

## مدخل إلى الهندسة الوراثية والتقانة الحيوية

لا شك أنّ علم الهندسة الوراثية يعتبر من العلوم العصرية المهمة والجامعة فهو يرتبط ارتباطاً وثيقاً بعلوم كثيرة أهمها علوم البيولوجيا الجزيئية والطب البيطري والطب البشري والصيدلة ويرتبط بالزراعة وتربية الحيوان ومع الأحياء الدقيقة ، فهو يرتبط مع كل أوجه الحياة الموجودة الآن ، لذلك نجد أنّ هذا العلم ينال اهتمام جميع العاملين الذين يعملون في مجالات أخرى وهو يهتم بالمجالات الوراثية بشكل خاص ، ويتميّز بأهمية كبيرة على الصعيد البحث العلمي والتطبيق العملي في حياة الانسان والحيوان والنبات .

- شهد العالم في نهاية القرن العشرين تغيرات نوعية في شتى العلوم وبشكل مميّز في الهندسة الوراثية نتيجة : (تعلييل / تعداد)

1. اكتشاف الـ DNA بشكل مطلق الذي يعتبر المادة الوراثية المسؤولة عن نقل الصفات من جيل لآخر .
2. اكتشاف أنزيمات نوعية تؤثر على الأحماض النووية سواء الـ DNA أو الـ RNA كأنزيمات القطع والربط والبلمرة .

يعتمد علم الهندسة الوراثية والتقانة الحيوية على مجموعة تقانات تقضي إلى إضافة addition أو حذف deletion أو إصلاح وتعديل قطعة من الـ DNA المسؤول عن الصفات بحيث يدرس المختصون الطريقة أو مجموعة طرق لتغيير الصفات الوراثية للأحياء من خلال التلاعب بالمورثات ( هندسة المورثات ) وخاصة بالتدخل بالمراحل الأولى لانقسام البويضة الملحقة <sup>تعلييل</sup> 1- لإنتاج أفراد تتمتع بصفات مرغوبة 2- اختيار الجنس 3- استنساخ هذا الجنس (استنسال) .

تغيرت مفاهيم علمي الهندسة الوراثية والتقانة الحيوية منذ مطلع السبعينيات <sup>تعلييل</sup> بسبب اكتشاف تقنية الـ DNA المؤشّب أو تقانة استنساخ المورثات في عام 1973 ، وتعد هاتين التقانتين من أهم تقانات علم الهندسة ( التأشيب والاستنساخ ) وتعتمدان على :

- 1- تجميع مورثات تابعة لكائنين مختلفين وبالتالي تصنيع DNA مؤشّب .
- 2- إدخال هذا الـ DNA المؤشّب إلى داخل خلية مضيفة من أجل الحصول على أكبر عدد ممكن من النسخ منه أو لأجل إنتاج بروتينات مفيدة للبشرية وبكميات غير محدودة .

☒ من أهم العوامل التي تساعد على تطوير تقنية الـ DNA المؤشّب : <sup>سؤال مهم</sup>

- 1) معرفة الكثير من المعلومات عن بنية ووظيفة الاحماض النووية .
- 2) اكتشاف أنزيمات التقطيع الحصري التي تستطيع تقطيع الجينوم الكامل بطريقة نوعية نحن نحددها .
- 3) اكتشاف انزيمات الربط مما يعطي بالنتيجة الـ DNA المؤشّب .
- 4) اكتشاف مجموعة من الأنزيمات التي تؤثر على الأحماض النووية ( أنزيمات البلمرة - التعديل - الميثلة )

(5) الالمام ببنية ووظيفة المورثات الموجودة على البلازميدات (وسيلة رئيسية في تقانة الدنا) والالمام بالوراثة الجزيئية لمليتهات الجراثيم مما يمكن الباحثين بإجراء تعديلات وراثية على البلازميدات ومليتهات الجراثيم قبل البدء باستخدامها كناقول لمورثات تقانة الـ DNA المؤشَب .

(6) اكتشاف الشروط المخبرية المناسبة والمثالية لإدخال المورثات المرغوبة والمحمولة على البلازميد أو مليتهات الجراثيم ضمن خلايا البكتريا E.Coli وبالتالي معرفة الظروف الملائمة للتعبير الأمثل عن المورثات الذي تم إدخالها إلى E.Coli (7) تطور تقنيات الترحيل الكهربائي بأنواعها المختلفة ساهم بشكل جيد بفصل المورثات بعضها عن بعض وبالتالي تنقيتها كما كان لتطور طرائق مناعية تأثير بالغ لسهولة التعرف على المنتج البروتيني للمورث .

- بفضل الهندسة الوراثية والتقانة الحيوية استطاع الباحثون الكشف عن كثير من الأمراض التي تصيب البشر أكثر من 5000 مرض وراثي ولكن لم يتمكن العلماء حتى الآن من تحديد سوى مورثات مسؤولة عن 1000 مرض وراثي وبقي 4000 مرض لم يتم تحديد المورثات المسؤولة عنها بشكل صحيح لذلك يمكن القول أننا لازلنا في بداية الطريق التي تبدو طويلة لحل الألغاز الوراثية وإمكانية معالجتها بشكل فعال والتخلص النهائي منها .

كل مرض له

أساس وراثي ما

عدا الكيميائي

- يجب الأخذ بالاعتبار أنه إذا افترضنا أننا قضينا على جميع الأمراض الوراثية أو اكتشفنا الحل لها فإننا لا نستطيع الحكم أننا قضينا على جميع الأمراض الموجودة لأن الطفرات الوراثية

هي العامل الكفيل بتجديد وخلق أمراض وراثية جديدة (الإيدز والسارس ) ، مثلاً : عام 1977 تم عزل المورثة البشرية المسؤولة عن المورث المسؤول عن تشفير هرمون السوماتوستاتين ( هرمون النمو ) المؤلف من 14 حمض أميني ، بعد ذلك أدخلت هذه المورثة في ناقل استنساخ ( بلازميد أو فاج ) قادر على التضاعف مثل E.Coli وبالتالي استطاع العلماء لأول مرة تصنيع هرمون بشري في خلية جرثومية .

صح وخطأ : كما هو معروف ترجع الأسباب البيولوجية للأمراض البشرية بشكل عام إلى : إما نقص بروتين معين أو فقدان كامل لأحد البروتينات ، وبكلا الحالتين تتم المعالجة بكميات كافية من البروتين البديل ، فقبل تطور تقانة الدنا المؤشَب كانت البروتينات البديلة المستخدمة في المعالجة تستخرج من السوائل الحيوانية ثم أعضاء بشرية ثم أعضاء حيوانية ، ولكن في الحقيقة العلاج بالبروتين البديل لها مساوي أهمها :

1. عدم توفر كميات كافية من البروتين البشري البديل .
2. عدم تجانس البروتينات المستخلصة مع العضوية بمعنى إمكانية ظهور حساسية مضادة .
3. هنالك احتمال تلوث هذه البروتينات المنتجة البديلة بالجراثيم والفيروسات .

وبما أنَّ المعالجة بالمورثات Genetherapy ( وضع مورث بدل مورث آخر ) لم تطبق هذه المعالجة لعلاج الأمراض الوراثية وخاصةً في البلدان النامية لذلك سوف تحافظ البدائل على مكانة مهمة في العلاج .<sup>تعليق</sup> من بين التطورات الحديثة العلاجية التي أدخلت في مجال الطب البشري السريري هو إنتاج الكثير من البروتينات البشرية العلاجية التي تنتج بكميات ضئيلة في الجسم واللازمة لعلاج الأمراض المختلفة وذلك لاستخدام تقانة الـDNA المؤشَّب بنجاح في الخلايا الجرثومية المعوية E.Coli

لم يتوقف تطور الهندسة الوراثية والتقانة الحيوية ( تأشيب الدنا ) على استخدام الخلايا الجرثومية بل انتقل إلى استخدام خلايا حقيقيّة النواة ( كائنات متطورة ) لتصنيع الكثير من البروتينات البشرية المؤشَّبة مثل :

1-السيتوكينات

2- الهرمونات وخاصة الأنسولين والسوماتوستاتين

3- العديد من عوامل التخثر واللقاحات

4- طيف واسع من البروتينات البشرية الأخرى والتي تنتج بكميات ضئيلة في الجسم .

نستطيع القول أن أبحاث الهندسة الوراثية بعد اكتشاف تقنية الـDNA المؤشَّب نالت اهتمام ليس الباحثين فقط بل الشركات العالمية أهمها شركة **Genentech** الأمريكية حيث قامت بشراء براءة اختراع هذه التقانة واستطاعت إنتاج هرمون الانسولين 1978 وقد حققت هذه الشركة أرباحاً بملايين الدولارات حيث سوّقت هذا المنتج في أنحاء العالم ، وفي الوقت الحالي يوجد أكثر من 1300 شركة صناعية في الولايات المتحدة تستخدم تقنية التأشيب منها 260 شركة عمومية ( تتداول أسهمها في الأسواق المالية ) و 485 شركة في أوروبا أغلبها في بريطانيا وهذه الأرقام تعكس سعة وكبر المجال الذي تغطيه هذه الصناعة وهذه الشركات أغلبها يحتوي على اسم **Gene** مثل **Galene** أو **Amgene** أو **Biogene** وشركات أخرى .

زادت مبيعات منتجات تقنية الدنا المؤشَّب بشكل كبير حتى زادت من 6 مليون دولار من عام 1986 حتى وصل إلى 60 مليون دولار في مطلع الـ 2000 وانصبّت جهود الشركات جميعها حول مشروعين مهمين هما :

1- سَلْسَلَة الجينوم البشري : لمعرفة هوية جميع المورثات البشرية وتوضعها على الصبغيات .

2- المعالجة الجينية Genetherapy : يقصد بها تزويد المرضى الذين يحملون مورثات طافرة بمورثات سليمة .

ونتيجةً لأبحاث سلسلة الجينوم تمكن العالم جيفرس في أحد جامعات المملكة المتحدة ( جامعة ليستر ) تمكن من اكتشاف اختلافات في التركيب الوراثي لمناطق غير مشفرة من المورثات ( Introns ) وقد وجد هذا العالم أنَّ هذه الاختلافات ينفرد بها كل شخص تماماً حسب قوانين مندل الوراثية ( نصف من الآباء ونصف من الأم ) لذلك أطلق على هذه الاختلافات " بصمة المورثات " . وبعد حساب نسبة التمييز بين الأشخاص بواسطة بصمة المورثات وجد أنَّ هذه

صح وخطا

مهم

النسبة تصل إلى حوالي 1-300 مليون شخص أي أنّ من بين 300 مليون شخص يوجد شخص واحد يحمل بصمة المورثات الخاصة به تختلف عن ترتيب شخص آخر ، ولكن يوجد عوامل لازمة لتعيين بصمة المورثات أهمها الحصول على عينة بيولوجية صغيرة من الأنسجة التي يمكن أن نستخلص منها DNA وهذه العينة يمكن أن تكون : عينة دم (إثبات الزمرة الدموية) - سائل منوي (حالات الاغتصاب) - قطعة جلد تحت ظفر الجاني أو المجني عليه ( مع جذر الشعرة ) ، وبالتالي يمكن استخلاص الدنا والكشف عن البصمة الوراثية .

التطور الأكبر في تقانة بصمة المورثات هو اكتشاف لعالمين استراليين عام 1997 برهنا على إمكانية عزل المادة الوراثية من الأشياء التي تم لمسها فقط مثل لمس المفاتيح أو الهاتف أو الكأس ، وانتقل استخدام تقانة بصمة المورثات بعد اكتشاف الأساس الجزيئي من البحث العلمي الأكاديمي إلى المجال التطبيقي وخاصةً عندما عجزت الوسائل التقليدية في إيجاد الحلول لـ : 1- قضايا إثبات النسب 2- حالات الإغتصاب 3- التعرف على ضحايا الكوارث . وإن نسبة النجاح في استخدام البصمة الوراثية دقيق جداً تصل إلى 96% مما شجع الدول المتقدمة على استخدامها كدليل جنائي ، وهناك توجه لاستخدام بصمة المورثات إضافة لبصمة الإصبع للاحتفاظ بها في الدوائر الحكومية .

- إذاً بشكل عام يمكن القول أنّ علم التقانة من خلال اعتماده على علوم أخرى هو ضروري للإنسان للحفاظ على :

#### ☒ على مستوى صحة الإنسان :

- 1- صحة الإنسان من خلال تحديد دقيق للمرض الوراثي الذي يجب معالجته .
- 2- معالجة جميع الأمراض والعاهات الوراثية عن طريق التطور التقني .
- 3- هذا التوجه في كل مجتمعات العالم تؤيده كل الأطراف بمختلف أعراقها ودياناتها .
- 4- معرفة البصمة الوراثية للفرد وكشف الملابسات حول الجاني الحقيقي .

#### ☒ على المستوى الاجتماعي :

- 1- إمكانية الاعتماد على التقانة لحل المشاكل الاجتماعية كمعرفة البصمة الوراثية للفرد الذي قام بعملية إجرامية .
- 2- تحديد الزمرة الدموية للفرد وبالتالي معرفة نسبة وإمكانية توضيح التبني للأطفال .
- 3- تحسين وتطوير العرق البشري باستخدام الطرق العلمية لتغيير لون الجلد ولون العين وطول القامة عند بعض المجتمعات التي تعتبر هذه المظاهر مهمة لتحسين الجمال والعرق البشري .
- 4- يمكن أن تسهم هذه التقانة في حل في حل المشاكل الناجمة من الشيخوخة والهرم ، وأمراض السرطان ، والتشوهات الخلقية الناجمة عن شذوذات صبغية مصدرها الأشعة أو عوامل كيميائية أخرى .

### ☒ على مستوى النبات :

لا شك أنّ الزيادة المتطورة لعدد السكان في العالم أدت إلى الحاجة لتطوير النباتات المعدلة وراثياً حيث تشير تقارير البنك أنه يمكن إنتاج غذاء كافي للبشر على البسيطة ، لكن حتى الآن مازال هناك حوالي 800 مليون انسان لم يتحقق لهم الامن الغذائي منهم 180 مليون طفل لم يصلهم الغذاء الكافي فالمسألة تكمن في عملية توزيع هذا الغذاء على المجتمعات السكانية حول العالم ، ولذلك مع قدوم عام 2020 قد يصبح انتاج الغذاء محدود في العالم خاصةً مع زيادة تقدر بمليار انسان في دول آسية وزيادة بمعدل النمو السكاني في إفريقيا تقدر ب 80% ، وتشير التقارير إلى أنّ هناك حاجة لـ 60% لسد حاجة الطلب على الغذاء وهناك خطة لزيادة المنتجات اللحوم والألبان بمقدار 200% وهذه الزيادة التي يجب أن تحصل في مصادر الغذاء لا يمكن أن نحصل عليها بزراعة مساحات إضافية ( بالتوسع الأفقي ) لأنها سُققت لذلك لنجأ إلى التوسع الرأسى والتكثيف العمودي في الزراعة وإنتاج نباتات معدلة وراثياً في وحدة مساحة معينة ، لذلك فإن الاستراتيجية الحقيقية والواعية لزيادة معدل الغذاء والعلف تكمن في أن نجمع بين أفضل التقنيات المحلية التقليدية إضافةً لتطبيق التقانة الحديثة التي تضمن نقل صفات جديدة .

- بعد مرور حوالي أكثر من 20 عام على إنتاج أول نبات معدل وراثياً أصبحت التقانات الحيوية الزراعية مسألة أساسية يعتمد عليها العلماء والمنتجين والمستهلكين كلهم على حد سواء لذلك نجد أن عدد كبير من السكان في العالم يستهلك أطعمة ومشروبات حُضرت من محاصيل معدلة وراثياً مثل زيت الذرة وزيت الكانويلا وزيت القطن والبطاطا والفواكه والخضار والحليب ( أمثلة على منتجات معدلة وراثياً ) ، فقد ساهمت الهندسة الوراثية للنبات ب :

1- التصدي للعديد من المشاكل الزراعية وخاصةً مكافحة الآفات والتقليل من الأضرار التي تسببها وبالتالي زيادة الإنتاج والتقليل من استخدام المبيدات الحشرية والوقود الأحفوري لتشغيل أدوات الزراعة .

2- المحافظة على نظافة البيئة .

وفي هذه الأيام نجد ان المحاصيل المعدلة وراثياً المقاومة للحشرات والمبيدات توزع على عشر المساحة التي تزرع بها المحاصيل بالعالم ، حيث تزرع هذه النباتات ( المعدلة وراثياً ) لإنتاج بروتين مصنع طبيعياً وهذا البروتين يكون سام لعدد من الحشرات الوبائية المسببة للأمراض لكنه غير مؤذي للإنسان وأغلب الحيوانات والعديد من الحشرات المفيدة .

### ❖ أهم المعايير الآمنة للمحاصيل المعدلة وراثياً :

1. تشابهها مع المنتجات الوراثية الموجودة .
2. عدم مخالفة تركيبها الكيميائي للمنتجات الغذائية العادية .
3. عدم تأثيرها على الجهاز الهضمي ويجب أن هذا الأمر يؤخذ بالاعتبار لكي تُعتمد نباتات معدلة ، فلا نعتمد على درجة تشابهها واختلافها مع النباتات التقليدية السامة ولكن نعتمد على احتواء هذه الأطعمة على مواد كيميائية الذي يسبب حساسية أو تكون سامة لذلك يتوقف إنتاجها .

### ☒ على المستوى الصناعي :

- تبرز الحاجة لإنتاج بعض المركبات التي يحتاجها الإنسان أو الحيوان في بعض الحالات كالمرض ، بالمجال الصيدلي
- 1- إنتاج المضادات الحيوية بأنواعها المختلفة .
  - 2- إنتاج بعض البروتينات التي يعجز الجسم عن تصنيعها .
  - 3- إنتاج بعض الأحماض الأمينية بطرق وراثية متعددة بغية إدخالها في أغذية الإنسان والحيوان ( كالأعلاف ) .
- تعريف عام** **التقانة الحيوية** يعود لعام 1919 وهو يعني بالمجمل أي منتج هضوي يتم إنتاجه من مواد أولية بواسطة كائنات حية ( لبن - نبيذ - خمر ) مثال :
- منذ حوالي 7000 عام قبل الميلاد عمد السومريون والبابليون إلى صناعة البيرة باستخدام الخميرة .
  - وصناعة النبيذ تعتبر من التراث حيث تعود إلى مئات الأعوام .
  - استخدم المصريون ( الفراعنة ) الخميرة في الخبز .
  - استخدم الصينيون البكتيريا والأحياء الدقيقة لتصنيع اللبن والحليب .
  - يوجد ثلاث تعريف أساسية لعلم التقانة :
  - التعريف الياباني : هي تقنية استخدام الظواهر الحيوية لإنتاج منتجات حيوية مفيدة للإنسان والحيوان .
  - التعريف الأمريكي : هي تقنية استخدام الأحياء الدقيقة لأغراض مفيدة .
  - التعريف الأوروبي : هي تقنية الاستخدام المتداخل لعلوم الكيمياء الحيوية والأحياء الدقيقة والهندسة للوصول إلى تطبيقات صناعية من الأحياء الدقيقة لأغراض مفيدة .

### ☆ مدخلات التقانة الحيوية ومخرجاتها :

المخرجات	المدخلات
الدواء	علم الوراثة
الغذاء المعدّل	الأحياء الدقيقة
التشخيص الجزيئي	أخلاقيات حيوية
اللقاحات	الكيمياء الحيوية
العلاج الجيني	معلومات حيوية
البيئة الأفضل	مجسّات حيوية
الأسلحة البيولوجية	رقائق حيوية
التنوع الحيوي ( أحياء جديدة )	علم الجزيئات الحيوية
إثبات الأبوة ( التنبّي )	معالجات حيوية
الفحوصات الجنائية	علم الانزيمات
البصمة الوراثية	علم زراعة الأنسجة النباتية
الزراعة المائية	الأمان الحيوي

★ **أدوات التقانة الحيوية:** عند القيام ببعض التقانات لابد من الحاجة لأدوات التقانة الحيوية ونوجزها بما يلي :

- الفيزياء : وخاصةً الفيزياء الحيوية ، يفيد استخدامها في عمليات التثقيل عالي النقاوة بالإضافة لجهاز الرحلان الكهربائي وموضوع الوسم الإشعاعي ( X-Ray , U.V ) .

- الكيمياء : وخاصةً الكيمياء التحليلية ، يفيد استخدامها لمعايرة المحاليل وبحاجة للإجراءات التي تجري فيها حساب تراكيز المحاليل والأوزان الجزيئية واستنتاج تمديد محلول معين .

**الإرهاب الحيوي:** كما أنّ للتقانة الحيوية فوائد كثيرة مهمة في الأوساط الحيوية ؛ لا شك فإنّ لها استخداماتها المؤذية

والمعروفة بالإرهاب الحيوي من خلال إحداث الأسباب المرضية بالتلاعب الوراثي لزج القوة القاتلة طبيعياً .  
ويعود تاريخ الارهاب الحيوي إلى العصور القديمة عندما قام محاربو التارتان Tartan بقذف جثث مليئة بالطاعون على جدران مدينة لقتل سكانها ، وقام البريطانيون - المنادون بحقوق الإنسان الآن - بفعل مشابه في القرن الثامن عشر عندما قاموا بشكل متعمّد بإعطاء أغذية تحمل فيروس الجدري للشعب الأمريكي ، كما أنّ الاتحاد السوفييتي السابق له باع طويل في هذا المجال حيث بدأ في السبعينيات باصطناع أسلحة حيوية وعندما أثبت التسعينيات حمل الاتحاد تعديلات جينية على مرض بكتريا الطاعون فعُدل في جيناته الوراثية ليصبح بكتريا الطاعون مقاوم لـ 16 مضاد حيوي وكذلك لإنتاج سم من هذه البكتريا يضيف الشلل إلى قائمة تأثيراته .

❖ **تطبيقات الهندسة الوراثية:** إنّ تطبيقات الهندسة الوراثية واسعة جداً تضمنت استخدام الهندسة الوراثية والتقانة

الحيوية في مجالات عديدة شملت :

- 1- إنتاج الأدوية والامصال .
- 2- تشخيص وعلاج الأمراض الوراثية البشرية .
- 3- تقليل التلوث البيئي .
- 4- زيادة الإنتاج النباتي والحيواني من خلال التلاعب الجيني .

## نهاية المحاضرة