأثيرها بإدخال عناصر عليها، ويقوم الباحثون في المعلوماتية الحيوية بتطوير مثل هذه التطبيقات التي تعتمد على الكثير من القواعد الفيزيائية والرياضية بالإضافة إلى الإلمام بالتطبيقات الرسومية.

٨- الربط بين مختلف مصادر المعلومات كقواعد البيانات الموزعة وأجهزة التقنيات الحيوية: حيث تنتج أجهزة التقنيات الحيوية كالمسلسلات (**Sequencers**)، وأجهزة المصفوفات المجهرية (**Microarrays**) وغيرها من الأجهزة كمية هائلة من المعلومات، ولذا كان من الأهمية ربط



■ تحليل الصور الطبية بواسطة أحد البرمجيات الحاسوبية.

المهمة للباحثين، إلا أن عملية البحث في هذا الكم الهائل من البحوث تستغرق الكثير من الوقت والجهد، ولذا يقوم المتخصصون في المعلوماتية الحيوية بتوفير خوارزميات تسهل هذه العملية، وذلك باستخدام تقنيات تعتمد في الغالب على تقنيات التوسيم (**Tagging**).

٤- تصميم خوارزميات تصنيف المعلومات الأحيائية: حيث يعد التصنيف أحد الأبواب الرئيسية في التنقيب عن البيانات (**Data Mining**) في المعلومات الحيوية. وهناك عدة تقنيات تستخدم للتنقيب يعتمد بعضها على الأساليب الإحصائية والبعض الآخر على ما يسمى بتعليم الآلة (**Machine Learning**). ويلعب التصنيف دوراً رئيسياً في الأبحاث خصوصاً الطبية منها لما يترتب على التصنيف الدقيق من اختلاف في الأساليب العلاجية، وتصميم العقاقير، ومقدار جرعاتها، لذا يهتم باحثوا المعلوماتية الحيوية بإيجاد خوارزميات دقيقة لهذا التصنيف.

قواعد بيانات المصفوفات الدقيقة، كما يمكنه تصميم قواعد بيانات أخرى قادرة على تجميع المعلومات من قواعد بيانات مختلفة (تجميعية) في المكونات أو التراكيب. ويركز الباحثون حالياً على استخلاص البيانات من قواعد البيانات غير المنظمة (**Unstructured**) بحيث يمكن للباحثين الآخرين من البحث فيها بسهولة.

٢- تصميم قواعد بيانات التراكيب الجزيئية (**Structural Databases**): وتعد ذات أهمية كبيرة خاصة للباحثين في مجالات العقاقير الطبية، حيث يقوم الباحثون في المعلوماتية الحيوية بتصميم قواعد بيانات قادرة على تخزين واسترجاع البيانات، ومن أمثلة ذلك قاعدة بيانات البروتين (**PDB**).

٣- بناء خوارزميات التنقيب في أدبيات العلوم الحيوية لاستخلاص المعلومات (**Text Mining**): حيث تزرع قواعد بيانات البحوث الحيوية بألاف الأبحاث التي تحتوي على العديد من المعلومات

الأبحاث توفيرها، لأسباب اقتصادية محدودة استخدامهما، لذا كان من المفيد الاستفادة من إمكانيات مراكز الأبحاث الأخرى عن طريق بناء شبكات تواصل عبر الإنترنت، بحيث يمكن الاستفادة من الأساليب البرمجية الحديثة كالبرمجة المتوازية (Parallel Programming) والأجهزة الافتراضية (Virtual Machines) بحيث يمكن توزيع تنفيذ المهام على أكثر من جهاز، وتتبادل هذه الأجهزة المعلومات بشكل لحظي وكأنها تعمل على جهاز واحد مما يعظم الإمكانيات المادية.

مراكز المعلومات الحيوية

تقدم مراكز المعلوماتية الحيوية أربعة أنواع رئيسية من الخدمات للمراكز الطبية والحيوية هي:

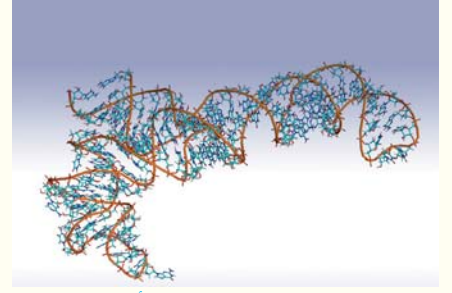
١- الوصول السريع لقواعد البيانات المختلفة، سواء كانت مجانية، أو تتطلب الاشتراك للوصول إلى خدماتها. ومن أمثلتها، قواعد بيانات سلاسل الدنا (DNA)، وسلاسل البروتين، والتركييب ثلاثي الأبعاد للبروتين، وقواعد بيانات الإختلالات الوراثية المسببة للأمراض، وغيرها الكثير من مستودعات المعلومات.

٢- توفير الأدوات وبرامج الحاسب الآلي لمساعدة الباحثين للوصول إلى معلومات معينة، أو لإجراء عمليات تحليل للبيانات الناتجة عن التجارب، سواء كانت هذه البرامج مجانية توفرها مراكز البحث العلمي للعاملين، أو عن طريق شراء حقوق الاستخدام.

مجال إنتاج العقاقير القادرة على التحكم في هذه المسارات، ويقوم المختصون في المعلوماتية الحيوية بتصميم قواعد بيانات تحفظ مثل هذه المعلومات بشكل منظم، وواجهات رسومية لإظهارها، بالإضافة إلى استخدام أساليب إحصائية ورياضية كنظرية الرسوم (Graph Theory) لإنتاج مثل هذه المسارات.

١٢- تصميم وإجراء تجارب المحاكاة الحيوية (Bimolecular Simulation): نظراً لأن تطور بعض الأمراض لدى الإنسان - مثل مرض الزهايمر. يستغرق سنوات عديدة؛ فإن باحثوا المعلوماتية الحيوية يساهمون في تصميم تجارب محاكاة تحتوي على العديد من المعادلات الرياضية والفيزيائية المعقدة تحاكي الواقع، مما يعطي الباحث نظرة إلى داخل نظام الكائن الحي وما يحدث فيه عبر السنين في ساعات أو أيام معدودة. وتحتاج مثل هذه التجارب إلى الكثير من عمليات الضبط والتحكم، حيث تنتج كمية هائلة من المعلومات التي يخضعها الباحث للتحليل. كما يتم تصميم وتنفيذ مثل هذه التجارب بكثافة في عمليات إنتاج العقاقير الطبية لدى شركات الأدوية خصوصاً العملاقة منها.

١٣- تصميم وبناء شبكات المشاركة في الحوسبة الأحيائية (Computational Biology Grids): تتطور البرمجيات بتسارع أكبر من إمكانيات الأجهزة أو المكونات المادية، وبالتالي فإن بعض التطبيقات تتطلب إمكانيات لا تستطيع مراكز



■ تركيب الحمض النووي DNA بالأبعاد الثلاثية عن طريق أحد البرمجيات الحاسوبية.

هذه الأجهزة بقواعد البيانات المناسبة بحيث تصب هذه المعلومات مباشرة في مواقعها.

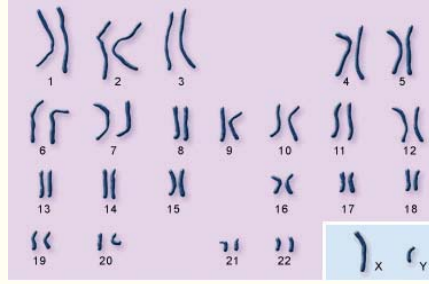
٩- تطوير أساليب جديدة لتحليل البيانات الحيوية: وتزخر علوم الرياضيات والإحصاء والتتقيب عن البيانات بالعديد من الخوارزميات المفيدة في تحليل البيانات، ويقوم الباحثون في المعلوماتية الحيوية بإسقاط مثل هذه الخوارزميات وتعديلها لاستخدامها في تحليل البيانات الحيوية.

١٠- تطوير خوارزميات التنبؤ: وتعد المؤشرات الحيوية من أهم الوسائل التي يتبعها العاملون في الحقل الطبي والمختبرات الطبية للتعرف على مدى احتمال أن يكون شخصاً حاملاً لمرض ما. بل يتعدى ذلك إلى التنبؤ باحتمالية تطوير شخصاً ما لمرض معين كالسرطان بأنواعه المختلفة وفقاً لهذه المؤشرات. ويعمل باحثو المعلومات الحيوية على تطوير مثل هذه الأدوات المساعدة، بما تحويه من خوارزميات يكون الهدف منها المساعدة في التشخيص الدقيق.

١١- تصميم وبناء قواعد بيانات المسارات الحيوية (Pathways Databases): ويُعد التفاعل بين البروتينات (Protein-Protein Interaction) من أهم المعلومات التي يحتاجها الباحثون، خصوصاً في

هو العمل على بناء قواعد بيانات تمكن الباحثين في المملكة من المشاركة، وتبادل المعلومات، وربط المختصين وعلماء الحاسب الآلي مع علماء الأحياء وأساتذة الطب. والعمل على دراسة الخرائط الوراثية لمسببات الأمراض المستوطنة في المملكة كحمى الضنك، وحمى الوادي المتصدع، وعمل مقارنة الخرائط الوراثية المتوفرة في قواعد البيانات العالمية. والتعاون مع شركات الدواء المحلية والعالمية في محاولة للوصول إلى أدوية مضادة.

من غير المتوقع أن تسهم صناعة التقنية الحيوية ومعلوماتها في المملكة بأي قيمة مضافة لما هو موجود عالمياً في الوقت الحاضر، وإنما سيكون الهدف هو التأسيس لهذه الصناعات وتأهيل الأفراد القادرين على التعامل مع هذه التقنية، وستكون عوامل نجاح هذه التقنية في المملكة مستقبلاً مرتبطة بشكل رئيس بقدرتها على تلبية احتياجات السوق داخلياً وخارجياً، دون الاعتماد على الدعم الحكومي، لأن ذلك سوف يساعد هذه الشركات على توفير منتجات برمجية أو دوائية أو تشخيصية ذات مواصفات عالمية، وتجعل هذه الشركات على اتصال دائم بأحدث المستجدات في هذا المجال ما يدفعها إلى تطوير قدراتها لمواكبة هذا المجال المتجدد لحظياً. وقد تلعب الحكومة هذا الدور الحيوي إذا ما تخلت عن دور الحاضنة المدلية إلى دور الرافع لمستوى هذه الشركات عن طريق الإلزام الدائم بمستوى عالٍ من المواصفات المطلوبة في المنتج.



■ تحديد المورثات ضمن مشروع الجينوم البشري.

الآن نحو الطب الشخصي وفقاً للخريطة الوراثية للشخص. إن انطلاق المملكة نحو الريادة الشرق أوسطية في مجال التقنية الحيوية ومعلوماتها يجب أن يخطط له بعناية، مع الأخذ في الاعتبار بأن التأسيس الجيد لمقومات المعلوماتية الحيوية يعد عنصراً أساسياً في هذه الريادة إن كان لها أن تكون، وسوف تسهم هذه المراكز في لحاقنا بالركب المعرفي. حديث النشأة في هذا المجال - عن طريق توفير التعليم والتدريب وإجراء البحوث ودعمها وتوفير الأدوات المساندة للبحث العلمي.

تحتاج المملكة في الوقت الحاضر إلى دعم تكوين مجتمع التقنية الحيوية ومعلوماتها من خلال تصميم وتبني إنشاء عدد من البرامج الداعمة لهذه الاستراتيجية، والعمل على توفير مجموعات بحثية في مجال التقنية الحيوية والمعلوماتية في القطاعات الحكومية والخاصة تتعاون مع بعضها وتبادل المعلومات من خلال هذه المراكز. كما أن وجود هذه المراكز سوف يكون أساسياً من أجل المساهمة في التسريع من الاكتشافات العلمية في مجالات الأمراض الوراثية في المملكة العربية السعودية، من خلال توفير أحدث الأدوات البحثية، كالبرمجيات ومصادر المعلومات كالمجلات العلمية. والأهم من ذلك

٣- تصميم أدوات لمساعدة الباحثين على إجراء تحليل المعلومات، أو تصميم قواعد بيانات خاصة بهذه المراكز الطبية لتخزين معلوماتهم كمعلومات سلاسل الدنا (DNA) المختلفة للمورثات المسببة للأمراض في بلد ما.

٤- المساهمة في تصميم التجارب العلمية بمختلف أنواعها، مما يسهم في تحليل نتائج هذه التجارب بشكل احترافي مهني.

المعلوماتية الحيوية في المملكة العربية السعودية

يعد وجود مراكز للمعلوماتية الحيوية بالمملكة خطوة إيجابية لدعم التوجه التقني للمملكة، وسوف يجني المجتمع الطبي ومجتمع التقنية الحيوية والصناعات الدوائية في المملكة ثماراً إيجابية من هذه المراكز. وقد بدأت المنظمات الحكومية والخاصة تدرك أهمية مثل هذه المراكز وسوف تتجه قريباً لإنشاء مراكز مماثلة. كما أن مثل هذه المراكز سوف توفر آلاف الفرص البحثية أمام الباحثين في المجالات المختلفة، وستعطي الباحثين الفرصة نحو توجيه بحوثهم لهذا المجال البكر في المملكة.

تمتلك المملكة العربية السعودية فرصة ذهبية نحو الريادة في مجال التقنيات الحيوية ومعلوماتها نظراً لعدد من المقومات يأتي الجانب الاقتصادي على رأسها، كما أن المجتمع السعودي يملك ثروة وراثية لم ينقب عنها بعد، مما يوفر الفرص الاقتصادية أمام العاملين في مجال الطب والصيدلة، خصوصاً وأن العالم يتجه

تقنية المصفوفات المجهرية

مبدأ عمل المصفوفات المجهرية

يمكن توضيح مبدأ عمل تقنية المصفوفات المجهرية بدراسة خلية سليمة وأخرى معتلة أي مريضة، ولهما نفس العدد من المورثات ولتكن (أ، ب، ج، د)، ولمعرفة آلية التعبير الوراثي لكل مورث في الخليتين، فإنه ينبغي إجراء الخطوات التالية:

١- عزل الرنا الرسول من كلا الخليتين، واستخدامه كقالب لبناء الدنا المكمل (cDNA) - الدنا الذي تم تحضيره معملياً من عينة الرنا الرسول (mRNA) باستخدام إنزيم (Reverse Transcriptase) - وذلك للحصول على المورثات المعبرة (Expressed Genes).

٢- إضافة مواد مضيئة (Fluorescent Tag) للدنا المكمل - ويستخدم عادة نوعين منها هما مادة حمراء (Cy5)، وأخرى خضراء (Cy3) - وذلك للتفريق بين المورثات.

٣- خلط العينتين وتركهما لفترة زمنية محددة على شريحة المصفوفات المجهرية التي تحتوي على كل المورثات بما فيها (أ، ب، ج، د)، بحيث يرتبط كل مورث تم تعبيره وراثياً مع المكمل له.

٤- مسح (Screening) الشريحة بواسطة جهاز ماسح خاص بالمصفوفات المجهرية، مما يؤدي إلى إثارة المواد المضيئة بواسطة الليزر، فيقوم المجهر والكاميرا الموجودة في الماسح بعمل صورة إلكترونية لتلك المصفوفات بعد الإثارة، ومن ثم تخزينها على جهاز الحاسب الآلي، تمهيداً لتحليلها بواسطة برامج متخصصة.

٥- حساب نسبة إشعاع المادة الحمراء إلى الخضراء أو طرح الخلفية (Background Subtraction) لتلك المواد المشعة على الشريحة، ثم استخدام برنامج الحاسب الآلي لإنشاء جدول يوضح



د. عصام بن جميل اليماني

تعرف تقنية المصفوفات المجهرية (Microarrays Technology) بأنها أداة لتحليل التعبير الوراثي الشامل. تتكون المصفوفة من غشاء صغير أو شريحة زجاجية أو سليكونية تحتوي على فتحات عديدة ومرتبطة بانتظام، حيث تختص كل فتحة بمورث معين. وقد استطاع العلماء من خلالها التعرف على الآلاف - تصل إلى ٤٠ ألف مورث - من مستويات التعبير الوراثي لخلية واحدة وفي تجربة واحدة، وذلك عن طريق قياس نوعية وكمية الرنا الرسول (mRNA) المرتبط مع الدنا المكمل (cDNA) في كل موقع على المصفوفة، حيث تقاس كمية الرنا الرسول على نقطة محددة من المصفوفة باستخدام أجهزة الحاسب الآلي.

تكمن أهمية هذه التقنية في قدرتها على تحليل آلاف المورثات في وقت قياسي، حيث يمكن دراسة التعبير الوراثي لآلاف المورثات في الجينوم، نتيجة استجابة الخلية لمؤثر بيئي معين، ومقارنة ذلك بين نمطين مختلفين من خلايا مريضة وأخرى سليمة، وبالتالي تحديد المورثات التي تشارك في حدوث بعض الأمراض.

تحتوي خلايا الكائنات الحية على عدد من المورثات داخل صبغيات محددة، تقوم تلك المورثات بإنتاج البروتينات في عملية تسمى التعبير الوراثي الذي ينتج عنه خصائص وصفية تحدد شكل الخلية تسمى بالنمط الظاهري (Phenotype)، الأمر الذي ساعد في التعرف على عدد كبير من المورثات التي عبرت عن نفسها، وبالتالي تقديم معلومات حول طريقة استجابة الخلايا لمتطلباتها حسب طبيعة العامل المؤثر أو المحفز للخلية؛ مما يساعدها على التحكم بنشاطها. وبذلك أصبح التحدي الأكبر للباحثين هو تنظيم وأرشفة تلك المعلومات بطريقة سهلة الاستخدام، بعد تحديد وظيفة كل مورث تم اكتشافه، وعلاقته بألية حدوث المرض، وضوابط التعبير الوراثي فيه، وعلاقة المورثات بعضها ببعض، وربطها بالمسارات الحيوية. وتبعاً لذلك فقد ظهرت العديد من الأجهزة العلمية المتخصصة التي أسهمت في تعريف وتصنيف معلومات سلسلة الدنا والوظائف المناطة بكل مورث، منها تقنية المصفوفات المجهرية.

المورثات على الاستجابة للعقاقير، مما يمكن من صنع الدواء المناسب للمريض حسب حالته، وهذا يعني أن كثيراً من الناس سيحصلون على أدوية تناسب أمراضهم الشخصية وتركيب مورثاتهم.

• المناعة

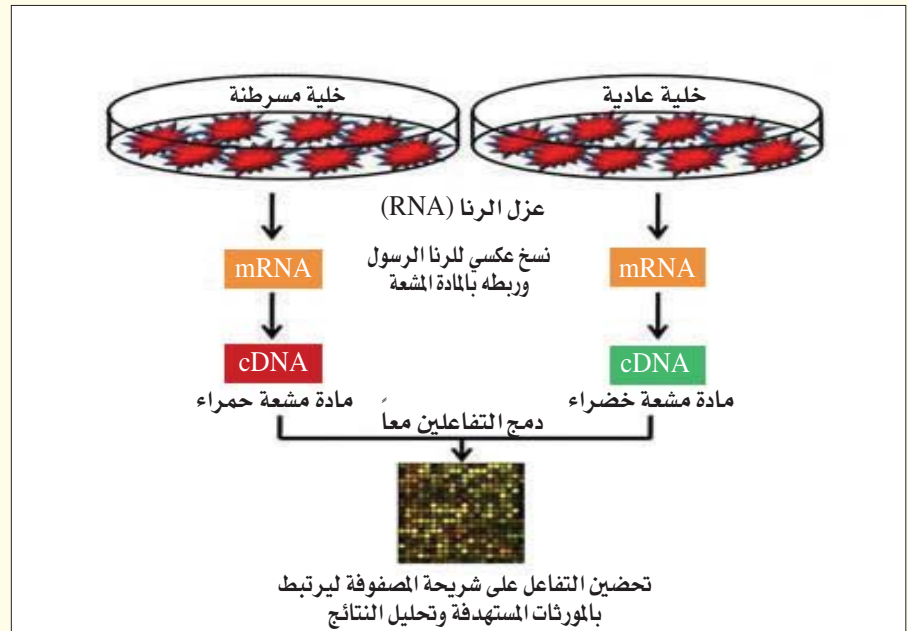
بالرغم من التقدم في مجال التشخيص المناعي الذي زاد من فرص نجاح نقل الأعضاء (Organ Transplant) إلا أنه لا تزال هناك حالات رفض مناعي للأعضاء المزروعة. والتي تعتمد على درجة التحمل للعضو المنقول عند المرضى المستقبلين لها، بالإضافة إلى التأثيرات الجانبية لعقارات التشخيص، مثل: العدوى، ودرجة سمية العقار، والتأثيرات الأيضية غير المرغوب فيها. وقد تمكن الباحثون باستخدام المصفوفات المجهرية من اكتشاف المورثات المسؤولة عن التحمل المناعي وأخرى عن الرفض المناعي، كما نجحوا في استحداث التحمل المناعي وزيادته والمحافظة عليه، بالرغم من وجود بعض البروتينات المسؤولة عن الاستجابة المناعية الأولية (Pro-inflammatory Cytokines) والتي تحدث عادة قبيل حدوث عملية الرفض.

• الخلايا الجذعية

تعرف الخلية الجذعية بأنها عبارة عن خلية



■ جهاز مسح خاص بالمصفوفات المجهرية.



■ رسم توضيحي لتجربة المصفوفات المجهرية (Microarrays).

نسبة الأشعة الحمراء إلى الخضراء حسب كثافتها وقوتها الإشعاعية التي تتناسب طردياً مع درجة التعبير الوراثي. فمثلاً قد يعطي البرنامج أن الخلية رقم (١) و(٢) عبّر فيهما المورث (أ) عن نفسه بنفس الدرجة، أما الخلية رقم (١) فقد عبّر فيها المورث (ب) بشكل أكبر من الخلية رقم (٢)، والخلية رقم (٢) عبّر فيها المورث (ج) بشكل أكبر من الخلية رقم (١)، وفي كلا الخليتين لم يعبر المورث (د) عن نفسه، وبالتالي يستنتج من هذه التجربة أن المورثين (أ، ب) قد لا يكون لهما علاقة بالمرض، وأن المورث (ج) في الخلية رقم (٢) قد يرتبط بشكل مباشر أو غير مباشر مع المرض، وأن المورث (د) غير مرتبط بنشاط الخلية في تلك الظروف من التجربة، لأنه لم يعبر عن نفسه في كلا الخليتين.

• الدواء

أدى استخدام المصفوفات المجهرية إلى ظهور فرع علمي جديد يعرف بعلم الجينوم الدوائي (Pharmacogenomics) أو «الطب الشخصي»، والذي يختص بدراسة آلية تأثير

تطبيقات المصفوفات المجهرية

توجد عدة تطبيقات لتقنية المصفوفات المجهرية في شتى المجالات سواء الطبية أو البيئية

من سموم ذات تأثيرات خطيرة على الإنسان والحقا الضرر بما يمتلكه من ثروة حيوانية أو نباتية. وقد تمكن الباحثون باستخدام تقنية المصفوفات المجهرية من تصميم شرائح تحتوي على تتابعات الدنا لأهم الميكروبات سواء كانت فطرية أو بكتيرية أو فيروسية والمتوقع استخدامها كأسلحة إحيائية، مما ساهم في الكشف عنها في وقت قياسي وبدقة متناهية.

■ **تحضير اللقاحات:** حيث تعتمد عمليات تحضير وتطوير اللقاحات على العلاقة بين العائل والمسبب المرضي من حيث تركيب المورثات ونوعية الأجسام المضادة والمستضدة. نظراً لأن المسبب يحاول - في أحيان كثيرة - تغيير تعبيره الوراثي للتغلب على الاستجابة المناعية للعائل، وبالتالي ظهور المرض مرة أخرى، فإنه بفضل تقنية المصفوفات المجهرية يمكن الكشف عن أي تغيير في تعبير المورثات، مما يتيح فرصة دراسة ومسح مورثات يمكن أن يكون لها أهمية في تحضير اللقاحات.

المراجع:

1- Microarray Gene Expression

Data Analysis: A Beginner's Guide by Helen Causton, John Quackenbush, and Alvis Brazma, 2003.

2- DNA Microarrays: A Molecular Cloning Manual, by David Bowtell and Joseph Sambrook, 2002.

3- DNA Microarrays and Related Genomics Techniques: Design, Analysis, and Interpretation of Experiments, by David B. Allison, Grier P. Page, T. Mark Beasley, and Jode W. Edwards, 2005.

4- Microarray Bioinformatics, by Dov Stekel, 2003.

5- Affymetrix: www.affymetrix.com

6- NCBI: Microarrays: Chipping away at the Mysteries of Science and Medicine; <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/About/primer/microarrays.html>

المسببات المرضية إلى جسم الكائن الحي، فإنه ينتج عنه تغيير شامل في التعبير الوراثي لمورثات العائل أو المسبب؛ نتيجة لرد الفعل من العائل على المسبب المرضي أو العكس. وبفضل استخدام هذه التقنية أمكن ملاحظة ورصد تلك التغيرات الوراثية لدى العائل والمريض، مما يزيد من فهم تلك العلاقة وبالتالي إمكانية منع أو تقليل الإصابة بالأمراض.

■ **الكشف عن المسبب المرضي:** بما أن عملية كشف وتعريف ميكروبات محددة في بيئات معقدة ومختلفة ليس بالعمل السهل، خصوصاً إذا كان مستوى تواجد تلك الميكروبات ضئيلاً جداً في تلك البيئة، فإن استخدام تقنية المصفوفات المجهرية يمكن أن تساهم في الكشف عن العديد من الميكروبات من خلال تتابعات الدنا، وتصنيفها حسب مستوى النوع (Species Level) بشكل سريع ودقيق في آن واحد، حيث يمكن طباعة آلاف المورثات المحددة التي تخص ميكروبات معينة على شريحة زجاجية لا يتعدى طولها سبعة سنتيمترات، وكذلك الكشف عن آلاف الميكروبات في وقت قياسي.

■ **الأسلحة الإحيائية (البيولوجية):** ويعتمد تحضيرها وتصنيعها على ما تفرزه بعض الميكروبات



■ شريحتان من المصفوفات المجهرية.

جانبية كاملة القدرات تولد في الساعات الأولى من إخصاب الخلية الجنسية بجسم الإنسان، لتتطور خلال أربعة أيام إلى خلايا متعددة النشاطات. تتميز الخلية الجذعية بأنها تتأقلم في أي مكان تعيش فيه، حيث يمكن من خلالها عمل خلية للقلب أو الكبد وغيرها؛ ولذلك فهي تعد إحدى التوجهات الحديثة للتغلب على العديد من المشاكل وعلاج بعض الأمراض. وقد استخدمت المصفوفات المجهرية في دراسة التغيرات الوراثية للخلايا الجذعية المزروعة قبل وبعد عملية الزرع، وتحديد مدى قدرتها على تشكيل أنواع جديدة من الخلايا في ذلك العضو المزروعة فيه، كما يمكن أيضاً من خلالها دراسة درجة الاستجابة المناعية للمورثات؛ لضمان نجاح عملية الزراعة.

• الأمراض المعدية

يشمل استخدام تقنية المصفوفات المجهرية في مجال الأمراض المعدية عدة جوانب أهمها مايلي:

■ **أبحاث الجينوم المقارن:** ويتم من خلالها الكشف عن الاختلافات الواسعة للمحتوى الصبغي في السلالات الميكروبية ذات القرابة، والتي لها نفس السمات الظاهرية، بسبب اختلاف المورثات بينهم، وبذلك أمكن دراسة العديد من الميكروبات، مثل: ميكروب الدرن (Mycobacterium Tuberculosis)، وتحديد درجة ضراوته (شدته) أو مقاومته للمضادات الحيوية، وبالتالي إمكانية استخدام أنواع من المضادات الحيوية أكثر فاعلية.

■ **العلاقة بين العائل والمسبب المرضي:** يمكن الكشف عنها بواسطة تقنية المصفوفات المجهرية؛ لأنه عندما تحدث الإصابة بالمرض نتيجة دخول

د. السيد

- ١٩٨٤م عضو أكاديمية العلوم للعالم الثالث.
- ١٩٨٦م زميل الأكاديمية الأمريكية للعلوم والآداب.
- ١٩٨٧م-١٩٩١م عضو في الإتحاد الدولي للكيمياء التطبيقية.
- ١٩٩٠م-١٩٩٢م رئيس المجلس الوطني الأمريكي لبحوث الإتحاد الدولي في الكيمياء والكيمياء التطبيقية.
- ٢٠٠٠م زميل الجمعية الأمريكية للعلوم الفيزيائية.
- ٢٠٠٩م عضولجنة التحكيم لجائزة الملك فيصل العالمية في الفيزياء.

• الجوائز والأوسمة

حصل الدكتور مصطفى على العديد من الجوائز والأوسمة تقديراً لإبداعاته العلمية والبحثية، منها:
- جائزة التعليم المتميز من جامعة كاليفورنيا لوس أنجلوس عام ١٩٦٤م.
- الميدالية الذهبية من الجمعية الكيميائية الأمريكية عام ١٩٧١م.
- الجائزة المصرية الأمريكية للإنجاز العلمي المتميز عام ١٩٨٨م.
- جائزة الملك فيصل العالمية في الكيمياء عام ١٩٩٠م.
- جائزة هاريس من جامعة نبراسكا عام ١٩٩٥م.
- ميدالية ريتشارد من الجمعية الكيميائية الأمريكية عام ٢٠٠٠م.
- جائزة لانجمير في الكيمياء من الجمعية الكيميائية الأمريكية عام ٢٠٠١م.
- الميدالية الوطنية الأمريكية للعلوم، سلمها له رئيس الولايات المتحدة عام ٢٠٠٧م.
- ميدالية جمهورية مصر العربية من الدرجة الأولى، سلمت له بواسطة رئيس الجمهورية عام ٢٠٠٩م.

- ١٩٧٦م-١٩٩١م أستاذ زائر في جامعة باريس.
- ١٩٧٨م-١٩٨٨م أستاذ زائر في الجامعة الأمريكية في بيروت.
- ١٩٨٠م-٢٠٠٤م رئيس تحرير مجلة الكيمياء الفيزيائية.
- ١٩٩٤م - حتى الآن مديراً للمعهد التقني بولاية جورجيا.
- ٢٠٠٠م - حتى الآن أستاذ مشرف على مختبر حركية الليزر.

• مساهماته العلمية

- نشر هو وفريق عمله أكثر من ٥٦٠ ورقة علمية.
- اشتهر بقانون التنظير الطيفي المسمى "قاعدة السيد".
- طور مع فريقه تقنيات جديدة للتنظير الطيفي.
- استخدم أمواج فائقة السرعة من أشعة الليزر لدراسة الخواص الكيميائية والفيزيائية على مستوى النانو، والاستفادة منها في مجالات علمية وطبية مختلفة، أبرزها معالجة السرطان باستخدام مركبات الذهب الدقيقة.
- تمكن من إبادة الخلايا السرطانية عن طريق حقن أوردة حيوانات التجارب بدقائق نانوية من الذهب، دون أن تؤثر على الخلايا السليمة، ويتم ذلك بتعديل درجة سمية المواد بالتحكم في خواصها الكيميائية.
- ألقى العديد من المحاضرات العلمية القيمة في مختلف الجامعات والمراكز البحثية، كما شارك في العديد من المؤتمرات والندوات العالمية.

• عضوية المنظمات والجمعيات

شارك عالمنا في عضوية الكثير من اللجان والمجالس الوطنية الأمريكية والعالمية، منها:
- ١٩٨٠م عضو الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم.

يعد عالمنا لهذا العدد من أبرز علماء العالم في مجال الوسائل الطيفية الجزيئية وتقنيات الليزر الحديثة المستخدمة لدراسة التحولات الحركية في الجزيئات الكيميائية، والمجموعات الذرية الغازية، والأجسام الصلبة، والأنظمة الحيوية، وتحولات الطاقة في مختلف الأنظمة الضوء- كيميائية.

هجر عالمنا وطنه الذي ولد فيه لعدم توفر البيئة والإمكانات العلمية المناسبة، مثله مثل آلاف الكفاءات العلمية العربية والإسلامية المهاجرة، والتي ينعم بإنتاجها العلمي والفكري بلدان وفرت لها كل الوسائل المعينة على الإبداع والتميز.

• الاسم: مصطفى عمرو السيد.

• الجنسية: مصري الأصل، أمريكي الجنسية.

• تاريخ ومكان الميلاد

١٩٢٣/٥/٨م في مدينة زفتى، محافظة الغربية، جمهورية مصر العربية.

• التعليم

- ١٩٥٢م بكالوريوس علوم من كلية العلوم بجامعة عين شمس، القاهرة.
- ١٩٥٩م دكتوراه في الكيمياء من جامعة فلوريدا، أمريكا.

• أعماله

- ١٩٦١م-١٩٦٤م أستاذ مساعد في جامعة كاليفورنيا لوس أنجلوس.
- ١٩٦٤م-١٩٧١م أستاذ في جامعة كاليفورنيا لوس أنجلوس.

العلمية اللازمة لزيادة إنتاجية المحاصيل الزراعية وجودتها وبخاصة الحبوب الرئيسية (الأرز والقمح والذرة)، إضافة إلى انتخاب سلالات حيوانية أكثر إنتاجية. أطلق على تلك المحاولات الناجحة بالثورة الخضراء التي حققت الأمن الغذائي لشعوب البلدان النامية وأحدثت تقدماً ملموساً في أساليب الزراعة ومجال تطوير الكيماويات الزراعية كالمبيدات والأسمدة.

ظهرت الثورة الخضراء في الفترة من ١٩٦٠م إلى ١٩٩٠م، إلا أنها تسببت في الإخلال بالتوازن الحيوي للمحاصيل الزراعية التقليدية وهجرها على حساب المحاصيل المحسنة الجديدة، كما تسبب الاستخدام الواسع النطاق للمبيدات والمواد الكيميائية الزراعية الأخرى في تدهور بيئي شديد كما عرّض الصحة العامة للخطر، إضافة إلى ذلك فقد كانت النظم الزراعية في تلك الفترة تتطلب استخدام الري على نطاق واسع، مما أدى إلى استنزاف كبير لموارد المياه في العالم.

تضافرت جهود العلماء في أرجاء عديدة من العالم للبحث عن تقنيات بديلة يمكن أن تحدث تطوراً جوهرياً وملموساً في المجال الزراعي والغذائي دون إلحاق الأضرار بالنظام البيئي والإنسان، ويتجلى ذلك في ثورة التقنية الحيوية (Biotechnology) التي لعبت دوراً أساسياً في زيادة كمية المحاصيل وتحسين جودتها، والتعرف على أسرار الكائن الحي عن طريق فك ومعرفة رموز الشفرة الوراثية، ونقل المورثات (Genes) من كائن حي لآخر، مما ساهم كذلك في الحفاظ على الأنواع النباتية والحيوانية ذات الصفات المرغوبة وانتخابها. وتكمن تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية في زراعة الأنسجة للتحسين النوعي والكمي، إضافة إلى تقنيات أخرى، مثل: الإكثار الدقيق، زراعة الخلايا، زراعة الأعضاء، والحفاظ على الأصول الوراثية وتوثيقها وتعريفها، مما أدى إلى تقدم هائل في المجال الزراعي.

التقنية الحيوية الزراعية

أ.د. ماهر محمد شحاته



زيادة الجفاف وشح ونُدرة مصادر المياه والأمطار الذي نجم عنه تقلص مساحات الأراضي الزراعية وانخفاض إنتاجية وجودة المحاصيل الزراعية المختلفة في معظم الدول النامية، كما حدث مع البرازيل والأرجنتين وجنوب أفريقيا منذ أواخر التسعينات من القرن الماضي.

الجدير بالذكر أن منظمة الغذاء العالمية سجلت نقصاً في الإنتاجية العالمية للحبوب والخضروات والفواكه، ولا يزال العالم معرضاً لأزمة غذاء حادة إذا لم يتحرك صُنّاع القرار بشكل سريع في الوقت الذي تزداد فيه مشاكل التغير المناخي والاحتباس الحراري التي تزيد من تحديات القطاع الزراعي على مستوى الدول النامية.

كانت أولى الخطوات العملية الفعّالة التي اتخذتها حكومات الدول النامية للخروج من المشاكل الغذائية والمناخية السالفة الذكر هو بذل كل الطرق

تعاين كثير من دول العالم خاصة النامية منها من مشاكل عديدة يبرز في مقدمتها الجوع وسوء التغذية، حيث قدرت منظمة الغذاء العالمية (FAO) عدد الجوعى في العالم في مطلع عام ٢٠٠٩ م بنحو ٩٦٣ مليون شخص إضافة إلى مليار شخص آخرين يعانون من سوء التغذية يعيش معظمهم في المناطق الريفية من البلدان النامية التي تعتمد على الزراعة بجميع قطاعاتها المختلفة بما في ذلك الصيد والرعي وتربية المواشي كمصدر رئيس للغذاء في كل من أفريقيا وجنوب شرق آسيا وأمريكا اللاتينية.

كما يعزى تفاقم هذه المشاكل في تلك البلدان لعدة أسباب منها: الازدياد المستمر في عدد سكان العالم إضافة إلى التغير المناخي السلبي المتمثل في

مفهوم التقنية الحيوية الزراعية

يعد علم التقنية الحيوية الزراعية أحد أهم ميادين علم التقنية الحيوية التطبيقية المبني على دراسة خصائص المادة الوراثية للكائنات الحية النباتية والحيوانية، والاستفادة منها في إنتاج أو تحويل أو تطوير محاصيل نباتية أو منتجات حيوانية ذات قيمة وفائدة للبشرية، وذلك عن طريق أحدث الوسائل العملية والتقنية والدراسات العلمية المتخصصة. كما تسمى هذه التقنية بالتقنية الحيوية الخضراء كونها متعلقة بالمجال الزراعي والثروة الحيوانية والنباتية. وقد سعت العديد من الدول وفي مقدمتها أوروبا والولايات المتحدة في النهوض بهذه التقنية ووضع الخطط الاستراتيجية القريبة والبعيدة المدى لخوض غمار هذه التقنية وتحصيل أكبر قدر من فوائدها.

يعود نشأة مفهوم التقنية الحيوية البدائية في المجال الزراعي للعام ١٨٦٤م، عندما نجح العالم الفرنسي لويس باستير (Louis Pasteur) بتطوير طريقة يمكن بواسطتها قتل البكتيريا الضارة الموجودة في الألبان والحليب بالتسخين والتي سميت بالبيسترة (Pasteurization). وساهم اكتشاف باستير في حفظ العديد من الأطعمة وسهولة نقلها بين البلدان دون أن تفسد. كما قام العالم النمساوي جريجور مندل (Mendel) في العام ١٨٦٥م بدراسة الصفات الوراثية لنبات البازلاء، واستنتج أن الصفات تنتقل من جيل إلى جيل، كما أجرى عمليات التهجين والانتخاب بين سلالتين مختلفة الصفات للحصول على سلالات ذات صفات مرغوبة.

كما قام العالم الأمريكي هنري والس في

عام ١٩٢٦م بتطبيق نظريات مندل على بذور بعض المحاصيل النباتية والتهجين فيما بينها لتحسين جودة بعض الأصناف النباتية الغذائية وتسويقها تجارياً لأول مرة بالتعاون مع شركات الأغذية الرائدة في الولايات المتحدة.

كان لاكتشاف تركيب المادة الوراثية المتمثل في الحلزون المزدوج دوراً أساسياً ومهماً في مجال التقنية الحيوية وذلك عام ١٩٥٣م، بواسطة جيمس واطسون و فرانك كريك.

استمرت التقنية الحيوية الزراعية في التقدم والتطور، وفي عام ١٩٩٤م بدأت منظمة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) في اعتماد تسويق الأصناف الزراعية الغذائية، وكان أحد تلك الأصناف الطماطم الطازجة ذات العمر الطويل التي أنتجتها شركة فلافرسافر (FlavrSavr)، والتي منحت المستهلكين طعاماً أذواً وامتازت ببقائها طازجة فترة أطول من الطماطم العادية. تلا ذلك تطوير ١٨ محصولاً بطرق التقنية الحيوية الزراعية وتسويقها عام ١٩٩٧م والتي تم اعتمادها من الحكومة الأمريكية، ولا تزال البحوث والتجارب الزراعية قائمة ومستمرة لإنتاج المزيد من المحاصيل النباتية ذات القيمة الغذائية العالية وتسويقها.

تطور مفهوم التقنية الحيوية الزراعية بمرور السنوات حتى تداخلت معها فروع العلم المتخصصة

الأخرى، مثل: الكيمياء الحيوية، والأحياء الدقيقة، وفسولوجيا النبات والحيوان، والفيزياء الحيوية، بهدف إكثار الأنواع النباتية والحيوانية المرغوبة وتطويرها ودراسة مكوناتها العضوية والوراثية والكيميائية والاستفادة من ذلك في إنتاج أنواع مضاعفة جديدة تخدم الإنسان والكائنات الحية الأخرى، وتقاوم الظروف البيئية الصعبة.

أنواع التقنيات الحيوية الزراعية

تنوعت أشكال التقنيات الحيوية الزراعية وتطورت بمرور السنوات منذ أواسط القرن الماضي. وتم تقسيم تلك التقنيات إلى نوعين باختلاف طريقة التعامل مع الخلايا النباتية أو الحيوانية، وذلك كما يلي:-

١- زراعة الأنسجة والخلايا: ويستخدمان في الإنتاج السريع لمواد نباتية موحدة الصفات، وعالية الجودة، وخالية من الأمراض، بطريقة فعالة ومنخفضة التكلفة، ويمكن بعد ذلك إكثار النباتات في أي بيئة أخرى في ظروف محكمة بصرف النظر عن موسم النمو والمناخ.

٢- تضخيم المادة الوراثية: وهي تقنية تستخدم لمضاعفة الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) للحصول على البصمات الوراثية لتعريف بعض الأصناف والسلالات النباتية والحيوانية،



■ جهاز الدوران الضوئي.



■ جهاز الدوران الحراري.

٧- التحوير الوراثي: وهي عملية شائعة في النبات، ويحدث بنقل المورثات من نوع نباتي إلى آخر، بهدف الحصول على صفات مرغوبة. وسوف نتناول ذلك بالتفصيل في مقالة مستقلة.

٨- التلقيح الصناعي ونقل الأجنة: ويقصد بالتلقيح الصناعي نقل الحيوانات المنوية من الذكر إلى رحم الأنثى بعد حثها على التبويض باستخدام هرمونات محفزة. أما نقل الأجنة فيتم فيه إنتاج الأجنة خارج الرحم، ويتبع ذلك انتخاب أفضلها، ومن ثم نقلها للرحم حتى مرحلة الولادة. وهاتين الطريقتين تستخدمان في قطاعي الثروة الحيوانية والأسماك للإسراع ببرامج التربية، وتشخيص الأمراض وإنتاج لقاحات عالية الكفاءة.

٩- هندسة البروتينات: وتعتمد على مفهوم التحوير الوراثي من أجل إنتاج بروتينات محددة أو بروتينات جديدة، ويتم ذلك عن طريق تعديل تركيب البروتين بتغيير أو إزالة أو إضافة أحماض أمينية، أو تعديل الشكل الفراغي للبروتين، ويتبع ذلك تغير الوظيفة التي يقوم بها هذا البروتين، وهي تقنية لها تطبيقات مفيدة، مثل: الإنزيمات والمحفزات الحيوية (Biocatalysts) التي تسهل إتمام التفاعلات الكيميائية.

١٠- تسلسل المادة الوراثية: وتعتمد على قراءة

ودراسة العلاقات التطورية بينها. ويمكن استخدام نفس التقنية في تشخيص الميكروبات في الأغذية والأعلاف. ويتم إجراء هذه التقنية بجهازي الدوران الحراري والدوران الضوئي.

٣- الدلائل الجزيئية: وهي الحصول على نمط وراثي يميز النبات أو الحيوان. وتستخدم الدلائل الجزيئية بأشكال مختلفة في رسم العلاقات التطورية بين الأنواع النباتية أو الحيوانية، كما يمكن استخدامها في الإسراع بعملية الانتخاب في عمليات التربية التقليدية والتحسين الوراثي.

٤- إنزيمات القطع وتحديد المورثات المرغوبة: وهي إنزيمات متخصصة في قطع الدنا حيث تستخدم تلك الإنزيمات في تقطيع الدنا، وتسهيل عزل بعض المورثات المرغوبة من مصادر نباتية لاستخدامها في التحوير الوراثي للحصول على صفات مرغوبة.

٥- تطعيم الحمض النووي في الخلية: ويقصد به دمج مورثات من مصدرين مختلفين، ويمكن تطبيقها في إنتاج محاصيل، أو حيوانات أو أسماك محورة وراثياً بإضافة عوامل وراثية أو صفات جديدة معينة، مثل مقاومة الأمراض.

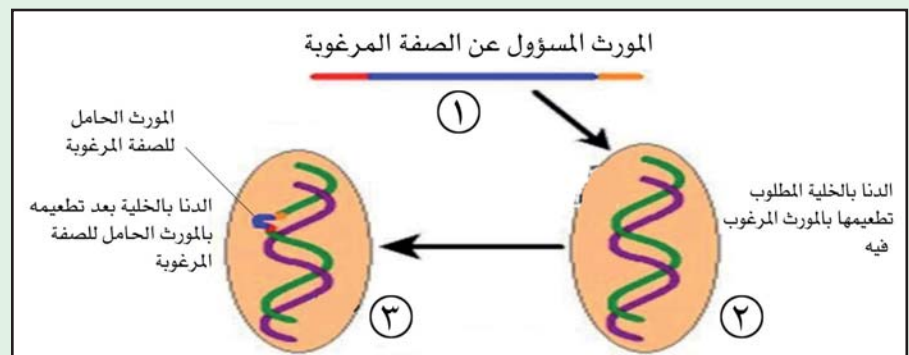
٦- الاستنساخ: ويستخدم لإنتاج أعداد متطابقة وراثياً من الخلايا والأفراد في النباتات والحيوانات. وسوف نتناول ذلك بالتفصيل في مقالة مستقلة.

أهم تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية

تركزت أهداف تطبيقات التقنية الحيوية الزراعية على تحسين الخصائص العامة للمحاصيل وجعلها مقاومة للعديد من الآفات سواء الحشرات أو المبيدات أو الظروف المناخية السيئة، وذلك عن طريق نقل وإدخال مورث أو أكثر يعمل على تفعيل تلك الخصائص المحسنة أو التعديل على تلك المورثات بما يزيد من نشاط أو تثبيط مادة معينة في النبات، ومن أهم تلك التطبيقات ما يلي :-

١- نباتات غير بقولية مثبتة للنيتروجين الجوي: وتتم عن طريق عزل المورثات المسؤولة عن إفراز الإنزيمات المثبتة للنيتروجين الجوي وتحويله إلى نيتروجين عضوي - تلك المورثات موجودة في النباتات البقولية، مثل: الفول والفاصوليا والعدس- ومن ثم نقل تلك المورثات إلى نباتات الحبوب، مثل: الذرة، والقمح، والأرز، والشعير بحيث يمكن لهذه النباتات الاستغناء عن إضافة المواد السمدية النيتروجينية .

٢- نباتات مقاومة للحشرات والأمراض والحشائش: ويعد إنتاجها ذو أهمية كبيرة في الحفاظ على البيئة وزيادة إنتاجية المحصول، وقد تم استخدام مورثات معزولة من البكتيريا (*Bacillus thuringiensis*) لإنتاج بروتينات فتاكة بالحشرات، حيث تحتوي



مشكلة نقص الحديد ، كذلك إنتاج البطاطس ذات المحتوى العالي من النشا .

- تحسين خصائص الشكل واللون والطعم في الثمار والبذور، مثل: الطماطم، والتفاح، والفاصوليا.

- تأخير نضج بعض الثمار وزيادة قدرة بعض النباتات لإعطاء إشارات عند نقص المياه أو بعض العناصر.

- تطهير البيئة من المخلفات الكيميائية باستخدام بكتيريا محورة وراثياً لها القدرة على تفكيك المركبات المعقدة الضارة إلى مواد بسيطة غير ضارة .

- استخدام النبات أو الحيوان كمفاعلات حيوية لإنتاج اللقاحات في ثمار بعض الفواكه وألبان الحيوان، ويتم فيها إدخال المورثات الخاصة بالفيروس المسبب لمرض شلل الأطفال مثلاً في الموز، أو إدخال مورثات تحسين إنتاج الألبان إلى الحيوان.

- رفع إنتاجية الحيوان من اللحم واللبن ، بإدخال مورثات مسؤولة عن تقليل الدهون، ومن ثم زيادة كمية اللحم على حساب الدهون.

الجهود المبذولة

تواصلت الجهود المبذولة على مستوى دول العالم المختلفة ومنظمات الأغذية والزراعة حول التقنية الحيوية وتعددت تلك الجهود ما بين نشرات ومؤتمرات وعروض لنتائج تطبيقية . وفيما يلي سنعرض هنا بعض الأمثلة على سبيل المثال لا الحصر :

• الجهود العالمية

شاركت منظمة الأغذية والزراعة بشكل فعال في السنوات الأخيرة، وذلك في عدد من الأنشطة المتعلقة بالتقنية الحيوية الزراعية، حيث قامت

٣- نباتات مقاومة للظروف القاسية:

وتتطلب توفر إمكانات وتجهيزات وكفاءات عالية . وقد تم إنتاج نباتات كثيرة مقاومة للظروف البيئية القاسية، مثل: الحرارة العالية ، والصقيع الجاف، والملوحة، والعناصر الثقيلة ومن تلك النباتات: القمح، الشعير، الذرة، فول الصويا، القطن، الطماطم.

٤- إنتاج البلاستيك: حيث يتم عزل أو استنساخ المورثات المسؤولة عن إنتاج إنزيم يحث على تكوين بعض المركبات الأولية لإنتاج البلاستيك والموجود في نبات (Arabidopsis)، ومن ثم نقله إلى المادة الوراثية للنبات المطلوب إنتاجه للبلاستيك.

٥- إنتاج ألياف حيوانية وبرية ذات متانة عالية: ويتم عن طريق عزل المورثات المسؤولة عن إنتاج الخيوط المتينة الموجودة لدى العنكبوت، ومن ثم نقلها إلى الماعز لإنتاج خيوط وبرية ذات قوة ومتانة عالية (أقوى من الفولاذ ٥٠ مرة) ، لكن تطبيق هذه التجربة يتم على المستوى العملي فقط أما على المستوى التجاري يتطلب الكثير من العمل والجهد لضبط العديد من المتغيرات المتعلقة بإجراء التجربة للحصول على نتائج مشجعة.

٦- إنتاج بروتين أحادي الخلية: ويجب أن يمتاز بنسبة عالية من البروتين الخام والأحماض الأمينية المتوازنة ونسب منخفضة للأحماض الأمينية غير المرغوب فيها ، ومن فوائد هذا البروتين رفع كفاءة الإنتاج الحيواني، واختزال مساحة الأراضي الزراعية المخصصة لإنتاج المحاصيل الأخرى .

٧- نباتات أخرى ذات خصائص أخرى مهمة: وتتمثل فيما يلي :

- زيادة الإنتاج كما ونوعاً، مثل: إنتاج الأرز الذهبي المحتوي على مورث « البيتاكاروتين» للتغلب على

على مورث ينتج بروتيناً ساماً يؤدي إلى تمزيق القناة الهضمية للحشرة ، وقد نجحت تلك التجربة في إنتاج العديد من النباتات المقاومة للحشرات، مثل: القطن، والذرة، والأرز، وفول الصويا. ولا تزال المساحات المزروعة من تلك المحاصيل في تزايد مستمر.

كما يعد إنتاج نباتات مقاومة لمبيدات الحشائش باستخدام التقنية الحيوية أول تطبيق لهذه التقنية على النطاق التجاري ، وتحتوي مبيدات الحشائش على مادة فوسفينوثريسين (Phosphinothricin) الذي يقتل النباتات بإعاقة الإنزيم المسؤول عن عملية تمثيل النيتروجين وإزالة سمية الأمونيا ، وتحتوي النباتات المقاومة لمبيدات الحشائش على مورث بكتيري ينتج إنزيم يتخلص من سمية مادة الفوسفينوثريسين، ومن أشهر تلك النباتات التي تم تحويلها نبات فول الصويا، والقطن، والذرة .

ومن الجدير بالذكر أن استخدام التقنية الحيوية أصبح مهماً في مقاومة مختلف الأمراض ، حيث نتجت محاصيل تحمل صفة المقاومة للأمراض الفيروسية أو البكتيرية أو الفطرية ، ومثال ذلك المورث (Xa21) الذي منح نبات الأرز مقاومة مرض اللثة البكتيرية .



■ نبات القطن المقاوم للحشرات.

بينها في مدى اهتمامها بالتقنية الحيوية الزراعية وتبنيها ودمجها مع الجهد الوطني للتنمية، فبعض الدول يتوفر لديها الاهتمام ولكن لا تتوفر لديها الإمكانيات. والبعض الآخر لديه سياسات وبرامج بالتقنية الحيوية التقليدية، ويقتصر الجهد في تلك التقنيات الحديثة على علاقات شراكة أو تعاون مع الدول المتقدمة، أما الفريق الثالث لديه سياسات وبرامج تشتمل على سياسات وطنية للاستحواذ على التقنيات الحديثة بالإضافة إلى روابط في الخارج من القطاعين الحكومي والخاص. إضافة إلى ذلك فقد تم إنشاء معاهد ومراكز بحثية في معظم الدول العربية لتواكب التطور في هذا المجال .

الخلاصة

تعد التقنية الحيوية الزراعية طوق النجاة للبشرية أجمع وذلك لمجابهة المشاكل المختلفة الناتجة عن نقص الغذاء والطاقة، إلا أنه مع اتفاقنا مع إيجابياتها فلا بد من وضع محاذير وضوابط تطبيقية وما بعد تطبيقية والتي تشمل قياس مدى الصلاحية لمنتجات الاستهلاك الآدمي، حيث أن الهدف الأسمى للعلم هو المحافظة على صحة الإنسان من خلال غذائه الذي يمثل محور الحياة .

المراجع

- www.google.com.sa
- www.pewtrusts.org/our_work_category.aspx?ID=442
- www.apec.org/apec/apec.../other_apec_groups.html
- www.bio.org/foodag/faq.asp
- www.actionbioscience.org/biotech/borlaug.html

الحيوي . أما في بعض الدول الأفريقية فقد بدأت زراعة نباتات جديدة محسنة وراثياً لزيادة الإنتاج، وتقليل انخفاض إنتاجية المحاصيل الناتجة عن الآفات الزراعية، حيث بدأت كينيا بزراعة الموز الخالي من الأمراض، وجنوب أفريقيا زرعت القطن المقاوم للآفات، وزيمبابوي استخدمت لقاحات جديدة مضادة للأمراض الحيوانية.

• جهود بعض الدول العربية

تضافرت الجهود في بعض الدول العربية في مجال التقنية الحيوية الزراعية، ففي المملكة العربية السعودية بدأت الجهات المختصة بالبحث عن وسائل عدة لزراعة محاصيل الحبوب الأساسية ونخيل التمر المعدلة وراثياً، وذلك في المناطق الملحية والجافة حيث يمكنها تحمل الظروف البيئية غير الملائمة، بالإضافة للخطط الاستراتيجية لتحسين الوراثة للإبل والدواجن المحلية . أما في مصر فهناك خطط لإنتاج أصناف نباتية تتحمل الملوحة والجفاف، والاستفادة من المخلفات الزراعية والحيوانية، واستخدام الطحالب الخضراء كسماد عضوي.

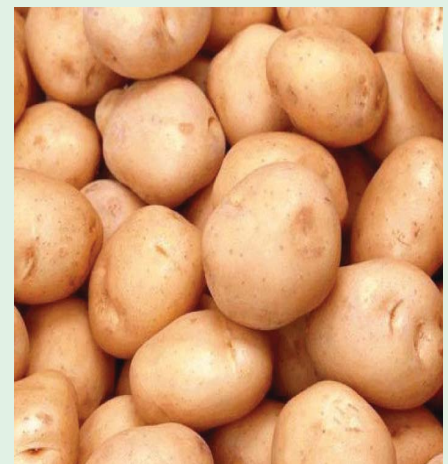
قامت الجزائر باستخدام التقنية الحيوية في إكثار البطاطس والنخيل المحورة وراثياً والمقاومة للظروف البيئية القاسية، كما قامت المغرب بإنتاج عنب وبطاطس خاليين من الأمراض الفيروسية كما تجري بعض الأبحاث حول تثبيت النيتروجين الجوي بواسطة الأشجار . أما في الأردن فقد تركزت البحوث حول إنتاج أصناف من الحبوب والمحاصيل الأخرى عالية الإنتاج والتي تتحمل الظروف المناخية الصعبة، وقد تم إنتاج القمح والبطاطس والطماطم والخيار التي تتحمل الجفاف والملوحة والمقاومة للأمراض المختلفة .

يتضح مما سبق أن الدول العربية تتفاوت فيما

بوضع الاستراتيجيات التوجيهية المعنية بالأمن الغذائي للأطعمة المشتقة من الكائنات المعدلة وراثياً، كما قامت بتأمين وسائل المساعدة والتدريب للباحثين في مجال التقنية الحيوية الزراعية وتأمين معلومات علمية عنها .

• الجهود الإقليمية والدولية

اعتبرت الصين أن التقنية الحيوية الزراعية تعد أحد أهم التحديات لزيادة إنتاج الغذاء وتحسين المنتجات الغذائية النباتية والحيوانية، وقد تم تقييم ١٠٣ مورثاً تم انتقاءها بعناية لتحسين الصفات في ٤٧ نوعاً نباتياً، وذلك من حيث مقاومة الأمراض ومبيدات الحشائش، وشملت المحاصيل المحسنة الأرز، القمح، الذرة، القطن، الطماطم، البطاطس، الخيار، البابايا، الدخن. أما في الهند فقد تم توفير المصادر البشرية والبنية التحتية للاستثمار في التقنية الحيوية الزراعية خاصة الموالح واللبن، كما تم زيادة إنتاج محصول الهيل بنسبة ٤٠٪ باستخدام تقنية زراعة الأنسجة. وفي المكسيك بدأت زراعة المحاصيل المحسنة المقاومة للحشرات، مثل: الذرة المقاومة للفيروسات، بالإضافة للتوجه الرامي للمحافظة على التنوع



■ درنات البطاطس ذات المحتوى العالي من النشا.

:: الجديد في العلوم والتقنية ::

بالون للكشف عن الأشعاعات الكونية

تم إطلاق البالون في ١٧ مايو عام ٢٠٠٩م من محطة الفضاء السويدية (Esrange) قرب مدينة كيرونا الواقعة في منطقة القطب الشمالي بسرعة إطلاق بلغت ٤٠ عقدة وارتفاع ٤, ٤٣ كلم، حيث تم تحميله بمجموعة من كواشف الإشعاعات الكونية (Cosmic ray detectors) محفوظة داخل هيكل مضغوط (Pressurized Shell)، سيقطع البالون المسافة بين السويد وكندا عابرا المحيط الأطلسي ليتوقف في الشمال الغربي من كندا، ومن ثم يهبط للأرض بواسطة باراشوت، وسيتم تأمينه وتغطيته، ومن ثم حمله بواسطة طائرة مروحية (هيلوكوبتر) إلى محطة الفضاء ماك ميلان (Mac Millan) بفانكوفر، كندا. يشير جون كليم الباحث المساعد بقسم الفيزياء والفلك في معهد بارتول التابع لجامعة ديلاوير وقائد الفريق البحثي إلى أن الإشعاعات الكونية عبارة عن إشعاعات فائقة الطاقة - صادرة عن انفجارات النجوم - وتدخل في غلافنا الجوي، وأن كتلة هذه الإشعاعات الكونية نشأت من موجات الصدمات القوية الناتجة عن الانفجارات الكونية.

يضيف كليم قائلاً: «إن الإشعاعات الكونية لها آثار صحية بالغة على رواد الفضاء والعاملين في مجال الطيران، وتتمثل تلك الأضرار في إتلاف المادة الوراثية (DNA)، وزيادة خطر الإصابة بالسرطان، وإعتام عدسة العين، وبعض الأمراض العصبية الأخرى».

قامت وكالة الفضاء الأمريكية ناسا (NASA) بتقديم دعم لهذا المشروع يقدر بنحو مليون دولار، بحيث يكون هناك تعاوناً بحثياً علمياً بخصوص تصميم البالونات الاستكشافية وإجراء المزيد من البحوث المتعلقة بالإشعاعات الكونية بين جامعة ديلاوير بالسويد ومركز كولومبيا الفضائي البحثي في بلستين - تكساس، الولايات المتحدة - يتضمن التعاون العلمي بين الجانبين إطلاق بالونين استكشافيين معبأين بالهيليوم أحدهما يحمل مععدات إلكترونية منخفضة الطاقة (Low Energy Electrons-LEE) والأخرى لحمل المععدات الإلكترونية الفرعية المضادة للدوران (Anti-Electron sub orbital payload- AESOP).

ويضيف كليم أن البيانات التي سيجمعها البالون الاستكشافي ستستخدم لدراسة التغيرات الشمسية (Solar Modulation) وإختلاف الإشعاعات الكونية المرتبطة بالنشاط الشمسي.

يمكن لبالون (AESOP) الكشف عن وجود الإلكترونات ذات الطاقة العالية التي تصل إلى ١٠ جيجا إلكترون فولت، حيث يحتوي البالون على أنظمة كاشفة للإشعاعات إضافة إلى جهاز مطياف مغناطيسي (Magnetic Spectrometer) لتحديد الشحنة الإلكترونية للجسيمات وكتلتها وطاقتها.

تعد غرفة الحرارة هي المكون الرئيس في هذا البالون، وهي إحدى غرف البالون الخمس التي توجد بشكل متوازي، وتتكون تلك الغرف المتوازية من صفائح ألومينيوم متصلة في نمط متبادل يتوسطها مزيج بطيء الحركة من غازي النيون والهيليوم، وعندما يمر الجسيم المشحون خلال الغرف فإنه يترك أثراً عبارة عن أيون، وعندما تتراكم الأيونات يتولد مجال إلكتروني عالي يعمل على تسريع هذه الأيونات باتجاه صفائح الألومينيوم مكوناً شحنة حمراء عمودية يمكن رصدها وتسجيلها بواسطة كاميرا مزدوجة خطية مشحونة ذاتياً (Linear Charge-coupled device Camera - CCD).

يؤكد كليم أن العمل لا يزال مستمراً لدراسة متعمقة عن كيفية تأثير الحقل المغناطيسي المتغير للشمس على تزايد كثافة وكمية الإشعاعات الكونية الضارة بالإنسان، ومن ثم إيجاد الوسائل المناسبة للتخلص منها.

المصدر:



نجح باحثون في جامعة ديلاوير بالسويد في إطلاق بالون استكشافي عملاق بيضاوي الشكل أقطاره ١٤٠ و ١٢٠ متراً إلى الفضاء؛ وذلك بهدف جمع بيانات عن الإشعاعات الكونية المعروفة بجزيئاتها المشحونة.

التقنية الحيوية البيئية



د. محمد بن بروجي الفقيه

إن مشكلة التلوث البيئي ليست مشكلة جديدة أو طارئة بالنسبة للأرض، وإنما الجديد فيها هو زيادته كمياً ونوعاً وكيفاً في عصرنا الحاضر، فخلال العقود القليلة المنصرمة - ومع تجاوز عدد سكان الأرض لحاجز الستة بلايين نسمة، وما صاحبه من ثورة علمية وصناعية - تم إنتاج كميات هائلة غير مسبوقة من المخلفات الصناعية والملوثات التي امتلأت بها أرجاء كوكب الأرض وأصبحت عبئاً على البيئة.

تعدت مشكلة التلوث البيئي النطاق الإقليمي وأضحت مشكلة عالمية لا تعترف بالحدود السياسية ولا الإقليمية، لذلك يلاحظ أن هناك قلقاً متزايداً من قبل المجتمع الدولي حيال التلوث البيئي؛ مما أفضى بكثير من الدول المتقدمة إلى سنّ كثير من القوانين الدستورية والتركيز بشكل مكثف على زيادة الوعي لدى المستهلك في محاولة للحد من هذه الظاهرة. وفي نفس الوقت تسارعت خطى البحث العلمي والتطبيقي لتوظيف التقنيات الهندسية والحيوية الحديثة للحد من أو تقليل التلوث البيئي عن طريق إيجاد طرق تصنيعية أقل ضرراً على البيئة وإنتاج منتجات صديقة للبيئة.

الملوثات البيئية

تنقسم الملوثات البيئية إلى ما يلي :-

● مركبات طبيعية

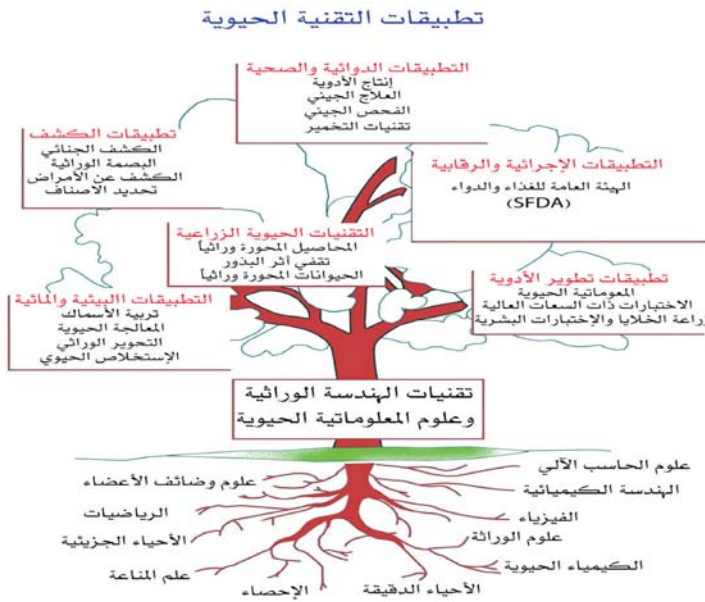
تمثل هذه الملوثات الغالبية العظمى من المخلفات الناتجة عن ممارسة الإنسان لحياته اليومية، وهي تشبه في تركيبها المركبات الطبيعية الموجودة في الطبيعة؛ مما يجعلها هدفاً سهلاً

وبحار وبحيرات فأصبحت في حالة يرثى لها نتيجة ما يلقي فيها من المخلفات الصناعية والبشرية والحيوانية. أما التربة على سطح كوكب الأرض فلم تتجو هي الأخرى من التلوث نتيجة الاستعمال العشوائي والمكثف للمخصبات الزراعية والمبيدات الحشرية، ورمي وطمر النفايات غير المعالجة، شكل (١).

يقدر العلماء أن ملايين الأطنان من الملوثات الهوائية يتم إطلاقها سنوياً إلى الغلاف الجوي، وأن معظم هذه الملوثات هي من صنع الإنسان، شاملة عوادم السيارات والشاحنات وأدخنة المصانع ومحطات الطاقة وحرائق الغابات. لقد امتدت يد الإنسان المخربة أيضاً إلى المياه على سطح كوكب الأرض من مياه جوفية وأنهار



شكل (١) رسم توضيحي يبين بعض مصادر التلوث البيئي للهواء والماء والتربة.



■ شكل (٢) شجرة التقنيات الحيوية: ترمز جذور الشجرة إلى مجمل العلوم الطبيعية والهندسية التي تساهم في التقنية الحيوية.

وفائدة للإنسان. تطورت في غضون السنوات القليلة الأخيرة علوم التقنية الحيوية حتى أصبحت ركيزة أساسية لمختلف الأنشطة الحيوية التي تمس حياة الإنسان اليومية، وفي وقتنا الحاضر أصبحت ذات علاقة وثيقة بشتى جوانب حياته، حيث أسهمت بشكل فعال في إيجاد الحلول المجدية والحاسمة لكثير من مشكلات الإنسان المعاصر، شكل (٢).

تتنوع المجالات البحثية للتقنية الحيوية لتشمل عدة مجالات منها - على سبيل المثال لا الحصر- مجال تحسين الإنتاج النباتي والحيواني، والإنتاج الصناعي، والطب والرعاية الصحية، ومجال الطاقة، ومجال البيئة، وغيرها؛ مما قد يستجد من مجالات بحثية بهدف تحسين وتطوير إمكانات الكائنات الحية من أجل خدمة الإنسان.

استخدامات التقنية الحيوية البيئية

هناك الكثير من أوجه استخدامات التقنية الحيوية البيئية التي تمس بشكل مباشر أو غير مباشر حياة الإنسان، ومن نطاقات استخدام التقنية الحيوية البيئية ما يلي:

● مرحلة التصنيع

يمكن للجهات التصنيعية - أثناء مرحلة

على تكسير هذه المواد. عن طريق تكييف وتطوير الميكروبات لاستخدام هذه المواد الكيميائية كمصدر للطاقة.

وبالرغم من قدرة الكائنات الحية الدقيقة الاستثنائية على التكيف الطبيعي لاستخدام مثل هذه المواد وتعديل بنيتها الكيميائية أو تفكيكها، إلا أن عملية تكييف وتطور الأحياء الدقيقة تحدث ببطء وبفعالية محدودة، لذلك فإن تدخل الإنسان في هذه الحالة يعد ضرورياً لتسريع عملية انتخاب الأحياء الدقيقة ذات الصفات الوراثية المرغوبة عن طريق استخدام تقنيات الهندسة الوراثية الحديثة، وهذا ما يمثل جوهر التقنية الحيوية البيئية.

مفهوم التقنية الحيوية البيئية

عرف العلماء التقنية الحيوية بشكل مبسط بأنها عبارة عن مجموعة من التقنيات العلمية المختلفة التي تُستخدم لتسخير الخلايا أو الكائنات الحية أو مواد منها لصنع أو تعديل أو تحسين منتج معين أو لتطوير أو تحويل كائنات حية لاستخدامات معينة قد تكون ذات قيمة

للتحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة الموجودة بصورة طبيعية في البيئة، كذلك الموجودة في التربة والمياه، لذلك فإنه ليس من المستغرب أن تعتمد كثير من العمليات التي تستخدمها حالياً الوكالات العامة والقطاعات الصناعية لمعالجة النفايات والملوثات بشتى أشكالها اعتماداً كبيراً على النشاط الميكروبي. ولكن تكمن المشكلة في أن كمية هذه الملوثات قد تفوق بمراحل قدرة هذه الكائنات على تفكيكها في الظروف الطبيعية.

● المركبات الكيميائية الغريبة

تشمل المركبات الكيميائية الغريبة (Xenobiotic Chemicals) مجموعة كبيرة متنوعة من المركبات الصناعية التي لا توجد بصورة طبيعية في البيئة، وإن وجدت فبكميات قليلة جداً، وهي عبارة عن المركبات أو المخرجات الكيميائية الصناعية التي تُنتج بطرق غير حيوية، وليس لها ما يماثلها في الطبيعة، مثل: مبيدات الحشرات (Pesticides)، ومبيدات الأعشاب (Herbicides)، والبلاستيك.

تتميز خطورة المخرجات الكيميائية الصناعية في قابليتها للتراكم في النظم البيئية المختلفة بمرور الزمن، مُشكلة بذلك خطراً محدقاً يهدد صحة الإنسان. علماً بأن بعض هذه المركبات تذوب في الدهون (Sat-soluble Xenobiotics)، مما يزيد من احتمالية تراكمها في الدهون الطبيعية لأجسام الحيوانات، وعند استخدام الإنسان لهذه الحيوانات كمصدر للغذاء تتقل هذه المواد السامة لجسمه. وبالرغم من أن هذه المواد الكيميائية من صنع الإنسان إلا أن بيئتها الطبيعية لا تخلو من الكائنات الحية الدقيقة القادرة على تكسير وتحليل هذه المركبات، في الحالات التالية:

١- عندما تكون هذه المواد المصنعة مشابهة في تركيبها الكيميائي لمواد طبيعية، بحيث تتعرف عليها إنزيمات الكائن الحي وتستخدمها كمصدر كربوني لإنتاج الطاقة.

٢- عن طريق ظاهرة الأيض المرافق (Cometabolism)، بحيث ينتج الميكروب المُستخدم عند نموه الطبيعي إنزيمات لها القدرة

مركب فينيل كلوريد، وهو مركب مسرطن وشديد السمية.

قد يحدث التحلل الحيوي بصورة تلقائية بدون تدخل الإنسان، ويسمى في هذه الحالة بالمعالجة الحيوية الحقيقية (Intrinsic Bioremediation) إلا أنه في كثير من الأحيان قد لا تكون الظروف الطبيعية مواتية أو قد لا تكون مثالية تماماً بسبب نقص الأكسجين أو المواد المغذية أو حتى الكائنات الحية الدقيقة المناسبة. يساعد تدخل الإنسان في مثل هذه الحالة - عن طريق توفير النواقص - في إتمام عمليات التحلل الحيوية. فعلى سبيل المثال أدى ارتطام ناقلة النفط العملاقة التابعة لشركة إكسون فالديز بالصخور بالقرب من شواطئ الأسكا عام ١٩٨٩م إلى تسرب النفط على مساحة تقارب ١٠ آلاف ميل مربع على شواطئ الأسكا محدثاً واحدة من أسوأ الكوارث البيئية في التاريخ، وفي محاولة لتسريع عمليات تكسير بقعة الزيت قامت السلطات المختصة في حينه بنثر كميات وفيرة من المغذيات على بقعة الزيت في محاولة لتحفيز عمل الميكروبات المحللة للنفط.

خلاصة القول في هذا المجال أن تقنيات المعالجة الحيوية يمكن أن تستخدم للتقليل من أو إزالة المخلفات الخطرة الموجودة في البيئة، كما يمكن أيضاً استخدام هذه التقنيات استباقياً لمعالجة المخلفات الصناعية قبل مغادرتها مراكز الإنتاج والتصنيع، ومن أهم مجالات المعالجة الحيوية ما يلي:

● **مياه الصرف الصحي والمخلفات الصناعية السائلة**
تستخدم الكائنات الحية الدقيقة بشكل روتيني في معاملة مياه المجاري للتخلص من كثير من الملوثات الشائعة قبل إفراغها في الأنهار أو البحار، ولكن زيادة التلوث الصناعي وإنتاج ملوثات غريبة على البيئة استوجب إيجاد تقنيات جديدة تستطيع وبصفة خاصة إزالة هذه الملوثات. إن تركيب وتركيز مياه الصرف الصناعي تختلف من صناعة إلى صناعة ومن منشأة إلى أخرى، كما تختلف مياه الصرف الصناعي عن مياه الصرف الصحي في أن الأولى تحتوي على مجموعة من المخلفات والنفايات الصناعية، ذات المصادر المختلفة والطبيعية المتباينة،

والمخلفات العضوية. فضلاً عن ذلك يمكن استخدام الكائنات الحية كأجهزة كشف حيوية عالية الحساسية لتقييم ومكافحة التلوث.

المعالجة الحيوية

يقصد بالمعالجة الحيوية (Bioremediation) استخدام النظم الحيوية (الميكروبات والنباتات) لتقليل التلوث الهوائي والمائي والأرضي، عن طريق تكسير وتحليل الملوثات المتراكمة. تُعد المعالجة الحيوية باستخدام الميكروبات الأكثر انتشاراً بين تقنيات المعالجة الحيوية الأخرى، حيث تستطيع هذه الكائنات الحية الدقيقة تكسير كثير من المركبات الكيميائية المكونة للملوثات واستخدامها كمصدر غذائي أثناء نموها. تختلف آلية التكسير الحيوي باختلاف الميكروبات المستخدمة ويعتمد ذلك بشكل أساسي على نوعية الأيض للميكروب، فهناك أنواع من الكائنات الحية الدقيقة الهوائية (Aerobic) التي تحتاج إلى الأكسجين، بينما هناك أنواع أخرى لا هوائية (Anaerobic) تستطيع إتمام تكسير المواد الكيميائية والملوثات بدون الحاجة للأكسجين. بالإضافة إلى ذلك هناك أنواع أخرى من الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في عمليات المعالجة الأحيائية بالرغم من عدم اعتمادها على الملوثات الكيميائية كمصدر للطاقة. وفي هذه الحالة يتم تكسير الملوثات الكيميائية بألية تعرف بالأيض المشترك (Cometabolism)، حيث تقوم المسامرات الأيضية للكائن الحي أثناء نموه الطبيعي بإنتاج مركبات أو إنزيمات تعمل على تكسير الملوثات بصفة غير مباشرة، وقد استفاد العلماء من ظاهرة الأيض المشترك لإنجاز عمليات التحلل الحيوي التام الذي يتم من خلاله نزع السمية بالكامل عن طريق معدنة الملوثات إلى ثاني أكسيد الكربون والماء ومركبات أخرى غير عضوية عديمة السمية بدلاً عن عمليات التحلل الجزئية التي قد تؤدي إلى تكوين مركبات وسطية ذات سمية عالية. فعلى سبيل المثال يؤدي التحلل الحيوي غير التام لمركب رباعي كلوريد الإيثيلين (Tetrachloroethylene) - مركب يدخل في تركيب صناعة المنظفات - إلى إنتاج

التصنيع - أن تستفيد وبشكل فعال من الكائنات الحية أو أجزاء حيوية منها - والتي تعمل بصورة فعالة عند درجات الحرارة العادية مقارنة بعمليات التصنيع الكيميائية، والتي تتم عند درجات حرارة وضغط مرتفعتين - وبالتالي فإن استخدام مثل هذه الكائنات كبديل في عمليات التصنيع سوف يؤدي إلى تقليل التكلفة التصنيعية، وزيادة الأمان في مناطق العمل، بالإضافة إلى المحافظة على البيئة من الآثار المدمرة لعمليات التصنيع الكيميائية التقليدية، وإنتاج مخلفات بكميات قليلة، وتقليل الاعتماد على المصادر غير المتجددة، وقد يكون لاستخدام التقنيات الحيوية البيئية مردوداً اقتصادياً ملموساً، حيث يمكن استخدام الكائنات الحية الدقيقة لتحويل المواد الخام العضوية قليلة التكلفة إلى منتجات ذات قيمة مرتفعة، كذلك يمكن استخدام الإنزيمات عالية التخصصية لإنتاج مواد ذات نقاوة عالية إذا ما قورنت بمشيلاتها التي تنتج بواسطة التفاعلات الكيميائية.

● إدارة النفايات

يُصاحب كل الصناعات عادة مخلفات سائلة متدفقة، ويشترط لإطلاق هذا النوع من المخلفات في مياه المجاري أن تكون آمنة تماماً على البيئة والنظم البيئية الطبيعية، وعليه فقد لجأت كثير من الجهات الصناعية المنتجة لمخلفات سائلة غير آمنة إلى إنشاء مواقع متخصصة للاستفادة من الكائنات الحية الدقيقة لمعالجة الملوثات الموجودة في مثل هذه المخلفات.

● التحكم بالتلوث

يتعدى استخدام الكائنات الحية في المجالات السابقة إلى عوامل تنظيف إضافية تسهم وبشكل فعال في التحكم بالتلوث البيئي. فعلى سبيل المثال يمكن استخدام الكائنات الحية الدقيقة والإنزيمات كبديل لكثير من المواد الكيميائية السامة والخطرة لتنظيف الأجهزة وأسطح العمل وأنابيب المجاري من الزيوت والدهون

ميكروبات لاهوائية تعمل على تحليل الكيمائيات أو الملوثات الضارة، بحيث يكون الناتج النهائي عبارة عن غاز حيوي (الميثان)، والذي يمكن استخدامه كمصدر للطاقة.

● النفايات الصلبة

تعد النفايات الصلبة المنزلية من أكبر المشكلات التي تواجه مجتمعاتنا الاستهلاكية بسبب التكلفة العالية لعمليات التخلص منها وضرورة الحرص الشديد للحيلولة دون تولد المياه الجوفية والهواء. تتراكم الكثير من المخلفات المنزلية من مواد عضوية يسهل تحللها، ومن هنا تتبع أهمية عزلها عن المخلفات غير العضوية ومن ثم إعادة تدويرها أو تحويلها عن طريق الحرق أو الهضم اللاهوائي إلى منتجات ذات قيمة اقتصادية. الجدير بالذكر أن تقنيات معالجة النفايات الصلبة المنزلية - خصوصاً تقنية الهضم اللاهوائي - حظيت خلال السنوات القليلة الماضية بالكثير من الاهتمام خاصاً في المجال الاقتصادي، حيث استخدمت مفاعلات حيوية لاهوائية عالية السعة لتحويل المخلفات المنزلية العضوية إلى كميات وفيرة من غازات حيوية ومخلفات عضوية مستقرة ذات قيمة اقتصادية عالية.

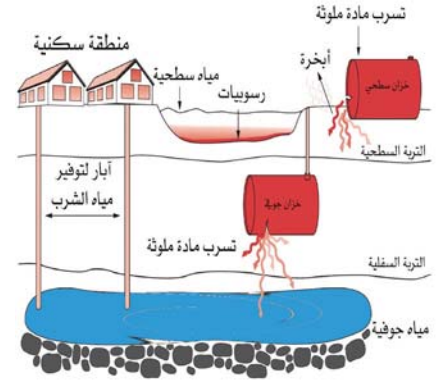
● التربة

يتم معالجة التربة حيويًا بإحدى طريقتين، هما:

■ **في موقع التلوث (In Situ)**، حيث يتم إضافة الميكروبات المناسبة للتربة الملوثة سواءً كانت سطحية أو جوفية، ويتم توفير الظروف البيئية اللازمة لنمو هذه الميكروبات، مثل: التهوية، والمغذيات المناسبة، شكل (٦). تتميز هذه

النقل والتدفئة. تضم هذه الملوثات مجموعة من الغازات والجزيئات الضارة، مثل: أول أكسيد الكربون، وثاني أكسيد الكبريت، والأكاسيد النيتروجينية، والجسيمات الصلبة العالقة في الهواء كالأتربة وبعض ذرات المعادن المختلفة. وللتخلص من هذه الملوثات تستخدم المرشحات الحيوية التقليدية، وهي مرشحات بسيطة التركيب ورخيصة الثمن مملوءة بالأسمدة العضوية. إن الهدف الأساسي من استخدام هذه المرشحات هو إزالة الروائح الكريهة المنبعثة من المصانع، حيث تقوم الكائنات الدقيقة الموجودة بشكل طبيعي في هذه الأسمدة بتحويل المركبات العضوية المسببة للروائح الكريهة إلى ثاني أكسيد الكربون وبخار الماء، ولكن يعاب على هذه الأنواع من المرشحات الحيوية التقليدية: بطء معدلات معالجة النفايات الغازية، وكبر حجمها، وقصر عمرها الزمني. لذلك اتجهت جهود الباحثين والمهندسين إلى إيجاد أنظمة ترشيح عالية الكفاءة، مثل: المرشحات الحيوية (Trickling Biofilters)، وأجهزة التنظيف الحيوية (Bioscrubbers).

تعتمد تقنية المرشحات الحيوية الحديثة على نفس مبدأ المرشحات الحيوية التقليدية، حيث تستخدم الميكروبات للتخلص من الملوثات العضوية العالقة في الهواء، إلا أنها تتميز بكفاءة عالية وأحجام أقل، شكل (٤). تختلف تقنيات التنظيف الحيوية عن المرشحات الحيوية في أن تقنية الهواء تمر بمرحلتين، شكل (٥). يتم في الأولى "غسيل الهواء الملوث" عن طريق إذابة الملوثات الغازية في الماء، بينما يتم في الثانية تمرير هذا الخليط إلى مفاعل حيوي يحوي



■ شكل (٢) رسم يوضح آلية تلوث المياه الجوفية عن طريق تسرب الملوثات لباطن التربة. مثل: مركبات النيتروجين والفسفور والمعادن الثقيلة و المركبات الكلورة.

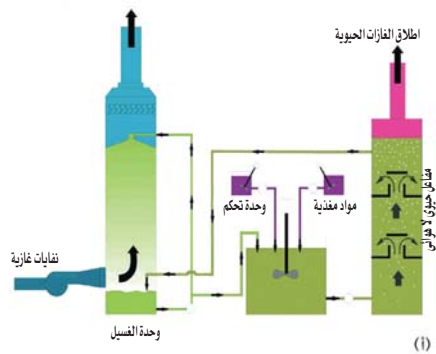
تشمل طرق المعالجة الأحيائية الحديثة عمليات المعالجة اللاهوائية والمعالجة الهوائية باستخدام المرشحات الحيوية، والأغشية الحيوية، والمفاعلات الحيوية. يمكن خفض تكلفة معالجة مياه الصرف الصحي والصناعي عن طريق تحويل هذه المخلفات إلى مركبات نافعة، فعلى سبيل المثال يمكن إزالة المعادن الثقيلة ومركبات الكبريت من المخلفات الصناعية بواسطة بكتيريا تعتمد على الكبريت في نموها، ثم يمكن إعادة استخدامها مرة أخرى. ومثال آخر هو إنتاج علف الحيوانات من الكتلة الحيوية الفطرية الناتجة بعد عمليات إنتاج البنسيلين.

● مياه الشرب

هناك قلق متنامي من التدني المستمر لجودة مياه الشرب نتيجة تلوثها بالمخلفات الإنسانية أو النباتية أو الحيوانية أو المعدنية أو الصناعية أو الكيمائية التي تُلقي مباشرة في مصادر المياه كالبحيرات أو الأنهار، أو عن طريق تسربها للمياه الجوفية، شكل (٣). من هذا المنطلق تبرز أهمية استخدام التقنيات الحيوية البيئية لاستصلاح وتنقية المياه الملوثة وإعادة استخدامها.

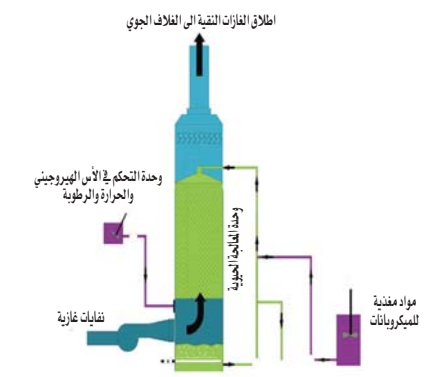
● الهواء والنفايات الغازية

يقصد بالنفايات الغازية الغازات أو الأبخرة الناتجة عن المنشآت الصناعية المختلفة، مثل: محطات توليد الطاقة الكهربائية، ومعامل تكرير النفط والغاز الطبيعي، ومصانع الإسمنت والأسمدة الصناعية التي تنفث في الهواء الجوي من خلال مداخنها أو من خلال وسائل



■ شكل (٥) رسم توضيحي لتركيبة وآلية عمل

أجهزة التنظيف الحيوية (Bioscrubbers).

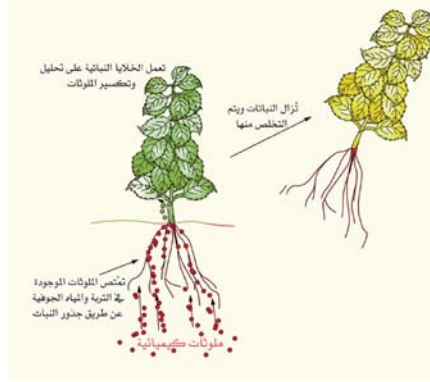


■ شكل (٤) رسم توضيحي لتركيبة وآلية عمل المرشحات الحيوية.

سبيل المثال. ومن جانب آخر قد تسهم تطبيقات التقنيات الحيوية بشكل غير مباشر في التقليل من تلوث التربة بالمبيدات الحشرية والمخصبات الصناعية عن طريق إنتاج نباتات محورة وراثياً مقاومة للحشرات وقليلة الاعتماد على المخصبات. لقد تعدت تطبيقات التقنية الحيوية إلى إنتاج حيوانات صديقة للبيئة للتقليل من تراكم الفسفور في التربة وفي حظائر الحيوانات، فقد نجح علماء من جامعة جلف الكندية في إنتاج خنازير محورة وراثياً قادرة على إفراز إنزيم فيتيز (Phytase) من غددها اللعابية. يعمل هذا الإنزيم على تكسير المواد النباتية في الأعلاف والمحتوية على الفسفور غير الكامل للهضم بواسطة الحيوان، وبالتالي تقليل كمية الفسفور المخرج عن طريق فضلات الحيوان.

الكشف عن التلوث ومراقبته

هناك عدد كبير من الطرق الأحيائية المستخدمة حالياً للكشف عن حوادث التلوث والمتابعة المستمرة لمستويات التلوث البيئي، مثل: استخدام الكواشف الحيوية، والاختبارات المناعية. تتكون الكواشف الحيوية من شقين حيوي وآخر إلكتروني. يمكن أن يتكون الجانب الحيوي للكاشف الحيوي من إنزيمات أو أجسام مضادة أو مستعمرة بكتيرية أو غشاء حيوي أو مستقبلات عصبية أو كائن حي كامل. تستند فكرة الكشف الحيوي على تغير الخصائص الفيزيائية والكيموحيوية للشق الحيوي كردة فعل للتلوث البيئي بطريقة يمكن معها تسجيل هذا التغير بواسطة الجزء الإلكتروني، فعلى سبيل المثال يمكن استخدام التغيرات في الخصائص الضوئية لمركب اليخضور (Chlorophyll) في الطحالب لقياس كمية المبيدات العشبية في الأنهار. أما الاختبارات المناعية فتعتمد على استخدام أجسام مضادة معلّمة بصبغة معينة وإنزيمات. يحفز وجود ملوث محدد الارتباط بين الملوث والأجسام المضادة والذي يمكن الكشف عنه عن طريق التغير في خصائص الصبغة المرتبطة بالجسم المضاد كالتغير في اللون أو الإشعاع.

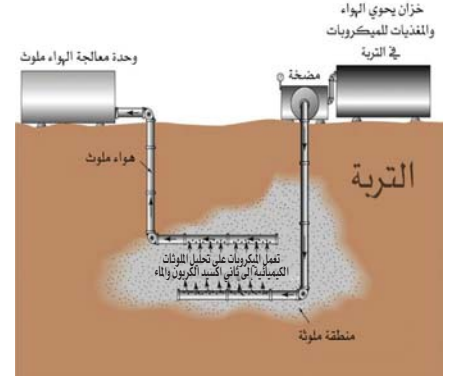


■ شكل (٧) آلية المعالجة الحيوية النباتية (Phytoremediation).

متطابرة يتم إطلاقها مع بخار الماء من خلال ثغور النبات. تعتمد المدة الزمنية التي تستغرقها النباتات لتقوية التربة من الملوثات على عدة عوامل، منها: نوع وكمية النبات المستخدم، نوع وكمية الملوثات، مساحة وعمق المنطقة الملوثة، نوع التربة والخصائص البيئية.

التقنية الحيوية البيئية الوقائية

استجابة للنداءات العالمية خلال السنوات القليلة الماضية، توجهت كثير من المؤسسات الصناعية الكبرى نحو تطوير عملياتها الصناعية لتخفيف التلوث البيئي. ويلاحظ أن هناك نمطاً وقائياً متنامياً على المستوى العالمي يدعو إلى إنتاج منتجات صديقة للبيئة، من هذا المنطلق يمكن للتقنية الحيوية أن تلعب دوراً بارزاً لتعزيز هذا التوجه على مستوى تطوير نظم الإنتاج الصناعية المستخدمة حالياً أو عن طريق تطوير نظم صناعية جديدة صديقة للبيئة. لقد توجهت كثير من القطاعات الصناعية إلى استخدام الإنزيمات كبديل للمحفزات الكيميائية، ومن هنا أمكن للتقنية الحيوية أن تلعب دوراً بارزاً في هذا المجال من خلال توظيف تقنيات هندسة البروتينات (Protein Engineering)، والمسارات الأيضية (Metabolic Engineering) لتحسين عمليات تخليق البروتينات، أو إنتاج وتطوير إنزيمات جديدة ذات كفاءة عالية تعمل عند درجات حرارة عالية وفي أوساط غير مائية، كما يمكن للتقنية الحيوية أن تسهم في إنتاج مواد جديدة صديقة للبيئة، وتكون بديلة للمنتجات الحالية، مثل البلاستيك الحيوي على



■ شكل (٦) آلية المعالجة الحيوية للتربة في موقع التلوث (In Site).

الطريقة بكفاءتها العالية وتكلفتها المعقولة. **■ ضخ التربة الملوثة**، وفيها يتم ضخ التربة الحيوية الملوثة إلى محطات معالجة معدة على السطح (Ex Situ)، ومن ثم معالجتها حيوياً. ويعتمد تحديد استخدام هذه التقنية على عدة عوامل تخص الموقع الملوث، مثل: نوع التربة الملوثة، والمساحة المتوفرة.

● المعالجة الحيوية باستخدام النباتات

يطلق مصطلح المعالجة الحيوية باستخدام النباتات (Phytoremediation) على مجمل التقنيات التي تستخدم النباتات لتقوية البيئة من الملوثات المختلفة. وتعد هذه التقنية جديدة إلى حد ما، حيث تبلورت في عام ١٩٩١م، وتكونت كثير من المعلومات بما يُعرف بالمعالجة الحيوية باستخدام النبات نتيجة للأبحاث العلمية في كثير من المجالات.

يمكن تقسيم تطبيقات المعالجة الحيوية باستخدام النبات إلى ثلاثة أقسام رئيسية طبقاً لاستراتيجية المعالجة ومصير المواد الملوثة:

■ **تكسير المواد الملوثة**، وهي - عادة - تتم نتيجة للعمليات الأيضية للنبات، أو في محيط جذور النبات بمساعدة البكتيريا التي تتواجد بكميات وفيرة في هذه المنطقة.

■ **استخلاص وتركيز الملوثات**، وتتم عن طريق امتصاصها من التربة وتركيزها في الجذور أو في المجموع الخضري للنبات فوق سطح التربة، وبعد إتمام هذه العملية يتم إزالة النبات بعيداً عن موقع التلوث وتدميرها أو إعادة تدويرها، شكل (٧).

■ **تطهير الملوثات إلى الغلاف الجوي**: حيث يعمل النبات على تحويل الملوثات إلى مواد

الصناعية عن طريق استخدام سبل التصنيع المعتمدة على التقنيات الحيوية البيئية. ومع الأهمية المتزايدة للمحفزات الحيوية في مجال التصنيع فسوف يشهد المستقبل إقبالاً متزايداً على تطوير طرق حديثة ذات كلفة قليلة لتصنيع أنواع جديدة منها واستخدامها كبداية للمحفزات الكيميائية التقليدية.

● إدارة النفايات والتحكم في التلوث

سيشهد المستقبل القريب نقلة نوعية في مجال إدارة النفايات خاصة مع الضغوطات المتنامية في كثير من دول العالم للحد من دخول الملوثات الحيوية النشطة إلى دائرة تدوير النفايات. ومع التطور الذي سوف تشهده تطبيقات الصناعات النظيفة وإعادة تدوير النفايات واستمرار الضغوط الاقتصادية والتشريعية والسياسية سوف يكون هناك تطوراً موازياً في مجال التحكم في التلوث البيئي.

● استخدام الكائنات المعدلة وراثياً

بالرغم من الحلول الواعدة لاستخدام الكائنات الحية المعدلة وراثياً لمواجهة التلوث البيئي، إلا أن هناك قلقاً متنامياً من الأخطار الناجمة عن إطلاق الكائنات المحورة وراثياً إلى البيئة، خاصة وأن هناك نقص في وقتنا الحالي في تقييم المخاطر المحتملة على البيئة المتلقية. لذلك قد يشهد المستقبل تركيز العلماء والباحثين على محاولة الحد من انتشار الكائنات المعدلة وراثياً في البيئة. وتتركز التوجهات البحثية -قيد الدراسة الآن- في استخدام المادة الوراثية للبلاستيدة الخضراء (Chloroplasts) في النبات كهدف للمورثات الخارجية كبديل عن المادة الوراثية للنبات.

وفي الخلاصة فإن مفهوم التقنية الحيوية البيئية هو مفهوم واسع يشمل استخدام طرق تصنيع نظيفة واستخدام الميكروبات وتقليص استخدام الكيمائيات الزراعية واستخدام طرق المعالجة الحيوية لتنظيف البيئة إذا ما دعت الحاجة.

القطنية. حيث مكنت هذه الطريقة من الاستغناء عن المواد الكيميائية السامة التي كانت تستخدم لصبغ الأقمشة.

من جانب آخر قام العلماء بتسخير تقنيات الهندسة الوراثية في المجال الزراعي لتطوير محاصيل زراعية ذات جودة وقيمة غذائية عالية، بالإضافة إلى مقاومتها للأمراض والمبيدات الحشرية. كما أن هناك الكثير من الأبحاث العلمية لتطوير نباتات شديدة المقاومة للظروف البيئية السيئة، لزيادة كفاءة النباتات في مجال المعالجة الحيوية للملوثات.

مستقبل التقنية الحيوية البيئية

مع التسليم بأهمية تطبيقات التقنية الحيوية في شتى جوانب الحياة، يبقى العامل الاقتصادي وفكرة تحقيق فوائد تجارية باستخدام النظم الحيوية العامل الرئيس لدفع عجلة التقدم لتطوير التقنيات الحيوية بشتى أنواعها، وبالتالي فإن من الأمور التي لا مفر منها خضوع تطبيقات التقنية الحيوية للضغوط التجارية. ويرى الخبراء أنهم متأكدون بشكل جيد من أن القوى الاقتصادية والتشريعية والسياسية سوف تسهم في تشكيل مستقبل التقنية الحيوية البيئية. وفي نفس الوقت فإن استخدام التقنيات الحيوية البيئية لإيجاد حلول للمشكلات البيئية يعتمد بشكل مباشر على العلوم الحديثة ومخارجتها والتي تتطور بوتيرة متسارعة في عصرنا الحاضر. ومن المنتظر أن يشهد استخدام التقنيات الحيوية البيئية تقدماً كبيراً في عدة مجالات مثل:

● الاستشعار الحيوي

يتوقع الخبراء أن يشهد المستقبل تطوراً ملحوظاً في مجال استخدام الكاشفات الحيوية، وتجري الأبحاث الآن على قدم وساق لتطوير جيل جديد من الكاشفات الحيوية باستخدام التقنيات الحيوية الحديثة والتقنيات متناهية الصغر بحيث تكون ذات حساسية وانتقائية عالية.

● التصنيع

من المؤكد أن التوجه القادم سوف يركز وبشكل كبير على خفض الملوثات والنفايات

تستخدم تطبيقات التقنية الحيوية الحديثة أيضاً للكشف عن الميكروبات المستخدمة للمعالجة الحيوية في مواقع التلوث ومتابعة نموها. تعتمد الطرق التقليدية على أخذ عينات من مواقع التلوث ومحاولة تمييزها مخبرياً للكشف عن الكائنات الحية الدقيقة. أما الطرق الحديثة فتشمل تقنيات التهجين الموضعي المتألق (Fluorescent in situ hybridization) وتفاعل البلمرة التسلسلي (PCR).

الهندسة الوراثية في تطوير التقنية الحيوية

تعد الهندسة الوراثية أحد أهم فروع التقنية الحيوية والتي تعنى بإعادة تشكيل أو هندسة المادة الوراثية (DNA) عن طريق حذف أو إضافة أجزاء منها، وذلك بهدف تغيير التركيب الوراثي للكائن الحي لإنتاج صفات وراثية جديدة ومحسنة. يتوقع العلماء والمختصون أن تساهم تطبيقات الهندسة الوراثية في تقديم الحلول العملية لكثير من المشاكل البيئية، مثل: التخلص من الملوثات البيئية، وإعادة تدوير المخلفات، ومعالجة مياه الصرف الصحي وإعادة استخدامها. إن الأمثلة التي ذكرت سابقاً، مثل: إنتاج نباتات وحيوانات محورة وراثياً صديقة للبيئة، أو هندسة البروتينات والمسارات الأيضية ما هي إلا أمثلة بسيطة لتوضيح مدى تنوع الاستفادة من تطبيقات الهندسة الوراثية في مجال حماية البيئة. ونظراً للتنوع الأحيائي الهائل وتعدد المسارات الأيضية وتنوعها فإن تطبيقات تقنية الهندسة الوراثية لا نهائية في مجال إنتاج مواد بديلة صديقة للبيئة.

تتركز تطبيقات الهندسة الوراثية للكائنات الحية الدقيقة في المجال البيئي على تحسين وتطوير قدرة المسارات الأيضية، وذلك لزيادة فعالية هذه الكائنات على تكسير الملوثات البيئية أو إنتاج إنزيمات ذات أهمية صناعية واقتصادية. فعلى سبيل المثال قام العلماء بهندسة بكتيريا الإشريكية القولونية (Escherichia Coli) عن طريق إضافة خمسة عشر مورثاً من بكتيريا من جنس الزائفة (Pseudomonas) لإنتاج بكتيريا محورة وراثياً لإنتاج صبغة النيله لصبغ الأقمشة

المضادات الحيوية

المضادات الحيوية عبارة عن مركبات حيوية ذات فعل مضاد للميكروبات وخاصة بكتيريا جرام الموجبة والسالبة وفقاً لاستجابة أو عدم استجابة البكتيريا للصبغ بمواد كيميائية. يطلق على المضادات الحيوية التي تؤثر على عدد كبير من الكائنات الحية الدقيقة لفظ "المضادات الحيوية ذات النطاق الواسع (Broad Spectrum)" مثل الكلورامفينيكول، والتتراسيكلين التي تستخدم في مقاومة العديد من الكائنات الحية الدقيقة، مثل: "الركتيسيا"، و"الكلاميديا"، وأنواع من "الميكوبلازما". وعلى النقيض من ذلك هناك المضادات الحيوية "ذات النطاق الضيق"، ومنها: الاستربتومايسين، والبنيسيلين، لأنها تكون فعالة فقط ضد أنواع قليلة من البكتيريا.

اكتشفت المضادات الحيوية بواسطة العالم "الكسندر فلمنج" عام ١٩٢٨م عندما لاحظ أن فطر "بنسيليوم نوتاتم" (*Penicillium notatum*) يمكنه أن ينتج مركبا له القدرة على إحباط نشاط كثير من البكتيريا دون التأثير على العائل أو الكائن المضيف. وقد أدى ذلك إلى ظهور العديد من البحوث العلمية التي غيرت بدرجة كبيرة التأثير المسيطر للأمراض البكتيرية على صحة الإنسان والحيوان، مما ساعد في السيطرة - بدرجة كبيرة - على الكثير من الأمراض البكتيرية، وبالتالي قلت نسبة الالتهابات الرئوية، ومرض الدرن (السل)، والكوليرا، والجذام، حيث أصبحت تصنف على أنها من الأمراض الأقل انتشارا في دول العالم المتقدمة. كما ظهر عن هذه البحوث المضادات الحيوية الفطرية، مثل: البنيسيلين، وكيفالوسبورين؛ ثم

التقنية الحيوية
الطبية

د. عصام بن جميل اليماني



أدى التقدم في مجالات التقنية الحيوية الحديثة إلى ظهور فرع جديد أطلق عليه التقنية الحيوية الطبية، التي تنوعت تقنياتها إلى مدى بعيد بفضل الأفكار والابتكارات الجديدة، مما ساهم في إيجاد الكثير من المنتجات الجديدة المطورة والمعدلة، منها: المضادات الحيوية، واللقاحات، والأجسام المضادة أحادية المنشأ، والهرمونات، والإنزيمات العلاجية، كما أدى التطور في أساليب الصحة العامة والظروف المعيشية، بالإضافة إلى الاهتمام بجانب اللقاحات والمضادات الحيوية المصنعة بالتقنية الحيوية إلى تقليل خطر الأمراض المعدية، مما جعل الأمراض المزمنة - مثل: السرطان، وأمراض القلب والأوعية الدموية، والزهايمر، وغيرها من الأمراض التي تكثر في سن الشيخوخة - هي مصدر التهديد الرئيس للحياة في المجتمعات المتقدمة.

الرعاية الصحية للإنسان من أهم المجالات التي تحققت فيها ابتكارات عديدة على المستوى التجاري، ونظراً لأن تلك المنتجات تكون عادة مرتفعة القيمة، فإن العائد المادي في هذه الحالة سوف يضمن الاستثمار البحثي الشامل، ويجب التذكير أن الوقت اللازم لتحسين وتطوير منتج طبي حديث يتطلب وقتاً طويلاً، حيث يمر باختبارات السمية التي تتطلب فترات زمنية طويلة قبل تصديق وموافقة الهيئات الدولية والوطنية المختصة على عملية التسويق. وقد ظهرت مجالات وتطبيقات علاجية وتشخيصية جديدة أساسها التقنية الحيوية الطبية، منها:

بدأ العلماء - بعد الانتهاء من رسم الخريطة الوراثية (الجينوم) للإنسان - البحث عن حلول لتقليل خطر تلك الأمراض، حيث وجدوا أن التقنية الحيوية الطبية يمكن أن تلعب دوراً مهماً في التقليل من أخطار كثيرة، خاصة تلك التي تنتج عن تغيرات في مورث (جين) أو أكثر، إلا أن هناك العديد من الأمراض المزمنة التي لا تنتج عن سبب وراثي واحد - بحيث يكون من السهل التعرف عليها - ولكنها تنشأ عن سلسلة منظمة ومعقدة من المسارات الأحيائية داخل الخلية، وتتأثر وتتفاعل مع عوامل البيئة. يعد تأثير المستحضرات الصيدلانية على

المضاد الحيوي	الكائن الدقيق المنتج للمضاد الحيوي	تأثير المضاد الحيوي
باستراسين	نوع من الباسيلس	مضاد للبكتيريا
كيفالوسبورينف	نوع من الأكرينوميوم	مضاد للبكتيريا
كلورامفينيكول	نوع من الكيفالوسبوريم	مضاد للبكتيريا
داونوروبيسين	نوع من الأستربتومييسين	مضاد للطفيليات الأولية
فيوماجلين	نوع من الأسبرجيلس	مضاد للبكتيريا
جريزوفولفين	نوع من البنسليوم	مضاد للفطريات
ناتاميسين	نوع من الأستربتومييسين	حفظ الأغذية
بنيسيلين-جي	نوع من البنسليوم	مضاد للبكتيريا
ريفاميسين	نوع من الفوكارديا	مضاد للدرن
إستربتومييسين	نوع من الأستربتومييسين	مضاد للبكتيريا
تتراسيكلين	نوع من الأستربتومييسين	مضاد للبكتيريا والأميبا

■ جدول (١) بعض أنواع المضادات الحيوية، مصدرها، وتأثيرها.

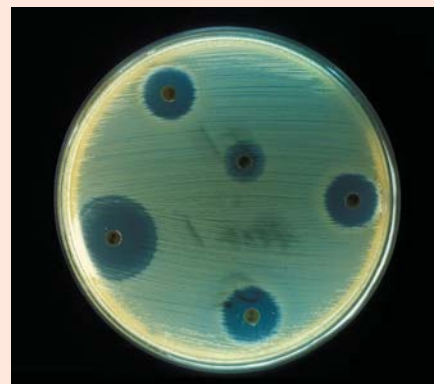
زمنية طويلة للحكم عليها بعد مراحل التجريب. حدث تطور جديد ومهم لاستخدام التقنية الحيوية في المجال الطبي عن طريق تطوير قدرة بعض الخلايا على إنتاج أجسام مضادة أحادية المنشأ (Monoclonal antibodies)، حيث تفرز الخلايا المنتجة لها نوعاً واحداً وثابتاً من الأجسام المضادة وبشكل مستمر.

تستخدم الأجسام المضادة أحادية المنشأ في التقنيات التشخيصية - مثل تشخيص بعض حالات السرطان، الحمل، الأمراض المعدية - على نطاق واسع، كما يمكن استخدامها في علاج بعض الأورام، فضلاً عن ذلك فقد يكون للأجسام المضادة أحادية المنشأ القدرة على حمل عقاقير السمية الخلوية مباشرة (أجسام نانوية أي متناهية الصغر) إلى مكان الورم وبصورة محددة، كما يمكن استخدام التقنية الحيوية في الكثير من المجالات البحثية الطبية، مثل: البحوث المتعلقة بالدم، وعلم الأنسجة، وعلم الأحياء الدقيقة، والكيمياء الإكلينيكية. يوضح الشكل (١) خطوات إنتاج الأجسام المضادة أحادية المنشأ.

الجدير بالذكر أن الأجسام المضادة أحادية المنشأ تعد - من الناحية التجارية - واحدة من أهم مجالات التقنية الحيوية التي تحقق أرباحاً عالية للعديد من الشركات الكبرى، ومن أمثلة ذلك فإن الفحوص المناعية في الوقت الحاضر تمثل حوالي ٣٠٪ من مبيعات الاختبارات التشخيصية، وتحقق

بعض الحالات في الجسم لسنوات عديدة مانحة الجسم مناعة كاملة أو جزئية ضد هذا النوع من الكائنات الدقيقة. يطلق على الكائن الحي الدقيق والغريب " المستضد (Antigen) "، بينما يطلق على المادة التي تظهر استجابة مضادة له داخل الجسم المضيف " الجسم المضاد (Antibody) ".

يمكن تنشيط الأجسام المضادة عن طريق اللقاحات التي تعطى للإنسان والحيوان لتحفيز الجهاز المناعي ضد العدوى. وقد تم تطوير العديد من اللقاحات المستخدمة ضد كثير من الأمراض المعدية بطرق تقليدية عديدة، ولكن لا تزال هناك حاجة ماسة للمزيد من التطوير باستخدام أنظمة التقنية الحيوية، والتي أثبتت فاعليتها في العديد من المنتجات، ولكن معظمها يحتاج إلى فترات



■ طبق اختبار حساسية الميكروب للمضاد الحيوي، حيث تحدد الهالات حول قرص المضاد الحيوي مدى تأثير المضاد على الميكروب. فكلما كبرت الهالة كلما أشار ذلك إلى قوة تأثير المضاد على الميكروب.

ظهرت المضادات الحيوية من الفطريات الشعاعية (Actinomycetes)، مثل: الأستربتومييسين، وكلورامفينيكول، والتتراسيكلين، وغيرها.

تم - حتى الآن - عزل ما يزيد عن ٤٠٠٠ من المضادات الحيوية، إلا أن حوالي ٥٠ نوعاً منها فقط هي التي حققت استخدامات واسعة، وتبع ذلك اشتقاق العديد من المضادات الحيوية ذات الفعالية الواسعة. يوضح الجدول (١) بعض أنواع المضادات الحيوية ومصدرها وتأثيرها.

أدت الزيادة في استخدام المضادات الحيوية في العلاج - مع مرور الزمن - إلى حدوث ظاهرة تتزايد يوماً بعد يوم، تمثلت في مقاومة بعض أنواع البكتيريا للعقاقير، ومنها المضادات الحيوية، مما يتطلب اهتماماً بالغاً من قبل العلماء. وهنا يكمن دور التقنية الحيوية في لعب الدور الأكبر في تنمية وإنتاج مضادات حيوية جديدة وفعالة بالتحوير الوراثي، عن طريق تطوير سلالات من الكائنات الحية الدقيقة المستخدمة في إنتاج تلك المضادات، مع تعزيز عمليات العزل لمنتجات جديدة يمكن استخدامها كمضادات حيوية أخرى.

تعد القيمة العالية للمضادات الحيوية المصنعة بالتقنية الحيوية، وقلّة التكلفة النسبية للمواد الخام المستخدمة في إنتاجها، وعدم وجود منافسة من جانب العمليات الكيميائية دافعا قويا لمواصلة البحوث والاستثمارات من قبل العديد من الشركات الكبرى في هذا المجال.

اللقاحات والأجسام المضادة أحادية المنشأ

أدت التطورات العلمية في العقدين الأخيرين من القرن الماضي إلى الكشف وحل لغز العديد من العمليات المعقدة والمحيّرة المتعلقة بالاستجابة المناعية في جسم الإنسان، حيث ثبت أنه عند دخول جسم غريب أو كائن حي دقيق مثل: البكتيريا إلى جسم الإنسان أو الحيوان، فإنه تبدأ سلسلة متتابعة من التفاعلات المناعية، والتي لو نجحت ستؤدي إلى إحباط نشاط هذا الجسم أو الكائن المغير والتخلص منه، ويمكن أن تبقى هذه الاستجابة في

التي اهتمت بإنتاج الإنترفيرون وتنبأت منذ عام ١٩٨١م بأن التقنيات الحيوية الحديثة ستكون أداة استثمارية فعّالة من جهة، ومن جهة أخرى ستؤدي إلى التخلي عن العديد من الواردات المكلفة. وفي عام ١٩٨٢م تم افتتاح مركز البحوث الأحيائية بكوبا الخاص بتصنيع الإنترفيرونات عن طريق تقنية الاستنساخ، وأصبحت تصدر كميات كبيرة منه للخارج وبأسعار منافسة.

الهرمون المنشط للتبويض

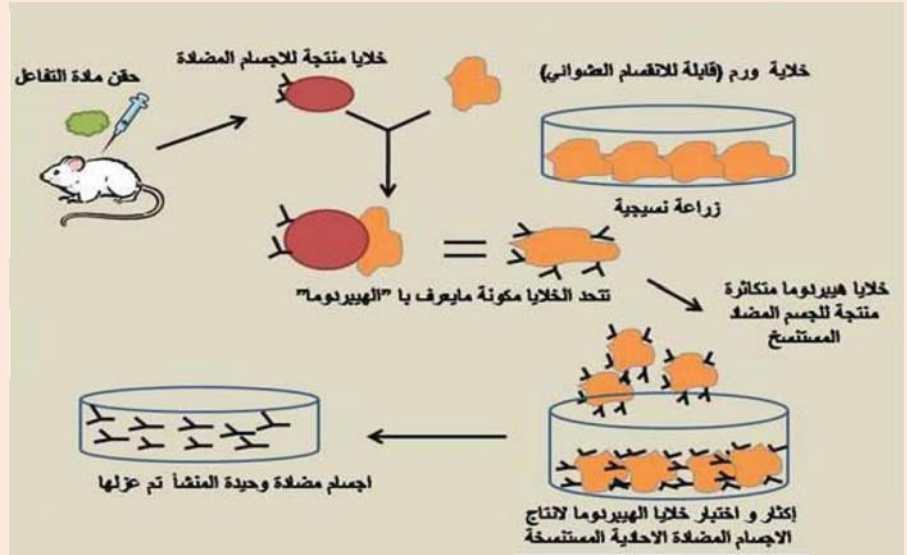
يمثل إنتاج الهرمون المنشط للتبويض (Follicle-Stimulating Hormone-FSH) بواسطة التقنية الحيوية إضافة جديدة للنجاح الذي حققته تلك التقنية في إنتاج الأدوية والعقاقير، والذي يتعلق بنوعية خاصة من العلاجات - إنتاج الهرمون المنشط للتبويض - واستخدامه كعقار بديل عن الهرمون العادي الذي ظل يُستخدم حتى فترة قريبة وكان يستخرج بكميات قليلة ونسبة نقاوة غير عالية. أما العقار المستحدث والذي يتم إنتاجه بالتقنية الحيوية فإن درجة نقاوته قد تصل إلى ما يقارب ١٠٠٪، وقد نتج عن استخدامه تأثير جيد في عمليات تشييط التبويض مقارنة بالهرمون العادي.

هرمون النمو

يعد هرمون النمو (Growth hormon) أحد الهرمونات التي يصعب عزلها، ولكن يمكن بواسطة التقنية الحيوية الطبية - عن طريق استنساخ المورث المسؤول عن إنتاج الهرمون في البكتيريا - الحصول على كميات وفيرة جداً منه، كما في حالة الإنسولين. كما أثبتت الإحصائيات أن طفلاً واحداً من كل ٥٠٠٠ طفل يعاني من التقزم الناتج عن قصور الغدة النخامية الموجودة بالمخ لإفراز هرمون النمو. ولا شك أن توفر هذا المستحضر الصيدلاني الحيوي سيحقق نفعاً كبيراً مثل هؤلاء الأطفال. و يقدر الإنتاج من هذا الهرمون في السوق العالمية بحوالي ١٠٠ مليون دولار سنوياً.

الإنسولين

يوجد ملايين الأفراد في العالم في حاجة ماسة لتناول الإنسولين بصورة منتظمة ليتجنبوا التأثيرات الضارة لمرض السكري، ولقد ظل العديد من مرضى السكر في العالم يعالجون بإنسولين مستخرج من بعض



■ شكل (١) خطوات إنتاج الأجسام المضادة أحادية المنشأ.

ربحية قد تصل إلى حوالي ١٠ بلايين دولار سنوياً.

المستحضرات الصيدلانية الحيوية

من المستحضرات الصيدلانية الحيوية التي دخلت السوق الأمريكية والأوروبية وبعض الدول العربية ما يلي:

الإنترفيرونات البشرية

تلعب الإنترفيرونات البشرية (Interferons, IFNs) - بروتينات مرتبطة بجزيئات سكرية - دوراً مهماً في مقاومة بعض الفيروسات، كما أنها أظهرت فعالية في مقاومة بعض أنواع السرطان في حيوانات التجارب، لأنها تنبه الخلايا المناعية ضد الخلايا السرطانية. يوجد أنواع عديدة من الإنترفيرونات، يرتبط كل نوع منها بنوع الحيوان المأخوذ منه، فمثلاً إنترفيرون الفأر يستجيب لخلايا الفأر ولا يستجيب لخلايا الإنسان والعكس. كما أن الأنسجة المختلفة للكائن الحي تنتج إنترفيرونات مختلفة. ولذا فإن الإنترفيرون المستخدم في البحوث التي تجرى على الإنسان مصدره الخلايا البشرية. يوجد للإنترفيرونات مصدران شائعان:

١- من الخلايا البشرية الليفية الأولية، والتي تنمو ملتصقة بسطح مناسب، ويعد أكثر الأنواع سلامة وأماناً.

٢- من البكتيريا المحورة وراثياً، والذي يستخلص وينقى بكميات حسب الطلب. وهناك العديد من الشركات العالمية التي طورت وحسنت من عمليات تصنيع الإنترفيرون، وتعد كوبا من بين الدول النامية

تمثل المواد الكيميائية المركبة الغالبية العظمى من العقاقير الصيدلانية المنتشرة في السوق. وهي مشتقة إما مباشرة عن عمليات التركيب الكيميائي أو بالتحويل الكيميائي للجزيئات المشتقة من مصادر أحيائية. في المقابل أصبحت المستحضرات الصيدلانية الحيوية - عبارة عن عقاقير أو لقاحات بروتينية معادة التركيب (تأشيب) (Recombinant)، أو مصنعة، أو مستخلصة باستخدام التقنيات الحيوية - أكثر ملائمة في الكثير من الاستخدامات الأحيائية، إلا أنها مازالت تحتل جزءاً بسيطاً من الصناعات المتعلقة بإنتاج الدواء، ويعتقد كثير من العلماء أن التقنية الحيوية - بالإضافة لدورها في إنتاج عقاقير جديدة، وتحسين فعاليتها، وزيادة ثباتها، ووجودها الحيوي، وخلوها من الملوثات الخطيرة التي تنتج عن عمليات الاستخلاص الكيميائي - ستؤدي وبكل تأكيد إلى التقليل من التكلفة الضخمة التي تنفق في تطوير المنتجات للحصول على عقاقير جديدة، مثل تكاليف الاكتشاف، والتطوير، والارتقاء بالمنتج، والاختبارات السريرية. كما أنها ستقلل من الوقت اللازم لعمليات المسح والاختبارات الحيوية، وستوضح بدقة أكثر كيفية تأثير الأدوية في أجهزة جسم الإنسان.

بمركز "إم - دي - أندرسون" بتوصيل مورثات بشرية مثبتة للأورام إلى خلايا سرطان الرئة عن طريق الجزيئات النانوية (Lipid-based nanoparticles) وقد قلت تلك المورثات من عدد وحجم تلك الأورام في خلايا حيوانات التجارب.

- في أغسطس ٢٠٠٦ م قام باحثون في المعهد الوطني للسرطان التابع للمركز الوطني للصحة بأمريكا بهندسة بعض الخلايا المناعية لمهاجمة خلايا سرطانانية متقدمة (Advanced metastatic Melanoma) في الإنسان، وهي المرة الأولى التي يستخدم فيها العلاج الوراثي بنجاح في الإنسان.

- في مارس ٢٠٠٢ قام باحثون بجامعة كاليفورنيا بمدينة لوس انجلوس بتوصيل مورثات إلى الدماغ عن طريق الجزيئات الدهنية النانوية المغطاة بمادة البولي إيثيلين جلايكول (PEG)، ويعد الوصول إلى خلايا الدماغ وعبور الحاجز المخي الدموي نجاحاً باهراً، حيث أن النواقل الفيروسية (الفيروسات الحاملة للمورثات المراد إدخالها في الجسم) التي تستخدم في العلاج وراثي غير قادرة على عبور هذا الحاجز المخي.

- في أكتوبر ٢٠٠٢ م قام فريق بحثي بجامعة "نورث كالورينا الشمالية" بتطوير تقنية علاج وراثي لإصلاح أخطاء في ترجمة الرنا الرسول من مورثات معيبة (mRNA repairs) متعلقة بمرض أنيميا البحر المتوسط.

المراجع

- الوراثة والإنسان: أساسيات الوراثة البشرية والطبية. د. محمد علي الربيعي (١٩٨٦).
- الهندسة الوراثية: عبدالحسين الفيصل (١٩٩٩).
- أسرار التكنولوجيا الحيوية: د. محمد عبد المرزي (٢٠٠٢)

- Medical Biotechnology: Achievements, Prospects and Perceptions by Albert Sasson, 2006.

- Microbial Biotechnology: Fundamentals of Applied Microbiology, by Alexander N. Glazer and Hiroshi Nikaido, 2007.

- Basic Biotechnology, by Colin Ratledge and Bjorn Kristiansen, 2006.

- Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA, by Bernard R. Glick and Jack J. Pasternak, 2003.

بإدخال المورثات الفعالة السليمة إلى خلايا الجسم التي تنقصها هذه المورثات، أو قد تحتوي عليها إلا أنها تكون في حالة تالفة أو غير فعالة، وفي هذه الحالة يكون تأثير العلاج قاصراً على الفرد المستقبل للمورثات السليمة فقط، وليست هناك فرصة لانتقال المادة الوراثية للنسل، وهذا بالضبط هو المطلوب. تتطلب هذه العملية مهارات تقنية عالية بالإضافة لتفاعل المريض، ويني العلماء آملاً كبيرة على العلاج الوراثي في تصحيح العيوب (الطفرات) الناتجة عن مورثات فردية، مثل: مرض التليف الكيسي، والنزف الدموي (الهيموفيليا)، ومرض باركنسون، والسرطان. ويعتقد الكثير من الخبراء أن هذا النوع من العلاج سوف يصبح إجراء طبيًا روتينياً بمرور الوقت، ومن أبرز ما تم إنجازه حتى الآن في مجال العلاج الوراثي ما يلي:

- في أبريل ٢٠٠٨ قام باحثون من معهد طب العيون، ومستشفى مورفيلد للعيون، ومركز بحوث الطب الأحيائي في المملكة المتحدة بالإعلان عن النتائج الأولية لتجارب السريرية لاختبار العلاج الوراثي لمرض العمى الوراثي. وقد تم نشر النتائج في مجلة "نيو إنجلاند الطبية"، حيث بينت هذه الدراسة أن العلاج الوراثي آمن ويمكن أن يكون له أثر كبير على مستقبل علاج أمراض العيون.

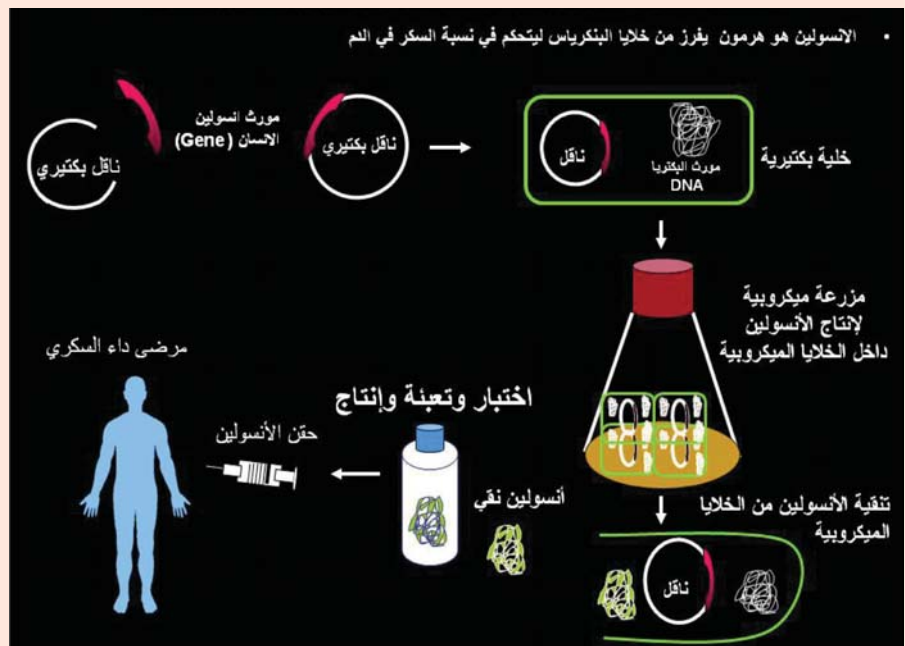
- في يناير ٢٠٠٧ قام باحثون من جامعة تكساس

الحيوانات؛ مما أدى إلى تأثيرات جانبية بسبب وجود عدد من المركبات الضارة التي تستخلص مع الإنسولين، أو إلى طبيعة الإنسولين الحيواني بشكل عام. أما في الوقت الحاضر فيوجد في الأسواق الإنسولين البشري المنتج باستخدام بكتيريا محورة وراثياً، وهو آمن من الناحية الطبية، و لم يصحب استخدامه ظهور أية تأثيرات جانبية كالحساسية وغيرها.

العلاج الوراثي

يعني العلاج الوراثي (Gene therapy) بشكل مبسط علاج مرض محدد عن طريق نقل المادة الوراثية (جين أو أكثر) إلى خلايا الفرد المريض، وعندما تُعبّر هذه المادة المنقولة عن نفسها وتنتج البروتين أو الهرمون المطلوب تعود الوظيفة الخلوية إلى حالتها العادية. ويجب التنبيه إلى ضرورة التفريق بين العلاج الوراثي الخاص بالخلايا التناسلية (الخصية في الذكور والمبيض في الإناث)، والخاص بالخلايا الجسدية (باقي خلايا الجسم).

الجدير بالذكر أن العلاج الوراثي التناسلي لم يسمح به حتى الآن، لأنه من الممكن أن تنتقل هذه التغيرات العلاجية إلى النسل أثناء عملية التكاثر، أما العلاج الوراثي الخاص بالخلايا الجسدية، فيتم



■ شكل (٢) استخدام التقنية الحيوية لإنتاج الإنسولين البشري باستخدام البكتيريا.

التقنية الحيوية الصيدلانية

د. محمد الجوهي



تلعب التقنية الحيوية - بجانب أهميتها في عدة مجالات منها: المجالات الزراعية، والصناعية، وتحسين جودة الغذاء، والطاقة الشمسية- دوراً مهماً في المجال الصحي فيما يعرف بالتقنية الحيوية الصيدلانية، ولعل دورها في إنتاج المركبات الحيوية (البروتينات) لا يخفى على أحد، فقد شهدت السنوات الأخيرة إنتاج العديد من المركبات الصيدلانية الحيوية، والتي ساهمت بشكل ملحوظ في علاج عدد من الأمراض الوراثية والأمراض المعدية التي كانت في السابق من الأمراض المستعصية. كذلك ساهمت التقنية الحيوية في إنتاج تلك المواد بكميات كبيرة وفي وقت قصير نسبياً.

وغيرها من الأمراض المزمنة.

الجزئي، وهذه المركبات يمكن تصنيعها كيميائياً.

يمكن تعريف التقنية الحيوية الصيدلانية بأنها تقنية استخدام النظام الحيوي لخلية، أو عضو، أو كائن حي لإنتاج عنصر حيوي، أو مركبات كيميائية، أو تغيير تركيبة المركب أو العنصر الحيوي إلى مركب آخر يمكن الاستفادة منه في أغراض عدة. تستخدم هذه التقنية لاستنساخ الصفات الوراثية لمورث (Gene) واحد لإنتاج بروتين لغرض العلاج.

إنتاج الأدوية بالتقنية الحيوية

توجد هناك مصادر عدة لإنتاج الأدوية بواسطة التقنية الحيوية، والتي تستخدم لعلاج الكثير من الأمراض، منها:-

● البكتيريا

كانت المركبات الحيوية المصنعة من البكتيريا -ولا تزال- من أهم المصادر المستخدمة في تصنيع البروتينات للاستخدامات الطبية، ومن أشهر تلك البروتينات الأنسولين الذي تم اكتشافه عام ١٩٢١ م، كذلك استخدمت البكتيريا في إنتاج العديد من المركبات الطبية، مثل: فيتامين ب (B)، وفيتامين ك (K)، ومادة الانترفيرون، وحمض اللاكتيك، والإنزيمات الهاضمة للسليولوز والبروتين.

شهدت فترة السبعينات من القرن الماضي

٢- مركبات يمكن تصنيعها جزئياً، مثل: المضادات الحيوية.

٣- مركبات مستخلصة من الطبيعة، مثل: النباتات (النباتات الطبية والعطرية) والحيوانات، وهذه المجموعة تعد صغيرة مقارنة بالمجموعات الأخرى.

٤- مركبات حيوية (بروتينات) يتم تصنيعها بواسطة التقنية الحيوية، وهي ما يعرف بالأدوية الصيدلانية الحيوية. وهناك أمثلة كثيرة عن البروتينات المصنعة بالتقنية الحيوية، فعلى سبيل المثال يعد الأنسولين أول البروتينات المصنعة باستخدام هذه التقنية، وهناك أمثلة أخرى مثل: هرمون النمو، والبروتينات المساعدة على تخثر الدم، كما أن الحاجة لا تزال كبيرة لهذه التقنية لإنتاج وتطوير أدوية فعالة لأمراض مثل: الإيدز، والزهايمر، والتهاب المفاصل

تعد التقنية الحيوية في مجال الصيدلة من المجالات المتزايدة الاتساع عالمياً، حيث زاد عدد الشركات في هذا المجال عن عشرة آلاف شركة، بينما بلغ حجم مبيعات تلك الشركات إلى ٢٠٠ مليار دولار سنوياً.

تصنيف صناعة الأدوية

يمكن تصنيف صناعة الأدوية إلى ما يلي:

١- مركبات عضوية أو لا عضوية صغيرة الوزن

شكل البروتين ثلاثي الأبعاد، ولذا فإن الطحالب مثلها مثل البكتيريا تقتقد الإنزيمات اللازمة لإضافة السكر والروابط بين وحدات البروتين في المكان المحدد، مثل المنتج من قبل خلايا الإنسان، ويسعى العلماء إلى تحويل الطحالب بإضافة هذه الإنزيمات، بحيث يكون بإمكان الطحالب المحورة وراثياً إنتاج البروتين، مع إضافة وحدات السكر على البروتين، وفي المكان المناسب.

تنتج الطحالب اليود الذي يستخدم في علاج الغدة الدرقية، و البروم الذي له استخدامات طبية كثيرة، كما يستخرج منها مركبات حيوية لعلاج الأمراض الجلدية والمعدية التي تشغل العقاقير الأخرى في علاجها، وكذلك تم إنتاج عقار جديد من الطحالب لعلاج مرضى التهاب الكبد الفيروسي (ج) (Hepatitis c)، وأخيراً أمكن التوصل إلى عقار يعالج بعض أنواع مرض السرطان.

● خلايا الإنسان

كانت الخلايا المستخلصة من الإنسان هي المصدر الوحيد الذي يمكن بواسطته إنتاج بروتينات مطابقة لتلك البروتينات الموجودة بداخل جسم الإنسان السليم، ويوجد أنواع من الخلايا يتم دراستها لأغراض علمية، وقد تم التعرف على طبيعة هذه الخلايا واستقرارها عند الزراعة في المختبرات وقدرة إنتاجها للبروتينات المطلوبة، من مميزات استخدام هذه

ليس كل البروتينات تحتاج إلى إضافة مجموعات نشطة إليها، إضافة لسهولة التعامل مع البكتيريا وقلة تكلفة التصنيع باستخدامها، ولذلك تعد الحل المناسب مع المركبات الصغيرة والمركبات التي لا تحتاج إلى إضافات بعد التصنيع.

● الفطريات

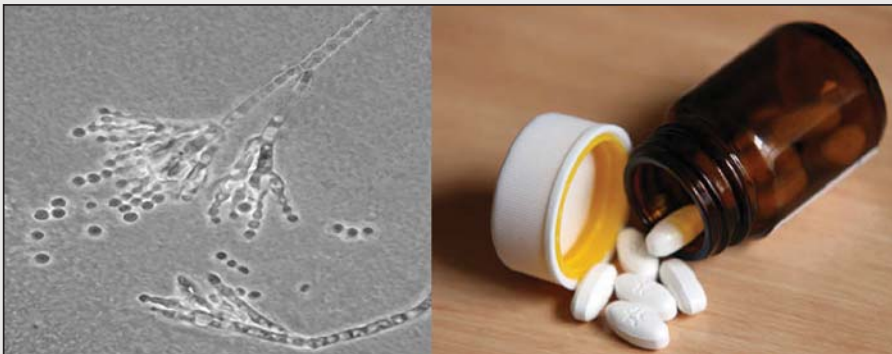
أصبح بالإمكان إنتاج المركبات الحيوية من الفطريات، ولكن حتى وقتنا الحالي لم تستخدم بشكل موسع لهذا الغرض، وقد بدأت بعض الشركات الأمريكية في إنتاج هذه المركبات من الفطريات، ولكن إلى الآن لم يتم تسجيل أي منها كدواء في هيئة الغذاء والدواء الأمريكية. غير أن هذا لا يعني أن الفطريات غير مفيدة في إنتاج الأدوية، بل على العكس من ذلك فإن الفطريات تنتج مركبات كيميائية، مثل: المضاد الحيوي (البنسليين)، المستخدم بشكل واسع في معالجة الأمراض المعدية.

● الطحالب

تتميز الطحالب بمميزات مختلفة عن البكتيريا، لأنها تعد من الكائنات المتعددة، وبالتالي فإن كمية المركبات الحيوية المنتجة منها سوف تكون أكثر من تلك المنتجة من الخلية البكتيرية، إلا أنه يعاب على الطحالب أنها غير قادرة على إنتاج البروتينات المكونة من وحدات عدة، وغير قادرة على إنتاج بروتين مشابه للبروتين المنتج في الإنسان لوجود اختلاف في

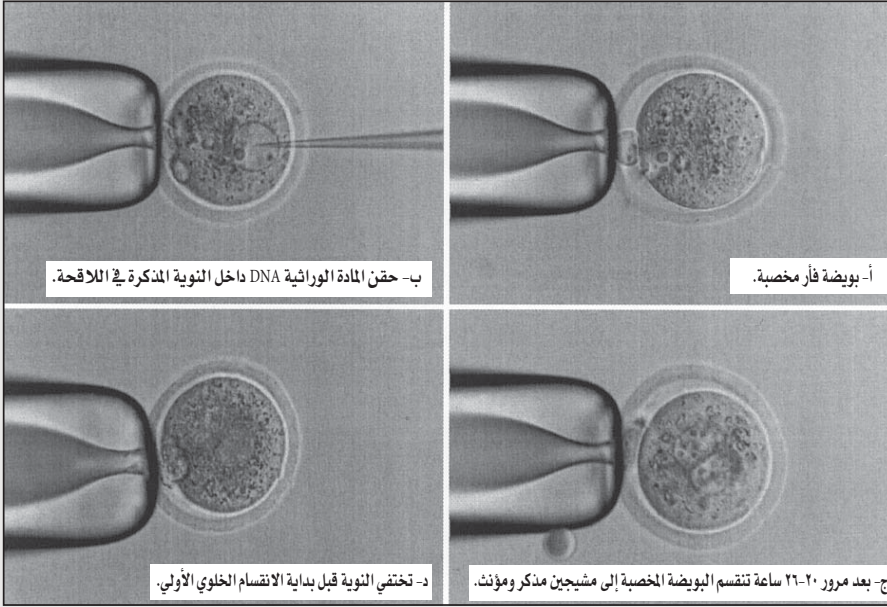
بداية الاهتمام بالتقنية الحيوية في مجال الصيدلة، وقد كان لدخول تقنية الهندسة الوراثية - من أهم التقنيات الحيوية - أثر كبير في هذا المجال، حيث كانت المركبات الحيوية المصنعة في البكتيريا - ولا تزال - من أهم التقنيات المستخدمة في تصنيع البروتينات للاستخدامات الصيدلانية، إذ أصبحت - في بداية عام ١٩٨٠م - البروتينات المصنعة من البكتيريا، مثل: الأنسولين، وهرمون النمو هي الحل المناسب في ذلك الوقت، خصوصاً أن البروتين المستخلص من الحيوانات، مثل: الخنازير والأبقار بدأت تؤثر سلباً على المرض والجهاز المناعي للمريض، لأنه يصنع أجساماً مضادة للبروتينات المأخوذة من الحيوانات ويتعامل مع هذه البروتينات على أنها أجسام غريبة، ولهذا كان الحل الأنسب هو استخدام البكتيريا المحورة وراثياً بحيث تقوم بإنتاج البروتين المراد وبكمية أكثر وتكلفة أقل من تلك المستخلصة من الحيوان. غير أن استخدام البكتيريا في إنتاج البروتينات يعد محدوداً؛ لأن البكتيريا لا تقدر على إنتاج البروتينات المكونة من وحدات عديدة، ولا تقدر على تجميعها وتكوين الروابط المطلوبة بين هذه الوحدات مثل التنظيم الموجود في الخلايا الحيوانية المنتجة للبروتين.

تقوم الخلايا الحيوانية بإنتاج البروتين بترتيب محدد للمحافظة على التجانس بين الوحدات، لكي تنتج بروتيناً نشطاً قادراً على القيام بمهامه في الجسم. فضلاً عن ذلك فإن الخلايا البكتيرية لا يمكنها إضافة جزيئات سكرية أو إضافة مجموعات نشطة تساعد البروتين على القيام بمهامه مثل التي يتم إضافتها في الخلايا الحيوانية، ومع ذلك مازالت الشركات المصنعة تستخدم البكتيريا في تصنيع بعض المنتجات؛ لأنها مهمة في هذا المجال، ولأنه



■ صورة مجهرية لفطر البنيسيليوم مصدر المضاد الحيوي البنسيلين.

■ أقراص المضاد الحيوي البنسيلين.



خطوات استخدام تقنية الحقن الدقيق للصفات الوراثية في بويضة فأر.

إنتاج البروتينات من البروتينات المكونة للحليب، حيث ينتج البروتين المراد تصنيعه مع بروتينات الحليب المنتجة من قبل الحيوان المحور وراثياً ويكون مرتبطاً به، يتم بعد ذلك فصل البروتين المطلوب وتلقيته من بروتينات الحليب بطرق تحليلية مطولة، كذلك يمكن إنتاج البروتينات من دم الحيوان المحور وراثياً، أو من بوله، أو من البروتينات المكونة للبيض، أو من أي سائل داخل جسم الحيوان، وقد استخدمت دودة القز في إنتاج البروتينات مع الحرير المنتج من هذه الديدان ليتم بعد ذلك فصله والاستفادة منه. تعتمد كمية البروتين المصنوع على نوعية الحيوان المستخدم، مثل: البقر، والماعز، والأرانب. فكل حيوان تختلف الكمية المنتجة منه عن الآخر، وذلك حسب حجم الحيوان نفسه، فعلى سبيل المثال: إذا تم إنتاج البروتين مع الحليب، فإن كمية الحليب المنتج من الأبقار أكثر منه في الماعز، فيكون إنتاج البروتين من الأبقار أكثر من غيرها.

وصعوبة التأكد من خلوه من الأمراض التي يمكن أن تنتقل من الحيوانات المنتجة إلى الإنسان، وكذلك صعوبة المحافظة على الحيوانات في جو معقم خالي من الأمراض، حتى لا يفقد الحيوان المستخدم في إنتاج البروتين، مما يسبب زيادة تكاليف الإنتاج.

يتم إنتاج الحيوانات المحورة وراثياً بهدف إنتاج بروتينات لعلاج الأمراض بعدة طرق منها:

- ١- استخدام الحقن الدقيق للصفات الوراثية في البويضة (DNA Microinjection)، وتعتبر هذه الطريقة شائعة ومستخدمة في الاستساخ.
- ٢- استخدام الفيروسات في نقل الصفات الوراثية المطلوبة للبروتين المراد تصنيعه إلى الخلايا أو الحيوانات المنوية قبل تكوين الخلية المخصبة لإنتاج الحيوان المحور وراثياً.
- ٣- استخدام الخلايا الجذعية لنقل الصفات الوراثية للبروتين المراد تصنيعه إلى هذه الخلايا.

توجد عدة طرق لإنتاج البروتينات من الحيوانات المحورة وراثياً، من أكثرها شيوعاً

الخلايا قدرتها على إنتاج البروتين في صورته الطبيعية والقادر على أداء مهامه، ولكن من سلبيات هذه التقنية هي زيادة تكلفة الإنتاج وقلة الكمية المنتجة من الخلايا.

● النباتات

تمتاز تقنية استخدام النباتات لإنتاج المواد الصيدلانية الحيوية بأنها غير مكلفة مالياً، فضلاً عن غزارة إنتاجها وجودته مقارنة بالطرق الأخرى، وقد استخدمت التقنية الحيوية في النباتات لتحسين نوعية المحصول الزراعي، ولزيادة كميته، ولإكسابه جودة غذائية عالية، ولم يقتصر الأمر على هذا فقط، بل استخدمت النباتات المحورة وراثياً في إنتاج المركبات الحيوية لغرض العلاج من الأمراض، وكان أول مركب حيوي أُنتج من النباتات لهذا الغرض هو هرمون النمو (Growth Hormone)، فقد أنتج هذا الهرمون في عام ١٩٨٦م باستخدام نبات التبغ، عن طريق تحويل البروتين الموجود في نبات التبغ وراثياً لإنتاج البروتين المطلوب (بروتين النمو).

قام العلماء بعد ذلك وتحديداً في عام ١٩٨٩م باستخدام هذه التقنية بشكل موسع في إنتاج الأجسام المضادة (Antibody)، مما ساعد على إمكانية إنتاج بروتينات مكونة من عدة وحدات سكرية متصلة، كما تمكن العلماء في عام ١٩٩٢م من إنتاج لقاحات للتطعيم ضد بعض الأمراض، مثل: مرض الفيروس الكبدية.

● الحيوان

يتميز استخدام الحيوانات في إنتاج المركبات الحيوية بعدة مميزات منها: أن المنتج يكون ذو كمية كبيرة، وذو جودة عالية، ومطابق للمركب الأساسي المصنوع بواسطة خلايا الإنسان، ولكن من أبرز سلبياتها صعوبة فصل البروتين المراد تصنيعه عن البروتينات الأخرى،



كتب صدرت حديثاً

أساسيات وتطبيقات الليزر

صدرت الطبعة الثانية من هذا الكتاب عام ١٤٢٨هـ/٢٠٠٧م من النشر العلمي والمطابع بجامعة الملك سعود، وهو من تأليف ج. ويلسون و ج.ف.ب. هوكس وقام بترجمته للغة العربية كل من الدكتور محمد بن صالح الصالحي والدكتور عبدالله بن صالح الضويان.

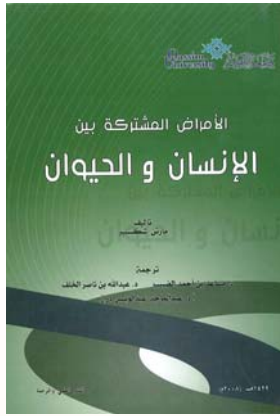


تبلغ عدد صفحات الكتاب ٤٩٧

صفحة من القطع المتوسط، ويتناول أساسيات الليزر وخصائصه مع سرد بعض تطبيقاته، ويحتوي بالإضافة للملاحق والمصطلحات، وكشاف الموضوعات على سبعة فصول هي كالتالي: أساسيات الليزر، وتشغيل الليزر التطبيقية، وخصائص أشعة الليزر، والتطبيقات القياسية والعلمية، والتطبيقات الصناعية والطبية والعسكرية، والتصوير الجسم (الهولوجرافي)، والإرسال والتخزين الضوئي للمعلومات.

الأمراض المشتركة بين الإنسان والحيوان

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤٢٩هـ/٢٠٠٨م من النشر العلمي والترجمة بجامعة القصيم، وهو من تأليف مارتن شكسبير، وقام بترجمته للغة العربية كل من الدكتور مساعد بن أحمد الضبيبي، والدكتور عبدالله بن ناصر الخلف، والدكتور عبدالمجيد عبدالونيس دراز.



تبلغ عدد صفحات الكتاب

٤٠٥ صفحة من القطع المتوسط، ويحتوي - بالإضافة للمراجع والملاحق والمصطلحات وكشاف الموضوعات والمقدمة - على ثمانية فصول هي: الأمراض المشتركة للحيوانات الأليفة، والأمراض المشتركة للحيوانات الزراعية، والأمراض المشتركة المتفولة بالغذاء، ومرض كروتزفيلدات/ جاكوب المتحور، الاعتلال الإسفنجي في الأبقار وأمراض البريون الأخرى، وصندوق باندورا، والأمراض المشتركة الطارئة، واستنتاجات للرعاية الصحية.

الحساسية ومسبباتها

من حبوب لقاح نباتات المملكة العربية السعودية

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب باللغتين العربية والانجليزية عام ١٤٣٠هـ/٢٠٠٩م عن مركز التميز لأبحاث التنوع الإحيائي بجامعة الملك سعود، وقام بتأليفه كل من الدكتور حرب عطا الهريفي، والدكتور أحمد بن حمد الفرحان، والدكتور خالد بن عبدالله الرشيد، والدكتور جاكوب توماس بانداثيل.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٥٦ صفحة من القطع المتوسط باللغة العربية و٥٧ صفحة باللغة الانجليزية، ويحتوي

الكتاب على المواضيع التالية: المقدمة، ومنطقة الدراسة، وجمع المعلومات، وتوزيع الأنواع النباتية ذات العلاقة بحبوب لقاح الحساسية، وحبوب اللقاح، والدراسات التشخيصية والإكلينيكية، وطرق العمل والتحليل الإحصائي، والنتائج، والتعليق، وأمراض الحساسية الشائعة في المنطقة، وحساسية الأنف، والربو الشعبي، و الإكزيما (التمنة الجلدية)، وكيف تحدث الحساسية، والتوصيات وطرق علاج أمراض الحساسية، وتوصيات هامة لمساعدة مرضى الحساسية، والملخص، والمراجع.



عرض كتاب

طعامنا المهندس وراثياً

(كيف تصل الأغذية المحورة وراثياً إلى موائدنا)

عرض: أ.د. ماهر محمد شحاتة

نباتات كاملة من الخلايا المحورة، ودور المورثات الواسمة (Marker genes) في التعرف على دخول المورث الجديد داخل النبات. وفي نهاية هذا الفصل عرض نبذة عن المكتبات الوراثية التي تنتج بتكسير الجينوم الكامل للنبات إلى شظايا بواسطة إنزيمات القصر وتجميع تلك الشظايا بتحميلها على نواقل بكتيرية أو فيروسية.

يناقش الفصل الثالث المعالجة الوراثية (Genetic Manipulation) ودورها في رفع إنتاج اللبن البقري ونوعيته، وزراعة البروتينات الصيدلانية، والتطرق أيضاً لهرمون السوماتوتروبين البقري (Bovine Somatotropin) - هرمون ضروري للنمو وتنامي العضلات وإنتاج اللبن - المطعم بغرض زيادة إنتاج اللبن، وبين أن شركة مونسانتو وحدها استثمرت ما يزيد على مليون دولار في إنتاجه تجارياً، ثم طورته شركات عديدة ونجحت في زيادة إنتاج اللبن من البقر من نحو ألف لتر عام ١٩٠٠م إلى أربعة آلاف لتر عام ١٩٩٠م، لتصل أبقار اللبن إلى قرب حدودها الأيضية. ويشير المؤلف إلى أن رفع الإنتاج يثير القلق على سلامة الحيوان، وأوضح أنه من المرجح أن يؤدي استخدام هذا الهرمون لفترة طويلة إلى زيادة الأمراض المرتبطة بالإنتاج العالي، ومنها مرض التهاب الضرع بجانب اضطرابات أخرى في الأيض والخصوبة، مشيراً في ذلك إلى أن مصلحة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA) أوضحت في عام ١٩٨٦م أن لبن الأبقار المعاملة بالهرمون المطعم وراثياً لن يضر مأمون للشرب وذلك اعتماداً على بيانات جمعتها من أربع شركات، ولكن في منتصف التسعينات اعترفت مصلحة الغذاء والدواء بأنه قد يسبب مشاكل لم تكن متوقعة. استعرض هذا الفصل أيضاً تطور زراعة الحيوانات لإنتاج بروتينات صيدلانية لها أهمية علاجية، حيث حورت أبقار وأغنام وماعز (بالحقن الدقيق لمورثات غريبة في البويضة المخصبة مباشرة باستخدام آلة تشبه ماصة دقيقة للغاية) لتصبح مصانع عقاقير حية ذات كفاءة

من تطورات في إنتاج الأغذية من الكائنات الدقيقة والأسماك والحيوانات والتي تم تحويلها وراثياً، وأشار إلى أنه في عام ١٩٩٦م ولد المملكة المتحدة وحدها ما يزيد على ستين ألف حيوان محور وراثياً، وأنتجت هذه الحيوانات أساساً من أجل استخدامها كنماذج في دراسة أثر العقاقير في الكثير من البحوث الطبية الحيوية، وتحويل أبقار وماعز وأغنام لتنتج بروتينات بشرية في ألبانها.

تطرق المؤلف في الفصل الثاني إلى سرد المصطلحات العلمية والتقنية العسيرة والأفكار، كما تناول باختصار العلم الذي تركز عليه التطورات الحديثة، والتقنيات التي يستعملها المهندسون الوراثيون، كما قام المؤلف بتعريف الهندسة الوراثية بأنها إدخال أو دمج خصائص معينة في كائن حي، أو تعزيزها، أو إقصائها، وذلك يتم بدمج أو خلط المورثات (Manipulation)، ومن ثم فسر معنى الدنيا، والمورثات وكيفية عملها والطرق المتاحة لنقلها إلى المحاصيل النباتية، وأشار لعملية تمثيل أو إنتاج البروتين من عملية التعبير الوراثي. وعرض أدوات المهندس الوراثي وهي إنزيمات القصر (تقطع أجزاء أو مورثات محددة من الدنيا)، وإنزيمات الربط التي تربط أجزاء الدنيا من مصدرين مختلفين. وتناول بعد ذلك طرق نقل المورثات إلى نباتات المحاصيل وهو ما يعرف بالتحويل الوراثي لإنتاج نباتات محورة وراثياً، والناقلات الفيروسية ودورها في تنظيم عمل المورثات، والناقلات البكتيرية ومنها بكتيريا الأجروبكتيريوم (Agrobacterium Tumefaciens) كناقل أو وسيط لإدخال المورثات الجديدة داخل جينوم النبات، وقاذفات أو ماكينات زرع المورثات (Gen gun) داخل النبات دون الحاجة للبكتيريا حيث يتم ذلك بالطرق الفيزيائية والتي طورت في أواخر ثمانينات القرن العشرين. وتطرق بعد ذلك لتقنية زراعة الأنسجة (Tissue culture) لتثنية الخلايا النباتية على بيئات اصطناعية لإنتاج

صدر هذا الكتاب باللغة الانجليزية عن دار (Zed Books Ltd, London) الانجليزية عام ١٩٩٨م في طبعته الأولى، وعام ٢٠٠٣م في طبعته الثانية، وهو من تأليف ستيفن نوتنجهام (Stephen Nottingham).

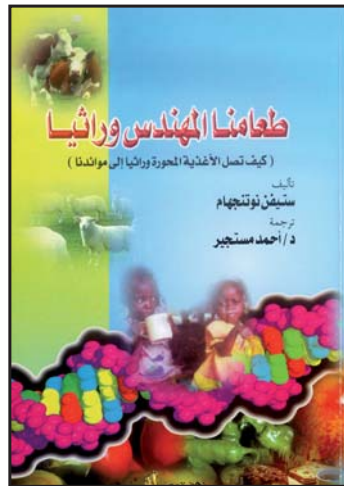
تمت ترجمة الطبعة الأولى من هذا الكتاب بواسطة د/ أحمد مستجير عام ٢٠٠٢م، وصدرت عن دار (نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع) في ٢١٢ صفحة من القطع المتوسط. يضم الكتاب بين دفتيه خمسة عشر فصلاً بالإضافة إلى المقدمة، والفهرس، والمعاجم (انجليزي-عربي، عربي-انجليزي). استعرض المؤلف في الفصل الأول تاريخ التحسين الوراثي في النباتات الزراعية، وحيوانات المزرعة، وتطرق إلى الانتخاب الاصطناعي ودوره في التحسين الوراثي، مشيراً إلى قوانين الوراثة التي وضعها «جريجور مندل». وعرض بإيجاز الثورة الخضراء التي نتجت من تطبيق قوانين مندل في برامج تربية النبات والتي تسببت مع الأسمدة في إنتاج سلالات من البذور الهجينة عالية الجودة و الإنتاجية في الفترة ما بين ١٩٥٠م إلى ١٩٨٤م. وبعد ذلك أوضح أوجه الاختلاف بين تقنيات الهندسة الوراثية وتقنيات التربية السابقة، وناقش التقنيات الحديثة في سياق تاريخ التحسينات الوراثية الزراعية، والمدى الذي وصل إليه الطرح التجريبي للمحاصيل عبر الجينية (عبر الوراثة) أو (المحورة وراثياً) وما يعنيه من استثمارات ضخمة في البحوث والتطوير بهذا المجال، مع الإشارة إلى أن عام ١٩٨٢م شهد إنتاج أول نبات محور وراثياً وهو نبات الطباق، وأن عدد النباتات التي حورت وراثياً وصل عام ١٩٩٥م إلى ما يزيد على ستين نباتاً، كما وصل عدد الاختبارات الحقلية إلى ما يزيد على ثلاثة آلاف اختبار، وأن الولايات المتحدة الأمريكية حظيت بأكبر عدد من التجارب الحقلية، تليها فرنسا وكندا. بالإضافة لذلك استعرض المؤلف ما حدث

تناول المؤلف في الفصل السادس الأغذية المفصلة والنباتات المهندسة وراثياً، حيث استعرض سلسلة من المحاصيل التي حورت وراثياً لتسهيل عمليات التصنيع. وبخصوص التحويرات في تصنيع الأغذية وفي مذاقها، استعرض إنتاج طماطم فليفر سيفر (Flavr Saver) على أنها أول ما سُوِّق عام ١٩٩٤م من الخضروات المهندسة وراثياً بواسطة شركة «كالجن» (Calgene) الأمريكية، وأنها حورت من أجل تأخير النضج بتغييرات كيميائية تجعلها تبقى معروضة زمناً أطول على الرف، مشيراً إلى أن ما يفسد من الفواكه والخضروات التي تزرع تجارياً قد يصل إلى النصف، ولتقليل هذا الفاقد بدأت فرق بحثية العمل على إنتاج سلسلة من الفواكه والخضروات كالتماطم بطيئة النضج، ولكن تتميز بفترة تخزين أطول. كما استعرض المؤلف في هذا الفصل تحوير بذور إنتاج الزيت لبعض النباتات مثل الكانولا وشلجم الزيت لأغراض صحية بتغيير التوازن بين أنواع الدهون. بعد ذلك لخص المؤلف عملية تحوير نباتات مثل فول الصويا والتي تحتوي على أحماض أمينية وبروتينات تماثل البروتينات الحيوانية. وعرج إلى استعراض إنتاج محاصيل تقاوم الآفات الفطرية (نباتات الطماطم والبطاطس)، والفيروسية (نباتات الطماطم والبطاطس والبنجر السكر)، والاصقيع (نباتات الطماطم والفاصوليا). وتطرق أيضاً إلى التطورات المستقبلية المحتملة في المحاصيل المحورة وراثياً، بما في ذلك إنتاج سلالات تتحمل الجفاف (نباتات الطماطم والقمح)، أو تتحمل الملوحة (نباتات الأرز والشعير والبطاطم والبطيخ) أو تثبت الأزوت الجوي (محاصيل الحبوب). وفي نهاية هذا الفصل استعرض المؤلف استخدام النباتات لإنتاج العقاقير (نباتات الموز واللوبياء)، والمواد الخام للصناعة (نباتات القطن).

ناقش المؤلف في الفصل السابع المخاطر البيئية التي قد يسببها طرح الكائنات الدقيقة والمحاصيل المحورة وراثياً في البيئة، مبيناً أن الكائنات الدقيقة المحورة بمورثات تميل إلى مقاومة التحلل - عن قصد أو بدون قصد - وقد تشكل مخاطر بيئية أكبر لأنها تبقى في البيئة فترة أطول. واستعرض الفصل

«سببا جايجي»، وفول الصويا وبنجر السكر المقاوم لمبيد «راوند أب» (Roundup) الذي أنتجته شركة «مونسانتو». ويتطرق في نهاية الفصل للاعتبارات البيئية، مشيراً إلى أنه قد أمكن بالتربية التقليدية إنتاج محاصيل مقاومة لمبيدات الحشائش، وأن الهدف من إنتاج نباتات محورة مقاومة لمبيدات الأعشاب من وجهة النظر التجارية دائماً هو بيع مبيدات أكثر، وأن زيادة مستوى الرش بمبيدات الأعشاب يتسبب في انتخاب الحشائش المقاومة للمبيد والتسبب في مشاكل زراعية، فضلاً عن الآثار البيئية السيئة للمبيدات على المواطن الطبيعية القريبة من حقول الزراعة.

استعرض الفصل الخامس المحاصيل المقاومة للحشرات والمورثات البكتيرية التي أدخلت في تركيبها الوراثي لإعطائها صفة المقاومة وبالتالي تقليل استخدام المبيدات الحشرية. مع الإشارة لبكتيريا البي تي (Bacillus Thuringiensis Bt) وهي واحدة من أنواع بكتيريا التربة والتي تُكسب - أثناء التبوغ وتكوين الجراثيم - مستويات عالية من بروتينات تسمم الحشرات حيث تتحلل في أمعائها عالية القلوية لتطلق السموم، وتصل البروتينات بالأبواغ إلى حوالي ٢٠٪ من وزنها. تحدث المؤلف أيضاً عن استغلال نقل تلك المورثات من البكتيريا لإنتاج نباتات محورة تقاوم الحشرات منها الطماطم والبطاطس، والذرة، والقطن. وأشار إلى القلق البالغ من انتشار المحاصيل المحورة وراثياً التي تحمل سموم الحشرات، وذلك لأن الحشرات قد تطور مقاومتها لهذه السموم.



تنتج العقاقير في ألبانها في صناعة جديدة أطلق عليها الزراعة الصيدلانية (Pharming). مشيراً إلى أن وزارة الزراعة الأمريكية أن تكاليف إنتاج حيوان رائد واحد من الخنازير والأغنام والأبقار تبلغ على التوالي ٢٥٠٠٠، ٦٠٠٠٠، ٥٠٠٠٠٠ دولار. وتحدث عن أول عنزة محورة وراثياً في المعمل تسمى «جريس» أنتجت في عامها الأول نحو كيلو جرام من عقار علاجي، وتبع ذلك إنتاج بقرة محورة وراثياً اسمها «روزي» في معهد روزالين باسكتلندا اكتشف في لبنها بروتين (α-lactalbumin) الموجود في لبن النساء. وفي النهاية يشير المؤلف إلى الاستساخ الجنيني للحيوانات وأن أول حيوان مستساخ على مستوى الجنين هي النعجة دوللي (Dolly) والتي أعلن عن استساخها في فبراير ١٩٩٧م بمعهد روزالين باسكتلندا، وأثر ذلك في دراسة الوراثة والنمو في الحيوان، وما تبعها من حيوانات أخرى. وفي نهاية الفصل تم التطرق إلى صراع الشركات والضمانات المالية الضخمة في سوق البروتينات العلاجية (قدرت عام ١٩٩٧م بنحو ٧،٦ بليون دولار، وارتفعت إلى ١٨،٥ بليون دولار عام ٢٠٠٠م)، كما تحدث عن آراء الإعلام وبعض العلماء في قضية استساخ الحيوانات، وكيف تحول موضوع استساخ دوللي إلى محل خلاف وجدل شديدين.

ناقش المؤلف الفصل الرابع فوائد مقاومة الأعشاب، وكيفية إنتاج نباتات مهندسة وراثياً مقاومة لمبيدات الأعشاب والتي تعد أهم الصفات المرغوبة هندستها وراثياً في النباتات، وقد أشار المؤلف إلى أهم المحاصيل المقاومة التي أنتجتها بعض الشركات مثل شركة «مونسانتو». وإلى تحلل معظم مجاميع مبيدات الأعشاب طبيعياً في الحقل بفعل بكتيريا التربة، واستغلال العلماء ذلك بنزع المورثات المشفرة لإنزيمات نزع السمية من بكتيريا التربة ونقلها للمحاصيل. وكشف أن المبيد العشبي «جليفوسيت» له مجال انتقائي يؤثر بعد الإنبات، وعليه يمكن استخدامه في مقاومة معظم الأنواع الرئيسية من الأعشاب والحشائش في حقول المحاصيل، وأن أول نبات أنتج لتحمل هذا المبيد كان نبات الحجازي تبع ذلك نقل مورثات من نبات البرسيم الحجازي وبعض بكتيريا التربة لإنتاج محاصيل مقاومة للمبيد العشبي «باستا» ومنها الذرة التي أنتجتها شركة

أيضاً النباتات المحورة المقاومة للفيروسات وإمكانية التقاط الفيروسات لبعض المورثات مما يؤدي لتفاهم الأعراض التي يعاني منها النبات بدلاً من تقليدها. ويشير المؤلف إلى إمكانية أن تصبح المحاصيل المحورة وراثياً حشائش عدوانية، وكذلك إمكانية أن تظهر حشائش مقاومة للمبيدات والحشرات نتيجة للتدخل والتبادل غير المخطط له بين هذه المحاصيل وبين بعض أنواع الحشائش ذات القرابة، وإلى إمكانية أن يتسبب هذا في تهديد المواطن الزراعية أو الطبيعية.

استعرض المؤلف **الفصل الثامن** المخاطر المحتملة على صحة الإنسان والحيوان من المحاصيل المحورة وراثياً. وركز على الحساسية - هناك نسبة تتراوح ما بين ١ إلى ٢٪ من سكان دول الغرب لديها استجابات حساسية ضد أنواع معينة من الأغذية، منها اللبن، والبيض، والفول السوداني، والأسماك، وفول الصويا، والحبوب، والفاصوليا، والقمح، والجزر، والكرف - التي قد تسببها الأغذية المحورة وراثياً، كما ركز على إمكانية انتقال مقاومة المضادات الحيوية إلى الكائنات الدقيقة التي تعيش في أمعاء الحيوان والإنسان بسبب وجود مورثات واسمة - تستخدم كدليل على التأكد من دخول المورث المحور وانتقاله لجينوم النبات - في الكثير من المحاصيل المحورة وراثياً، مع الإشارة للاستخدام الروتيني للمضادات الحيوية في أعلاف حيوانات المزرعة، وأشار إلى أنه من المسلم به عموماً أن الجهاز الهضمي يعمل كحاجز طبيعي للدنا، فحموضة أمعاء الإنسان والحيوان تحلل الدنا، ولكن هناك دراسات على فئران التجارب أوضحت تحلل معظم الدنا في الأمعاء، كما أن بقاء بعض الدنا بدون تحلل في الأمعاء والدم، ربما يؤدي لتقليل فعالية مضادات حيوية معينة عندما تستخدم في علاج الإنسان والحيوان.

خصص المؤلف **الفصل التاسع** لإثارة بعض القضايا الأخلاقية الخاصة بالتحوير الوراثي للغذاء، مشيراً إلى أنه في عام ١٩٩٢م صدر أول تقرير عن «لجنة أخلاقيات التحوير الوراثي واستعمالات الغذاء»، والتي تم تشكيلها من قبل الحكومة البريطانية، وحددت اللجنة ثلاثة مجالات قد تثير قلقها: هي نقل

مورثات الإنسان إلى الحيوانات التي تستخدم طعاماً للإنسان، ونقل مورثات من حيوانات تحرم بعض الأديان أكل لحومها إلى حيوانات لحومها محللة، ونقل مورثات حيوانية إلى محاصيل نباتية قد تصبح غير مقبولة لدى النباتيين. أما القضايا الأخلاقية الأكثر تأثيراً فكانت خارج نطاق عمل اللجنة، مثل ضرورة الرفق بالحيوان عند تحويله وراثياً.

استعرض المؤلف في **الفصل العاشر** موضوع تسجيل البراءات على النبات، الحقوق الملكية الفكرية ودمجها في اتفاقية الجات (GATT) وفي وريثتها منظمة التجارة العالمية (WTO)، مشيراً إلى أن البراءات كثيراً ما تكون عريضة التحديد لتغطي أية عملية وراثية لمحصول نباتي معين. وأن لإصدار البراءات ضمانات هامة بالنسبة لمزارعي الدول الصناعية والدول النامية. وذكر المؤلف أيضاً الانتقادات القائلة بأن الموارد الوراثية قد استغلت بشكل ظالم، وأن الاتفاقيات التجارية تتعارض مع معاهدة الأمم المتحدة الخاصة بالتنوع الحيوي.

تناول المؤلف **الفصل الحادي عشر** قوانين الكائنات المحورة وراثياً وقوانين المنتجات الغذائية. مستعرضاً بإيجاز الهيكل التنظيمي للبحوث والتطوير بالولايات المتحدة الأمريكية وإنجلترا فيما يختص بالكائنات والأغذية المحورة وراثياً.

تطرق المؤلف في **الفصل الثاني عشر** إلى موافقات توزيع وتسويق الأغذية المحورة وراثياً بعد الحصاد في أوروبا، كما وصف الجدول السياسي الذي يجري هناك حول شحنات فول الصويا والذرة المنقولة بحراً والتي اختلط فيها المحور وراثياً بغير المحور، والتهديدات بشن حرب تجارية، مع الإشارة إلى ظهور موجة جديدة من المحاصيل المحورة وراثياً منها الكانولا المحورة لصفتي مقاومة الحشرات ومبيدات الأعشاب، والطماطم التي تتحمل النقل والتخزين لفترات طويلة. واستعرض هذا الفصل أيضاً نمو المعارضة في أوروبا ضد الأغذية المحورة وراثياً، وكيف أثر ذلك في قرارات الدول الأعضاء بتقييد تسويق وزراعة الذرة المحورة.

استعرض المؤلف **الفصل الثالث عشر** ملخصاً

لحجج المؤيدين والمعارضين لضرورة وسم الأغذية ببطاقات، أو علامات، أو ملصقات للتعريف بما إذا كانت محورة وراثياً، كما وصف هذا الفصل أيضاً تطور تشريعات وضع العلامات على الأغذية في أوروبا، وأثر تدخل منتجي الأغذية وبائعي التجزئة والمستهلكين والحكومات في محاولة التأثير على قرارات وضع تلك الملصقات التعريفية.

تناول المؤلف في **الفصل الرابع عشر** ما حققته المحاصيل المحورة وراثياً من وعودها الأولى، ومدى تأثيرها على العالم الثالث، مشيراً إلى تأكيد الشركات متعددة الجنسيات المروجة للمحاصيل المحورة وراثياً أهمية هذه المحاصيل في رفع الإنتاج الزراعي لمواجهة تزايد سكان العالم، وحل مشاكل الجوع، وتقليل استخدام المبيدات. ويستعرض هذا الفصل كذلك الجدول القائم من قبل النقاب بأن المحاصيل المحورة وراثياً لن تقدم إلا إسهاماً متواضعاً في حل مشاكل الجوع، والتأكيد على أن الشركات المنتجة للمحاصيل المحورة وراثياً هي نفسها المنتجة للمبيدات، مع الإشارة إلى أن المحاصيل المحورة وراثياً التي سمح بطرحها في الأسواق تتطلب مدخلات كثيرة من الأسمدة والمياه ومبيدات الآفات، كما أنها لا تتوافق مع الأفكار الحالية عن الزراعة المستدامة تطرق المؤلف في **الفصل الخامس عشر** والأخير إلى مستقبل الأغذية المحورة وراثياً، ومن المستفيد منها، واستعرض المخاطر المحسوسة والفوائد، ومعرفة الشركات متعددة الجنسيات المنتجة لها وسعيها لكسب قلوب وعقول المستهلك، وحملات العلاقات العامة للصناعة في أوروبا للترويج للأغذية المحورة وراثياً.

يعد هذا الكتاب بنسخته الإنجليزية والعربية مرجعاً مهماً ليس للأكاديميين المختصين العاملين في هذا المجال ولا المزارعين ولا المستهلكين فحسب، ولكن تتجاوز أهميته إلى ضرورة اقتنائه من جميع أفراد المجتمع لأخذ صورة كاملة عن المأمول والمحظور من عملية التحوير الوراثي والمنافع والمخاطر.

مصطلحات علمية



وتعتمد على تسخين وتبريد المادة الوراثية في وجود البادئات ومتطلبات التفاعل الأخرى.

Phenotype الطراز المظهري

صفات الكائن الحي المظهرية التي تُشاهد بالعين (مثل الطول والقصر والشكل واللون) أو الوظيفية أو التركيبية الناتجة عن تأثير المورثات.

الحمض النووي الريبوزي

Ribonucleic Acid – RNA

حمض نووي يوجد في النواة وفي السيتوبلازم يلعب دور أساس في تصنيع البروتين، وهو ثلاثة أنواع هي: الرسول (mRNA)، والناقل (tRNA)، والريبوزومي (rRNA).

السمات الوراثية على مستوى النيوكليوتيدة الواحدة SNPs

اختلاف تتابع المادة الوراثية في نيوكليوتيدة واحدة فقط، فتكون في شخص أدنين وفي آخر جوانين وفي ثالث ثايمين وهكذا في كل موقع من هذه المواقع. يعتبر الكشف عن اختلاف تركيب المادة الوراثية بين الأشخاص - على مستوى النيوكليوتيدة الواحدة - من أحدث التطبيقات التي يتم حالياً إجراء المزيد من البحوث والدراسات لاستخدامها في المجال الجنائي بشكل روتيني.

Transcription النسخ

نقل المعلومات الوراثية من الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) والممثلة في صورة ترتيب معين من النيوكليوتيدات إلى تتابع مكمل من النيوكليوتيدات في الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA)، أو الناقل (tRNA)، أو الريبوزومي (rRNA).

Translation الترجمة

تحويل لغة النيوكليوتيدات على الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA) إلى لغة الأحماض الأمينية المكونة للبروتين، وتتم بواسطة الريبوزومات بمساعدة الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA) والحمض النووي الريبوزي الريبوزومي (rRNA).

Gene Expression التعبير الوراثي

عملية تحويل لغة النيوكليوتيدات المكوّنة للحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) إلى لغة الأحماض الأمينية المكوّنة للبروتين، وتتم في خطوتين متتاليتين هما النسخ والترجمة.

Gene Therapy العلاج الوراثي

علاج مرض محدد عن طريق نقل المادة الوراثية (مورث أو أكثر) إلى خلايا الشخص المريض.

Genotype الطراز الوراثي

التركيبة الوراثية التي يحملها الفرد على شكل مورثات سواء كان ذلك زوج أو أكثر من المورثات، وهو المسؤول عن تكوين الطراز المظهري.

Growth Regulators منظمات النمو

مواد لها دور أساسي في تنسيق النمو والتميز في خلايا وأنسجة النبات النسيجي، وتضم الأوكسينات، والسيتوكينينات، والجبرالينات، وحامض الأبسيسك.

Fermentation التخمر

التحويل الإنزيمي للمواد العضوية، وتستمد طاقتها من أكسدة المركبات العضوية كالمركبات السكرية.

Haploid أحادي العدد الصبغي

الصورة الفردية التي تكون عليها الصبغيات داخل أنوية الخلايا الجنسية، كما في حالة الأمشاج.

Interferons الإنترفيرونات

جليكوبروتينات (بروتينات مرتبطة بجزئيات سكرية) وتلعب دوراً هاماً في مقاومة بعض الفيروسات وبعض أنواع السرطان.

Microarrays المصفوفات المجهرية

شرائح زجاجية أو سليكونية طُبِع عليها آلاف من تتابعات السلسلة الخاصة بكل مورث، فهناك شرائح خاصة بجينوم عدد من الكائنات (الإنسان، الحيوان، النبات، والميكروبات).

Nucleotide نيوكليوتيدة

جزء مكون من قاعدة نيتروجينية (إما بيورين أو بريميدين) مع سكر خماسي الكربون بالإضافة إلى ثلاث مجموعات فوسفاتية.

PCR تفاعل البلمرة التسلسلي

تقنية تتم بها مضاعفة المادة الوراثية،

ثلاثي فوسفات الأدينوسين

Adenosine Triphosphate - ATP

مركب عضوي يُعد المنبع المباشر للطاقة اللازمة لأنشطة الخلايا.

Anticodon مضاد الشفرة

مجموعة من ثلاث قواعد (نيوكليوتيدات) متجاورة على جزيء الحمض النووي الريبوزي الناقل (tRNA) الذي يتزاوج مع شفرة مكمل على جزيء الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA).

Bioinformatics المعلوماتية الحيوية

العلم الذي يهتم بالبحث والتنقيب في البيانات الموجودة في أجزاء نظام الكائن الحي والعمليات المختلفة التي تتم فيه.

Biotechnology التقنية الحيوية

تقنية تتناول استخدام الكائنات الحية أو مكوناتها تحت الخلوية بغرض إنتاج أو تحويل أو تطوير منتجات ذات قيمة وفائدة للإنسان.

Chlorophyll صبغة اليخضور

الصبغة الخضراء المستخدمة في البناء الضوئي، وهي التي تعطي البلاستيدة التي تحملها هذا اللون.

Chromatid كروماتيدات

خيطان من صبغي مزدوج ملتصقان ببعضهما عن طريق الجسم المركزي (Centromere).

Cloning الاستنساخ

استخدام الكائنات الحية لإنتاج مجموعة لها نسخة طبق الأصل من المادة الوراثية.

Codon كودون

القواعد (النيوكليوتيدات) الثلاث المتجاورة في جزيء الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) أو الحمض النووي الريبوزي الرسول (mRNA) والتي تشفر لحامض أميني معين.

الحمض النووي منقوص الأكسجين

Deoxyribonucleic Acid – DNA

حمض نووي موجود في الصبغيات التي تخزن المعلومات الوراثية للكائن الحي.

Diploid ثنائي العدد الصبغي

الصورة الزوجية التي تكون عليها الصبغيات داخل أنوية الخلايا الجسدية.

كيف تعمل الأشياء؟

طابعة الليزر (الجزء الثاني)



د. ناصر بن عبدالله الرشيد

يسقط شعاع الليزر بزواوية تجعله يمر بطول السطح الأفقي للأسطوانة، وتستمر الاسطوانة في الدوران خلال عملية المسح هذه، وكذلك يستمر تدفق البيانات من الذاكرة التي تتحكم بمرور أو حجب شعاع الليزر، ليشكل النقاط والفجوات المكونة للصورة على سطح الاسطوانة.

الجدير بالذكر أن بعض الطابعات تستخدم صمامات إلكترونية قاذفة للضوء (Light Emitting Diodes) للمسح بعرض الاسطوانة بدلاً من وحدة الليزر، ولكن هذه الطابعات لا تسمى طابعات ليزرية.

يستخدم الليزر لتوليد شعاع دقيق - حتى مع المسافات الطويلة - يقوم بـ «تحييد» أو «عكس شحنة» الأجزاء البيضاء من الصورة المراد طباعتها تاركاً الأجزاء غير البيضاء مشحونة بشحنتها الكهربائية الساكنة السالبة على سطح الاسطوانة، وذلك لتمكين تلك الأجزاء المشحونة من التقاط ذرات التونر فيما بعد.

● التظهير

يطلق على هذه العملية عملية التظهير أو التحميض (Developing) لأنها تشبه عملية تحميض الأفلام الفوتوغرافية، وفيها يتم تعريض سطح الاسطوانة - المحتوية على الصورة في شكل شحنات كهربائية ساكنة - إلى التونر، الذي تحمل جزيئاته شحنات كهربائية ساكنة مغايرة للشحنات المكونة للصورة على الاسطوانة؛ مما يجعل تلك الجزيئات تتجذب إلى سطح الاسطوانة في الأماكن المكونة للصورة المراد طباعتها، والتي قام الليزر بتحييد أو قلب شحنتها على سطح الاسطوانة، في حين أن تلك الجزيئات

يسعدنا أن نواصل ما بدأناه في العدد السابق من الحديث عن كيفية عمل طابعة الليزر، حيث تم التطرق من خلاله إلى مقدمة عامة عن تاريخ نشوء طابعة الليزر، والمبدأ الذي تقوم عليه، وآلية عملها، وخصائصها، وختم هذا الجزء بحديث مفصل عن مكوناتها، وفي هذا الجزء سنستكمل الموضوع من خلال ما يلي:

مراحل الطباعة

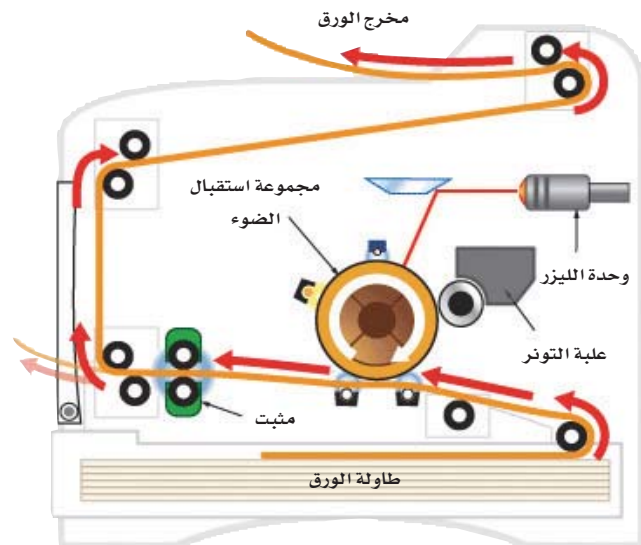
تتمثل مراحل الطباعة الليزر، شكل (١) فيما يلي:

● الشحن الكهربائي

تعتمد فكرة عمل طابعة الليزر على شحنات الكهرباء الساكنة، مثلها مثل آلة تصوير المستندات، حيث يقوم سلك الشحن الرئيسي (Corona Wire) في الطابعات القديمة، أو بكرة الشحن الرئيسية (Primary Charge Roller) في الطابعات الحديثة بتسليط شحنة كهربائية ساكنة على السطح الحساس لأسطوانة نقل الصورة (Photoreceptor) أو الوحدة الناقلة للصورة (Photoconductor).

● الكتابة

تقوم وحدة الليزر - في هذه المرحلة - بتوجيه شعاع من الليزر نحو مرآة مضلعة قابلة للدوران بواسطة محرك خاص بها. تقوم هذه المرآة بإعادة توجيه شعاع الليزر نحو مجموعة من العدسات والمرآيا الأخرى، والتي تقوم بدورها بإسقاط أشعة الليزر على أماكن محددة مسبقاً - من قبل معالج (Microprocessor) خاص - على سطح الاسطوانة الحساس للضوء.



شكل (١) خط سير الورقة داخل طابعة الليزر.

الاسطوانة يمرر على لمبة تفريغ الشحنة. يعرض هذا الضوء الساطع كل سطح مستقبل الضوء؛ مما يؤدي إلى مسح الصورة الإلكترونية السابقة وتتهيئتها لعملية شحن كهربائي جديد. عندئذ يمر سطح الاسطوانة على سلك الشحن (Transfer Corona Wire) الذي يعيد شحنها من جديد.

لغة التواصل

تحتاج الطابعة والحاسب المضيف لكي يتم التواصل بينهما أن يتحدثا بنفس اللغة الوصفية للصفحة، وقد كان الحاسب في الطابعات القديمة يرسل مجموعة خاصة من الملفات وشفرة بسيطة تعطي الطابعة بعض المعلومات حول التشكيل الأساسي، كما أن الطابعات - في السابق - لديها أنواع قليلة من الفونتيات. أما في وقتنا الحاضر فيوجد مئات من الفونتيات التي تجعل الإنسان لا يتردد في طباعة الرسوم المعقدة. ولذلك فإن الطابعات الحديثة تحتاج إلى لغات متقدمة لكي تقوم بالسيطرة والتحكم في المعلومات المتشعبة. تعد لغة هيوليت باكارد المعروفة باسم لغة أوامر الطابعة (Printer Command Language-PCL)، وأدوبي بوست سكريبت (Adobe's Postscript) هي اللغات الأولية لطابعة الليزر هذه الأيام. وتعمل أي من اللغتين على تصوير الصفحة بصيغة الناقل (Vector) بدلاً من تصويرها على هيئة سلسلة من النقاط، أي صورة نقطية (Bitmap Image).

تأخذ الطابعة صورة بيانات المتجهات وتحولها إلى صفحة نقطية. يمكن من خلال هذا النظام أن تستقبل الطابعة الصفحات المنسقة، وعرض أية صيغة من الحروف أو الصور، كما يمكن للطابعة نفسها أن تشيء الصورة النقطية، واستخدام درجات أعلى من الدقة.

تستخدم بعض الطابعات صيغة (Graphical Device Interface) بدلاً من (PCL). ينشئ الحاسب المضيف - في هذا النظام - المصفوفة النقطية نفسها، ولذلك فإن المراقب لا يعالج أي شيء، بل إنه فقط يرسل تعليمات النقاط على الليزر.

يجب على المراقب - في معظم طابعات الليزر - تنظيم جميع البيانات التي يستقبلها من الحاسب المضيف، والتي تشمل على الأوامر التي تخبر الطابعة ماذا يجب عليها أن تعمل، ونوع الورق المستخدم، وكيف تختار الحروف المطلوبة.

● النقل

تقوم اسطوانة نقل الصورة ذات السطح الحساس (Photoreceptor) بالضغط على الورقة، فينتقل التونر من سطحها إلى الورقة معطياً بذلك الصورة كما أرسلت من الحاسب. وفي الطابعات المتقدمة تستخدم بكرة تمرير (Roller) على الوجه الآخر من الورقة لتشحن الورقة بشحنة معاكسة لشحنة التونر لتجعلها أكثر قدرة على التقاط جزيئات التونر من على سطح الاسطوانة.

● التثبيت

عند مرور الورقة على وحدة التثبيت (Fuser Assembly) المكونة من بكرتين، فإنها تقع تحت ضغط عالي؛ ودرجة حرارة تصل إلى ٢٠٠م؛ مما يؤدي إلى انصهار مسحوق البلاستيك وتثبيته على ألياف الورقة. أما إذا كان مرور الورقة عبر وحدة التثبيت بطيئاً فإن هذا سيتيح وقتاً أطول لبكرة التسخين لصهر التونر على الورقة، إضافة إلى أنه سيجعل وحدة التثبيت تعمل على درجة حرارة أقل. وفي العادة فإن طابعات الليزر الصغيرة زهيدة الثمن تكون سرعة طباعتها منخفضة نتيجة لهذا التصميم الموفر للطاقة مقارنة بالطابعات ذات سرعة الطباعة العالية، حيث تمر الورقة بسرعة كبيرة خلال وحدة تثبيت تتمتع بدرجة حرارة مرتفعة كافية لتثبيت التونر في ذلك الوقت القصير لمرور الورقة.

● التنظيف

قد يحدث أن يتبقى بعض من جزيئات التونر على سطح الاسطوانة بشكل عرضي، وذلك في حالات استثنائية، مثل انحشار ورقة في الطابعة أثناء عملية الطباعة، حيث يكون التونر جاهزاً لكي يثبت على الورقة. ونظراً لأن هذه العملية لم تتم، لذا يجب أن يسمح هذا التونر من على سطح الاسطوانة، وتعاد عملية الطباعة من جديد.

الجدير بالذكر أنه يجب عدم استخدام التونر المفقود مرة أخرى، لأنه يكون قد اختلط بالأتربة والزغب الناتج عن الورق، فيؤثر على جودة الصورة. ولأن إعادة استخدام التونر سوف يتسبب في تكون صورة ملطخة الأجزاء، أو تونر غير مثبت جيداً على سطح الورقة؛ وبالتالي فإنه يجب استخدام تونر نظيف للحصول على صورة مطبوعة بجودة عالية.

● تفريغ الشحنة

بعد ترسب التونر على الورقة فإن سطح

سوف تتناثر ولن تلتصق بسطح الاسطوانة في الأماكن التي لم يسقط عليها شعاع الليزر، وذلك لأنها تحمل نفس شحنة الاسطوانة في تلك الأجزاء. وتشبه هذه العملية الكتابة بالغراء على علب مشروبات غازية، ثم دحرجتها على دقيق، مما يؤدي إلى التصاق الدقيق بأجزاء العلب المغطاة بالغراء فقط، وهكذا سيتم الحصول على رسالة مكتوبة بالمسحوق.

تدور الاسطوانة - بنفس نموذج المسحوق الملتصق بالعلبة - على الورقة التي تتحرك على طول السير الذي تحتها، وقبل أن تلتف الورقة تحت الاسطوانة فإنها تشحن بشحنات سالبة بواسطة سلك التوصيل (Transfer Corona Wire)، بحيث تكون شحناتها أقوى من الشحنات الكهربائية الساكنة للصورة، ولذلك تقوم الورقة بسحب مسحوق التونر من سطح الاسطوانة الحساس. ونظراً لأن الورقة تتحرك بنفس سرعة الاسطوانة فإنها تلتقط الصورة كاملة، وبفعل التفاصيل. ولمنع التصاق الورقة بالاسطوانة فإنه يتم - في الحال - تفريغ الشحنات من الاسطوانة بعد التقاط التونر بواسطة سلك الفصل (Detach Corona Wire).

تتوقف كثافة الحبر في الصورة المطبوعة على قوة الشحنة الكهربائية المعطاة لجزيئات التونر، فبمجرد قطع جزيئات التونر للمسافة الموصلة إلى سطح الاسطوانة تعمل شحنة الكهرباء الساكنة لهذه الجزيئات نفسها على صد ومقاومة باقي جزيئات التونر الأخرى - تحمل نفس شحنتها - من الانتقال إلى سطح الاسطوانة، وبالتالي لو كان فرق الجهد (Voltage) منخفض فإن طبقة خفيفة من التونر ستكون كافية لمنع مزيد من التونر من الانتقال إلى سطح الاسطوانة؛ وبالتالي ستخرج الصورة باهتة إلى حد ما. وبالعكس إذا كان فرق الجهد مرتفعاً، فإن طبقة رقيقة منه على سطح الاسطوانة لن تكون كافية لمنع المزيد من الوصول إلى سطح الاسطوانة، وبذلك سيستمر تدفق التونر حتى تتكون طبقة سميكة منه على الاسطوانة تكون كافية لمنع تدفق التونر إلى الاسطوانة، وبذلك ستخرج الصورة المطبوعة بدرجة لون أغمق؛ مما يعني أنه كلما تم تعديل إعدادات الطابعة إلى طباعة صور أغمق كلما زاد الجهد المستخدم في عملية الطباعة. وعند الطباعة على أغمق الدرجات يكون فرق الجهد كافياً لجعل التونر يجذب إلى الأجزاء غير المكتوبة من سطح الاسطوانة، مما سيعطي تلك الأجزاء ظلاً خفيفاً في كامل الصفحة.

مساحة للتفكير

مسابقة العدد

عدد الإطارات

فإذا علمنا أن العمر الافتراضي للإطار ١٢٠٠٠ كيلومتر على

الطرق الصحراوية، وقد قرر محمود أن يستخدم أقل عدد

من الإطارات في هذه الرحلة، بما في ذلك الإطارات الجديدة

الموجودة أصلاً على السيارة.

إطارات السيارات لها عمر افتراضي محدد. قد يختلف

هذا العمر حسب نوع الطريق الذي تسير عليه المركبة. وعندما

اشترى محمود سيارة جيب جديدة أراد أن يقوم برحلة برية

عبر الصحراء يقطع خلالها مسافة مقدارها ٢٧٠٠٠ كيلومتر،

فما هو أقل عدد من الإطارات التي يحتاجها لإتمام الرحلة؟ وكيف استطاع التوفير في عدد الإطارات خلال هذه الرحلة؟.

أعزاءنا القراء

إذا عرفت النتيجة فلا تتردد في إرسالها إلى المجلة عبر البريد العادي أو البريد الإلكتروني أو الفاكس، فلعلك تفوز بإحدى الجوائز.

١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة.

٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء.

٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً مع ذكر رقم الاتصال هاتف، فاكس، بريد إلكتروني.

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة، كما

سيتم نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله تعالى.

حل مسابقة العدد السابق

عدد الطلاب

من المعطيات المذكورة في السؤال: هناك ٤٨ احتمالاً يكون فيها مجموع رقمي الدرجة متساوياً، كما في الجدول المرفق. احتمالات الدرجة الفردية لمحمود غير وارد لأن الفرق بينها وبين ٥٠ (درجة النجاح الصغرى) يساوي ضعف الفرق بين درجة عصام ودرجة النجاح الصغرى.

البحث عن درجتين يكون الفرق بين كل منهما وبين درجة النجاح (٥٠ درجة) يبلغ الضعف يقودنا إلى الاحتمالين التاليين:

الأول : عصام ٥٩ ومحمود ٦٨

الثاني: عصام ٦٨ ومحمود ٨٦

ولكن الاحتمال الأول مرفوض لأن الفرق بين درجة عصام والدرجة الصغرى مكون من خانة واحدة، لذلك فإن الاحتمال الثاني هو الصحيح أي

$$١٨ = ٥٠ - ٦٨$$

$$٣٦ = ٥٠ - ٨٦$$

وبالتالي فإن درجة محمود ٨٦ ودرجة عصام ٦٨.

مجموع الدرجات		الدرجات المتشابهة	
١٧	٩٨	٨٩	-
١٦	٩٧	٨٨	٧٩
١٥	٩٦	٨٧	٦٩
١٤	٩٥	٨٦	٥٩
١٣	٩٤	٨٥	٥٨
١٢	٩٣	٨٤	٥٧
١١	٩٢	٨٣	٥٦
١٠	٩١	٨٢	٥٥
٩	٩٠	٨١	٥٤
٨	-	٨٠	٥٣
٧	-	-	٥٢
٦	-	-	٥١

أعضاء القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل مسابقة العدد السابق، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة، وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد. وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من:

١- محمد بن عبدالعزيز العثمان / الرياض

٢- شروق بنت ناصر فهد المنصور / الرياض

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ، حظاً

وافراً في مسابقات الأعداد القادمة .

بحوث علمية

« دراسة انتشار مرض الدببة الذي يصيب الإبل »

٢- مقابلة العديد من ملاك ومربي الإبل في تلك المنطقة.
 ٤- زيارة مديريات الزراعة في المنطقة الشمالية الشرقية وأغلب الصيدليات البيطرية.
 ٥- أخذ مرئيات الأطباء البيطريين والصيدليات البيطرية والمربين عن المرض.
 ٦- إعداد نماذج الإستبانة لعملية المسح الوبائي للمنطقة، متضمنة: اسم منطقة تواجد الإبل، اسم المالك، الرقم التسلسلي للحالات، العمر، الجنس، الحالة الصحية، الحمل من عدمه (لعينات الإناث)، بالإضافة للمعلومات البيطرية الأخرى. وقد تم حتى الآن تعبئة ٦٢ استبانة، ويأمل فريق العمل إكمالها إلى ١٠٠ خلال الرحلات الحقلية القادمة.
 ٧- حصر أهم الأعراض المرضية كالتالي:
 - بعض التغيرات العصبية من رجفة في الرأس وشلل في الشفة السفلى.
 - التواء وتصلب في الرقبة.
 - ضعف في جميع القوائم.
 - عدم القدرة على الوقوف والحركة والمشي.
 - النفوق.
 ٨- جمع عينات دم وبول وسائل زلالي من الإبل التي تعاني من أعراض المرض ومن الإبل المخالطة لها، وكذلك جمع عينات من الإبل التي ترد للمستشفى البيطري بجامعة القصيم والملك فيصل.
 ٩- فحص وتحليل العينات المذكورة وفقا لما يلي:-
 - إجراء التحاليل البيطرية والجزيئية للكشف عن الميكروبات البكتيرية أو الفيروسية الممرضة.
 - صبغ مسحات من عينات الأنسجة المصابة بصبغة الجرام لمعرفة نوع البكتيريا وزرعها في الأوساط الميكروبيولوجية لعزلها .
 - حقن الأنسجة بعد سحنها في أجنة البيض وفئران التجارب بغرض العزل الفيروسي.
 - الفحص النسيجي المناعي لعدد من الفيروسات.

شهدت المملكة في السنوات الأخيرة ظهور مرض غير معروف من قبل أدى إلى نفوق عدد كبير من الإبل في المملكة دون معرفة مسبب هذا الداء الخطير. وقد أطلق بعضا من مربي الإبل اسم عام للمرض وهو (الدببة) نسبة لصحراء الدببة شمال المملكة التي تم فيها اكتشاف الإبل المصابة. وحيث أنه لم يتضح بعد مسبب هذا المرض والطريقة التي ينتقل بها فلقد أطلق عليه اسم عام وهو (متلازمة الدببة في الإبل).

مراحل الدراسة

تم تقسيم مراحل الدراسة إلى ما يلي:
 ١- المسح الأدبي.
 ٢- جدولة عدد من الرحلات الحقلية.
 ٣- جمع المعلومات، وتصميم الإستبانة للاستقصاء الوبائي
 ٤- جمع العينات والبيانات.
 ٥- فحص العينات ودراستها.
 ٦- المتابعة السريرية.
 ٧- التجارب على الحيوانات.
 ٨- تحديد مسببات المرض.
 ٩- تطوير طرق فحص سريعة.
 ١٠- البحث عن طرق للعلاج.
 ١١- وضع تصور لطرق الوقاية من انتشار المرض.
 ١٢- تطوير اللقاح فعال وآمن للوقاية من المرض.
 ١٣- عقد ورشة عمل.

خطوات تنفيذ الدراسة

قام الباحثون بإنجاز عدة خطوات يمكن توضيحها كما يلي:
 ١- القيام بثمان رحلات حقلية لصحراء الدببة والصمان والسعيرة بمنطقة حضر الباطن.
 ٢- تصوير المنطقة بالأقمار الإصطناعية باستخدام جهاز الملاحة المعروف بـ (GPS) في عملية المسح الوبائي.

وبناء على خطاب صاحب السمو الملكي ولي العهد نائب رئيس مجلس الوزراء وزير الدفاع والطيران والمفتش العام تم تكوين فريق عمل يتألف من خبراء من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية وجامعة الملك فيصل وجامعة القصيم للقيام بالأبحاث اللازمة لدراسة هذا المرض ومسبباته واقتراح طرق لمكافحة وعلاجه.
 وعليه قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بتمويل مشروع بحثي رقم ١٧٣ - ٢٨ تحت عنوان « دراسة انتشار مرض الدببة الذي يصيب الإبل » للباحث الرئيس الدكتور عبد العزيز بن محمد السويلم وآخرين من جهات حكومية أخرى، عام ١٤٢٩هـ.

أهداف الدراسة

تهدف هذه الدراسة إلى معرفة الخصائص السريرية المرضية وأسباب المرض التفصيلية، ومعرفة بعده الوبائي من حيث حجم المشكلة ومدى انتشارها والعوامل المرتبطة بهذا الانتشار وتطوير سبل الكشف عنها عن طريق تطوير اختبارات تشخيصية معملية سريعة ودقيقة وسهلة وذات تخصصية عالية يمكن القيام بها من قبل فنيي المختبرات البيطرية بعد تدريبهم عليها. كما تهدف الدراسة أيضا إلى معرفة المسبب المرضي ودراسته جزيئيا بغرض إيجاد لقاح فعال ضد المرض.

خلال ورشة عمل لدراسة متلازمة الدبديبة، وذلك لوضع الحلول المناسبة لتحديد هوية هذا المرض والتحكم في انتشاره، وأتفق الجميع على الآتي:-

- عدم معرفة مسبب المرض حتى الآن.
- تنحصر إصابة المرض في الجهاز العصبي للإبل.
- المسبب غالباً فيروس (أو مجموعة مسببات).
- عدم وجود علاقة بين هذا المرض ومتلازمة حرب الخليج.
- انخفاض نسبة الإصابة (٨، ٢٪)، مع ارتفاع نسبة نفوق الإبل المصابة (٧٢٪).
- يصيب المرض الإناث دون الذكور من الإبل.

التوصيات

أوصى الفريق البحثي لهذه الدراسة بعدة توصيات هي ما يلي:

- الاستمرار في دعم الدراسة ورصد الحالات.
- محاولة إحداث المرض (محاولة حقن المسبب في إبل سليمة).
- رصد مدى إمكانية انتقاله إلى الإنسان.
- ربط المرض بنفوق الأغنام الذي تم حدوثه في المنطقة.
- الحاجة إلى توعية الملاك بالمرض وطرق التخلص من الحيوانات النافقة، والاحتياطات الواجب إتباعها للمحافظة على صحة الحيوان.
- دراسة بعض الحشرات التي تعمل كناقلات للفيروسات.
- دراسة المواد السامة في النباتات التي تنمو في المنطقة.
- اقتراح طرق الوقاية والتحكم بعد معرفة المسبب.
- تفعيل التعاون والتواصل مع وزارة الزراعة.
- استمرار التعاون مع الهيئات العلمية الدولية التي لها اهتمام بالإبل.
- دراسة حالة أكل الإبل لجثث بعض الحيوانات النافقة.

هذه الأمراض تترك عاهة مستديمة في الإبل بعد شفائها تتمثل في الرجفة المستمرة في الرأس وشلل الشفة السفلى.

٦- وجود عصويات بكتيريا ليستريا وحيدة الخلية (*Listeria monocytogenes*) في حالة واحدة في مسحات نسيج المخ والنخاع الشوكي. وعلى الرغم من أن هذه الجرثومة - غالباً - قاتلة، إلا أن الشفاء منها يترك عاهات مستديمة تتمثل في شلل العصب الوجهي (facial nerve) الذي يؤدي بدوره إلى شلل الشفة ورجفة في منطقة الرأس.

٧- أظهر الفحص النسيجي المناعي عدم وجود فيروسات مرض حمى الوادي المتصدع، ومجموعة فيروسات فلايفي، والسعار، وفيروسات العائلة نظير المخاطية، التي يمكن أن تسبب أعراضاً عصبية والتهاب المخ الليمفي الحاد في الحيوانات. وما زال البحث جارياً لإكمال التشخيص بفحص فيروس مرض نيروبي الغنمي، وفيروس مرض ويسلبورن، وفيروس مرض الدماغ المنقول بالقراد، وفيروس هانتا، وفيروس الخرمة النزوية. هذا بالإضافة إلى أن جميع العينات التي تم حقنها في أجنة الدواجن ما زالت تحت التجربة ولم تظهر نتائجها بعد.

٨- عدم وجود مسببات أمراض توكسوبلازما فوندياي ونيوسبورا الكلبية.

٩- عدم وجود بكتيريا ممرضة بعينات الدم المجمعة.

١٠- وجود بكتيريا نظير السل الطيرية في أحد عينات البراز .

١١- عدم وجود ميكروبات بكتيرية أو فيروسية في عينات أنسجة المخ والكبد والكلية باستخدام بادئات متلازمة حرب الخليج .

١٢- عدم وجود مستويات إشعاعية غير طبيعية، أو عناصر ثقيلة بنسبة غير طبيعية، أو بقايا للمبيدات الحشرية في عينات التربة، والأعشاب، والمياه.

الخلاصة

عرض الفريق البحثي للدراسة أهم النتائج التي تم التوصل إليها ومناقشتها باستفاضة مع خبراء مختصين من داخل المملكة وخارجها من

- الفحص الجزيئي للكشف عن وجود البكتيريا في وجود بادئات متخصصة (16S primers) وكذلك تعريف وتشخيص بعض أنواع البكتيريا.

- الفحص الجزيئي للكشف عن الميكروبات البكتيرية والفيروسية المسببة لمتلازمة حرب الخليج باستخدام بادئات خاصة بها (GWI primers).

- فحص العينات للكشف عن الطفيليات الممرضة.

١٠- جمع عينات تربة وأعشاب من المناطق التي تمت زيارتها وتحليلها للكشف عن العناصر المشعة، العناصر الثقيلة، وأي عناصر أخرى، وكذلك بقايا المبيدات.

١١- تشريح عدد من الحيوانات المصابة.

١٢- عقد ورشة عمل تحت عنوان «متلازمة الدبديبة في الإبل».

نتائج الدراسة

تمثلت أهم نتائج الدراسة في الآتي:

١- بلغت نسبة حدوث المرض في قطعان الإبل ٨، ٢٪، ونسبة نفوق الحيوانات المصابة ٧٢٪.

٢- زيادة عدد كريات الدم البيضاء وعدد الحمضيات لعينات دم الإبل المشتبه بها.

٣- زيادة نشاط إنزيمات الكبد، وتركيز الكريتين واليوريا.

٤- تكثف لمفي حول أوعية المخ مع وجود أجسام اشتمالية داخل سيتوبلازم الخلايا العصبية، وكذلك وجود البلعمة العصبية في عينات أنسجة الإبل النافقة من المرض.

٥- احتقان في القلب، مع تراكم دهون على الكبد، والتهابات واحتقان بالرئة، فضلاً عن وجود فجوات في النسيج الدماغي مشيرة إلى تميع المخ بسبب عدة عوامل غذائية أهمها التسمم بالكبريت أو نقص فيتامين ب١ في حيوانات المراعي نتيجة لتناولها بعض الأعلاف المخزنة أو بعض النباتات الحاوية على إنزيم يحطم فيتامين ب١ (Thiaminase).

كما يمكن أن يظهر هذا المرض نتيجة للإصابة بفلاريا الدماغ والتي تؤدي إلى إماعة ونزف بالمخ. وبما إن النسيج العصبي المصاب لا يتجدد فإن



من أجل فئات أقبادنا

قوة ضغط الهواء



■ شكل (٢)



■ شكل (١)

الاستنتاج

نستنتج أن هناك قوة كبيرة تولدت نتيجة لضغط الهواء داخل البالون أدت إلى رفع الكتب، وهذا هو المبدأ الذي تقوم عليه إطارات المركبات.

نشاط آخر

يمكنك إجراء منافسة بينك وبين زملائك لتحديد أيكم يستطيع رفع كتب أكثر.

المصدر

سلسلة العلماء الصغار، تجارب علمية مسلية في العلوم، دار الرشيد (دمشق- بيروت)

خطوات العمل

- ١- ضع البالون على حافة طاولة، بحيث تتدلى فوهته على حافة الطاولة.
- ٢- اربط الكتب مع بعضها بعض بواسطة الحبل لكي تصبح كتلة واحدة.
- ٣- ضع مجموعة الكتب المربوطة فوق البالون، شكل (١).
- ٤- خذ نفساً عميقاً، ثم انفخ بثبات داخل البالون، ماذا تشاهد؟

المشاهدة

نشاهد ارتفاع طرف مجموعة الكتب الموجودة فوق البالون إلى الأعلى بسهولة تامة، شكل (٢).

لعلك لاحظت أن السيارة تميل وتفقد توازنها عندما يخترق أحد إطاراتها مسماراً أو قطعة معدنية حادة، وذلك نتيجة لتسرب الهواء المضغوط داخل الإطار إلى خارجه، ولعلك تتعجب من قدرة ضغط الهواء في رفع الأحمال الثقيلة المتمثلة في الشاحنات التي تزن عشرات الأطنان، ولو حاولت أنت ومجموعة من الشبان رفع السيارة لما استطعتم، ولكن عندما يضخ الهواء في الإطار فإن السيارة ترتفع تدريجياً.

يسعدنا أن نقدم لكم في هذا العدد تجربة مبسطة توضح كيف يستطيع الهواء المضغوط رفع الأجسام الثقيلة.

الأدوات

مجموعة كتب، وخيط ربط، وبالون أطفال

هم صنعوا التاريخ وأنت تصنع المستقبل



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلم والتقنية KACST

هو محمد بن الحسن بن الهيثم أبو علي البصري ولد في البصرة سنة ٣٦٥هـ (٩٦٥م). عالم عربي لُقّب بأمير النور، إذ درس ظواهر إنكسار الضوء وانعكاسه بشكل مفصّل، وهو أول من أدرك أن الأشعة الضوئية لا تتبع من العين بل تدخل إليها، كما أرسى أساسيات علم العدسات وشرّح العين تشريحاً كاملاً. وهو أول من قام بتجارب الكاميرا. كما وصف الكاميرا ذات الثقب بعد أن لاحظ الطريقة التي يمر بها الضوء خلال ثقب في مصراعي نافذة، واستنتج أنه كلما صغر ثقب الكاميرا كلما كانت الصورة أفضل وبهذا نشأت أول كاميرا مظلمة والتي تعتبر كسلف للكاميرا الحالية. علماً بأن كلمة الكاميرا هي الاسم المشتق من الكلمة العربية ”القمره“ وتعني الغرفة المظلمة بشباك.

ابن الهيثم

مؤسس علم البصريات

شريط المعلومات



زيت شجرة الشاي ونترات الفضة لعلاج الجروح

نجح علماء بجامعة وولفرهامبتون، إنجلترا من ابتكار علاج جديد أكثر فعالية لعلاج الجروح الجلدية، يتمثل هذا العلاج في تحضير مستخلص من مزيج زيت شجرة الشاي (Tea tree oil)، ونترات الفضة (Silver nitrate)، ومن ثم وضعه داخل أجسام كروية صغيرة مصنوعة من الدهون المفسفرة تسمى ليبوسومات (Liposomes)؛ مما يساهم في رفع كفاءة هذا المعقم الجديد في مكافحة الميكروبات، إضافة إلى خفض الأعراض الجانبية الناتجة عن استخدام المعقّمات الطبية الحالية.

أوضح وان لو وزملاؤه من جامعة وولفرهامبتون أن كلا من زيت شجرة الشاي ونترات الفضة يمتلكان فعالية عالية للقضاء على العديد من الكائنات الدقيقة، وعند مزج المادتين مع بعضهما بتركيزات منخفضة فإن فعاليتها تزيد في القضاء على الميكروبات.

قام لو وزملاؤه بعمل تجارب معملية على الميكروبات الضارة المتسببة في أمراض الجلد، مثل بكتيريا ستافيلوكوكاس أوريوس (*Staphylococcus aureus*) التي تسبب في حدوث خراجات للجلد، والفطر كانديدا أيبكانس (*Candida albicans*) المسبب لمرض القلاع، حيث قاموا باستخدام الأجسام الكروية (الليبوسومات) التي قامت بإفراز الليبيدات والدهون على الجدران الخلوية للبكتيريا، ومن ثم انتقل المزيج المكون من زيت شجرة الشاي ونترات الفضة إلى داخل البكتيريا والفطريات في منطقة الجروح وقامت بقتلها.

منحت هذه التقنية للعلماء طريقة جديدة لاستخدام مواد كيميائية مضادة للبكتيريا ذات تركيزات منخفضة، ودرجة سمية أقل لعلاج الجروح الناجمة عن الأمراض البكتيرية والفطرية، والتي ستفتح آفاقاً أوسع لمحاربة السلالات الميكروبية المقاومة للمضادات الحيوية والتي تسبب في حدوث أمراض كثيرة.

المصدر:

www.sciencedaily.com(Mar29,2009)

حساسات نانوية مسامية لتحليل المادة الوراثية

تمكن الباحثون بمركز الهندسة الحيوية وتقنية النانو، التابع لجامعة إلينوي، الولايات المتحدة من ابتكار طريقة سهلة وسريعة لتحليل المادة الوراثية (DNA) والكشف عن تناوبات (Genome Sequencing)، وذلك باستخدام حساسات نانوية مسامية (Nanopore Sensors) مصنوعة من شريط رقيق من

أكسيد الألومنيوم، والذي أمكن عن طريقه التحضير لتحليل المادة الوراثية (DNA) باستخدام جزيء واحد فقط؛ مما سيوفر فرصاً أكبر للتشخيص المتقدم للعديد من الأمراض في مختلف المجالات الطبية.

يشير الأستاذ رشيد بشير أستاذ الهندسة الحيوية والإلكترونية وهندسة الحاسبات بمختبرات تقنية النانو بالجامعة إلى أن هذه الحساسات النانوية المسامية في حالتها الصلبة أثبتت تفوقها وتميزها من النواحي الميكانيكية والكيميائية والحرارية على مثيلاتها من الحساسات الحيوية، إضافة إلى إمكانية تصنيعها من أشباه الموصلات التقليدية.

قام الباحثون باستخدام تقنية تسمى ترسيب الطبقة الذرية (Atomic Layer Deposition)؛ بهدف إنتاج طبقة رقيقة جداً من أكسيد الألومنيوم على مادة سيليكون إرتكازية (Silicon Substrate)، ومن ثم حفر الجزء الأوسط من السيليكون ليتكون شريط فيلمي رقيق يعرف بالفشاء المعلق (Suspended Membrane)، ثم قاموا باستخدام حزمة من الإلكترونات لتكوين ثقب صغير جداً على الفشاء المعلق يعرف بالثقب النانوي (Nanopore) على شكل بلورة نانوية (Nano Crystal) في المنطقة المحيطة بالثقب النانوي؛ وقد نتجت حرارة في تلك المنطقة من حزمة الليزر المسلطة نحو الثقب النانوي؛ حيث قامت هذه البلورات الدقيقة بتكوين ثقب بقطر ٤ إلى ١٦ نانومتر وبسماكة تصل إلى ٥٠ نانومتر.

قام الباحثون باستخدام الثقوب النانوية لأكسيد الألومنيوم لإجراء تجارب على المادة الوراثية (DNA) التي احتوت على ٥٠٠٠ زوج من القواعد، حيث أمكن التحقق من وجود الجزيئات المفردة وتحديدها.

ويختتم بشير قائلاً بأنه لا بد من إجراء المزيد من التجارب في هذا الصدد لتطوير ثبات القواعد المفردة (Single Base Resoultion) وتكبير حجمها بدقة، وأن الخطوة القادمة تتمثل في تحديد وقياس الجزيئات الأصغر حجماً ذات الأهمية في تحليل المادة الوراثية.

المصدر:

www.Sciencedaily.Com (June 5, 2009)

تسرب البايسفينول متعدد الكربون من قوارير الشرب البلاستيكية

أشارت دراسة حديثة لباحثين بمدرسة هارفارد الصحية (HSPH - Harvard school of public health) التابعة لجامعة هارفارد - بوسطن، الولايات المتحدة - أن تناول المشروبات من العبوات البلاستيكية المصنوعة من مادة البولي كربونات والمحتوية على مادة البايسفينول متعددة الكربون أ (Bisphenol Polycarbonate-BPA) يرفع مستويات هذا المركب في البول مسبباً زيادة في الوباء بالدم؛ مما يؤدي للإصابة بأمراض القلب والسكري.

وتشير الدراسة إلى أن هذه الظاهرة تعود إلى تسرب مادة (BPA) من العبوات البلاستيكية إلى المشروبات المحفوظة فيها، ومن ثم يتناولها الإنسان؛ مما يؤدي إلى ارتفاع تركيز هذا المركب في البول.

تمتاز عبوات البولي كربونات بأنها قابلة للتعبئة وشائعة الاستعمال لدى طلاب المدارس والمستكشفين وعبوات الأطفال الرضع وغيرهم من أفراد المجتمع، ويشار إليها برقم التدوير ٧ (Recycling number 7).

ومن الجدير بالذكر أن مادة (BPA) تدخل في تصنيع تركيبات الأسنان الطبيعية (Dentistry composites)، وورق الألومنيوم المستخدم في حفظ الأطعمة إضافة إلى زجاجات المشروبات الغازية. فضلاً عن ذلك فإن العديد من الدراسات قد أوضحت أن مادة (BPA) تثبط نمو الغدد في الحيوانات، وتسبب النضوج الجنسي المبكر، والنمو المتغير لأنسجة الغدة الثديية، وانخفاض معدل تكوين الحيوانات المنوية والبيضات.

تشير كارين ميتشيل أستاذة علم الأوبئة (Epidemiology) بمدرسة هارفارد الصحية وأحد الباحثين في هذه الدراسة إلى أن الشرب من القوارير البلاستيكية المصنوعة من البولي كربونات لمدة أسبوع واحد ترفع معدل مادة (BPA) في البول لأكثر من الثلثين، كما أن تسخين هذه العبوات - كما يحدث في حالة الرضع - يزيد من هذه النسبة.

قام باحثون بمدرسة هارفارد الصحية بقيادة جيني كارويل الطالبة بمرحلة الدكتوراه في قسم علم الأوبئة وبالتعاون مع ميتشيل وزملاؤها الباحثين بعمل دراسة في أبريل ٢٠٠٩م شملت ٧٧ مشاركاً جميعهم طلاب بمدرسة هارفارد الصحية، تناولوا مشروبات غازية باردة داخل قوارير معدنية لمدة ٧ أيام بهدف خفض التعرض لمادة (BPA)، وبعد ذلك تناولوا تلك المشروبات من عبوات بلاستيكية لفترة ٧ أيام أخرى، وقد تم خلال الفترتين الحصول على عينات من بول المشاركين لقياس نسبة مادة (BPA) فيها.

أوضحت النتائج أن تركيز مادة (BPA) في البول زادت بنسبة ٦٩٪ عند استخدام العبوات المصنوعة من البلاستيك؛ مما يؤكد أن تركيز مادة (BPA) في العبوات البلاستيكية أكبر منه في العبوات المعدنية.

وفي هذا الصدد يؤكد الباحثون على ضرورة إجراء المزيد من البحوث نظراً للآثار الضارة الناجمة عن مادة (BPA) على الإنسان؛ مما يبدد ناقوس الخطر على صناعات القرار بضرورة إيجاد بدائل آمنة صحياً.

المصدر:

www.sciencedaily.com(May22,2009)

هم صنعوا التاريخ وأنت تصنع المستقبل



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلم والتقنية KACST

ابن خلدون

مؤسس علم الاجتماع

ولي الدين عبد الرحمن بن محمد بن خلدون الحضرمي أحد العلماء الذين تفخر بهم الحضارة الإسلامية، فقد ترك تراثاً مازال تأثيره ممتداً حتى اليوم . ولد ابن خلدون في تونس عام ٧٢٢هـ (١٣٢٢م) وحفظ القرآن الكريم في طفولته. امتاز ابن خلدون بسعة اطلاعه على ما كتبه القدامى وعلى أحوال البشر وقدرته على استعراض الآراء ونقدها، ودقة الملاحظة مع حرية في التفكير وإنصاف أصحاب الآراء المخالفة لرأيه، كان مؤلفاته عن التاريخ موضوعية. وهو مؤسس علم الاجتماع وأول من وضع أسسه الحديثة.

قراءنا الأعزاء

يسعدنا أن نتقدم لقرائنا الأعزاء بخالص التهاني والتبريكات بمناسبة حلول عيد الفطر المبارك، سائلين المولى القدير أن يتقبل منا ومنكم الصيام والقيام وصالح الأعمال، وكل عام وأنتم بخير، كما يسعدنا أن يستمر تواصلنا معكم من خلال المساحة الضيقة المخصصة لنا في كل عدد، للقاء بكم والإجابة على استفساراتكم وتحقيق رغباتكم حرصاً منا عليكم واعتزازاً بكم، ولأجل ذلك فإن جميع رسائلكم التي نتلقاها منكم، نعمل على تحقيق مضمونها بقدر استطاعتنا سواء كانت طلبات أو رغبات أو اقتراحات كما نأخذ في الاعتبار ما يردنا من عتابكم وحتى نقدكم، سعياً للتطور، وأملًا في الظهور دوماً بالشكل المرضي، فإن قصرنا فمن أنفسنا، وإن أحسنا فمن الله والحمد لله رب العالمين.

الأخ الكريم / كاميران محمد - سوريا

نرحب بك قارئاً جديداً للمجلة وصديقاً لها، ويسرنا إضافتك لقائمة الإهداءات، آملي أن تراها قريباً بين يديك، أما بشأن طلبك الأخر، فإنه يؤسفنا عدم تمكننا من تحقيقه، لأنه ليس من اختصاصنا.

الأخ الكريم / حامد عتيق السميري - الطائف

تلقينا رسالتك باهتمام، ونشكرك على متابعتك لنا، ويسعدنا إدراج اسمك ضمن قائمة إهداءات المجلة، أما بشأن الأعداد المطلوبة، فسيتم تزويدك بها حسب توفرها، آملي وصولها إليك في القريب العاجل.

الأخ الكريم / عدنان يوسف عزايزة - الأردن

نشكرك على تواصلك معنا، ونحمد الله على عودتك إلى وطنك سالمًا، ونظراً لأننا نقدر تواصلكم معنا فإنه يسعدنا استمرارية التواصل بيننا، كما يسعدنا تحقيق رغبات القراء بقدر ما نستطيع، أما من حيث تغيير عنوانك فيسرنا التواصل معك على العنوان الجديد، ونشكرك على حسن اهتمامك بالمجلة والحرص على اقتنائها وإشعارنا بتغيير العنوان، كما يسرنا تزويدك بما طلبت من أعداد سابقة للمجلة حسب توفرها.

الأخ الكريم / نور عبدالقادر - الجزائر

نرحب بك قارئاً جديداً للمجلة، ونرجو أن

نكون عند حسن ظنك، ويسرنا إبلاغك بأنه قد تم إدراج اسمك ضمن قائمة إهداءات مجلة العلوم والتقنية. راجين وصولها إليك قريباً.

الأخ الكريم / حسن بشير صديق - السودان

نشكرك على مشاعرك الطيبة التي تضمنتها رسالتك تجاه المجلة والقائمين عليها، ونحمد الله على انتظام وصولها إليك، كما يسعدنا تحقيق طلبك في تعديل عنوانك البريدي حسب الموضح في رسالتك، ونشكرك على إشعارنا بعنوانك الجديد، مما يدل على اهتمامك وحرصك الشديد على اقتنائها، آملي استمرار انتظامها ووصولها إليك على العنوان الجديد.

الأخ الكريم / فؤاد محمد علي - مكة المكرمة

تلقينا رسالتك باهتمام، ونشكرك على ما تضمنته من ثناء على المجلة والقائمين عليها، ويسرنا بكل رحابة صدر تعديل عنوانك البريدي حسب طلبك، راجين وصولها إليك قريباً.

الأخ الكريم / أحمد بن عبدالله الحميد - الرياض

أهلاً بك قارئاً جديداً، ويسعدنا تزويدك بالمجلة من خلال إدراج اسمك ضمن قائمة الإهداءات، آملي أن تراها قريباً بين يديك.

الأخ الكريم / ياسر سليمان ضمرة - جدة

نشكرك على تواصلك معنا، ويسرنا تحقيق طلبك في إضافة اسمك إلى قائمة إهداءات مجلة العلوم والتقنية وتحقيق رغبتك في الحصول

عليها، آملي وصولها إليك ومن ثم الاستفادة وتحقيق الأهداف المرجوة.

الأخ الكريم / خضير نور الدين - الجزائر

نشكرك إعجابك بالمجلة، واهتمامك بالتواصل معها، ويسعدنا إضافتك إلى قائمة الإهداءات الخاصة بمجلة العلوم والتقنية، فأهلاً بك قارئاً جديداً.

الأخ الكريم / العياشي شوف - الجزائر

وصلتنا رسالتك، ونقدر لك اهتمامك وثناءك على المجلة والقائمين عليها، ونرحب بانضمامك إلى قائمة إهداءات مجلة العلوم والتقنية.

الأخ الكريم / عبدالكريم الدخيلي - الجزائر

تلقينا رسالتك باهتمام، ويسرنا تحقيق طلبك في تغيير عنوانك البريدي حسب الموضح في رسالتك، راجين وصولها وانتظامها قريباً.

الأخ الكريم / معتوق بلقاسم - الجزائر

وصلتنا رسالتك، ونشكرك على مشاعرك النبيلة وحرصك المعرفي من خلال طلبك اقتناء مجلة العلوم والتقنية، ويسرنا بكل سعة صدر أن نلبي رغبتك في إضافتك إلى قائمة قراء المجلة حتى يتحقق الهدف المنشود، آملي أن تصلك قريباً.

الأخ الكريم / عزوز رشيد - الجزائر

أهلاً بك قارئاً جديداً، ونفيدك بأنه لا يمكننا أن نحرم من يتواصل معنا ويسعى للحصول على المجلة، فهي لم تعد وتطبع إلا لتوزع وتهدى لمن بالقراءة والاستفادة منها، ومنكم نمضي قدماً بتواصلكم واهتمامكم، آملي وصولها إليك قريباً.

أنت المستقبل

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
بَدَأَ لَنَا هَذَا وَمَا كُنَّا
لِنُحْيِيَ بِلَا إِلَهٍ إِلَّا اللَّهُ
الْحَيُّ الْقَيُّومُ

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

هم صنعوا التاريخ بأعمالهم بفكرهم وبعلمهم، هم صنعوا التاريخ برغبتهم بإرادتهم وبمثابرتهم، هم صنعوا
تاريخنا أمجادنا وحضارتنا، منهم نستلهم وبهم نفتخر، فاعمل واجتهد واصنع لنا مستقبلاً، لتسمو بك الأمة
وتزدهر.

سعودي



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST



حيث تنمو المعرفة



تقنيات حيوية

(الجزء الثاني)



الاستئصال الوراثي والجنيني
أنظمة السلامة الأحيائية
الطب الحيوي النانوي



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

المشرف العام

د. محمد بن إبراهيم السويل

نائب المشرف
العام ورئيس التحرير

د. عبد الله أحمد الرشيد

هيئة التحرير

د. دحام إسماعيل العاني
د. جميل بن عبد القادر حفني
د. أحمد بن عبد القادر المهندس
د. حامد بن عودة المقرن
د. عبدالعزيز بن عبدالرحمن الصقير
د. نايف بن محمد العبادي

سكرتارية التحرير

د. يوسف حسن يوسف
د. ناصر عبدالله الرشيد
حمد بن محمد الحنطي
خالد بن سعد المقبس
عبدالرحمن بن ناصر الصلهبي
وليدين محمد العتيبي

الإخراج والتصميم

محمد علي إسماعيل
سامي بن علي السقامي
فيصل بن سعد المقبس

المراسلات

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية
الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر
ص ب ٦٠٨٦ - رمز بريدي ١١٤٤٢ - الرياض
هاتف ٤٨٨٣٥٥٥ - فاكس ٤٨١٣٣١٢

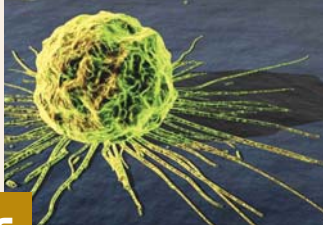
Journal of Science & Technology
King Abdulaziz City For Science & Technology
Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. P.O. Box 6086
Riyadh 11442 Saudi Arabia

jscitech@kacst.edu.sa
www.kacst.edu.sa



الكائنات والأغذية المحورة وراثياً

١٤



تشخيص وعلاج السرطان بالتقنية الحيوية

٥٢



صناعة الإنسولين بالتقنية الحيوية

٥٤

منهاج النشر

أعزاءنا القراء:

- يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة:
 - يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها.
 - أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال.
 - في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال.
 - أن لا يقل المقال عن ثماني صفحات ولا يزيد عن أربع عشرة صفحة مطبوعة.
 - إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها.
 - إرفاق أصل الرسومات والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .
 - المقالات التي لا تقبل النشر لاتعاد لكاتبها.
 - يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية لاتتجاوز ١٠٠٠ ريال .
- يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة
الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها

كلمة التحرير

قراءنا الأعزاء

نجح العلماء في أواخر القرن الماضي في التحكم في المورثات التي هي مادة الحياة عند الكائنات الحية؛ وبالتالي التحكم في الصفات الوراثية لها، وذلك من خلال الهندسة الوراثية، والتي تعد أداة قوية تحمل في طياتها آمالاً كبيرة للتغلب على كثير من المشكلات التي يعاني منها العالم، وخصوصاً مشكلة نقص الغذاء، لأن التقديرات العالمية تشير إلى أن إنتاج الغذاء يجب أن يتضاعف من الآن حتى عام ٢٠١٠م لمواجهة خطر المجاعة على العالم النامي.

قراءنا الأعزاء

يذهب التوجه العام نحو الاعتماد على التقنية الحيوية لمواجهة نقص المنتج الغذائي العالمي. والتقليل ما أمكن من استخدام المبيدات الحشرية التي ينجم عنها أضراراً كثيرة على صحة الإنسان والحيوان، بالإضافة إلى تأثيراتها السيئة على البيئة. ونتيجة للتوجه العالمي لاستخدام الهندسة الوراثية في حل كثير من المشكلات التي تواجه الإنسان فقد أصبحت من أكثر الصناعات المربحة في القرن الحالي، حيث تقدر الإحصائيات العالمية أن ما يباع من البذور المهندس ورثاً يوازي ٦ مليارات دولار سنوياً، ويتوقع أن تصل مبيعات المنتجات المعدلة ورثاً إلى ١٠٠ مليار دولار بحلول عام ٢٠١٠م. إضافة إلى دورها الفاعل في كافة المجالات كالتطبخ (تشخيص أو تحاليل)، والمجال الجنائي (البصمة الوراثية)، فضلاً عن دورها في الأمن الدولي المتمثل في تبادل المعلومات بين الدول.

قراءنا الأعزاء

يسعدنا في هذا العدد أن نستكمل ما بدأناه في العدد السابق، آمليين أن تكون قد وفقنا في تغطية جميع جوانب التقنية الحيوية، كما يسعدنا أن نضمن هذا العدد الأبواب الثابتة التي درجت على تقديمها المجلة في كل عدد.

والله من وراء القصد وهو الهادي إلى سواء السبيل،،،



محتويات العدد

٢	أبحاث الجزيئات الحيوية بمستشفى التخصصي
٤	الأخلاقيات الحيوية والتجربة الوطنية
١٠	أنظمة السلامة الأحيائية
١٣	الجديد في العلوم والتقنية
١٤	الكائنات والأغذية المحورة وراثياً
٢٠	تأثير المكتبات الوراثية
٢٤	البصمة الوراثية
٣٠	الاستئصال الوراثي والجنيني
٣٥	تشخيص الأمراض الوراثية
٤٠	الخمائر
٤٥	تقنية البروتينات متناهية الصغر
٤٨	الطب الحيوي النانوي
٥٢	تشخيص وعلاج السرطان بالتقنية الحيوية
٥٤	صناعة الإنسولين بالتقنية الحيوية
٥٧	عالم في سطور
٥٨	عرض كتاب
٦٠	كتب صدرت حديثاً
٦١	مصطلحات علمية
٦٢	مساحة للتفكير
٦٤	كيف تعمل الأشياء
٦٦	بحوث علمية
٦٨	من أجل فلذات أكبادنا
٧٠	شريط المعلومات
٧٢	مع القراء

وباستخدام قسم التقنية الحيوية الجزيئية.

● الأدوية الجزيئية

يقوم هذا القسم بالبحث عن علاجات وأدوية جديدة لعدة نماذج خلوية للأمراض، وذلك بتوظيف الاكتشافات العلمية الناتجة عن أبحاث البرنامج.

إنجازات البرنامج

تمثلت إنجازات البرنامج فيما يلي:

● الأبحاث والدراسات المنشورة

قام البرنامج بنشر مجموعة من الأبحاث والدراسات، يمكن إضاحتها فيما يلي:

١- نشر حوالي ٥٠ بحثاً محكماً في مجال الجزئيات الحيوية في مجلات عالمية، حيث بلغ معدل الاقتباس منها - خلال السنوات العشر الماضية - ٣٧ مرجعاً لكل ورقة علمية، بينما تراوح معدل الاقتباس العالمي والأمريكي من ١٠ إلى ٣٢ مرجعاً لكل ورقة علمية؛ مما يؤكد تميز ونجاح هذا البرنامج.

٢- إجراء العديد من الدراسات المتعلقة بأبحاث مقاومة الفيروسات، وقد نتج عنها الكثير من النتائج المتميزة، تمثلت في اكتشاف آلية مقاومة الفيروسات - خصوصاً فيروس الكبد (ج) - لمضادات الفيروسات الطبيعية؛ وسوف تؤدي هذه المعرفة إلى تطوير علاجات جديدة لهذه النوعية من الأمراض. وقد أدى هذا البحث إلى تعاون علمي مع جامعة واشنطن بساتل، وتعاقد مع المعهد الوطني للصحة (NIH) بأمريكا؛ مما يعزز من مكانة البرنامج.

٣- إجراء عدة أبحاث عن طرق استخلاص الحمض النووي الخاص بمورثات الاستجابة المبكرة والعابرة، وعن خصائص هذه المورثات في عدة نماذج معملية لأمراض السرطان والالتهابات والاستجابة للفيروسات.

٤- نشر بحثين محكمين - أوائل هذه السنة (١٤٣٠هـ) في مجلتي "السرطان" و"أبحاث الأحماض النووية" - عن آليتين حديثتين في مجال أبحاث السرطان المعملية، والتي تم من خلالها الكشف عن الطريقة التي يعمل بها الإنزيم المحطم للحمض الريبوزي الرسول (mRNA) الريبونوكلياز (RNase L) في تثبيطه لنمو الخلايا السرطانية، وهذا سيساعد - بإذن الله - على معرفة طرق افتراضية جديدة في مكافحة السرطان. يلعب هذا الأنزيم - في الأساس - دوراً هاماً في



أبحاث الجزئيات الحيوية مستشفى الملك فيصل التخصصي

د. خالد سعد أبو خنبر

أقسام البرنامج

ينقسم برنامج أبحاث الجزئيات الحيوية إلى عدة أقسام، هي:

● المعلومات الحيوية الجزيئية

يقدم هذا القسم الخوارزميات المطلوبة لتحليل أنماط المواد الوراثية والبروتينات المتعلقة بنتائج البرنامج.

● التقنية الحيوية الجزيئية

يقوم هذا القسم بإعداد وتطوير الآليات والطرق المعملية اللازمة في مجال أبحاث وتطبيقات الأطلس الوراثي والبروتيني.

● معمل أبحاث الأنترفيرون ومنظمات المناعة

يقوم هذا المعمل بإبراز دور منظمات المناعة وتمثيلها الجزيئي في المرض وخصوصاً التي لها علاقة بالأمراض الالتهابية والسرطان.

● أبحاث الحمض النووي الرسول

يقوم هذا القسم بدراسة دور عمليات الاستجابة المبكرة والعابرة أثناء الصحة والمرض، وذلك من خلال مفهوم النظام الأحيائي العام

أنشئ برنامج أبحاث الجزئيات الحيوية في مستشفى الملك فيصل التخصصي بالرياض في عام ٢٠٠٤م، غير أن بدايته الحقيقية كانت في سنة ١٩٩٣م؛ على شكل مختبر أبحاث صغير. يتكون هذا البرنامج من عدة وحدات بحثية، تعمل على نشر نتائج الأبحاث والتطوير في مجلات عالمية، وإلقاء المحاضرات في المؤتمرات الدولية.

يهدف هذا البرنامج إلى تركيز أبحاث الجزئيات الحيوية (المورثات والبروتينات) التي لها علاقة باستجابة الجسم المبكرة والعابرة إلى المتغيرات الخارجية والمرضية، مثل: الفيروسات، والعوامل المسببة للالتهابات والأورام.

مهام البرنامج

تتمثل مهام البرنامج في العمل على تطوير تقنية جديدة تساعد على فهم الآليات لبعض التغيرات المرضية المتخصصة لعائلة البروتينات ذات الاستجابة المبكرة والعابرة، وذلك لدراسة الحمض الريبوزي الرسول؛ واكتشاف المتغيرات في التمثيل الوراثي التي لها علاقة بالمرض، وإيجاد طرق علاجية جديدة لهذه الحالات على المدى الطويل.

اختراعات متخصصة في التقنية الحيوية وطرق الأبحاث التجريبية، وقد قدم ستة منها طلب براءات اختراع في كل من أمريكا الشمالية وأوروبا واليابان والتي تعد أكبر الأسواق في هذا المجال. ويعد الدكتور خالد سعد أبوخبر هو المخترع القانوني لتلك الاختراعات، بينما يعد مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث المالك القانوني لها. والجدير بالذكر أن أحد هذه الاختراعات قد تم منحه براءة اختراع في دول الاتحاد الأوروبي، بينما لا تزال بقية الطلبات تحت الفحص أو التنقيح حالياً، ويتوقع صدور البراءات في وقت لاحق.

جاءت عناوين هذه الاختراعات كما يلي:

- ١- أنظمة للكشف عن جينات الاستجابة المبكرة.
 - ٢- طرق إنتاج ناقلات للبروتين طولية واستخدامها كشرائح بيولوجية.
 - ٣- استخدام تقنيات في التمثيل الوراثي لدراسات ما بعد النسخ الجيني.
 - ٤- طرق لتكثير ناقلات المورثات بطريقة غير استنساخية.
 - ٥- استخدام تقنية لزيادة إنتاج البروتينات العلاجية الناتجة عن طريق الهندسة الوراثية.
 - ٦- استخدام وسائل جديدة في التقنية الحيوية معتمده على مورث البروتينات الريبوزومية.
- ومن الجدير بالذكر فإن غالبية استخدام تلك التقنيات تتمثل في مجالات الأبحاث العملية والصناعية، وفي تطبيقات علوم الحياة عامة والطبية خاصة، وكذلك في مجال الصناعات الدوائية الحيوية.

تطوير البرنامج

قام مؤخراً كلاً من مركز التميز في التقنية الحيوية بجامعة الملك سعود، وبرنامج التقنية الحيوية بمدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية بدعم البنية التقنية لاستخدام بعض التقنيات في الدراسات العملية المنتجة للتطبيقات الطبية والبحثية. كما يقوم البرنامج بنقل بعض التقنيات إلى شركات متخصصة لتطوير وتسويق استخدام هذه التقنيات.

والالتهابات. تتميز القاعدة بسهولة الوصول لبياناتها، والبحث فيها من خلال موقعها المتاح للجميع على شبكة الإنترنت (<http://brp.kfshrc.edu.sa>)، وقد طالت فائدتها العديد من الباحثين على المستوى العالمي؛ وبالتالي فإنها تعد بمثابة مساهمة وطنية تطبيقية للمعرفة الدولية في مجال أبحاث الأطلس الوراثي وتطبيقاتها الأحيائية، وهي فريدة من نوعها في العالم؛ لأنها تحتوى على أطلس ومعلومات عن هذا النوع من المورثات. وقد رجع إليها قرابة ٤٠٠ باحثاً عالمياً.

● التعاون الدولي للبرنامج

قام برنامج أبحاث الجزئيّات الحيوية - محلياً - بتصنيع شرائح المجموعة المجهرية للحمض النووي للكشف على نشاط أكثر من ثلاثة آلاف مورثة لها علاقة بالاستجابة المبكرة والعبارة، وقد استفاد من هذه التقنيات عدد من العلماء في مراكز أبحاث عالمية في أمريكا وأوروبا واليابان والسعودية في صورة تعاون بحثي، حيث قامت مدينته الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية ومعهد الصحة بالولايات المتحدة الأمريكية بتمويل بعضاً من هذه الأبحاث.

تمت - بشهر أكتوبر ٢٠٠٨م - دعوة رئيس البرنامج كمتحدث رئيسي لعرض آخر الأبحاث التي توصل إليها البرنامج في مؤتمر متخصص في تنظيم الحمض الريبوزي النووي الرسول بالولايات المتحدة الأمريكية بولاية نورث كارولينا، حيث ألقى محاضرة بعنوان " أنظمة جديدة لدراسات تنظيم المورثات والرسول الريبوزي النووي " اشتملت على ما قام به مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث من التقنيات المطورة ونتائجها في هذا الحقل. وقد كان مستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث المركز الوحيد من بين ثلاثين برنامجاً للأبحاث خارج أمريكا الشمالية وأوروبا الغربية.

● الاختراعات ونقل التقنية الحيوية

توصلت الأبحاث التي قام بها برنامج الأبحاث الجزئية إلى تطوير أكثر من عشرة

مكافحة الفيروسات، حيث ينشط غالباً في وجود مواد الإنترفيرون التي تنتج عند الإصابة بالفيروسات. فضلاً عن أن له دوراً مهماً في تخفيض نمو الخلايا السرطانية في المعمل، وفي الحيوانات المعملية، كما وجدت له طفرات في بعض أنواع السرطان، إلا أنه لم يكن معروفاً آلية عمل هذا الإنزيم في تخفيض نمو الخلايا السرطانية. وقد قام البرنامج بالكشف عن هذه الآلية؛ والتي تكمن في أن الريبونيكليز "ل" يقوم بتكسير الحمض النووي الرسول لمورثة أحد البروتينات - بروتين (HuR) - التي تقوم بتحفيز نمو الخلايا ومن الجدير بالذكر أن برنامج أبحاث الجزئيّات الحيوية وجد في بحث آخر أن بروتين (HuR) - من عائلة البروتينات التي ترتبط بالأحماض الريبونوية الرسول - يقوم بتنظيم ذاتي لحمضه النووي الرسول؛ مؤدياً إلى زيادة ثبات الحمض النووي لبروتين (HuR)، ومن ثم زيادة مستوى بروتين (HuR) والذي يؤدي بدوره إلى زيادة نشاط العمليات السرطانية، مثل نمو الخلايا وانتشارها في الجسم.

أوضحت الدراسات السابقة، ودراسات أخرى جديدة أن دور البروتينات التي تنظم الأحماض النووية الرسول ليس فقط في نمو وانتشار الخلايا السرطانية، بل كشفت عن عمليات جديدة في كيفية زيادة نشاط هذه البروتينات واستهدافها من قبل بروتينات أخرى مضادة، وبالتالي تكمن أهمية هذه البحوث ليس فقط في معرفة آليات جديدة في نشاط السرطان وانتشاره في الجسم، بل ساهمت في معرفة طرق جديدة لمكافحته.

● قاعدة معلومات

يشتمل البرنامج على قاعدة معلومات تم استخلاص محتوياتها عن طريق الحاسب الآلي من مشروع الأطلس الوراثي الغربي. كما ساهم برنامج الأبحاث في إيداع الكثير من معلومات مورثات الاستجابة المبكرة التي تم استخلاصها من خلايا سرطانية مصدرها المجموعة الأمريكية للخلايا (ATCC).

أنشئت قاعدة معلومات البرنامج عام ٢٠٠١م، تضم القاعدة - بعد تحديثها الأخير - أكثر من سبعة آلاف من المورثات المستخلصة من الأطلس الوراثي لكل من الإنسان والفأر والجرذ. تعد القاعدة مرجعاً رئيسياً في هذا الحقل، كما تعد المورثات المخزنة بها ذات أهمية كبيرة في دراسات أمراض المناعة والسرطان

الأخلاقيات الحيوية والتجربة الوطنية

العلمية في الزمن الحاضر، لتحديد الموقف من هذه المستجدات العلمية، وكيف يمكن حماية أنفسنا والبشرية من احتمالية سوء استخدام الأبحاث الطبية والحيوية؟ وكيف يمكن ضمان أن الفوائد المتحصل عليها ينتفع بها الجميع بغض النظر عن جنسياتهم واثرواتهم؟ وقد ينتج عن هذه الحوارات والأسئلة ولادة مصطلح وعلم جديد عام ١٩٧٠ م من قبل العالم (Van Rensselaer Potter) وأطلق عليه اسم الأخلاقيات الحيوية (Bioethics) على اعتبار أنه علم النجاة والجسر إلى المستقبل، والذي يناقش الموضوع من النواحي الطبية والحيوية والدينية والقانونية والفلسفية مناقشته لبعض الممارسات الخاطئة في الأبحاث الطبية.



د. عبد العزيز السويلم

والكائنات الحيوية الأخرى. ومع أن اكتشاف العالمين واطسون وكريك للمادة الوراثية لم يمر عليه سوى زمن يسير، إلا أن المخرجات العلمية من أبحاث وتجارب العلماء تفوق تصور المكتشفين اللذين شاركوا العالم، قبل عام الاحتفال بمرور خمسين عاماً على اكتشافهما. فقد تم تحديد تركيب المادة الوراثية، وآلية عملها، وفك شفرتها الحيوية، مما سهل فهم الطبيعة الحيوية للمخلوق الحي، وبالتالي التعامل معه بشكل أفضل. ويعد العلماء بالمزيد من النتائج الإيجابية التي يمكن أن تساهم في علاج كثير من الأمراض الصحية، وتقلل من المشاكل البيئية والزراعية والحيوية بشكل عام.

ومع التوصل إلى فك التسلسل الوراثي للمادة الوراثية - أو ما يسمى الشفرة الوراثية - للإنسان والذي يعد بذاته كشافاً علمياً كبيراً، إلا أنه بدوره قد فتح آفاقاً أوسع للبحث العلمي. ومع متابعة المنجزات البحثية للعلماء ظهرت عدة قضايا كالاستنساخ والاستئصال، والملكية الفكرية للمورثات، الخلايا الجذرية، والفحوص الوراثية مما أعطى انطباعاً أن هناك طاقة علمية جديدة تلوح في الأفق، تكتنفها آمال ومخاوف، وهي بالتالي بحاجة إلى رأي علمي، نظامي، ديني، اجتماعي، والذي بدوره قاد إلى أكثر الحوارات

بعد أن فرغ العالم من الحرب العالمية الثانية والمراجعات الدولية لآثارها وأهم أحداثها، وجد أن من فظائع الحرب استخدام عدد من الأسرى لدى الجيش الألماني كأدوات تجارب حيوية عقلية، حيث استخدم عدد منهم في اختبارات الأسلحة والمستحضرات الطبية، على يد مجموعة من الأطباء الألمان المشاركين في البحث والتطوير. لم يمر الحدث بسهولة خاصة أن الممارسات كانت من قبل الفريق المعني بتقديم الرعاية الصحية وإسعاف الناس وإنقاذهم وليس قتلهم. نتيجة لذلك بادر الاتحاد العالمي الطبي (World medical association) بإصدار الوثيقة الدولية عام ١٩٦٤م - عرفت فيما بعد بوثيقة هلسنكي - التي تضع الضوابط الأخلاقية لاستخدام الإنسان في الأبحاث الطبية، والتي تقبلها أطباء العالم والحكومات بالترحيب.

ومع تنامي تجارة الأدوية والمستحضرات الطبية، نمت الحاجة إلى تجربتها على البشر؛ مما طور مفهوم استخدام البشر في البحث العلمي بشكل طوعي، ومع التقدم العلمي الكبير في الأبحاث الحيوية والطبية، فتحت آفاقاً واسعة للعلماء للإبحار في جسم وخلايا الإنسان

الأسس الأخلاقية

الأخلاقيات الحيوية مفهوم يجمع بين الأعراف، الآداب، الأخلاق، وهي مفهوم يقصد منه المفهوم الواسع والمختلف عن الأخلاق، وكما هو معلوم لدى علماء اللغة أن الزيادة في المبنى تدل على زيادة في المعنى.

يقوم علم الأخلاقيات الحيوية على عدد من الأسس التي تضمن حقوق الأفراد والمجتمعات، وقد لخص (Beauchamp & Childress) الأسس الأخلاقية حسب أربعة مبادئ هي: عدم الأضرار، والسعي للمنفعة، والمساواة في المنافع، وتقدير الآخرين ومشاعرهم.

أما من الناحية الإسلامية فقد كفل الإسلام هذه المبادئ وغيرها، بما يضمن كرامة الإنسان ويمكن تلخيص المبادئ الإسلامية في التعامل مع القضايا الأخلاقية بأربعة مبادئ أساسية إضافة إلى أربعة مبادئ عملية أخرى.

● المبادئ الأساسية:

تنحصر المبادئ الأساسية للأخلاقيات الحيوية فيما يلي:
١- ولقد كرمنا بني آدم: فجنس البشر مكرم

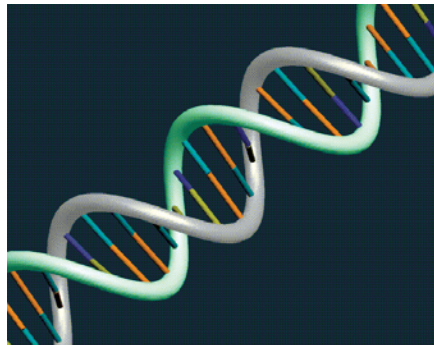
الأطباء قدم رئيس الولايات المتحدة الأمريكية بيل كلنتون اعتذار الحكومة الرسمي لأسر الضحايا.

● قصة موت غيسلينغر

كان جيس غيسلينغر (Jesse Gelsinger) شاب يبلغ من العمر ١٨ عاماً، وهو أول شخص يعلن موته في تجربة سريرية للعلاج بالموثقات. كان هذا الشاب يعاني من مرض وراثي مرتبط بالكبد، نتيجة لنقص من مرض وراثي مرتبط بالكبد، وتشمّل أعراضه عدم القدرة على استقلاب النشادر. المرض عادة ما يكون قاتلاً عند الولادة، ولكن غيسلينغر لم يرث المرض، وإنما كان نتيجة لطفرة وراثية، مما جعل إصابته غير حادة وبقي على قيد الحياة بتشيط الخلايا السليمة باتباع نظام غذائي محدود وصارم، بالإضافة إلى الأدوية الخاصة. انضم غيسلينغر إلى التجارب السريرية التي تديرها جامعة بنسلفانيا والتي تهدف إلى تطوير علاج الأطفال الذين يولدون مصابين بالمرض. في سبتمبر ١٩٩٩م تم حقن غيسلينغر بألف الملايين من فيروس محور وراثي يحمل مورثات لتصحيح الخلل الوراثي لديه؛ وذلك لاختبار مدى سلامة هذا الإجراء، وتوفي بعد أربعة أيام. وقد تبين بعد ذلك أن الباحث الرئيس في التجربة قد أخفى بعض الحقائق عن الجهات الرقابية وأسرة غيسلينغر، كما أنه قد أسس شركة تستثمر في تطبيقات العلاج الوراثي.

● إيلين روش

كانت إيلين روش تعمل فنية في جامعة جونز هوبكنز مركز أمراض الحساسية والربو، وتبلغ من العمر ٢٤ عاماً، ومن الذين تطوعوا



تكوينها لمناقشة العديد من القضايا الأخلاقية. أما على المستوى الإقليمي: فهناك لجان على مستوى الدول الأوربية ودول شرق آسيا، وتسعى لوضع تشريعات على المستوى الوطني ومتابعة المسائل الأخلاقية، من خلال الوعي بالمادة الوراثية وأثرها والشعور بالمسؤولية الاجتماعية والوطنية؛ لنشر ثقافة الموافقة المتصورة (على بصيرة)، والصدق والأمانة عند التعامل مع عائلة المريض وأقاربه؛ لضبط التعامل مع العينات البشرية، إضافة إلى عدد من القضايا الحيوية التي تتركز حول ثلاث قضايا مهمة هي بداية الحياة وتعريفها، والكرامة البشرية وحدودها، ونهاية الحياة وعلاماتها.

نماذج عملية لتجارب حيوية لا أخلاقية

صاحبت البحوث الحيوية على البشر الكثير من الممارسات السيئة التي لا تليق بالإنسان من أهمها:

● تجربة مرض الزهري:

أجرت الجهة الرسمية المسؤولة عن خدمات الصحة العامة في الولايات المتحدة (PHS) خلال أربعين عاماً - بين ١٩٣٢ إلى ١٩٧٣ - تجربة على ٣٩٩ من الرجال السود في المراحل المتأخرة من مرض الزهري، كان غالبية هؤلاء الرجال من المزارعين الأميين في واحدة من أفقر المقاطعات في ولاية ألاباما، لم يكن لديهم علم بطبيعة المرض، كل ما كان يقال لهم أنهم كانوا يعالجون من «الدم الفاسد»، واقتضت طبيعة التجربة التي صممها الأطباء عدم السعي للعلاج بقدر الانتظار لتسجيل مراحل المرض وتطوره، إضافة إلى انتظار المريض ومراقبته يعاني من المضاعفات التي تشمل الأورام وأمراض القلب، والشلل، والعمى، والجنون حتى الموت، ومن ثم يقوم الأطباء بتشريح الجثث ودراستها. يقول أحد الأطباء المشاركين: «ليس لدينا أي اهتمام في هؤلاء المرضى حتى الموت»، وبعد كشف الحقيقة من قبل أصحاب الضمائر الحية من

ويجب التعامل معه على هذا الأساس.
٢- خلق الإنسان لعبادة الله: فكل أعمال البشر - ومنها الأبحاث - يجب توظيفها لتحقيق هذا الهدف.
٣- سخر الله الكون لبني آدم.
٤- يجب على البشر صيانة الكون والحفاظ عليه.

● المبادئ العلمية

يجب أن لا يكون هناك تعارض بين التقدم والبحث العلمي والأسس الأخلاقية الأربعة السابقة، وتتركز المبادئ العملية في الضروريات الخمس التي جاء الإسلام بحفظها وهي حفظ النفس، وحفظ الدين، وحفظ العقل، وحفظ العرض، وحفظ المال.

ومن هذه المنطلقات فالأخلاقيات الحيوية جاءت لوضع الضوابط والمعايير التي تضمن حفظ هذه الضروريات الخمس التي جاء الإسلام بحفظها، ولتعظيم المنافع وتجنب أو تقليل الضرر. ومن الناحية الإسلامية فإن الأصل في القضايا العلمية الإباحة وعدم المنع، ما لم تتعارض مع أحد الضروريات الخمس، وعند التعارض فيمكن الدخول في دائرة السماح بالبحث، مع وضع الضوابط التي تضمن عدم تجاوز حد الضرورة.

اللجان الدولية ذات العلاقة

تختلف الأبحاث الحيوية وتتعدد غاياتها؛ وذلك بحسب الجهات الممولة والتوجهات البحثية للمؤسسات والشركات، فالأبحاث الحيوية إما أن تكون لخدمة الإنسانية، أو للهدف المادي أو لأغراض عسكرية، وأحياناً تكون بدوافع سياسية. وبسبب تعدد أهداف الدراسات سعت كثير من المنظمات الدولية إلى تشكيل اللجان التي تناقش هذه المواضيع من مختلف الاتجاهات والتوجهات منها:

- ١- اللجنة الدولية للأخلاقيات الحيوية في المنظمة الدولية للتربية والثقافة والعلوم (اليونسكو).
- ٢- اللجنة الدولية الإسلامية للأخلاقيات الحيوية في منظمة المؤتمر الإسلامي.
- ٣- لجان تسعى منظمة الصحة العالمية إلى

عام ٢٠٠١م للمشاركة في دراسة تهدف إلى إثارة نوبات الربو خفيفة من أجل مساعدة الأطباء على اكتشاف رد الفعل الذي يحمي الرئتين لدى الأشخاص الأصحاء لمكافحة نوبات الربو: بعد استنشاق مركب (Hexamethonium)، وهو دواء كان يستخدم لعلاج ارتفاع ضغط الدم في المدة ما بين ١٩٥٠-١٩٦٠م، أصبحت السيدة روش مريضة، عانت من السعال الحاد وساءت حالتها خلال الأسبوع التالي، حتى أنها وضعت على جهاز التنفس الصناعي، بعد ذلك أصبح لديها فشل في أنسجة الرئة، وانخفاض ضغط الدم وفشل كلوي، وتوفيت بعد قرابة شهر من دخول هذه الدراسة. قام مكتب حماية الإنسان موضع البحث (OHRP). بعد التحقيق في ملابس وفاة السيدة روش اتهمت لجنة المراجعة الأخلاقية جامعة جون هوبكنز لفشلها في اتخاذ الاحتياطات المناسبة، إضافة إلى خلل في تطبيق المعايير الأخلاقية في الدراسة.

اللجنة الوطنية للأخلاقيات الحيوية والطبية

وجه المقام السامي الكريم بالأمر رقم ٧/ب/٩٥١٢ تاريخ ١٨/٥/١٤٢٢هـ بتشكيل لجنة وطنية بمسمى (اللجنة الوطنية للأخلاقيات الحيوية والطبية). تهدف إلى وضع ومتابعة تنفيذ معايير وأخلاقيات البحوث الحيوية والطبية، وذلك من أجل التحسين والارتقاء بالنواحي الصحية والوقائية والتشخيصية العلاجية والنفسية مع مراعاة كرامة الإنسان والعدل والإحسان وحفظ الحقوق للأفراد



اللجنة الوطنية للأخلاقيات الحيوية والطبية
National Committee of Bio. & Med. Ethics

■ شعار اللجنة الوطنية للأخلاقيات الحيوية والطبية.

والمجتمعات بما يتماشى مع الشريعة الإسلامية وتقاليده ومرتكزات المملكة. تكون اهتماماتها شاملة للأخلاقيات البحثية الحيوية والطبية وتطبيقاتها التي تجرى بالمستشفيات والجامعات ومعاهد البحوث بالإضافة إلى الجهات العامة والخاصة ذات العلاقة.

قضى الأمر السامي الكريم أن تكون هذه اللجنة تحت إشراف وإدارة مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية وبرئاستها وبعضوية كل من: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية، والحرس الوطني، ووزارة الدفاع والطيران، ووزارة الداخلية، وإدارة البحوث العلمية والإفتاء، ووزارة التعليم العالي، ووزارة الصحة، ووزارة التربية والتعليم، ومستشفى الملك فيصل التخصصي، ومركز الأبحاث.

● مهام اللجنة

تختص اللجنة بوضع ومتابعة تنفيذ معايير وأخلاقيات البحوث الحيوية والطبية على مستوى المملكة، وتعد المرجع الوطني فيما يتعلق بالأبحاث والأخلاقيات الحيوية والطبية، وتتمتع بالصلاحيات والدعم المالي اللازم لتنفيذ أهدافها ومهامها في جميع الجهات الطبية والبحثية العامة والخاصة في المملكة، ولها على وجه الخصوص ما يلي:

- ١- اقتراح نظام لإجراء الأبحاث والتجارب الحيوية والطبية على الكائن الحي، يراعي أخلاقيات البحث العلمي الحيوي والطبي من منظور إسلامي وأمني و وطني.
- ٢- إعداد اللوائح الخاصة بأخلاقيات البحث العلمي الحيوي والطبي ومراجعتها وفق ما تقتضيه المستجدات العلمية العالمية.
- ٣- الإشراف والتعاون مع لجان أخلاقيات البحوث الحيوية والطبية العاملة في المراكز والقطاعات البحثية.
- ٤- العمل على إنشاء قاعدة بيانات وبنك وطني للمادة الوراثية يعني بحفظ واسترجاع المادة الوراثية للمجتمع السعودي.
- ٥- الإشراف والمتابعة لنظام المعلومات المركزي لبنوك المادة الوراثية الوطنية وضوابط

توثيقها واسترجاعها.

٦- وضع القواعد والأسس للاعتراف علمياً وأخلاقياً بمختبرات الأبحاث العاملة في المجالات الحيوية والطبية، وقدرتها على القيام بالأبحاث بالطرق السليمة.

٧- التقويم الدوري والرقابة على المختبرات الوطنية من الناحية الأخلاقية، ومراقبة إجراء الأبحاث والتجارب الطبية على الكائن الحي، والتأكد من مشروعيتها.

٨- ضبط فحص العينات الحيوية في مختبرات خارج المملكة.

٩- مراقبة احترام القواعد الشرعية والاجتماعية عند التعامل مع المادة الوراثية.

١٠- العمل على صيانة حقوق المرضى، والحفاظ على سرية وأمن المعلومات المتعلقة بالجوانب الحيوية والطبية.

١١- التنسيق بين المملكة والحدود والمنظمات العربية والدولية فيما يتعلق بمجال اختصاصها.

١٢- أي عمل آخر يدخل في دائرة اختصاصها.

● مجالات اهتمام اللجنة

تتمثل مجالات اهتمام اللجنة في الضوابط التالية:

- **الضوابط والمعايير الأخلاقية الحيوية والطبية:** وتهدف لإيجاد صيغة موحدة للشروط البحثية والأخلاقية الواجب اتباعها في البحوث داخل المملكة، من أجل حماية حقوق المريض والعائلة والمجتمع والمنشآت الصحية الطبية والبحثية المختلفة التي تتوفر فيها مثل هذه المختبرات؛ ومن أهم هذه الضوابط والمعايير ما يلي:
- **الضوابط الإجرائية:** حيث تقوم اللجنة الوطنية بتشكيل لجان متخصصة لأخلاقيات البحوث الحيوية والطبية في المستشفيات والمراكز البحثية في المملكة، تكون مهمتها مراجعة الأبحاث والدراسات المقدمة، وبحث مدى موافقتها لضوابط ومعايير الأخلاقيات الحيوية والطبية الوطنية، ومن ثم إقرار هذه الدراسة أو عدمه مع التوجيه والإرشاد للباحثين.
- **ضوابط وطنية:** وتتم من خلال سعي اللجنة إلى الإفادة من الكوادر الوطنية المؤهلة في

الحيوان قبل التجربة وأثنائها، وآلية مراقبة البحوث والشروط الخاصة بالحظائر، وطرق التنمية والرعاية والتخلص من الحيوان بعد نهاية التجربة. كما ستضع اللجنة الضوابط الخاصة بالأبحاث ذات العلاقة بالنبات كالتحوير الوراثي والنقل ومواصفات المختبرات الخاصة بالتجارب.

٤- لجنة التعليم والإعلام: وتهتم بوضع خطط مناسبة لتفعيل برامج اللجنة الوطنية للأخلاقيات الحيوية والطبية في المجتمعات التعليمية بشتى مراحلها، وكذلك للعاملين في المجال الصحي وذوي الاهتمام والمستهدفين بنطاق عمل اللجنة الوطنية، كذلك تهتم اللجنة بوضع سياسة إعلامية مناسبة لمساندة أعمال اللجنة الوطنية في توعية المجتمع وتنقيفه تجاه الأخلاقيات الحيوية والطبية، والعمل على تثقيف الأسرة التعليمية والعاملين في المجال الصحي وتوعيتهم بأهمية الاخلاقيات الحيوية والطبية. وتتواصل اللجنة مع المجتمع العلمي من خلال عدد من الحلقات وبين الشكل التالي آليات اتخاذ القرار في المسائل الأخلاقية التي تطرح في الأوساط العلمية.

وتقوم اللجنة الوطنية للأخلاقيات الحيوية بدور فاعل وحيوي بالتواصل مع اللجان الدولية ذات العلاقة، وقد كان لها أثر في عدد من المحافل واللجان الدولية مثل اللجنة المشكلة في اليونسكو، وحيث إنها اللجنة الوحيدة عالمياً التي تعتمد قراراتها من الدول يمكن استعراض عدد من البيانات الدولية الجهود التي تقوم عليها المنظمة الدولية.

● اللجان الفرعية

يتفرع من اللجنة الوطنية للأخلاقيات الحيوية والطبية عدة لجان فرعية منها ما يلي:
- اللجنة الشرعية والقانونية: وتختص بالمراجعة الشرعية والقانونية للأنظمة واللوائح التي تقترح من قبل اللجان الفرعية الأخرى، واللجان المتخصصة التي تشكل لتحديد الموقف من المستجدات العلمية.

- لجنة الأبحاث على الإنسان: وتعنى بنظام مزاولة البحث على الإنسان من حيث آلية الترخيص، ولجان الأخلاقيات المحلية والمعايير الأخلاقية للموافقة على الأبحاث وغيرها من التنظيمات، وتنقسم هذه اللجنة إلى لجتين فرعيتين هما:

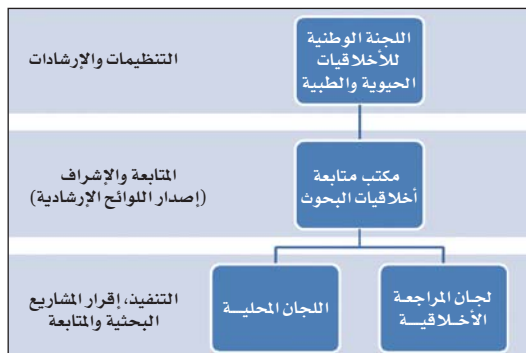
١- استخدام المادة الوراثية وبنوكها: ويتمثل في التعامل مع المادة الوراثية وحفظها وبنوكها كما تعنى بأنظمة التعامل مع المعلومات الوراثية من حيث السرية والحفظ والاسترجاع.
٢- الأبحاث السريرية: وهي الأنظمة المتعلقة بالبحث على الجنين والسجين والطفل وفاقد الأهلية وغيرها من التنظيمات ذات العلاقة بالإنسان.

٣- لجنة الأبحاث على الحيوان والنبات: وتهتم بوضع الضوابط الخاصة بالتعامل مع الحيوان والنبات في الأبحاث من المنطلق الإسلامي في الرفق بالحيوان وعدم إيذائه، وذلك بتعريف البحوث التي يسمح لها بإجراء تجارب على الحيوان والنبات، وتحديد وتأهيل الباحث في إجراء البحوث على الحيوانات، وطرق معاملة

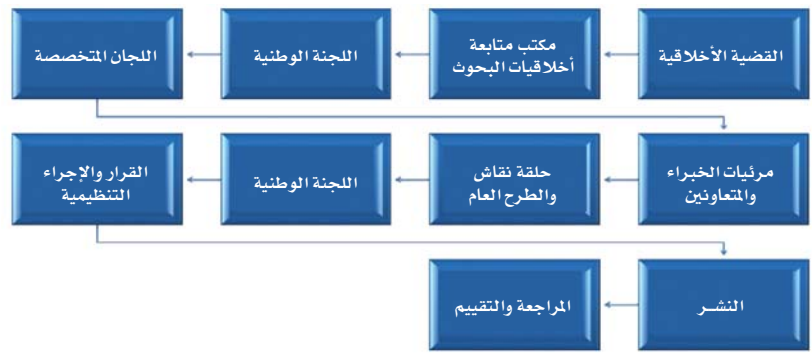
الجامعات والكليات والمعاهد البحثية والتنسيق فيما بينها في القضايا ذات العلاقة؛ مع إنشاء قاعدة بيانات للكوادر الوطنية المؤهلة في مجالات الأخلاقيات الحيوية والطبية. كذلك دعم برامج التدريب والتعليم ذات العلاقة؛ من أجل نقل وتوطين التقنية. وبالإضافة إلى ذلك السعي للتشخيص المباشر لبعض الأمراض الوراثية وبطريقة سريعة ودقيقة، مع الاهتمام بالحفاظ على سرية وأمن المعلومات الوراثية والاجتماعية. كما تتعامل مع مراكز مرجعية في الخارج لتشخيص الأمراض الوراثية عند عدم التمكن من إجرائها في المملكة بعد توقيع اتفاقية تضمن حقوق المريض والمجتمع.

■ **ضوابط البحوث الطبية:** وتتمثل في اهتمام اللجنة بعمل الإجراءات والسياسات التي تضبط وتتحكم في إجراء البحوث الطبية على المرضى، كاستخدام أدوية جديدة أو استخدام أجهزة من أجل الفحص أو إجراء العمليات، وكذلك التجارب السريرية مع إحاطة المعنى علماً بالفائدة العلمية والطبية والآثار السلبية التي ربما تنتج عن ذلك. كما تسعى اللجنة إلى وضع الضوابط الخاصة بالممارسة الطبية المنتهية بنتائج بحثية.

■ **القواعد الشرعية والاجتماعية:** حيث يجب مراعاتها في التعامل مع المادة الوراثية، وكذلك التقيد بالسرية التامة الخاصة بمعلومات المريض، مع مراعاة وتقديم مصلحة وفائدة المريض والمجتمع مع توثيق موافقة المريض أو ولي أمره - في حالة القُصْر - خطياً عند الحاجة إليهم في الأبحاث الطبية.



■ شكل (٢) دور اللجنة الوطنية واللجان الأخرى وارتباطاتها.



■ شكل (١) خطوات تنفيذ المعايير الأخلاقية في الأبحاث الحيوية والطبية بالمملكة.

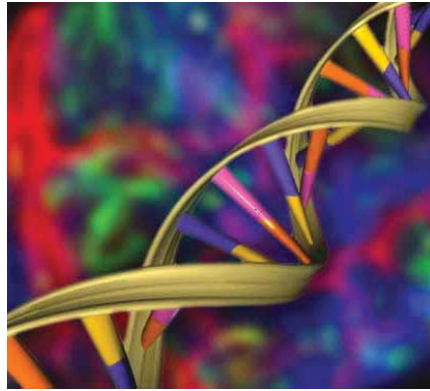
العام لليونسكو. تجتمع اللجنة مرة كل عام على الأقل لمناقشة قرارات وتوصيات اللجنة الدولية، وبالتالي ترفع توصياتها للمدير العام لليونسكو ومن ثم للمؤتمر العام. ويجدر بالذكر أن المملكة العربية السعودية ترأس اللجنة الدولية الحكومية للعامين ٢٠٠٩ - ٢٠١١م. ويتيح نظام اليونسكو للدول الأعضاء والمنظمات الدولية العاملة تحت الأمم المتحدة بالحضور كمراقبين.

● اليونسكو والأخلاقيات الحيوية

جعلت اليونسكو أخلاقيات العلوم والتقنية أحد أبرز أولوياتها الخمس، ولعل أبرز ما يمكن الإشارة إليه في إنجازات اليونسكو هو تشكيل ورعاية اللجنة الدولية للأخلاقيات الحيوية والتي تميزت خلال عملها في السنوات العشر الماضية بالحيادية والإنصاف لشعوب ودول العالم، كما أنها سبقت كثير من الدول والمنظمات في التشريع ووضع الإرشادات التي تضمن رعاية الحق البشري والكرامة الإنسانية. كما أن اللجنة الدولية برعاية المنظمة الدولية قد قدمت للبشرية عدة خدمات يمكن توضيحها كالتالي:

■ **البيان العالمي بشأن المجين البشري وحقوق الإنسان:** وقد صدر عام ١٩٩٧م بعد مناقشة استمرت عدة سنوات، شارك فيها عدد من العلماء والخبراء في مجالات العلوم والتخصصات المختلفة. كما تم إقرار البيان من قبل المؤتمر العام للأمم المتحدة عام ١٩٩٨م. ومنذ ذلك الحين أدخلته العديد من الدول في أنظمتها وتشريعاتها الوطنية. وناقشت اللجنة الوطنية تطبيق الإعلان على الساحة العالمية والآليات المناسبة لتفعيله توصياته في اجتماعها العاشر.

■ **البيان العالمي في البيانات الوراثية:** حيث اهتمت اليونسكو بمجال أخلاقيات البيانات الوراثية لما لها من أثر على شعوب العالم الغنية والفقيرة على السواء، وحيث أن تقنيات التعامل مع المادة الوراثية متوافرة لدى الدول المتقدمة، فقد صيغ الإعلان العالمي للبيانات الوراثية ليضمن حق الدول الفقيرة؛ وليضمن سير وتقديم العلوم في الدول الغنية كذلك، ولأن جمع البيانات الوراثية البشرية ومعالجتها واستخدامها وحفظها مسائل تكتسب أهمية فائقة من أجل تقدم علوم الحياة



٣- **المجال الاستشاري:** ويقدم العون للدول الأعضاء في تشكيل وتأسيس لجانها المحلية الخاصة بالأخلاقيات الحيوية، وتعريف المعايير الأخلاقية الخاصة بها. كما يهدف هذا المجال إلى تقديم المعلومات والوثائق اللازمة للجان المحلية وربطها ببعضها لتبادل المعارف. كما يتابع تنفيذ وتفعيل توصيات وقرارات اللجان الدولية.

٤- **مجال التثقيف والتوعية:** ويسعى إلى رفع مستوى الوعي والمعرفة بين المعنيين كالباحثين والإعلاميين وصناع القرار والمجتمع عموماً، كما يسعى هذا المجال إلى تحديد وربط الجامعات التي تقدم دراسات في الأخلاقيات الحيوية وترابطها ببعض.

● لجان برنامج الأخلاقيات الحيوية

يتفرع عن برنامج الأخلاقيات الحيوية لجنتان هما:

■ **اللجنة الدولية للأخلاقيات الحيوية:** وقد أنشئت عام ١٩٩٣م، وتتكون من ستة وثلاثين عضواً يرشحون من قبل مدير عام اليونسكو كخبراء، ويمارسون عملهم بشكل مستقل ويعبرون عن آرائهم كمختصين، ويمثلون التوزيع الجغرافي والاجتماعي العالمي، كما يمثلون تخصصات مختلفة رفيعة المستوى كالعلماء والمحامين والقانونيين والاجتماعيين. تعد اللجنة الدولية للأخلاقيات الحيوية - إلى الآن - اللجنة الوحيدة تحت الأنظمة الدولية التي تعمل بنظام دقيق ومحكم وترتكز على الأخلاقيات الحيوية.

■ **اللجنة الحكومية للأخلاقيات الحيوية:** وقد أنشئت عام ١٩٩٨م بناء على نظام اللجنة الدولية للأخلاق لليونسكو، وتتكون من ستة وثلاثين دولة عضو في اليونسكو وترشح من قبل المؤتمر

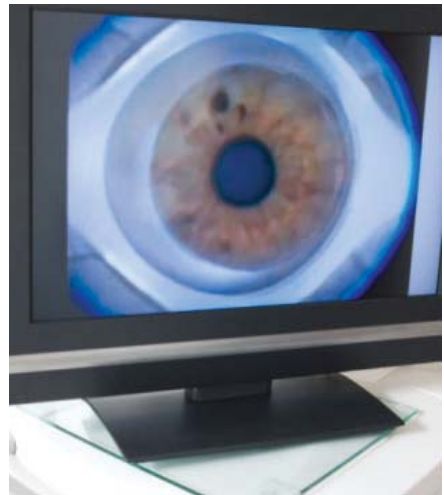
اللجنة الدولية للأخلاقيات الحيوية والطبابة

تمتاز المنظمة الدولية للتربية والثقافة والعلوم (اليونسكو) بثقلها العالمي في صياغة المواقف الأخلاقية العالمية، لذا فقد نشأ برنامج اليونسكو للأخلاقيات الحيوية عام ١٩٩٣م، ثم أصبح أحد أولوياتها الاستراتيجية عام ٢٠٠٢م. يتزايد اهتمام اليونسكو بالأخلاقيات الحيوية بشكل مضطرب، كما أن الحاجة العالمية له تزداد، لتقدير آثار تقدم العلوم الحيوية البعيدة المحتملة على المجتمعات بشكل عام خاصة مع تميز عملها وتنوع تخصصات وأصول مستشاريها، مما أعطى الريادة العالمية لليونسكو في مجال الأخلاقيات الحيوية.

يتفرع من برنامج الأخلاقيات الحيوية قسم أخلاق العلوم والتقنية في قطاع العلوم البشرية والاجتماعية ويركز في عمله على أربعة مجالات عمل هي:

١- **المجال الفكري:** وذلك من خلال التوعية على المستوى الدولي أو الوطني للمجالات المهمة في الأخلاقيات الحيوية وملاساتها لعمل إرشادات أخلاقية.

٢- **مجال أسس الأنظمة الأخلاقية:** ويهدف إلى تحديد ودفع قواعد وأطر أخلاقية تمكن الدول الأعضاء من الاستفادة منها في وضع تشريعاتها الأخلاقية المحلية، مثل البيان العالمي للمجين البشري وحقوق الإنسان.



الحيوية عام ٢٠٠٠م؛ وقد كان أحد أبرز الموضوعات العلمية المعاصرة وأكثرها سخونة مدى القبول الأخلاقي لاستخدام الخلايا الجذرية للبويضات البشرية الملقحة للأغراض البحثية، والذي أُجري بشكل موسع على مدار عامين، إلا أن اللجنة لم تتمكن من الخروج برأي موحد حياله، نظراً للتباين الشديد بين وجهات نظر الأعضاء تبعاً لاختلافاتهم الدينية والفكرية. وقد أوصت اللجنة بأهمية مراعاة هذا الجانب من قبل الدول، مع وضع تشريعات محلية تضمن مراعاة كرامة الأجنة.

■ **مواضيع أخرى:** ومنها التكامل بين الدول الفنية والفقيرة، وأبحاث الشيخوخة، والأبحاث المتعلقة بالجهاز العصبي في الإنسان، وتعليم الأخلاقيات الحيوية وغيرها من المواضيع الحيوية والمهمة التي يمكن الرجوع إليها في موقع اللجنة على الشبكة العنكبوتية.

كما أصدرت اليونسكو عدد من الكتب ذات العلاقة بالأخلاقيات الحيوية مثل: الأخلاقيات الحيوية وحقوق المرأة، وأخلاقيات الحياة، وولادة الإعلان العالمي للمجين البشري وحقوق الإنسان، والأخلاقيات الحيوية: ملبسات عالمية.

«نحن لا نستطيع إيقاف العلم ولكن يمكن أن نساقله، بهذه العبارة افتتح مدير عام اليونسكو الاجتماع العاشر للجنة الدولية للأخلاقيات الحيوية والطبية هذا لعام ٢٠٠٣ م، وهو الدور الذي تسعى اليونسكو عمله في مجال الأخلاقيات الحيوية.

تجرى في هذا المجال. في هذا السياق دعا مدير عام اليونسكو إلى مؤتمر عام لمناقشة موضوع «الأخلاق، والملكية الفكرية، المجين البشري» في المدة ١/٢٠ - ٢/١/٢٠٠١، في مقر اليونسكو وقد أوصى المجتمعون بأهمية أن تتولى اليونسكو ممثلة في اللجنة الدولية للأخلاقيات الحيوية وضع آلية لمتابعة كيفية التأكد من أن فوائدهم نسخة أولية من مشروع المجين البشري يمكن أن تشمل البشرية عامة، خاصة مع نشرها في الأونة الأخيرة (فبراير من عام ٢٠٠١ م)، مما يعطي الموضوع أهمية وحاجة إلى المبادرة.

جدير بالذكر أن قضية الجينوم ليست محصورة في البشر فقط، ولكنها تتعدى إلى الحيوانات والميكروبات والنباتات. من هذا المنطلق فقد كان لليونسكو عدة مبادرات ذات العلاقة بحفظ الحقوق البشرية المتعلقة بالملكية الفكرية لحقوق المورثات منها:

١- الإعلان العالمي بشأن المجين البشري وحقوق الإنسان.

٢- بيان مدير عام اليونسكو عام ٢٠٠٠م.

٣- بيان مؤتمر اليونسكو لعام ٢٠٠١م.

٤- توصيات اللجنة الدولية للأخلاقيات الحيوية.

٥- توصيات اللجنة الحكومية للأخلاقيات الحيوية ٢٠٠١م.

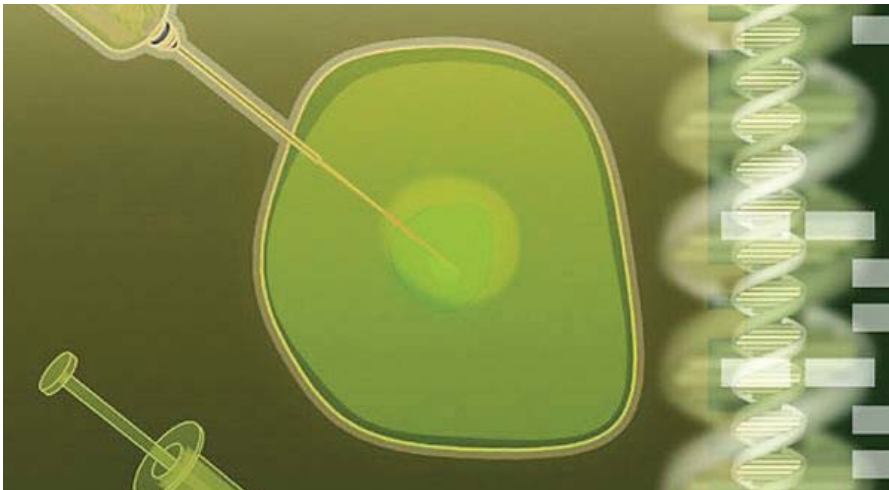
■ **أبحاث الخلايا الجذعية:** حيث تم مناقشة مشروع المجين البشري ومعلقاته الاقتصادية في الدورة السابعة للجنة الدولية للأخلاقيات

والطب ومن أجل تطبيقاتها، ومن أجل استخدام هذه البيانات لأغراض غير طبية - ولا سيما في الإجراءات المدنية والجنائية - فقد أقرت اللجنة الدولية للأخلاقيات الحيوية المسودة النهائية للإعلان العالمي للبيانات الوراثية في اجتماعها العاشر عام ٢٠٠٣ م، والذي أقر من قبل المؤتمر العام لليونسكو. كما حظي الإعلان العالمي كذلك بتأييد اللجنة العربية لأخلاقيات العلوم والبيولوجيا. ويتضمن الإعلان عدة نقاط مهمة، مثل: تحديد الأغراض من جمع البيانات الوراثية، وإجراءات التعامل، وضمان عدم التمييز بناء على البيانات الوراثية، وقبول الشخص المعني مع إعطاء حق سحب القبول، وآلية الوصول ومعالجة البيانات، وضمان سرية البيانات ودقتها وموثوقيتها وجودتها، وحفظ العينات والبيانات، وتداول البيانات والتعاون الدولي، وأخيراً إتلاف البيانات.

■ **الوثيقة العالمية في الأخلاقيات الحيوية:**

وهي من المشاريع المهمة والطموحة لليونسكو وذلك بإصدار وثيقة عالمية حول الأخلاقيات الحيوية تركز فيها على أهم القضايا الأخلاقية الحيوية على المستوى العالمي، والتي تتفق مع المستجدات العلمية الحديثة. وتتطرق الوثيقة إلى تحديد الإطار العام لمفهوم الأخلاقيات الحيوية، والقضايا الأخلاقية الأساسية والتي تشمل الرعاية الصحية، التنازل وبداية الحياة، الموت، البحث عن الإنسان، والبيانات الوراثية والشخصية، والأعضاء البشرية ونقلها، واستخدام الخلايا الجذرية الجنينية في العلاج، والكائنات المحورة وراثياً وغيرها من المواضيع الساخنة والحساسة.

■ **الملكية الفكرية للمورثات:** وهي من أهم المواضيع التي تطرح حالياً وبالحاح في مجالات علوم الوراثة المختلفة، والتي تكوّن هاجساً كبيراً لصانعي القرار والمشرعين في مجالات هذا العلم المختلفة، والتنوع الإحيائي، والأغذية المعدلة وراثياً، والتجارب الحيوية العملية، وحرية التصرف باستخدام الموارد الوراثية، وتبادل ومشاركة الفوائد التي قد تنتج من الأبحاث التي





أنظمة السلامة الأحيائية

د. يوسف الحافظ

نتيجة للتوسع السريع في التقانات الحيوية والقلق العام من أثارها السلبية المحتملة، فقد أضحت الحاجة ماسة إلى وضع لوائح وتشريعات للسلامة الأحيائية لضبط عملية نقل وتطوير واستخدام التقانات الحيوية والكائنات المحورة وراثياً والنواتج الناجمة عنها، وذلك من أجل حماية الصحة والبيئة والتنوع الأحيائي الطبيعي والمستأنس، لا سيما وأن إنتاج الكائن الحي المطور عبر المورثات يتم فيه تبديلاً لبنيته الوراثية.

نظراً لأن المملكة قد تستورد الكائنات الحية المحورة وراثياً ومنتجاتها النباتية أو الحيوانية، ونظراً للمخاطر المحتملة حدوثها على مستوى سلامة الأغذية أو على مستوى البيئة، فقد شكلت لجنة وطنية للسلامة الأحيائية بتوجيه من صاحب السمو الملكي ولي العهد وزير الدفاع والطيران والمفتش العام رقم ٢٥٧٦/٤/١/١ بتاريخ ١٤١٨/٩/٢٢هـ برئاسة مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية؛ وعضوية كل من: وزارة الزراعة، ووزارة الصحة، ووزارة المياه، ووزارة التجارة والصناعة، والرئاسة العامة للأرصاد وحماية البيئة، والهيئة العربية السعودية للمواصفات والمقاييس، والهيئة الوطنية لحماية الحياة الفطرية وإنمائها؛ على أن تتولى هذه اللجنة المهام التالية:

١- اقتراح تشكيل اللجان المتخصصة في مجالات السلامة الأحيائية من العلماء والمختصين والباحثين في الجامعات ومراكز البحوث

والجهات ذات الاختصاص.

٢- اقتراح الأنظمة واللوائح التي تتعلق بالسلامة الأحيائية لحماية المملكة من الآثار السلبية المحتمل حدوثها.

٣- دراسة بروتوكول قرطاجنة للسلامة الأحيائية من الناحية الفنية والقانونية ومدى ملاءمته للمملكة.

٤- اقتراح سبل التنسيق بين المملكة والسدول والمنظمات العربية والدولية ذات الاختصاص.

٥- وضع خطة لتوعية وتأهيل وإعلام المواطنين بالسلامة الأحيائية.

سليبات الكائنات المحورة وراثياً

هناك عدة سليبات متوقعة عند استخدام الكائنات المحورة وراثياً ومنتجاتها في الغذاء والزراعة والبيئة، وذلك كما يلي:-

● في الغذاء

تتمثل سليبات التحوير الوراثي في الغذاء في الآتي:-

١- معظم المورثات المدخلة على مورثات صغيات الكائنات المحورة وراثياً هي كائنات حية دقيقة بكتيرية أو فيروسية المصدر، أو من كائنات حية ليست ذات صلة بالكائن المتلقي، وعادة ما يكون ناتج هذا المورث غريباً على الإنسان ولم يكن أصلاً من بين السلسلة الغذائية الطبيعية له، ولذلك ربما يؤدي هذا المنتج إلى حساسية الجسم وظواهر أخرى قد يصعب تحديد مداها ومخاطرها عند تناوله كغذاء.

٢- التغيرات المحتملة للمورثات المدخلة عند تجهيزها واستخدامها في التصنيع الغذائي كالتغيرات الكيميائية والفيزيائية.

٣- الآثار الجانبية بعيدة المدى للغذاء المحور وراثياً والتي لم تدرس على مستوى عالمي بعد.

٤- الاحتكار الاقتصادي للكائن المحور وراثياً.

● في الزراعة والبيئة

يصاحب استخدام تقنية التحوير الوراثي في الزراعة والبيئة عدة سلبيات منها ما يلي:-

١- تأثيرات غير محكومة على نشاط كائنات البيئة المتلقية (المستقبلة) بسبب أن إدخال أي عنصر إحيائي جديد على النظم البيئية قد يستغرق فهم واستيعاب آثاره عدة سنوات أو حتى عدة عقود. وقد تكون تلك التأثيرات إما مباشرة عن طريق الافتراس أو المنافسة مثلاً، أو غير مباشرة عن طريق التغيرات في استخدام الأرض أو في أساليب الزراعة.

٢- انتقال المادة الوراثية المدخلة إلى الأنواع المستأنسة أو المحلية الأخرى - مما يعرف بالتلوث الوراثي- عن طريق التلقيح والإخصاب التلقائيين أو الانتشار أو النقل الميكروبي، وخاصة إذا كانت المادة الوراثية المدخلة تحتوي على مورث العقم الذي يحول دون إنتاج أجيال جديدة منها بهدف الاحتكار التجاري؛ مما قد يؤدي - مع تقادم الزمن - إلى تعرض الأنواع المحلية إلى خطر الانقراض؛ وبالتالي تهديد الأمن الغذائي الوطني.

بروتوكول السلامة الأحيائية

نظراً لأهمية موضوع إدخال الكائنات المحورة وراثياً ومخاطرها المحتملة على البيئة وصحة الإنسان؛ فقد وافق المجتمع الدولي على وضع

للتجهيز، مع حفظ حق البلدان في تنظيم استيراد تلك الكائنات على أساس التشريع الداخلي.

تقييم وإدارة المخاطر

يعطي البروتوكول الحكومات الحق في قبول أو رفض واردات الكائنات المحورة وراثياً على أساس تقييمات المخاطر، والتي ينبغي أن تجرى بطريقة علمية تستعمل تقنيات معترف بها في تقييم المخاطر، وللمستورد حق مطالبة المصدر كفالة إجراءات تقييم المخاطر أو أن يتحمل تكاليفها حيث إن هذا أمر مهم بالنسبة للبلدان النامية. كما يتضمن البروتوكول قيام كل بلد بوضع أنظمة للرصد وبرامج لإدارة المخاطر، وعلى كل حكومة أن تقوم بإخطار الحكومات التي تأثرت، أو يحتمل تأثرها بتلك المخاطر عندما تدرك أن الكائنات المحورة وراثياً خاضعة لولايتها أو أن عبورها الحدود الدولية يسبب اتجار غير مشروع أو تلوث بيئي.

غرفة تبادل المعلومات

تقوم هذه الغرفة بتبادل المعلومات العلمية والتقنية والبيئية والقانونية بشأن الكائنات الحية المحورة وكذلك القوانين واللوائح الوطنية التي تنطبق على الكائنات الحية المحورة لتمكين الحكومات من تنفيذ البروتوكول.

يعزز البروتوكول التعاون الدولي لمساعدة البلدان النامية والبلدان ذات الاقتصاد الانتقالي على بناء قدراتها من الموارد البشرية والمؤسسات اللازمة للسلامة الإحيائية وتشجيع الحكومات على مساعدة غيرها بالتدريب العلمي والتقني في سبيل نقل التقنية والمعرفة وتوفير الموارد المالية لتلك البلدان.

علاقة المملكة بالبروتوكول

إن أحكام البروتوكول ليس المقصود منها نقض الاتفاقيات الدولية القائمة ولا الخضوع لها. بل تعمل سوياً لتكون مكملة لها، ولذلك يحث البروتوكول على التنسيق بين الأنظمة الدولية المختلفة لتعزيز السلامة الإحيائية وبتقاضي المنازعات المحتملة ويوفق بين المصالح المشروعة للتجارة والسلامة الإحيائية والقطاعات الأخرى.

والأخر للكائنات المراد استعمالها مباشرة كأغذية أو كأعلاف أو للتجهيز؛ وهي مصممة لضمان تزويد الدول المستوردة بما تحتاج إليه من معلومات لاتخاذ قرارات مستنيرة بشأن هل تقبل أو لا تقبل واردات الكائنات الحية المحورة. إلا أن الكائنات الحية المحورة المراد إدخالها في البيئة تخضع إلى إجراءات أشد صرامة، وهي تلزم القائم بالتصدير أن يبدأ بإعطاء البلد المستورد وثائق توضح أن الشحنة تحتوي على كائنات محورة وراثياً، ويجب أن تحدد الهوية والسمات والخصائص وأي متطلبات لتحقيق الأمان في مناولتها وتخزينها ونقلها واستعمالها، وينبغي بيان نقطة اتصال للحصول على مزيد من المعلومات وبيان أسماء وعاوين كل من المستورد والمصدر.

تقوم مؤسسة وطنية مختصة في البلد المستورد بإرسال « علم وصول » أي ما يفيد استلام هذه المعلومات في خلال ٩٠ يوماً، ثم تصدر ترخيصاً سريعاً بالشحنة خلال ٢٧٠ يوماً، أو تذكر ما لديها من أسباب لرفض الشحنة على الرغم من أن عدم إعطاء إجابة لا ينبغي أن يفسر بأنه يعنى القبول؛ لأن هذه الإجراءات تعطي البلدان المستوردة فرصة تقييم أي مخاطر قد تنشأ عن الكائنات المحورة وراثياً قبل قبول استيرادها. إلا أن إجراءات الاتفاق المسبق عن علم لا تنطبق على الكائنات المحورة وراثياً المراد استخدامها - منعزلة - في المختبرات العلمية ولا على الكائنات المراد استخدامها مباشرة كأغذية أو كأعلاف أو



بروتوكول ملزم قانوناً في مجال السلامة الإحيائية في ظل اتفاقية التنوع الأحيائي، حيث أقرت الحكومات الأعضاء في اتفاقية التنوع الأحيائي في ٢٩/١/٢٠٠٩ بروتوكول قرطاجنة المتعلق بالسلامة الإحيائية ليكون إطاراً تنظيمياً دولياً للصناعة المتنامية في مجال التقنية الحيوية والذي من شأنه أن يعزز التطبيق السليم بيئياً للكائنات المحورة وراثياً ويهدف إلى ضمان مستوى ملائم من الحماية في مجال أمن لنقل ومناولة واستخدام الكائنات الحية المحورة الناشئة عن التقنية الحيوية، والتي يمكن أن يترتب عليها آثاراً ضارة على حفظ واستدامة استخدام التنوع الأحيائي مع مراعات المخاطر على صحة الإنسان أيضاً.

يهتم البروتوكول بالكائنات الحية المحورة وراثياً المراد إدخالها مباشرة إلى البيئة مثل: الذرة، والبطاطس، وفول الصويا، والطماطم، والأسماك، وكذلك السلع الأساسية الزراعية المحورة وراثياً مثل: الذرة والحبوب المستعملة كأغذية أو كأعلاف أو للتجهيز، ولا يغطي المواد الصيدلانية ولا المنتجات المشتقة عن الكائنات المحورة وراثياً.

يعتمد البروتوكول على مفهوم أساسي يعرف بالنهج التحوطي المستمد من المبدأ الوارد في إعلان ريو لعام ١٩٩٢م بشأن البيئة والتنمية، والذي ينص على: «حيثما يوجد تهديدات بحدوث ضرر خطير أو لا يمكن تداركه، فإن عدم توفر اليقين العلمي الكامل يجب أن لا يستعمل سبباً لإرجاء اتخاذ التدابير المجدية من ناحية التكاليف للحيلولة دون تدهور البيئة»، يعنى هذا المفهوم في البروتوكول إن كل حكومة تستطيع إن تحدد أساس التحول بما لا يسمح باستيراد الكائنات المحورة وراثياً عبر حدودها، حتى إذا لم يتوفر برهان علمي كاف يثبت أن الكائنات المحورة يمكن أو لا يمكن إن يكون لها وقع على التنوع الأحيائي أو على صحة الإنسان؛ مما يعطي البلدان المستوردة حق مراعاة النواحي الاجتماعية والاقتصادية المتمثلة في أن تحل واردات الأغذية التي خضعت لعمليات التحويل الوراثي محل المحاصيل التقليدية أو تهدد بانقراض الثقافات والتقاليد المحلية وتخفض قيمة التنوع الأحيائي لمجتمعات السكان الأصليين.

الإجراءات التنظيمية الأساسية

يضع البروتوكول إجراءات تنظيميين أحدهما للكائنات الحية المحورة المراد إدخالها في البيئة،

- ١١- تحديد هوية الكائن الحي المحور والفوارق بين خصائصه البيولوجية وتلك الخاصة بالكائن المتلقي.
- ١٢- اقتراح طرق لكشف وتحديد هوية الكائن الحي المحور وتخصصها وحساسيتها ومدى الاعتماد عليها.
- ١٣- الطرق المقترحة للمناولة والتخزين والنقل والاستخدام الآمن بما في ذلك التعبئة ووضع بطاقات العبوة والوثائق وإجراءات التخلص والطوارئ.
- ١٤- إعلان بأن المعلومات المذكورة أعلاه صحيحة بصورة مطابقة للواقع.

● ضوابط الاستيراد

- يخضع استيراد المنتجات المحورة وراثياً لعدة ضوابط هي:
- ١- وضع بطاقة توضيحية على المنتجات الغذائية المعدلة وراثياً باستخدام التقانات الحيوية الحديثة
 - ٢- أن تكون المنتجات المستوردة المعدلة وراثياً مصرح باستخدامها في بلد المنشأ بموجب شهادة رسمية، مع مطابقتها للمواصفات والمقايس المعمول بها في المملكة.
 - ٣- أن تكون جميع المنتجات المعدلة وراثياً موافقة للضوابط الشرعية والأخلاقية
 - ٤- حظر استيراد الأغذية المصنعة من المنتجات الحيوانية المعدلة وراثياً.
 - ٥- تطبيق هذه الضوابط والاشتراطات على المنتجات النباتية المعدلة وراثياً المستوردة أو المنتجة محلياً خلال ١٢ شهراً من تاريخ هذا القرار.
 - ٦- تفعيل هذا القرار بإبلاغ الجهات ذات العلاقة (الإدارة العامة للمختبرات ومراقبة الجودة - الهيئة السعودية للمواصفات والمقاييس).



- ٣- حظر استيراد التمور وبيذور التقاوي والشتلات الزراعية ونباتات الزينة المحورة وراثياً إلى المملكة العربية السعودية في الوقت الحاضر.
- ٤- حظر استيراد الحيوانات والطيور ومنتجاتها المعدلة وراثياً إلى المملكة.
- ٥- موافقة جميع المنتجات المعدلة وراثياً للضوابط الشرعية والأخلاقية في المملكة ومطابقتها للمواصفات القياسية السعودية المعتمدة.
- ٦- تطبيق هذه الضوابط والاشتراطات على جميع المنتجات الزراعية المعدلة وراثياً المصدرة للمملكة أو المنتجة محلياً خلال ستة شهور من تاريخ هذا القرار ولا يسمح بدخول المنتجات غير المستوفية لهذه الشروط.

- ٧- أن تكون الكائنات المعدلة وراثياً باستخدام التقنية الحيوية الحديثة المراد تصديرها للمملكة مصرح باستهلاكها واستخدامها في البلد المنتج لها وذلك بموجب شهادة رسمية تؤكد ذلك.

● ضوابط التصدير

- هناك عدة معلومات يجب على المصدر توفيرها قبل صدور الموافقة على التصدير، وهي كالتالي:
- ١- اسم وتفاصيل عنوان مقدم الطلب للسماح له باستيراد الكائنات المحورة وراثياً.
 - ٢- اسم وهوية الكائن الحي المحور.
 - ٣- وصف التحويل الجيني، والتقنية المستخدمة، والخصائص الناتجة عن الكائن الحي المحور، أي تحديد فريد لهوية الكائن الحي المحور.
 - ٤- الحالة التصنيفية والاسم الشائع وأماكن الجمع وخصائص الكائن المتلقي أو الكائنات السلف - الآباء والأجداد - المتعلقة بالسلامة الأحيائية.
 - ٥- مراكز المنشأ ومراكز التنوع الوراثي إذا كانت معروفة للكائن المتلقي أو كائنات السلف - الآباء والأجداد - ووصف المواقع التي يمكن أن تعيش أو تتكاثر فيها الكائنات.
 - ٦- الحالة التصنيفية والاسم الشائع، ونقاط الجمع، وخصائص الكائن أو الكائنات المانحة المتعلقة بالسلامة الأحيائية.
 - ٧- الاستخدامات المعتمدة للكائن الحي.
 - ٨- تقرير عن تقييم المخاطر أو تكليف المصدر بدفع تكاليف تقييم المخاطر.
 - ٩- خصائص الناقل بما في ذلك هويته - إن وجدت - ومصدره أو أصله.
 - ١٠- الخصائص الوراثية للعناصر النووي المدخل والوظيفة التي يؤديها أو خصائص التحويل المستخدم.



وعلى المستوى الوطني فإن إدخال هذه الكائنات المحورة وراثياً سيؤدي إلى القضاء على المخزون الوراثي الوطني وخاصة الأنواع والأصناف المحلية الزراعية والبرية - الحيوانية منها والنباتية - وذلك إما عن طريق منافسة أو افتراس الكائنات المحورة وراثياً للكائنات المحلية، أو عن طريق نقل المادة الوراثية المدخلة إلى الأنواع المحلية بواسطة التلقيح أو الانتشار أو النقل الميكروبي، وخاصة إذا كانت المادة الوراثية المدخلة تحتوي على مورث العقم، فضلاً عن تفاعل هذه المادة الوراثية المدخلة مع الأنواع المحلية وتأثيرها على وظائفها وإنتاجيتها. واستناداً إلى ما وافق عليه المجتمع الدولي في إقرار بروتوكول ينظم نقل ومناولة واستخدام الكائنات الحية المحورة الناشئة عن التقنية الحيوية، ونظراً للحاجة الملحة على المستوى الوطني للتعامل مع هذه الكائنات المحورة وراثياً وخاصة المستخدمة كأعلاف؛ لذا صدر قرار موافقة المقام السامي رقم ٢٦٢٨ بتاريخ ١٤٢٥/١١/٢٢هـ - إلى أن ينهي وضع النظام العام الخاص بهذه الكائنات المحورة وراثياً - متضمناً ما يلي:

- ١- السماح باستيراد الكائنات المحورة وراثياً من الفواكه والخضار الطازجة وكذلك الحبوب المراد استخدامها كأعلاف فقط حسب الشروط المذكورة في المرفق الأول وأن لا يسمح بإدخالها في البيئة بغرض الزراعة.
- ٢- وضع بطاقة توضح أن هذه الفواكه والخضار الطازجة والأعلاف أو بعض مكوناتها محورة وراثياً على أن تكون بيانات البطاقة مكتوبة بخط واضح يسهل قراءته باللغتين العربية والإنجليزية ويكون مختلف عن لون البطاقة.

:: الجديد في العلوم والتقنية ::

مادة كيميائية في المعدات الطبية تعوق وظائف القلب

أظهر هذا الاكتشاف تفسيراً جديداً لحدوث بعض الأعراض الجانبية للمرضى، مثل ضعف حاسة التذوق، وفقدان الذاكرة المؤقت التي تنتج عن الإجراءات الطبية التي تتطلب نقل الدم خارج الجسم خلال أنابيب بلاستيكية، مثل: جراحة القلب الالتفافية (Heart bypass surgery)، أو غسل الكلى (Kidney dialysis)؛ مما يسبب المزيد من المخاطر في مجال صناعة المعدات الطبية البلاستيكية. أشار أستاذ علم التخدير (Anesthesiology) تشوكاس وفريقه البحثي أن هناك مادة كيميائية تسببت في حدوث الأعراض الجانبية المذكورة سابقاً، واختبار هذه النظرية قام تشوكاس وزملاؤه بأخذ عينات من أكياس الوريد (Iv bag) وأجهزة القسطرة (Bypass machines) في صورتها السائلة قبل استخدامها بواسطة المرضى، ثم قاموا بتحليلها في أجهزة خاصة، حيث لاحظوا وجود مركب سايكلوهيكسانون (Cyclohexanone)، وقد افترضوا تسرب تلك المادة من الأكياس البلاستيكية الطبية، كما لاحظوا أيضاً أن كميات هذه المادة تتفاوت في التركيز بشكل ملحوظ من جهاز طبي لآخر (يحتوي على البلاستيك). وللتأكد من تأثير تلك المادة قام العلماء بحقن مجموعة من الفئران بمحلول ملحي ومجموعة أخرى من الفئران بمحلول ملحي يحتوي على مركب السايكلوهيكسانون، ومن ثم قاموا بقياس ضربات القلب.

اتضح للعلماء أن قلوب الفئران التي تم حقنها بالمحلول الملحي فقط قامت بضخ ٢٠٠ ميكرو لتر من الدم / نبضة، كما كان لها معدل نبض قلبي قدر بحوالي ٢٥٨ نبضة/دقيقة، أما في حالة الفئران التي تم حقنها بمركب السايكلوهيكسانون المضاف للمحلول الملحي فقد قامت بضخ ١٥٠ ميكرو لتر من الدم لكل نبضة قلبية، ومعدل نبض قلبي يقدر بحوالي ٢٨٧ نبضة/دقيقة، إضافة لذلك فقد ظهر على هذه الفئران ضعف في انقباضات القلب. ومن هذه الملاحظات استنتج الباحثون أن مركب السايكلوهيكسانون تسبب في انخفاض قوة ضربات القلب في الفئران التي تم حقنها بها، كما لاحظ الباحثون زيادة في السوائل المحتبسة وتورم في الفئران التي تم حقنها بمركب السايكلوهيكسانون.

يعكف تشوكاس وفريقه البحثي على معرفة الآليات الدقيقة لحدوث هذه الأعراض الجانبية (ضعف وظائف القلب والتورمات)، إضافة إلى تحديد تركيزات السايكلوهيكسانون المسببة لها، والتوصل لطريقة يمكن بواسطتها تخفيف الأعراض الجانبية وعلاجها؛ ستكون لهذه الدراسة أهمية خاصة لشركات تصنيع المعدات الطبية البلاستيكية للبحث عن بدائل للمركبات السامة الداخلة في المعدات البلاستيكية الطبية والتي قد تسبب أضراراً للإنسان.



اكتشف باحثون بالمعهد الطبي التابع لجامعة جون هوبكنز- بالتيمور، ميريلاند، الولايات المتحدة - وجود مركب كيميائي شائع الاستخدام في إنتاج العديد من المعدات الطبية البلاستيكية مثل أكياس الوريد (Intravenous bags- Iv)، وأدوات القسطرة (Catheters) يمكن أن تسبب أضراراً لوظائف القلب في الفئران .

المصدر:-

هذا البروتين السام عالي التخصص، وليس له آثار سمية على الثدييات، وربما تخصصاً محدوداً على بعض الحشرات.

● تحسين جودة المنتج

يُحور النبات وراثياً لتحسين كل من صفاته الظاهرية، مثل الشكل واللون، وغير الظاهرية مثل المذاق؛ مما يفري المستهلك ويشجعه على الإقبال على هذا المنتج، أو تحسين الصفات الفسيولوجية المسؤولة عن بعض العمليات الحيوية. فمثلاً تأمل بعض الشركات في نقل مورثات تعطي ألياف القطن لوناً ثابتاً للاستغناء مستقبلاً عن صبغ القماش بالأصباغ الكيميائية.

● إنتاج نباتات مقاومة للعوامل البيئية

يعد الحصول على نباتات مقاومة للآفات على رأس أهداف التحوير الوراثي، وذلك لدورها في التقليل من الاستخدام المفرط للمبيدات الحشرية والفطرية والعشبية، والتي لها الأثر السلبي الكبير على البيئة، وكذلك إنتاج نباتات تتحمل الظروف البيئية القاسية، مثل: الحرارة، والجفاف، والتلوث بالمعادن الثقيلة. ومن أمثلة ذلك ما يلي:

■ **مقاومة للحشرات:** ويتم فيها إكساب النباتات القدرة على الدفاع عن نفسها ضد الحشرات، عن طريق بعض الغدد الموجودة في النبات التي تستحث، فتفرز مواداً كيميائية سامة، أو مواداً منفرة لا تحبها الحشرات.

■ **مقاومة للملوحة والجفاف:** وتتم من خلال نقل بعض المورثات التي لها علاقة بمقاومة الملوحة والجفاف، حيث تبين من خلال الأبحاث والتجارب العملية أن صفتي مقاومة الملوحة والجفاف يتحكم فيها عدد كبير من المورثات لا تقل عن عشرة، تسمى بالعائلة متعددة المورثات (Multi-gene Family)، وهي تعمل في منظومة واحدة لإبراز الصفة، ومن أمثلة ذلك: فقد أجريت محاولات جادة في عدة دول، منها: الولايات المتحدة؛ لنقل المعقد المورثي من نبات حشيشة الملح إلى نبات الشعير. تم بالفعل نقل بعض المورثات المقاومة للملوحة من حشائش المستنقعات إلى عدة نباتات، منها: القمح، والشعير، والبرسيم، ولا يزال الأمل معقوداً على إمكانية إنتاج محاصيل حقلية تتحمل الملوحة والجفاف بالتطعيم المورثي.

■ **مقاومة لمبيدات الحشائش:** ويتم فيها الحصول على نباتات تتحمل مبيدات الأعشاب؛ لأن المبيدات تؤثر - في أحيان كثيرة - سلباً على المحصول الرئيسي، حيث تعمل على الإخلال في عملية أضيّة

الكائنات والأغذية المحورة وراثياً

أ.د. ماهر محمد شحاته



يتم النقل لمورث مهندس ومصنع معملياً، إلى أي نبات فإن المنتج الجديد يسمى: (Xenogenic).

أهداف التحوير الوراثي

تتعدد الأهداف من التحوير، ويأتي على رأسها إنتاج مركبات معينة تكتسب صفات جيدة، وإنتاج أغذية للاستهلاك البشري والحيواني، وتقليل تكاليف إنتاج المحاصيل الغذائية، والحصول على هامش ربح مرتفع للشركات الكبرى المعنية بها، ومن أهم أهداف التحوير الوراثي ما يلي:-

● المحافظة على التوازن البيئي

تتم المحافظة على التوازن البيئي عن طريق المقاومة الأحيائية، وذلك إما بالمحافظة على الملقحات والمفترسات والمتطفلات، أو إنتاج نباتات لها القدرة على مقاومة الضغط الحيوي (Biotic stress)، وقد أسهمت التقنيات الحيوية في عزل مورثات من البكتيريا والنباتات، تُشَفِّرُ لبروتينات سامة على بعض أنواع الحشرات، وكذلك تم عزل المورث (Bt) من بكتيريا التربة (*Bacillus thuringiensis*)، والذي يُشَفِّرُ لبروتين ذي تأثير سمي على الحشرات (Insecticidal Crystal Protein) - يرققات الفراشات - التي تصيب الذرة الشامية، وتستخدم في تحويل نباتات بعض المحاصيل، ومنها: القطن، وكذلك الطباقي لمنح المقاومة للحشرات، ويعتقد كثيرون أن

قام الإنسان منذ آلاف السنين بزراعة النباتات؛ للاستفادة منها كمصدر للغذاء والعلف، وبمضي الوقت حدثت تغيرات طبيعية في التركيب الوراثي لتلك النباتات، فقام الإنسان بانتخاب المناسب منها؛ للحصول على أجيال جديدة. ومع تطور العلم بشكل كبير؛ تمكن العلماء من إحداث تلك التغيرات باستخدام التقنيات المورثية المتقدمة.

نتج عن تلك التقنية ما يسمى اليوم بالكائنات والأغذية المحورة وراثياً، والتي أصبحت جزءاً من حاضرنا ومستقبلنا. حيث يرى العلماء أن التحوير الوراثي يشكل مجموعة جديدة وبالغة الأهمية من الأدوات، بينما يرى أرباب الصناعة: أن الكائنات المحورة وراثياً فرصة لزيادة أرباحها، أما عامة الناس فينظرون إليها بعين الشك.

تختلف الهندسة الوراثية - التحوير الوراثي المتمثل في نقل الصفات الوراثية ميكانيكياً من كائن حي إلى آخر - عن نقل الصفات الوراثية عن طريق التهجين، إذ أنها تتم حتى ولو لم يكن بينهما قرابة، بينما في حالة التهجين: يتطلب وجود صلة قرابة بين الكائنين؛ ولذا يختلف نمط التحوير الوراثي على حسب المصادر التي يتم النقل فيما بينها. فقد يكون بين نباتين من نوعين مختلفين من نفس الفصيلة، وفي هذه الحالة يسمى المنتج الجديد بـ (Familigenic). أما إذا كان المصدران من عائلتين مختلفتين؛ فإن المنتج الجديد يسمى (Transgenic)، وأما عندما

المستخدم في إنتاج الزيوت من بذوره، وتتجمد هذه الزيوت في درجة حرارة الغرفة دون هدرجة (Hydrogenation). وهذا يزيد من قيمة الزيت سواء عند استخدامه للغذاء أو في صناعة الصابون ومنتجاته.

٦- إنتاج العديد من الزيوت البديلة من البذور الزيتية المهندسة وراثياً، مثل: بذور فول الصويا، ودوار الشمس، والتخيل الاستوائي. حيث تستخدم الأحماض الدهنية طويلة السلسلة (C20 - C24) كمخففات للاحتكاك وكمذيبات لبعض مبيدات الآفات، بينما تستخدم الأحماض الدهنية قصيرة السلسلة (C6 - C14) في صناعة الصابون والمنظفات.

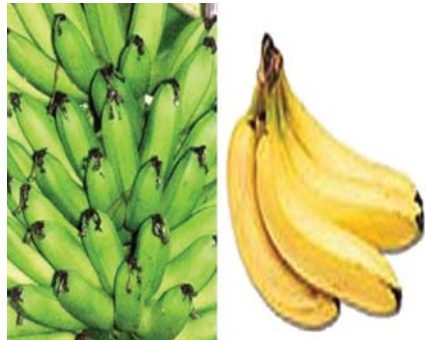
٧- رفع القيمة الغذائية لمنتجات بعض المحاصيل الحقلية، مثل: زيادة حمض اللايسين الأميني في بروتين الذرة، مما يزيد من نسبة البروتين في دقيق الذرة، وبالتالي يزيد من نسبة البروتين في غذاء الإنسان.

أمكن عن طريق تحويل الذرة وراثياً: تركيز الحمض في الحبوب وليس الأوراق، ويتم التحكم في ذلك، عن طريق استخدام مشغلات للمورث المنقول لا تعمل إلا في أنسجة الثمرة، كما يتم معالجة النقص في بعض الأحماض الأمينية في البقوليات، مثل السيستين والمثيونين، ويجري حالياً نقل المورث المذكور إلى العديد من المحاصيل البقولية.

● إنتاج التطعيمات

يتم إنتاج التطعيمات بواسطة المفاعلات الحيوية، وفيها يتم استخدام النبات أو الحيوان كمصدر لإنتاج مواد حيوية لها أثر طبي فعال في الوقاية من بعض الأمراض وعلاجها.

يعد «تشارلز أرنزين» - الأستاذ بكلية



■ شكل (٧) موز يتحمل الشحن والتسويق

حيث نقل لها هذا المورث من بعض الأسماك التي تعيش في المناطق المتجمدة؛ مما أعطاها صفة تحمل الصقيع والحرارة المنخفضة والأضرار المختلفة.

● تحسين صفات التصنيع والتخزين

يعد تحسين صفات الجودة التسويقية من أبرز تطبيقات التحوير الوراثي، ولعل من أوضح الأمثلة على ذلك صفتي القشرة السمكية والقوام البكتيني المغلظ في الطماطم، حيث يمكن للقشرة السمكية أن تجعل الثمار أكثر قدرة على احتمال الصدمات والضغط عند نقلها وتخزينها، أما البكتين المغلظ القوام فيدعم قيمة التصنيع. ولعل إنتاج نوع (Flavr Savr Tomato) الذي يجمع بين احتفاظه بنفس القيمة الغذائية للطماطم الطبيعية، وإمكانية تسويقه لمدة ٦ أشهر، دليل حي على ما تلعبه التقنيات الحيوية في إحدى ضروريات الحياة والغذاء.

كذلك أدى التقليل من نشاط إنزيمات النضج ومابعده - التي تساعد على تغير لون الموز - إلى منح البائع فرصة أكبر للتسويق والتوزيع، لأن تأخير فترة استواء الموز لما بعد النضج (Softening) يزيد من زمن العرض دون تلف، مما يجعله يتحمل الشحن لمسافات طويلة، ويقاوم العمليات التي تسبق التسويق.

● رفع القيمة الغذائية وتحسين صفات الجودة

يهدف التحوير الوراثي في بعض نباتات الأغذية إلى: تحسين المحتوى الأيضي (كالكسريات والبروتينات) من أجل زيادة المحتوى الغذائي كما ونوعاً. ومن أبرز الأمثلة على ذلك ما يلي:

١- إنتاج أرز يحتوي على عنصر الحديد بنسب أعلى من المعتاد.

٢- إنتاج طماطم تحتوي على الكاروتينات كمصدر لفيتامين (أ).

٣- إنتاج - موهراً - أرز أصفر اللون غنياً بالبيتاكاروتين - يحوله جسم الإنسان إلى فيتامين (أ) - سُمي بالأرز الذهبي، وتم ذلك من خلال نقل ثلاث مورثات من النرجس البري وإحدى سلالات البكتيريا.

٤- تغيير التركيب الكيميائي لدرنات البطاطس بمورث منقول من بكتيريا (E.coli) ليرفع كمية النشا بنسبة حوالي ٢٠٪.

٥- نقل صفة تغيير محتوى زيت الثمرة - لزيادة نسبة حمض اللوريك، وهو من الأحماض الدهنية غير المشبعة - إلى محصول نبات اللفت

محددة؛ وبالتالي فإن تحويل موقع الإنزيم الذي يعمل عليه المبيد سوف يمنح النبات درجة من المقاومة لمبيد الأعشاب، وبالتالي فإن هذه العملية سوف تسمح باستخدام مبيدات أعشاب غير متخصصة.

■ مقاومة لمسببات الأمراض: ويتم فيها إكساب أصناف من المحاصيل مقاومة لمسببات الأمراض؛ مما يؤدي إلى تحسين جودة وإنتاج المحاصيل، وهذا بلا شك سوف ينعكس على النطاق التجاري.

تم - معملياً - إنتاج نباتات مقاومة للفيروسات، عن طريق نقل المورث المُشَفَّر لبروتينات غلاف الفيروس، مما أدى إلى إكساب النبات مقاومة لفيروسات أخرى يشابه غلافها البروتيني الغلاف البروتيني للفيروس المستخدم في التحوير. وتطبيقياً: أثبتت هذه التقنية قدرتها على تحويل بعض النباتات، مثل: البرسيم الحجازي، والطباق، والبطاطس. كما استخدم ما يعرف ب (RNA Antisense) لإنتاج نباتات مقاومة للفيروس، مثل: مقاومة فيروس التبرقش الذهبي في الطماطم، وفيروس تبرقش التبغ. كذلك اقترح استخدام مورثات من أصل نباتي لمنح المقاومة للفيروس، وفقاً للاستجابة لفرط الحساسية (Hypersensitivity). بالإضافة إلى تحويل النبات لمقاومة الفيروس باستخدام الأجسام المضادة (Antibodies).

■ مقاومة لرحف الرمال على الطرق: وذلك باستخدام نباتات خاصة، تتميز بقدرتها العالية على تثبيت الرمال، والحد من خطورة تراكمها على الطرق، والتقليل من تأثيرها على حركة السير.

■ مقاومة للصقيع والبرودة: ويتم ذلك بنقل المورث المسؤول عن مقاومة البرودة إلى بعض النباتات، فعلى سبيل المثال: تمكن العلماء من إنتاج وزراعة الفراولة المحتوية على المورث المقاوم للبرودة،



■ شكل (٥) نبات فول الصويا المتحمل لمبيدات الأعشاب (على اليسار: قبل الرش، على اليمين: بعد الرش).



■ حبوب (على اليمين) ونبات (على اليسار) الأرز الذهبي.

العشائر النباتية للمحاصيل المختلفة اعتماداً على التباين الوراثي بين أفرادها، ومن ثم إجراء انتخاب للأفراد الذين تتوفر فيهم الصفات المرغوبة؛ حتى يكونوا أباءً للأجيال القادمة. وعند اندام التباين الوراثي تجرى عملية التهجين، أو تستحدث الطفرات باستخدام المواد الكيميائية أو الأشعة.

أدى استخدام التقنيات التقليدية إلى تحسين وتطوير معظم المحاصيل الموجودة، مثل: محاصيل الحبوب (الغلّال)، كالقمح، والأرز، والشعير بنجاح باهر. ولكن هذا النجاح أدى إلى اندثار عدد كبير من الأصناف المحلية وقربياتها البرية، والتي قد تكون هي أساس جودة الصنف، كما أدت إلى القضاء على قدرة المحاصيل التقليدية على التكيف مع البيئات الطبيعية المختلفة وظروف النمو المتباينة.

● التقنيات الحيوية الحديثة

تعد الإنجازات العلمية الهائلة التي ظهرت في منتصف القرن السابق - من اكتشاف طبيعة المادة الوراثية، وكذلك اكتشاف آليات بناء البروتين - هي الخطوات الأولى في تطور التقنية الحيوية؛ لتصل إلى مفهومها الحالي، حيث نتج عن هذه الاكتشافات تطوراً مذهلاً في علوم الوراثة، مما أدى إلى تغير كبير في الكثير من طرق تناول حقائق العلوم الأساسية (النبات والحيوان وغيرهما)، وكذلك تطور الأساليب البحثية المستخدمة في التقنية الحيوية بمجالاتها المختلفة، وأخيراً ظهور التقنية الحيوية المتقدمة.

بدأت التقنيات الحديثة في العقود الأخيرة من القرن الماضي، بظهور ما يعرف بالهندسة الوراثية عام ١٩٧٣م، حيث بلغ تعامل الإنسان مع المادة الحية أقصى درجات الدقة، وذلك بإجراء تعديلات مورثية بين أنواع مختلفة من البكتيريا، ولقد فتح

المورثات المسؤولة عن إفراز هذه المواد الكيميائية إلى بعض محاصيل الحبوب الرئيسية، مثل: القمح أو الذرة أو الشعير؛ لتوفير أموالاً كثيرة تدفع في تكاليف التسميد الأزوتي، ولا سيما أنه قد عثر على بعض النباتات البرية من العائلة النجيلية - والتي تضم القمح، الشعير، والذرة - بجذورها نوع من البكتيريا العقدية.

● تحسين صفات بعض المنتجات الحيوانية

يستفاد من التحوير الوراثي في تحسين صفات بعض المنتجات الحيوانية، مثل ما يلي:

■ **تحسين النوع في الأسماك:** وذلك بإنتاج أسماك أسرع نمواً، أو أكبر حجماً، أو أكثر نسلًا، وذلك عن طريق نقل المورثات المسؤولة عن تلك الصفات.

■ **تحسين إنتاج الحليب:** حيث يقوم الكثير من العلماء في العديد من المختبرات بمحاولات نقل مورثات بين الحيوانات؛ بغرض تحسين كمية اللبن ومحتواه الغذائي.

■ **إنتاج أصواف عالية الجودة:** وقد تم عزل الكثير من المورثات المسؤولة عن صفات الجودة في الوبر الحيواني، ويمكن نقل تلك المورثات بين الحيوانات؛ لإنتاج أصواف ذات خامات وقوام وألوان محسنة.

تقنيات التحوير الوراثي

تشكل التقنيات المختلفة للتحوير الوراثي أملاً في الوصول للإنتاج المحسن كماً وكيفاً، ومن أهم تلك التقنيات ما يلي:

● التقنيات التقليدية

تشمل الطرق المختلفة التي تستعمل في تربية النبات والتي تطورت عبر السنين، وهي تبدأ بتقييم

الفنون والعلوم - بجامعة أريزونا الأمريكية - أول من تبنى فكرة هندسة النباتات وراثياً؛ لإنتاج الأمصال واللقاحات القابلة للأكل، وذلك بغرسها داخل الخضر والفاكهة باستخدام تقنيات الهندسة الوراثية، وقد أخذ على عاتقه أن ينقذ حياة ملايين الأطفال المهددين بالموت نتيجة للأمراض المعدية المميتة.

أجرى تشارلز أرنزين وزملاؤه تجارب عملية ناجحة، في توليد استجابة تصنيعية مناعية لبكتيريا (E.coli) في الإنسان، باستخدام مصل من البطاطس المحورة وراثياً، وقد نشرت نتائجها عام ١٩٩٨م، كما نجح الفريق نفسه في إنتاج مصل لفيروس «نوروك» الموجود في نبات البطاطس، باستخدام التقنيات الحيوية، والذي يسبب مرضاً للإنسان تتمثل أعراضه في: الغثيان، والتقيؤ، وآلام المعدة، والإسهال.

اشتق اسم فيروس نوروك من مكان اكتشافه لأول مرة، فقد أصيب حوالي ١٠٠ طالب تقريباً في وقت واحد عام ١٩٦٨م بمدرسة في «نوروك» بولاية «أوهايو» الأمريكية، وقد حار العلماء في ذلك الحين في تحديد السبب المرضي؟ وبعد أربع سنوات كاملة؛ أدرك العلماء أن السبب المرضي كان فيروساً، وسمي هذا الفيروس بالاسم السابق تخليداً لمكان اكتشافه لأول مرة، ينتقل هذا الفيروس عن طريق الغذاء. ولقد تأكد نجاح التجارب (الإكلينيكية) السريرية البشرية الأولى للمصل في شهر يوليو عام ٢٠٠٠م.

تم - أيضاً - تحوير بعض الأغذية لإنتاج بعض اللقاحات الضرورية للأطفال، وقد حور أخيراً نوع من البطاطس لاستخدامه في تطعيم الأطفال ضد فيروس شلل الأطفال مع الأكل، بدلا من تعاطي الدواء بطريق الفم. وهناك أيضاً أمثلة أخرى مثل: محاصيل الذرة الشامي، التبغ والطماطم، وذلك في علاج الالتهاب الكبدى المعدي، والكوليرا، ومرض السكري، والإسهال، ومرض الشيخوخة والسرطان.

● التسميد الأزوتي

من المعلوم أن النباتات البقولية لا تحتاج عادة إلى تسميد أزوتي. ويرجع السبب في ذلك إلى أن هذه النباتات تفرز مواد كيميائية خاصة تجذب إليها أنواعاً معينة من البكتيريا (بكتيريا العقد الجذرية) التي تقوم بتثبيت الأزوت وتحويله لمركبات نيترومورثية. وتعيش تلك البكتيريا معيشة تكافلية مع جذور البقوليات. ومن الممكن نقل

باستخدام كلوريد الكالسيوم (CaCl₂) والصدمة الحرارية عند درجة حرارة (٤٢ م°).

■ **نقل الصفات إلى الكائن المستقبل:** وتتم بطرق تختلف بحسب الخلايا المراد تحويلها (خلايا بكتيرية، خلايا نباتية، خلايا حيوانية). يقوم الكائن المراد تحويله باستقبال الحامل الوراثي، ثم إدخاله إلى النواة، إما بنسخة واحدة من الحامل الوراثي، أو بعدة نسخ تصل إلى العشرات، ومن ثم دمجها بطريقة عشوائية ضمن المنظومة الوراثية للكائن نفسه، فيما يسمى بالتحويل الوراثي، قد يؤدي الإدخال العشوائي للمادة الوراثية المحمولة إلى: إبطال صفات أخرى ضرورية للكائن الحي، أو لبعض منتجاته الحيوية، حيث لا تسمح التقنيات المتوفرة حالياً بتوجيه المادة الوراثية الجديدة في أماكن محددة مسبقاً داخل مورثات الكائن المستقبل (المضيف).

■ **التأكد من وجود الصفة:** وذلك من خلال اختبار الصفة المدخلة نفسها، وبوجود المورثات المستخدمة كدلائل في الحامل الوراثي. وقد يتطلب الأمر فصل المادة الوراثية من الكائن المحور، وتحديد عدد المورثات المدخلة وعدد أماكن الإدخال.

■ **تجربة التحدي (مدى نجاح عملية التحويل):** وتتم بتعريض الكائن المحور وراثياً للظروف غير المناسبة، ومثال ذلك: النباتات التي تحمل مورثات المقاومة للحشرات؛ تعرض للحشرات، والنباتات التي تحمل مورثات مقاومة للمبيدات: ترش بالمبيدات.. وهكذا.

■ **نقل الصفة لأصناف أخرى:** وتتم بمجرد تثبيت هذا المورث في النبات المحور وراثياً، يصبح من الممكن نقله إلى أصناف أخرى، سواء من نفس المحصول أو محصول آخر، وذلك باستعمال الطرق التقليدية لتربية النبات عن طريق التهجين، والتهجين الرجعي.

● **عملية التحويل الوراثي في الحيوانات**

استخدمت طريقة التحويل الوراثي في الحيوان بنجاح في إدخال صفات وراثية مميزة في الكثير من الحيوانات، مثل: الأبقار والأغنام والماعز والأسماك، تمر عملية تحويل الحيوانات بالمرحل الأساسية التالية:

- ١- تحديد الصفة المرغوبة.
- ٢- تحديد المورث المسؤول عن الصفة.
- ٣- عزل المورث المرغوب من الكائن الحي.
- ٤- قص (قطع) المورث بإنزيمات متخصصة

كلما كانت الصفة المطلوبة واضحة ومدروسة؛ كان تحديد المورث الخاص بها أيسر وأدق.

■ **عزل المورث:** وفيها يتم التعامل مع المادة الوراثية بطريقة تمكن من رؤيتها وتحديد طولها، متمثلاً في عدد القواعد النيترومورثية. وهنا تستخدم تقنية الفصل الكهربائي لعزل المادة الوراثية تبعاً للمقاس بعد صبغها بمادة (Ethidium bromide) تمكن من رؤيتها عند الفحص بالأشعة فوق البنفسجية أو باستخدام جهاز (GDS) للتأكد من عزل المورث المناسب.

■ **ربط المورث بحامل وراثي مناسب:** وتأتي بعد عزل المورث، حيث يجب تحميله على ناقل لتسهيل دخوله فيما بعد لخلايا الكائن الحي المراد تحويله، ويعد تحديد الحامل الوراثي: أعقد ما في التحويل الوراثي. تتكون الحوامل الوراثية (Vectors) من أجزاء دائرية من المادة الوراثية، توجد في الخلايا بدائية النواة، مثل البكتيريا بشكل منفصل عن المادة الوراثية الرئيسية. تتميز الحوامل الوراثية بسرعة نسخها في البكتيريا، وسهولة تنقيتها، كما يمكن قطعها وإدخال قطع من المادة الوراثية الجديدة إليها. وقد تم فصل الحوامل الوراثية الطبيعية من الخلايا البكتيرية، واستغلال بعض أجزائها في تصميم وتصنيع حوامل وراثية صناعية - في المختبرات - يتناسب حجمها مع درجة تحمل الخلايا المراد تحويلها. تعد فصيلة الحامل المعروفة بـ (pUC) من أشهر الحوامل الوراثية، والتي تحوي المورث الخاص بمقاومة المضاد الحيوي أمبيسلين، إضافة إلى مورثات أخرى، بعضها يساعد على مضاعفة الحامل ووجوده في الخلية، والأخرى تحوي أماكن يمكن قطعها بإنزيمات القمع، ثم يحمل عليها المورث الجديد باستخدام إنزيمات الربط (DNA ligase).

■ **مضاعفة المورث وتنقيته وفحصه:** وتتم بعد ربطه بالحامل المناسب - يتعين نقله إلى خلية بكتيرية عادة ما تكون (E. coli) - من أجل إكثاره وحفظه في الخلية، وذلك تحت ظروف النمو العادية، ويتم ذلك عن طريق عملية تسمى التحويل الوراثي للبكتيريا (Bacterial Transformation). وتعتمد تقنية إدخال الناقل الوراثي الحامل للمورث المرغوب على: إرباك جدار الخلية المراد تحويلها بطريقة تسمح بمرور الحامل الوراثي دون التأثير على محتويات الخلية البكتيرية نفسها، ويتم ذلك



■ **البكتيريا المثبتة للأزوت الجوي على جذر نبات الفول.**

هذا الاكتشاف المجال واسعاً لاستعمال هذه التقنيات الحديثة في تحسين وتحديد ونقل مورثات لصفات كثيرة من كائنات إلى كائنات أخرى (نباتات أو حيوانات) بغرض تحسينها وتطويرها.

مراحل التحويل الوراثي بالتقنيات الحديثة

تختلف مراحل التحويل الوراثي بالتقنيات الحديثة، باختلافات طفيفة في النبات عنها في الحيوان، ويمكن توضيح كل منهما فيما يلي:

● **التحويل الوراثي في النباتات**

تمر عملية تحويل النباتات وراثياً بالمرحل الأساسية التالية:

■ **تحديد الصفة المرغوبة والبحث عن كائن حي يتميز بها:** وتعد المرحلة الأولية في الحصول على كائن معطي للصفة المرغوبة وآخر مستقبل لها. فمثلاً إذا كان الهدف إكساب النبات القدرة على مقاومة آفة معينة؛ فيتطلب ذلك البحث عن كائن آخر مقاوم لهذه الآفة؛ من أجل عزل الصفة منه ونقلها، و ينطبق الشيء نفسه على الصفات الأخرى، مثل: تحمل المبيدات أو تحسين الجودة أو رفع القيمة الغذائية .. إلخ.

■ **تحديد المورث المسؤول عن الصفة المرغوبة:** وتمثل المفاتيح المسؤولة عن التحكم في الصفات الوراثية، ولذا يتم تحديد المورث المسؤول عن التحكم في تلك الصفة، ومن الجدير بالذكر: أنه

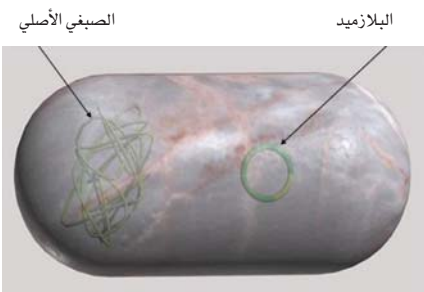
أهمية الكشف عن التحوير الوراثي

زاد في الفترة الأخيرة استخدام تلك الكائنات ومنتجاتها على نطاق واسع في مناطق كثيرة من العالم. وكأي منتج حيوي جديد: هناك تردد وجدل كبير بين العلماء عن سلامة وملائمة تناول تلك الأغذية المحورة وراثيا على المدى البعيد، خاصة أن التحوير الذي يجري في بعض الدول يوجه لمصلحة المزارع والتاجر وليس المستهلك. وقد قامت بعض الدول بوضع قيود على استخدام تلك الكائنات ومنتجاتها، حيث تعارض دول الاتحاد الأوروبي بيعها، ودول أخرى - مثل أمريكا - أجازت تناولها وبيعها بدون شروط، وتسمح بعض الدول - مثل كندا - ببيعها مع وضع علامة تبين أن المنتج محور وراثياً، وتسمى دول كثيرة لوضع ضوابط لتداولها، ولهذا كان من الضروري ظهور طرق للكشف عن التحوير الوراثي ونسبته، والاستفادة منها في وضع علامات وبطاقات تعريفية على تلك المنتجات لتمييزها قبل طرحها في الأسواق. وأهم طرق الكشف هي:

- الكشف عن البروتينات المنتجة بالمورثات المستخدمة في التحوير بتقنية الإليزا.
- الكشف عن نوعية ونسبة المورثات نفسها بتقنية تضاعف المادة الوراثية بجهاز ذي الدوران الحراري والدوران الضوئي.
- الكشف بتقنية الرقائق والمصفوفات المجهرية.
- الكشف بالأشعة تحت الحمراء.
- كواشف المورثات الحساسة.

إحصائيات للنباتات المحورة وراثياً

أشار تقرير منظمة الأغذية والزراعة أن إنتاج أكثر من ٩٩٪ من النباتات المحورة وراثياً ينحصر في



■ بكتيريا التورم القمي

أنها لم تحقق الهدف نفسه في نباتات ذوات الفلقة الواحدة، والتي تتبعها نباتات الحبوب التي تمثل الغلال الرئيسية للاستخدام البشري، ولذلك ظهرت في عام ١٩٨٧م طريقة أخرى لا تتطلب وجود عائل (كائن حي) وسيط (Non-Host Mediated)، ولكنها تتم باستخدام ماكينة تسمى ماكينة زرع المورث (Gene Gun)، أو مسدس المورثات (Biolistic)، ويتم في هذه الحالة تغليف كرات صغيرة الحجم (من الذهب أو التانجستين) بالوحدة المورثية أو الهيكل المورثي، وبعد ذلك تحقن الكرات في الخلايا عن طريق مدفع يعمل بهواء أو هيليوم مضغوط، ومع أن هذا يؤدي إلى موت العديد من الخلايا ونجاة القليل، إلا أنه يمكن الاستفادة من الخلايا التي نجت، وتم فيها دمج الوحدة المورثية، ويتبع ذلك انتقاء الخلايا المحورة وراثياً، ثم تربيتها على وسط غذائي حاوي للمضاد الحيوي، ثم تستكمل الخطوات كما في الطريقة السابقة.

• طرق أخرى

ظهرت بعد ذلك طرق أخرى للتحوير الوراثي، لا تتطلب وجود عائل وسيط - مثل الطريقة السابقة - منها النقل الكهربائي (Electroporation)، والحقن المجهرية الدقيقة (Microinjection)، والموجات فوق السمعية (Ultrasonication).

متطلبات التحوير الوراثي

يتم التحوير الوراثي للكائنات باستخدام تقنيات تطويع المورث (Gene Manipulation) أو الهندسة الوراثية عن طريق إدخال مادة وراثية غريبة إلى الكائن المراد تحويره وراثياً، ومصدر المادة الوراثية الغريبة، وأنواع أخرى من الكائنات.

يتطلب إدخال مورث جديد وجود أربعة عناصر على الأقل هي: المورث الجديد الذي يشفر لصفة مرغوبة، والمشغل، والمنهي لعملية النسخ، والمورث الكاشف (الواسم). وأحياناً يوجد المعزز (المحفز - Enhancer). وقد يكون المشغل مصمماً لحث المورث على العمل فقط داخل أنسجة معينة دون الأخرى (Tissue Specific Promoter). وبالنظر للتركيب والوضع الطبيعي للمورث يوجد مسبقاً بمورثات أخرى تتحكم في آلية عمله تسمى المورثات المنظمة (Regulatory Genes).

(إنزيمات القصر).

- ٥- إدخال المورث المرغوب إلى خلايا البويضة الملقحة بواسطة جهاز المجهرية الدقيقة.
- ٦- نقل البويضة الملقحة المحتوية على المورث الذي يمثل الصفة الوراثية إلى رحم الحيوان.
- ٧- الانتظار للحصول على النسل المحور والحامل للصفة الوراثية الجديدة.

الطرق الحديثة للتحوير الوراثي

تتم عملية النقل المورثي من التركيب الوراثي لكائن حي إلى التركيب الوراثي لخلية كائن حي آخر، باستخدام وسائل عديدة منها ما يلي:

• استخدام بكتيريا التورم القمي

تعد بكتيريا التورم القمي (*Agrobacterium tumefaciens*)، من أشهر النواقل المستخدمة في تحوير النباتات، والتي تتطلب وجود عائل (كائن حي) وسيط (Host-Mediated)، وتسبب هذه البكتيريا أمراضاً لبعض أنواع النباتات - خاصة ذوات الفلقتين - تسمى بالتورم أو بالتكاثر غير المنضبط للخلايا، يشبه مرض السرطان، ولقد اكتشف خلال التسعينات من القرن الماضي أن هذه البكتيريا تدمج جزءاً محدداً من حمضها النووي في صبغي النبتة المصابة، ومن هنا أجريت أبحاث عديدة لدراسة إمكانية استعمال هذه البكتيريا لإدخال مورثات جديدة ومتعددة في النباتات. وحالياً يتم في البداية إدخال الهيكل المورثي في الحامل المورثي (Plasmid) الخاص بهذه البكتيريا ويسمى بالنقل المسبب للورم (Ti Plasmid)، وهو عبارة عن حامض نووي دائري يوجد بداخل الخلية البكتيرية مستقل عن الصبغي.

يتم بعد ذلك انتقاء الخلايا المحورة وراثياً بتربية الأنسجة على وسط غذائي (Culture medium) يحتوي على المضاد الحيوي (Antibiotic) المناسب، إذ إن الهيكل المورثي يحتوي على مورث الانتقاء الذي ينتج بروتين مقاوم للمضاد الحيوي، بينما تموت الخلايا التي لم يتم تحويرها، ويتبع ذلك مراحل الحصول على نباتات من الخلايا المنتخبة.

• استخدام ماكينة زرع المورث

على الرغم من نجاح الطريقة السابقة في إنتاج أصناف محورة وراثياً من نباتات ذوات الفلقتين؛ إلا

الخلاصة

على الرغم مما تم عرضه من أهداف ظاهرها لخدمة البشرية، يمكن القول أن التقنيات الحديثة لن تكون عوناً للإنسان على مشكلة نقص الغذاء إلا إذا توافرت فيها أخلاقيات العلم، وسيطر عليها ضمير العلماء، بعيداً عن الطموح الجارف الذي لا تقيد أديان ولا أخلاق. وحتى تبرهن الأيام القادمة على أن ما يجنى من ثمار النباتات المحورة وراثياً يحتوي على العسل لا السم؛ فإننا مع القول القائل: إن الغذاء الطبيعي وإن قل فهو أمن للبشرية.

المراجع

- بنس . ج . إ. (١٩٩٩م) من يخاف استنساخ الإنسان. ترجمة: مستجير . أ. ، نصر . ف. دار المعارف.
- نوتنجهام . س. (٢٠٠٠م) طعامنا المهندس وراثياً. ترجمة: مستجير . أ. دار نهضة مصر للطباعة والنشر والتوزيع.
- Ahmed. F.E. (2002): Detection of genetically modified organisms in foods. Trends in Biotechnology, 20: 215233-.
- Al-Swailem. A.M.; Shehata. M.M.; Shair. O.H.; Sabaan. S.A.; Al-Anazi I.O. and Al-Shammari. T.A. (2005): An efficient method for identification and quantification of genetic modification in Saudi, imported and food products of maize using PCR-based markers and real-time PCR. Journal of Food, Agriculture & Environment, 3 (2): 1419-.
- Beever. D.E.; Glenn. K. and Phipps. R.H. (2003): A safety evaluation of genetically modified feedstuffs for livestock production; the fate of transgenic DNA and proteins. Asian-Aust. J. Anim. Sci., 16: 635788-.
- FAO (2000): The State of Food and Agriculture, FAO agriculture Series 32, FAO, Rome, Italy 2000, ISBN 92-5-7-104400.
- FAO. (2002): The role of Technology. In: World agriculture towards 2015/2030/ Summary report, pp: 5054-.
- Persley, G.J. (1997): Global concerns and Issues in Biotechnology. Hort Science, 32 (6): 977979-.
- Shehata. M.M. (2005): Genetically modified organisms (GMOs), food and feed: current status and detection. Journal of Food, Agriculture & Environment, 3 (2):4355-.

الرجبة بالإبقاء على الأجراء الطارية .

● دول الاتحاد الأوروبي

تم إلغاء قرار تجميد إطلاق الكائنات المحورة وراثياً النافذ اعتباراً من عام ١٩٩٨م بهدف تشجيع الإبداع والابتكار في هذا المجال، بحجة إمكانية مساهمة هذه التقنية في إنتاج غذاء كاف، وإيجاد حلول حقيقية للمشاكل البيئية، وتحقيق التنمية المستدامة والأمن الغذائي، مع التأكيد على ضرورة تزويد المستهلك بالمعلومات الصادقة حول الأغذية المعدلة وراثياً لزيادة ثقة المستهلك بهذه الأغذية.

● الولايات المتحدة الأمريكية وكندا

تم توحيد الجهود المتعلقة بالأغذية المعدلة وراثياً، في كل من كندا والولايات المتحدة الأمريكية لزيادة سرعة الإنجاز، ولم يتم تعديل طرق تقييم السلامة؛ للأخذ بعين الاعتبار الأغذية المحتوية على مكونات من محاصيل معدلة وراثياً، مع العلم أن تقييم سلامة المكونات الغذائية من الأغذية المعدلة وراثياً: يتم بنفس طريقة تقييم سلامة الأغذية الأخرى.

لا تتطلب إدارة الأغذية والأدوية في أمريكا التعريف بالمنتج على أنه يحتوي على مكونات معدلة وراثياً؛ إلا إذا كان هناك احتمال مخاطر صحية على الإنسان من خلال المراجعة من قبل الجهات المسؤولة، وتكون هذه المراجعة مطلوبة: إذا كانت المادة جديدة، وليست مستخدمة سابقاً غذاءً أو علناً للحيوان، أو أن التعديل الوراثي تضمن استخدام مورثات من نباتات معروفة أنها تسبب مشكلات صحية مثل الحساسية، ولكن لم يحدث أن طلب التعريف بأي غذاء على أنه يحتوي على مكونات معدلة وراثياً في الولايات المتحدة الأمريكية.

● الصين

تشجع الحكومة الاستثمار في هذا المجال، وتركز على موضوع الأبحاث العلمية وخصوصاً المنتجات التي لا تؤكل كالتفاح على سبيل المثال، وتوسع لتبوء مركزاً ريادياً في هذا المجال، حيث تعتقد أن التعديل الوراثي سيحل مشكلة الطلب الهائل على الغذاء مقابل تدهور الأراضي والتصحر الذي يسود الصين.

● المملكة العربية السعودية

حرصاً على صحة الإنسان؛ قررت منع استيراد الأغذية الحيوانية المعدلة وراثياً، واشترطت وضع ملصق على المنتجات الغذائية من أصل نباتي يوضح أن هذه المنتجات أو أحد عناصرها معدل وراثياً.

أربع دول هي: أمريكا (٦٨٪)، الأرجنتين (٨، ١١٪)، كندا (٦٪)، والصين (٢٪). أما بالنسبة للمحاصيل فيمثل فول الصويا ٦٣٪، الذرة ١٩٪، القطن ١٣٪، والكانولا ٥٪. وبخصوص المساحة المنزرعة يمثل فول الصويا ٤٦٪ والقطن ٢٠٪ والكانولا ٥٪. وأما بالنسبة للصفات الجديدة فتمثل النباتات التي تتحمل المبيدات العشبية ٧٧٪، والنباتات المقاومة للحشرات ١١٪. وقد استمرت المساحة العالمية للمحاصيل المحورة وراثياً في الزيادة سنوياً بمعدل يزيد عن ١٠٪، كما أن عدد المزارعين الذين استفادوا من تلك المحاصيل استمر في الزيادة وأصبح ١٠ مليون مزارع في ٢٠٠٦م بزيادة قدرها ٢ مليون، ٢ مليون عن عامي ٢٠٠٥ و ٢٠٠٣م، على التوالي. وقد اتسع نطاق مساهمة الدول المهتمة بالتحوير الوراثي إلى أن وصل حالياً إلى ٢٢ دولة تزرع ١٠٠ مليون هكتار.

أجريت في جميع أنحاء العالم آلاف الاختبارات الميدانية بشأن الكائنات المحورة وراثياً أو التي قيد الإجراء، أكثرها في البلدان الصناعية. ويتم حالياً اختبار حوالي ٢٠٠ محصول ميداني في البلدان النامية، وتقع الأكثرية الساحقة من هذه المحاصيل في أمريكا اللاتينية (١٥٢) وتليها إفريقيا (٣٢) ثم آسيا (١٩).

مواقف الهيئات والدول من التحوير الوراثي

تباينت مواقف دول العالم ومنظماتها من المواد الغذائية المحورة وراثياً بين مؤيد لها بدون تحفظ ومعارض لها، وبين مؤيد لها بشروط، وذلك كما يلي:

● منظمة التجارة العالمية

تنص اتفاقيات منظمة التجارة العالمية على حرية التجارة بشكل عام - استناداً إلى اتفاقية تدابير الصحة والصحة النباتية - على منع استيراد أي منتج إذا ثبت أن استيراده يشكل خطراً على صحة الإنسان أو الحيوان أو النبات، ويمكن اتخاذ إجراءات طارئة بشكل مؤقت لمنع الاستيراد أو تحديده إذا كان هناك احتمال كبير لوجود آثار سلبية على صحة الإنسان أو النبات أو الحيوان بناءً على الأدلة والمعلومات المتوفرة، على أن يتم إعادة النظر في هذا الإجراء بتقديم الأدلة العلمية أو تقييم المخاطر، وفقاً للمعايير الدولية في حالة

من الدنا وتقطعها في مناطق معينة إلى قطع عديدة، يمكن استخدامها على نطاق واسع في مجال الهندسة الوراثية وخاصة في عملية الاستئصال الوراثي.

تأسيس المكتبات الوراثية

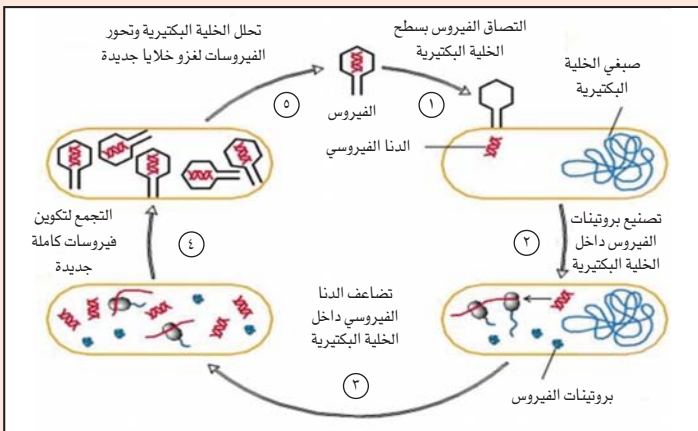
أ.د. ماهر محمد شحاته

اكتشاف إنزيمات القطع المحدد

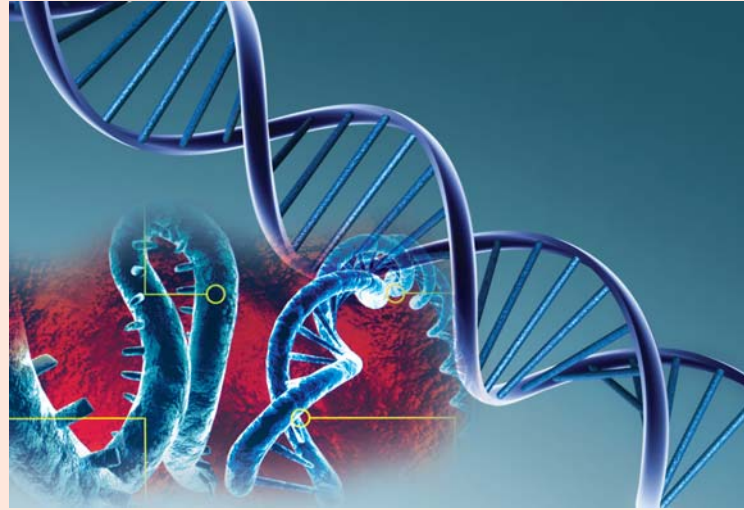
تم اكتشاف هذا النوع من الإنزيمات في منتصف السبعينات من القرن العشرين بواسطة مجموعة من العلماء (Danna & Arber, Smith & Wilcox, Nathans)، وذلك عندما لاحظوا مهاجمة اللاقمت (الفيروسات) البكتيرية (Bacteriophage)، للخلايا البكتيرية لتحللها ثم تتحرر منها لغزو خلايا بكتيرية جديدة، إلا أنهم اكتشفوا أن تلك الخلايا البكتيرية لا زالت حية دون تحلل، وذلك لعدم قدرة اللاقمت على استكمال دورتها داخل تلك الخلايا، وقد وجد العلماء أن السبب في عدم تحلل الخلايا البكتيرية أنها تفرز إنزيمات قطع تهاجم الدنا الفيروسي للاقمة وتقطعه مؤدية إلى خلل في شفرته الوراثية المسؤولة عن التضاعف وتصنيع الغلاف البروتيني وعدم تكون فيروسات جديدة. وقد أكد هؤلاء العلماء أن الدنا البكتيري (Bacterial DNA) لا يهاجم بتلك الإنزيمات، حيث أنه يحمل مجموعات مثل (Methyl groups) - في أماكن قطع تلك الإنزيمات- تحميه من التقطيع.

أنواع إنزيمات القطع المحدد

هناك ثلاثة أنواع من إنزيمات القطع المحدد، هي:



■ دورة حياة الفيروس داخل الخلية البكتيرية وتحرر فيروسات عديدة لغزو خلايا بكتيرية جديدة.



استخدامها لعمل المكتبات الوراثية، لتسهيل دراسة وتخزين وحفظ أصول المادة الوراثية، وسهولة تناولها في الدراسات البحثية والتطبيقية، خاصة في عمليات الاستئصال الوراثي.

إنزيمات القطع

يتم قطع المادة الوراثية (الدنا) بالعديد من الإنزيمات، فمنها التي تقطعها على أطرافها الخارجية، وتسمى إنزيمات القطع الخارجية (Exonucleases)، ومنها التي تقطعها داخليا وتسمى إنزيمات القطع الداخلية (Endonucleases)، وهذا النوع من الإنزيمات قد يقطع الدنا بطريقة عشوائية مثل (DNase)، وتستخدم لهدم الدنا والتخلص منه، ومنها ما يقطعه بطريقة منظمة وتسمى إنزيمات القطع المحدد أو إنزيمات القصر (Restriction enzymes)، وهي إنزيمات تتعرف على

وضعت قوانين مندل لعلم الوراثة في النصف الثاني من القرن التاسع عشر، واقترح مسمى علم الوراثة في بداية القرن العشرين، وتبع ذلك العديد من الاكتشافات كان أهمها فك لغز المادة الوراثية عام ١٩٢٨ م واكتشاف شكل الدنا عام ١٩٥٣ م. ومنذ ذلك الوقت كان إجراء الأبحاث على الدنا من أصعب الأمور، وكانت معظم الأبحاث تجرى بشكل غير مباشر على الرنا أو البروتين. ولكن الحال تحول بشكل كامل مع بزوغ مسمى الهندسة الوراثية عام ١٩٧٠ م، حيث نجح العلماء في استنساخ هرمون الإنسولين. ومع توالي الاكتشافات وتطور التقنيات أصبح من السهل صنع نسخ عديدة من أي مورث أو مقطع محدد من الدنا. كما استطاع العلماء استنساخ المورثات الموجودة على الصبغيات وتغييرها وتعديلها بالشكل الذي يريدون، وليس هذا فحسب بل استطاعوا أن يعيدوا هذه المورثات المعدلة إلى الخلية وغرزها في الصبغي الذي يريدون. كما أمكن إنتاج كميات كبيرة من البروتينات كالمهرمونات واللقاحات المختلفة والتي كانت تنتج في السابق من الجثث الميتة أو تستخلص من الحيوانات والتي كانت تحفها المخاطر من انتقال العدوى إلى الإنسان. وقد فتحت هذه الثورة العلمية المجال أمام العلماء لاختراع واكتشاف طرق جديدة وحديثة في التعامل وحفظ وتغيير هذه المادة الحيوية في الإنسان والحيوان والنبات بواسطة المكتبات الوراثية.

يتناول هذا المقال تأسيس المكتبات الوراثية مع إعطاء فكرة عن إنزيمات القطع المحدد وتقنيات التشفيف (الطبع) للمادة الوراثية، وكيفية

● النوع الأول

يتعرف هذا النوع على تتابعات محددة من الدنا إلا أنه لا يقطعها؛ بل يقوم بقطع تتابعات أخرى في أماكن بعيدة عنها على مسافات قد تصل أحيانا إلى ١٠٠٠ نيوكليوتيدة، ويقوم هذا الإنزيم بوظيفتي القطع والتحوير، وذلك طبقا لنوع وتركيز عامل الحفز المستخدم، إلا أن هذا النوع لا يستخدم في تجارب الاستسسال الوراثي.

● النوع الثاني

يتكون هذا النوع من تحت وحدتين (Twosub-units) بروتينيتين (20-25 kDa)، إحداهما تقوم بعملية القطع والأخرى تقوم بعملية التحوير. ويتميز هذا الإنزيم بأنه يقطع داخل التتابع الذي يتعرف عليه ليعطي إما نهايات مستوية (Blunt end) - مزدوجة النيوكليوتيدات - أو نهايات لزجة (Sticky end)، لها بروزات مفردة النيوكليوتيدات.

تتراوح التتابعات التي يتعرف عليها هذا النوع من إنزيمات القطع بين الرباعية إلى الثمانية (4-8 bp)، أي من أربعة إلى ثمانية أزواج من النيوكليوتيدات المتقابلة على الدنا، ويكون اتجاه القطع من (3' - 5')، وهذا النوع شائع استخدامه في تجارب الاستسسال الوراثي.

● النوع الثالث

يتعرف هذا النوع على تتابعات محددة من الدنا - مثل النوع الأول - ويقطع أيضا في أماكن بعيدة عن تلك التتابعات، ولكن على مسافات أقل تصل إلى حوالي ٢٥ نيوكليوتيدة. وهناك نوعان من هذا الإنزيم أحدهما للقطع والثاني للتحوير، ويشتركان في التركيب بتحت وحدة مشتركة (share a common submit)، ولا يستخدم هذا الإنزيم في تجارب الاستسسال الوراثي.

تسمية إنزيمات القطع المحدد

يشق اسم الإنزيم من البكتيريا التي يتم عزله منها. ويوجد حاليا حوالي ٢٥٠٠ إنزيم قطع، لا يستخدم منها على نطاق تجاري واسع إلا قرابة ٦٠٠ إنزيم فقط.

تتم تسمية إنزيم القطع كالتالي:

١- يمثل الحرف الأول من اسم الإنزيم الحرف الأول من اسم الجنس (Genus) البكتيري التابع له.

٢- يمثل الحرفان الثاني والثالث من اسم الإنزيم الحرف الأول والثاني من اسم النوع (Species) البكتيري له.

٣- يعبر الحرف الرابع (أحيانا) عن السلالة (Strain) البكتيرية الخاصة به.

٤- ينتهي الاسم برقم لاتيني (Latin Numeral No) يعبر عن أسبقية عزل الإنزيم من السلالة البكتيرية التابع لها.

يوضح المثال أدناه كيفية تسمية أحد إنزيمات القطع (EcoRI)، حيث يمثل الحرف الأول من اسم الإنزيم (E) الحرف الأول من اسم الجنس البكتيري (Escherichia)، والحرف الثاني والثالث (co) يمثلان الحرفين الأول والثاني من اسم النوع البكتيري (coli)، بينما يعبر الحرف الرابع (R) عن السلالة البكتيرية (RY13)، وينتهي اسم الإنزيم بالرقم اللاتيني (I) الذي يمثل أسبقية عزله من السلالة البكتيرية، حيث توجد إنزيمات أخرى تنتهي برقم II و III وهكذا.

صفات إنزيمات القطع المحدد

تتميز إنزيمات القطع المحدد بعدة صفات منها:

١- يمكنها التعرف على تتابعات محددة، وقطعها في مناطق معينة لتعطي

نهايات مستوية أو نهايات لزجة. ٢- قد يكون التتابع الذي يتعرف عليه الإنزيم رباعي أو خماسي أو سداسي أو سباعي أو ثماني (4-8 bp)، إلا أن الشائع منها هو التتابع السداسي (6 bp).

٣- يسمى التتابع الذي يتعرف عليه الإنزيم باليندرومي (Palindromic) أي يقرأ من اليسار إلى اليمين (3' - 5') على أحد الخيطين، وبالطريقة نفسها من اليمين إلى اليسار (5' - 3') على الخيط المقابل. وينطبق هذا على التتابعات الزوجية فقط، ومثال لذلك التتابع (3'-GAATC-5')

و (5'-GAATC-3') الخاص بإنزيم (EcoRI).

٤- تسمى بعض الإنزيمات (Isoschizomeric) بمعنى أن التتابع نفسه يتعرف عليه إنزيمان مختلفان ويقطعه كل منهما، بطريقة مختلفة عن الآخر، ومثال ذلك يتعرف إنزيمي (SmaI & XmaI) على التتابع (3'-CCCGGG-5') ويقطعه كل منهما حيث يقطع الإنزيم (XmaI) ليعطي نهاية لزجة، بينما يقطع الإنزيم (SmaI) ويعطي نهاية مستوية.

٥- تكون بعض التتابعات عائلتة تشترك جميعها في جزء كبير من التتابع (Degenerate)، ويقطعها إنزيم واحد بالكيفية نفسها. ومثال ذلك التتابع الخاص بالإنزيم (HinfI) الذي يتعرف على التتابع (3'-GANTC-5') حيث (N) قد تكون أي من القواعد الأربعة (A, T, G or C). حيث يقطع الإنزيم بين (A,G) ويعطي نهايات لزجة.

إنزيمات القطع المحدد في المختبرات

يقوم الباحث في البداية - بتقسيم العمل (بإنزيمات القطع) في التجارب العملية إلى ثلاث مراحل هي:

● قبل القطع

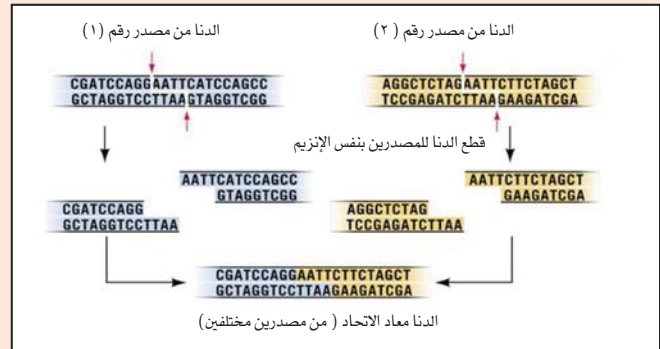
تشمل هذه المرحلة تحضير مخلوط التفاعل - بتركيزات محسوبة. المحتوي على الدنا، والإنزيم، ومنظم الرقم الهيدروجيني، وحجم محدد من الماء، ويجدد



■ التتابع النيوكليوتيدي الذي يتعرف عليه إنزيم القطع (EcoRI) ومكان القطع (السهم الأخضر) ليعطي نهايات لزجة.



■ التتابع النيوكليوتيدي الذي يتعرف عليه إنزيم القطع (SmaI) ومكان القطع (السهم الأخضر) ليعطي نهايات مستوية.



■ استخدام إنزيمات القطع المحدد وإنزيمات الربط لدمج الدنا من مصدرين .

تقنيات الطبع

يتم التعامل في مختبرات التقنية الحيوية مع ثلاثة مكونات أساس من الجزيئات الأحيائية الكبيرة (Macromolecules) والهامة، وهي الدنا، والرنا، والبروتين، والتي يجب الحصول عليها في صورة جافة لسهولة حفظها لفترات طويلة، ولإجراء العديد من الدراسات التكميلية والتأكيدي عليها. ولذلك فقد وضعت تقنيات مختلفة للطبع (Blotting) لنقل تلك المركبات من على هلام الفصل الكهربائي إلى أغشية من النايلون أو النيتروسيليلوز (Nylon or nitrocellulose membranes). ومن أهم هذه التقنيات ما يلي:

● طبعة سازورن

تستخدم طبعة سازورن (Southern blot) في نقل الدنا من على هلام الأجاروز إلى الأغشية. وقد سميت بهذا الاسم نسبة إلى العالم سازورن الذي نجح في تطبيقها عام ١٩٧٥م، وقد حاول هذا العالم نقل الرنا إلا أنه لم يوفق. وتتم هذه التقنية بتقطيع الدنا بواسطة إنزيمات القطع، ثم فصله على هلام الأجاروز، يلي ذلك استخدام وسط قاعدي لفصل الدنا المزوج إلى دنا مفرد، ثم وضع الغشاء فوق الهلام لأخذ طبعة منه، وتهجينه في وجود مسبار أو مجس (probe) من الدنا لإظهار أماكن خاصة لمورث أو أكثر، وهي طريقة تستخدم لعمل البصمات الوراثية.

● طبعة نورثيرن

تستخدم هذه الطبعة في نقل الرنا من على هلام الأجاروز إلى الأغشية. وقد نجح في نقلها العلماء (Alwine et al)، عام ١٩٧٩م، وتتم بالطريقة نفسها لنقل الدنا، ولكن بنقل الرنا الرسول مباشرة من على الهلام إلى الغشاء - وليس بطبعه كما في

ومظاريف الرسائل، وذلك في حالة الطرود المفلومة، ورسائل التهديد والاختطاف، وكذلك اختبار سبب الموت المفاجئ في صغار السن، واستبعاد أي شبهة جنائية (وذلك باكتشاف الطفرة الناتجة من تكرار تعرض الشخص لتصلب الشرايين الناتجة) ، فضلاً عن تحديد نقاوة السلالة البشرية عن طريق رصد الاختلاط بين الأعراق والأجناس، وبيان القارة التي ينحدر منها شخص ما، عن طريق مقارنة نتائج التحليل مع قاعدة البيانات الخاصة بمجموعات لأشخاص من القارات المختلفة.

● في النبات والحيوان والكائنات الدقيقة

يمكن استخدام إنزيمات القطع في عمل البصمات الوراثية، وذلك للتعرف على الأنواع والسلالات ودراسة العلاقات التطورية بينها، والاستفادة منها في علم التقسيم الجزيئي. كذلك يستفاد من إنزيمات القطع في عمل البصمات للدراسات والعلاقات التطورية في تحضير الدلائل الجزيئية (DNA markers or ladders) التي تستخدم كأساس لمقارنة أوزان وأحجام الدنا عند الفصل الكهربائي.

ومثال ذلك استخدام (DNA virus) (λ) وتقطيعه بإنزيم قطع مثل (HindIII)، ويمكن من خلال تطبيق بعض المعادلات حساب عدد الأماكن التي يتعرف عليها هذا الإنزيم، وعدد القطع الناتجة عنه وذلك كما يلي:

عدد الأماكن التي يقطع فيها الإنزيم = طول الدنا معبراً عنه بالقواعد ÷ ٤ مضروباً في أس عدد القواعد التي يتعرف عليها الإنزيم. فمثلاً (AND) (λ) طوله (٤٨٥٠٠ bp)، وإنزيم (HindIII) يتعرف على تتابع سداسي فيكون عدد الأماكن التي يقطع فيها الإنزيم = $48500 \div 4 = 12125$ عدد القطع = عدد الأماكن + ١

$$12125 = 1 + 12125$$

ومن الجدير بالذكر أن عدد القطع الناتجة يظهر أقل من ذلك عند وضع العينة على هلام الأجاروز حيث إن بعض القطع الصغيرة تمر بسرعة وتنتشر داخل السائل المنظم.

الحجم الكلي للمخلوط بين ٢٠ إلى ٥٠ ميكروليتر.

● مرحلة القطع

عند إجراء عملية القطع في المختبر يجب مراعاة التالي:

١- يتراوح حجم مخلوط التفاعل من ٢٠ إلى ٥٠ ميكروليتر (MI).

٢- يعبر عن تركيز الدنا بالميكروجرام/ميكروليتر ($\mu\text{g}/\mu\text{l}$).

٣- يعبر عن تركيز الإنزيم بالوحدة، وهي كمية الإنزيم اللازمة لقطع واحد ميكروجرام من الدنا عند درجة الحرارة المثلى للإنزيمات (تتراوح من ٢٥ م° إلى ٦٥ م° ولكن معظم الإنزيمات درجاتها المثلى ٣٧ م°) في زمن قدره ساعة.

٤- تبلغ حرارة التحضين (Incubation temp) لمعظم الإنزيمات حوالي ٣٧ م° مع اعداد بعض الإنزيمات التي قد تحتاج إلى درجة حرارة أعلى (مثل إنزيم TaqI عند ٦٥ م°) أو درجة حرارة أقل (مثل إنزيم SmaI عند ٢٥ م°).

٥- يتراوح زمن التحضين ما بين ساعة إلى أربع ساعات، حيث إن طاقة الحركة لمعظم إنزيمات القطع لا تتعدى ٤ ساعات.

٦- يتراوح الرقم الهيدروجيني لمخلوط التفاعل (pH) بين (7.4 - 7.6)، ويتم التحكم فيه بمكونات المنظم المحتوي على مادة (Tris) وذلك لضبط (pH)، ومركب كلوريد المغنسيوم (MgCl_2) كعامل مساعد لنشاط الإنزيم، و (DTT: Dithiothriol) الذي يعمل كمثبته له.

● مرحلة ما بعد القطع

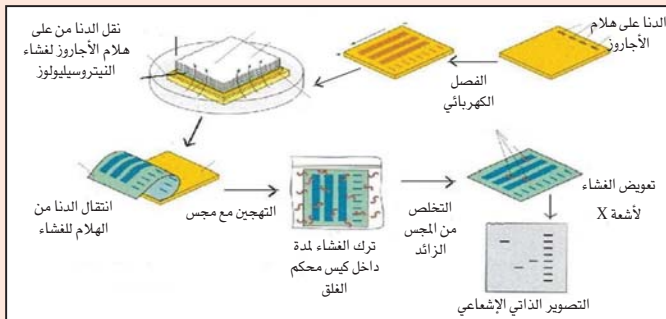
تتمثل هذه المرحلة في تحميل العينات (بشرية، وحيوانية، ونباتية) على هلام الأجاروز؛ وذلك لفصل قطع الدنا وتصويرها وتحليلها.

تطبيقات إنزيمات القطع

تستخدم إنزيمات القطع المحدد في عدة تطبيقات منها ما يلي:

● في الإنسان

يتم استخدام إنزيمات القطع في الطب الشرعي لإثبات البنية، والتعرف على مرتكبي بعض الجرائم، وفي قضايا العنف، وجرائم الاعتداء الجنسي، وقضايا الهجرة، وقضايا المفقودين، وتحديد شخصية صاحب ألعاب الموجود على طابع البريد



■ خطوات تقنية طبعة سازورن .

طرق فصل المورثات من المكتبة

هناك عدة تقنيات مختلفة تستخدم لفصل وعزل مورثات محددة من داخل مكتبة المورثات، ومن أهم تلك التقنيات:

• المجسات

المجسات (Probes) عبارة عن قطع قصيرة ذات أطوال محددة من الدنا المفرد (Short Single-stranded)، ومميزة بوجود مادة مشعة أو كيميائية، ولها تتابع مكمل لجزء يخص المورث المرغوب فصله.

• تغيير ظروف التهجين

يمكن فصل مجموعة من المورثات - تكون ما يسمى بالعائلة الوراثية (Gene family) - بواسطة تغيير ظروف التهجين. تغيير درجة الحرارة وتركيب منظم أيون الهيدروجين. وكذلك باستخدام عدد من المجسات ذات التتابع المتعدد بحسب تعدد تتابع الكودونات (الشفرة الوراثية) المختلفة (Degeneracy) التي تخص حمض أميني واحد.

• دراسة المنتج البروتيني

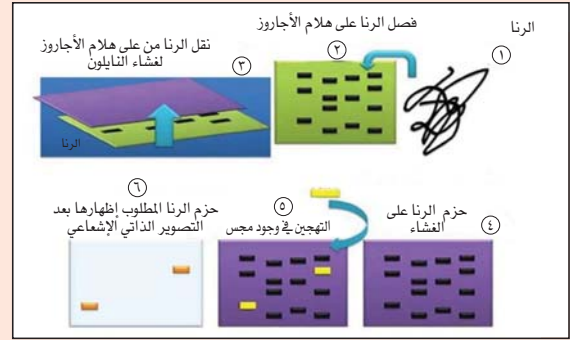
يمكن فصل المورث عن طريق دراسة المنتج البروتيني، وهي طريقة غير مباشرة، تتم من خلال دراسة التعبير الوراثي، وذلك باستخدام نواقل لها خاصية إنتاج البروتين من المورثات المحمولة عليها. ويمكن التعرف على المنتجات الوراثية (البروتينات) باستخدام أجسام مضادة أو أي أجسام رابطة أخرى (Ligands) لها القدرة على التعرف على البروتينات المقابلة لها، أو إعطاء نشاط حيوي يعبر عنها.

القطع وتحمله على النواقل الوراثية، بمساعدة إنزيمات الربط أو اللصق (Ligases)، ويمتاز هذا النوع بوجود الأجزاء الخاصة بالإنترونات مع الإكسونات على النواقل الوراثية، ولذلك تستخدم في الدراسات الوراثية.

■ تحت مكتبة الجينوم: ويتم الحصول عليها بتقطيع الدنا الخاص بعدد محدد من الصغيات وتحمله على النواقل الوراثية.

■ مكتبة الدنا المكمل: ويتم الحصول عليها بفصل الرنا الرسول وتحويله إلى الدنا المكمل (cDNA) بإنزيم النسخ العكسي (Reverse transcriptase). تمثل هذه المكتبات الأجزاء المشفرة فقط من المورثات (أي الإكسونات دون الإنترونات)، وعليه فإن أطوالها في معظم الأحوال أقصر من الطول الأصلي للمورث (بالإكسونات والإنترونات). ويمكن استخدام تلك المورثات مباشرة وبسهولة في دراسة التعبير عن البروتينات المشفرة لها تلك المورثات.

■ المكتبات المتميزة (Differential library): وتستخدم في دراسة المورثات ذات التعبير الوراثي المختلف طبقاً للظروف المؤثرة مثل المؤثرات البيئية، وأهم ما يتميز به هذا النوع من المكتبات هو استئصال مورثات غير معروف تتابعها أو وظائفها. وقد استغلت هذه المكتبات في تعريف بعض المستقبلات الوراثية للسيتوكين (Cytokine) كنتيجة للمؤثرات الخارجية. ويمكن دراسة هذا النوع من المكتبات باستخدام تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل (PCR).



■ خطوات تقنية طبعة نورثرن .

حالة الدنا، ثم التهجين مباشرة بواسطة مجس (Probe) من الدنا أو الرنا.

● تقنية ويسترن

تعني هذه التقنية بنقل البروتين من على هلام الأكريلاميد إلى الأغشية. وقد نجح في نقلها العالم (Burnette) عام ١٩٨١م، ويتم فيها فصل البروتين على هلام الأكريلاميد ثم نقله إلى الغشاء، ويتبع ذلك التهجين مع أجسام مضادة خاصة لتلك البروتينات.



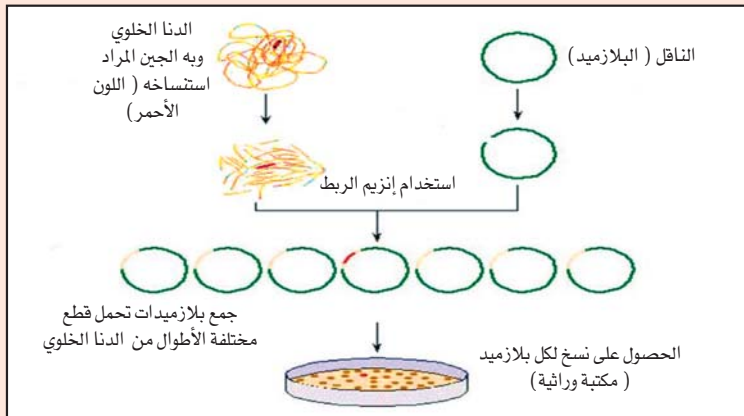
■ خطوات تقنية طبعة ويسترن .

المكتبة الوراثية

المكتبة الوراثية (Gene library) عبارة مصطلح يستخدم عند تجميع قطع الدنا المشتقة من مورث أي كائن حي، ومحمولة على نواقل وراثية خاصة (Cloning vectors)، حيث يحمل كل ناقل قطعة من الدنا ذات طول محدد تختلف عن القطع المحمولة على الناقل الآخر وهكذا.

● أنواع المكتبات الوراثية

تنقسم المكتبات الوراثية إلى أربعة أنواع هي: ■ مكتبة الجينوم (Genomic library): ويتم الحصول عليها بتقطيع الدنا الخلوي بإنزيمات



■ طريقة الحصول على مكتبة الجينوم.

البصمة الوراثية

د. عبدالعزيز الدخيل

احتفلت الأوساط العلمية في العام ٢٠٠٣م، بحدثين مهمين، أحدهما: صدور النسخة النهائية للخريطة الوراثية البشرية قبل عامين من التاريخ المتوقع لاكتمال هذا المشروع الضخم، والآخر: هو مرور خمسين عاماً على اكتشاف التركيب الجزيئي لمركب الحمض النووي (DNA) الذي كان سبباً في كثير من الاكتشافات اللاحقة في مجال التقنية الحيوية، كما أسهم في فهم الكثير من العمليات الحيوية في الخلية. يعد استخدام التقنية الحيوية في المجال الجنائي وقضايا النسب من أهم الانجازات التي تحقق بسببها الكثير من القضايا الغامضة.



مقتصرة على جانب النفي فقط دون قدرتها على إثبات نسب طفل ما إلى والديه، فعلى سبيل المثال: إذا ادعت امرأة فصيلة دمها (AB) على رجل له نفس الفصيلة، بأنها قد حملت منه وأنجبت طفلاً، وثبت من خلال الفحص أن فصيلة دمه (O)، فإنه يمكن نفي نسبة الطفل لهذا الرجل، وذلك لأن فصائل الدم المحتملة لأبناء هذين الزوجين هي (AB, B, A)، بينما لو كانت فصيلة دم هذا الطفل هي (A)، فإنه يتعذر الجزم بأنه ابنه؛ لاحتمال أن تكون فصيلة دم والده الحقيقي إحدى الفصائل التالية (O, AB, B, A). ولتلافي الضعف في نتائج الإثبات بالنسبة لفصائل الدم، فقد بذل الباحثون جهوداً كبيرة لاكتشاف عوامل مساعدة أخرى، حتى تمكنوا من اكتشاف التنوع البشري في أحد الإنزيمات الموجودة في الخلايا وهو: (Phospho Gluco Mutase-PGM)، حيث تبين وجود عشرة أنواع مختلفة لهذا الإنزيم بين البشر؛ مما زاد في قوة الآثار المتخلفة عن

الأثر المرفوع من مسرح الجريمة دماً من عدمه، وهل هي دماء آدمية أم حيوانية؟ وعند ثبوت آدميتها يتم تحديد أي فصيلة من فصائل الدم الأربع، وهي (A, B, AB, O)، وقد أثبتت الدراسات الإحصائية أن نسبة ٤٦% من فصائل الدم البشرية تنتمي إلى الفصيلة (O)، بينما تنتمي ٤١% منها إلى الفصيلة (A)، وتبلغ نسبة الفصيلة (B) ٨%، أما الفصيلة (AB) فتبلغ نسبتها ٣%، ويظهر من خلال هذه النسب أنه من المتعذر الجزم بأن مصدر أي أثر للدماء في مسرح الجريمة ينتمي على سبيل المثال للفصيلة (A)، هو فلان من الناس ذو الفصيلة (A)، لاحتمال أن يكون هو مصدر الأثر أو غيره، ممن يحمل فصيلة الدم نفسها، ولكن يمكن الاستفادة من هذه النتيجة في استبعاد الأشخاص المتهمين الذين تكون فصائلهم (O, AB, B).

كما أنه عند محاولة الاستفادة من تحديد فصائل الدم في قضايا النسب، فإنها تبقى

يتناول هذا المقال التقنيات المستخدمة لتحديد السمات الوراثية للحمض النووي الوراثي، فيما يعرف بالبصمة الوراثية (DNAProfilng)، واستخداماتها في المجال الجنائي، وغيرها من المجالات، ومقارنة ذلك بالفحوص الحيوية القديمة.

الفحوص الحيوية القديمة

تم - خلال ثمانين عاماً مضت - استخدام عدد من الفحوص الحيوية في المجال الجنائي؛ بغرض تحديد نوعية الآثار الحيوية في مسارح الجرائم المختلفة، ومعرفة صلتها بالجناة أو المجني عليهم، إضافة إلى محاولة الاستفادة من هذه التقنيات في كشف غموض الكثير من القضايا، ومن أهم هذه الفحوص مايلي:

● فحص الدم

يعتمد فحص الدم على تحديد ما إذا كان

في التركيب، ومختلفة العدد عند مجموعة من الأشخاص أثناء دراسته لمورث بروتين الميوجلوبين، الذي ينقل الأكسجين - إضافة لبروتين الهيموجلوبين - في كريات الدم الحمراء؛ مما دعاه إلى دراسة تلك التباينات في العديد من الأشخاص، والبحث عن تباينات لها نفس الصفات في مواقع أخرى، فكانت المفاجأة أن هناك العديد من المواقع على امتداد المادة الوراثية لها الميزات المذكورة ذاتها، فاستنتج جيفريز. من خلال تلك الدراسة. إمكانية تمييز كل شخص عن غيره من البشر، من خلال الكشف عن تلك التباينات واختلاف أعداد تكرارها.

في عام ١٩٨٢م، تعرضت فتاة في الخامسة عشرة من عمرها تدعى لندا مان للاغتصاب ثم القتل في قرية ناربرة بمقاطعة ليست شاير بإنجلترا. وفي عام ١٩٨٦م، عثر على فتاة أخرى تدعى دون آشورث وهي في الخامسة عشرة من عمرها تعرضت. أيضاً. لنفس ظروف الاغتصاب والقتل في منطقة غير بعيدة عن مسرح الجريمة الأولى، وبناءً على الفحوص الوراثية للمسحات المهبيلية من كلا الضحيتين، اتضح أن مرتكب الجريمتين شخص واحد. وفي عام ١٩٨٧م، استخدمت الفحوصات الوراثية لأول مرة للتحقق من أقوال أحد الأشخاص، والذي اعترف بالاعتداء على إحدى الفتاتين؛ مما دعا رجال الشرطة لاتهامه بمقتل الفتاة الثانية كذلك، إلا أن نتائج الفحوصات الوراثية أظهرت عدم وجود أي علاقة له بتلك القضية. فقررت الشرطة القيام بعملية تقصي واسعة لمعرفة الفاعل الحقيقي عن طريق أخذ عينات دم من جميع الرجال في المنطقة القريبة من الجريمتين دون أن يتوصلوا إلى نتيجة. ولكن من خلال إجراءات التحري سجلت مكالمة لشخص يدعى كولن

علم الأحياء الجنائي للكشف عن أقوى الوسائل في التمييز بين مصادر الآثار الحيوية.

الفحوص الحيوية الحديثة

تعتمد تلك الفحوص على السمات الوراثية للحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) فيما يعرف بالبصمة الوراثية، وتعد تباينات القواعد النيتروجينية (النيوكليوتيدات) - (A)، (G)، (T)، (C) - على طول سلسلة الحمض النووي منقوص الأكسجين من أهم السمات التي اعتمد عليها العلماء في الكشف عن الجرائم الغامضة، خاصة فيما يتعلق منها بجرائم الاغتصاب والقتل وقضايا النسب، حيث يتم مقارنة تباينات تلك القواعد في عينات مسرح الجريمة مع مثيلاتها في عينات مأخوذة من المتهمين، في وجود عينات ضابطة (Control).

كانت دراسة الاختلاف في تباينات القواعد النيتروجينية للحمض النووي الوراثي. قبل ثلاثة عقود. ذات أهمية كبيرة في معرفة المخطط التفصيلي للمورثات على شريط الحمض النووي الوراثي، إضافة إلى تشخيص الأمراض الوراثية. لذا فقد اهتم الكثير من الباحثين بدراسة التباينات مختلفة العدد والقريبة لبعض المورثات، حتى تكون علامة مميزة تسهل عليهم عملية التعرف على موقع المورث أثناء إجراء البحوث العملية عليه، ولم يكن حينها اهتمام الباحثين منصباً على تلك التباينات المختلفة بحد ذاتها، ولكن في عام ١٩٨٠م، تم اكتشاف أن هناك بعض التباينات مختلفة العدد مجاورة لبعض المورثات، مثل مورثات ألفا جلوبيين.

اكتشف العالم أليك جيفريز (Alec Jeffereys) في عام ١٩٨٤م، تباينات متجاورة، متماثلة

الأشخاص في مساح الجرائم، ولكن على الرغم من فاعلية هذه الوسيلة في التمييز بين الأشخاص، إلا أنها لا تؤكد قطعاً نسبة الآثار الحيوية إلى أشخاص بعينهم.

● فحوص الآثار المنوية

تُعد هذه الفحوص بتحديد ما إذا كان الأثر المرفوع من مسرح الجريمة أو من جسم الإنسان المعتدى عليه أو من ملابسه منياً من عدمه، وعند ثبوت ذلك، فإنه يتم تحديد فصيلة الدم من مستخلص المنى. إلا أنه لوحظ من خلال التجربة أن بعض الأشخاص لا يفرزون في سائلهم المنوي المواد التي يمكن من خلالها تحديد فصائل دمهم، ومن ثم يتعذر تحديد الفصيلة.

● فحوص اللعاب

تُعد هذه الفحوص بتحديد ما إذا كان الأثر المرفوع من جسم المعتدى عليه أو من ملابسه، أو من سيجار وجد في مسرح الجريمة، لعاباً من عدمه، وعند ثبوت كونه لعاباً، فإنه يتم من خلال مستخلص اللعاب تحديد فصيلة الدم، ولكن لوحظ أن بعض الأشخاص لا يفرزون المواد التي يمكن من خلالها تحديد فصائل دمهم.

● فحوص الشعر

تقتصر هذه الفحوص على تحديد مصدر الشعر المرفوع من مسرح الجريمة، ما إذا كان آدمياً أو حيوانياً، وعند ثبوت آدميته، تتم المقارنة بينه وبين المصدر المشتبه به من خلال تحديد الصفات الظاهرية والمجهريّة العامة، إلا أنه لوحظ أنه لا يمكن من خلال تلك الفحوص تحديد مصدر عينة الشعر بشكل قاطع.

مما سبق يظهر بجلاء جوانب القصور أو الضعف الذي كان يعتري التقنيات المستخدمة قديماً، على الرغم من تحقق الاستفادة منها نوعاً ما في كثير من القضايا؛ مما دفع الباحثين في

يسهل رؤية أجزاء المادة الوراثية، والتعامل معها، وتحليل نتائجها، وإجراء عمليات المقارنة بين العينات التي يتم فحصها.

- تظهر مناطق التتابعات المكررة على هيئة خطوط سوداء اللون قريبة الشبه بما يوجد على البضائع التجارية من خطوط تميز المنتج وتسهل التعرف عليه.

- إعادة الخطوة السابقة أكثر من مرة للكشف عن مناطق أخرى تحتوي تتابعات مختلفة على امتداد المادة الوراثية، شكل (١).

تتصف هذه التقنية بقوة تمييز بين الأشخاص تصل نسبة الخطأ فيها إلى واحد من مليار عند استخدام ستة كواشف للمادة الوراثية، غير أن لها عيوب جوهرية تتمثل في ما يلي :

١- حاجة الفحص إلى كمية من المادة الوراثية تتراوح ما بين ٥٠-٥٠٠ نانو جرام، والتي يتعذر عادة العثور عليها في مساح الجرائم، وبالتالي فإنها تعد ذات فاعلية كبيرة في حل قضايا البنية دون القضايا الجنائية.

٢- ضرورة أن تكون المادة الوراثية سليمة من

وسط هلامي، ثم يتم وصله بتيار كهربائي لفصل أجزاء المادة الوراثية وفقاً لتفاوت أحجامها، حيث تكون الأجزاء الأصغر من المادة الوراثية في نهاية الوسط الهلامي، بينما تكون الأجزاء الأكبر حجماً في بداية ذلك الوسط.

- نقل أجزاء المادة الوراثية من الوسط الهلامي بواسطة محلول عالي الملوحة، وتثبيتته على غشاء ورقي خاص عن طريق تعريضه للأشعة فوق البنفسجية لفترة وجيزة.

- تهجين المناطق المحيطة بتلك التتابعات على أجزاء المادة الوراثية بواسطة كاشف أو مسبار، وهو عبارة عن سلسلة قصيرة من الحمض النووي الوراثي متصل بها مادة كيميائية تعطي وميضاً عند معالجتها ببعض الصبغات، ويكون هذا الكاشف متخصصاً في الارتباط بالمناطق المحيطة بتلك التتابعات.

- تعريض الغشاء الورقي المعالج بالكاشف إلى فيلم مماثل للأفلام المستخدمة في عمل الأشعة السينية؛ مما يؤدي إلى انتقال الوميض المرتبط بكاشف المادة الوراثية إلى فيلم الأشعة، وبالتالي

بيتشفورك يتفاخر من خلالها بقدرته على إقناع أحد أصدقائه، بإعطاء عينة الدماء المطلوبة بدلاً منه، وبأخذ عينة الدماء الحقيقية من ذلك الشخص ثبت ارتباطه بالأثار التي تخلف عنه في تلك الجريمة؛ مما أدى إلى اعترافه بهما.

توالى بعد ذلك الكثير من الدراسات التي تم إجراؤها في مختلف دول العالم، والتي دلت على وجود اختلافات كثيرة بين الأشخاص في تتابع القواعد النيتروجينية على امتداد سلسلة الحمض النووي الوراثي، حتى ما بين أفراد الأسرة الواحدة عدا التوائم المتماثلة. استنتج العلماء أن اختلاف تتابعات القواعد النيتروجينية في تركيب الحمض النووي الوراثي يعد أداة فاعلة في التمييز بين الأشخاص، ولذا فقد أطلق عليها مصطلح « البصمة الوراثية».

من أهم التقنيات المستخدمة في إظهار السمات الوراثية، ما يلي :

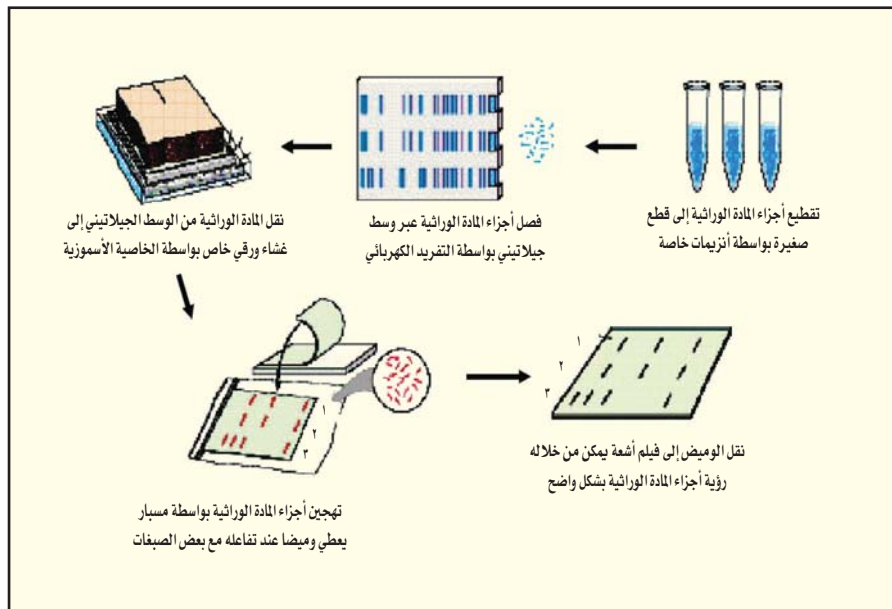
● تقنية تنوع أطوال المادة الوراثية المجزأة

استخدم جيفريز تقنية جديدة للكشف عن تتابعات القواعد النيتروجينية تسمى (Restriction Fragment Length Poly Morphism - RFLP) وتعتمد هذه التقنية على تكرارات أطوال المادة الوراثية المجزأة (Variable Number of Tandem Repeats - VNTRs)، والذي يتراوح طول كل تكرار منها ما بين عشر إلى مائة نيوكليوتيدة، ويختلف عدد التكرارات من شخص لآخر، كما يختلف تركيبها من موقع لآخر لدى الشخص نفسه، وتتم خطوات التقنية كما يلي:

- استخراج المادة الوراثية من العينات الحيوية المختلفة.

- تقطيع أجزاء الحمض النووي الوراثي المحيطة بتلك التكرارات إلى قطع متفاوتة الحجم بواسطة أنزيمات متخصصة.

- حقن المادة الوراثية المقطعة في فتحات داخل



■ شكل (١) الخطوات التي تمر بها العينة الحيوية عند فحصها بواسطة تقنية (RFLP).

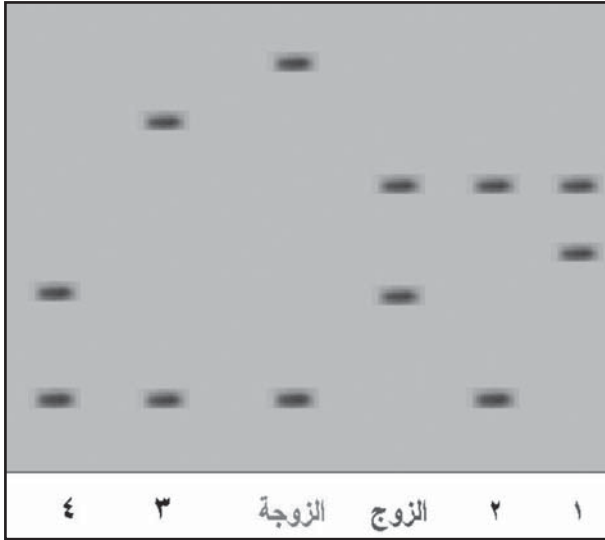
ثلاثة أيام. ولكن التحدي الذي بدأ جلياً في هذه التقنية أن قوة التمييز التي توازي مثيلاتها الناتجة من تقنية تنوع أطوال المادة الوراثية المجزأة، تتطلب إظهار ثلاثة عشر موقعاً وراثياً، ولا يكفي إظهار ستة مواقع وراثية فقط، كما هو الحال في التقنية السابقة.

حفز هذا التحدي الباحثين إلى محاولة الكشف

عن أكبر عدد ممكن من التتابعات على امتداد الحمض النووي الوراثي، وبفضل تضافر الجهود في مختبرات الأبحاث الحكومية وكذلك الشركات المتخصصة في هذا المجال، إضافة إلى اكتمال مشروع الجينوم البشري، فقد أمكن الكشف عن ما يزيد على سبعة عشر موقعاً على مختلف الصبغيات، إضافة إلى تحديد جنس مصدر العينة. تحتوي هذه المواقع على تتابعات قصيرة من النيوكليوتيدات تتراوح ما بين ثلاث إلى ست نيوكليوتيدات متكررة، وتختلف أعداد تكرارها من شخص إلى آخر في مدى يتراوح ما بين ١٠٠ إلى ٤٠٠ نيوكليوتيدة. وقد أطلق عليها التكرارات القصيرة مختلفة العدد (Short Tandem Repeats - STRs)، ولهذا فقد قررت مختبرات المباحث الفدرالية الأمريكية في عام ٢٠٠٠م إيقاف استخدام التقنية السابقة واعتماد تقنية تفاعل البلمرة التسلسلي في فحوص العينات الجنائية.

يمكن تلخيص خطوات تقنية تفاعل البلمرة التسلسلي لتكثير المادة الوراثية إلى ثلاث خطوات رئيسية:

■ فك حلزونة الدنا: وتتم بوضع المادة الوراثية المستخلصة في درجة حرارة مرتفعة تصل إلى ٩٥°م، لفصل تركيب الحلزون المزدوج للحمض



■ شكل (٣) نموذج يوضح قضية نسب.

فيتنسبان إلى كلا الزوجة والزوج.

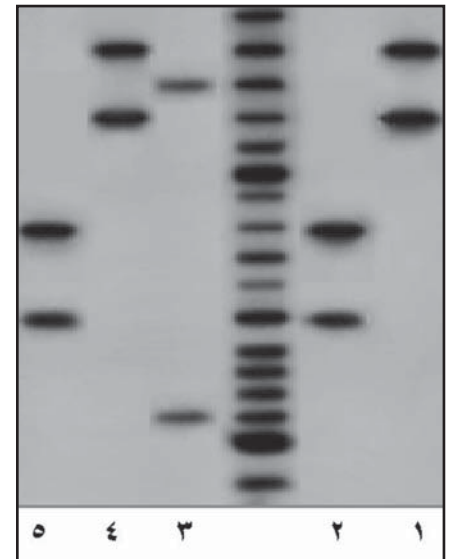
● تقنية تفاعل البلمرة التسلسلي

ساهم اكتشاف العالم كاري مويس وفريقه البحثي عام ١٩٨٥ م، لتقنية تفاعل البلمرة التسلسلي (Polymerase Chain Reaction-PCR) في حدوث قفزات علمية هائلة في مجال التقنية الحيوية عموماً، وفي الفحوص الوراثية الجنائية خصوصاً، حيث مكّنت الباحثين من مكاثرة المادة الوراثية على الرغم من ضآلة كمياتها إلى ملايين النسخ؛ مما ساعد في الحصول على نتائج دقيقة وفي فترة زمنية قياسية، وقد منح العالم مويس على إثر هذا الاكتشاف جائزة نوبل للكيمياء عام ١٩٩٣م.

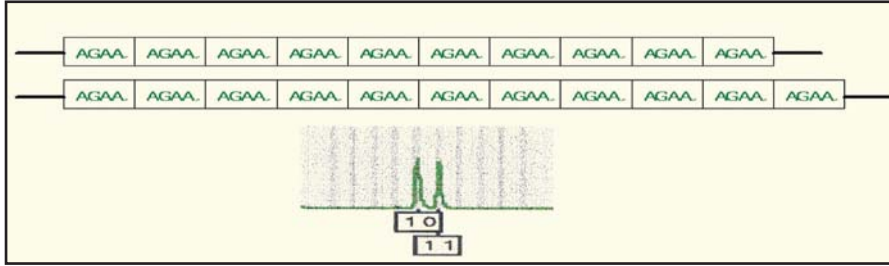
تتميز تقنية التفاعل التسلسلي الملمر بتلافيها لمعظم السلبيات التي أشير إليها عند الحديث عن تقنية تنوع أطوال المادة الوراثية المجزأة، وذلك لقدرتها على إظهار نتائج دقيقة من عينات المادة الوراثية الضئيلة جداً، والتي تتراوح ما بين ١٠ إلى ١ نانوجرام، إضافة إلى قدرتها على الاستفادة من العينات القديمة والمتحللة كالهياكل العظمية، كما أنه يمكن أن يتم إظهار النتائج خلال فترة قصيرة تصل إلى

التحلل الذي يؤدي إلى تكسر أجزائها. ٣- تستغرق خطوات الفحص جهداً كبيراً، ووقتاً طويلاً، يتراوح ما بين أسبوع إلى أسبوعين. كانت تلك السلبيات حافزاً كبيراً في البحث عن تقنية أكثر كفاءة في تحليل العينات الجنائية، وقد كانت بوادر التقنية البديلة قد ظهرت في الأوساط العلمية مؤذنة بقفزة أخرى في الحقل الجنائي، ويوضح شكل (٢) نموذجاً لقضية اغتصاب، حيث يعبر الرقم (١) و (٢) عن آثار منوية وخلايا طلائية رفعت من مسرح الحادث على التوالي، أما الرقم (٣) و (٤) فيشير إلى المتهمين الأول والثاني على التوالي، في حين يعبر الرقم (٥) عن عينة دماء قياسية من الضحية.

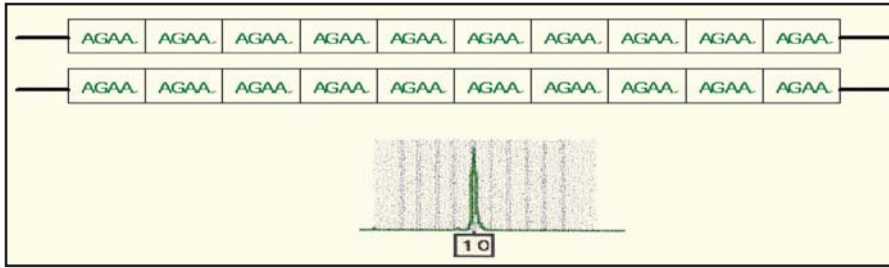
يتضح من خلال الفحوص الوراثية أن المتهم الثاني هو الجاني الحقيقي، كذلك يوضح شكل (٣) نموذجاً لقضية نسب تتعلق بمقارنة عينات قياسية من زوجين وأربعة أبناء، حيث يمكن من خلال المقارنة استنتاج أن الطفل رقم (١) ليس له علاقة وراثية بالزوجة، بينما تدل النتيجة على أن الزوج والده. كما أن الطفل رقم (٢) ليس له علاقة وراثية بالزوج، بينما تدل النتيجة على أن الزوجة والدته، أما الطفلان رقم (٢)، (٤)



■ شكل (٢) نموذج يوضح قضية اغتصاب.



■ شكل (٥) نمطين غير متماثلين مورثين من الأب والأم في إحدى السمات الوراثية للموقع الوراثي (D18S51).



■ شكل (٦) نمطين متماثلين مورثين من الأب والأم في إحدى السمات الوراثية للموقع الوراثي (D18S51).

أما إذا كانت النسخة الموروثة من الأب مماثلة للنسخة الموروثة من الأم، فإن النتيجة في الموقع الذي تم إظهاره تكون على شكل منحني واحد مكرر، ويعبر عنه برقم واحد فقط، يمثل عدد التكرارات من ذلك التتابع، شكل (٦).

يتميز كل موقع من المواقع الوراثية ذات التتابعات القصيرة المتكررة من النيوكليوتيدات والتي يتم الكشف عنها في المجال الجنائي. بتتابع مختلف عن غيره من المواقع الوراثية الأخرى، كما يختلف عدد التكرارات لذلك التتابع من موقع لآخر، وبناءً على ذلك فإن عدد السمات الوراثية سيختلف من موقع لآخر كذلك.

فمثلاً يتميز الموقع (D13S317) الموضح في الجدول (١) بوجود تتابع من النيوكليوتيدات هو (TATC)، حيث يتراوح عدد التكرارات فيه من ٥ إلى ١٥ تكراراً، كما بلغ عدد السمات الوراثية التي سجلت لهذا الموقع ١٤ سمة وراثية، أي أنه يمكن تمييز البشر في الموقع الوراثي الواحد. إلى مجموعة مختلفة عن بعضها، ويسري هذا الأمر على بقية المواقع الوراثية التي يتم الكشف عنها،

يتم إظهار السمات الوراثية للمواقع التي تتم مكائرتها بأخذ كمية قليلة تتراوح ما بين ٥، ٠ إلى ١ ميكروليتر. تحتوي على أعداد كبيرة من نسخ تلك المواقع. وحقنها مع بعض المواد الكيميائية في جهاز التحليل الوراثي الذي يقوم بفصل أجزاء المادة الوراثية التي تحتوي على التتابعات القصيرة المتكررة من النيوكليوتيدات، وذلك وفقاً لأطوالها، فكلما كانت أقصر في الطول أدى ذلك إلى سرعة خروجها من أنابيب الفصل في الجهاز.

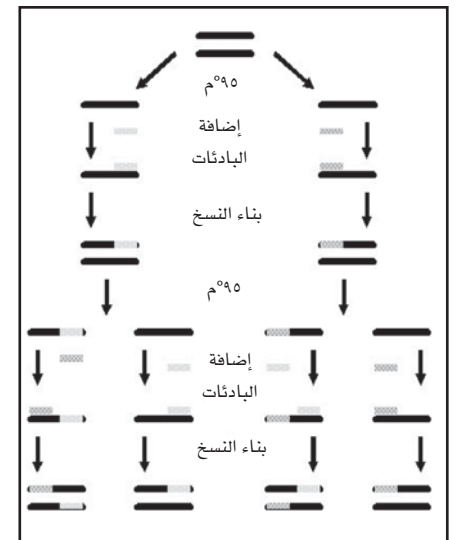
يرث كل إنسان نسختين من كل موقع من المواقع الوراثية التي يتم إظهار سماتها الوراثية، إحداهما تورث من الأب والأخرى من الأم، وتسمى كل نسخة منهما نمطاً (Allele)، ولذلك فإن النتائج التي تظهر بواسطة مكائرتة التتابعات القصيرة المتكررة (STRs) لكل موقع من المواقع الوراثية، تكون على شكل منحنيين في حالة اختلاف النسخة الموروثة من الأب عن النسخة الموروثة من الأم، ويعبر عنهما برقمين يمثلان عدد التكرارات من ذلك التتابع، شكل (٥).

النووي الوراثي إلى شريطين منفصلين.

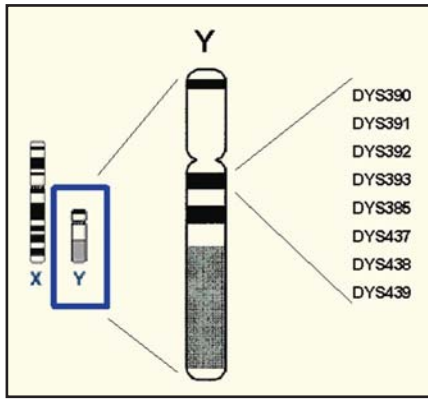
■ ارتباط البادئات (Annealing): ويتم فيها خفض درجة الحرارة - اعتماداً على طول وتتابع ومحتوى الـ GC / AT للبادئات - إلى ٥٨ م تقريباً، وذلك تمهيداً لارتباط سلاسل قصيرة من نيوكليوتيدات (بادئات) متخصصة في الارتباط بالمناطق المحيطة بتلك التتابعات على أجزاء المادة الوراثية. توجد هذه البادئات في وسط التفاعل مرتبطة بمواد كيميائية تعطي وميضاً عند تعريضها لأشعة الليزر.

■ الاستطالة (Extension): وتتم عند درجة حرارة ٧٢ م، ويقوم خلالها أنزيم البناء - في وسط التفاعل - بإضافة وحدات منفصلة من النيوكليوتيدات على تلك البادئات، وتكون عملية الإضافة محكومة بصيغة التتابع في الشريط الأصلي، بحيث يكون تتابع الشريط الجديد مكماً لتركيبة الشريط الأصلي فيضاف الجوانين - مثلاً - مقابل السايروسين، والأدينين مقابل الثايمين وبالعكس.

تتم إعادة الخطوات الثلاث سابقة الذكر مرات عديدة تصل إلى ٢٥-٤٠ دورة، وعند نهاية التفاعل تنتج ملايين النسخ الجديدة من المواقع الوراثية المراد إظهارها، شكل (٤).



■ شكل (٤) مراحل مكائرتة المادة الوراثية.



■ شكل (٨) نماذج لمواقع وراثية على الصبغي الذكري.

عشرين موقعاً تتميز بوجود تتابعات قصيرة من النيوكليوتيدات - ممتثلة لتلك التي يكشف عنها في بقية الصبغيات - تتراوح أعدادها ما بين ثلاث إلى ست نيوكليوتيدات متكررة، وتختلف من شخص لآخر، شكل (٨).

تتميز هذه السمات الوراثية لتلك المواقع في الصبغي الذكري بأنها تنتقل من جيل إلى جيل عن طريق الآباء فقط، ولذا فإن كل الذكور ممن يجتمعون في أب واحد وإن علا يتميزون باتحاد السمات الوراثية وتمثالها فيما بينهم في الصبغي الذكري. وبالتالي فإنه يمكن من خلال هذا النوع من المادة الوراثية تحديد الارتباط بين الإنسان وعمه أو ابن عمه لالتقائهم في أب واحد.

● المادة الوراثية في النواة واختلافها على مستوى قاعدة نيتروجينية واحدة

تمكن الباحثون من العثور على مواقع عديدة على المادة الوراثية تحتوي على تتابعات متشابهة إلى حد كبير جداً بين بني البشر، ولكن يكمن الاختلاف بينهم في وجود نيوكليوتيدة واحدة مختلفة بين كل ألف نيوكليوتيدة متماثلة. فمثلاً تكون في شخص أدينين (A)، وفي آخر جوانين (G)، وفي ثالث ثايمين (T)، وهكذا. بعد الكشف عن اختلاف تركيب المادة الوراثية بين الأشخاص على مستوى النيوكليوتيدة الواحدة (Single Nucleotide Polymorphism - SNPs) من أحدث التطبيقات التي يتم حالياً إجراء المزيد من البحوث والدراسات لاستخدامها في المجال الجنائي بشكل روتيني.

اسم الموقع	التتابع	عدد التكرارات	عدد السمات الوراثية
CSF1PO	TAGA	٦-١٦	١٥
TPOX	GAAT	٦-١٣	١٠
D5S818	AGAT	٧-١٦	١٠
D7S820	GATA	٦-١٦	٢٢
D13S317	TATC	٥-١٥	١٤
D18S51	AGAA	٧-٢٧	٤٣

■ جدول (١) بعض المواقع الوراثية وتتابعاتها وأعداد التكرارات والسمات الخاصة بها.

جدول (١).

● المادة الوراثية في الميتوكوندريا

تمتلك الميتوكوندريا مادة وراثية على شكل حلقي، يبلغ عدد وحداتها البنائية ١٦٥٦٩ نيوكليوتيدة، بينما تمتلك النواة أعداداً كبيرة من الوحدات البنائية تصل إلى أكثر من ٣ مليار وحدة بنائية. تتميز المادة الوراثية في الميتوكوندريا بأنها تنتقل فقط عبر الأمهات من جيل إلى جيل؛ ويرجع السبب إلى تكوين الخلية الأولى في جسم الإنسان، بينما الحيوان المنوي من الرجل لا يصاحبه أي مواد خلوية سوى ما هو موجود داخل رأس الحيوان المنوي، فإذا قام الحيوان المنوي بتخصيب البويضة بالدخول إلى هلامها الذي يحتوي على كافة المواد الخلوية، ومن ضمنها الميتوكوندريا، تبدأ عملية انقسام الخلايا حتى يكتمل نمو الجنين؛ لتكون المادة الوراثية الموجودة في الميتوكوندريا في جميع خلاياه مطابقة للمادة الوراثية الموجودة في البويضة التي

أسهمت في تكوين ذلك الجنين، حيث وجد الباحثون أن هناك منطقتين في هذه المادة الوراثية، يمكن من خلالها تمييز الناس، وذلك لكثرة التغير في تتابعهما التفصيلي، وتتميز بقصر طول كل منهما، حيث يبلغ طول الأولى (HVR1) ٣٤٢ نيوكليوتيدة، ويبلغ طول المنطقة الثانية (HVR2) ٢٦٨ نيوكليوتيدة. ولذلك فإن كل من يجتمعون في أم واحدة وإن علت ذكوراً كانوا أو إناثاً يتميزون باتحاد تتابع السلسلة الوراثية وتمثالها فيما بينهم، وبالتالي فإنه يمكن من خلال هذا النوع من المادة الوراثية تحديد الارتباط بين الإنسان وخاله أو الإنسان وابن خالته لالتقائهم في أم واحدة، ويكون تحديد التطابق من عدمه من خلال اتحاد التتابع التفصيلي للنيوكليوتيدات المكونة لهذا الجزء من المادة الوراثية، شكل (٧).

● المادة الوراثية للصبغي الذكري

تحتوي المادة الوراثية في الصبغي الذكري (Y-chromosom DNA) على ما يزيد عن

↓	↓
الأول	ATTCGCCTTTAGGGCCATACGATACCCGTACGGAT.
الثاني	ATTCGCCTTTAGGGCCATACGATACCCGTACGGAT.
الثالث	ATTCGCCTTTAGGGCCATACGTTACCCGTACGGCT.
الرابع	ATTCGCCTTTAGGGCCATACGTTACCCGTACGGCT.
الخامس	ATTCGCCTTTAGGGCCATACGATACCCGTACGGTT.

■ شكل (٧) تطابق التتابع التفصيلي للمادة الوراثية في الميتوكوندريا بين الأشخاص عن طريق الأم.

الاستئسال الوراثي والجنيني

أ.د. ماهر محمد شحاته

يتناول هذا المقال عملية الاستئسال - على مستوى مورث واحد أو أكثر - في المجالين النباتي والحيواني، وكذلك الاستئسال الجنيني الحيواني، فضلاً عن الاستئسال البشري وما صاحبه من جدل.

طرق التكاثر في الحيوان

هناك عدة أنواع للتكاثر الحيواني يمكن توضيحها على النحو التالي:

● التكاثر الإخصابي

التكاثر الإخصابي هو: نتاج عملية الزواج، ويتم فيه الاندماج بين جينوم ذكري وآخر أنثوي، ويتبعه الحمل ثم الولادة.

● التكاثر غير الإخصابي

يتم في التكاثر غير الإخصابي (الحمل من غير إخصاب): أخذ خلية جسدية - من الجلد مثلاً - تحتوي على العدد الكامل من الصبغيات، حيث يتم تفريغ مادتها الوراثية ووضعها داخل بويضة مفرغة من النواة، ثم تترك لتتقسم على وسط غذائي خارجي بتركيب خاص، يلي ذلك نقلها إلى رحم الأم لاستكمال الحمل والولادة.

● التلقيح الصناعي

يتم في التلقيح الصناعي: نقل الحيوانات المنوية من الزوج إلى رحم الأم لتخصيب البويضة، حيث يستكمل الحمل ثم الولادة.

● أطفال الأنابيب

أطفال الأنابيب (الإخصاب خارج الجسم ونقل الأجنة): هي عملية إخصاب طبيعي تتم بنزع وشفط البويضة من قناة مبيض رحم الأم، وخلطها مع الحيوان المنوي من الأب، حيث يتم إخصابهما خارجياً - في المعمل - داخل أنبوبة بها وسط غذائي معين. تترك الأنبوبة حتى يصل الجنين إلى مرحلة معينة من النمو، حيث يتم نقله إلى رحم الأم لإكمال النمو والولادة. ويمثل الجنين المتكون: الجنين الذي يتم الحمل فيه تلقائياً في الحياة الزوجية العادية، ويحمل التركيب الوراثي من الأب والأم.

● الاستئسال الوراثي

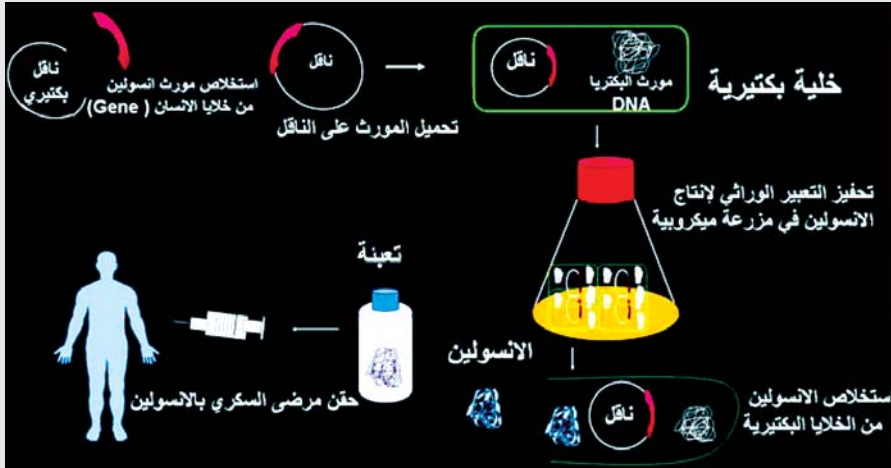
الاستئسال الوراثي (Gene cloning): هو استئسال على مستوى المورثات، ويستخدم فيه إنزيمات القصر لقطع الدنا والناقل الوراثي، ثم يعاد ربطهما بإنزيم الربط، ويتبع ذلك مضاعفة المورث داخل الخلية البكتيرية (التحول البكتيري). تستخدم تقنية الاستئسال الوراثي في إنتاج الإنسولين، وإنتاج نباتات محورة وراثياً تتحمل الظروف غير الملائمة.

● الاستئسال الجنيني

الاستئسال الجنيني (Embryological cloning): هو استئسال على مستوى الخلايا الجسدية البالغة بما تحتوي من مورثات، ويتم إعادة برمجتها لخلايا جنينية لها القدرة على الانقسام والتشكل. وقد تم بهذه التقنية استئسال النعجة (دوللي). وقد أطلق عليها هذا الاسم أحد الصحفيين نسبة لمسرحية



منذ إعلان العلماء عن نجاح ولادة النعجة المستنسخة (دوللي)، فتح باب النقاش على مصراعيه بين مختلف الجهات الدينية، والقانونية، والسياسية، والأخلاقية لمعرفة مدى النفع والضرر الذي سوف يعود علي البشرية من الاستئسال. وقد تفجر الموقف وزادت حدة الخوف والجدل بعد ما أعلنت إحدى الشركات الأجنبية عن نجاح ولادة أول طفلة مستنسخة، حيث شكك كثيرون في صحة هذا الخبر؛ نظراً لرفض الشركة إعطاء الدليل الدامغ لصحة ادعائهم؛ عن طريق إخضاع المولودة وصاحبة الخلية المستنسخة لتحليل الحمض النووي. وبالرغم من عدم وجود دليل على ولادة هذه الطفلة المستنسخة؛ إلا أن الدافع أصبح الآن أقوى لمحاولة وضع قوانين تمنع مثل هذه التجارب العلمية. وأجمعت الآراء علي أنه من غير المسموح به إجراء التجارب للاستئسال بغرض التكاثر؛ بينما يمكن أن تجرى بغرض العلاج لإنتاج خلايا جذعية.



بروابط كبريتية، حيث يبلغ حجم السلسلة ألفا (A) ٢١ حامضاً أمينياً، بينما يبلغ حجم السلسلة بيتا (B) ٣٠ حامضاً أمينياً، فضلاً عن سلسلة أخرى بيتيدية (C) مكتملة لهما،

ويتم حالياً استخدام التقنيات الحيوية الحديثة (النقل الوراثي) لإنتاج نباتات محورة وراثياً تتحمل الظروف البيئية القاسية (مثل الملوحة، الجفاف، الحرارة، المعادن الثقيلة)، ومقاومة بعض الأمراض والآفات.

الاستئصال في الحيوان

ينقسم الاستئصال الحيواني إلى نوعين هما:

● الاستئصال الوراثي

يعد الاستئصال الوراثي في الحيوان أصعب منه في النبات، وعلى الرغم من ذلك فقد سُجّلت عدة محاولات ناجحة للاستئصال الوراثي في الحيوان، وذلك للحصول على صفات جديدة، ويوضح شكل (١) خطوات الحصول على حيوان بالاستئصال الوراثي.

الاستئصال الوراثي في البكتيريا

نجحت أول تجربة للاستئصال الوراثي في البكتيريا - في بداية السبعينات - بواسطة العالمين «ستانلي كوهين» و «هربرت بوير» وتلى ذلك استخدامها في العديد من التطبيقات التي من أهمها استئصال الأنسولين البشري في البكتيريا، والذي أصبح بديلاً للإنسولين الحيواني. يعد هرمون الأنسولين من البروتينات صغيرة الحجم، ويتكون من سلسلتين (ألفا وبيتا) عديد الببتيد، مرتبطتين

عالمية حققت نجاحاً منقطع النظير هي (هالو دولي)، ويقال أيضاً: إن دولي أطلق كاسم تيمناً بمغنية الموسيقى الريفية الغربية دولي بارتن.

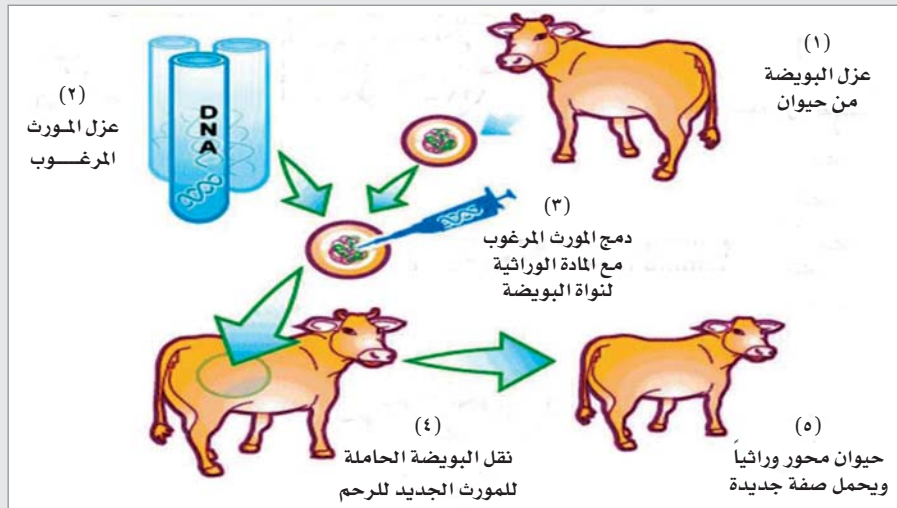
يمكن من خلال استخدام تقنية الاستئصال الجيني في الحيوان: استئصال أكبر عدد من الماشية والأغنام التي تحتوي على أجود الصفات من اللحوم والألبان، مما يساهم في حل مشكلات الغذاء والمجاعات التي تهدد سكان الأرض، فضلاً عن استخدامها في تصنيع الأدوية والبروتينات التي تعالج الكثير من الأمراض التي يمكن الحصول عليها من لبن تلك الماشية والأغنام بعد تجفيفه. كما يمكن استخدام هذه التقنية في الحفاظ على السلالات المنقرضة أو المهددة بالانقراض من الحيوانات وإكثارها.

الاستئصال في النبات

استخدم الإنسان قديماً الاستئصال في النبات بمعناه البسيط. وذلك بقطع أجزاء صغيرة منه كالأوراق والسيقان وزراعتها، حيث تنمو هذه الأجزاء مكونة نباتاً جديداً يشبه النبات الأصلي الذي قُطع منه، ومحتوي على نفس تركيبه الوراثي (تكاثر خضري).

يهدف الاستئصال في النبات إلى الحصول على أعداد كبيرة من سلالات نباتية تمتاز بالإنتاج الوفير والصفات المرغوبة، بعد الحصول على أول نبات من تلك السلالة المميزة، وذلك إما بالانتخاب الطبيعي، أو باستحداث الطفرات، أو بالترية والتجهين بين السلالات المختلفة. بينما يتم إكثار النبات أو السلالة النباتية الجديدة المميزة بالتكاثر الخضري أو الاستئصال، للمحافظة على تلك التركيب الوراثية الممتازة والمميزة لها.

تم حديثاً - على نطاق واسع، من خلال تقنية زراعة الخلايا والأنسجة والأعضاء النباتية - تفعيل القدرة الذاتية للنبات لتكوين نبات كامل من خلية أو نسيج أو عضو معزول، فالنبات لا يفقد قدرته على التشكل وتميز الخلايا إلى أنسجة، والأنسجة إلى أعضاء بل إن الخلايا البالغة عادة ما يكون لها القدرة على الرجوع إلى الحالة الجنينية وتكوين خلايا إنشائية، يمكنها الانقسام والتشكل.



■ شكل (١) خطوات الحصول على حيوان بالاستئصال الوراثي .

على الجمهور، وأصبحت النعجة من المعالم الدائمة بالمتحف.

■ **استئصال حيوانات أخرى:** ونتج ذلك عندما تشكك بعض العلماء - عند الإعلان - عن استئصال النعجة دوللي في إمكانية إعادة التجربة نفسها ونجاحها، وأن دوللي قد تكون أنت نتيجة خطأ علمي. إلا أن هذا الشك قد تبدد بالإعلان عن استئصال جسدي لتوأم من العجول الصغيرة من خلية جسدية لبقرة في طوكيو باليابان. وقد نشر عالمان تقريراً في مجلة (Nature) العلمية يفيد أن تحليل الدنا للنعجة دوللي أثبت أنها من خلية جسدية، وليست جنينية، وهو متطابق تماماً في كل من دم النعجة دوللي، وخلايا ضرع النعجة التي تم أخذ الخلية منها لاستئصالها. وشهدت المعامل العلمية مئات حالات الاستئصال - منذ ظهور دوللي للوجود - لبقر وخنازير وفئران ونعاج، وغيرها يمكن توضيحها على النحو التالي:-

١- العجل فوتي: حيث أعلن فريق من الأطباء والعلماء في جنوب أفريقيا في أبريل عام ٢٠٠٢م عن أول نجاح لمحاولة استئصال حيوان في القارة الأفريقية. وذلك على يد طبيبين بييطريين هما (مورتي دي لا راي) و (وروبرت تريديويل)، من مدينة بريتس بالتعاون مع العالم الدنماركي (غابور فايتا). وقد تم استئصال فوتي بواسطة

خلايا جنينية لها القدرة على الانقسام، وذلك من خلال تجويع (Starvation) تلك الخلايا بزراعتها في وسط غذائي تركيزه ١٢/١ من الوسط الغذائي الأصلي.

٥- انقسام الخلايا الجديدة، إلا أنه قد لوحظ تمزق غشائها الخارجي، وقد تم التغلب على ذلك بتغطيتها بأغشية من الطحالب.

٦- زراعة الخلية المنقسمة الجديدة - بعد إجراء ٢٧٠ محاولة - داخل رحم النعجة رقم (٣)، مع تركها حتى موعد الولادة.

٧- ولادة النعجة رقم (٤)، وأطلق عليها اسم «دوللي» - أشهر نعجة في التاريخ - مع تشابهها التام للنعجة رقم (٢) مصدر مادتها الوراثية.

الجدير بالذكر أن النعجة دوللي نفقت بقتلها في فبراير عام ٢٠٠٢م بعد أن أظهرت الفحوصات الطبية إصابتها بمرض رئوي في مراحله المتقدمة. وقام معهد روزلين بإهداء النعجة إلى المتاحف الوطنية باسكتلندا، وتم حفظها في منصة عرض مركزية في المنطقة العلمية بالمتحف الملكي بالعاصمة الاسكتلندية أدنبرة، لتلحق بالنعجة موراج - مستنسخة من خلية جنين في معمل معهد روزلين - المعروضة في المتحف الملكي منذ نوفمبر عام ٢٠٠٠م وأعلن في يونيو عام ٢٠٠٢م عن عرض النعجة دوللي



● الاستئصال الجيني

قام العلماء بتجارب كثيرة وتقنيات عديدة لاستخدام الاستئصال الجيني في الحيوان لإنتاج عدة نسخ من حيوانات مختلفة، من أهمها ما يلي:-

■ **استئصال النعجة دوللي:** حيث قام العالمان (أيان ويلموت) و (كينيث كامبل) بمعهد روزلين بأدنبرة باسكتلندا بالاستئصال الجسدي - من خلية جسدية ناضجة وليس عن طريق التقاء حيوان منوي مع بويضة - للنعجة (دوللي) والإعلان عن ولادتها في مارس ١٩٩٧م. ومنذ ذلك التاريخ كثر الجدل عن إمكانية استخدام نفس التقنية في الاستئصال البشري، وما هي الضوابط والمعايير التي تحكم ذلك.

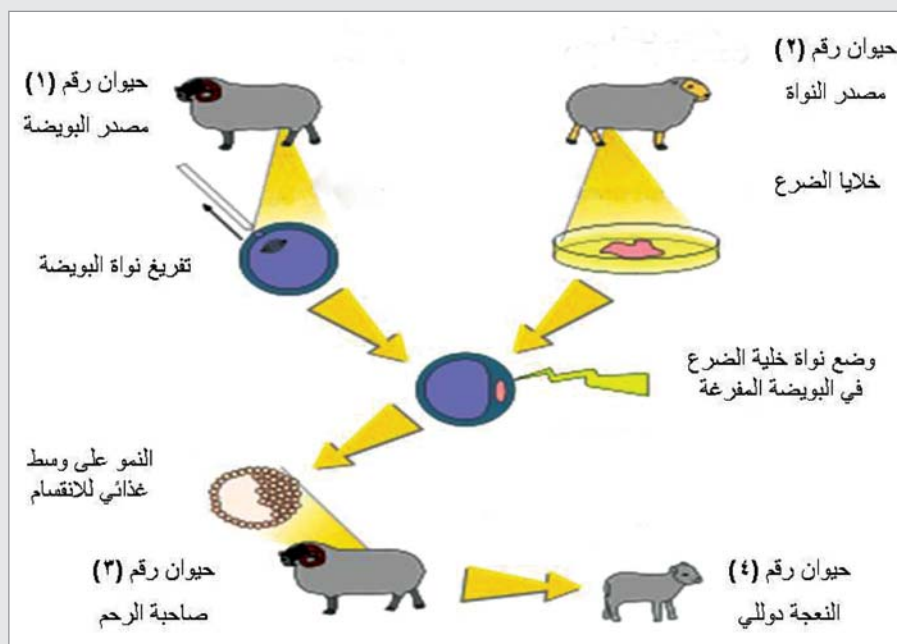
تم استئصال النعجة دوللي من خلال الخطوات التالية، شكل (٢):

١- نزع بويضة (١ ن) من مبيض النعجة رقم (١) - تبلغ من العمر ٦ سنوات - وتفرغ نواتها، مع المحافظة على مكونات السيتوبلازم لاستخدامها في المراحل التالية.

٢- فصل خلايا جسدية من منطقة الضرع (الثدي) للنعجة رقم (٢). خلايا متميزة لأداء وظيفة محددة. مع سحب أنويتها.

٣- وضع نواة الخلية الجسدية داخل البويضة مفرغة النواة، إلا أن الخلية الجديدة الناتجة من عملية الإخصاب لم تنقسم.

٤- إعادة البرمجة لتحويل الخلايا الجديدة من خلايا متميزة - فقدت القدرة على الانقسام - إلى



■ شكل (٢) خطوات استئصال النعجة دوللي .



■ استئصال القطط.

استئصال خنازير يتم تعديلها وراثياً بإعادة برمجة الحامض النووي بتقنيات الهندسة الوراثية، وذلك لإنتاج خلايا أو أعضاء تستخدم في العلاج الوراثي (Gene therapy). يمكن استخدام هذه الطريقة (هونولولو) لاستئصال أكبر عدد من الماشية والأغنام التي تحتوي على أجود الصفات الكمية والكيفية من اللحوم والألبان، مما يساعد في حل مشكلة نقص الغذاء التي تهدد سكان الأرض، وكذلك يمكن استخدامها كمصانع حيوية (Bioreactors) لإنتاج عقاقير لعلاج بعض الأمراض، وسوف يسهم الاستئصال أيضاً في الحفاظ على السلالات الحيوانية المهددة بالانقراض مثل: الدب الأبيض، والباندا، وبعض أنواع القطط.

الاستئصال البشري

أعلنت إحدى الشركات الأجنبية عن ولادة أول إنسان مستئصل - طفلة اسمها «إيف» «حواء»، يوم الخميس الموافق ٢٦/١٢/٢٠٠٢ م. ثم أوضحت الناطقة باسم الشركة أن الأسلوب الذي اتبع في استئصال الطفلة هو تقريبا الأسلوب نفسه الذي طبق في حالة استئصال النعجة «دوللي»، وأضافت أن المادة الوراثية أخذت من الحمض النووي للأم (دون تدخل الأب) وأن الأم هي التي حملت الطفلة، تمت ولادة حواء بعملية قيصرية لأبوين أمريكيين، وتبلغ الأم من العمر ٣١ عاماً، وأن زوجها مصاب بالعقم. وأفادت المتحدثة أن عالماً متخصصاً في تكنولوجيا التناسل الحيوية سيقوم بإجراء فحص الحمض النووي ومطابقته مع الأم، كما أنه من المنتظر أن تقوم مجموعة من العلماء والأطباء بالكشف على إيف وإجراء

الأم، التي أخذت منها الخلية الجلدية بعد ٣٢٨ محاولة للوصول إلى جنين يخرج للحياة.

٤- الفئران: حيث أعلنت جامعة «هاواي» عن استئصال ٢٢ فأراً بنفس طريقة استئصال النعجة دوللي، وذلك بشفط المادة الوراثية من نواة خلية جسدية - تحتوي على البصمة الوراثية للفأر المراد استئصاله - ووضعها في بويضة تم تفرغها من النواة. وقد تم وضع النواة في البويضة بواسطة تقنية جديدة - غير التي استخدمت في دوللي - أطلق عليها اسم هونولولو. تلى ذلك إعادة برمجة الحامض النووي، ليعطي خلايا جنينية تنمو مكونة كل أنواع خلايا وأعضاء الفأر، ومع بداية انقسام هذه الخلايا الجنينية إلى ٢، ٤، ٨، ١٦، ٨٠ خلية .. إلخ داخل البويضة. مثلما يحدث في حالة الانقسام داخل النطفة العادية. يمكن إذابة الغشاء المحيط بها، ووضع كل خلية منها في غشاء خاص بها ليعطي ٢، ٤، ٨ أجنة إلخ، توضع بعد ذلك هذه الأجنة في رحم الإناث لتقضي فترة حملها، وتلد حسب العدد الذي تم تجهيزه، وقد تم في هذه الحالة وضع ٥٠ من الأجنة في رحم إناث الفئران تم ولادة ٢٢ فأراً منها.

يعد الإعلان عن استئصال الفئران أمراً مثيلاً؛ لأنه سوف يعطي فرصة أكبر لدراسة تغيرات المورثات وطبيعة الخلايا؛ مما يُعجل بالوصول لنتائج سريعة في مجال الاستئصال، لأن الفأرة تصل إلى سن الحمل والولادة في خلال شهر من ولادتها، وبذلك تتعدد دورات الحياة والدراسة، بينما تصل الأبقار والأغنام إلى سن الحمل بعد حوالي سنتين من ولادتها، كما أن استئصال الفئران بتقنية هونولولو يعد خطوة إيجابية. وقد بدأ العلماء في التفكير لربط الاستئصال مع الهندسة الوراثية، من أجل



■ استئصال الفئران المحتوية على هرمونات النمو.



■ أول عجل بقري مستئسخ.

حمض نووي من أذن بقرة تعيش في جنوب أفريقيا وتحمل الرقم القياسي لمعدل إنتاج الألبان (٧٨ لترًا يوميًا).

٢- البغل إيداهوجيم: وقد أعلن عن استئصاله بالولايات المتحدة في مايو عام ٢٠٠٣، وذلك بمزاوجة حمار مع فرس. وتعد عملية الاستئصال هذه عملية استثنائية، ذلك لأن البغل حيوان عقيم ولا ينجب صغاراً. تمت عملية استئصال البغل باستخراج الحامض النووي من خلية من الحمار ووضعها في بويضة منزوعة النواة تم استخراجها من الفرس، ثم وضعت البويضة في رحم الفرس لاستكمال فترة الحمل والولادة.

قام رجل الأعمال دونالد جاكلين -رئيس الجمعية الأمريكية لسباق البغال- بدفع ٤٠٠ ألف دولار لتمويل عملية الاستئصال، ذاكراً أن هناك أكثر من ٢٠٠ بغل في هذه الجمعية منهم ٧٠-٨٠ بغلاً يشاركون في السباق سنوياً، وقد شجعت النتائج السابقة مجموعة أخرى من الباحثين لاستئصال حيوان آخر من جنس الخيول. وأشارت الدكتورة كاترين هينريكس إنه عمل مشجع بالفعل، ولكن إذا ما قمنا باستئصال حيوان من جنس الخيول؛ فإننا سنزيد من فترة بقائه في رحم الأم وهي عملية قد تختلف قليلاً عن عملية الاستئصال السابقة.

٣- المهرة بروميوتا، والتي أعلن في أغسطس عام ٢٠٠٣ م عن استئصالها بمعمل التقنية التناسلية ببلدة «كريمونا» الإيطالية بواسطة علماء إيطاليين. وتم استئصال المهرة عن طريق أخذ خلية من جلد فرس ودمجها مع بويضة فرس بالغة منزوعة النواة. ثم وضع النطفة المخصبة في رحم ذلك الفرس لاستكمال مدة الحمل وولادة المهرة بروميوتا التي كانت نسخة طبق الأصل من

لأنه خرق لقاعدة كانت محظورة حتى اليوم، وهاهي البشرية تدخل عصرا جديدا هو عصر إمكانية التكاثر غير الإخصابي (الحمل من غير إخصاب) الذي يهدف إلى التماثل الوراثي ويلغي الإنتاج المتواصل لتعددية وراثية يتميز بها التكاثر الإخصابي.

ويجب ملاحظة أنه بالرغم من الإدانات الواسعة من كافة أنحاء العالم؛ إلا أن منظمة الأمم المتحدة والدول المنفردة غير قادرة على إيجاد ووضع الآليات القانونية التي يمكن أن تنظم الخطر الكوني العام مثل هذه الممارسات. وتبقى الإدانات الكلامية مجرد كلمات ميتة، كما أن الإنسانية ستقف عاجزة أمام ما يمكن أن تسفر عنه هذه المجازفات، من انفلات في أعمال أولئك الذين يريدون السيطرة على جميع أشكال الحياة مهما كلفهم الأمر. وأعتقد أن هذا الملف سيقفل ذاتيا مع الوقت.

المراجع

- Anderson, I. (1997): Will many clones make light work? New Scientist. 153: 4.
- Annas, G.J. (1998): The Prospect of Human Cloning: An opportunity for National and International Cooperation in Bioethics. In: Humber, J.M. and Almeder, R.F. (eds.) (1998). Biomedical Ethics Reviews: Human Cloning. Humana Press: New Jersey. pp 5163-.
- Bloom, F.E. (1997): Breakthroughs 1997. Science. 278: 2029.
- Bradbury, J. (1997) First Dolly now multiple monkeys. The Lancet. 349: 705.
- Cambell, K.H.S., Colman, A. and Wilmut, I. (1998): Response to "Dolly Confirmation". Science. 279: 6367-.
- Chesne, P. Adenot, P.G., Viglietta, C. Baratte, M. Boulanger, L. Renard, J.P. (2002): Cloned rabbits produced by nuclear transfer from adult somatic cells. Nature Biotechnology 20: 366369-.
- Hugli, P. (1985): Cloning, Test-Tube Babies and Genetic Engineering. Pamphlet Publications: Dayton.
- Lu, J.P., Beatty, L.K., Pinthus, J.H. (2008): Dual expression recombinase based (DERB) single vector system for high throughput screening and verification of protein interactions in living cells. Nature Precedings.

من أقرق الدوريات العلمية وأكثرها احتراماً. ويقول دونالد كندي: «إنه على الرغم من أن الآفاق والإمكانيات مفتوحة على مصراعها للاستفادة من تلك التجربة، إلا إنه لا زالت هناك الكثير من العوائق والمصاعب التقنية لزرع وتنمية تلك الخلايا المصدرية، أو الجذعية، وأضاف أن زرعها بنجاح داخل الجسم لكي تنمو لتصبح عضوا سليماً يستعاض به عن العضو التالف قد يستغرق سنين قبل أن يتحقق».

أدى الإعلان عن استئصال أول إنسان إلى سخط الهيئات الدينية الإسلامية والمسيحية على حد سواء، حيث إن ذلك سوف يؤدي إلى فوضى اختلاط الأنساب. وأثارت ادعاءات الشركة انتقاداً من زعماء دينيين وأدت إلى تجديد الدعوات إلى حظر الاستئصال البشري.

وفي مبادرة خلقية طيبة أعلنت إدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية أنها تعارض الاستئصال البشري بقوة، وأنها بصدد اتخاذ إجراءات للتحقق من مزاعم تلك الشركات، وأضافت أن زرع جنين مستنسخ في رحم امرأة بدون موافقة الإدارة؛ يعتبر إجراء غير مشروع. وفضلا عن ذلك: فقد أعلنت الكثير من الأوساط السياسية استياءها من عملية الاستئصال، كما أعلنت الكثير من الدول الأوروبية معارضتها للموضوع، وأجازت السماح باستئصال الأعضاء فقط لعلاج بعض الأمراض مع الالتزام بالضوابط على اختلاف أنواعها.

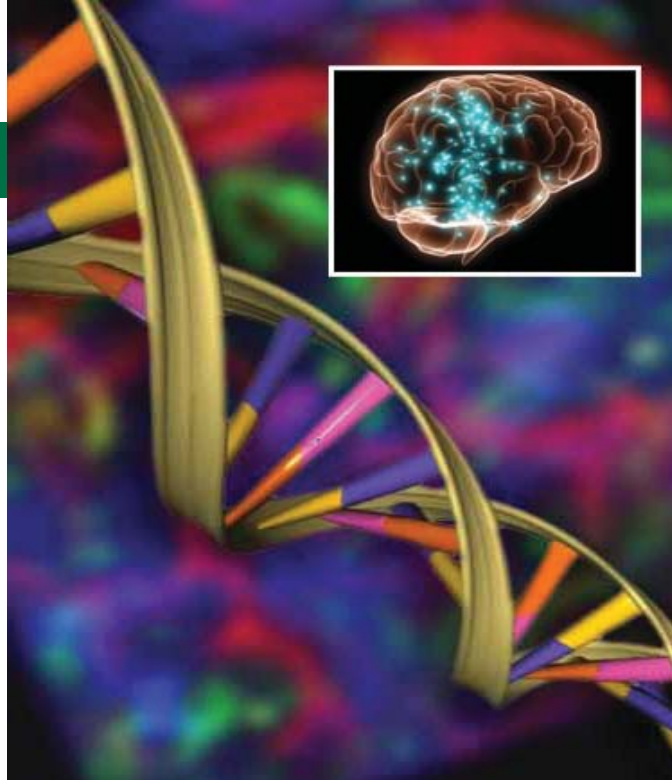
خاتمة

إن جميع الأساليب التي تم اعتمادها حتى اليوم لأغراض اقتصادية على الحيوانات، أو لأغراض علاجية على الجنس البشري: كانت تحترم المبدأ الأساسي للتكاثر الإخصابي. وتكمن الخطورة في أن تجارب الاستئصال من الممكن أن تطبق على البشر في الدول النامية، حيث لا توجد رقابة أو قوانين تحميهم، مثل تلك التي تحدث في الدول المتقدمة، حيث تخضع المعامل والمراكز البحثية هناك للرقابة. ولا يمكن إنتاج الإنسان إلا بالطريق الطبيعي وعن طريق النطفة كما جاء بالقرآن الكريم. وقد أصبح الأمر خطيراً

بعض التحاليل. ثم أعلنت الشركة أن الاختبارات الرامية إلى تقديم أدلة على عملية الاستئصال قد تتأخر؛ بل أنها قد لا تتم على الإطلاق، حيث إننا حتى لو قدمنا اختبار الحمض النووي فسوف يشكك الكثيرون في ذلك، وربما بعد خمس سنوات من الآن سوف يتقبل الناس هذا الأمر. ثم زعمت نفس الشركة عن استئصال أربعة أطفال آخرين، وغيرها من المزاعم الأخرى. وممرت الأيام والشهور والسنوات، بيد أن الشركة لم تكشف عن صورة الطفلة، ولم تقدم دليلاً قاطعاً يؤكد تلك المزاعم على حدوث الاستئصال.

من ناحية أخرى أعلن علماء من كوريا الجنوبية عن استئصال ٢٠ جنيناً بشرياً للحصول على خلايا يأملون استخدامها لأغراض علاجية. وحصل فريق يقوده «وو سووك هوانج» من الجامعة الوطنية في العاصمة سيول على المادة الوراثية من خلايا عادية من متطوعات (١٦ سيدة) تم دمجها مع البويضات (٢٤٢ بويضة). ثم تركت الأجنة لتنمو للحصول على ما اصطلح على تسميته بالخلايا الجذعية (Stem cells)، وهي مجموعة من الخلايا لها القدرة على النمو والتكاثر والتطور والتميز؛ لتصبح أنواع الأنسجة الموجودة في الجسد الإنساني. ومعنى ذلك أن تلك الخلايا الجذعية يمكنها أن تصبح، في ظروف معينة قدماً أو طحالاً أو عظماً أو جلدًا أو أعصاباً أو قلباً عضلياً.. الخ. ويأمل القائمون على التجربة في زرع تلك الخلايا في المرضى الذين يعانون من أمراض تسبب دمار الأنسجة مثل السكري والزهايمر. وذكر هوانج «لأن تلك الخلايا تحمل بذرة الخارطة البشرية للفرد، فمن الممكن زراعتها بعد تمايزها (تطورها إلى نوع معين من النسيج) دون خوف من أن يلفظها الجهاز المناعي، ومن ثم تستخدم لعلاج الأمراض التي تسبب تلف الأنسجة». وأضاف «طريقتنا تفتح الباب أمام استخدام هذه الخلايا المطورة بطريقة خاصة في مجال طب زراعة الأنسجة».

ويقول العلماء: إن تلك التجربة لها مصداقية، بدليل أن مجموعة كبيرة من العلماء الجادين ذوي الأسماء الكبيرة، قد راجعت ومحصت في كافة تفاصيلها ودقائقها قبل أن تشر في واحدة



تشخيص الأمراض الوراثية

د . عبدالله العنقري

يعرّف المورث (Gene) بأنه: جزء معين من أحد الصبغيات (Chromosomes) في الخلية يتركب من الحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA)، ويحوي الشفرة الوراثية لتصنيع بروتين معين.

نوبل بسبب هذا الاكتشاف الذي يعده البعض أهم حدث أحيائي في القرن العشرين. وفي السبعينات من القرن الماضي نجح الباحثون في علم الأحياء الجزيئي من اكتشاف طرق لتقطيع (DNA) بدقة عالية، وذلك باستخدام إنزيمات تسمى إنزيمات القطع الداخلي (Restriction Endonucleases Enzymes)، حيث مكّن هذا الاكتشاف من عمل دراسات مهمة أدت إلى اكتشاف مواقع العديد من المورثات في الصبغيات.

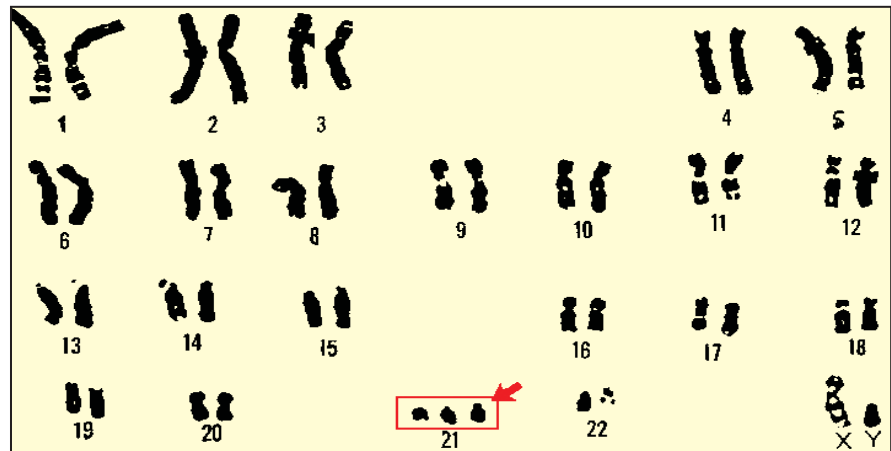
تم في الثمانينات اكتشاف طرق مكّنت من التعرف على القواعد النيتروجينية التي يتألف منها المورث حرفاً حرفاً وبدقة عالية. وقد حصل فريدريك سانجر ووالتر جيلبرت على جائزة نوبل بفضل مساهمتهما في هذا الاكتشاف. كما تم في منتصف الثمانينات اكتشاف وتطوير تقنية تسمى تفاعل البلمرة التسلسلي (Polymerase Chain Reaction- PCR). تقوم هذه التقنية بنسخ أجزاء محددة من (DNA) ملايين المرات؛ مما سهل دراسة وتحليل المورثات بدرجة كبيرة. وقد حصل مخترعها كاري ملز على جائزة نوبل. وفي التسعينات أصبح بإمكان الباحثين قطع المورثات

بعض الأجيال فقط). كما اكتشف مولر عام ١٩٢٧م أن الأشعة السينية - أشعة (X) - يمكن أن تسبب طفرات وراثية في ذبابة الفاكهة، حيث نال بسبب هذا الاكتشاف جائزة نوبل، لما له من أثر لفهم الخصائص الفيزيائية للمورثات. أما في الأربعينات من القرن العشرين فقد تم تعريف المورث بدقة أكثر، وذلك بعد اكتشاف جورج بيدل وادوارد تاتوم، أن كل مورث يحمل الشفرة الوراثية لتصنيع بروتين معين، وقد حصل بسبب هذا الاكتشاف على جائزة نوبل.

اكتشف جيمس واتسون وفرانس كريك عام ١٩٥٣م التركيب الحلزوني الثنائي المزدوج (Double-Helix structure) للحمض النووي، حيث حصل على جائزة

تحتوي كل خلية في جسم الإنسان على ٤٦ صبغي، تمثل ٢٣ زوجا نصفها يأتي من الأب والنصف الآخر يأتي من الأم. وقد تؤدي الاعتلالات في أعداد الصبغيات إلى أمراض معينة مثل متلازمة داون (Down syndrome) والتي تنشأ بسبب وجود ٤٧ صبغياً بدلاً من ٤٦ صبغياً، أي أنها ناتجة عن صبغي زائد في الصبغي ٢١، شكل (١).

تعود بدايات علم المورثات إلى عام ١٨٦٠م عندما قام جورج مندل باكتشاف بعض قوانين الوراثة الأساسية، حيث تم اكتشاف أن كل صفة وراثية يمثلها مورثان أحدهما من الأب والآخر من الأم، وقد تورث الصفة بشكل سائد (تكون دائمة الظهور في كل جيل) أو متنحي (تظهر في



شكل (١) الزيادة في عدد الصبغيات - ٤٧ صبغي بزيادة في الصبغي ٢١ - لشخص مصاب بمتلازمة داون.

ينتقل إلى نصف الأبناء، شكل (٣). وقد تختلف الأعراض اختلافاً كبيراً بين الأشخاص المصابين بهذا النوع من الاعتلالات، وغالباً ما تكون الأسباب غير معروفة. كذلك يصعب توقع هل سيكون المرض شديداً أم خفيفاً، فقد يكون المرض خفيفاً عند الأب وشديداً عند الابن أو العكس. وفي نسبة قليلة من الأمراض قد يصاب الشخص بالعتب الوراثي ولا تظهر عليه أعراض المرض نهائياً، ولكن قد يظهر المرض على أحد أبنائه.

وينبغي التنبيه إلى أنه في بعض أنواع هذه الاعتلالات يمكن أن تحدث طفرات وراثية في الشخص نفسه تسبب المرض ولا تكون مورثة من أحد الأبوين. من أمثلة تلك الأمراض: مرض هنتجتون (في الأعصاب)، ومرض ارتفاع الكوليسترول العائلي.

■ **الاعتلالات الصبغية الجسدية المتنحية (Autosomal Recessive):** وتصيب الرجال والنساء على حد سواء ولكن الأشخاص المصابين يكونون متماثلتي اللاقحة، أي أن كلتا النسختين من المورث معطوبتان، ويكون الأبوان سليمين ولكنها حاملان للمرض، أي أن كل واحد منهما يحمل نسخة معطوبة وأخرى سليمة، ولا تظهر عليه أعراض المرض. يبلغ احتمال إصابة كل طفل لأبوين حاملين بالمرض ٢٥٪ انظر الشكل (٣). ولا يمكن لأحد الأبوين أن ينقل المرض لأبنائه

مورث، وقد تسبب الاعتلالات في هذه المورثات أمراضاً مختلفة أو تزيد خطر الإصابة بأمراض متعددة أخرى. يرجع السبب في هذه الاعتلالات الوراثية - في بعض الحالات - إلى عطب في المورثات التي يولد بها الإنسان، ويكون منشأ هذا العطب إما من المورثات القادمة من البويضة (الأم) أو الحيوان المنوي (الأب) أو كليهما؛ وتسمى هذه الحالة بالوراثة المنديلية، أما في حالة عطب المورثات وكون الاعتلالات غير مورثة فتسمى حينئذٍ بالوراثة غير المنديلية.

● **الوراثة المنديلية**

تشير إلى الأمراض الوراثية الناتجة عن عطب في مورث واحد معين. ويبلغ عدد الأمراض الوراثية التي تورث بهذه الطريقة - تم التعرف عليها حتى نهاية عام ٢٠٠٩م - قرابة ٥٠٠٠ مرض تم حصرها من قبل المعهد الصحي الوطني الأمريكي (National institute of Health-NIH). وهناك عدة أشكال للوراثة المنديلية هي:

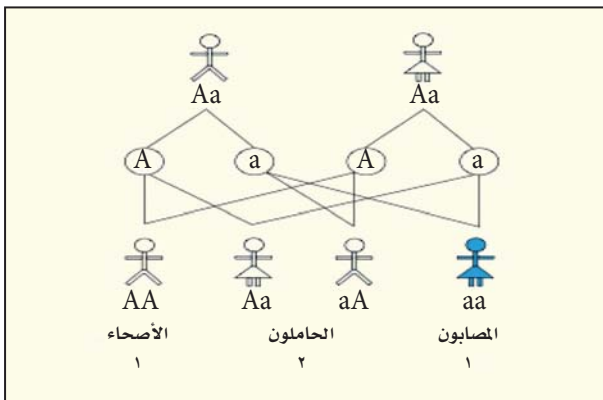
■ **الاعتلالات الصبغية الجسدية السائدة (Autosomal dominant):** وتصيب هذه الأمراض الرجال والنساء على حد سواء. وغالباً ما تكون خفيفة ومتأخرة الظهور، ويكون الأشخاص المصابون متغايري اللاقحة (Zygote)، أي أن أحد النسختين من المورث معطوبة والأخرى سليمة، وبالتالي فإن المرض

ولصقتها في أماكن مختلفة من الصبغي، وكذلك نقلها من فصيلة إلى أخرى من الكائنات الحية، حيث مكنت هذه التقنيات من إنتاج بروتينات بدرجة صناعية لاستخدامها كمواد علاجية وأدوية (مثل الأنسولين).

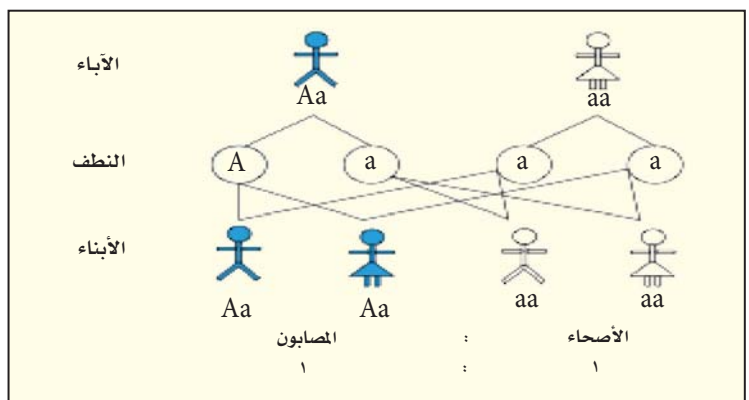
حالياً - بفضل الله، ثم بفضل الأبحاث التي أجراها العلماء في الولايات المتحدة وأوروبا خلال السنوات الماضية - أمكن التعرف على التركيب الدقيق للمورث. كما أمكن توضيح أن المورثات في الإنسان تتكون من سلاسل من الحمض النووي (DNA) تسمى عوامل تحكم (Entrons)، وسلاسل أخرى تسمى إكسونات (Exons). تقوم إنزيمات معينة في الخلية بتنشيط عوامل التحكم لمورث معين لزيادة نشاطه الوراثي في وقت محدد وبدرجة محددة، ومن ثم يتم وضع الرنا الرسول (mRNA) على حسب الشفرة التي تحملها أكسونات المورث حيث يقوم الرنا بنقل شفرة (DNA) من نواة الخلية إلى السيتوبلازم، وهو المكان الذي يتم تصنيع البروتين فيه. حيث تعد البروتينات ذات أهمية كبيرة في جميع الوظائف الحيوية في الجسم، وأي خلل في تركيبها قد يؤدي إلى خلل في وظائف الجسم.

الاعتلالات الوراثية المنتقلة

تحتوي الصبغيات في مجملها قرابة ٢٥ ألف



■ شكل (٣) الوراثة الجسدية المتنحية.



■ شكل (٢) الوراثة الجسدية السائدة.

جميع أبنائه سليمين؛

لأنهم يأخذون

الصبغي (Y).

وبشكل عام فإن

كثيراً من المصابين

بأمراض مرتبطة

بالصبغي (X)

يكونون غير قادرين

على الإنجاب؛

لشدة المرض، شكل

(٤)، لكن في قليل

من الحالات تظهر أعراض المرض على الأنثى

الحاملة له، وذلك عندما يكون نشاط الصبغي

الحامل للمورث المصاب أكثر من صبغي الزوج.

● الوراثة غير المندلية

تشير هذه الحالة إلى الأمراض التي لا تنجم

عن انتقال المورثات من أحد الأبوين أو كليهما،

كما هو الحال في سرطان الثدي، وهناك حوالي

٥-١٠٪ من النساء اللاتي يصبين بهذا المرض

يولدن بطفرة وراثية تزيد من خطر إصابتهن

بهذا المرض من نسبة ١٠٪ (النسبة العامة في

المجتمع) لتصل إلى حوالي ٨٥٪. يتولد عند

هؤلاء النساء بسبب الطفرة الوراثية تغير في

أحد البروتينات التي تساعد على تنظيم انقسام

الخلية، وعندما يتقدم بالسن تزيد احتمالية

حدوث اضطراب في انقسام هذه الخلايا الحاملة

للبروتين المعطوب - الذي يكون من المورث

المعطوب - أكثر بكثير من النساء الأخريات.

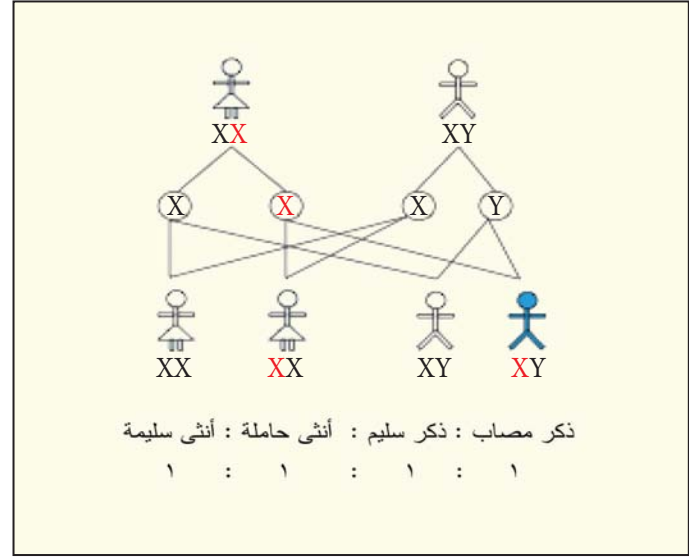
تم التعرف - حتى الآن - على العديد من

المورثات التي تزيد من خطر الإصابة بكثير من

الأمراض الأخرى كسرطان القولون، الذبحة

الصدرية، السكري وغيرها، وبمرور الوقت يتم

التعرف على المزيد من مثل هذه المورثات التي



■ شكل (٤) الوراثة المرتبطة بالجنس.

حتى ولو كان مصاباً إلا أن يكون أحد الزوجين حاملاً للمرض.

تزيد نسبة الإصابة بمثل هذه الاعتلالات

في حالة زواج الأقارب، حيث يكون المورث

المعطوب أكثر شيوعاً في بعض العائلات دون

غيرها. وبالمقارنة بالاعتلالات السائدة فإن هذه

الاعتلالات تكون أكثر شدة وتظهر بشكل مبكر

ولا يكون هناك نفس القدر من الاختلاف في

الأعراض بين الأشخاص المصابين. ومن أمثلة

تلك الاعتلالات: الأنيميا المنجلية، والثلاسيميا.

■ الاعتلالات المرتبطة بالجنس (X-linked):

حيث يكون المورث المعطوب موجوداً في

الصبغي (X). وفي هذا النوع من الاعتلالات

يصاب الذكور دون الإناث، لأن لديهم نسخة

واحدة فقط من الصبغي (X)، بينما تنقل هذه

الأمراض عن طريق الإناث الحاملات للمرض

اللواتي يكنن في العادة سليمات. تبلغ نسبة إصابة

الأبناء الذكور لأم حاملة لهذا النوع من الاعتلالات

٥٠٪، كما أن نصف بناتها يكن حاملات للمرض،

ويكون جميع بنات الأب المصاب حاملات للمرض

- يأخذن الصبغي (X) من الأب - فيما يكون

الاعتلالات المكتسبة للمورثات

تعد الطفرات الوراثية الطريقة الأخرى

التي يمكن أن تؤثر بها المورثات في زيادة خطر

الإصابة ببعض الأمراض التي تتكون خلال حياة

الإنسان. يمكن أن تحدث طفرة وراثية خلال

حياة الخلية، لتستمر تلك الطفرة بالزيادة في

الخلايا الناشئة عنها بالانقسام، وعندما تجتمع

عدة طفرات في خلية واحدة يمكن أن تصبح هذه

الخلية سرطانية.

تعد جميع أنواع السرطان وراثية المنشأ، حيث

تبدأ بخلية واحدة لا تتبع طرق الانقسام الطبيعية

للخلايا وتكون سرطاناً مع مرور الوقت.

هناك عدد قليل من المورثات يزيد من

خطورة الإصابة ببعض الأمراض بشكل قوي

جداً، وفي الجانب الآخر هناك عدد أكبر بكثير

من المورثات يزيد خطورة الإصابة بالعديد من

الأمراض بشكل بسيط، وفي بعض الأحيان يصعب

التفريق بين المجموعتين، حيث تعد المجموعة

الثانية- التي تصعب دراستها- أهم لأنها

تشمل المورثات الأكثر انتشاراً؛ حيث إن كل منا

مولود بمورثات من هذه المجموعة، ولكن يصعب

تحديدها أو تحديد نسبة الخطورة الناشئة من

تواجدها مجتمعة.

يمكن أن تحدث الاختلافات الشائعة في

آلاف المورثات تغيراً في الطريقة التي يعمل بها

الجسم في مختلف الظروف، حيث يمكن أن تؤثر

هذه المورثات في درجة الخصوبة، أو تعريض

المرأة الحامل للإجهاد، أو حدوث تشوهات

قلبية عند الأطفال، أو صعوبات التعلم ...

إلخ. وفي أغلب هذه الأحوال يشترك عدد من

هذه المورثات بشكل معقد، كما أن تداخل هذه

على عينات من المجتمع تشمل عدة مئات من الأشخاص المصابين بمرض معين، أو أعراض محددة لمرض ما، ومقارنتهم بعدة مئات من الأشخاص غير المصابين، إضافة إلى إجراء مسح وراثي كامل لكل من هؤلاء الأشخاص باستخدام علامات محددة في المادة الوراثية معروفة بكثرة اختلافها بين الناس، حيث يتم البحث عن مناطق التشابه بين الأشخاص المصابين والتي لا يشترك فيها الأشخاص الأصحاء، حيث تعرف هذه الطريقة بدراسة الاشتراكات الوراثية. ومع تطور التقنية الحديثة لدراسة المورثات - خصوصاً بعد الإعلان عن نتائج مشروع الجينوم الإنساني (Human Genome Project) والذي يحوي السلسلة الكاملة للمادة الوراثية في الإنسان - أصبح هذا النوع من الدراسات أسهل وأكثر شيوعاً، كما أن نتائجه تعد أكثر دقة مع أنه لا يزال هناك الكثير من الصعوبات التي ينبغي التغلب عليها.

● الطفرات الوراثية

تعرف الطفرة الوراثية (Genetic Mutations) بأنها أي تغيير في تركيب الحمض النووي (DNA). وقد تحدث الطفرات بسبب التعرض لعوامل فيزيائية

هذا الفرق في احتمالية حدوث هذا المرض. ومن الأمثلة على ذلك مرض فصام الشخصية (Schizophrenia) حيث أكدت الدراسات أنه لو نشأ هذا المرض في أحد توأمين متطابقين؛ شكل (٥)، فإن نسبة حدوثه في التوأم الآخر يبلغ ٤٠٪، بينما لو نشأ في أحد توأمين غير متطابقين فإن نسبة حدوثه في التوأم الآخر يبلغ ١٠٪ فقط. وكذلك يمكننا الاستنتاج من هذا أن هناك عوامل بيئية تلعب دوراً كبيراً في نشوء هذا المرض؛ لأنه لو كانت العوامل الوراثية هي الوحيدة المسببة للمرض لكانت نسبة احتمال حدوثه في التوأم المطابق الآخر تقارب ١٠٠٪.

ومن الطرق الأخرى للدراسات المسحية: دراسات العائلات، حيث تتم مقارنة مجموعة عائلات يعاني أحد أفرادها من مرض معين مع مجموعة عائلات أخرى عامة من المجتمع. في هذا النوع من الدراسات تتم مقارنة نسبة حدوث المرض في أقارب المرضى من الدرجة الأولى (كالإخوة أو أبناء العم) بين مجموعتين، وإذا كانت نسبة حدوثه أكبر في المجموعة الأولى، مقارنة بالمجموعة الثانية، فيمكن الاستنتاج أن المورثات تلعب دوراً مهماً في حدوث المرض. ومن الطرق الأخرى كذلك إجراء دراسات

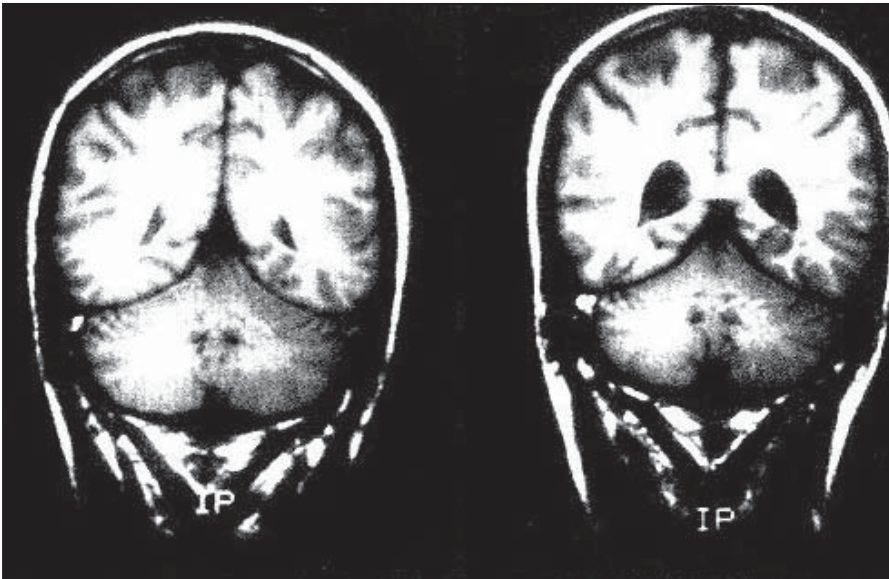
المورثات مع مورثات أخرى أو مع عوامل بيئية مع مرور الوقت يمكن أن يغير من قدرتها على زيادة قابلية الإصابة ببعض الأمراض. فعلى سبيل المثال يعرف كثير من الناس العوامل التي تزيد من خطورة الإصابة بالذبحة الصدرية - تشمل: وجود المرض في العائلة، السكري، ارتفاع ضغط الدم، ارتفاع نسبة الدهون في الدم، التدخين، وحياة الاسترخاء المفرط - ولكن ٤٠٪ من الذين يتوفون في الولايات المتحدة بسبب هذا المرض لا يوجد لديهم أي من عوامل الخطر المذكورة. وتشير نتائج الدراسات الأولية إلى أن نسبة الخطر المتبقية تعزى إلى عوامل الاختلافات الوراثية. التي تؤثر أيضاً على درجة الاستجابة لبعض الأدوية أو على سرعة التخلص منها.

الكشف عن المورثات المسببة للأمراض

هناك طرق متعددة للتعرف على المورثات المتعلقة بزيادة خطر الإصابة ببعض الأمراض، حيث إنها في ازدياد مع تطور التقنية العلمية، ومن أهم تلك الطرق مايلي:

● الطرق المسحية

تعد دراسات التوائم من أهم الطرق المسحية، وهي تعتمد على حقيقة تطابق التوائم المتماثلة في تكوينهم الوراثي، بينما تشترك التوائم غير المتطابقة في نصف المورثات فقط. وبالتالي فعلى افتراض وجود بيئة متشابهة نسبياً - وهذا قليل الحدوث - فإن تمت مقارنة بين عدد كبير من التوائم وكانت نسبة حدوث مرض في كلا التوأمين المتطابقين أكبر من نسبة حدوثه في كلا التوأمين غير المتطابقين، مع تكرار هذا في عدة توائم، فإنه يمكن القول إن المورثات تفسر



■ شكل (٥) مقارنة بين توأمين أحدهما مصاب بانفصام الشخصية (يمين) والآخر سليم (يسار).

أو كميات محدودة من السوائل الجسدية مثل عينات من المشيمة أو السائل الأمنيوي حول الجنين لتشخيص أمراض وراثية معينة في وقت مبكر من الحمل.

يتم تطبيق تقنية (PCR) بعد عزل مادة (DNA) من العينة المراد دراستها، كما تعد الخطوة الأولى في هذه التقنية هي تسخين الجزيء الحلزوني الثنائي لفصله إلى شريطين، ثم تتم إضافة ما يسمى بالبادئ (Primers)، سلسلة قصيرة من النيوكليوتيدات ترتبط بما يقابلها في السلسلة الأصلية بعملية تسمى (Annealing) وتكون نقاط الالتقاء هي أطراف المورث المراد دراسته، وذلك بعد تبريد العينة مرة أخرى. ثم تتم إضافة نوع خاص من إنزيم البوليميريز المقاوم للحرارة، ومن ثم تبدأ عملية تصنيع شرائط أو جزيئات جديدة من (DNA)، وإذا تكررت هذه الدورة ٣٠ مرة؛ فإن ذلك يؤدي إلى مضاعفة كمية الجزء المراد دراسته من (DNA) حوالي ١٠٠ ألف مرة، بينما لا تتغير كمية الأجزاء الأخرى.

في حال دراسة مورثات ضخمة، فإنه يستلزم تضخيم أجزاء مختلفة من المورث كل على حدة لضمان جودة العملية وسرعتها، بعد ذلك يمكن فصل الجزء المضخم ودراسته وتحليله ومعرفة تكوينه لاستكشاف أي طفرات وراثية.

المراجع:

- Philip R. Reilly.** Is it in your genes? 2004. Cold Spring Harbor Laboratory Press.
- Helen M. Kingston.** ABC of Clinical Genetics. Third edition, 2002. BMJ Publishing Group.
- Andrew Read and Dian Donnai.** New Clinical Genetics. 2007. Scion Publishing Ltd.
- Muin J. Houry, Julian Little, and Wylie Burke.** Human Genome Epidemiology. 2004. Oxford University Press.

يكون بعضها قاتلاً.

الجدير بالذكر أن أغلب الطفرات الوراثية غير ضارة؛ ويعزى ذلك لسببين رئيسيين:

- ١- أن الطفرات يمكن أن تحدث في أي مكان من (DNA)، بينما يساهم جزء بسيط من حمضها النووي (DNA) في تكوين البروتينات والجزء الأكبر ليس له علاقة مباشرة بذلك.
- ٢- أن التغيير الناتج في (DNA) قد لا يؤدي إلى تغيير يذكر في تركيب أو وظيفة البروتين، وإذا كانت الطفرة غير ضارة وشائعة الحدوث (أكثر من ١٪ من المجتمع) فإنها تسمى عديدة الأشكال (Polymorphism).

أصبح بالإمكان الآن - باستخدام التقنيات السابق ذكرها - معرفة الطفرات المختلفة في المورثات بدقة وطريقة عملها ودورها في ظهور أعراض وعلامات أمراض مختلفة، وتمكّن الباحثين والأطباء من التعرف على الطفرات المسببة لآلاف الأمراض الوراثية، وبفضل الله فإن أغلب هذه الأمراض نادرة باستثناء القليل منها.

يتطلع المختصون إلى تطوير تقنيات الهندسة الوراثية في المستقبل؛ لتتمكن من علاج الأمراض الجينية الوراثية واستبدال المورثات المعطوبة المسببة للطفرات بمورثات سليمة تعمل بشكل صحيح.

● تقنية تفاعل البلمرة التسلسلي

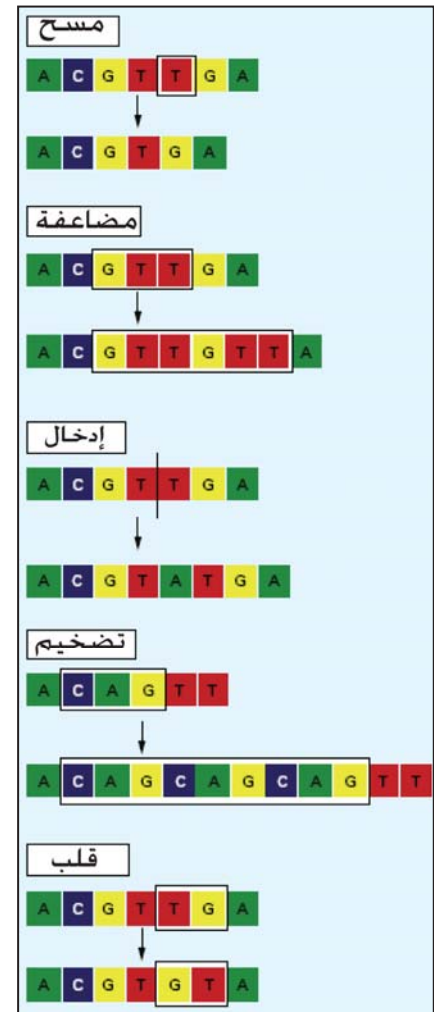
تعد تقنية البوليميرز التسلسلي (PCR) من التقنيات التي لا غنى عنها في جميع المختبرات التي تتعامل مع الحمض النووي. ويتطلب استخدام هذه التقنية أن يكون جزء من (DNA) المراد دراسته ذا سلسلة قواعد نيتروجينية معروفة حيث أصبح هذا العائق أقل أهمية بعد معرفة السلسلة الكاملة للمورث البشري.

تتلخص الميزة الرئيسية لهذه التقنية في أن الجزء من (DNA) المراد دراسته يمكن تضخيمه ملايين المرات بسرعة عالية في زمن وجيز يصل إلى أقل من ساعة واحدة، وبالتالي يمكن البدء بكمية قليلة جداً من الحمض النووي. تمكن هذه الخاصية من استخدام أنسجة بسيطة

كالإشعاع، أو كيميائية، أو بيولوجية كبعض الفيروسات. كما يمكن أن تحدث بسبب عوامل داخلية إذا فشلت أحد الإنزيمات المسؤولة عن نسخ الحمض النووي في أداء عملها بدقة. هناك عدة أنواع من الطفرات - شكل (٦) -. قد تحدث بسبب:

- ١- تغيير (missense) في حرف واحد من مكونات (DNA) (مثلاً T إلى A).
- ٢- مسح (deletion) جزء من (DNA).
- ٣- مضاعفة (duplication) الـ (DNA).
- ٤- قلب (inversion) المادة الوراثية (DNA).
- ٥- إيقاف (termination) نسخ الـ (DNA).
- ٦- نقل (translocation) الـ (DNA) إلى مكان آخر.

قد تؤدي هذه الطفرات إلى تعطيل عمل البروتين؛ مما قد يؤدي إلى أمراض متعددة قد



■ شكل (٦) بعض أنواع الطفرات الوراثية.

الخمائر

محمد صالح سنبل

ذات غطاء على شكل قبة كروية، وتتكون الحاوية من الأجزاء التالية:

١- مدخل ومخرج مائي (Water inlet and outlet): ويتكون من وعائين أسطوانيين معدنيين، كل منهما على جانب الحاوية ومرتبطة بها من الخارج في شكل طولي.

٢- ملفات تبريد داخلية (Internal cooling coils): وتوجد على جدار الحاوية من الداخل في شكل متوازي، وتستخدم في الحاويات الضخمة بغرض النقل النشط للحرارة.

٣- محرك دائري الشكل في قمة الحاوية: ويتصل من الأسفل بأسطوانة التحكم بالسرعة والتي ترتبط بدورها - بمانع تسرب الغاز.

٤- عمود معدني داخلي مثبت في سقف الحاوية من الداخل: ويمتد إلى القرب من قاعها، وينصفها إلى نصفين متماثلين. يركز حول هذا العمود من ٢-٦ مجاديف (Impellers)، تدور حول محوره لإتمام عملية التخمير وامتزاج سائل التخمير.

٥- بدالات السرعة (Rushton impellers): وتتكون من ٢-٦ مجاديف متوازية ومرتبطة بالعمود المعدني الداخلي.

٦- صفائح عائقة (Baffle plate): وتوجد على جانبي حاوية التخمير من الداخل بشكل متوازي، وتعمل على تنظيم سريان السائل بشكل محوري، بحيث يتجه إلى جانبي الحاوية - الأيمن والأيسر - كما تمنع هذه الصفائح تكون الدوامات (Vortexes) داخل الحاوية.

٧- مرشح الهواء (Air filter): وهو عبارة عن حجرة صغيرة متصلة بالحاوية من الأسفل، وتعمل



وحدة التخمير

يختلف حجم وحدة التخمير باختلاف المكان المعد لإجراء خطوات هذه العملية، حيث تتراوح سعتهما من لتر إلى لترين للتجارب المعملية، وقد يصل إلى مئات اللترات في التطبيقات الصناعية. تتكون وحدة التخمير من حاوية التخمير ووحدات تحكم يمكن توضيحها كما يلي:

● حاوية التخمير

تختلف حاوية التخمير من حيث المادة المصنوعة منها، فقد تكون معدنية أو زجاجية أو بلاستيكية

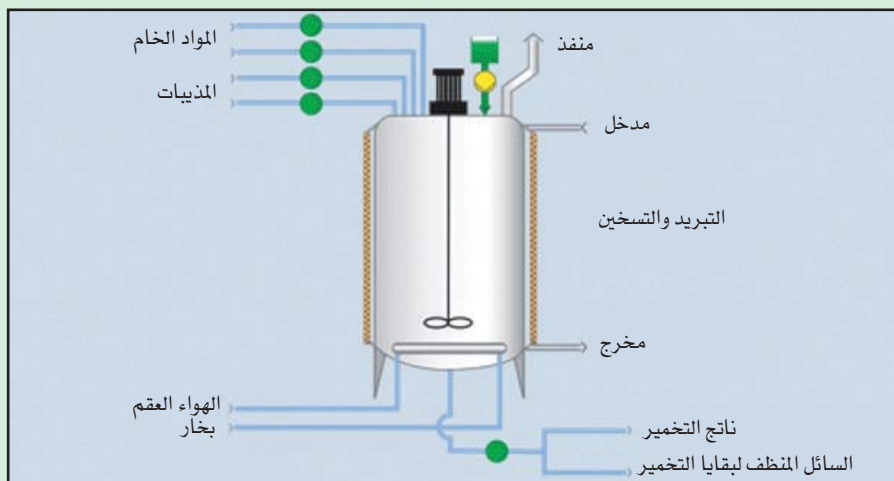
تعد تقنية التخمير (Fermentation) من أقدم التقنيات الحيوية التقليدية، حيث لعبت دوراً أساسياً في إنتاج العديد من الأغذية، مثل: الألبان والألبان وغيرها من الأغذية.

تعرف عملية التخمير بأنها تفاعل كيميائي يحدث فيه تنمية للكائنات الدقيقة؛ بهدف إنتاج أغذية معينة ذات خصائص محسنة، أو إنتاج عقاقير وأدوية صيدلانية.

كما يُعرف علماء الأحياء الدقيقة عملية التخمير بأنها أي عملية لإنتاج أي منتج غذائي أو دوائي بانبعاث كل الوسائل المزرعية والتحصين للكائنات الحية الدقيقة.

تنحصر أغلب عمليات التخمير في الكحول الإيثيلي والبيوتيلي، ولكن مع تقدم السنين وظهور ثورة التقنية الحيوية تمكن العلماء من اكتشاف المزيد من الخمائر المستخدمة في التطبيقات الصناعية والدوائية، كما أمكن استخدام أنواع عديدة من البكتيريا في تلك التطبيقات، بحيث لا تتطلب عمليات التخمير وجود الأكسجين، كما ابتكرت حاويات خاصة للتخمير في المصانع الغذائية تقوم بتلك العملية ذاتياً.

يتناول هذا المقال عملية التخمير لصناعة الأغذية والأدوية كما يلي:



■ المكونات الأساسية لحاوية التخمير .

أي شوائب، قبل البدء في عملية سكب السائل المراد تخميره. يلي ذلك إضافة وسط التخمر السائل تدريجياً عبر منفذ الإضافة العلوي للحاوية حتى يشغل مساحة ٧٠ - ٨٠٪ كحد أقصى من مساحتها الإجمالية، ومن ثم تضاف السلالة البكتيرية المطلوبة إلى السائل المراد تخميره، عبر أنبوب علوي خاص بذلك.

● مرحلة التخمر

تبدأ مرحلة التخمر بتحريك المجاديف الثلاثية - المرتكزة حول العمود الداخلي المنصف للحاوية - حركة دائرية مستمرة، حيث تتدفق فقاعات هوائية من العمود الواقع أسفل الحاوية من الداخل والممتد من مرشح الهواء الخارجي، فيحدث امتزاج وتجانس في خليط السائل المراد تخميره مع السلالة البكتيرية الجديدة.

● مرحلة الاستخلاص

يتم في هذه المرحلة فصل الكتلة الحيوية (السائل المتخمر الجديد)، ومن ثم تجميعها في حاوية الطرد المركزي، حيث تنفصل كتلة الخلايا الحية إلى جانبي الأسطوانة.

صناعات التخمر

تقوم على عملية التخمر صناعات عديدة، منها:

● صناعة الأدوية

تعود المحاولات الأولى لصناعة الأدوية بالتخمير إلى العام ١٩٤١م، عندما بدأت محاولات تصنيع البنسلين تجارياً في الولايات المتحدة، حيث تمثلت عملية التخمر - آنذاك - في تنمية السلالة الفطرية (*Penicillium notatum*) على أحد أسطح الأوساط البيئية المزرعية لمدة تتراوح بين ٥ - ١٠ أيام الذي يحتوي على تركيزات من البنسلين تتراوح بين ١٠ - ٢٠ وحدة بمقياس أكسفورد (٠,٠٠٦ - ٠,٠١٢ ملجم من مركب بنزائل البنسلين). فضلاً عن استخدام تقنية استخلاص المذيب لعزل المادة المطلوب استخدامها طبيياً.

تعد صناعة البنسلين والستريتوماين من أهم الصناعات الدوائية حيث تعتمد الأولى على البكتيريا الهوائية بينما تعتمد الثانية على البكتيريا اللاهوائية. ويلاحظ أن الفرق بين

في الناحية العلوية من الحاوية. تتكون هذه الوحدة من شاشة رقمية مرتبطة - عن طريق سلك - بجهاز قياس الرقم الهيدروجيني الموجود على شكل أنبوبي ذو نهاية مديبة. كما ترتبط شاشة وحدة التحكم بخزان أنبوبي صغير - بجانب جهاز قياس الرقم الهيدروجيني - يعمل على موازنة الرقم الهيدروجيني عند اختلاله بإضافة بعض قطرات من الحمض أو القاعدة.

■ وحدة التحكم بالتهوية (Ventilation control unit): وتستخدم لموازنة حجم الهواء وضغطه والتحكم في خصائصه أثناء عملية التخمر داخل الحاوية، وتتكون هذه الوحدة من شاشة وحدة التحكم مرتبطة - عن طريق سلك - بجهاز حساس لقياس الأكسجين المذاب في وسط التخمر، كما ترتبط الشاشة بغرفة ضاغط الهواء (Air compressor) والذي يرتبط بمرشح هواء يرتبط بأنبوبة أخرى - تمتد داخل الحاوية - ذات ثقوب تسمى بالأنبوب الناضح (Sparger outlet) المسؤول عن إخراج فقاعات هوائية تمتزج مع السائل المراد تخميره.

● وحدة التحكم في الرغوة

تهدف وحدة التحكم في الرغوة (Foam control unit) إلى الكشف عن وجود الرغوة داخل الحاوية أثناء مرحلة التخمر، حيث إن الرغوة قد تنتج من التمثيل الحيوي للزيوت الطبيعية أو المواد الكيميائية الأخرى. تتكون هذه الوحدة من سلكين حساسين متوازيين أحدهما أطول - مغمور في السائل - من الآخر ويرتبط السلطان بوحدة الخزان المضاد للرغوة (Antifoam reservoir & control) التي تفرز بضع قطرات من مادة مانعة لتكون رغوة بواسطة أنبوب معدني داخلي.

مراحل عملية التخمر

تقسم مراحل عملية التخمر إلى ثلاث مراحل رئيسية هي:

● مرحلة الإدخال

تبدأ هذه المرحلة بدخول البخار المعقم إلى الحاوية، عبر أنبوبين جانبيين أحدهما علوي والآخر سفلي، وذلك لتعقيم محتواها الداخلي من



■ وحدة التحكم بالتهوية بأحد أجهزة التخمر المعملية.

على ترشيح الهواء الداخل إليها.

٨- منفذ الإضافة (Addition inlet): وهو عبارة عن أنبوب معدني رأسي يخترق الحاوية من الجهة العلوية إلى داخل الحاوية، ويتم بواسطة إضافة البخار المعقم للحاوية.

٩- منفذ خروج الهواء (Air Exhaust outlet): ويتم عن طريقه إخراج المحتويات الغازية لحاوية التخمر بعد الانتهاء من عمليتي التعقيم والتخمير. ١٠- منفذ الاستخلاص (Harvest Outlet): وهو عبارة عن أنبوب معدني متصل بالحاوية من الجهة السفلى، ويتم عن طريقه تفريغ محتوياتها بعد انتهاء عملية التخمر.

● وحدات التحكم بالحاوية

تقوم وحدات التحكم بتنظيم ومراقبة الظروف الكيميائية المختلفة داخل الحاوية؛ من أجل ضمان إتمام عملية التخمر، وسط ظروف مثالية من درجة الحرارة والرقم الهيدروجيني والتهوية. تنقسم وحدات التحكم في حاوية التخمر إلى ٤ أنواع هي:

■ وحدة التحكم بدرجة الحرارة (Temperature control unit): وتُمنى بمراقبة درجة الحرارة داخل الحاوية، عن طريق جهاز حساس ذو شكل أنبوبي، طرفه مدبب مرتكز في الطرف الجانبي الداخلي لحاوية التخمر، ومرتبطة بالخارج بسلك يؤدي إلى شاشة وحدة التحكم. كما توجد مضخة للماء البارد بجانب الحاوية من الخارج ومرتبطة أيضاً بشاشة وحدة التحكم، وتعمل على إدخال تيار الماء البارد عبر أنبوب متصل بالحاوية، وذلك في حالة اختلال توازن درجة الحرارة داخلها.

■ وحدة التحكم بالرقم الهيدروجيني (pH control Unit): وتهدف إلى قياس ومتابعة الرقم الهيدروجيني داخل حاوية التخمر، وتوجد

اسم الدواء	نوعها	السلالة الميكروبية	نوع الميكروب	التنفس
Thienamycin	مضاد حيوي	<i>Streptomyces cattleya</i>	بكتيريا	هوائية
Alamethicin	مضاد حيوي	<i>Trichoderma viride</i>	فطريات	هوائية اختياريًا
Bacillomycins	مضاد حيوي	<i>Bacillus subtilis</i>	بكتيريا	هوائية
Esperin	مضاد حيوي	<i>Bacillus mesentericus</i>	بكتيريا	هوائية
viomycin	مضاد حيوي	<i>Streptomyces puniceus</i>	بكتيريا	هوائية
Cephalosporin	مضاد حيوي	<i>Cephalosporium acremonium</i>	فطريات	هوائية
Actinomycin	مضاد حيوي	<i>Streptomyces chrysomallus</i>	بكتيريا	هوائية
Anthracyclines	مضادات للسرطان	<i>Streptomyces coeruleorubidus</i>	بكتيريا	هوائية
Penicillin	مضاد حيوي	<i>Penicium chrysogenum</i>	فطريات	لاهوائية
Streptomycin	مضاد حيوي	<i>Streptomyces griseus</i>	بكتيريا	هوائية

جدول (١) بعض أنواع السلالات الميكروبية المستخدمة في مراحل تخمير العديد من الأدوية.

والشوائب منه. يلي ذلك إضافة محلول خلات البوتاسيوم؛ لتعجيل تكوين البنسلين مما يجعل جزيئاته غير قابلة للذوبان في المذيبات العضوية. ٦- البلورة بإضافة هيدروكسيد البوتاسيوم أو هيدروكسيد الصوديوم لمرشح السائل المتخمر والمحتوي على تركيزات عالية من البنسلين، وذلك في وعاء قابل للرج (Agitated tank)، حيث تتكون بلورات البنسلين، ويتم جمعها من أنبوب خاص أسفل الوعاء.

٧- التجفيف بتبريد بلورات البنسلين لتيار من الهواء الساخن لتخليصها من محلول الأيزوبروبيل الكحول اللامائي وبيوتيل الكحول المستخدم في تنقيتها من الشوائب، وبالتالي تصبح أقراصاً جاهزة للتعبئة والتسويق.

■ **صناعة الستربتومايسين:** ويمكن صناعتها باستخدام نفس الخطوات المستخدمة في إنتاج البنسلين، إلا أن آلية التخمير تختلف، حيث لا يتم إضافة الأكسجين عبر الأنبوب الداخلي للحاوية؛ وذلك لأن البكتيريا المستخدمة في هذا التخمير هوائية، إضافة إلى اختلاف نوع السلالة الميكروبية، حيث تستخدم هنا البكتيريا من نوع *Streptomyces griseus* بدلاً من *Streptomyces griseus* جرسيس السلالات الفطرية، كما يضاف لوسط التخمير كربونات الكالسيوم ومادة الباربيتال والأملاح المعدنية والجلوكوز؛ وذلك لتنظيم نمو السلالة البكتيرية وتجانس وسط التخمير معها.

يتم تحضير البيئة بحفظ البكتيريا مجمدة، ومزجها مع التربة حتى يأتي وقت استخدامها،

- بعض الأملاح المعدنية مثل نترات الصوديوم (٢ جرام)، وكبريتات المغنيسيوم المائية (٥، ٠ جرام)، وكبريتات الحديد المائية (١، ٠ جرام).

٢- مزج المكونات السابقة، وتحضيرها في جهاز أوتوكلاف (Autoclave)، مع ضبط الرقم الهيدروجيني على ٦، ثم تقسيم المحتويات على ٧ دوارق زجاجية، كل منها يحتوي على ٢٥٠ مليلتر مع إضافة ١٠ مليلتر من السلالة الفطرية (*Penicilium chrysogenum*) إلى محتويات كل دورق ورجها جيداً، ثم إضافتها مجدداً للحاوية الصغيرة.

٤- إضافة محلول كربونات الكالسيوم - كمحلول منظم (Buffer solution) - للحاوية الصغيرة بنسبة ٥، ٠٪ وذلك للنمو الأولي للسلالة الفطرية في البيئة.

٥- ترك السلالة الفطرية في بيئة التخمير لمدة ٦ ساعات؛ بغرض نموها ومضاعفتها في بيئة التخمير.

٦- التخمير في وجود الهواء مع فترة زمنية تتراوح من ٤-٥ أيام عند درجة حرارة ٢٥-٢٧ م، ومن ثم ترشيح كتلة الخلايا الحية - إضافة إلى نواتج الذوبان الأبيض (Insoluble metabolites) باستخدام وعاء ترشيحي مغطى (Coated drum filter). يلي ذلك ضبط الرقم الهيدروجيني pH2 للسائل المترشح عند من خلال إضافة حامض الكبريتيك، وعندئذ يتواجد البنسلين على هيئة حامض غير معزول (Undissociated acid)، وغير قابل للذوبان في المذيبات العضوية.

٧- الاستخلاص بإضافة الفحم المنشط للمحلول في حاوية الترشيح - وذلك لإزالة اللون

الميكروبات الهوائية واللاهوائية في عملية التخمير: أن البكتيريا الهوائية لا تحتاج لضخ الأكسجين عبر الأنبوب الداخلي الخاص بالضخ داخل حاوية التخمير، لأنها تستخدم الأكسجين الموجود في تركيباتها الخلوية لعمليات التمثيل الحيوي للكتلة الحية من الخلايا، بينما في حالة الميكروبات اللاهوائية مثل فطر البنسيليوم فإنه لا بد من ضخ كمية من غاز الأكسجين في مرحلة التخمير؛ لإتمام عملية التمثيل الحيوي في مرحلة التخمير، ويوضح جدول (١) بعض أنواع الميكروبات الهوائية وغير الهوائية والمستخدمة في مراحل تخمير صناعة الأدوية

■ صناعة البنسلين: وتتضمن عدة مراحل وهي:

- انتقاء السلالة الميكروبية المناسبة: حيث يعد فطر البنسيليوم مصدر إنتاج البنسلين، إلا أن هناك عدة سلالات من هذا الفطر، أشهرها تجارياً السلالة كريسوجينم بنسيليوم (*Penicilium chrysogenum*).

- تحضير حاوية التخمير: حيث يتراوح حجمها بين ٤٠ ألف إلى ٢٠ ألف لتر، وتحتوي على بيئات سائلة، ويتم تزويدها بالأكسجين عبر أنبوب خاص، فينتشر داخل الوسط السائل ويتغلغل في جزيئاته - بمساعدة التوربينات المتحركة - وذلك لإتمام عملية التمثيل الحيوي في مرحلة التخمير.

- تحضير اللقاح: ويتم بتخمير البنسلين في حاويات مصغرة تحتوي على بيئات سائلة، كما يعد الهدف الأساسي من إضافة اللقاح (Inoculum) إلى البيئة الميكروبية هو زيادة الكتلة الحيوية (Biomass) التي تؤدي عند إضافتها إلى زيادة عدد الخلايا الناتجة عن عملية التخمير. يتم تحضير اللقاح من خلال الخطوات التالية:

١- تحضير السلالات الميكروبية عند درجة حرارة ٢٥ م في أنابيب وأوعية قابلة للرج، ثم وضعها في حاوية معدنية أو زجاجية مصغرة (Seed-container) يتراوح حجمها من لتر إلى لتر ونصف.

٢- إضافة المكونات التالية إلى حاوية السلالة الميكروبية.

- لتر ماء مقطر.

- مصدر لغاز النيتروجين (مثل محلول الذرة المركز).

- ٤٠ جرام من الجلوكوز بتركيز ٢٪.

سعتها ٦٥ متر مكعب، مع اتباع خطوات المرحلة السابقة نفسها، وتبرد الحاوية لدرجة حرارة ٣٠°م مع نقل محتويات خزان الباديء النقي بالكامل إليها بواسطة مضخة خاصة، مع الحفاظ على درجة الحرارة ثابتة عند ٣٠°م. يضاف لمحتويات الحاوية: المولاس والمواد المغذية والمضاد الرغوي، حيث يبدأ حدوث التخمر بعد إدخال الهواء المعقم إلى الحاوية بواسطة جهاز فرانكس. تستمر مدة التخمر في هذه المرحلة نحو ١٧ ساعة متواصلة وينتج عنها نحو ٣٠٠٠ كجم من النمو الخمائري.

- مرحلة الزرع الثانية: وتتم في حاوية تخمير ضخمة حجمها ١٥٥ متر مكعب، حيث تنقل إليها محتويات حاوية التخمير - في المرحلة السابقة - بشكل كامل، ثم تضاف المواد المغذية والمولاس والمضاد الرغوي، مع ضخ كمية أكبر من الهواء المعقم؛ لزيادة حاجة الخميرة إليها.

يستمر التخمر لمدة ١٨ ساعة؛ لينتج معلقاً من النمو الخمائري، يتم تمريره خلال أجهزة الفرز للحصول على كتلة خميرة مركزة يقدر وزنها بنحو ١٨ طناً، يتم تخزينها في درجة حرارة منخفضة (٤°م) في غرف مبردة خاصة بها.

- مرحلة الزرع التجاري: ويتم إنجازها ضمن خزان التخمر التجاري، حيث يضاف المولاس والمواد الغذائية والمضاد الرغوي إلى حاوية التخمر كما في المراحل السابقة. يقسم سائل الخميرة المركز الناتج إلى عدد من الأجزاء، حيث يستعمل كل جزء منها كباديء لزرع خزان التخمر، ومن ثم يضاف جزء من سائل الخميرة المركز إلى خزان التخمر ثم تضبط درجة الحرارة على ٣٠°م مع ضبط الرقم الهيدروجيني (PH) بين ٤،٨ و ٥،٥.

- مرحلة فرز الخميرة وتصفيته (Centrifugal yeast separation & filtration): وتعد المرحلة الأخيرة في عملية التخمر، حيث يتم فرز ناتج خزان التخمر التجاري بواسطة فارزات خاصة - أجهزة فرز آلية - ثم يغسل ويبرد بتمريره من خلال المبادلات الحرارية، ثم يجري تخزينه في الغرف المبردة.

تتم تصفية الخميرة المفروزة باستعمال جهاز الترشيح الدوراني تحت التفريغ (Rotary vacuum filter)، الذي يحتوي على منخل معدني مثقب مغطى بطبقة من نشأ البطاطا

٢ جرام كبريتات المغنيسيوم، مع إضافة الماء المقطر لاستكمال سعة الإناء.

- المرحلة الإنتاجية: وتهدف إلى زيادة نتائج التخمر النهائية؛ بحيث تكون في بداية المرحلة ٢٠٠ - ٢٥٠ كجم من النمو الخمائري، وتصل في نهايتها إلى نحو ١٧ طناً من الخميرة. تقسم هذه المرحلة الإنتاجية إلى ٣ مراحل هي:

- إعداد الباديء النقي: وتتم في خزان معدني حجمه ١٢ متر مكعب، ومزود بأنبوب حلزوني الشكل لتبريده في حالة ارتفاع درجة الحرارة عن طريق ضخ الماء البارد، كما يتم تهيئة الخزان لعملية التخمر بغسله بمحلول هيدروكسيد الصوديوم، ثم تعقيمه بواسطة بخار في درجة حرارة ١٢٠°م لمدة ٢٠ دقيقة. يتم ملء الخزان بالمواد التالية:

- ١٢٠٠ لتر من المولاس المعالج.

- ٧٠٠ لتر من الماء المعالج بالكورة.

- ٢٠ لتر محلول فوسفات ثنائي الأمونيوم ١٠٪.

- ١٠ لترات محلول كبريتات الأمونيوم ١٠٪.

- ٢ لتر من سائل المضاد الرغوي (Anti-foaming solution).

تخلط المكونات السابقة جيداً بواسطة جهاز مزود بمروحة، مع ضبط الحموضة على رقم هيدروجيني (PH) ٤،٩، وتسخن على درجة ١٢٠°م لمدة ٢٠ دقيقة ثم تبرد إلى درجة حرارة ٣٠-٣٢°م لمدة ١٨-٢٠ ساعة.

- مرحلة الزرع الأولى: وتتم في حاوية تخمير



■ خزانات التخمر في المرحلة الإنتاجية في أحد المصانع.

حيث يتم عزلها في بيئة آجار دقيق فول الصويا (Soybean flour agar) على أطباق بتري أو زجاجات خاصة، ومن ثم تحضينها لمدة ٢-٣ أسابيع عند درجة حرارة ٢٧°م.

● صناعة الأغذية

تعد الخمائر أحد أنواع الفطريات المستخدمة في صناعة الأغذية، مثل: الخبز والحليب والجبن ودبس السكر، إضافة إلى إنتاج الكحول، ومن أهم الصناعات في هذا المجال:

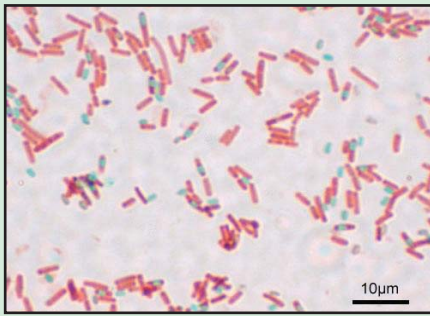
■ خميرة الخبز (Bakers yeast)، وتعد من أشهر أنواع الخمائر المستخدمة في صناعة الخبز والمعجنات، وتنتمي هذه الخميرة إلى عائلة (Saccharomyces)، كما تعد سلالة سكاروميسيس سيريفيسيا (*Saccharomyces cerevisiae*) من أشهر السلالات المستخدمة في صناعة الخبز والمعجنات على مستوى العالم.

تتميز خميرة الخبز بلون أبيض مائل إلى الصفرة، وطعم ورائحة مميزين، فضلاً عن قوام متماسك نصف صلب. توجد طريقتان رئيسيتان لإنتاج خميرة الخبز، الأولى قديمة، وهي طريقة الدفعات (Batch method)، أما الثانية فهي الطريقة المستمرة (Continuous method) وتعد الطريقة الأحدث في إنتاج الخميرة وتحتاج إلى تقنية عالية، وكادر فني متخصص، وهي الطريقة المنتشرة في المصانع الغذائية حالياً، ويستعمل فيها المولاس (Molas) النقي المعقم كمادة أولية لإنتاج الخميرة.

تشمل عملية إنتاج خميرة الخبز (*S. cerevisiae*) صناعياً المراحل التالية:

- الإكثار المختبري: وتتم في المختبر، وتهدف إلى الحصول على نمو خمائري لكتلة خميرة وزنها ٥٠٠ جرام عن طريق تنمية سلالتها مع اتخاذ إجراءات النظافة والتعقيم.

تشمل هذه المرحلة زرع سلالة الخميرة في أنابيب اختبار، ثم نقلها في وعاء فرودين ريتش (Freuden-Reich) الزجاجي ذي الغطاء المفتوح - تبلغ سعته ١٠٠ مل - حيث يتم تحضين الخميرة في درجة حرارة ٢٢°م لمدة ٤٨ ساعة. يتم تنمية سلالة الخميرة في وعاء كارلسبرغ - سعة ٢٠ لتراً - بعد تعبئته بوسط زراعي مكون من: ٢ لتر مولاس، ١ كجم مستخلص المولت، ١٠ جرام فوسفات أمونيوم،



■ السلالة البكتيرية (*Bacillus subtilis*)
مصدر إنزيمات الميتالو بروتينيزس.

المائي مادة بيتا جلوكان في الشعير، كما يدخل في مرحلة الاستخلاص عند معالجة الحبوب الأخرى.

٢- اللاكتيز (*Lactases*): ويعمل على التحليل المائي لسكر اللاكتوز في الحليب والقمح، حيث يحول اللاكتوز إلى جلوكوز وجالاكتوز، كما يوجد هذا الإنزيم في بعض الفواكه كالتفاح والمشمش والخوخ، ومجموعة واسعة من البكتيريا والفطريات.

من الجدير بالذكر أن إنزيم اللاكتيز المستخدم تجارياً يصنع من بكتيريا (*Kluyveromyces lactis*)، كما يجب التنويه إلى أن الإنزيمات المستخرجة من البكتيريا تفضل الرقم الهيدروجيني (pH) ٦-٧ للعمل بنشاط، بينما تفضل الإنزيمات المستخرجة من الفطريات الرقم الهيدروجيني (pH) ٥.

٤- ليبيزس (*lipases*): وتستخدم في الصناعات الدوائية وصناعة الصابون، حيث يستخلص من بنكرياس الأبقار. كما يتم إنتاج هذا الإنزيم من عدة سلالات ميكروبية هي: *rhizopus*, *Aspergillus*, *Candida*.

٥- البكتينيز (*Pectinase*): ويتكون بشكل أساسي من إسترات البكتين ويستخلص من السلالة الفطرية (*Aspergillus nigr*)، كما يستخدم هذا الإنزيم تجارياً في مصانع عصائر الفواكه تحديداً في مرحلة الاستخلاص، حيث أنه يخفض اللزوجة، ويزيد درجة نقاء اللون ويزيد حجم سائل العصير المستخلص.

المراجع

Comprehensive Biotechnology, Murray Moo-Young, 1985
www.google.com.sa
www.zira3a.net
www.bio.org/speeches/pubs/er/
biotechGuide2008.pdt

المطهر السائد صناعياً، حيث حقق أرباحاً تسويقية وصلت إلى حوالي ١٠٠ مليون دولار في الثمانينات من القرن الماضي.

٢- بروتينيز الثيول (*Thiol proteinases*): وتحتوي على الحمض الأميني السيستين، ومن أشهر هذه الإنزيمات إنزيم البابين (*Papin*) المستخلص من عصارة ثمرة البابايا عن طريق السلالات البكتيرية (*Streptococcul*) ويستخدم هذا الإنزيم في العديد من التطبيقات الصناعية وفي معالجة الأغذية، مثل:

(أ) - إنزيمات البروتينيز الحامضية (*Acid Proteinases*): وتعمل بشكل فعال عند الرقم الهيدروجيني ٣-٤، وتحتوي إنزيمات هذه المجموعة على الخميرة المجبنة والمستخلصة من معدة الحيوانات، والتي تساعد على تخثر الحليب عن طريق التميؤ، كما يوجد إنزيم البيسين *Pepsin* المستخلص من فطريات (*Aspergillus*) و (*Rhizopus*).

(ب) - إنزيمات ميتالو بروتينيزس (*Metallo proteinases*): وتستخلص إنزيمات هذه المجموعة من السلالة البكتيرية (*Bacillus subtilis*)، والسلالة الفطرية (*Aspergillus oryzae*)، كما تنقسم هذه الإنزيمات إلى مجموعتين طبيعية وقلوية، وتستخدم في تطبيقات عديدة منها صناعة الألبان ومعالجة الجلود، كما تستخدم في الصناعات الدوائية.

■ إنزيمات التميؤ (*Hydrolytic Enzymes*): وتتحصر استخداماتها في الصناعات الغذائية وتشتمل على خمسة أنواع هي:

١- السليوليز (*Cellulases*): ويستخدم بنطاق واسع في تصنيع الجلوكوز والكحول من السليولوز والجنوسليولوز (*lignocellulose*)، كما تستخدم إنزيمات السليوليز في صناعة الحبوب، حيث تدخل في مرحلة المعالجة والاستخلاص. وتعد السلالات الفطرية (*Trichoderma reesi*)، (*Aspergillus niger*) هما مصادر تكوين هذا الإنزيم.

٢- الجلوكانيز (*Glucanase*): ويعمل على التحليل

(Potato starch)، وذلك لحجز الخميرة ومنع مرورها خلال الثقوب، بينما تسمح بمرور الماء إلى داخل الأسطوانة ليطرح خارجاً. تنتقل الخميرة المصفاة إلى قسم التعبئة لتعبأ في قوالب، حيث تغلف الخميرة الطرية المضغوطة ألياً، ثم تعبأ في علب كرتونية تمهيداً للتسويق.

■ الإنزيمات: وتعد الإنزيمات المنتجة بواسطة الخمائر والميكروبات الأخرى ضرورية لصناعة الأغذية، كما أن مصادر هذه الإنزيمات قد يكون نباتياً أو حيوانياً. وتنقسم الإنزيمات المتكونة نتيجة التخمر إلى نوعين:

- الإنزيمات المحللة للبروتين (*Proteolytic Enzyme*): وتعد الأكثر أهمية، حيث تستخدم بشكل واسع على النطاقين التجاري والصناعي - نحو ٦٠٪ من إجمالي الإنزيمات - ولها القدرة على تكسير البروتينات عن طريق تفكيك الروابط الببتيدية للأحماض الأمينية في وجود جزيئات الماء، كما تعمل بعض هذه الإنزيمات بشكل فعال في الوسط الحمضي، وقد يعمل بعضها الآخر في الوسط المتعادل أو القلوي.

تمثل إنزيمات البروتينيز (*Protease Enzymes*) مجموعة الإنزيمات المحللة للبروتينات، ويتم إنتاجها إما عن طريق تخمير السلالات الميكروبية التالية: (بكتيريا *Bacilli*، فطريات *Aspergilli*, *Rhizoups*) أو عن طريق استخلاص الإنزيم من عدد من الحيوانات أو أنسجة النباتات.

وتقسم الإنزيمات المحللة للبروتينات إلى ٤ مجموعات رئيسية بناء على أهميتها في التطبيقات الصناعية وآلية عملها التحفيزية هي:

١- بروتينيز السيرين (*Serine proteinases*): يحتوي على الحمض الأميني السيرين (*Serine*) والهستيدين (*Histidine*) وتشمل كلا من: بروتينيز البنكرياس (*Pancreatic digestive proteases*) والترسين (*Trypsin*)، والكيموتربسين إضافة إلى البروتينيز القلوي لبكتيريا (*Bacilli*) وفطر (*Aspergilli*)، كما يعد إنزيم المسمى (*Subtilisin Carlsberg*) المنتج من السلالة البكتيرية (*Bacillus licheniformis*) هو الإنزيم

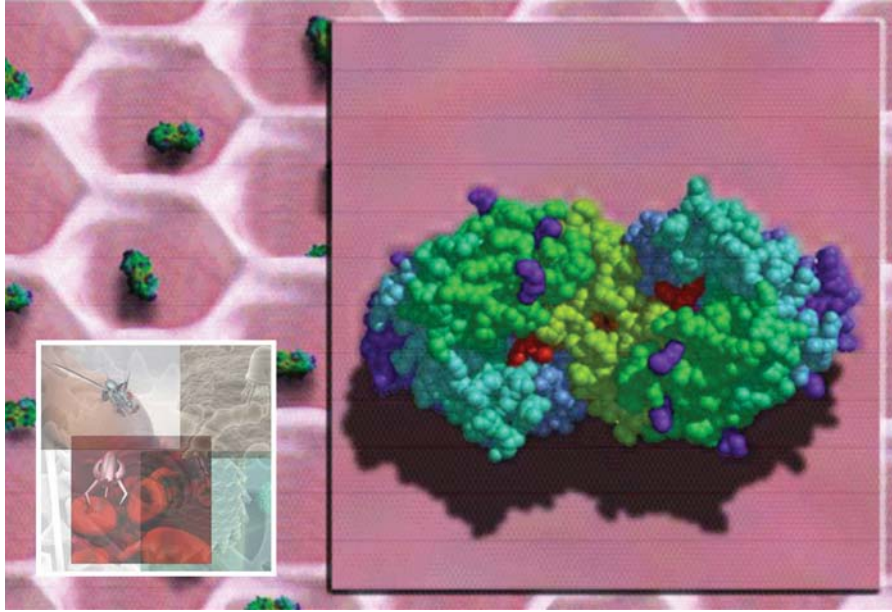
تقنية البروتينات متناهية الصغر

د. عصام بن جميل اليماني

أدى التكامل بين علوم التقنيات متناهية الصغر (Nanotechnology) وعلوم الأحياء الجزيئية إلى ظهور جيل جديد من الأجهزة متناهية الصغر، وإيجاد طرق جديدة لتحسس آليات عمل الخلايا الحية، ودراسة عمل الجزيئات داخل تلك الخلايا، والتي لم تكن متاحة للإنسان بدون هذه التقنيات الحديثة. يلقي هذا المقال الضوء على التطبيقات متناهية الصغر في دراسة وتصميم واستخدام الأنظمة البروتينية في دراسة علوم الأحياء والطب.

تبحث تقنية النانو في المواد والأنواع بمقاييس يتراوح طولها بين ١ و ١٠٠ نانومتر (النانومتر 10^{-9} من المتر)؛ لذا يمكن تعريف تقنية النانو على أنها التقنية التي تُعنى بدراسة وتصميم وتطوير المواد والجزيئات على المقاييس متناهية الصغر. يعود مفهوم دراسة المواد والجزيئات المتعلقة بالأنظمة الإحيائية على مقياس النانو إلى ١٩٩٥م، وذلك عندما ألقى البروفيسور ريتشارد فايتمان محاضرة في معهد التقنية بكاليفورنيا في المؤتمر السنوي للجمعية الأمريكية للفيزياء.

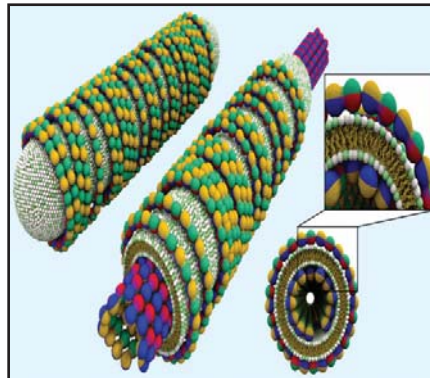
يشبه التركيب متناهي الصغر في حجمه



والأنابيب متناهية الصغر. وتعد هذه المركبات ذات أهمية قصوى للصناعة والتقنية الحيوية والتطبيقات الطبية. يعتقد العلماء أن التقدم في مجال أبحاث المورثات أو البروتينات أو الهندسة الوراثية أو التقنية الحيوية سوف يعتمد بشكل كبير على مدى التمكن من الأنظمة متناهية الصغر؛ لأن التمكن من تجميع النظم الإحيائية والأجهزة على مستوى الذرة أو مستوى الجزيئات، سوف يؤدي إلى الحصول على تصميم فريد، ومتعدد الجوانب، ودقيق في تركيبه، مع إمكانية التحكم به أثناء العمل.

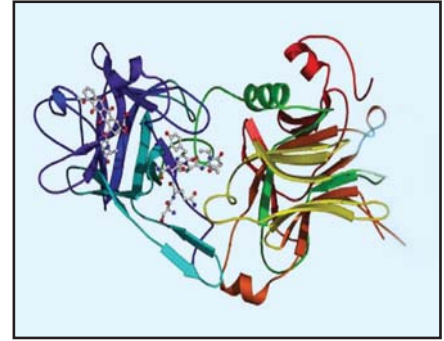
تعد البروتينات المكون الرئيس للخلايا، لأنها تلعب دوراً أساسياً في المحافظة على وظائفها الخلايا؛ والتي من أهمها: عملها كأنزيمات؛ حيث تعد القوة الدافعة للتفاعلات الكيموحيوية، وأيضاً عملها كأجسام مضادة مناعية تعمل ضد ما يهاجم جسم الكائن الحي، فضلاً عن أهميتها

العديد من الجزيئات الحيوية، مثل الجزيئات الموجودة في البروتينات، والتي لها خصائص: كيميائية، وفيزيائية، ووظيفية مختلفة (البوليمرات، الكربوهيدرات، الدهون). تعد الاختلافات التركيبية متعددة الجوانب لتلك المواد والأنظمة الإحيائية متناهية الصغر ذات أهمية في تصميم وتطوير وتصنيع مركبات صناعية جديدة، مثل: الحويصلات الدهنية دقيقة الحجم، والبوليمرات الشبكية،



■ أنابيب بروتينية نانوية.

المقاييس بالوزن الجزيئي	المقاييس الطبيعي	مثال	المادة الحيوية
٥١٠ - ٤١٠	٤ نانومتر	كيموتريسين	بروتينات صغيرة
٧١٠ - ٥١٠	٧ نانومتر	اسبريتت ترانسكارباموليز	بروتينات كبيرة
٧١٠ - ٥١٠	٢٠ نانومتر	ريبوسومات	مركبات صغيرة
١١٠ - ٧١٠	١٠٠ نانومتر	فيروسات	مركبات كبيرة
١٠ - ١٠	١٠ نانومتر	tRNA	أحماض نووية



■ شكل (١) الشكل الثلاثي الأبعاد للجزء "C" من

سم التيتانوس (TetC).

في الوظائف الفسيولوجية للخلية والكائن الحي، شكل (١).

ونظراً لأن المرض، أو العلاج، أو الدواء يمكن أن يغير من ملامح البروتينات؛ لذا فإن تحديد تلك الملامح يعد ذا فائدة في فهم المرض، وتصميم علاج فعال لها، وعلى هذا الأساس فإن فهم التراكيب، وعمليات الأيض، ووظائف البروتين على المستوى الجزيئي يؤدي إلى معرفة العمليات الإحيائية للخلية، والتي تسهم في تحسين القدرة على التعامل مع الجزيئات الحية، وتصنيعها، وزيادة إنتاج الطاقة من الخلايا الميكروبية باستخدام أنظمة الوقود الحيوي (Biofuel)، أو تحديد الحالة الصحية لكائن حي، أو تحسين التشخيص للأمراض والوقاية منها.

ترتبط المورثات والبروتينات ارتباطاً وثيقاً بعضها ببعض، حيث يكون للحمض النووي منقوص الأكسجين (DNA) شفرة وراثية ضمن الصبغي، تترجم تلك الشفرة إلى أحماض أمينية تكون البنية الأساسية للبروتين، وتتم الترجمة ضمن عملية بالغة الدقة، يشترك فيها العديد من المركبات والجزيئات الحيوية. وتقوم الخلية الحية بإنتاج البروتينات لعمل وظائف

■ جدول (١) الأحجام الطبيعية للبروتينات الأحيائية.

متخصصة بالغة الأهمية والدقة. يتضح مما تقدم الدور بالغ الأهمية لعمل البروتينات والتي تعد العامل الأساسي في العمليات الإحيائية، جدول (١).

مجموعة أدوات النانو

أصبح من الممكن تتبع عمليات كيموحيوية داخل الأوساط البيئية الخلوية، وذلك بفضل التقدم في مجال علم النانو والأحياء الجزيئية، وأيضاً بفضل استخدام مجسات نانوية مشعة يمكن إرسالها داخل جسم الكائن الحي، كما أصبح من الممكن للباحث كشف وتتبع المسارات الحيوية والتراكيب النانوية للخلايا بوضوح لم يسبق له مثيل، كما ساهم التقدم في المجالات البصرية في إمكانية تطوير حوامل نانوية لتوصيل أهداف علاجية مرتبطة بأجسام مضادة لأهداف محددة على الخلية باستخدام مواد فلوريسينية مشعة للتتبع.

● المجسات الضوئية

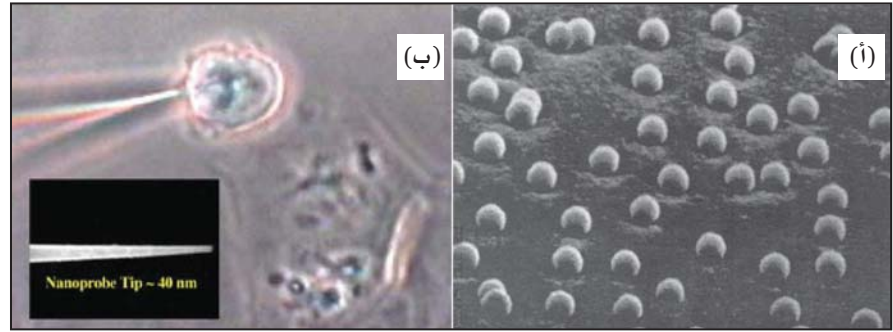
تم - مؤخراً - تطوير مجسات نانوية ضوئية يمكنها الارتباط بمركبات أو مواد كيميائية في مواقع معينة في الخلية، تكمن أهمية المجسات الضوئية (Optical sensing) في قدرتها على قياس المتغيرات الإحيائية بشكل موسع بدون اجتياح للخلية، أو التأثير على نشاطها الداخلي. ومن المتوقع أن تلعب هذه المجسات الإحيائية النانوية دوراً فاعلاً في المجال الطبي، حيث يعد اكتشاف تراكيز متناهية الصغر للجزيئات الحيوية أمر مركزي للعديد من طرق التشخيص

أدى ظهور مجموعة أدوات النانو (The Nano toolkit) - نتيجة دمج علوم التقنيات متناهية الصغر مع الأحياء الجزيئية - إلى الكشف والتلاعب في الذرات والجزيئات باستخدام الأجهزة النانوية، مما يُمكن من استخدامها طبيعياً على المستوى الخلوي، كما أدى توفر أدوات نانوية تعتمد على أساس تقنية البروتينات متناهية الصغر إلى نمو متسارع للبحوث في مجال العلوم الطبية الحيوية والهندسة الوراثية على مستوى الجزيئات؛ لأن هذه الأدوات التحليلية الجديدة قادرة على تحسس عالم النانو، وستتمكن بإذن الله من وصف الخصائص الكيميائية والميكانيكية للخلايا، واكتشاف ظواهر وعمليات جديدة من نوعها لأول مرة، ومن المتوقع أن تحدث ثورة في العديد من مجالات الأحياء والطب في القرن الحادي والعشرين.

عملها الأساسي، والتي قد تؤدي في نهاية المطاف إلى إيجاد طرق حديثة للكشف والتشخيص المبكر والعلاج الطبي.

مراجع:-

1. Cosman, M., Lightstone, F. C., Krishnan, V. V., Zeller, L., Prieto, M. C., Roe, D. C., and Balhorn, R. (2002) Screening mixtures of small molecules for binding to multiple sites on the surface of tetanus toxin C fragment by bioaffinity NMR. Chem. Res. Toxicol. 1228–1218 ,15.
2. Noid, D. W., Tuzun, R. E., and Sumpter, B. G. (1997) On the importance of quantum mechanics for nanotechnology. Nanotechnology ,8 125–119.
3. Vo-Dinh, T. (ed.) (2003) Biomedical Photonics Handbook, CRC Press, Boca Raton, FL.
4. Isola, N., Stokes, D. L., and Vo-Dinh, T. (1998) Surface-enhanced Raman gene probes for HIV detection. Anal. Chem. 1999.1356–1352 ,70) Surface-enhanced Raman scattering (SERS) method and instrumentation.
5. Vo-Dinh, T., Alarie, J. P., Cullum, B., and Griffin, G. D. (2000) Antibody-based nanoprobe for measurements in a single cell. Nat. Biotechnol. ,18 767–764.
6. Vo-Dinh, T., Cullum, B. M., and Stokes, D. L. (2001) Nanosensors and biochips: frontiers in biomolecular diagnostics. Sens. Actuators B Chem. 11–2 , (3–1)74. 2022–2012.
7. Luo, Z. P., Bolander, M. E., and An, K. N. (1997) A method for determination of stiffness of collagen molecules Biochem. Biophys. Res. Commun. 254–251 ,(1)232.



■ شكل (٢) أ- مجسات نانوية مركبة من دوائر أو حلقات نانوية مكسوة بالفضة. ب- مجس نانوي من الألياف الضوئية للتحاليل الخلوية.

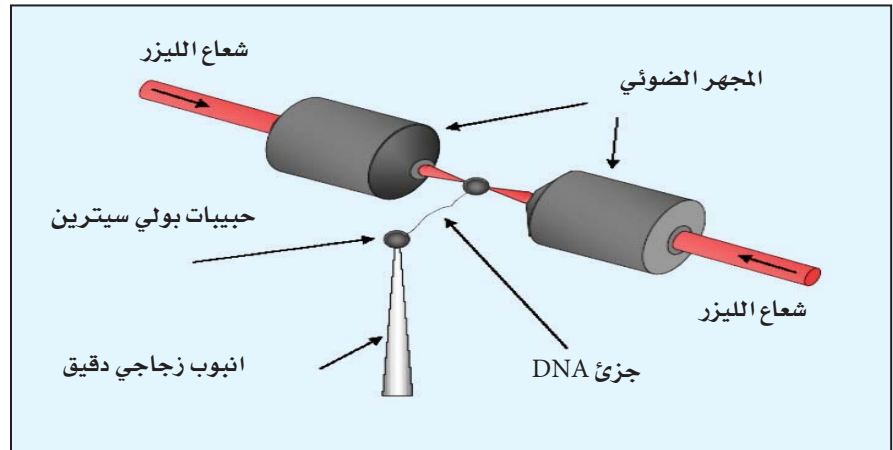
والشيخوخة. تستخدم هذه الأجهزة أشعة الليزر المسلحة لتحديد جزيء واحد من الكولاجين المرتبط بحبيبات البوليسترين؛ حيث تتمدد هذه الجزيئات على الحبيبات بنظام الليزر، ويقاس أي تغير أو تشوه لجزيئات الكولاجين، حيث يتم فحصها بواسطة المجهر الضوئي، شكل (٣).

خاتمة

كانت تلك بعض الأمثلة على الجيل الجديد من الأدوات النانوية المستخدمة في تقنية البروتين متناهي الصغر، ذات القدرة على الكشف وتعريف البروتينات الخلوية، وأي تغير جذري في

المتقدمة، إذ يمكن أن يتم تشخيص المرض والكشف عنه بتتبع أثر المؤشرات الحيوية ذات الكمية الضئيلة في الخلية بواسطة المجسات النانوية. يوضح الشكل (٢) مجس ليفي ضوئي مرتبط بمادة تفاعل صممت للكشف عن مركب (Caspase 9)، وهو بروتين يعبر خلال موت الخلية المبرمج (Cell apoptosis).

يعد جهاز الالاقط البصري (Optical tweezer) من الأجهزة المعتمدة على تقنية النانو، والذي يستخدم لتحديد الخصائص الميكانيكية الدقيقة للجزيئات، مثل الموجودة في الكولاجين، حيث يعد الكولاجين من الأنسجة التي تلعب دوراً مهماً في تشخيص الأورام



■ شكل (٣) كيفية عمل جهاز الالاقط البصري.

الطب الحيوي النانوي



د. مهنا بن كمال المهنا

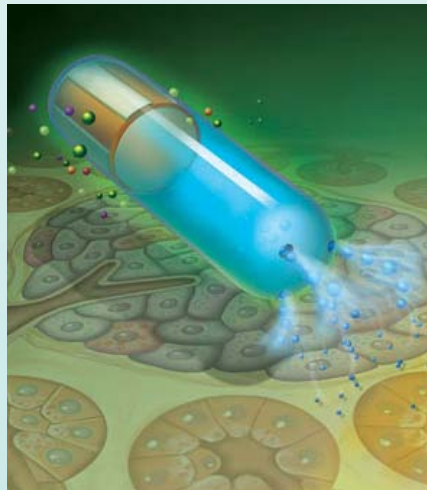
تظهر من وقت لآخر تعبيرات علمية جديدة تشيد بالاتجاه التصاعدي العلمي في السنوات الماضية مثل: التقنية الحيوية، وهندسة المورثات، وهندسة النسيج، والعلاج بالمورثات، والخلايا الجذعية بالإضافة إلى مصطلح تقنية النانو الذي أصبح مؤخراً تعبيراً شائعاً يمثل الجهود الرئيسية للعلوم والتقنية.

تعتمد كفاءة تقنية النانو في توصيل العقاقير على مجموعة من الخصائص، منها: الحجم والمسامية، حيث يسهل الحجم الصغير عبور العقاقير بسلاسة إلى أجزاء مختلفة من الجسم، بحيث تكون أصغر من الدم، كما تعمل على زيادة المساحة السطحية للعقار، بحيث يذوب بسرعة أكبر، مع إمكانية نقل العقاقير عن طريق الاستنشاق. بينما تكون المسامية مهمة أيضاً للغازات العالقة داخل حبيبات النانو، من أجل السيطرة على معدل انبعاث العقاقير، وتوجيهها لاستهداف أعضاء معينة.

وقد ساهمت تقنية النانو في حل بعض مشكلات التوصيل الحيوي، منها ما يلي:

١. تحسين ذوبان العقاقير.
٢. تطوير صناعة الحبيبات النانوية لتحسين الثباتية، ولفترة تخزين أطول.
٣. تطوير صناعة الحبيبات النانوية؛ لتحسين الامتصاص للمركبات غير القابلة للذوبان، وفي الجزيئات، يمكن بها تحسين التوافر البيولوجي ومعدلات الانبعاث؛ مما يقلل من مقدار الجرعة المطلوبة، ويقلل من الآثار الجانبية.
٤. يمكن أن تقدم الجسيمات النانوية فترة انبعاث العقار تصل إلى ٢٤ ساعة؛ مما يحسن من تقبل المريض للعقار.

استخدام تقنية التوصيل الحيوي للعقاقير عن طريق الفم السيطرة على الانبعاث والامتصاص في منطقة اللعاب والمنطقة المعوية، فضلاً عن تحسين التوافر الحيوي للأقراص الدوائية. هناك بعض القيود المفروضة على نظام التوصيل الحيوي للعقاقير مثل: التوافر الحيوي دون المستوى الأمثل، ومحدودية فعالية الاستهداف، والسمية المحتملة، والعلاجات اللازمة المتكررة، وقد تم - بحمد الله - التحرر من تلك القيود باستخدام ناقلات عقار نانوية قادرة على زيادة النشاط العلاجي مع التقليل من الآثار الجانبية السامة، واستهداف خلايا معينة بدلاً من الأنسجة بسبب خصائصها الفريدة.



■ كبسولة نانوية.

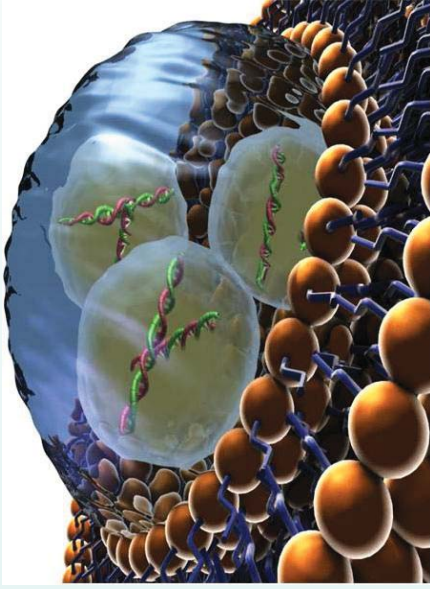
أدى تعاون كل من علماء الهندسة والإلكترونيات والفيزياء والكيمياء والأحياء لاكتشاف مجموعة واسعة من تطبيقات تقنية النانو في الطب والهندسة الوراثية، فيما يعرف بالطب النانوي، وذلك بسبب أن الجزيئات متناهية الصغر تكون فريدة من نوعها كيميائياً وحيوياً وكهربائياً وميكانيكياً، على عكس حالتها الطبيعية عندما تكون كبيرة الحجم.

تركز الاهتمام في الآونة الأخيرة على استخدام تقنية النانو لتحسين الرعاية الصحية، وأصبح الطب النانوي قادراً على علاج الأمراض وإصلاح الأنسجة عن طريق التحكم بالخلايا الفردية على المستوى الجزيئي. وللطب النانوي جوانب هامة هي:

التوصيل الحيوي النانوي

يعد استعمال المواد النانوية أفضل طريقة للتوصيل الحيوي للأدوية بسبب مساحتها السطحية العالية، وخصائصها البينية، وحجمها المناسب، وسهولة تنظيم الجرعات؛ مما أدى إلى التقليل من السمية مقارنة بنظائرها التي بحجم الميكرون.

يوجد عدة عوامل تؤثر على كفاءة العقار الذي يتم تناوله عن طريق الفم، تشمل: قابلية الذوبان، والتوافر الحيوي، وقيمة العمر النصف للعقار، ومقدار الجرعات، حيث يمكن عن طريق



■ الجسيمات الدهنية (Liposomes).

■ الجسيمات الدهنية (Liposomes): وهي عبارة عن حويصلات كروية تتألف من واحد أو أكثر من المواد الدهنية. تكون المواد الدهنية الطبقات الثنائية لهذه الحويصلات، والتي تحوي بداخلها العقار القابل للذوبان في الماء المراد توصيله، ولهذه الجسيمات الدهنية مميزات ممتازة تمكنها من حماية العقار الذي بداخلها وتحميه من التحلل في وقت مبكر، كما تحسن خاصية الذوبان للعقار، وتطور عملية استهداف خلايا معينة داخل الجسم. وتعد الجسيمات الدهنية أحد أهم طرق توصيل العقار عبر الجهاز العصبي المركزي الذي تجرى عليه الأبحاث حالياً، وهي - مع جسيمات البوليمر - تعد من أوائل المواد النانوية التي تم تحضيرها في ستينات القرن الماضي.

■ الأنابيب النانوية (Carbon Nanotubes):

وتعد أدوات توصيل هامة طبيياً لأنها:

١- دقيقة جداً.

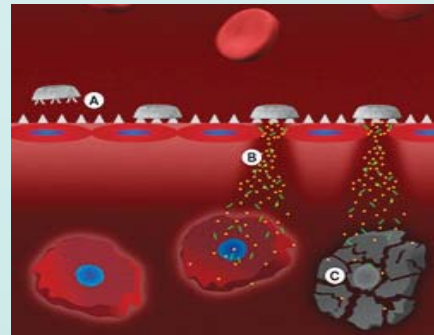
٢- تقلل من انتشار الألم الناتج عن العقار.

٣- تقلل السمية المحتملة والآثار الجانبية الضارة.

ومن أمثلة استخدام الأنابيب النانوية: إضافة مركبات الأنسولين إلى الأنابيب النانوية المثبتة داخل لاصقات طبية جلدية، بحيث تبدأ

الجدير بالذكر أنه تم تحضير الحبيبات النانوية المصنوعة من الذهب المعلقة بواسطة مايكل فاراداي قبل أكثر من ١٥٠ سنة، حيث تم دمج معلق حبيبات الذهب النانوية مع الأجسام المضادة لصنع هدف معين، فأصبح هذا التطبيق بادرة التطبيقات الأخيرة لحبيبات الذهب النانوية في تقنية النانو، ومنذ سبعينيات القرن الماضي أصبح من السهل تحضير حبيبات نانوية للعديد من المواد.

تكتسب الحبيبات النانوية مزايا أكثر بكثير من النظام الحالي للتوصيل الحيوي للعقار. فقد تكون قادرة على استهداف وإيصال العقار إلى الأنسجة والخلايا المعنية بدون آثار جانبية، فعلى سبيل المثال يمكن للأجسام المضادة الأحادية المتصقة على الحبيبات النانوية أن ترتبط بالخلايا السرطانية، وبالتالي يمكن تعريض منطقة الورم للأشعة تحت الحمراء؛ لإنتاج حرارة كافية لتحطيم خلايا السرطان. كما يتضمن نظام التوصيل الحيوي الموجه للعقاقير استعمال الحبيبات النانوية المغنطة التي يمكن أن توجه إلى مواقع معينة داخل الجسم باستعمال حقول مغناطيسية خارجية. تستطيع هذه الحبيبات المغنطة الارتباط بالعقاقير التي يمكنها معالجة تراكيب خلوية معينة. مما يعني أن كمية العقار الموجودة داخل هذه الحبيبات يمكنها إنتاج درجة حرارة عالية، أو تضيء لتحطيم الخلايا المستهدفة. مما يسمح بالمعالجة المركزة والحادّة جداً للخلايا المريضة، دون التأثير على التراكيب الخلوية غير المصابة.



■ الحبيبات النانوية تفرز العلاج للخلايا السرطانية المصابة.

● أهداف التوصيل الحيوي النانوي

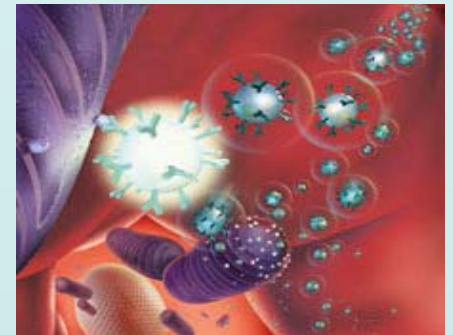
تتلخص أهداف استخدام تقنيات النانو في التوصيل الحيوي للعقار في بعض النقاط الهامة، مثل:

١. تحسين فعالية العقار، والتقليل من الأعراض الجانبية المتوقعة.
٢. تحسين قابلية العقاقير من قبل المرضى.
٣. تخفيض تكلفة تطوير علاج الأمراض.
٤. زيادة مدة حفظ العقاقير.
٥. الحد من مخاطر الفشل في تطوير منتجات جديدة.

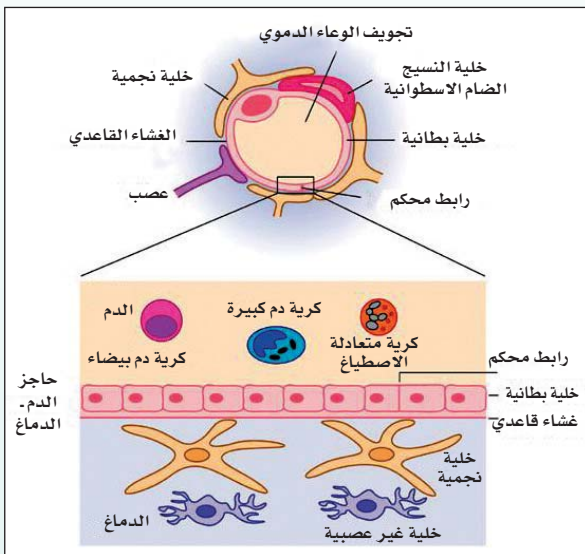
● أنظمة التوصيل الحيوي النانوي

هناك العديد من أنظمة التوصيل الحيوي للعقاقير النانوية تستخدم كوسائل التوصيل الحيوي للعقاقير، منها:

■ الحبيبات النانوية (Nanoparticles): وهي تؤدي وظيفتها من خلال: الجلد، والرئتين، والمعدة، والعيون، والحاجز الذي يفصل بين الدماغ والدم؛ ولذلك تعد أفضل أنظمة التوصيل الحيوي للعقاقير، لما لها من فوائد عديدة، مثل: قابلية الذوبان المتزايدة، ومقاومة الإنزيمات المعوية، والسيطرة على الانبعاث الدوائي، أو القدرة على توجيه العقار خلال الوسائل المختلفة إلى المكان المستهدف. بالإضافة إلى إعطاء ذوبانية وكفاءة امتصاص أفضل للعقاقير، وتخفيض الآثار الجانبية. حيث يتم وضعها ضمن ناقل جزيئي، إما لحمايتها من حوامض المعدة أو للسيطرة على انبعاثها إلى المنطقة المعنية الموجهة إليها.



■ الحبيبات النانوية الملتصقة بالأجسام المضادة الأحادية.



دراسة استخدامها على نطاق واسع لاستهداف وعلاج الأورام السرطانية.

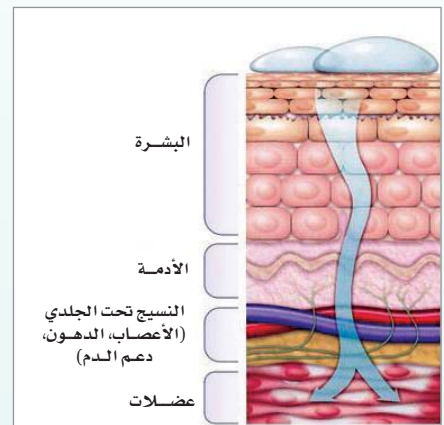
■ **حاجز الدم - الدماغ:** ويمثل واحداً من أكثر الحواجز التي تعيق نقل وإيصال العقار داخل خلايا الجهاز العصبي المركزي، حيث يقتصر التبادل بين بلازما الدم والجهاز العصبي المركزي على المواد الذائبة في الماء، والبروتينات الصغيرة، والجزيئات ذات

■ **حاجز الدم-الدماغ**

المرغوب فيها إلى الجهاز العصبي المركزي، مما يسفر عن أضرار كبيرة محتملة. لذلك ركزت الطرق الحديثة على تجاوز الحواجز باستخدام نهج وتقنيات عملية بسيطة وغير اجتياحية، وقد أتاحت هذه الطرق فرص تجارية كبيرة في مجالي الصيدلة والتقنية الحيوية الصناعية. وسوف ينمو سوق تلك التقنيات بسرعة في العقود المقبلة، إذ أن العالم المتقدم أصبح لديه خبرات - بجانب الزيادة الهائلة في عدد السكان وخاصة كبار السن - في مجال تقنيات النانو- أحد أساليب النفاذية لتوصيل العقار - يمكنها أن تعزز إيصال العقار وتغلغلها في المخ، مع استخدام مزيج من

الشحنات، وقد منعت هذه الحواجز - ولعقود طويلة - استخدام العديد من الوسائل العلاجية لعلاج كثير من الأمراض، مثل: الزهايمر، والسكتة الدماغية، وأورام المخ، وإصابات الرأس، وإصابات الحبل الشوكي، والاكتئاب، والقلق، والاضطرابات العصبية الأخرى.

جرت محاولات مختلفة لتوصيل العقار عبر تلك الحواجز بتعديل الطرق العلاجية وتغيير طبيعتها، والنقل عبر وسائط، والتقنيات الاجتياحية، إلا أن تعديل النقل بهذه الوسائل يتيح دخول بعض السموم والجزيئات غير



■ **استخدام الأنابيب النانوية لنقل الأدوية عن طريق الجلد**

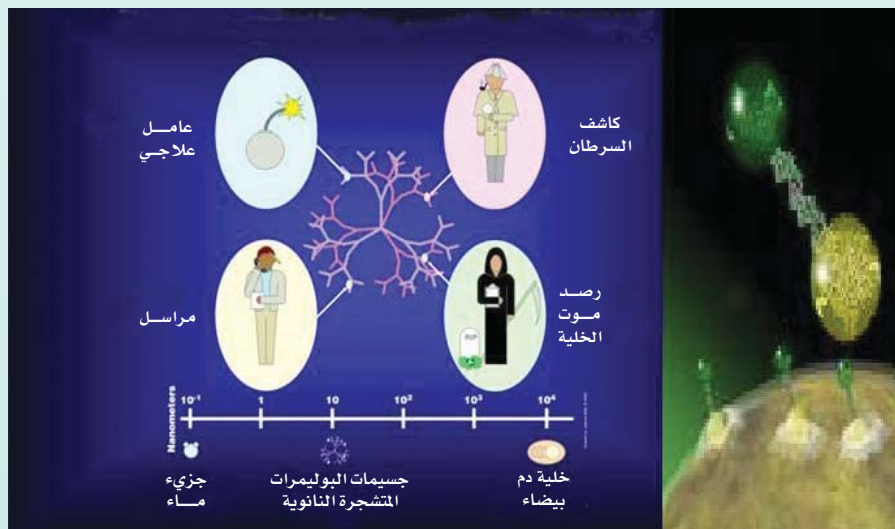
اللاصقات الطبية في إفراز الأنسولين على حسب احتياج الجسم من خلال الجلد، دون الحاجة لإستخدام طريقة الأبر التقليدية، وبتلك الطريقة تصل المواد العلاجية إلى مجرى الدم دون الحاجة للمرور من خلال القنوات التقليدية لإيصال العقار، كذلك يمكن استخدام الأنابيب النانوية كإبر قادرة على حقن العقاقير مباشرة إلى الخلايا المصابة.

■ **الجسيمات البوليمرية (Polymeric Micelles):**

وهي - مثل الكولسترول - عبارة عن خليط من الجزيئات الكروية غير القابلة للذوبان في الماء، مع جزيئات أخرى قابلة للذوبان فيه. يتراوح حجم تلك الجسيمات بين ٥٠ إلى ٢٢٠ نانومتر. تتشكل الجزيئات القابلة للذوبان بشكل كروي في البيئة المائية، وتتحد مع مجموعات غير قابلة للذوبان في الماء، حيث يحدث لها تناثر فتخرج إلى خارج الجسم الكروي.

■ **الجسيمات المتشعبة أو المتشجرة (Dendrimer):**

وتعد الأكثر تنوعاً بين جميع الناقلات النانوية، فهي عبارة عن بوليمر معقد يتراوح حجمه ما بين ٥ إلى ٢٠ نانومتر مع إمكانية التحكم في الهيكل ثلاثي الأبعاد حول النواة المركزية؛ مما يمكنها بسهولة أن تستوعب أكثر من ١٠٠ مجموعة فعالة، لأنها توفر المرونة من حيث الحجم والشكل والتفرع والطول، وقد أعطى هذا التعدد في المجموعات الفعالة لهذه الجسيمات الكثير من الإمكانيات، ولذلك تمت



■ **البوليمرات المتشجرة واستخدامها في علاج السرطان.**

● الإبرة النانوية

يعد مجهر القوى الذرية (AFM) مهم في توصيل أنابيب الكربون النانوية إلى إبرة المجهر لإجراء عمليات جراحية على مستوى الخلية الواحدة، ويمكن للإبرة النانوية أن تخترق بدقة أي خلية وترتكها دون الإضرار بها.

● الملقاط النانوي

يستخدم الملقاط النانوي في نقل ومعالجة الكائنات على مستوى النانو، حيث يتم ربط اثنين من الأنابيب النانوية على الزجاج الكهربائي، وحث الجهد الكهربائي وتسخيرها للإمساك بالجسيمات. يستخدم الملقاط النانوي في تطبيقات عدة، منها: التحكم والتلاعب والتعديل بالهياكل الإحيائية داخل الخلية الحية.

● نظم الفيمتو ليزر

أثبت الليزر بأنه يمكن أن يستخدم لإزالة الجزيئات العضوية الفردية - وتحديداً الميتوكوندريا - من الخلية دون تغيير أو إحداث أضرار بها. يمتاز نظام ليزر الفيمتو بأنه يعمل بنبضات فائقة الدقة تقارب نبضة واحدة لكل (١٠-١٥) من الثانية، وبذلك فإن أضراره تعد ضئيلة للغاية بسبب انخفاض طاقة التشغيل ومعدلات الرسوب من نبضات الليزر على الهدف.

زاد الحقل الكهربائي تغلب المحلول على التوتر السطحي؛ وبالتالي تترسب - نتيجة لذلك - طبقة رقيقة من السائل نحو الهدف، وكلما ترسب السائل نحو الهدف، تبخر المذيب على الهدف إلى ألياف رقيقة تشبه التشابكات نفسها.

● التجميع الذاتي

يتميز استخدام التجميع الذاتي لتشكيل منظومة من الألياف بأنه أكثر قابلية للتنبؤ، لأن شكل الألياف النانوية تكون في تسلسل محدد، وبذلك يعد الحصول على منظومة نانوية مناسبة هو مفتاح النجاح في هندسة الأنسجة. تتألف منظومة الألياف من الببتيدات المجمعة ذاتياً، تحتوي على زوائد محبة للماء وزوائد غير محبة للماء بشكل متناوب، وتكون الببتيدات مكدسة فوق بعضها بعض حتى يتم تشكيل المنظومة.

الجراحة النانوية

تطورت الجراحة على مدى العقدين الماضيين من النطاق الكبير (يرى بالعين المجردة) إلى النطاق الصغير (في حدود الميكرون)، حيث يؤكد الجراحون على ضرورة الحد من الإجراءات الغازية في الجراحات التقليدية للحد من الأضرار المفرطة لأجزاء مختلفة من الجسم. توفر الجراحة النانوية الأدوات

اللازمة لدفع العملية الجراحية إلى أبعد نطاق في النانو وعلى مستوى الجزيئات العضوية الفردية، حيث يمكن التحكم بها داخل الخلايا الحية. وهناك ثلاث أدوات وتقنيات جديدة يجري تطويرها لأداء الجراحة النانوية، هي:

المواد العلاجية التي تستهدف الجهاز العصبي المركزي وأجزاء المخ الأخرى عن طريق استغلال نظم المستقبلات الوسطية. وتعد كمية جزيئات العقار أهم ميزة لهذه الطريقة التي سوف تنقل العقار لكل الأجزاء أو لأجزاء محددة وبدرجة محدودة السمية.

تم وضع بعض المجموعات الكيميائية الفعالة على ناقلات حيوية تعمل على زيادة أو نقصان القابلية للذوبان، وتزيد من قابلية الامتصاص الخلوي، وتحديد المقصد النهائي للعقار. يساهم حجم الناقلات النانوية في عملية اختراق الأغشية الخلوية بسهولة، بما في ذلك حاجز الدم في الدماغ، حيث تنفذ إلى الجهاز العصبي المركزي.

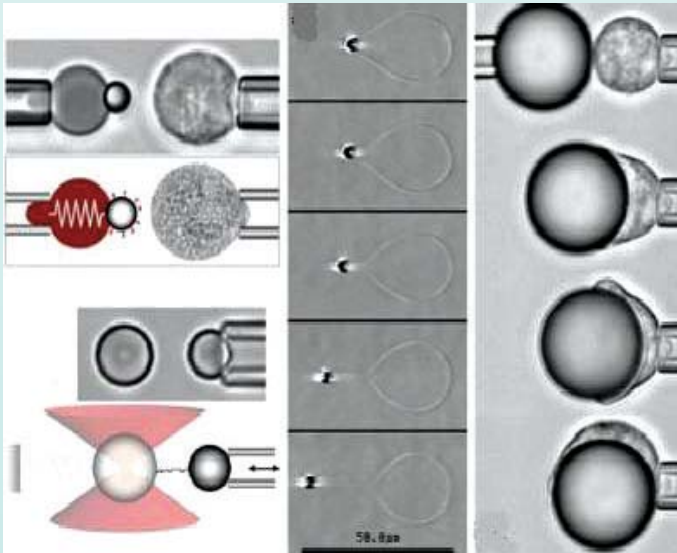
هندسة الأنسجة

تمكن العلماء - باستخدام هندسة الأنسجة - من السيطرة على تمايز الخلايا الناتجة من تفكك الخلايا الجذعية، وذلك لتكوين أنسجة متوافقة حيوياً مع جميع أشكال الخلايا ابتداء من الخلايا الجلدية ووصولاً إلى الخلايا العصبية. يمكن التحكم بذلك داخل بيئة محددة تحتوي على منظومة تحاكي المصفوفة الطبيعية لدعم الخلايا، وعلى التحفيز المادي لتعزيز تمايز الخلايا.

تعزز تقنية النانو هندسة الأنسجة، لأن المواد المركبة المستخدمة في إنشاء المنظومات تكون أصغر حجماً، وتشبه إلى حد كبير البروتينات الطبيعية، مثل: الكولاجين وألياف الإيلاستين. ويوجد طريقتان لتصنيع تلك المنظومة الاصطناعية، وهما:

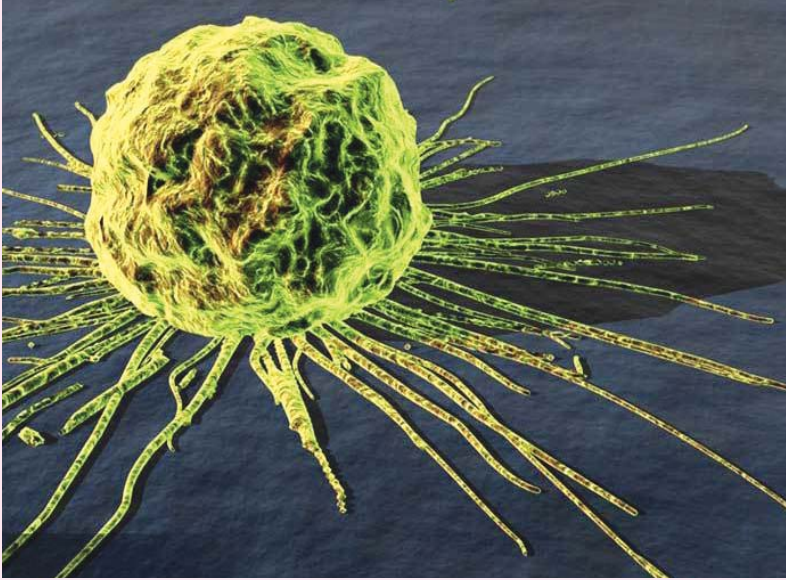
● الغزل الكهربائي

يعد الغزل الكهربائي وسيلة ممتازة لإنتاج الألياف خارج الخلية الأصلية، وللقيام بذلك يجب توافر جهد كهربائي عالي يتم تسليطه على محلول يحتوي على مواد بوليميرية، فكلما



■ الملقاط النانوي .

تشخيص وعلاج السرطان بالتقنية الحيوية



د. علي الشنقيطي

إن الهدف الأسمى لجميع أبحاث السرطان هو إفادة المرضى المصابين بالسرطان والأشخاص المعرضين للإصابة بهذا المرض، ويدرك المتابع لأبحاث السرطان في العقود القليلة الماضية - بسهولة - أن الأبحاث في هذا المجال قد استفادت كثيرا من التقدم المحرز في مجال العلوم عامة، ليس فقط في علوم الأحياء والطب، ولكن أيضا في علوم التقنية الحيوية والفيزياء والكيمياء والإلكترونيات والحوسبة وغيرها من العلوم؛ إذ تضافرت مخرجات أبحاث هذه العلوم في كشف الغموض عن تفاصيل كثيرة ساهمت في التقدم الكبير في تشخيص وعلاج مرض السرطان والوقاية منه.

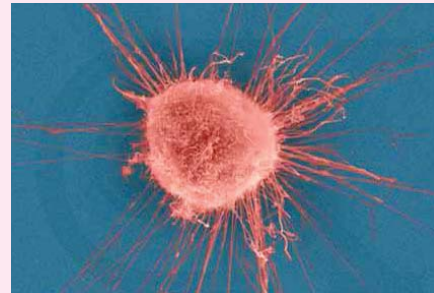
أسباب وآلية تسرطن الخلايا

ساهمت التقنية الحيوية بدور كبير في التقدم المحرز في علوم الأحياء الأساسية، والذي ساهم بدوره وبشكل كبير في معرفة أسباب وآلية عملية تسرطن الخلايا التي تتحول بها الخلايا من خلايا طبيعية إلى خلايا سرطانية، كما كشفت التقنية الحيوية عن الكثير من مسببات السرطان، والتي لم تكن معروفة من قبل من: مورثات، وفيروسات، وبكتيريا، ومركبات كيميائية، وإشعاعات، وغيرها.

على الرغم من أن الكثير من المعلومات كان معروفا - قبل سنوات قليلة - عن المواد المسرطنة وهوية ووظيفة المورثات المسرطنة (Oncogenes) والمورثات المثبطة للسرطان (Tumor suppressor genes)، إلا أن الوسائل المستخدمة في أبحاث علم التقنية الحيوية ساهمت في زيادة معرفة طبيعة التغيرات الوراثية المصاحبة لعملية التسرطن، وتفاعلات تلك التغيرات مع بعضها، والدور الذي تقوم به في عملية السرطنة، والآليات التي تتسبب في تنشيط أو تعطيل هذه المورثات؛ مما أدى إلى فهم أكثر دقة لكيفية التغيرات الوراثية وغير الوراثية (Genetic and epigenetic) لعملية السرطنة، وكيف تتفاعل هذه التغيرات مع بعضها، ومع البيئة المحيطة بها في النسيج الخلوي؛ لتحديد:

العوامل المساهمة في هذه التركيبة: كأنواع الخلايا السرطانية، وتفاعلاتها مع البيئة المحيطة بها، وقدرتها على اكتساح الأنسجة الأخرى، وقابلية الانتشار، وإفراز أو استقطاب الهرمونات. وقد عانت دراسة العوامل الفردية من قصور في إعطاء تصور شمولي لتلك التركيبة المعقدة وتأثرها بالعوامل البيئية، وعلاقتها بالاستجابة للأنواع المختلفة من العلاج، وآلية هذه الاستجابة.

ساهمت وسائل التقنية الحيوية الحديثة مساهمة كبيرة في التغلب على جزء من هذه المشكلة، وذلك باستحداث وسائل قادرة على دراسة وتحليل عوامل كثيرة جدا - تصل إلى مئات الآلاف في بعض الأحيان - في وقت واحد وبصفة متوازية؛ مما يساعد على إعطاء تصور أكثر شمولية عن تركيبة الورم المعقدة، من حيث تأثرها بالعوامل البيئية وآلية استجابتها للعلاج؛ وبالتالي أصبحت عملية تشخيص هذا المرض وعلاجه أكثر دقة وأكثر فعالية.



صورة بالمجهر الإلكتروني للخلية السرطانية
مسببة لسرطان الثدي.

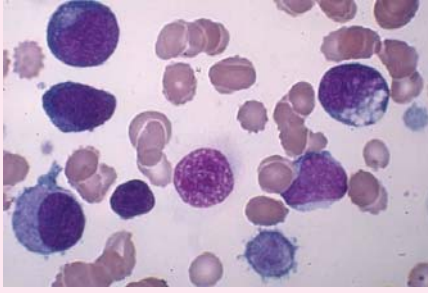
يتطرق هذا المقال بشكل مبسط للدور الذي يسهم به علم التقنية الحيوية فيما يتعلق بمعرفة حقيقة هذا المرض والوصول إلى علاجه والوقاية منه.

تختلف نسبة احتمال الإصابة بمرض السرطان من شخص إلى آخر، وقد أصبح للتقنية الحيوية دور كبير في حساب هذه النسبة لكل شخص، إذ كان لها الدور الأكبر في فك رموز الشفرة والتركيبة الوراثية للإنسان، وإبراز أهميتها للشخص ليس فقط بشكل عام، ولكن أيضا بالنسبة لخطر الإصابة بمرض السرطان، وتفاعل التركيبة الوراثية مع العوامل البيئية المحيطة بالإنسان، ودور هذا التفاعل في تحديد مدى خطر الإصابة بهذا المرض؛ مما ساعد الباحثين في التوصل إلى معرفة كثير من التعددات الوراثية (Genetic polymorphism) ذات الأثر الكبير في وظائف الخلايا السرطانية المختلفة: كالتكاثر، والترميم، والاستجابة للعوامل الخارجية، والقدرة على الانتشار وغيرها.

من أهم أدوار التقنية الحيوية في الكشف عن السرطان، ما يلي:

دراسة التركيبة المعقدة للورم

تقوم التقنية الحيوية بدور مهم في الكشف عن التركيبة المعقدة لكل ورم، والتي كانت إلى زمن قريب تعتمد على دراسة وتحليل كل عامل من



■ خلايا دم شخص مصاب بسرطان الدم النخاعي المزمن.

ساهمت التقنية الحيوية - أيضاً - في خلق طفرة كبيرة في مجال استخدام الأجسام المضادة المناعية في الأورام، ليس فقط لعلاج الأورام، ولكن لتشخيصها بشكل أكثر دقة، ولعمل من أبرز الأمثلة في هذا المجال النجاح الذي تم تحقيقه في علاج الأورام الليمفاوية (B-cell lymphoma) باستخدام الأجسام المضادة للمستقبلات السطحية (CD20)، والموجودة بكثافة عالية على هذه الخلايا السرطانية، إذ ساهمت هذه الأدوية في زيادة نسبة الشفاء من هذه الأورام بشكل كبير، وهناك أجسام مضادة أخرى تستخدم في علاج أورام الثدي والقولون و الرئة وغيرها.

خلاصة

لقد كان هذا عرضاً مبسطاً لبعض النواحي التي تبرز دور التقنية الحيوية في فهم مرض السرطان والوقاية منه وتشخيصه وعلاجه، ولا يسع المجال لاستعراض كل الكم الهائل من المجالات المختلفة التي تساعد فيها التقنية الحيوية للقضاء على هذا المرض الذي أخذ في الانتشار بشكل مرعب.

المراجع:

- The cancer Handbook, second edition, Editor-in-chief: Malcolm Alison, John Wiley & sons Ltd. 2007
- Methods in molecular biology and medicine, several editors, Human Press, (volumes 175,(300-2008-2000
- Introduction to the Cellular and Molecular Biology of Cancer, fourth edition, Editors: Margret Knowels & Peter Selby, Oxford University Press, 2005
- Encyclopedia of cancer, second edition, Editor: Manfred Schwab, Springer-Verlag, 2008
- Encyclopedia of cancer, second edition, Editor: Joseph Bertino, Elsevier USA 2002

تجربتها على هذه الحيوانات تبرز تلك الأعراض الجانبية الخطيرة: مما يدل على عدم إمكانية تجربتها على البشر.

طرق جديدة لتشخيص وعلاج الأورام

لم يقتصر دور التقنية الحيوية فقط على زيادة معرفة السلوك الحيوي للخلايا السرطانية، وتفاصيل تركيبها، وتكوين الأورام ونشاطها، بل تعداه إلى المساهمة - بشكل مباشر وغير مباشر - في اكتشاف طرق جديدة لتشخيص وعلاج الأورام، مثل: العلاج الجزيئي الموجه (Targeted molecular therapy)، والعلاج باستخدام الأجسام المناعية المضادة (Monoclonal antibodies).

تعد معرفة المورثات المسببة للسرطان أحد أهم الطرق للوصول إلى علاج ناجح للقضاء عليه، وعلى الرغم من أن أكثر الأورام لا تعتمد في نموها وانتشارها على مورث واحد فقط بل تعتمد على شبكة معقدة من المورثات، إلا أن هناك بعض الأورام تعتمد في تكوينها ونموها على اعتلال وراثي محدد، فمثلاً يعتمد ابيضاض (سرطان) الدم النخاعي المزمن (Chronic myeloid leukemia)، على تغير مورث محدد (BCR-ABL)، والذي كان لوسائل التقنية الحيوية السابق ليس فقط في الكشف عن تفاصيله، ولكن أيضاً في اكتشاف وتصنيع مجموعة من الأدوية الجزيئية الموجهة خصيصاً لوقف هذا التغير الوراثي، فنتج عن ذلك ارتفاع نسبة الشفاء من هذا المرض إلى أكثر من تسعين بالمائة، دون الحاجة لاستخدام الأدوية الكيميائية أو استخدام زراعة الخلايا الجذعية - وهي الوسائل السابقة لعلاج هذا المرض - مما أدى إلى تجنب المرضى أعراضاً جانبية كثيرة كانت تنتج عن الوسائل السابقة.

يُعد العلاج الموجه ضد مستقبلات سطحية توجد على خلايا سرطان الثدي من الأدوية الجزيئية الموجهة المستخدمة حالياً، والتي كان للتقنية الحيوية دوراً كبيراً في اكتشافها وتصنيعها، ورغم أن هذا العلاج كان مقصوداً على نسبة قليلة من مرضى سرطان الثدي (٢٠-٢٥٪)، إلا أنه قد يساهم بشكل فعال في علاج هذا المرض، وهناك أمثلة أخرى للعلاجات الجزيئية الموجهة تستخدم لعلاج سرطان الرئة والبنكرياس وغيرها.

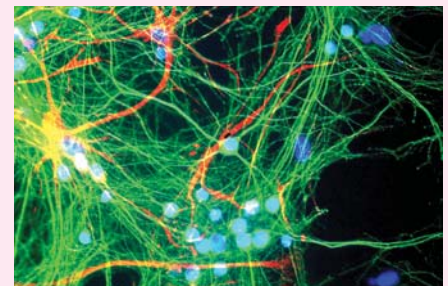
بقاء الخلية، أو موتها، أو نموها وتكوين ورم سرطاني، أو انتشارها في الجسم.

التخلص من الخلايا السرطانية

لعبت التقنية الحيوية دوراً بارزاً في الكشف عن نواح كثيرة ومهمة للجهاز المناعي في التخلص من الخلايا السرطانية، مثل: عملية المسح المناعي للسرطان (Immune surveillance)، وعملية الكشف المناعي عن السرطان، والخلايا المناعية المقاومة للسرطان، والأجسام المناعية المضادة، وغير ذلك. تبين من ذلك كله أن نتائج علاج السرطان لا تعتمد فقط على التغيرات الوراثية وغير الوراثية داخل الورم، ولكن - أيضاً - على استجابة الجهاز المناعي للأورام السرطانية، إذ أن تحفيز الخلايا المناعية للتعرف على الخلايا السرطانية ومحاربتها له أهمية كبيرة في القضاء على هذا المرض.

النماذج الحيوانية للسرطان البشري

تعد النماذج الحيوانية للسرطانات البشرية (Animal models for human cancers) من النواحي المهمة التي كان للتقنية الدور الأبرز فيها، إذ أن إنتاج هذه الحيوانات يعتمد بشكل أساس على استخدام وسائل التقنية الحيوية المختلفة، مثل توليف المورثات واستنساخ الخلايا والكائنات، ومن المعلوم أن هذه الحيوانات ساهمت - وبشكل كبير - في فهم سلوك وأنماط الكثير من أنواع السرطانات البشرية المختلفة، ثم إن هذه الحيوانات أسهمت بشكل مباشر وغير مباشر في عمليات اكتشاف أكثر الوسائل دقة في تشخيص هذه الأمراض، واكتشاف أكثر الأدوية فعالية لعلاجها، كما ساعدت على تجنب البشر الكثير من المخاطر والأعراض الجانبية غير المتوقعة الناتجة عند استخدام بعض الأدوية التي قد يكون لها فاعلية عالية في قتل الخلايا السرطانية المعزولة في المختبر، ولكن عند

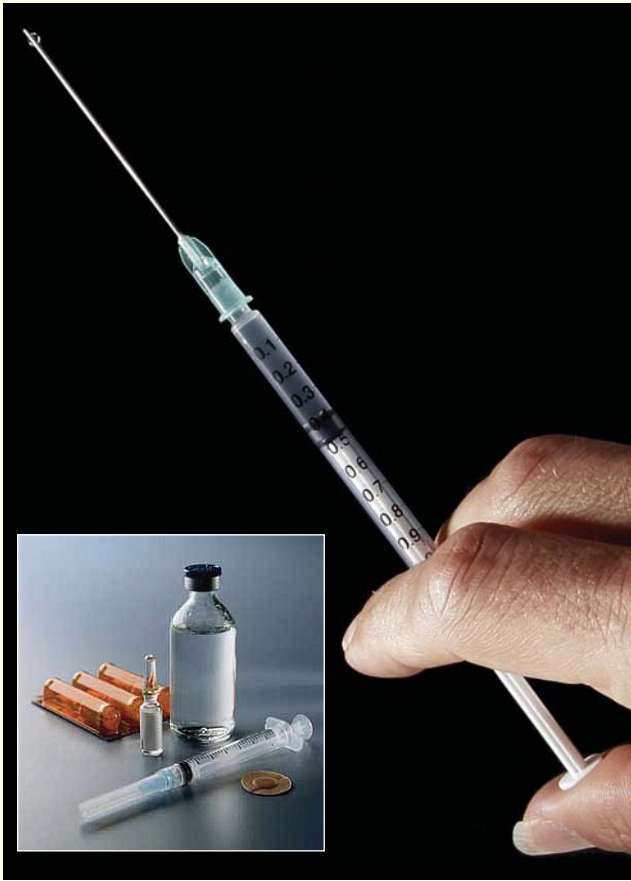


■ الأجسام المناعية المضادة داخل الخلايا العصبية للفأر.

صناعة الأنسولين بالتقنية الحيوية

د. محمد الجوهي

عند تناول الإنسان وجبة غذائية فإن الجسم يستفيد منها بتحويلها إلى مواد سكرية وتخزينها لحين الحاجة إليها، ويتم هذا بإفراز البنكرياس للأنسولين الذي يقوم بنقل المواد السكرية من الدم إلى الخلايا لمساعدتها في القيام بوظائفها المختلفة. وعند قلة إنتاج الأنسولين أو انعدامه من الخلايا التي تقوم بإفرازه - جزر لتجبرها نر من خلايا بيتا - أو عدم استجابة الخلايا الخازنة له؛ تزداد نسبة السكر في الدم عن المستوى الطبيعي؛ مما يؤدي إلى قيام الجسم بإخراجه عن طريق البول، وبالتالي عدم الاستفادة من المواد الغذائية.



يرجع السبب في الإصابة بهذا النوع من المرض إلى: عدم استجابة خلايا الجسم للأنسولين المنتج من البنكرياس، ومع مرور الوقت يحدث خلل في إنتاجه. ويحتاج المريض إلى العلاج بالأنسولين مثل النوع الأول، وغالباً ما تستخدم لعلاج مرضى هذا النوع نوعين من الأدوية هما: أدوية تساعد على تحفيز البنكرياس لإفراز مادة الأنسولين لخفض نسبة السكر بالدم (مثل عائلة السلفونيلوريث، والجليبيزيد)، وأدوية تقلل من مقاومة الجسم للأنسولين (مثل: المتفورمين و الروسيفليتازون)، حيث تزيد هذه الأدوية من نسبة السكر المستخدم في العضلات والخلايا الدهنية، كما تقلل من كمية السكر التي يفرزها من الكبد.

يتضح مما سبق مدى أهمية هرمون الأنسولين لعلاج مرضى السكر، ولذلك سيتناول هذا المقال استخدامات الأنسولين في العلاج، وتركيبه الكيميائي، وتاريخ صناعته، ودور التقنية الحيوية في الحصول على أنواع جديدة منه.

عادة الأطفال والمراهقين، لذلك كان يطلق عليه سابقاً سكر الأطفال أو السكر المعتمد على الأنسولين، ويشكل من ٥ إلى ١٠٪ من إجمالي المصابين بمرض السكر. ينتج هذا النوع بسبب مهاجمة وتحطيم الخلايا المنتجة للأنسولين بواسطة الجهاز المناعي لجسم المريض لأسباب غير معروفة، ولكن يعتقد أن هذه الأسباب قد تكون وراثية أو فيروسية أو عوامل بيئية أو مجتمعة معاً.

تظهر أعراض هذا النوع بشكل سريع ومنها العطش الزائد، وكثرة التبول، والجوع الدائم، ونقص الوزن، وعدم وضوح في الرؤية. وغالباً ما يعالج مرضى النوع الأول بالأنسولين سواء بالحقن تحت الجلد، أو بالأقراص عن طريق الفم. أما النوع الثاني (Type II) فيسمى بالسكر غير المعتمد على الأنسولين، وهو أكثر انتشاراً من النوع الأول، حيث تبلغ نسبته من ٩٠ إلى ٩٥٪ من المصابين بالسكر. يصيب هذا النوع عادة البالغين في السن، والذين يعانون من زيادة في الوزن.

أظهرت دراسة تم إجراؤها عام ٢٠٠٨م، أن عدد المصابين بمرض السكر في أمريكا الشمالية يمثل قرابة ٢٠٪ من عدد سكانها، وتقارب هذه النسبة عدد المصابين بمرض السكر في الشرق الأوسط. كما أوضحت الدراسة نفسها - بناءً على تزايد أعداد مرضى السكر - أنه بحلول عام ٢٠٢٠م سوف ترتفع نسبة الإصابة بالمرض في أمريكا الشمالية إلى حوالي ٣٤٪، بينما يتوقع زيادتها في منطقة الشرق الأوسط؛ لتصل إلى قرابة ٥٣٪ من عدد السكان، مما يدعو إلى الحرص ومحاولة تجنب العادات المتسببة في هذا المرض، سواء الغذائية أو السلوكية.

يصنف الشخص الذي تزيد نسبة السكر لديه في الدم عن الحد الطبيعي بأنه مريض بالسكر، وهناك أنواع متعددة من مرض السكر منها ما يحدث عند الأطفال والشباب، ومنها ما يحدث عند البالغين والكبار، ونوع آخر مؤقت يصيب النساء في فترة الحمل فقط، ويزول عادة بعد الولادة. وينقسم هذا المرض إلى نوعين أساسيين هما: النوع الأول (Type I)، ويصيب

العالمان - باستخدام التقنية الحيوية المتوفرة آنذاك - الاستفادة من الأنسولين المنتج من الحيوانات، حيث قاما باستخلاصه وتنقيته بطرق معقدة لضمان عدم نقل الميكروبات من الحيوانات إلى الإنسان.

في بداية عام ١٩٢٣م، تم تجربة الأنسولين المستخلص من الحيوانات في علاج مرض السكر، وعلى الرغم من قلة كمية الأنسولين المستخلص منها؛ إلا أنه قد تم استخدامه في علاج أحد المرضى للتحقق من فعالية هذا الأنسولين في علاج المرضى، ودراسة المعوقات التي يمكن أن يسببها هذا العلاج.

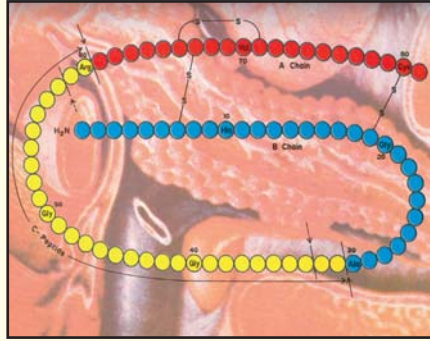
أعطى الأنسولين المستخلص من الأبقار والخنازير نتائج جيدة، وقلل من مضاعفات مرضى السكر إلى حد كبير، وعليه فقد بدأ تصنيع الأنسولين في بريطانيا في آخر عام ١٩٢٣م باستخلاصه من الحيوانات، وبيعه تجارياً في عام ١٩٢٤م. كان الأنسولين المصنع من الحيوانات والذي يتم استخلاصه وتنقيته بطرق مكلفة هو المصدر الوحيد - على مدى ٦٠ عاماً - لعلاج مرض السكر رغم زيادة القلق من احتماليه قيام الجهاز المناعي للإنسان بالتحفيز والتعامل مع الأنسولين المستخلص من الحيوانات على أنه جسم غريب، ومن ثم قيامه بتكوين أجسام مضادة لمهاجمته، وذلك لوجود اختلاف بسيط في تركيبة الأنسولين المستخلص من الحيوانات عن مثيله الموجود في الإنسان.

صناعة الأنسولين بالتقنية الحيوية

استطاع العلماء استخدام التقنية الحيوية في إنتاج أنواع جديدة من الأنسولين سواء من البكتيريا، أو من الأنسولين ذاته، بتغيير تركيبة الأحماض الأمينية المكونة له، وذلك كما يلي:

● الأنسولين من البكتيريا

تمكن العلماء في السبعينيات من القرن الماضي - بفضل تطور تقنية التحوير الوراثي للصفات الوراثية - من إنتاج أنسولين مطابق للأنسولين الذي ينتجه البنكرياس في الإنسان،



■ التركيب الكيميائي للأنسولين.

حمضاً أمينياً، وتسمى السلسلة (A) أو السلسلة القصيرة، بينما تسمى السلسلة الثانية (B) أو السلسلة الطويلة، وتحتوي على ٣٠ حمضاً أمينياً. ترتبط هاتان السلسلتان بروابط كبريتية مكونة تركيباً يماثل الأنسولين المصنع في الإنسان، فضلاً عن سلسلة أخرى بيتيدية (C) مكتملة لهما.

نبذة تاريخية

تمت دراسة الأنسولين المنتج من الحيوانات للتعرف على أوجه التشابه والاختلاف بينه وبين الأنسولين المنتج من الإنسان، وذلك للنظر في إمكانية استخدام الأنسولين الحيواني كعلاج للإنسان. وقد تمكن العلماء من خلال استخدام تقنية التحوير الوراثي من إنتاج الأنسولين بكميات كافية وبتركيبات مطورة، حيث تتم عملية التحوير الوراثي بأخذ المعلومات الوراثية المسؤولة عن إنتاج الأنسولين والاستعانة بها لإنتاج أنسولين مشابه أو محور وراثياً.

سارعت الشركات والجامعات الأمريكية والكندية - في عام ١٩٢٢م - لتوفير عدة حلول لإنتاج الأنسولين اللازم لمعالجة الأعداد المتزايدة من مرضى السكر، حيث تقدم عالمان كنديان (Frederick Banting & Charles Best) من مدينة تورنتو بكندا - كانا يعملان في مختبر للعالم (John MacLeod) - بالتعاون مع شركة إلي ليلي (Eli Lilly Co.) لإنتاج الأنسولين بكميات كبيرة يمكن استخدامها في العلاج. بدأ

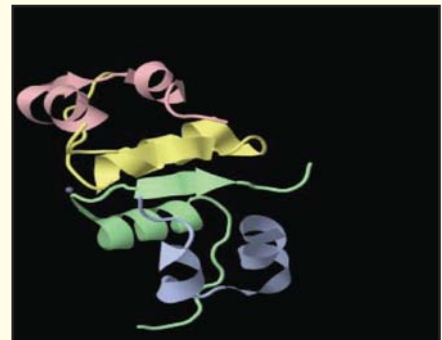
استخدامات الأنسولين في العلاج

قبل اكتشاف الأنسولين لعلاج مرض السكر، كان العلاج الوحيد المتوفر يتمثل في اتباع نظام غذائي خاص (الحمية الغذائية)، ومع زيادة عدد مرضى السكر؛ زادت الحاجة إلى إيجاد أدوية تساعد المرضى في التغلب على هذا المرض. وفي الحالات المتقدمة من المرض يصبح استخدام الأنسولين من الأمور الضرورية في العلاج، فضلاً عن أن معرفة واستيعاب المريض لدور الأنسولين في تنظيم كمية السكر في الدم يساعده في طريقة استخدامه وعلاقته بانخفاض كمية السكر في الدم؛ بعد تناول وجبة الطعام، كما يساعد المرضى والأصحاء على اتباع الخطوات الأساسية للحماية من المرض قبل حدوثه أو التعامل معه بطريقة أفضل.

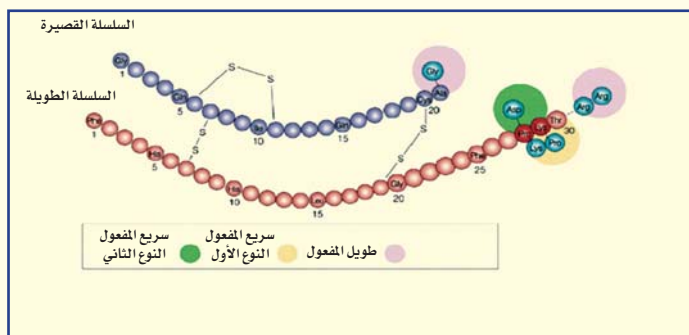
قبل أن يلجأ الأطباء إلى استخدام الأنسولين في العلاج، ينصح المرضى باستخدام أدوية مساعدة تعمل على تقليل امتصاص السكر بالجسم، إلا أنه في حالة عدم نجاح هذه الأدوية، يتم إعطاء المريض الجرعة المناسبة من النوع المناسب من الأنسولين طبقاً لحالته الصحية ونسبة السكر في دمه.

التركيب الكيميائي للأنسولين

يُعد الأنسولين أول بروتين تم التعرف على تكوينه ووزنه الجزيئي، وهو عبارة عن هرمون مكون من واحد وخمسين حمضاً أمينياً، يتشكل كل منها من سلسلتين: الأولى مكونة من ٢١



■ شكل ثلاثي الأبعاد لمركب الأنسولين.



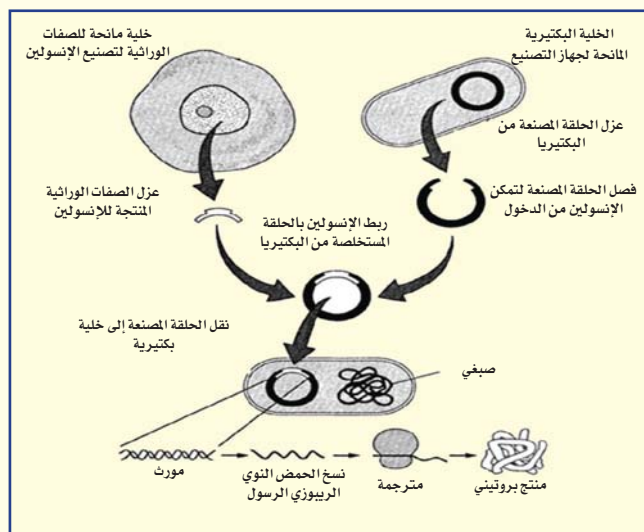
■ شكل (٢) كيفية إنتاج الأنسولين سريع المفعول، وطويل المفعول.

- الأولى: وتتم بإضافة وحدتين من الحمض الأميني Arg بعد آخر حمض أميني في السلسلة بيتا، وبذلك يزداد عدد وحدات هذه السلسلة من ٢٠ إلى ٢٢ حمضاً أمينياً، حيث يكون ترتيب هذين الحمضين الجديدين هما Arg31 و Arg32 على التوالي.

- الثانية: وتتم بإضافة الحمض الأميني Gly إلى نهاية السلسلة القصيرة ألفا- المكونة من ٢٠ حمضاً أمينياً - مكوناً الحمض الأميني رقم ٢١، شكل (٢).

المراجع:

- Tal.A (1993). Oral hypoglycemic agents in the treatment of type II diabetes. American family physician, 95-1089:(6)48.
- Treadway JL, Mendys P, Hoover DJ. (2001). Glycogen phosphorylase inhibitors for treatment of Type 2 diabetes mellitus. Expert opinion on investigational drugs; 54-439 : (3)10.
- Smith S.A. (2003). Central role of the adipocyte in the insulin-sensitising and cardiovascular risk modifying actions of the thiazolidinediones. Biochimie; :(12)85 30-1219.
- Hainer T.A. (2006). managing older adults with diabetes. Journal of the American Academy of Nurse Practitioners; 17-309:(7)18.
- Schmidt FR. (2004). Recombinant expression systems in the pharmaceutical industry. Applied microbiology and biotechnology; 72-363 :(4)65.
- Mudaliar S, Edelman SV. (2001). Insulin therapy in type 2 diabetes. Endocrinology and metabolism clinics of North America; 82-935:(4)30.



■ شكل (١) مراحل تصنيع البروتين في البكتيريا.

ويطلق على هذه التقنية (Recombinant DNA)، وهي لا تعتمد في إنتاجها على الحيوانات؛ بل على الخلايا البكتيرية. يلي ذلك تنقية المنتج من الشوائب للحصول على الإنسولين.

تتم تقنية التحوير الوراثي للخلايا البكتيرية بإضافة الصفة الوراثية للبروتين المراد تصنيعه في حلقة مشابهة للصفات الوراثية للخلية البكتيرية، ثم زراعة هذه الحلقة في البكتيريا، لتحفيزها على إنتاج البروتين المراد تصنيعه. تؤخذ الصفات الوراثية المنقولة للبكتيريا من خلايا الإنسان للحصول على نفس البروتين المصنوع بداخله، حيث تقوم البكتيريا بتصنيع الإنسولين بعد زراعة الصفات الوراثية في خلاياها، ووضعها في محاليل بيئية مناسبة. يلي ذلك استخلاص الإنسولين من البكتيريا المنتجة، وذلك بتجميعها وتكسيرها بطرق عديدة وتحت ظروف معينة للحفاظ على الإنسولين المنتج منها. يتميز الإنسولين المنتج من الخلايا البكتيرية بوفرة إنتاجه - مقارنة بالكمية المستخلصة من الحيوانات - وقلة تكلفته وجودته العالية ومطابقته للأنسولين المنتج من الإنسان العادي.

اعتمدت الشركات المصنعة - في بداية ١٩٨٠ م - هذه التقنية في إنتاج البروتينات للأغراض العلاجية، ولم يقف الأمر عند ذلك، بل ساعدت التقنية الحيوية في التعرف على الأحماض الأمينية التي تلعب دوراً أساسياً في تكوين الإنسولين، مما سهل إنتاج أنواع عديدة منه؛ لتلبية احتياجات حالات معينة من مرض السكر، شكل (١).

● أنواع جديدة من الإنسولين

سارعت الشركات المنتجة للأنسولين

إلى إنتاج أنواع جديدة منه، وذلك بتغيير تركيبة الأحماض الأمينية المكونة له. تنقسم الأنواع الجديدة من الإنسولين من حيث مدة تأثيرها إلى نوعين هما:

■ أنسولين سريع المفعول (Rapid-acting analogues):

ويبدأ تأثيره من ٥ - ١٥ دقيقة بعد تناوله، ويستمر مفعوله لمدة ثلاث إلى أربع ساعات، ويتميز بسرعة امتصاصه وسرعة تفاعله - بسبب التغييرات التي تحدث في الحمض الأميني في السلسلة بيتا - وبالتالي تعد نسبة تخفيضه السكر في الدم أسرع من الإنسولين العادي. يُعطى هذا النوع من الإنسولين بعد تناول الوجبات الغذائية لكي يساعد الجسم على خفض نسبة السكر في الدم التي تحدث عادة بعد الأكل. ينقسم الإنسولين سريع المفعول إلى تركيبتين هما:

- التركيبية الأولى: وتسمى (lispro)، وتنتج بتغيير الحمض الأميني في السلسلة B (السلسلة الطويلة) في الموقعين رقم ٢٧ و ٢٨ من (Lys-Pro) إلى (Pro-Lys)، شكل (٢).

- التركيبية الثانية: وتتكون بتغيير الحمض الأميني في نفس السلسلة في الموقع رقم ٢٨ من Pro إلى Asp.

■ الأنسولين طويل المفعول: ويبدأ تأثيره من أربع إلى ستة ساعات بعد تناوله، وتستمر فعاليته ما يقارب ٢٢ ساعة، ويتميز بقدرته على البقاء داخل جسم الإنسان، وتخفيض نسبة السكر في الدم لفترة أطول - مقارنة بالنوع الأول نسبياً - ويتم إنتاجه بطريقتين:

السعودية الأولى في التقنية الحيوية

- استشارية في التقنية الحيوية بالتعاون مع بعض العلماء من الولايات المتحدة الأمريكية وروسيا وهولندا والشرق الأوسط، وذلك في مجالات الصحة العامة والنفط والماء والبيئة.

- مؤسسه المكتب العلمي بمعهد سونوبتكس التقني (Sonoptix Technology) التابع لجامعة كمبردج البريطانية عام ٢٠٠٥م.

- باحثة في مدرسة العلوم الكيميائية والبيولوجية التابعة لجامعة إكستر البريطانية (Exeter University) وشركة شلمبرجير كمبردج لأبحاث المياه (Schlumberger Cambridge) عام ٢٠٠٤م.

- كبير باحثي التقنية الحيوية في شركة شلمبرجير كمبردج ومركز بحوث الظهران في مجال النفط عام ٢٠٠٢م.

- مُحاضرة في المدرسة الدولية للطب بجامعة كمبردج، بريطانيا في الفترة ١٩٩٦م-١٩٩٩م.

• إنجازاتها العلمية

- ابتكرت جهازاً يتتبع أثر أحد أنواع المبيدات الحشرية على دماغ الإنسان من خلال الموجات فوق الصوتية، حققت به نتائج مبهره، وقدمت من خلاله أوراقها البحثية في مؤتمر جوردن للبحوث في بوسطن بالولايات المتحدة الأمريكية عام ١٩٩٨م. كانت حينها أصغر المشاركين سناً، وحظيت ورقتها البحثية باهتمام وإعجاب بالغ من نخبة العلماء المشاركين في المؤتمر.

- دعاها مجلس العموم البريطاني عام ١٩٩٩م للانضمام إليه، لأخذ مشورتها في تطوير مناهج العلوم، ووضع آليات للحد من الهجرة للولايات المتحدة الأمريكية.

- ابتكرت عام ١٩٩٩م المجس متعدد الاستخدامات (Magnetic Acoustic Resonator Sensor - MARS)، والذي ساهم استخدامه في قياس استعداد المورثات للإصابة بمرض السكري، في رفع كفاءة القياس حتى وصلت دقته إلى ١، ٩٩٪ بعد أن كانت لا تتعدى ٢٤٪ بالمجسات الأخرى، كما أن لهذا المجس العديد من التطبيقات في الصناعات الدوائية وفحوصات الحمض النووي (DNA)، والذي يمكنه أيضاً تحديد الدواء اللازم للإنسان، كما اعتمده وكالة الفضاء الأمريكية ناسا في رحلاتها وأبحاثها رسمياً، حتى قدمت عرض مغرباً للعمل معها.

- شاركت مع الفريق البحثي بقسم العلوم الكيميائية والبيولوجية التابع لجامعة إكستر البريطانية عام ٢٠٠٤م في مشروع إدارة الصعوبات التي تواجه مصادر المياه في العالم، والذي ضم العديد من الخبراء من مختلف الدول.

- شاركت في العديد من المؤتمرات الدولية العامة والمتخصصة، كما أنها عضو في العديد من المنظمات.

• الجوائز

- حصلت مع فريقها العلمي على جائزة المركز الأول في مسابقة خطط العمل للمشاريع الاجتماعية التي أقامتها جامعة هارفارد للأعمال.

- حصلت مع فريقها العلمي على جائزة مسابقة المبادرات التي أقامها معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا MIT وذلك تقديراً لتقنياتها "التشخيص للجميع".

- تم اختيارها عام ٢٠٠٩م دون تقديم طلب أو فرز أبحاث ضمن أفضل ١٥ عالماً في مختلف المجالات من قبل منظمة (Pop Tech).

عالمنا لهذا العدد باحثة سعودية طموحة، ظهرت عليها مؤشرات النبوغ المبكر منذ الصغر، وتميزت في تحصيلها العلمي وتفوقها الدراسي، كما واجهتها العديد من العقبات لإكمال دراستها الجامعية، إلا أنها تجاوزت التحديات بالعزيمة والإصرار، لتصبح أول سعودية تحصل على درجة الدكتوراه في التقنية الحيوية، وقد أبدعت في مجال دراستها ومشاركاتها العلمية العديدة حول العالم، والتي شرفت الوطن في مناسبات عديدة، وأصبح العلماء من مختلف دول العالم يستفيدون من اختراعاتها وأبحاثها.

• الاسم : حياة بنت سليمان سنيدي

• الجنسية : سعودية

• التعليم

- تلقت تعليمها العام في المملكة العربية السعودية، اتجهت بعدها لدراسة الطب في جامعة الملك عبدالعزيز بجدة، لكن رغبتها كانت في دراسة علم الأدوية، ولأنها لم تجد قسماً يختص بهذا العلم، قررت السفر إلى بريطانيا.

- حصلت على البكالوريوس في علم الأدوية مع مرتبة الشرف عام ١٩٩٥م من كلية كينجز (King's College) في بريطانيا.

- نالت درجتي الماجستير والدكتوراه من معهد التقنية الحيوية التابع لجامعة كمبردج (University of Cambridge) في بريطانيا عام ٢٠٠٠م، وقد ضمت رسالة الدكتوراه التي أنجزتها خمس رسائل في رسالة واحدة؛ نظراً لما حملته من تشعب في مجالات علمية عديدة وتخصصات مختلفة، وقد كانت الرسالة بعنوان «دراسات متقدمة في أدوات القياس الكهرومغناطيسية والصوتية».

• أعمالها

- تعمل حالياً كباحث زائر في قسم الكيمياء والتقنية الحيوية التابع لجامعة هارفارد (Harvard University) في بوسطن بالولايات المتحدة الأمريكية منذ عام ٢٠٠٦م، والذي يُعنى بتقنية المجسات في التطبيقات السريرية، إضافة إلى التقنية الحيوية والوقود الحيوي.

عرض كتاب

ثورة الهندسة الوراثية

عرض: سند السبعي

والتشخيص والفحص الوراثي، مؤكداً أن الهندسة الوراثية البشرية خطت خطوات واسعة، قدمت خلالها حصداً علمياً فريداً تمكنت خلاله من إزالة الهموم والمرض عن ملايين البشر، وفتحت بذلك آفاقاً جديدة في طرق العلاج والتشخيص. وقد أشار المؤلف في هذا الفصل إلى أن المورثات لها وظيفتان، هما: إنتاج مواد لاستمرار حياة الخلايا، وإنتاج مواد تلزم الجسم، مثل: الإنسولين والهرمونات المختلفة. وأشار أيضاً إلى أنه يمكن إرجاع حدوث مرض معين إلى وجود خلل في وظيفة مورث معين. كما تطرق المؤلف إلى: أساليب العلاج الوراثي، وأنظمة نقلها، وآلية تطبيقها، والاختبارات الوراثية التي يمكن من خلالها التنبؤ بصحة المريض.

تطرق المؤلف في الفصل الثاني إلى الاستنساخ الحيوي البشري، حيث أوضح أن الكائنات الحية تتكاثر بطريقتين، هما: التكاثر الجنسي، والتكاثر اللاجنسي. وطريقة أخرى غير طبيعية تسمى بالإخصاب خارج الرحم. وتابع المؤلف حديثه عن الاستنساخ مشيراً إلى أنه عبارة عن نسخ صورة طبق الأصل من الكائن الحي، بحيث يكون الإخصاب ذاتياً في صورة من صور التكاثر اللاجنسي فيما يسمى بالتوالد البكري أو العذري. ثم تحدث عن الإخصاب والتكاثر الطبيعي في الإنسان، وسرد بعض الحكايات عن الاستنساخ، ليختم هذا الفصل بالتساؤل: هل يعد نسخ صورة طبق الأصل من الإنسان خلقاً؟ ليجيب بأن الاستنساخ ليس خلقاً، ولكنه مجرد تحول الكائن الحي من تكاثر جنسي إلى لا جنسي.

تطرق المؤلف في الفصل الثالث للحديث عن استخدام الحيوانات لإنتاج قطع غيار للأعضاء البشرية. وأشار إلى أن عمليات نقل الأعضاء وصعوبة الحصول على مانح للأعضاء والتبرع بالدم البشري من القضايا التي شغلت العلماء لسنوات عديدة، وقد أسفرت التجارب عن إمكانية تخليق الأنسجة التعويضية اللازمة للعمليات الجراحية، وتحويل الحيوانات إلى مصادر لقطع غيار لأعضاء البشر التالفة والمريضة.

تناول المؤلف في الفصل الرابع، قهر مورثات الشيخوخة، وأشار إلى أن أبحاث الهندسة الوراثية

وتطورها. تطرق المؤلف بعد ذلك إلى الحديث عن إنجازات الهندسة الوراثية.

خصص المؤلف الباب الثاني لأساليب الهندسة الوراثية، وقسمه إلى ثلاثة فصول، تحدث في الفصل الأول عن بنك التراكيب والأطعم الوراثية، وذكر أن هناك العديد من التراكيب الوراثية مثل الموارد النباتية والحيوانية والسمكية، والتي تعد أمراً حاسماً بالنسبة للأمن الغذائي والتوازن البيئي، وأشار إلى أن هذا المخزون اضمحل خلال السنوات الأخيرة في كافة أنحاء العالم لأسباب اقتصادية واجتماعية وسياسية، بسبب الإفراط في استخدامها واستغلالها من جانب نسبة ضئيلة وغنية من شعوب العالم، أو تعرضها للآثار المدمرة التي تحدثها الشعوب الفقيرة والجائعة من أجل البقاء والعيش. ولأجل ذلك فقد عمدت بعض الدول إلى إنشاء بنوك وراثية خاصة لحفظ المصادر الوراثية في النباتات والحيوانات والأسماك للمحافظة عليها والاستفادة منها اقتصادياً؛ مما يحسن ويطور من الإنتاج الزراعي والحيواني والنباتي واثراء التنوع الحيوي والتحسين البيئي.

تحدث المؤلف في الفصل الثاني عن الكائنات المعدلة وراثياً، وأكد أن هذه العملية تتمثل في البحث عن المورثات التي تحمل الصفات الوراثية المرغوبة، ومن ثم عزلها ونقلها إلى كائنات مختلفة، ثم دراسة قدرتها على التعبير والاتحاد والثبات في الكائن الجديد، وفي ختام هذا الفصل عرّف المؤلف كلاً من الحمض النووي الريبوزي، والحمض النووي الريبوزي منقوص الأكسجين.

تطرق المؤلف في الفصل الثالث إلى تقنية الليزر: حيث أوضح أنها تلعب دوراً حيوياً في العمليات الجراحية الوراثية، عن طريق استحداث طرق جديدة للتحكم الوراثي في الخلايا والأنسجة النباتية والعضيات سواءً في عمليات عزل ونقل المورثات، أو التهجين الجسدي.

خصص المؤلف الباب الثالث للحديث عن الهندسة الوراثية البشرية، وقسمه إلى خمسة فصول، حيث تحدث في الفصل الأول عن تقنية العلاج

صدر هذا الكتاب عن مؤسسة الكويت للتقدم العلمي عام ١٩٩٩م، وقام بتأليفه الدكتور: وجدي عبدالفتاح سواحل. يقع الكتاب في ٢٠٥ صفحة من الحجم المتوسط. ويضم بين دفتيه سبعة أبواب بالإضافة إلى الفهارس، وقائمة المراجع، والخاتمة ونبذة عن المؤلف.

أستهل الكتاب بمقدمة من المؤلف ذكر فيها أن هناك ثلاث ثورات تعرض لها البشر، بدأت بعصر الميكنة، ومرورا بعصر الأتوماتيكية، وانتهاءً بعصر التقانة المتقدمة، وهي الثورة الخطيرة التي ستفرض السيادة العسكرية والاقتصادية والسياسية للدول التي تحترق مقوماتها ومعطياتها. تتمثل الثورة التقنية الثالثة في عدد من المجالات العلمية، مثل: الفضاء والطيران، والاتصالات، وأشار المؤلف في المقدمة إلى أن العلماء يرون أن ما نعيشه حالياً ما هو إلا بوادر بيولوجية تعتمد على التقنية الحيوية والهندسة الوراثية، والتي نجح من خلالها العلماء في التحكم في مادة الحياة وهي المورثات، وبالتالي التحكم في الصفات الوراثية للكائنات الحية، ثم عرّف المؤلف التقنية الحيوية بأنها التعديل والتحسين التقني للكائنات الحية باستخدام وسائل حيوية مثل الكائنات الحية الدقيقة. أما الهندسة الوراثية فعرّفها بأنها القدرة على عزل مورث من كائن حي ونقله إلى آخر لتخليق نباتات وحيوانات مهجنة وراثياً.

تناول المؤلف في الباب الأول منشأ وتطور الهندسة الوراثية وإنجازاتها، وأشار إلى أن الهندسة الوراثية جاءت كمحصلة طبيعية لثورتين علميتين، هما: اكتشاف العلماء الحمض النووي (D.N.A)، شكله وتركيبه الكيميائي وأنه هو المادة الوراثية، والأخرى ثورة اكتشاف أنزيمات التحديد (Restriction enzymes) التي تقوم بقص ال (D.N.A) في مواقع محددة.

تلا ذلك اكتشاف أسرار الشفرة الوراثية، وتعرف بتتابع القواعد النيتروجينية، والتي تقوم بتخزين المعلومات الوراثية في مورثات الخلية لتكون بذلك مسؤولة عن حياة الكائن الحي من الولادة إلى الممات. ثم سرد المؤلف أهم القفزات والاكتشافات والثورات العلمية التي كان لها الفضل في منشأ الهندسة الوراثية

المنتجات الطبيعية، وأكد الحاجة إلى تطبيق الهندسة الوراثية على الكائنات البحرية للحصول على سلالات مهجنة وراثياً يمكن من خلالها تصنيع الغذاء، وإنتاج المستحضرات الطبية، ثم قسّم أساليب التقنية الحيوية المستخدمة في الكائنات البحرية إلى قسمين، هما: التقنية التقليدية، والأخرى التقنية الحيوية الحديثة. ثم تطرق إلى التحكم الوراثي في الكائنات البحرية، وخاصة في بعض الأسماك، مثل: السلمون، السمك الذهبي، بالإضافة إلى الصدفيات والقشريات والطحالب البحرية.

تناول المؤلف في الباب السابع والأخير مخاطر الهندسة الوراثية في فصلين، خصص الفصل الأول لحرب ميكروبات الهندسة الوراثية، وأوضح أنه بعد أن تجاوزت الهندسة الوراثية التجارب إلى التطبيق، أثبتت أنها سلاح ذو حدين في يد الإنسان، يستطيع بها حل كثير من المشكلات الزراعية والصناعية والبيئية والطبية، وفي نفس الوقت يستطيع الانتقاف نحو الاستعمال غير الإيجابي الذي يحمل الموت والدمار. ثم تحدث عن الحرب الجرثومية التقليدية وقسّمها إلى أربع مجموعات: فيروسية، ريكتسية، بكتيرية، فطرية، ثم عقد مقارنة أوضحت خطورة الأسلحة الجرثومية مقارنة بالأسلحة النووية والكيميائية.

ختم هذا الفصل بالسفن الوراثية الدقيقة والتي تعتمد فكرتها على نفس نظرية عمل الرادارات، حيث تقوم برصد الكائنات الدقيقة التي تستخدم في الحروب البيولوجية.

خصص المؤلف الفصل الثاني والأخير من هذا الباب لحرب التراكيب الوراثية والأطعم الوراثية، حيث أوضح من خلاله اشتداد المنافسة بين الدول لامتلاك تقنيات الهندسة الوراثية، وبالتالي الحصول على التراكيب الوراثية المتميزة من المصادر النباتية والحيوانية والقادرة على تحقيق التفوق الاقتصادي، ثم سرد مجموعة من النباتات التي تم جمعها في الدول الفقيرة من قبل الدول المتقدمة، وتحدث فيها عن معركة التراكيب الوراثية بعد أن استوفت الدول المتقدمة احتياجاتها من التراكيب الوراثية؛ ولذلك فإن على دول العالم الثالث أن تستيقظ من غفلتها، وذلك بوضع الاستراتيجيات والبرامج الهادفة إلى المحافظة على باقي كنوزها من الأصول الوراثية.

يعد هذا الكتاب من الكتب المتميزة في التقنية الوراثية من حيث محتواه العلمي، وأسلوبه السهل وتسلسل أبوابه وأفكاره، وتوضيحه للمصطلحات، مما يجعل القارئ يستفيد منه مهما كان مستواه العلمي.

عن أساليب التقنية الحيوية، وقدم سرداً تاريخياً لبعض إنجازات التقنية الحيوانية في الحيوان.

تناول المؤلف في الباب الخامس الهندسة الوراثية النباتية، وقسمه إلى فصلين: تحدث في الفصل الأول عن الاستنساخ النباتي، وأوضح أن فكرة تقنية مزارع الخلايا والأنسجة النباتية التي يعتمد عليها الاستنساخ الحيوي، قد تم أخذها من الطبيعة كتقليد للتكاثر الخضري، الذي يحدث في كثير من النباتات، وينتج عن استنساخ نبتة الأم نفسها، ثم عدّ الفوائد الاقتصادية لاستخدام هذه التقنية.

تحدث المؤلف في الفصل الثاني عن نبات الأنايب وتقنية المورثات، وأوضح أن الدافع الأكبر في التوجه نحو هذه التقنيات في المجال الزراعي، هو الرغبة في زيادة معدل إنتاج الغذاء لتغطية الزيادة السكانية، وبالتالي لابد من الاستفادة من الأدوات الممكنة والمتاحة لمواجهة المشكلات التي نعيشها.

قسم المؤلف النظم الزراعية القديمة إلى أربعة أقسام هي: الزراعة التقليدية، والبيوت المحمية، والزراعة المتكاملة، والزراعة العضوية. ثم عرج في الحديث عن نبات الأنايب، حيث أوضح أنه من الممكن لخلية نباتية أو مجموعة من الخلايا أن تنمو على بيئات غذائية صناعية داخل أنبوبة، لتعطي نسيجا من الخلايا المنقسمة. كما أكد أن هناك تشابهاً بين نبات الأنايب وأطفال الأنايب يتمثل في أن كلا منهما تتم مرحلته الأولى في أنايب الاختبار، ولكن الاختلاف يكمن في أن طفل الأنايب هو عملية إخصاب جنسي، بينما نبات الأنايب هو عملية إكثار خضري. ثم تطرق إلى تقنيات المورثات المستخدمة. وختم هذا الباب بسرد بعض إنجازات نبات الأنايب.

أفرد المؤلف الباب السادس للهندسة الوراثية في الأحياء البحرية، حيث تحدث في البداية عن أهمية الكائنات البحرية، كمصدر لمجموعة واسعة من

نشطت في السنوات الأخيرة لوقف ظاهرة الشيخوخة، ومحاولة القضاء على الأمراض التي تصاحبها، وذكر بعض النظريات التي فسرت الأساس الوراثي للشيخوخة، ثم عرض الأساليب الوراثية لعلاج مظاهر الشيخوخة، والتي تعتمد على نقل المورث المسؤول عن التخلص من الجذور الطليقة أو تصنيع البروتين أو الهرمون الذي تنتجه المورثات المعطلة.

تطرق المؤلف في الفصل الخامس إلى تقنية الطب الشرعي الوراثي، وأشار إلى أن تقنية تطويع المورثات ساهمت في حسم كثير من القضايا الغامضة، وذلك عندما اكتشف العالم اليك جيفرسون طلاس المورثات ليصل إلى ما يسمى بالبصمة الوراثية، والتي تعتمد على الاختلافات في تتابعات القواعد النيتروجينية على شريط الحمض النووي الوراثي، وينفرد فيها كل شخص تماماً، وتورث للطفل مناصفة بين والديه، وبالتالي يمكن الاعتماد عليها كدليل جنائي في قضايا الاغتصاب أو السرقة أو النسب وغيرها.

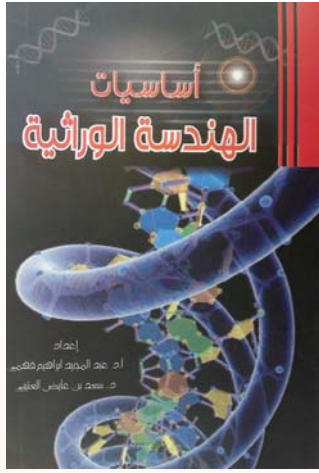
خصص المؤلف الباب الرابع للحديث عن الهندسة الوراثية الحيوانية، وقسّمه إلى فصلين، حيث تحدث في الفصل الأول عن الاستنساخ الحيواني، وأشار إلى أن تقنية الاستنساخ الحيواني تعتمد على إخصاب البويضات عن طريق استبدال النواة من البويضة غير المخصبة بنواة جديدة من أي خلية جسدية لأي كائن حي، يمتلك نفس العدد من الصغيات الموجودة في البويضة غير المخصبة، وبذلك تصبح هذه البويضة شبيهة بالبويضة المخصبة، وتبدأ في الانقسام، فيما عدا أنها تتلقى أوامرها من النواة الجديدة. وأوضح أن أهمية الاستنساخ الحيواني تتمثل في إكثار الحيوانات النادرة والمهددة بالانقراض.

تحدث المؤلف في الفصل الثاني عن الهندسة الوراثية لحيوانات الأنايب، وأكد أن الهندسة الوراثية التتطت حيوانات الأنايب لتكون طريقها نحو عالم الإنتاج الحيواني، وذلك بتغيير ونقل وعزل المورثات في الماشية لتحسين النسل وزيادة اللحم والألبان، وفي الأغنام لزيادة الصوف. تبعها خطوات متلاحقة أجريت على مزيد من الحيوانات لإعادة برمجة وحداتها الوراثية، بغرض تغيير مواصفاتها أو علاجها ابتغاء منع انقراضها، وأشار المؤلف إلى أن الأطباء البيطريين كانوا من أوائل من تعاملوا مع الإخصاب بواسطة أنابيب الاختبار، ليس لتمكين الحيوان العقيم من الإنجاب كما في البشر، ولكن بهدف تحسين السلالات والحصول على أجناس أكثر صحة وإنتاجاً للحوم والألبان، واستيراد حيوانات متفوقة في الصفات والخصائص الوراثية. ثم ختم هذا الفصل بالحديث



كتب صدرت حديثاً

أساسيات الهندسة الوراثية



صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤٢٩هـ/٢٠٠٨م عن دار الوفاء لندنيا الطباعة والنشر، وقام بإعداده كل من د. عبدالمجيد إبراهيم فهمي ود. سعد بن عايض العتيبي. تبلغ عدد صفحات الكتاب ٢٧١ صفحة من القطع المتوسط، ويحتوي- بالإضافة إلى الأشكال - على سبعة

أبواب كالتالي: الأسس التاريخية و البيولوجية لنشأة علم الهندسة الوراثية، والإنزيمات المستخدمة في مجال الهندسة الوراثية، وناقلات الدنا (DNA)، و عملية تكوين مكتبة الجينات للدنا الجينومي والدنا المكمل، والتكنيكات المستخدمة في تحليل الجينات ونواتجها، وتطبيقات على الهندسة الوراثية، والأمان الحيوي لتقنيات ومنتجات الهندسة الوراثية.

علم الأحياء الدقيقة للمهن الصحية



صدرت الطبعة الثانية من هذا الكتاب عام ١٤٢٩هـ/٢٠٠٨م عن النشر العلمي والمطابع- جامعة الملك سعود، وهو من تأليف كل من إليزابيث فونج، و ألفيرا ب. فيرس، وقام بترجمته إلى اللغة العربية د. علي حسن عبدالرحمن بهكلي.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٥٢٨ صفحة من القطع المتوسط، ويحتوي- بالإضافة إلى الجداول والأشكال والملاحق- على ستة أبواب كالتالي: عالم الأحياء الدقيقة، وتركيب البكتيريا وسلوكها، والعدوى والمناعة، وطرق تدمير البكتيريا، والتحكم البيئي في البكتيريا، وتقويم الرعاية الصحية.

الأجنة التجريبي



صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب عام ١٤٢٩هـ/٢٠٠٨م عن النشر العلمي والمطابع- جامعة الملك سعود، وقام بتأليفه كل من د. أحمد راشد الحميدي، ود. صالح عبدالعزيز الكريم.

تبلغ عدد صفحات الكتاب ٢٠٥ صفحة من القطع المتوسط، ويحتوي - بالإضافة إلى الأشكال والمراجع، وكشاف الموضوعات - على ثلاثة عشر فصلاً كالتالي: المقدمة وملحة تاريخية، والتحديد والتمايز الخلوي والجيني، والتجدد، والتشوهات الخلقية، والخلايا الجينية والخلايا السرطانية، وزراعة الأنسجة والخلايا الجينية، والتكاثر العذري، والتلقيح الاصطناعي والإخصاب الخارجي (في الطبقة)، وإنتاج التوائم المتشابهة (المتطابقة)، والاستساح، ودمج الأجنة، وتقنية حفظ الأجنة بالتجميد، والخلايا الجذعية.

مصطلحات علمية



تستطيع التعرف على المنطقة التي سوف يبدأ منها التكاثر.

إنزيمات القطع الداخلية

Restriction Endonucleases

إنزيمات تتعرف على تتابعات محددة من الدنا وتقطعها من الداخل في مناطق محددة، لتعطي قطع من الدنا تستخدم على نطاق واسع في الهندسة الوراثية.

أنزيمات القطع

Restriction Enzymes

إنزيمات متخصصة تجزئ الدنا إلى قطع مختلفة الطول، ولكنها تقطع دائماً عند مواقع محددة وثابتة ومعلومة التسلسل النيوكليوتيدي، وكل أنزيم ينفرد بموقع قطع خاصة به.

تنوع أطوال المادة الوراثية المجزأة

Restriction Fragment Length Polymorphism (RFLP)

قطعة من الدنا محصورة الطول عديدة التشكل ذات تسلسل نيوكليوتيدي يتراوح بين ٨ إلى ٩٠ نيوكليوتيدة، وتكرر بشكل متتابع آلاف المرات، ويختلف من فرد إلى آخر ويتم تقطيعها بإنزيمات القطع المتخصصة.

تقنية طبعة سازورن

Southern Blot

نقل الدنا من على هلام الأجاروز إلى غشاء النيتروسيليلوز أو النايلون، وقد سميت باسم العالم الذي اكتشفها عام ١٩٧٥م.

المتكررات المترادفة مختلفة العدد

Variable Number of Tandem

Repeats (VNTRs)

جزء من الدنا ذات تسلسل نيوكليوتيدي يتراوح بين ١٠ إلى ١٠٠ نيوكليوتيدة وتكرر بشكل متتابع آلاف المرات، ويختلف من فرد إلى آخر وهي ما يعرف أيضاً بالقطع محصورة الطول عديدة التشكل.

تقنية ويسترن

Western Blot

نقل البروتين من على هلام الأكريلاميد إلى غشاء النيتروسيليلوز.

الرحلان الكهربائي الهلامي

Gel Electrophoresis

فصل الجزيئات الحيوية مثل جزيئات البروتين أو الدنا عبر مادة هلامية مثل مادة الأجاروز (Agarose) أو الأكريلاميد (Acrylamide) باستخدام التيار الكهربائي.

الاستئصال الوراثي

استئصال على مستوى المورثات تستخدم فيه إنزيمات القطع لقطع مورث أو أكثر من الدنا والناقل الوراثي، ثم يعاد ربطهما بإنزيم الربط، ويتبع ذلك مضاعفة المورث داخل الخلية البكتيرية (التحول البكتيري). ويتم بهذه التقنية إنتاج الأنسولين، وإنتاج نباتات محورة وراثياً تتحمل الظروف غير الملائمة.

المكتبة الوراثية

مصطلح لوصف تجميع قطع الدنا المشتقة من مورث أي كائن حي ومحمولة على نواقل وراثية.

هرمون الانسولين

أول بروتين تم التعرف على تكوينه ووزنه الجزيئي. وهو هرمون مكون من واحد وخمسين حمضاً أمينياً على شكل سلسلتين.

التتابع الدقيقة

تسلسل نيوكليوتيدي يتراوح بين ٤ إلى ٦ نيوكليوتيدات، لكنه يتكرر بشكل متتابع آلاف المرات.

التتابع المتوسطة

تسلسل نيوكليوتيدي يتراوح بين ٨ إلى ٩٠ نيوكليوتيدة، لكنه يتكرر بشكل متتابع آلاف المرات.

تقنية طبعة نورثرن

Northern Blot

نقل الرنا من على هلام الأجاروز إلى غشاء النايلون.

البادئ

Primer

قطعة قصيرة جداً من الدنا المفرد (Single-Stranded) في حدود ٦-٢٠ نيوكليوتيدة

Bioethics

التأكد من اتباع القوانين والتنظيمات وكيفية المحافظة على احترام وحماية الفرد قبل إجراء البحوث الحيوية.

Biosafety

المحافظة على ظروف آمنة في البحوث الحيوية لمنع وقوع ضرر على الباحثين، والكائنات الأخرى والبيئة.

DNA Amplification

تضخيم الدنا يتم فيها إكثار كمية الدنا في المختبر باستخدام جهاز تفاعل البلمرة المتسلسل.

DNA Fingerprint

بصمة الدنا اختلاف في تسلسل نيوكليوتيدات جزيء الدنا من فرد إلى آخر.

DNA Satellites

توابع الدنا قطع صغيرة من الدنا تختلف في تسلسلها النيوكليوتيدي، ولكنها تتكرر بشكل متتابع آلاف المرات، وتوجد في مناطق السنتروميترات وأطراف الصبغيات.

Drug Delivery

التوصيل الحيوي للدواء وسيلة لإدخال المواد العلاجية إلى الجسم لتحسين فعاليتها وسلامتها من خلال التحكم في كميتها ومكان انبعاثها في الجسم ووقت انبعاث هذه المواد في الجسم.

الرحلان الكهربائي

عملية فصل الجزيئات الحيوية - مثل جزيء الدنا - باستخدام التيار الكهربائي عبر وسائط متبلورة أو هلامية بناءً على شحناتها الكهربائية وأوزانها الجزيئية.

الاستئصال الجيني

Embryological Cloning

استئصال على مستوى الخلايا الجسدية البالغة بما تحتوي من مورثات وإعادة برمجة لخلايا جنينية لها القدرة على الانقسام والتشكل، وقد تم بهذه التقنية استئصال النعجة «دولي».

Fingerprints

بصمات الأصابع اختلاف في التجمعات الجلدية لأصابع الإنسان من فرد إلى آخر.

مساحة
للتفكير

مسابقة العدد

المسافة بين المنزل والعمل

وصل الأب من عمله إلى بيته متأخراً عن الوقت المعتاد، فاستقبلته ابنته وسألته لماذا تأخرت يا أبي؟ لقد شغلتنى عليك، وعندما جلسوا لتناول الغداء سألته، كم يبعد مكان عملك عن منزلنا؟ فأجابها بشكل يختبر ذكائها قائلاً: لوزدت سرعتي عن السرعة المعتادة بمقدار ٦ كيلومتر لنقص الوقت اللازم للوصول إلى المنزل خمس دقائق، ولو نقصت سرعتي عن السرعة المعتادة بمقدار ٥ كيلومتر لتأخر وصولي إلى المنزل عن الوقت المعتاد ٦ دقائق، وبعد تفكير عميق قالت: لقد عرفت المسافة وسرعتك المعتادة.

هل تستطيع معرفة المسافة بين عمل الأب ومنزله؟ وسرعتة الاعتيادية؟

أعزاءنا القراء

إذا استطعتم معرفة الإجابة على مسابقة « المسافة بين المنزل والعمل » فأرسلوا إجاباتكم على عنوان المجلة مع التقيد بما يأتي:

١- ترفق طريقة الحل مع الإجابة.

٢- تكتب الإجابة وطريقة الحل بشكل واضح ومقروء

٣- يوضع عنوان المرسل كاملاً مع ذكر رقم الاتصال هاتف، فاكس، بريد إلكتروني

سوف يتم السحب على الإجابات الصحيحة التي تحتوي على طريقة الحل، وسيمنح ثلاثة منهم جوائز قيمة، كما سيتم

نشر أسمائهم مع الحل في العدد المقبل إن شاء الله تعالى.

حل مسابقة العدد السابق

عدد الإطارات

- يتمثل حل هذا السؤال في عملية تبديل الإطارات من آن لآخر، وذلك كما يلي:
- أولاً: للحصول على عدد الإطارات اللازمة تقوم بضرب مسافة الرحلة بعدد الإطارات المستخدمة في نفس الوقت وهو أربعة ثم تقسمه على العمر الافتراضي للإطار ويساوي تسعة إطارات، وبذلك سنحتاج إلى خمسة إطارات إضافية نضع عليها الأرقام من واحد إلى خمسة.
- ثانياً: يسير بالسيارة مسافة ١٢٠٠٠ كيلومتر بإطارات السيارة الأصلية، وبالتالي تكون وصلت إلى عمرها الافتراضي، ولذا نستبدل جميع الإطارات السابقة بالإطارات من ١-٤.
- ثالثاً: عندما تقطع مسافة ٣٠٠٠ كيلومتر يستبدل الإطار رقم (١) رابعاً: عندما تقطع السيارة مسافة ٣٠٠٠ كيلومتر يستبدل الإطار رقم (٢) خامساً: عندما تقطع السيارة مسافة ٣٠٠٠ كيلومتر يستبدل الإطار رقم (٣) بالإطار رقم (٢). سادساً: عندما تقطع السيارة مسافة ٣٠٠٠ كيلومتر يستبدل الإطار رقم (٤) بالإطار رقم (٣). سابعاً: عندما تقطع السيارة ٣٠٠٠ كيلومتر تكون السيارة أكملت الرحلة بأقل عدد من الإطارات وهو تسعة فقط، ولم يتجاوز أي من الإطارات العمر الافتراضي له.

أعضاء القراء

تلقت المجلة العديد من الرسائل التي تحمل مسابقة العدد السابق، وقد تم استبعاد جميع الحلول التي لم تستوف شروط المسابقة، وكذلك الرسائل التي وصلت متأخرة عن الموعد المحدد. وبعد فرز الحلول وإجراء القرعة على الحلول الصحيحة فاز كل من:

١- مصعب محمد علي / الرياض

٢- محمد أمين مصطفى / الأردن / عمان

٣- محمد إبراهيم زايد / الرياض

ويسعدنا أن نقدم للفائزين هدايا قيمة، سيتم إرسالها لهم على عناوينهم، كما نتمنى لمن لم يحالفهم الحظ، حظاً وافراً في مسابقات الأعداد القادمة.

كيف تعمل الأشياء؟

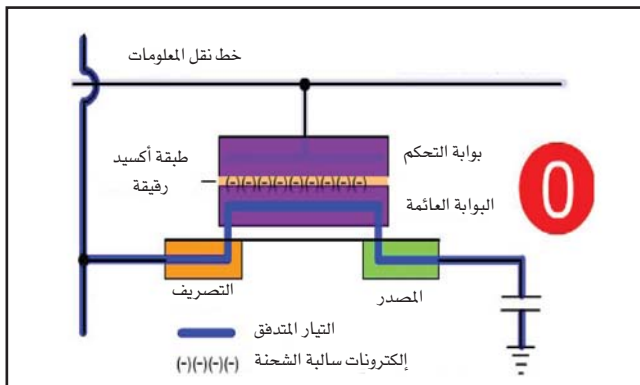
ذاكرة الفلاش



أ. حاتم صالح الأحمدى

القيمة إلى (٠) أي صفر، يجب القيام بعملية تسمى نفق فولر - نورديم (Fowler-Nordheim Tunneling)، المستخدمة لتغيير مكان الإلكترونات في البوابة العائمة، حيث يتطلب وجود شحنة كهربائية عليها - تتراوح ما بين ١٠ إلى ١٣ فولت - تأتي من العمود وتدخل إلى البوابة العائمة، ومن ثم يتم تصريفها إلى باطن الأرض.

تعمل هذه الشحنة على جعل البوابة العائمة مثل بندقية الإلكترونات، حيث تدفع بالإلكترونات المثارة ليتم التقاطها من الجانب الآخر لطبقة الأكسيد الرقيقة، معطيةً لتلك الإلكترونات الشحنة السالبة، والتي تعمل كحاجز بين البوابتين. يتم حساب مقدار الشحنة التي عبرت من البوابة باستخدام مجسات خاصة لتلك الخلية، فإذا كان مقدار التدفق أكبر من ٥٠٪ تسجل الخلية القيمة (١)، أما إذا كان مقدار التدفق أقل من ذلك فإن الخلية تسجل القيمة (٠)، وفي حالة كون ذاكرة الفلاش فارغة تماماً فإن الخلايا جميعها تسجل القيمة (١).



■ مخطط يوضح الحالة (٠) ويظهر فيها الترانزستور وبينهما طبقة من الأكسيد.

تنتشر ذاكرة الفلاش (Flash Memory) بين مستخدمي أجهزة الحاسوب، وفي أغلب أجهزة الوسائط الرقمية، كالهواتف المحمولة، والكاميرات الرقمية، وأجهزة ألعاب الفيديو، والطابعات، علاوةً على نقلها للبيانات والمعلومات من جهاز إلى آخر، وأصبحت في عصرنا الحالي ذلك المكان الآمن الذي تُحفظ فيه الملفات والمعلومات المهمة داخل جيوبنا وفي أي مكان نذهب إليه.

تعد ذاكرة الفلاش ذاكرة إلكترونية أقرب ما تُصنّف في استخدامها إلى القرص الصلب أكثر من تصنيفها كذاكرة الوصول العشوائي RAM، وهي ذاكرة من النوع الصلب لعدم وجود أي أجزاء داخلية تتحرك حركة ميكانيكية، بل هي حركة إلكترونية بحتة.

أنواع ذاكرة الفلاش

- هناك عدة أنواع لذاكرة الفلاش المستخدمة حالياً، هي كالتالي:
- ذاكرة الحاسب الداخلية (BIOS).
 - ذاكرة الفلاش المدمجة (Compact Flash)، وتُستخدم غالباً في الكاميرات الرقمية.
 - ذاكرة الوسائط الذكية (Smart Media)، كالمستخدمة في أجهزة الهواتف المحمولة.
 - بطاقة أو كرت الذاكرة (Stick Memory)، ويستخدم أيضاً في الكاميرات الرقمية.
 - ذاكرة أجهزة الكمبيوتر الشخصية (PCMCIA)، مثل تلك التي تستخدم في أجهزة الكمبيوتر المحمولة.
 - بطاقة ذاكرة أجهزة ألعاب الفيديو.

أساسيات ذاكرة الفلاش

تستخدم ذاكرة الفلاش للقراءة فقط، وهي شريحة ذاكرة مقروءة برمجياً، ويمكن في الوقت ذاته مسحها إلكترونياً، ويرمز لها بالرمز EEPROM) اختصاراً لـ Electrically Erasable Programmable (Read Only Memory)، وتتكون من مصفوفة بها مجموعة من الأعمدة والصنوف مع خلية تحتوي على اثنين من الترانزستورات - في كل تقاطع مفصولة عن بعضهما البعض بواسطة طبقة رقيقة من الأكسيد. يُعرف أحد هذه الترانزستورات باسم البوابة العائمة (Floating Gate)، بينما يطلق على الآخر مسمى بوابة التحكم (Control Gate)، والتي من خلالها ترتبط البوابة العائمة بالصف ويخط نقل المعلومات (Word Line). وما دام هذا الارتباط ثابت في مكانه تكون قيمة الخلية وقتها (١) أي واحد، ولتغيير



■ ذاكرة الفلاش المدمجة.

لها قدرة عالية على زيادة السرعة وبأداء موثوق، ولكن في الوقت نفسه تعتبر أقل صلابة من بطاقات الذاكرة الأخرى.

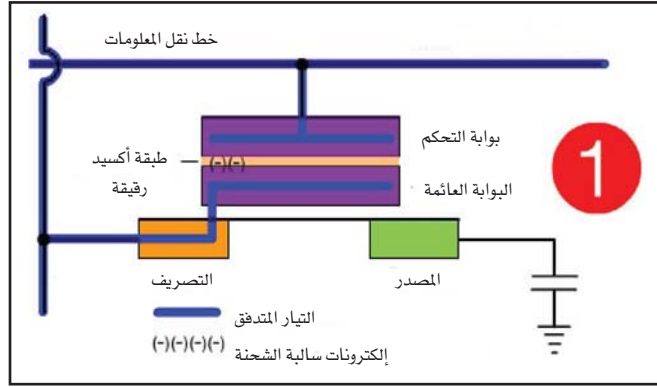
تم تطوير ذاكرة الوسائط الذكية إلى ذاكرة تتمتع بسعة تخزين أكبر - تصل إلى ١٠٠ غيغابايت - تسمى ذاكرة الفلاش المدمجة (Compact Flash)، وهي تختلف عن ذاكرة الوسائط الذكية في أنها أكثر سماكة، وأنها تحتوي على شرائح تحكم، حيث تتكون من لوحة لدائنة كهربائية صغيرة مع شريحة تحكم مغطاة بغلاف صديقي سميك، ولا تتجاوز أبعادها ٤٣ ملم عرضاً و٣٦ ملم طويلاً. أما بالنسبة لسماكتها فهناك نوعان منها: النوع الأول تبلغ سماكته ٣،٢ ملم، والنوع الثاني تكون سماكته ٥،٥ ملم، حيث إن زيادة السمك تتيح زيادة سعة التخزين في الذاكرة.

معايير ذاكرة الفلاش

تلتزم كلا من ذاكرة الفلاش المدمجة، وذاكرة الوسائط الذكية، وذاكرة أجهزة الكمبيوتر الشخصية، وكرت الذاكرة بالمعايير التي وضعتها الرابطة الدولية للبطاقات أجهزة الحاسب الشخصية، وبسبب هذه المعايير فإنه من السهل استخدام هذه الأنواع على جميع الأجهزة، سواء كان ذلك عن طريق منفذ الناقل التسلسلي العالمي (USB) والذي يتوفر في أغلب الأجهزة، أو عن طريق منفذ بطاقات ذاكرة أجهزة الحاسب الشخصية (PCMCIA).

المراجع

- <http://electronics.howstuffworks.com/flash-memory.html>
http://en.wikipedia.org/wiki/Flash_memory
<http://www.google.com>



■ مخطط يوضح الحالة (١) ويلاحظ تدفق التيار الكهربائي عبر خط نقل المعلومات.

يمكن إرجاع الإلكترونات الموجودة على الخلايا إلى وضعها الطبيعي بتطبيق مجال كهربائي يكون أعلى من جهد الشحنة، حيث تستخدم ذاكرة الفلاش طريقة الأسلاك الدائرية؛ لتطبيق هذا المجال على الشريحة ككل، وإلى أقسام محددة تسمى بالكتل (Blocks)، وبالتالي يمكن مسح الجهة المستهدفة من الشريحة ومن ثم الكتابة عليها من جديد. ولهذا السبب تعمل ذاكرة الفلاش بشكل أسرع من تلك الذاكرة المقروءة برمجياً فقط؛ لأنها بدلاً من مسح بايت واحد في كل مرة، فإنها تعمل على مسح كتلة كاملة أو حتى كامل الشريحة مرة واحدة والكتابة عليها في الوقت نفسه بحركة تسمى الفلاش (Flash)، ولذلك سميت الذاكرة بهذا الاسم من قبل الدكتور فيجو ماسوكا (Dr. Fujio Masuoka) والذي اشتق الاسم من فلاش الكاميرا.

تطوير ذاكرة الفلاش

أمكن تطوير ذاكرة الفلاش - التي حلت محل الأقراص المرنة - إلى ذاكرة يتم فيها زيادة السعة التخزينية من ٢ ميجابايت إلى ١٢٨ ميجابايت، فيما يعرف بذاكرة الوسائط الذكية (Smart Media)، حيث لا تتجاوز أبعادها ٤٥ ملم طويلاً و٣٧ ملم عرضاً وسماكة تقل عن ١ ملم، ويتم نقل الطاقة والبيانات فيها عن طريق قطب كهربائي إلى شريحة ذاكرة الفلاش عندما يتم إدخالها إلى الجهاز. وتتميز ذاكرة الوسائط الذكية بأنها تمحو وتكتب وتقرأ الذاكرة في كتل صغيرة (٢٥٦ - ٥١٢ بايت وبشكل متزايد) مما يعني أن هذه البطاقات



■ ذاكرة الوسائط الذكية.

قد يتبادر إلى أذهان البعض أن راديو السيارة قد يحتوي على ذاكرة فلاش؛ لأنه يستطيع أن يحتفظ ببرمجة القنوات ولكن الحقيقة غير ذلك، إذ إن تخزين تلك القنوات يعتمد على ذاكرة الوصول العشوائي (RAM Flash)، حيث يحتاج هذا النوع إلى وجود الطاقة الكهربائية للاحتفاظ بتلك البيانات وتخزينها، مما يبرر لنا اختفاء تلك القنوات المبرمجة في حالة فصل بطارية السيارة أو انتهائها.

مميزات ذاكرة الفلاش

- تتميز ذاكرة الفلاش، بشكل عام، عن القرص الصلب بعدة مميزات من أهمها:
- ١- خفة وزنها وصغر حجمها.
 - ٢- لا تصدر أي ضجيج عند استخدامها.
 - ٣- سرعة نقلها للبيانات أعلى، لاعتمادها في

بحوث علمية

المورثات المقاومة للعلاج وإعطاب الـ«دنا» كوسائل ممكنة للتعرف على مدى

استجابة مرضى سرطان الدم للعلاج الكيميائي

- تعد مقاومة مرضى السرطان للعلاج الكيميائي من أهم التحديات التي واجهت العلماء نحو بحث أسباب فشل هذا العلاج ، وقد أظهرت بعض الدراسات الحديثة أن السبب يكمن في آلية التعبير الجيني لبعض المورثات التي تعمل على مقاومة الأدوية مثل المورث (م در ١)، والمورث (م ر ب ١-٩)، وذلك بإنتاج بروتينات تقوم بطرح الدواء من داخل الخلية إلى خارجها.
- ويما أن مرض السرطان يعد من الأمراض الخطيرة على صحة الإنسان ، فقد اتجهت جهود الباحثين إلى الاستفادة من تلك الدراسات على حالات السرطان، وعليه فقد قامت **مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية** بدعم وتمويل البحث رقم أت-٢٢-٢٧، وقام بتنفيذه د. سفيان بن محمد العسولي كباحث رئيس، ود. محمد حسن محمد قاري كباحث مشارك، وتم تنفيذ البحث بكلية الطب جامعة الملك عبد العزيز بجدة.
- أهداف الدراسة**
- تهدف الدراسة لما يلي :
- ١- تقييم التعبير الوراثي للمورثات المقاومة للعقاقير المتعددة، مثل: (MDR1)، وآلية إنتاجها للبروتين عند المرضى المصابين بأمراض الدم المختلفة في وقت
- ٢- ربط مستوى التعبير الوراثي للمورث (MDR1) بمدى استجابة المريض للعلاج.
- ٣- تقييم مدى الضرر من حيث تكسر الحمض النووي في خلايا المرضى المصابين بسرطان ابيضاض الدم (اللوكيميا) في مراحل مختلفة من هذا المرض، وربط ذلك مع نتائج العلاج.
- ٤- تحليل قدرة خلايا المرضى المصابين بسرطان الدم على إصلاح تكسر الحمض النووي الناجم عن العلاج الكيميائي.
- ٢٣- عينة من مرضى يعانون من ابيضاض دم لمفاوي حاد.
- ٢٩- عينة من مرض يعانون من ابيضاض نقوي حاد.
- ٦- عينات من مرضى ابيضاض نقوي مزمن.
- ٨- عينات من مرضى ابيضاض لمفاوي حاد.
- عينتان من مريضين لمفوما لا هودجكن.
- ٣- عينات من مرضى يعانون وربما تقويا متعدداً.
- عينتان من مريضين يعانون من لمفوما بيركت.
- عينة من مريض يعاني التهاب خلايا لانجرهان.
- عينتان من مريضين يعانون من مرض فقر الدم (الأنيميا).
- ١٢- عينة من مرضى يعانون من مرض المايلوما المتعددة.
- عينتان من مريضتين يعانون من مرض التكاثر النقوي المزمن.
- تم فحص بروتينات (م در ١) ، (م ر ب) في الـ١٠٠ عينة بواسطة تقنيات المناعة الكيميائية
- تم في هذه الدراسة جمع ١٠٠ عينة دم من ٥٩ مريضاً بأنواع مختلفة من سرطان الدم لمعرفة ما إذا كان زيادة نشاط بعض المورثات هو السبب في فشل العلاج ، حيث جمعت العينات

أصحاء، فقد وجد أن تعبير رنا الرسول للمورثات (م رب ١-٥) للعينات غير المعالجة، والعينات المتماثلة للشفاء، وعينات الانتكاسة، هي: ٨، ١٤، ٠، ٣٧، ٠، ٦، ٥٥٪ بالترتيب. كما كانت نسبة تعبير (م رب ١)، (م رب ٢)، (م رب ٣)، (م رب ٤)، (م رب ٥)، هي: ٥، ٨، ٠، ٢٩، ٠، ٤، ٧، ٦، ٢٩، ٢، ٢٢٪ على التوالي. في حين أنه لم يوجد (م د ر ١)، والتوبوايزوميريز ٢، في أي من عينات المرضى أو العينات الضابطة، في حين وجد (م رب ٣) في ثلاث من العينات الضابطة.

أظهرت نتائج فحص درجة تكسر الدنا في ٩٨ عينة باستخدام تقنية الرحلان الكهربائي وحيد الخلية (الشهاب)، أن المرضى المعالجين والذين تماثلوا للشفاء يعانون من نسبة تكسر دنا عالية، مقارنة بالمرضى المنتكسين الذين كان في خلاياهم تكسير الدنا أقل بكثير، حيث وجد أن عزم ذنب الشهاب في عينات المتماثلين للشفاء هو (١٠، ٢)، بينما عند المنتكسين يساوي (٠، ٢٩). وعند تحليل مربع كاي اتضح أن هناك علاقة معتدلة بين نتائج فحص الشهاب والحالة المرضية، كما اتضح أنه لا توجد علاقة بين عمر وجنس المريض في أي من التحاليل سابقة الذكر.

لوحظ كذلك أن قدرة خلايا المرضى المنتكسين أكبر بكثير على إصلاح تكسير الدنا المستحدث مقارنة بالخلايا العادية أو خلايا المرضى الذين هم في حالة شفاء أو ممن لم يعالجوا.

فقد وجد البروتين في عينتين فقط لمرضى حديثي التشخيص، وفي عينتين ممن تم شفاؤهم، وفي أربعة عينات ممن انتكست حالتهم الصحية. أما في حالة المرض النقوي المزمن، فقد لوحظ عدم وجود البروتين في خلايا المرضى الجدد أو الذين تم شفاؤهم. كما اتضح في حالة المرض النقوي الحاد أن هذا البروتين لا يوجد في المرضى الجدد، في حين ظهر البروتين في عينتين لكل من الذين شفوا والمنتكسين. أما عند فحص عينات المرض النقوي المتعدد فقد ظهر هذا البروتين في عينة واحدة من بين عشرة حالات تماثلت للشفاء. وبتحليل مربع كاي (X^2) اتضح عدم وجود علاقة بين نتائج المناعة الكيميائية النسجية والحالة المرضية (ب = > ٠,٠٥).

أما عند استخدام تقنية الانسياب الخلوي ومستضدات وحيدة النسيلة فقد وجد أن هناك واحداً أو أكثر من البروتينات في ٢٥٪ من العينات حديثة التشخيص، وفي ٧١٪ من العينات المتماثلة للشفاء، وفي ٤٠٪ من عينات المنتكسين. كما وجد أن هناك علاقة يعتد بها بين حالة المرض ونتائج الانسياب الخلوي (ب = > ٠,٠٥).

أما عند استخدام تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل، والاستساخ العكسي لمعايرة التعبير عن رنا الرسول لكل من (م د ر ١)، (م رب ١-٥) وكذلك إنزيم توبوايزوميريز ٢، في وجود مورث بيتا اكتين كضابط، في دراسة ٢٧ عينة من مرضى ابيضاض الدم بالإضافة إلى ثمانية

النسجية باستخدام مستضدات وحيدة النسيلة الخاص بـ (م د ر ١)، وبروتينات (م رب ٢،٥). كما تم أيضاً فحص ٦٣ عينة بواسطة تقنية الانسياب الخلوي للتعرف على وجود البروتين (م د ر ١)، (م رب ١،٢،٣،٥). كما تم استخدام تقنية تفاعل البلمرة المتسلسل، والاستساخ العكسي لمعايرة التعبير عن رنا الرسول (mRNA) للمورثات المسؤولة عن مقاومة المرض، بالإضافة إلى استخدام تقنية الرحلان الكهربائي (Electrophoresis) في فحص درجة التكسر للدنا.

نتائج الدراسة

أظهرت نتائج الدراسة أنه يوجد واحد أو أكثر من هذه البروتينات المسببة لمقاومة المرض للعلاج الكيميائي بنسبة ٩، ٥٪ من عينات المرضى حديثي التشخيص. بصفة عامة والذين لم يتلقوا العلاج، وبنسبة ٣، ١٤٪ من عينات المرضى المنتكسين. بالإضافة إلى ذلك فقد أظهرت نتائج فحص عينات مرضى المفوما الحاد عدم وجود هذه البروتينات في المرضى المشخصين حديثاً والذين لم يعالجوا. أما المرضى الذين تم شفاؤهم فقد وجد هذا البروتين في عينة واحدة، في حين وجد هذا البروتين في ٧ حالات من المرضى الذين تم علاجهم.

أما عند فحص عينات المرض النقوي الحاد،



من أجل فئات أكبادنا

انعكاس الصوت



■ شكل (٢) .



■ شكل (١) .

الصوت مهما اختلفت أوضاع الأنبوبين.

الاستنتاج

نستنتج من المشاهدة الأولى أن الصوت ينعكس إذا تعرض لحاجز ما، مثله مثل الضوء عندما يسقط على سطح مصقول. أما المشاهدة الثانية فنستنتج منها: أن الصوت لا ينعكس بزاوية تساوي زاوية السقوط كما يحدث في الضوء، بل ينتشر في جميع الاتجاهات، كما يحدث في الأمواج المائية، عندما يلقي حجر في الماء.

المصدر

سلسلة العلماء الصغار/ تجارب علمية
مسلية/ في العلوم/ دار الرشيد / دمشق-
بيروت/ ١٤١٠هـ.

٢- استخدم الورق المقوى كحاجز لكي تنعكس عليه الأمواج الصوتية.

٣- امسك ساعة اليد عند أحد طرفي أنبوب الورق، بينما توجه الطرف الثاني نحو الورق المقوى.

٤- اطلب من أحد زملائك أن يغطي إحدى أذنيه، ويضع الأخرى على أحد طرفي الأنبوب الثاني، بينما يوجه طرفها الآخر نحو الورق المقوى، شكل (٢). ماذا تشاهد؟ جرب أوضاعاً مختلفة للأنابيب. ماذا تشاهد؟

المشاهدة

ستشاهد في الحالة الأولى أن زميلك يسمع دقات ساعة اليد بوضوح من خلال الأنبوب الورقي، وفي الحالة الثانية أن زميلك سيسمع

يتميز الصوت بخاصية الانعكاس مثله مثل الضوء، ولكنه لا يحتاج إلى سطح مصقول أو مرآة لكي ينعكس، بل يحتاج فقط إلى حاجز صلب، مثل جدران المنازل والجبال وغيرها.

الأدوات

جريدة، ومقص، وعصا مكنسة، وشريط لاصق، وساعة يد، وورق مقوى.

خطوات العمل

١- اصنع أنبوبين ورقيين من ورق الجريدة، وذلك بلف الجريدة على عصا المكنسة، ثم ثبت كل منها، بلف الشريط اللاصق حولهما، شكل (١).

هم صنعوا التاريخ وأنت تصنع المستقبل



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلم والتقنية KACST

هو محمد بن الحسن بن الهيثم أبو علي البصري ولد في البصرة سنة ٣٦٥هـ (٩٦٥م). عالم عربي لُقّب بأمير النور، إذ درس ظواهر إنكسار الضوء وانعكاسه بشكل مفصّل، وهو أول من أدرك أن الأشعة الضوئية لا تتبع من العين بل تدخل إليها، كما أرسى أساسيات علم العدسات وشرّح العين تشريحاً كاملاً. وهو أول من قام بتجارب الكاميرا. كما وصف الكاميرا ذات الثقب بعد أن لاحظ الطريقة التي يمر بها الضوء خلال ثقب في مصراعي نافذة، واستنتج أنه كلما صغر ثقب الكاميرا كلما كانت الصورة أفضل وبهذا نشأت أول كاميرا مظلمة والتي تعتبر كسلف للكاميرا الحالية. علماً بأن كلمة الكاميرا هي الاسم المشتق من الكلمة العربية ”القمره“ وتعني الغرفة المظلمة بشباك.

ابن الهيثم

مؤسس علم البصريات

شريط المعلومات

أضرار مادة BPA على الخلايا التناسلية

أوضحت دراسة حديثة مضار مادة بايسفينول أ (Bisphenol A) على أجنة الفئران بتسببها في إعاقة نمو الحويصلات (Follicles) وتثبيط إفراز الهرمونات الستيرويدية.

تشير جودي فلاور أستاذة العلوم الحيوية بكلية الطب البيطري بجامعة البنوي، الولايات المتحدة إلى أن الحويصلات الهرمونية الناضجة (Antral follicle) في الفئران تكون عادة محاطة بالعديد من الطبقات الخلوية التي تحمي البويضة، وتعمل على إفراز الهرمونات الستيرويدية، وأن كمية هذه الهرمونات يمكن التحكم بها بواسطة هرمون إستراديول (Estradiol). من جانب آخر أوضحت فلاور وفريقها أن تركيب مادة البيسفينول (BPA) الداخلة في تصنيع عبوات الشرب البلاستيكية، يماثل تركيب هرمون الأسترايول المذكور؛ ولذا فإن استخدام (BPA) سيتسبب بخلل في إفراز هرمون الأستروجين. وفي دراسة قام بها المركز الوطني للتحكم في الأمراض (Federal center for Disease control and prevention-cdc) بمدينة أتلانتا، جورجيا، بالولايات المتحدة في عامي ٢٠٠٣م و٢٠٠٤م على ٢,٥١٧ شخصاً فوق السادسة من العمر، اتضح وجود مادة (BPA) في ٩٣٪ من المشاركين وذلك بعد إجراء التحليلات اللازمة لهم؛ مما يؤكد أن معظم الناس متعرضون لهذه المادة باستمرار. إضافة لذلك فقد اكتشف الفريق البحثي المذكور أن تعريض الحويصلات الهرمونية الناضجة في الفئران لمادة (BPA) لمدة ٤٨ ساعة أدت إلى نقص إفراز ٣ هرمونات جنسية هي البروجسترون والتستوستيرون والأستيراديول، وأن هذا النقص توالى بعد مرور ١٢٠ ساعة، وكان مصحوباً بانكماش حجم تلك الحويصلات بنسبة ٢٥٪.

من جانب آخر خلص الباحثون بوحدة السموم الوطنية (National Toxicology Program-NTP) التابعة لمركز الخدمات الصحية البشرية بولاية نورث كارولينا، إلى أن هذه النتائج أوضحت التأثير الضار لمادة (BPA) على حيوانات التجارب، والتي لم تكتشف من قبل، ولم تكن متوقعة؛ مما يشير إلى ضرورة إجراء المزيد من الدراسات العملية للكشف عن أضرار هذه المادة.

تضيف فلاور أنه سيتم إجراء التجارب على أعضاء حيوانية أخرى كالخ والرحم وغدة البروستاتا في الحيوان لدراسة تأثير مادة (BPA)، ومن ثم سيتم إجراء المزيد من الدراسات العملية والإحصائية على المدى الطويل للأطفال والمراهقين الذين يعدون أكثر الأشخاص عرضة لمادة (BPA) المعتمدة عليها صناعة عبوات الشرب البلاستيكية.

المصدر:-

www.sciencedaily.com(July9,2009)

الجهاز المناعي للنساء أقوى منه عند الرجال

أشارت دراسة حديثة أجراها العلماء بمعهد البحوث الصحية التابع لجامعة ماك غل- مونتريال، كندا- إلى أن الجهاز المناعي للنساء أقوى منه عند الرجال.

تشير مايا صالح الباحثة بالمعهد وقائدة الفريق البحثي إلى أن إنتاج هرمون الأستروجين لدى النساء يؤدي لتأثيرات مفيدة فيما يتعلق بالاستجابة المناعية الأساسية (Innat Inflammatory Response) المضادة لمسببات الأمراض البكتيرية.

يعمل هرمون الأستروجين على إعاقة تكوين إنزيم كاسبيز-١٢ (12-Caspase) الذي يؤدي إلى إعاقة عملية تكون الالتهابات (Inflammatory Process)؛ وعليه فإن وجود الأستروجين سيكون له تأثير نافع في رفع كفاءة الجهاز المناعي الذي يمثل خط الدفاع الأول في مواجهة الكائنات الأولية الدقيقة الممرضة.

أجريت دراسة عملية على فئران التجارب التي تقتصر لوجود المورث كاسبيز-١٢ (12-Caspase)؛ مما يعني أنها مقاومة للأمراض، حيث تم حقن مجموعة من الذكور وأخرى من الإناث بالمورث كاسبيز-١٢ البشري واتضح أن ذكور الفئران أصبحت ضعيفة المناعة.

تذكر مايا أن إنتاج إنث الفئران لهرمون الأستروجين الذي قام بدوره بإعاقة حدوث التعبير الوراثي (Genetic Expression) للمورث البشري كاسبيز-١٢ الذي تم حقنه في الفئران، كانت مفاجئة لها. وتضيف مايا إلى أنه أمكن تحديد موقع ارتباط مستقبل الأستروجين (Estrogen Receptor) بالمورث كاسبيز-١٢ الذي حدث فيه إعاقة تعبيره الوراثي؛ مما يشير إلى أن الهرمون له نشاط مباشر تجاه هذه الحالة.

يعتقد الباحثون أن هذه النتائج يمكن تطبيقها على البشر، حيث يمكن الوصول إلى حماية أفضل للجهاز التناسلي الأنثوي ضد مختلف الأمراض.

الجدير بالذكر أن هرمون الأستروجين الطبيعي له تأثيرات إيجابية أخرى على مقاومة الأمراض المرافقة للهرمونات الاصطناعية مثل ١٧- بيتا - إستيرايديول (17 - beta - estradiol)، كما ستفيد هذه النتائج في اكتشاف تطبيقات علاجية جديدة تعزز من قوة الجهاز المناعي للإنسان خاصة عند النساء.

المصدر:-

www.sciencedaily.com(May 12,2009)

الأرق يسبب ارتفاع ضغط الدم

أشارت دراسة حديثة قام بها الباحثون في جامعة شيكاغو، الولايات المتحدة إلى أن انخفاض ساعات النوم للبالغين يؤدي إلى ارتفاع ملحوظ في ضغط الدم، إضافة إلى تغيرات سلبية أخرى على المدى البعيد.

تشير كرسن نوتسون أستاذة بجامعة شيكاغو إلى أن ثلث سكان الولايات المتحدة يعانون من ارتفاع في ضغط الدم، وهي الحالة المرضية التي تؤدي إلى وفاة ٧ ملايين شخص حول العالم سنويا. وتضيف نوتسون قائلة: «إن معرفة عامل الخطر في نمط المعيشة لذوي ضغط الدم المرتفع سيقدد إلى اكتشاف تدخلات علاجية جديدة لمنع أو خفض حالات الإصابة بضغط الدم المرتفع».

أوضحت الدراسات المخبرية أن حالات الحرمان المنقطع من النوم (Short-term sleep deprivation) لها أليات مهمة تربط بين نقص ساعات النوم وارتفاع ضغط الدم.

قامت نوتسون وزملاؤها بدراسة ٥٧٨ فرداً من البالغين كانوا يعانون للمرة الأولى من ضغط الدم المرتفع، وذلك في الفترة بين عامي ٢٠٠٠م و٢٠٠١م، إضافة إلى الفترة (٢٠٠٣م-٢٠٠٥م) حيث تم قياس عدد ساعات النوم لديهم باستخدام الاستقصاءات الاحصائية المأخوذة منهم، إضافة إلى النتائج المتحصل عليها من الحساسات التي قاموا بارتدائها في أيديهم، وقامت بتسجيل فترات الراحة والنشاط وضغط الدم، ومن ثم أخذت تلك القياسات من جديد في الفترة من ٢٠٠٥م وحتى عام ٢٠٠٦م.

وجد الفريق البحثي أن المشاركين الذين يبلغ معدل أعمارهم ٤٠ عاما قد استغرقوا ست ساعات نوم لكل ليلة، فيما تمكن سبعة مشاركين فقط من النوم لثمان ساعات يوميا. قام الباحثون بعد ذلك باستبعاد المشاركين الذين يتناولون عقاقير طبية أيا كان نوعها؛ ووجدوا أن الأفراد الذين استغرقوا ساعات أقل في نومهم تذبذب ضغط دمهم بين الارتفاع والانخفاض بشكل متكرر، كما استنتج الباحثون من الدراسة أن نقص النوم للمشاركين كان مصحوباً بارتفاع ضغط الدم التصاعدي (Syotolic) والتنازلي (Diastolic). إضافة إلى ذلك فإن كل ساعة نقص في ساعات النوم كان يؤدي إلى احتمال الإصابة بضغط الدم المرتفع بنسبة ٣٧٪ أكثر من المتوقع.

وتشير نوتسون إلى أن معظم حالات الارتفاع الحاد في ضغط الدم كانت للذكور وخاصة الأمريكيين ذوي الأصول الأفريقية، حيث أن ساعات نومهم تقل عن الأمريكيين أصحاب البشرة البيضاء.

خلص العلماء في دراستهم إلى تأكيد وجود علاقة بين عدد ساعات النوم ومستويات ضغط الدم المرتفع، وأنه سيلزم إجراء المزيد من الدراسات لمعرفة تأثير ساعات النوم المثالية على الحد من خطر ارتفاع ضغط الدم.

المصدر:-

www.sciencedaily.com (June 8,2009)

هم صنعوا التاريخ وأنت تصنع المستقبل



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلم والتقنية KACST

ابن خلدون

مؤسس علم الاجتماع

ولي الدين عبد الرحمن بن محمد بن خلدون الحضرمي أحد العلماء الذين تفخر بهم الحضارة الإسلامية، فقد ترك تراثاً مازال تأثيره ممتداً حتى اليوم . ولد ابن خلدون في تونس عام ٧٢٢هـ (١٣٢٢م) وحفظ القرآن الكريم في طفولته. امتاز ابن خلدون بسعة اطلاعه على ما كتبه القدامى وعلى أحوال البشر وقدرته على استعراض الآراء ونقدها، ودقة الملاحظة مع حرية في التفكير وإنصاف أصحاب الآراء المخالفة لرأيه، كان مؤلفاته عن التاريخ موضوعية. وهو مؤسس علم الاجتماع وأول من وضع أسسه الحديثة.

قراءنا الأعزاء

يطيب للقائمين على مجلة العلوم والتقنية تهنئتكم بعيد الأضحى المبارك، وحلول العام الهجري الجديد، وكل عام وأنتم بخير. يتواصل اللقاء بكم من خلال هذه المساحة؛ لإبراز ما يصلنا منكم، ومن ثم الإجابة عليها من خلال تحقيق ما يدخل في اختصاصنا، أو الاعتذار بأسف فيما لا نستطيع، كما يشرفنا مشاركتكم في اقتراح المواضيع التي ترون أهمية طرحها في المجلة؛ رغبة في التعاون فيما بيننا نحو خدمة مجتمعاتنا بما يثريها ويرفع سقف وعيها للتعامل مع متطلبات عصرنا، ودمتم بخير.

الأخ الكريم / نادر عبدالرحمن الفايدي -

المدينة المنورة

نشكر لك ثناءك العاطر على المجلة، ولا شك أن تواصلك معنا ودعمك لنا سيجعل المجلة تحلق إلى أفق واسع؛ لكي تبقى رافداً من روافد المعرفة في الوطن العربي، ويسرنا تزويدك بالأعداد المطلوبة وقائمة الموضوعات السابقة للمجلة على عنوانك البريدي المرفق.

الأخ الكريم / عقبة بن عون - الجزائر

وصلتنا رسالتك، ويسعدنا تحقيق طلب انضمامك إلى قائمة توزيع المجلة، راجين أن تكون بين يديك وعينيك قريباً.

الأخت الكريمة / أسهمان كحيل - الجزائر

يسعدنا تواصلك معنا، وسؤالك عنا، وثناءك على المجلة، مما يحفزنا على بذل المزيد من الجهد؛ للوصول إلى إرضاء القراء الكرام، ويسرنا أن نكون عند حسن ظنك بإدراج اسمك ضمن قائمة المجلة، كإهداء من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية، فأهلاً بك.

الأخ الكريم / محمد الطلحي - مكة المكرمة

نشكرك على تواصلك معنا، ويسرنا بكل سعة صدر إضافتك كقارئ جديد إلى قائمة إهداءات المجلة، راجين وصولها وانتظامها إليك قريباً.

الأخ الكريم / صالح بن محمد الثنيان -

الأحساء

تلقينا رسالتك الحميمة، ونشكر لك ماتضمنته من ثناء عاطر على المجلة والقائمين عليها، راجين من الله التوفيق في كل ما نقدمه، وأن نكون عند حسن ظن الجميع.

الأخ الكريم / هتهات عزالدين - الجزائر

سعدنا برسالتك، وبما ورد فيها من إعجاب، ولا شك أخي القارئ إن هدفنا هو أنتم فيما تشكلونه من وعي اجتماعي، سيساهم حتماً في نهضة أمتنا ولو بعد حين، ولذلك فإنه يسرنا أن تكون ممن تضمهم قائمة إهداءات المجلة سائلين الله لك التوفيق في مشاريعك التعليمية.

الأخت الكريمة / بندارة مختار - الجزائر

نشكر لك إعجابك بالمجلة، وتواصلك معنا، وحرصك على الحصول عليها، ولذا فإنه يسرنا بكل رحابة صدر أن ندرج اسمك في قائمة الإهداءات، راجين وصولها إليك قريباً.

الأخت الكريمة / بورقبي مليكة - الجزائر

نسعد بما نمتلكه من انطباع رائع عندك، وكذلك ما ضمته رسالتك من إطرأ على المجلة من حيث انتشارها ولغتها وأسلوبها، وهذا بلا شك يزيدنا إصراراً على البذل والعطاء والسعي الدؤوب لتحقيق المنشود. ويسرنا إضافة اسمك إلى قائمة الإهداءات.

الأخ الكريم / ناصر بن محمد مالكي -

الجزائر

أهلاً بك قارئاً جديداً لمجلة العلوم والتقنية، ونشكرك على اهتمامك وتأثرك بما تقدمه المجلة، وسعيك لامتلاكها بأي وسيلة وثمان، ونفيدك أن المجلة توزع مجاناً وترسل كإهداء من مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية لأفراد مجتمعاتنا وأمتنا. ويسرنا تحقيق طلبك في إضافتك، راجين وصولها إليك قريباً.

الأخ الكريم / حمداوي بلال - الجزائر

نشكر لك متابعتك لما يرد في المجلة من أخبار ومقالات علمية، ويؤسفنا إفادتك بأن مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية التي تصدر منها المجلة جهة بحثية وعلمية، وليست تعليمية بالمفهوم الدراسي. ويمكنك أخي القارئ التعرف عليها من خلال زيارة موقعها الإلكتروني: www.kacst.edu.sa، راجين لك التوفيق في تحقيق طموحاتك.

الأخت الكريمة / نور عبدالقادر - الجزائر

وصلتنا رسالتك، شاكرين لك اهتمامك وسعيك وتواصلك معنا للحصول على المجلة، ويسرنا إبلاغك بتحقيق رغبتك في إضافة اسمك إلى قائمة إهداءات المجلة، آمليين وصولها إليك قريباً.

الأخت الكريمة / خليفة خديجة -

الجزائر

أهلاً بك في تواصلك الأول معنا، ويسعدنا ما ذكرته في رسالتك عن مكانتنا في نفسك، كما يطيب لنا انضمامك إلى قائمة إهداءات مجلة العلوم والتقنية، ولكن بهمنا إرسال عنوانك البريدي حتى يتحقق ذلك في أقرب وقت ممكن.

الأخ الكريم / طارق لعناني - الجزائر

تلقينا رسالتك وقرأناها بكل اهتمام، ونشكرك على توجيهاتك ونصائحك القيمة التي لا غنى لأي فرد مسلم عنها، كما يسعدنا قبول طلبك في إدراجك ضمن قائمة من تصلهم المجلة، راجين الاستفادة منها، والإفادة بها، حتى يتحقق الهدف المنشود.

أنت المستقبل

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
بَدَأَ لَنَا هَذَا وَمَا كُنَّا
لِنُحْيِيَ بِلَا إِلَهٍ إِلَّا اللَّهُ
الْحَيُّ الْقَيُّومُ

مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST

هم صنعوا التاريخ بأعمالهم بفكرهم وبعلمهم، هم صنعوا التاريخ برغبتهم بإرادتهم وبمثابرتهم، هم صنعوا
تاريخنا أمجادنا وحضارتنا، منهم نستلهم وبهم نفتخر، فاعمل واجتهد واصنع لنا مستقبلاً، لتسمو بك الأمة
وتزدهر.

سعودي



مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST



حيث تنمو المعرفة