

## دور التكنولوجيا الحيوية المتقدمة في التنمية المستدامة للموارد الطبيعية في البيئة الصحراوية

حسن معوض عبدالعال

المركز القومي للبحوث - الجيزة - مصر

### الملخص

تشكل الصحارى الشاسعة الامتداد المتاح للبيئة الأرضية في كثير من دول العالم. وبرغم الظروف القاسية التي تسود في الصحارى من حيث الجفاف وندرة المياه وقلة الغطاء النباتي والتقلبات الجوية إلا أن الصحارى تعتبر من البيئات الهامة التي تزخر بالموارد الطبيعية التي لا تتوافر في البيئات الأخرى. وللتكنولوجيات الحديثة دور هام في دراسة وتنمية المناطق الصحراوية ومواردها الطبيعية.

وتقدم التكنولوجيا الحيوية الحديثة بما تمتلكه من المعارف العلمية الهائلة آفاقا رحبة لتنمية البيئة الجافة لإنتاج الغذاء والدواء خاصة وأن التكنولوجيا الحيوية أصبحت تشكل عنصرا أساسيا للتنمية الاقتصادية والاجتماعية في كثير من بلدان العالم المتقدم والنامي حتى أصبح اصطلاح الاقتصاد المبنى على التكنولوجيا الحيوية Bio-Based Economy شائع التداول للتعبير عن تغلغل التكنولوجيا الحيوية في صلب الاقتصاد (Hardy, 2002).

وأوضحت الدراسات التي قمنا بتنفيذها على مدار السنين دور التكنولوجيا الحيوية الهام في تحسين الإنتاج الزراعي والغذائي من خلال تنظيم العلاقة المتبادلة بين النباتات والميكروبات Plant-Microbe Interactions، ومثال ذلك الإنتاج الجيد للمحاصيل البقولية في المناطق الصحراوية في وجود الميكروبات المثبتة للنيتروجين الجوي، والإنتاج الأمثل لفطر الكمأة الصحراوية من خلال تقنين حصاد هذا المورد الطبيعي في الصحارى، وكذلك تحسين الإنتاج النباتي في ظروف الإجهاد البيئي المائي والملحي من خلال تنشيط المنفعة المتبادلة بين النباتات وفطريات الميكوريزا حيث تقوم هيفاتها بحصاد المياه من التربة على أبعاد كبيرة من جذور النباتات وتقليل الاثر السلبي للأملح في البيئة. وأوضحت دراساتنا أيضا نجاح المعالجة الحيوية لحماية البيئة من التلوث الصناعي والانسانى. الا ان النظرة المستقبلية إلى تطبيقات التكنولوجيا الحيوية في التنمية المستدامة للموارد الطبيعية تبشر بالخير مع تكاتف الجهود لوضع

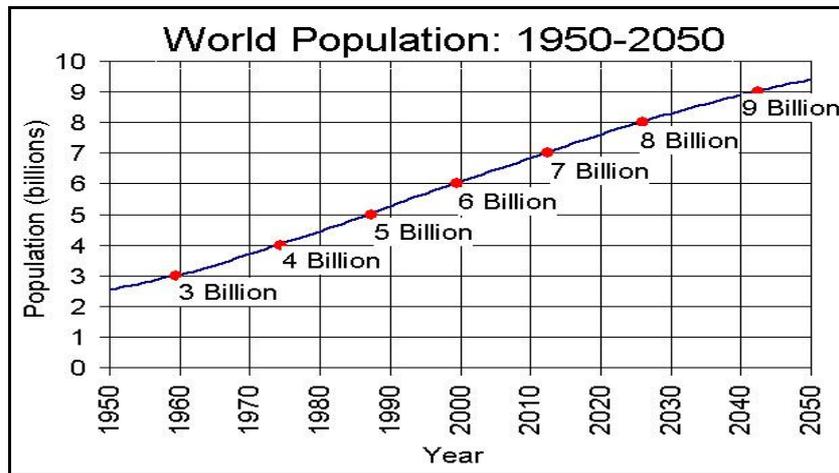
خطه عمل لتوظيف المعارف المنبثقة من بحوث التكنولوجيا الحيوية لإنتاج الغذاء والكساء والخامات الدوائية النباتية باستخدام نفس كميات المياه المتاحة و ذلك من خلال استنباط نباتات قادره على تحمل ظروف الاجهاد البيئي.

ان التعاون بين العلماء في المراكز العلميه في الدول العربية والإسلامية سوف يتيح الفرصة لنقل المعارف العلمية و تبادل الخبرات و المصادر الوراثيه بين الدول والحفاظ على التنوع البيولوجي من الثروه الجينيه الهائلة التي تتوفر فيها الحلول للمشاكل الحالية والمستقبلية. و من أجل ذلك تم إنشاء الشبكات الأسلاميه التابعه لمنظمة المؤتمر الإسلامي كنوان للتعاون بين العلماء في الدول الإسلاميه في مجالات محدده تعود بالنفع على الأمة الإسلاميه ويدخل ضمنها الشبكة الإسلاميه للهندسة الوراثيه والتكنولوجيا الحيوية التي نسعى إلى تفعيل دورها لخدمة التنمية المستدامة للموارد الطبيعية في البيئات الجافة بجهد مشترك بين علماء الدول الأعضاء.

### التنمية المستدامة ومستقبل البشرية

لعل أهم القضايا التي تواجه البشرية في الوقت الراهن تتمثل في توفير الغذاء والكساء والسكن لبلايين البشر والملايين التي تضاف سنويا إلى تعداد البشرية. ولاشك أن قدرة الموارد المتاحة حاليا تنحسر أمام طوفان البشر الذي من حقه أن ينعم بحياة كريمة شأنه في ذلك شأن البلايين التي سبقته في أجيال متعاقبة لتسكن الأرض وتسعى في مناكبها وتجد وتجتهد للتعمير وتحقيق الرخاء لها ولغيرها من سكان المعمورة. إن المعادلة صعبة وتزداد صعوبة على مر الأيام خاصة وأن استمرار نهج الحياة وتعمير الأرض على نفس الوتيرة التي عرفتها البشرية منذ مئات السنين أصبحت مستحيلة وتستوجب إعادة النظر والسعى إلى أنماط جديدة من التنمية والتعمير في شتى مناحي الحياة. إن التحدي الحقيقي الذي يواجه العالم من الآن فصاعدا هو إطعام البلايين مع الحفاظ على البيئة وصحة الإنسان - أرقى المخلوقات التي خلقها الله - في سعيه لتكثيف الإنتاج، الذي يعد بمثابة الشغل الشاغل للإنسان منذ عرفت البشرية طريقها إلى الاستقرار وتوظيف موارد البيئة حيث انصرف إلى توظيف التكنولوجيات المتاحة بهدف تكثيف الإنتاج دون النظر إلى أي اعتبارات أخرى مما أدى إلى إختلال التوازن البيئي وما تبعه من تأثيرات سلبية على الموارد الطبيعية من مياه وهواء وتربة ونبات وكائنات حية أخرى. وقد انعكس ذلك بدوره على صحة الإنسان مع تراكم الملوثات وتفاقم المشاكل البيئية. ويكفي هنا أن نسوق بعض المؤشرات التي توضح التغير في تعداد الإنسان على الأرض حتى وصل تعداده في وقتنا

الراهن على الكوكب إلى ما يربو على 6 مليون نسمة (U.S. Census Bureau, 2006). فقد استغرق الوصول إلى المليار الأول من السكان على سطح الأرض آلاف السنين منذ بدأ الخليقة وحتى عام 1800 ميلادية. وأستغرق زيادة المليار الثاني من السكان ما يقرب من 120 عاما. وبلغ تعدد السكان 3 بليون نسمة عام 1920 أى بعد 120 عاماً من بلوغ البليون الأول. وأرتفع عدد سكان العالم إلى 3 بليون عام 1959 أى بعد حوالى 40 سنة من البليون الثانية. وتضاعف عدد السكان من 3 بليون إلى 6 بليون فى الأربعين عام التالية (1959-1999). ومن الموقع ان يصل تعداد سكان العالم إلى 9 بليون نسمة عام 2042 أى بزيادة قدرها 50% فى 43 عام (شكل 1). إذا اضفنا إلى ذلك أن 97% من المياه المتاحة هي مياه مالحة وأن نسبة 3% فقط من المياه هي مياه عذبة، وأن معدل استخدام الكيماويات ازداد من 65 مليون طن عام 1970 إلى 400 مليون طن عام 1993 والمعدلات آخذة فى الزيادة فى كل عام، وأن 40% من الأراضي الزراعية المتاحة فى العالم تقع فى مناطق جافة وشبه جافة، وأن أغلبها يخضع للزراعة المطرية المرتبطة بالتغيرات المناخية المتقلبة، فإن ذلك فى مجمله يدل على أن إطعام البشر وتأمين صحتهم والحفاظ على صحة البيئة لم يعد ممكنا بنفس الأساليب المتاحة حالياً التى تبنى على نظرية تعظيم الاستفادة من الموارد بصرف النظر عن الآثار المستقبلية على استمرارية عطاء تلك الموارد. وأظن ذلك بالغ الوضوح فى إستتراف موارد الطاقة بشكل محموم.



شكل (1) إتجاهات التغير فى تعداد سكان العالم فى مائة عام (1950-2050)

U. S. Census Bureau. 2006. International Data Base. August.

إن الاقتناع التام بارتباط التنمية العالمية بالمساواة بين البشر وما يعكسه تقرير البنك الدولي عن العدالة والتنمية (World Bank Report, 2006) لا يخفف من آلام بلايين البشر المغلوب على أمره في الدول النامية التي هي أكثر عددا ولكنها أقل صوتا في المحافل الدولية المنوط بها اتخاذ القرارات في أشد الأمور تعقيدا وإرتباطا بحياة البشر خاصة ما يخضع لهيمنة النظام العالمي الجديد Globalization وما تمارسه منظمة التجارة العالمية التي تراعى في أولوياتها صالح الدول العظمى والشركات متعددة الجنسيات وأصحاب النفوذ. وحيث أن هذا الموضوع بالغ التعقيد وشديد الصعوبة فدعونا نرجع مرة أخرى إلى مسؤوليتنا تجاه التنمية المحددة في إطار إمكانياتنا كدول آخذة في النمو ومسؤولية الأجيال الحالية تجاه الأجيال القادمة التي لا بد لها أن تحظى بالقدر المناسب من الموارد الصحيحة التي تصلح لسد احتياجاتها من أساسيات ومتطلبات المعيشة.

من هنا نشأت فكرة التنمية المستدامة Sustainable Development وهي شعار من الشعارات العالمية المستحدثة تلت الرحمة المقصود بها أطمعني اليوم ولا تنسى أن تحافظ على البيئة سليمة معافاة لاستمرارها في العطاء والنماء لإطعام البلايين الوافدة لتأخذ مكانها في مسيرة التنمية. وتبنى التنمية المستدامة على نظرية تمكين البشر في أرجاء العالم من تلبية احتياجاتهم الأساسية والتمتع بنوعية جيدة من الحياة دون الإضرار بالموارد الطبيعية التي تمس نوعية الحياة للأجيال القادمة. والقضية الآن أن التنمية في أغلب دول العالم خاصة العالم النامي لا تفي بمتطلبات المواطنين في الوقت الراهن فما بالك باحتياجات الأجيال المستقبلية. ولذا فأن الأمر يتطلب مسؤولية مشتركة بين المؤسسات داخل الدولة، بما في ذلك قطاعات التعليم والاعلام والبيئة والزراعة والصحة والتجارة وخلافه والاستفادة من الخبرات العالمية المتاحة لتحقيق التوازن المنشود وبث الوعي لدى المواطنين بأهمية التجاوب مع فكر التنمية المستدامة كملاذ وحيد لاستمرار الحياة الكريمة للمواطنين.

### التنوع الحيوي في البيئة الصحراوية وآفاق استخداماته المستقبلية

تنتشر الصحارى في مختلف المناطق الجغرافية حيث تغطي خمس مساحة الكرة الأرضية. وتفتقر المناطق الصحراوية إلى مصادر المياه المتجددة مثل الأمطار وبالتالي فإن الغطاء النباتي فيها يكون مبعثرا. إلا أن التنوع البيولوجي Biodiversity يكون ثريا. وحيث أن الظروف المناخية التي تتعرض لها

الصحارى بالغة الصعوبة حيث درجات الحرارة المرتفعة أثناء النهار والمنخفضة جدا أثناء الليل وندرة المياه فإن أقلمة النباتات تساهم في تشكيل تركيبات جينية متفردة تشكل نبعاً لا ينضب من الموروثات الهامة التي يمكن توظيفها الآن ومستقبلاً من خلال تطبيقات الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية الحديثة لما ينفع البشرية.

ربما أن الصحارى الشاسعة هي الامتداد الطبيعي المتاح لزيادة الرقعة الزراعية لإنتاج الغذاء والكساء خاصة في الدول النامية على الرغم مما تواجهه تلك البيئة من ظروف معاكسة لتوظيفها للإنتاج الزراعي المكثف حيث يأتي على رأس تلك الظروف الجفاف الشديد وملوحة المياه المتاحة بما سواء مياه جوفية أو مياه سطحية متأثرة بالبحار والبحيرات المحيطة. وتعتبر التكنولوجيا الحيوية الحديثة هي الملاذ الوحيد المتاح حالياً لتحريك الجينات المتخصصة في مقاومة الجفاف والملوحة فيما بين الكائنات الحية الطبيعية خاصة من الكائنات البرية إلى الكائنات الاقتصادية للوصول بتلك الأخيرة إلى القدرة على تحمل تلك الظروف المعاكسة مع استمرار احتفاظها بخصائصها الاقتصادية لإنتاج وفير من الغذاء والكساء تحت تلك الظروف البيئية القاسية. وبعبارة أخرى فإن توظيف التكنولوجيا الحيوية الحديثة يعتبر بمثابة عامل محفز للإسراع من تربية وأقلمة النباتات الاقتصادية دون الانتظار لآلاف السنين لتمكين العوامل البيئية السائدة من إضفاء صفات جديدة على الكائنات الحية من خلال التحول الوراثي البطيء الذي أسفر عن تشكيل التنوع البيولوجي السائد بين الكائنات. الأ أن المثير في تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الحديثة هو عبور الجينات بين أصناف وأجناس الكائنات الحية المتباعدة وراثياً كما هو الحال في نقل جينات مقاومة للآفات بين البكتيريا والنبات وجينات إنتاج الإنسولين البشري بين جين إنتاج الأنسولين من الإنسان إلى البكتيريا وخلافه... إلا أنه في النهاية كلها جينات من خلق الله أودعها في مخلوقاته وهدى الإنسان للتعرف عليها في كتابه الكريم سورة الإسراء "وما أوتيتم من العلم إلا قليلاً" كما حث الإنسان على البحث والاستزادة في العلم والدين بذكره في كتابه الكريم وفي سورة آل عمران "ويتفكرون في خلق السموات والأرض ربنا ما خلقت هذا باطلاً سبحانه". وعندما تأتي تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الحديثة بتأثيراتها الإيجابية المتوقعة لسد احتياجات الإنسان من الغذاء والكساء والدواء سيدرك الإنسان إعجاز القرآن الكريم الذي أشار بوضوح بالغ في سورة الحجر إلى "وإن من شيء إلا عندنا خزائنه وما ننزله إلا بقدر معلوم" أى عندما تشتد الأزمت يطلق الله العنان

للعقل البشرى أن يقلب في ماضي إنجازاته وحاضر طموحاته ويمهد له الطريق لتوظيف المعارف لتحقيق مزيد من الإنجازات العلمية التي من شأنها أن تساعد الإنسان على تخطي الشدائد خاصة عندما يتعلق ذلك بقوت الإنسان واحتياجاته من الكساء و الدواء واستمرار حياته على الكوكب. ومطلوب من الإنسان توظيف عقله في إدارة شئونه العلمية والبيئية بما يضمن عدم حيود الأداء عن الطريق المستقيم الذى يضمن الابتعاد عن الميول الشيطانية لتطبيقات الإنجازات العلمية (الاستنساخ البشرى مثلا) بل لزيادة فاعلية الموارد البيئية بغية زيادة الإنتاج دون الإضرار بعناصر البيئة، أخذاً في الاعتبار ما ورد ذكره في القرآن الكريم بسورة الروم " ظهر الفساد في البر والبحر بما كسبت أيدي الناس ليذيقهم بعض الذى عملوا لعلهم يرجعون" مما يشير إلى أهمية مراجعة الإنسان لما يحدثه من تأثيرات في البيئة للحفاظ عليها وديمومتها معافاة صحيحة صالحة للحياة الكريمة لإنسان اليوم وأجيال الغد.

### تطبيقات التكنولوجيات الجديدة في التنمية الزراعية بين مؤيد ومعارض

مما لا شك فيه أن القبول بمبدأ التنمية المستدامة في مجال الزراعة لا بد أن يرتبط بحق الفلاح في تحقيق عائد مجزى من جهده في زراعة أرضه. بمحاصيل اقتصادية مطلوبة بالأسواق حتى يسهل تصريفها. وأوضحت الخبرة المكتسبة على مدار السنين الطويلة زيادة إنتاج الغذاء والكساء بالعلم والتكنولوجيا الملائمة. ويكفى هنا أن نسوق بعض الأمثلة فبينما كانت المساحة المخصصة عالميا في عام 1933 لإنتاج الذرة المهجين عالية الإنتاج لا تتعدى 1% من المساحة الكلية زادت هذه النسبة لتبلغ 99% من مساحة الذرة على المستوى العالم بعد عدد محدود من السنوات (Anderson, 1996).

ولم يكن ذلك ممكنا لولا الجهد العلمى العالمى الرائع الذى مكن من التعمق في وراثته هذا النبات لمحاولة توظيف الخصائص الوراثية له لإنتاج هجن منتخبة غاية في القوة ولكنها عقيمة مما يجعل الفلاح مضطرا لشراؤها في كل عام وقد كان ذلك حافزا لعدد كبير من الشركات العالمية للاستثمار في هذا المجال طالما أنها سوف تسيطر على مبيعات البذور السنوية. وبالطبع فإن الإنتاج الغزير يوفر أيضا عائد كبيرا يفوق ما يتكبده الفلاح في إعادة شراء البذور كل عام إضافة إلى ما يوفره الفلاح من مبالغ إضافية كان ينفقها لشراء مستلزمات الإنتاج الضرورية لمقاومة عدد من الآفات وما كان يسببه ذلك من تدهور بيئته الزراعية وتهديد استدامة عطائها.

ويتمثل المثال الثاني في الآثار الهائلة التي صاحبت الثورة الخضراء والزيادة المذهلة في إنتاج الغذاء خاصة القمح والذرة والأرز مما حمى العالم من مجاعات كانت متوقعة في عديد من الدول كثيفة السكان. وبالطبع فقد تبع ذلك تغيرات إجتماعية وإقتصادية وتكنولوجية جعلت من الزراعة الكثيفة بديلا طبيعيا لزراعة الكفاف.

وبنظرة سريعة على تاريخ التنمية الزراعية من خلال المثاليين السابقين وما صاحباهما من معارضة قوية ثم ما تلى ذلك من اندماج تلك التكنولوجيات الزراعية في أنماط الإنتاج الزراعى نلاحظ أن التاريخ يعيد نفسه في التعامل مع كافة التكنولوجيات الحديثة بما في ذلك الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية والصراع الدائر بين المؤيدين والمعارضين إلى أن تخمد تلك الصراعات لتزدهر بعدها المنتجات الزراعية وتنتعش الأسواق وربما تعود البسمة إلى الأفواه الجائعة من الفقراء.

إن المرونة الهائلة والإمكانات الكبيرة لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية الحديثة تبشر بالأمل في بناء منظومة جديدة من الإنتاج الزراعى المبني على أسس التنمية المستدامة التي تشكل أهمية بالغة في الوقت الراهن.

### بعض النماذج الواعدة لإسهامات التكنولوجيات الحيوية في التنمية الزراعية المستدامة

#### التثبيت البيولوجي للآزوت (BNF) والتنمية المستدامة

اعتمدت التنمية الزراعية على مدار السنين على تنفيذ الدورة الزراعية التي تشمل على النجيليات والبقوليات إستنادا على الخبرة التراكمية لدى المزارعين عن أهمية البقوليات لتحسين خواص التربة وتوفير كمية كبيرة من النتروجين للزراعات القائمة والمتعاقبة.

ويعتبر البنتروجين من العناصر الهامة لنمو النبات حيث يلزم إتاحتها بكميات كبيرة لضمان إنتاجية عالية من المحاصيل. وبرغم تواجد النيتروجين بتركيزات عالية في الغلاف الجوى (حوالى 80%) إلا أن إتاحة هذا العنصر للنبات يكون عن طريق الأسمدة المصنعة غالية الثمن حيث ينفق العالم عليها ما يزيد عن 20 بليون دولار سنويا مع زيادة سنوية تقدر بحوالى 1.7%. والبديل الآخر لتوفير عنصر النتروجين للنبات يكمن في توظيف النظام البيولوجي لتثبيت النيتروجين بيولوجيا (BNF) بواسطة الكائنات الحية الدقيقة المثبتة للنتروجين من الجو. وتشير التقديرات العالمية إلى أن أجمالى النتروجين

المثبت من خلال أنظمة BNF يقدر بحوالى 175 مليون طن جدول (1) يأتي نصفها من الأرض المزروعة (Bezdicek. and Kennedy, 1998). بينما في النظم الزراعية المصرية حيث أقدم الزراعات التي عرفتها البشرية تقدر كمية النتروجين المثبت بيولوجيا من خلال أهم المحاصيل الزراعية بحوالى 222 الف طن كما هو موضح جدول رقم (2) (سعد زكى واخرون 1987، Moawad et al., 1998). وعلى الرغم من الاستثمارات العالية في بحوث BNF خلال العقود الثلاثة الماضية الا أن استفادة الدول النامية من نتائج تلك البحوث لا زالت محدودة (Shiferaw, et al 2004). وترجع محدودية الاستفادة من هذا النظام على المستوى العالمى بصفة عامة في الدول النامية إلى عدة عوامل نذكر منها:

1. التخصص ما بين الميكروب والمحصول.
2. أثر الظروف البيئية المعاكسة على تثبيت النتروجين.
3. قوة المنافسة بين البكتيريا المتوطنة والأخرى المستخدمة كلقاح.
4. تدهور صفات البكتيريا المضافة كلقاح مع الوقت.
5. نقص الجهود الإرشادية لتدريب المزارعين على وضع تلك التكنولوجيات ضمن حزمة التكنولوجيات المحصولية الأخرى.

وقد تناولنا بالدراسة عددا لا بأس به من نظم BNF التكافلية في أهم المحاصيل البقولية المزروعة في أراضي المنطقة العربية حديثة الإصلاح لما لها من أهمية بالغة في تحسين الإنتاج (Moawad et al., 1998; Moawad and Beck, 1991; Moawad et al., 1988; Moawad et al., 1986).

ولازالت فإن الحاجة ملحة إلى مزيد من البحث والتطوير من أجل التغلب على المحددات التي تعوق من الاستفادة الكاملة من هذا النظام البيولوجى الهام. ويدخل ضمن النقاط التي يلزم علاجها من خلال إجراء البحوث ما يلي:

1. رفع القدرة التنافسية للقاحات ضد البكتيريا المتوطنة في التربة.
2. تحسين مستوى التثبيت البيولوجى للنتروجين واستجابة المحصول إلى اللقاحات.
3. خفض تخصص العائل وزيادة فرصة نجاح التلقيح مع عدد كبير من العوائل النباتية.
4. إستباط نباتات وسلالات ميكروبية لديها القدرة الجيدة على تثبيت النتروجين الجوى تحت ظروف الحرارة العالية، والجفاف، والملوحة.

5. تطوير نظم زراعية تشجع على مد المنفعة من النيتروجين المثبت بالبقوليات إلى المحصول النجيلي التالي.

ولزيادة معدل التثبيت البيولوجي للآزوت بالنظام التكافلي بين الريزوبيا والبقوليات يمكن للتكنولوجيات الحيوية والمعلوماتية الآحيائية أن تلعب دورا هاما في الإسراع من تربية البقوليات التي تمتلك صفة تشجيع التثبيت البيولوجي للنيتروجين وكذلك البحث عن الجينات التي تمتلك القدرة العالية على تثبيت النيتروجين تكافليا في النباتات والريزوبيا على حد سواء (Crouch et al., 2004).

جدول (1) كمية النيتروجين المثبتة سنويا بالمليون طن من خلا نظم BNF ال

90	الأراضي الزراعية
50	النباتات والأراضي الغير مزروعة
35	البحار
175	الإجمالي

جدول (2) كمية النيتروجين المثبت حيويا في العام في عدد من المحاصيل الهامة في مصر (بالطن)

المحصول	النيتروجين المثبت سنويا بالطن
الفاصوليا	2100
الفاصوليا	800
البرسيم	160000
القمح	9000
الذرة	6000
الارز	37500
الإجمالي	222600

### دور الميكوريزا في مقاومة الإجهاد البيئي للنباتات

تم تناول هذا الموضوع بالدراسة في أحد الرسائل العلمية التي أجزيت تحت إشرافنا من كلية العلوم جامعة القاهرة (Abdel Latif, 1997) وأوضحت الدراسات أن التلقيح بفطر الميكوريزا التي

تصيب جذور النباتات التي تمثل أحد صور تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الزراعية كان له تأثيرا إيجابيا معنويا على التقليل من الأثر السلبي لزيادة الملوحة في بيئة نمو نباتات القمح والبرسيم حيث تحسن نمو كلا النباتين تحسنا معنويا مقارنة بالكونترول (النباتات التي لم تعامل بلقاح فطر الميكوريزا) جدول (3). وبما أن تلك الفطريات لا تضيف أى أعباء على بيئة النمو حيث أنها ليست ممرضة ولديها القدرة على تبادل المنفعة مع العائل النباتي دون آثار جانبية فإن هذه التقنية الحيوية تعد أحد الوسائل المرغوبة في التنمية المستدامة.

جدول رقم (3) دور فطريات الميكوريزا في تقليل الأثر السلبي الناتج عن الأملاح

الوزن الجاف للنبات (جرام)		تركيز الأملاح بالجزء في المليون في مياه الري	النبات
ملقح بالفطر	كونترول		
3.26 bc	*bc 2.50	0	القمح
2.68 c	1.71ab	2000	
2.35 bc	a 1.41	4000	
0.68 e	0.61 d	0	البرسيم
0.58 c	0.50 b	2000	
0.50a	0.40 b	4000	

\*الأرقام المتنوعة بحروف مختلفة تكون الفرق بينها معنوية

وأوضحت الدراسة أيضا أن التلقيح بالميكوريزا كان له تأثيرا إيجابيا معنويا على تقليل الأثر السلبي المرتبط بتعرض النباتات للجفاف نتيجة اتساع فترات رى النباتات جدول (4).

جدول رقم (4) دور فطريات الميكوريزا في تحمل النبات للجفاف

الوزن الجاف للنبات (جرام)		معدلات الري	النبات
ملقح بالفطر	كونترول		
3.07c	1.07ab*	كل 3 أيام	القمح
2.17 c	a 0.63	كل 9 أيام	
1.67 c	1.11 a	كل 3 أيام	البرسيم
1.53 c	0.89 a	كل 9 أيام	

\*الأرقام المتنوعة بحروف مختلفة تكون الفرق بينها معنوية

كما أوضحت الدراسة في تجربة أخرى أن استخدام لقاح فطر الميكوريزا نجح في تقليل الأثر الناجم عن إصابة نبات البرسيم بفطر *Rhizoctonia solani* المسبب لعفن الجذور مما أدى إلى تحسين نمو النباتات المصابة معنويا في وجود لقاح الميكوريزا مقارنة بالكوتترول الغير معاملة باللقاح جدول (5).

جدول رقم (5) دور فطريات الميكوريزا في تقليل الأثر السلبي لإصابة البرسيم بمرض تعفن الجذور بفطر

*Rhizoctonia solani*

المعاملات	الوزن الجاف للنبات (جرام)
كوتترول	0.36a
نباتات مصابة بالمرض	0.60b
نباتات مصابة بالمرض مع التلقيح بالميكوريزا	0.45a

وتتفق تلك النتائج مع ما تم التوصل إليه في عدد من البحوث السابقة:

(Ellis et al, 1985; Auge, 2001; Badr El-Din and Attia, 2003) وتوصل عدد آخر من العلماء إلى أن التلقيح بالميكوريزا قد ساهم في زيادة قدرة النبات على تحمل الملوحة (Hirrel and Gerdermann, 1978; Pond et al., 1984; Duke et al., 1986) وقد عزى العلماء ذلك إلى قيام الميكوريزا بمساعدة النبات في تغير الضغط الأسموزي لخلايا النباتات النامية تحت الظروف الملوحة بما يمنع خروج المياه من الجذور إلى البيئة المحيطة Safir et al., 1971; Mashhady et al., (1982).

وتتمشى تلك النتائج أيضا مع عدد من البحوث السابقة التي توضح مقدرة الميكوريزا على تقليل الأثر السلبي للأمراض الجذرية التي تصيب النباتات (Schonbeck and Spengler, 1979; Dehne, 1982; Graham, 1986, Caron 1989; Perrin, 1990 and linderman, 1994). كل ذلك يشير إلى الدور الهام الذي يمكن أن تلعبه التكنولوجيا الحيوية متمثلة في تطبيقات الميكوريزا في تحسين نمو النباتات تحت ظروف الإجهاد البيئي سواء البيولوجي أو غير بيولوجي.

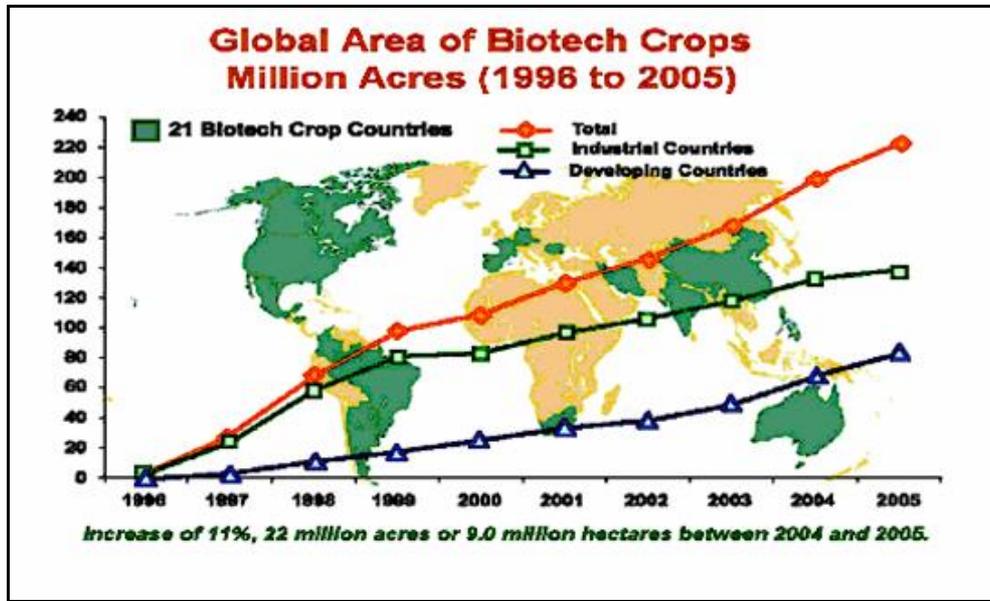
### الكمأة الصحراوية أحد منتجات التكنولوجيا الحيوية كغذاء ودواء

وفي دراسة قمنا بإجرائها على الكمأة الصحراوية في الصحارى الواقعة شمال غربى مصر إتضح أن هذا المورد الهام من الفطريات التى تستخدم كغذاء ودواء يمكن تعظيم الاستفادة منه فى حالة التعرف الدقيق على الظروف البيئية التى تساعد على نموه وتكثيفه. وبرغم أن هذا الموضوع لا يزال فى مرحلة الدراسة إلا أن المعلومات الهامة التى أمكن الحصول عليها من خلال دراسة علاقة إنتاج الأجسام الثمرية بالظروف البيئية يعد خطوة مهمة على الطريق. وأوضحت الدراسات أن هذا الفطر يتكاثر نموه فى مناطق السلوم وسيدي برانى بالساحل الشمالى الغربى والعريش بالساحل الشمالى الشرقى لمصر. وأمکن التعرف على أربعة أنواع من الكمأة الغذائية تلاحظ نموها جميعا فى الاراضى الصحراوية الحصوية الرملية. وأوضحت الدراسة أيضا أن موعد سقوط الأمطار من اهم العناصر المحددة لإنتاج الكمأة كما أن الحصاد الجائر للكمأة يؤثر سلبا على إنتاجية المواسم التالية (Moawad et al., 1997; Ali et al., 1998). وهنا يمكن أن تلعب التكنولوجيا الحيوية دورا هاما فى تجميع جراثيم فطر الكمأة وحفظها بطريقة علمية سليمة وإعادةها إلى مواقع تكاثرها فى بداية موسم النمو شريطة المحافظة على تلك المواقع من الأنشطة الإنسانية التى يمكن أن تخل التوازن البيئى الملائم لتحسين إنتاجية هذا الفطر. ولاشك أن ذلك سوف يكون موضع دراسات مستقبلية للحفاظ على التنوع الحيوى للكائنات التى تتواجد بالصحارى المصرية.

### الهندسة الوراثية والتنمية الزراعية

إن نظرة سريعة إلى نصيب الفرد من الموارد الزراعية سواء التربة أو المياه كقيلة بأن تجعل الإنسان يستشعر الخطر المتزايد لتدبير احتياجات الإنسان من طعامه وكساؤه. وإذا كان الكساء قد وجد طريقة إلى الحل عن طريق إنتاج الملابس الصناعية من المشتقات البتروكيمياوية عامة والمواد الجديدة بصفة خاصة فإن معضلة نقص الغذاء تظل حادة وتتطلب مزيدا من البحث العلمى الجاد والهادف سعيا وراء زيادة الإنتاج الزراعى وتحسين نوعية الغذاء. وقد أعطى عصر الهندسة الوراثية والتكنولوجيا الحيوية الحديثة الأمل فى إيجاد حلول علمية تطبيقية لزيادة الإنتاج الزراعى وتحسين نوعية المنتج.

وتبنى الهندسة الوراثية بصفة أساسية على نقل الجينات المتخصصة المسؤولة عن جودة الإنتاج وزيادته من كائن معين إلى كائن آخر بحيث يصبح الكائن المتلقي لتلك الجينات قادرا على توظيف اندماج هذا الجين في البناء الوراثي له إلى صفات إنتاجية مرغوبة. وبرغم حداثة عمر هذا الأسلوب التكنولوجي الجديد إلا أن معدل انتشاره في منظومة الإنتاج بالدول الغنية والنامية على حد سواء يشهد نموا مضطردا. ويكفي للتدليل على ذلك الإشارة إلى حصيلة تطبيقات التكنولوجيا الحيوية الحديثة (الهندسة الوراثية) في مجال الإنتاج النباتي على المستوى التجاري خلال العقد الماضي والذي يشكل العمر الحقيقي لتطبيقات الهندسة الوراثية في هذا المجال منذ نشأتها شكل (2).



شكل (2) المساحة الإجمالية للمحاصيل المعدلة وراثيا (1995-2005): زيادة بمعدل 11% بما يعادل 22 مليون إيكير، Source: Clive James, 2005

ويوضح هذا الرسم أن 21 دولة على مستوى العالم الصناعي والنامي تنتج الغذاء والكساء المهندس وراثيا بزيادة 11% سنويا. وتشير النتائج إلى أن تكلفة الإنتاج أقل وجودته أعلى.

ويتم في الوقت الراهن إجراء البحوث الهادفة لتوظيف تقنيات الهندسة الوراثية على عدة محاور من أجل:

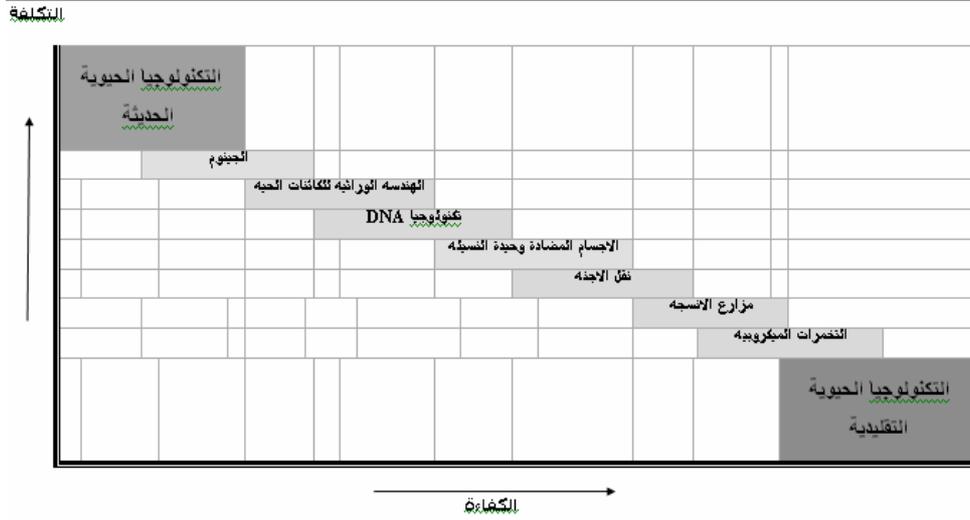
1. إنتاج سلالات وأصناف نباتية من المحاصيل الاقتصادية تتحمل الظروف البيئية المعاكسة مثل الجفاف والملوحة بهدف التوسع في التنمية الزراعية بالا راضى الصحراوية.
  2. السعي لإنتاج أصناف نباتية مقاومة للأمراض والآفات الزراعية بالهدف زيادة الإنتاج وتقليل الاعتماد على المبيدات الكيماوية.
  3. تحسين القيمة الغذائية للمحاصيل.
  4. إنتاج مبيدات حيوية لمقاومة الحشرات وصديقة للبيئية.
- وعلى الجانب الأخر تزداد تطبيقات الهندسة الوراثية في مجال الإنتاج الحيواني والداجنى والأسماك بإضافة جينات جديدة ترفع من إنتاجية إدرار الألبان فى الحيوانات وتحسن من نوعية اللحوم الحمراء والبيضاء على حد سواء.
- أن إضافة تطبيقات الهندسة الوراثية فى الزراعة تبدو بلا حدود ونحن على أعتاب المرحلة الأولى التى يتلوها مراحل هامة لإنتاج غذاء وفير لبلايين البشر.
- ولا بد أن نوه هنا إلى الدور الهام المنتظر أن تلعبه الحكومات فى سن قوانين السلامة الأحيائية ليطمأن الجمهور على سلامة غذائه وبحيث يقبل الناس على استخدام الأغذية المهندسة وراثيا بدلا من التخوف منها والابتعاد عنها.

### الإصحاح البيئي بالمعالجة الحيوية Environmental bioremediation

لقد نشأت الحاجة إلى أساليب المعالجة المختلفة لتخليص البيئة من الآثار المدمرة للسموم الناتجة عن الأنشطة الصناعية والزراعية والخدمية وبحيث تستمر الموارد البيئية صالحة للعطاء وخادمة للتنمية المستدامة. وقد سلك العلماء مسلك المعالجة الفيزيائية والكيميائية للبيئة لفترات طويلة إلى أن ظهرت التكنولوجيا الحديثة مثل التكنولوجيا الحيوية الحديثة التى يسعى الإنسان لتسخيرها لإزالة كثير من المواد الضارة التى تهدد سلامة البيئة. ويلاحظ المتبع للابتكارات فى هذا المجال على مر السنوات الأخيرة أن قائمة المعالجات الحيوية للمخلفات الصلبة والسائلة فى تزايد مستمر وكلها تستهدف تنمية

تكنولوجيات المعالجة الرخيصة والتي لا تترك أي آثار سلبية على البيئة التي تعمل فيها. ويدخل ضمن تلك التكنولوجيات الحديثة معالجات حيوية مبنية على توظيف النباتات التي تمتلك القدرة الفائقة عن امتصاص المواد السامة من الأراضي والمياه ويطلق عليها إصطلاح-Phytoremediation (Abou- Shanab et al., 2001 and 2003a,b, 2005) أو معالجة السموم العضوية الناتجة ضمن مخلفات المصانع كمصانع النسيج باستخدام الفطريات ومثال ذلك معالجة مخلفات الصبغات النسجية (Wafaa and Moawad, 2003).

أو استخدام البكتيريا لإزالة العناصر الثقيلة من مخلفات الصناعات المختلفة والتي تجد طريقها إلى البحار المائية (Hussein et al., 2004a, b; Hussein et al., 2005) أو المعالجة الحيوية لبقايا المبيدات الزراعية باستخدام الكائنات الحية الدقيقة القادرة على تحليل تلك المبيدات وهدمها (Wafaa et al., 2002) وهكذا ترتقي التكنولوجيا الحيوية على مدار السنوات وتتطور ضمن علوم البيولوجيا الحديثة التي توظف المعارف العلمية لزيادة وتحسين الإنتاج والحفاظ على البيئة لضمان استدامة الموارد البيئية. وبرغم ارتفاع تكلفة التكنولوجيات الحيوية الحديثة كما هو واضح من شكل (3) إلا أن العائد من ورائها لا يقدر بثمن مع كل فتح من الفتوحات التي تدخل إلى مجالات التطبيق في حياتنا. إن المنزلة الدقيقة للفيزياء والرياضة التي كانت قلب التقدم العلمي في القرون السابقة قد أفسحت المجال لمحور جديد وهو محور علوم الحياة والذي قام بتوظيف كل المعارف والمعلوماتية الإحيائية العلمية المتاحة لترتبط علوم البيولوجيا والكيمياء الجزيئية والوراثة وغيرها من أجل إحداث طفرات في الإنتاج على المستوى الزراعي والصناعي. ولاشك أن ما نشهده اليوم من تقدم علمي في هذا المجال الواعد لا يزال هو بداية طريق طويل سوف يمتد لعقود كثيرة قادمة لا تتحمل تراخي العلماء عن دورهم في النهوض بمهمة تعظيم الاستفادة من الموارد البيئية في إطار منظومة التنمية المستدامة.



شكل (3) إرثاء التكنولوجيا الحيوية على مر السنين  
المصدر (Persley 2000, Doyle and Persley, 1996)

## References

- Abdel- Latif, Sawsan, G. 1997.** Stress tolerance through plant, mycorrhizal association, B. Sc. Cairo University, Faculty of Science, Botany Department.
- Abou-Shanab, R.I., Angle J.S., Delorme T.A., Chaney R.L. Moawad H., Ghanem K., and Ghozlan H.A. 2001.** Effects of Ni Hyperaccumulator *Alyssum murale* on microbial populations in the rhizosphere. 93th Annual meeting of the American Society of Agronomy, Charlotte, North Carolina.
- Abou-Shanab, R.A., Angle, J.S., Delorme, T.A., Chaney, R.L., van Berkum, P., Moawad, H., Ghanem, K., and Ghozlan, H.A. 2003.** Rhizobacterial effects on nickel extraction from soil and uptake by *Alyssum murale*. *New Phytol.* 158: 219-224.
- Abou-Shanab, R.I., Delorme T.A., Angle J.S., Chaney R.L., Ghanem K., Moawad. H., and H.A. Ghozlan. 2003.** Phenotypic characterization of microbes in the rhizosphere of *Alyssum murale*. *International journal of phytoremediation* 5(4): 367-379.

- Abou-Shanab, R.I., Ghazlan H.A., Ghanem K., Moawad. H. 2005.** Behavior of bacterial populations isolated from rhizosphere of *Diplachne fusca* dominant industrial. World journal of Microbiology and Biotechnology, 67, 1095-1001.
- Ali, M. A; El-Saeedy M. T.; Moawad, H.; Abou-Shanab R. A. I. 1998.** Host range diversity and impact of vegetation on the desert Truffles of Egypt .J. Union Arab Biol, Cairo Vol 5(B), Botany, 43-57.
- Anderson, W.T. 1996.** Evolution isn't what it used to be. Publish. W.H. Freeman and Co.
- Auge, R. M. 2001.** Water relations, drought and vesicular-arbuscular mycorrhizal symbiosis. Mycorrhiza, 11, 3-42.
- Badr El-Din and Attia . 2003.** Rationalization of irrigation water of maize plants by inoculation with arbuscular mycorrhiza (AM) fungi. Egypt J. Microbiology, 38, 4, 323-336.
- Bezdicsek D.F. and A.C. Kennedy. 1998.** Microorganisms in action (Eds. J.M Lynch and J.E Hobbie). Backwell Scientific Publication.
- Caron, M. 1989.** Potential use of mycorrhizae in control of soil-borne diseases. Can. J. Plant Pathol. 11:177-179.
- Clive J. 2005.** Global status of commercialized biotech/GM crops: 2005. International service for the Acquisition of Agr-Biotech Applications, Brief 35 ISAAA publish.
- Crouch J. H., Buhariwalla H.K., Blair M., Mace E., Jayashree B. and Seraj R. 2004.** Biotechnology – based contributions to enhancing legume productivity in resource-poor areas.2004. In “symbiotic nitrogen fixation” Ed “Serraj R” Oxford a IBH Publishing Co. New Delhi.
- Dehne, H.W. 1982.** Interaction between vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi and plant pathogen. Phytopath. 72: 1115-1119.
- Doyle J.J. and Persley G.J. 1996.** Enabling the safe use of biotechnology: Principles and practice. Environmentally sustainable development studied and monographs series No 10, World Bank, Washington D.C.
- Duke, E.R; Johnson C.R.; Kock K.E. 1986.** Accumulation of phosphorus, dry matter and betaine during NaCl stress of sp;it-root citrus seeding colonized with vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on zero, one or two halves. New phytol. 104: 583-590.
- Ellis, J. R; Larsen, H. J.; Boosalis, M.G. 1985.** Drought resistance of wheat plants inoculated with vesicular-arbuscular mycorrhizae. Plant and Soil. 86: 369-378 .

- Graham, J.H. 1986.** Citrus mycorrhize: Potential benefits and interactions with pathogens. Hortscience 21:1302-1306.
- Hardy R. 2002 .** The bio-based economy. Trends in new crops and new uses. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Hirrel, M.C. and Gerdemann. 1978.** Improved growth of onion and bell pepper in saline soils by two vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi Soil Sci Soc Am. J. 44: 654-655.
- Hussien, H.; S.Farag; K, Kaandil and Moawad H. 2004.** Biosorption of heavy metals from waste water using *Pseudomonas sp.* Electronic Journal of Biotechnology, 7 (1), 34-58.
- Hussien, H. S. Farag, K, Kaandil and Moawad H. 2005.** Tolerance and uptake of heavy metals by *Pseudomonas sp.* Process Biochemistry. 40, 955-961.
- Hussein, H.; S. Farag; Moawad H. 2004.** Isolation and characterization of *Pseudomonase* resistant to heavy metal contaminants. Arab Journal of biotechnology 7(1): 13-22.
- Linderman, R.G. 1994.** Role of VAM fungi in biocontrol. In: Pflieger Fl, Linderman, R.G. (eds) Mycorrhizae and Plant Health. APS Press, St Paul, Minn, pp. 1-25.
- Mashhady, A.S.; Sayed H. I; Heakal M.S. 1982.** Effect of soil salinity and water stresses on growth and content of nitrogen, chloride and phosphate of wheat and triticale. Plant and Soil 68, 207-2106.
- Moawad, H., Ali, M.A. El Saeedy, M. and R.A.I. Abou-shanab 1997.** Survey of Edible Hypogeous Ascomycotina of Egypt. The African Journal of Mycology & Biotechnology Vol5 (1): 1-12.
- Moawad, H., S.M.S. Badr El-Din, R.A. Abdel-Aziz. 1998.** Improvement of biological nitrogen fixation in Egyptian winter legumes through better management of *Rhizobium*. Plant and Soil 204: 95-106.
- Moawad, H., Badr El-Din, S.M.S. and Khalafallah, M.A. 1986.** Quantification of nitrogen fixation by the Peanut / *Rhizobium* symbiotic system in a virgin sandy soil. Z. Pflazenernaehr. Bodenk, 149, 222-227.
- Moawad, H., Badr El-Din, S.M.S. and Khalafallah, M.A. 1988.** Field performance of rhizobial inoculants for some important legumes. In nitrogen Fixation by legumes in Mediterranean Agriculture (D.P. Beck and L.A. Materon, Eds), pp235-244. Martinus Nijhoff, Dordrecht

- Moawad, H. and Beck, D.P. 1992.** Some characteristics of *Rhizobium leguminosarum* isolates from uninoculated field-grown lentils. *Soil Biology and Biochemistry*. Vol 23, pp. 933-937.
- Perrin, R. 1990.** Interactions between mycorrhizae and diseases caused by soil-borne fungi. *Soil Use Manage* 6: 189-195.
- Persley, G. J. 2002.** Agricultural Biotechnology: global challenges and emerging science. In *Agricultural biotechnology: Country Case Studies - A Decade of Development*. Ed. Persley, Gabriele J. and L. Reginald Machntyre. CABI publishing UK.
- Pond, E. C.; Menge J.A.; Jarrell W.M. 1984.** Improved growth of tomato in salinized soil by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi collected from saline soils *Mycologia*. 76: 74-84.
- Safir, G.R.; Boyer J.S.; Gerdemann J.W. 1971.** Mycorrhizal enhancement of water transport in soybeans. *Sciencw*. 172: 581-583.
- Schonbeck F. and Spengler G. 1979.** Detection of TmV in cortical cells of tomato by immunofluorescence. *Phytopath. Z*. 94: 84.
- Shiferaw, B.,; Bantilan MCS and Serraj R. 2004.** Harnessing the otentials of BNF for poor farmers: Technological, policy and institutional constraints and research needs. 2004. In “symbiotic nitrogen fixation” Ed “Serraj R” Oxford an IBH Publishing Co. New Delhi.
- U. S. Census Bureau. 2006.** International Data Base. August.
- Wafaa M. Abd-El-Rahim, S. A. Abo Sedera, M.A. Khalafallah and H. Moawad. 2002.** Growth of soil bacteria on the insecticide Hostathion. *Egyptian of Journal Microbiology*. Vol. 37, 4, 359-374.
- Wafaa M. Abd-El Rahim, H. Moawad and M. A. Khalafallah. 2003a.** Enhancing the growth of fungal promising strains for rapid dye removal *Fresenius Environmental Bulletin (FEB)*, Vol. 12; No. 7, 764-770.
- Wafaa M. Abd-El Rahim, Moawad H and M. A. Khalafallah 2003b.** Microflora involved in textile dye waste removal. *Journal of Basic Microbiology* 43, No. 3. 167-174,
- World Bank report, 2006.** World Development Report: Equity and Development. New York: Oxford University Press.

سعد على زكى محمود، عبد الوهاب عبد الحافظ، محمد الصاوى مبارك. 1987. ميكروبيولوجيا الأراضى 4-604..5-977 مطبعة الشرق

## **The Role of the Advanced Biotechnology in the Sustainable Development of the Natural Resources in the Desert Environment**

**Hassan Moawad Abdel Al**

*National Research Centre, Gizza, Egypt.*

The vast deserts represent the available extension for the terrestrial environment in many countries. Despite the harsh conditions that dominate in the deserts with respect to the drought, the scarcity of the water, the insufficiency of the plant cover and the big weather changes, the deserts harbor valuable natural resources.

The application of modern technologies can help in the development of those regions without the creation of negative influences.

The advanced biotechnology offers tremendous scientific knowledge for the development of the dry environment to produce more food and medicine. The biotechnology contributes to the socio-economic development in many developed and developing countries. The term of Bio-Based Economy prevails expressing the penetration of the biotechnology in the economy essence.

Our studies showed the important role of biotechnology in improvement of food and agricultural production through the optimization of Plant-Microbe Interactions. Examples are; the high crop production in the presence of the N<sub>2</sub>fixing bacteria, the management of the desert truffle harvest in the deserts, and the improvement of the crop production through the activation of the mutual beneficial interaction between the plants roots and mycorrhizal fungi. We also applied the bioremediation approach for removal of environmental pollutants.

The future prospective of the biotechnology applications for the sustainable development of the natural resources in dry environment requires collaborative efforts of the scientists to produce adequate food, fiber and medicinal raw materials from the same amount of the available water. This can be achieved by using genetically improved drought tolerant plants. This cooperation will allow the transfer of the scientific knowledge and the experience exchange as well as the preservation of the biodiversity that carry the promise for solving the current and future problems. We look forward to promote the cooperation in biotechnology through the Inter-Islamic Network on Genetic Engineering and Biotechnology (INOGEb) to help the sustainable development of natural resources in the dry areas.