

## استخدامات تقنيات النانو في الزراعة والغذاء

حسين فاضل الربيعي(1) و عبد الجاسم محيسن الجبوري(2)

1-وزارة العلوم والتكنولوجيا ، ص . ب 765 بغداد

2-جامعة النهريين ، مركز ابحاث التقنيات الاحيائية ، بغداد

### الخلاصة

تتسارع عمليات مقارنة تقنيات النانو التي تعنى بتطويع المواد على مستوى الذرات والجزيئات مع التقنيات الإحيائية والتقنيات المعلوماتية بهدف أحداث تغييراً جذرياً في الأنظمة الغذائية والزراعية الحالية ومن المتوقع وخلال العقدين القادمين أن يتجاوز تأثير التقنيات النانوية على الزراعة والغذاء ما أحدثته عمليات الزراعية او الثورة الزراعية. فالزراعة وتبعاً للتصور النانوي الجديد بحاجة الى ان تصبح اكثر اتساقاً والية على نحو أتم وقابلة للتصنيع وتوجه نحو إنجاز أعمال بسيطة. وفي المستقبل المعتمد على التنظيم والسيطرة على الجزيئات فان الحقل سيمثل معملاً بايولوجياً واسع المساحة بالإمكان مراقبته وأدارته بوساطة أجهزة الحاسوب المتنقلة وسيكون بالإمكان من إيصال الأغذية وبصورة فعالة الى الجسم عبر مواد مصممة لهذا الغرض .

تعد هذه المقالة محاولة لتشخيص التقنيات النانوية الرئيسية التي تستهدف إعادة تنظيم وترتيب أنظمتنا الزراعية والغذائية .

### المقدمة

بلغ عدد سكان الأرض حالياً حوالي ستة بلايين نسمة ، نصفهم يعيشون في قارة آسيا. ويواجه جزء كبير من سكان الدول النامية نقصاً حاداً في موارد الإنتاج والأغذية نتيجة للضغوط البيئية وعدم الاستقرار السياسي في حين هناك فائض من الغذاء في البلدان المتطورة. من هذا المنطلق تحاول الدول النامية تطوير أصناف من المحاصيل تتحمل ظروف الشد البيئي كالجفاف والملوحة وتقاوم الآفات الزراعية فضلاً عن كونها تتصف بإنتاجيه عالية . اما في البلدان المتطورة فان قطاع الأغذية يعمل على تلبية متطلبات المستهلكين والتي تنحصر في الوقت الحاضر في الحصول على مواد غذائية طازجة وأكثر صحية وهذا يشكل قطاعاً تجارياً كبيراً ، فعلى سبيل المثال فان قطاع صناعة الأغذية في انكلترا

يشهد توسعاً كبيراً وبمعدل زيادة سنوية تقدر بحدود 5.2 % وقد ازداد الطلب على الأغذية الطازجة بحدود 10% خلال السنوات القليلة الماضية (Ball, 2003).

اتضحت وبصورة جلية إمكانية التغيير الجذري الذي من الممكن ان تحدثه التقنيات المتناهية الصغر او تقنية النانو Nanotechnology في مجالات الرعاية الصحية وتقنيات صناعة الأنسجة والمواد والمعلومات والاتصالات والطاقة (Royal Society, 2004). وفي الحقيقة هناك حالياً العديد من المنتجات التي تم إنتاجها بمساعدة تقنية النانو مثل ضمادات مضادة للبكتريا ومحاليل شفافة واقية من أشعة الشمس وأقمشة مضادة للبقع وطلاء للسيارات غير قابل للخدش وزجاج ينظف ذاته. اما في مجال الزراعة والغذاء فان أول ما اشر إمكانية الاستفادة من تقنية النانو هي وزارة الزراعة الأمريكية (USDA) (2003), ومن المتوقع ان تحدث هذه التقنية تحولاً في عموم صناعة الأغذية وبما يؤدي الى تغيير طرائق إنتاج وتصنيع وتعبئة ونقل واستهلاك الأغذية .

تهدف هذه الدراسة الى مراجعة الاوجه الرئيسية لمثل هذه التغييرات وتأثير الخطوط العامة للبحوث الحالية المتعلقة بتطويع تقنية النانو في مجالي الزراعة والأغذية وتأثيراتها المستقبلية.

### ماهي تقنيات النانو

تستخدم كلمة النانو nano في العلوم للإشارة الى وحدة قياس مقدارها واحد من مليون، وكمثال نقول نانومتر أي  $10^{-9}$  من المتر. وعموماً يستخدم مصطلح تقنية النانو nanotechnology للإشارة الى التقنيات المتناهية الصغر وعلى مستوى النانومتر. ان مثل هذه التقنيات تساعد في التوصل الى تحقيق انجازات مفيدة من خلال تطويع المواد على هذا المستوى المتناهي الصغر. وفي هذا الصدد فان الجمعية الملكية البريطانية تعرف تقنيات النانو على انها "تصميم ووصف وإنتاج وتطبيق تراكيب واجهزة وانظمة عبر السيطرة على الشكل والحجم على المستوى النانومتري" (Institute of Nanotechnology).

والعمل ضمن هذا المستويات يبطل عمل القواعد الاعتيادية للفيزياء والكيمياء، فعلى سبيل المثال فان مواصفات المواد مثل اللون والقوة والتوصيل الكهربائي والمغناطيسية والتفاعلية الضوئية والكيميائية تختلف بصورة كبيرة ما بين المستوى النانوي والمستوى الأكبر، فأنايبب الكربون النانوية تكون اصلب بمئة مرة اكثر من الحديد الصلب واخف منه بست مرات.

### تقنيات النانو في الزراعة

تهدف الجهات العلمية في الدول المتقدمة الى تعظيم امكانيات التقنيات الاحيائية في خدمة الاقتصاد والمجتمع والبيئة. فهناك تحديات عديدة تواجه القطاع الزراعي تتضمن الطلب المتزايد على الاغذية الصحية والامينة وتزايد مخاطر الامراض والتهديدات الكبيرة التي تواجه الانتاج الزراعي والسكاني

نتيجة التغيرات في انماط الاحوال الجوية. علماً ان عمليات التحول نحو اقتصاد حيوي تمثل ايضاً تحدياً يتطلب طرائق معقدة تتضمن مقارنة ما بين تفرعات العلوم المختلفة.

تشتمل تقنيات النانو على امكانية احداث تغيرات جذرية في الزراعة وصناعة الاغذية عبر ادوات جديدة للمعالجة الجزيئية للأمراض والكشف السريع عنها وتحسين قابلية النباتات والحيوانات على امتصاص المغذيات... الخ . فاجهزة التحسس وانظمة الاتصال الذكية سوف تساعد الزراعة لمكافحة الفيروسات وغيرها من الممرضات النباتية. وفي المستقبل القريب سيتم انتاج المواد المحفزة ذات التركيب النانوي التي ستزيد من فاعلية مبيدات الافات وبما يسمح باستعمال جرع منخفضة منها. كذلك ستمتكن تقنيات النانو من حماية البيئة بصورة غير مباشرة من خلال استعمال الطاقة البديلة (المتجددة) ونوعيات افضل من المرشحات او مواد محفزة لخفض التلوث وازالة ما موجود من ملوثات (Nordmann,2004).

ومن الطرائق الزراعية المستعملة بصورة واسعة في الولايات المتحدة الامريكية واوروبا واليابان، والتي تستخدم التقنيات الحديثة في ادارة المحاصيل ما يسمى بالزراعة ضمن بيئات مسيطر عليها، **Controlled Environment Agriculture (CEA)**، وهي شكلاً متقدماً ومكثفاً للزراعة المائية **hydroponic**، حيث ينمو النبات ضمن بيئة مسيطر عليها وبذلك يمكن تقييس العمليات الزراعية وتحديد الافضل منها وهنا يتم توظيف انظمة الكمبيوتر لمراقبة وتنظيم البيئة المحيطة بالنباتات . وتشكل طريقة الزراعة ضمن بيئة مسيطر عليها الارضية المناسبة لدخول تقنيات النانو مجال الزراعة ، حيث توفر اجهزة تقنيات النانو انظمة مراقبة وسيطرة ذات القابلية على القيام بعمليات الكشف والمراقبة مما يحسن من امكانية المزارعين على تحديد الوقت الانسب للحصاد وحيوية المحصول فضلاً عن ضمان سلامة الاغذية من التلوث الجرثومي والكيميائي (Cornell Univ. 2003).

## الزراعة المحكمة

تعد الزراعة المحكمة **Precision Farming** من الوسائل الحديثة للوصول الى الحدود القصوى في الانتاج وتقليص المدخلات (مثل الاسمدة والمبيدات ... الخ) وذلك من خلال مراقبة المتغيرات البيئية واتخاذ الاجراء المناسب. والزراعة المحكمة تستفيد عملياً من اجهزة الحاسبات وانظمة تحديد الموقع عبر الاقمار الاصطناعية (SPS) وانظمة المعلومات الجغرافية (GIS) واجهزة الاستشعار عن بعد لقياس الظروف البيئية ضمن موقع محدد بدقة وبالتالي قياس فيما اذا كانت المحاصيل في ذلك الموقع تنمو بالمعدلات القصوى للكفاءة او التشخيص الدقيق لطبيعة وموقع أي من المشاكل التي تواجه زراعة المحاصيل. وبالاعتماد على معلومات مركزية متجددة يمكن تحديد ظروف التربة وتطور النباتات والبذار والتسميد واستعمالات المبيدات والمياه وكيفية تنظيمها وبدقة متناهية وبما يؤدي الى خفض كلف

الانتاج وزيادة الانتاجية ويعود بالنفع على المزارعين ( Barlow,2001 ). كما ان بإمكان تقنية الزراعة المحكمة من المساعدة في تقليص النفايات الزراعية وبالتالي خفض التلوث البيئي. ان أنظمة المراقبة والتحسس الدقيقة الناتجة عبر تقنيات النانو سيكون لها تأثيراً واسعاً في مستقبل طرائق الزراعة المحكمة. ان إحدى أهم ادوار الأجهزة المنتجة عبر تقنية النانو سيكون زيادة استعمال المتحسسات الذاتية المرتبطة بأنظمة تحديد الموقع بهدف المراقبة الحقيقية عبر الوقت. ان مثل هذه المتحسسات النانوية يمكن نشرها في الحقل لمراقبة ظروف التربة ونمو المحصول وحالته الصحية. وتستخدم حالياً المتحسسات المسيطر عليها عن بعد في بعض الحقول الزراعية للولايات المتحدة الأمريكية وأستراليا، فعلى سبيل المثال تستخدم بعض مزارع العنب في ولاية كاليفورنيا أجهزة التحسس لأغراض تحسين نوعية الأعناب المنتجة مما يكسبها أفضلية في الأسعار ( Accenture,Inc.2004 ) من خلال إدارة عمليات السقي والتحري والتحذير عن الانجماد واستعمال مبيدات الآفات وتوقيتات الحصاد .. الخ. من جهة اخرى تستخدم مثل هذه المتحسسات في تمكين اصحاب محلات المواد الغذائية من تشخيص الاغذية التي تجاوزت حدود الصلاحية. ان التقاء التقنيات الاحيائية وتقنيات النانو في مجال اجهزة التحسس والمراقبة سوف تفضي الى انتاج معدات نانوية ذات حساسية عالية تسمح بالاستجابة المبكرة للتغيرات البيئية (Nanoforum Org. 2006) وعلى سبيل المثال إنتاج:

-متحسسات نانوية تستخدم أنابيب الكربون النانوية carbon nanotube التي هي عبارة عن صفائح كرافيتية ملفوفة لتشكل أنابيب قطرها بضعة نانومترات ويمكن ان يكون طولها عدة مايكرومترات. او تستخدم الدعامات الكابولية النانوية Nano-cantilevers هي تراكيب نانوية بالإمكان تطويعها للالتحام بمواد كيميائية محددة ، وهذا الالتحام يتسبب في انحناء الدعامه وبهذه الحركة يمكن تحسسها عبر العدسات او الكترونياً. مثل هذه المتحسسات تتصف بكونها صغيرة جدا مما يمكنها من تحديد وقياس اى من الجزيئات الصغيرة للبروتينات.

-جزيئات او سطوح نانوية بالإمكان هندستها لتحفيز إشارات كهربائية او كيميائية عند وجود ملوثات مثل البكتريا.

- متحسسات نانوية تعمل عن طريق تحفيز تفاعلات انزيمية وتعمل كمجسات تلتصق بالمواد الكيميائية والبروتينات المستهدفة.

واخيراً فإن الزراعة المحكمة وبمساعدة المتحسسات الذكية سوف تؤدي الى تحسين الإنتاجية الزراعية عن طريق توفير المعلومات الدقيقة وبالتالي مساعدة المزارعين من اتخاذ القرارات المناسبة والأفضل.

## أنظمة الإيصال الذكية Smart Delivery Systems

شهد النصف الثاني من القرن العشرين ازدياد استعمال المبيدات الكيميائية في مكافحة مختلف الآفات الزراعية. وقد وجد لاحقاً ان العديد من المبيدات يمتلك سمية عالية ويؤثر على صحة الانسان والحيوان فضلاً عن التأثيرات السلبية على كامل النظام البيئي. تبعاً لذلك تم منع تداول واستعمال العديد منها، وللحفاظ على المحاصيل والمزروعات المختلفة تم تطوير أنظمة الادارة المتكاملة للآفات التي يتم خلالها تعزيز استخدام الطرق التقليدية للمكافحة مثل الدورات الزراعية مع عوامل المكافحة الاحيائية . وفي المستقبل القريب فان الاجهزة النانوية ذات المواصفات الجديدة ستغير بالتأكيد من الانظمة الزراعية باتجاه جعلها " أنظمة ذكية smart systems " (Culler and Mulder, 2004). فعلى سبيل المثال فان مثل هذه الاجهزة يمكن ان تستعمل في تشخيص صحة النباتات وقبل ان تتدهور وتصبح ملحوظة للعيان، هذا فضلاً عن امكانية استجابتها واتخاذ الفعل العلاجي المناسب وتبعاً لكل حالة ، وفي حالة عجزها عن القيام بذلك فانها على الاقل تقوم بتحذير المزارعين ولفت انتباههم نحو المشكلة. وهنا فان الاجهزة الذكية تعمل وكأنها أنظمة وقاية وتحذير مسبق، من جهة اخرى فان من المحتمل ان تقوم الاجهزة الذكية النانوية بإيصال المواد الكيميائية الى النباتات وبصورة مسيطر عليها وموجهة وكما في حالة " الطب النانوي nanomedicine " حيث يتم إيصال الدواء الى الموقع المطلوب لعلاج وكما هو الحال في علاج السرطان .

ان اكتشاف واستعمال تقنيات مثل التغليف او الكبسلة encapsulation والاطلاق المسيطر عليه controlled release قد ساعد في احداث تغييراً جذرياً في استعمالات المبيدات . حيث قامت العديد من شركات المبيدات بانتاج مستحضرات تحوي على جزيئات نانوية ذات حجوم تتراوح ما بين 100-250 نانومتر بامكانها الذوبان في الماء بصورة اكبر مما عليه في المبيدات الحالية وبذلك ازادت فاعليتها وقامت شركات اخرى بانتاج عوالق suspensions من الجزيئات النانوية (مستحلبات نانوية nano emulsions ) مائية او زيتية تحوي على عوالق موحدة من الجزيئات النانوية للمبيد وبحجم يتراوح ما بين 200-400 نانومتر، وبالامكان توليفها على شكل سوائل او هلام او كريم ...الخ وبذلك يمكن استعمالها في اعمال الوقاية او العلاج او المحافظة على الانتاج بعد الحصاد . وفي هذا الاطار تقوم احدى اكبر الشركات العالمية للكيمياويات الزراعية باستعمال المستحلبات النانوية في منتجاتها من المبيدات او منظمات النمو النباتية مثل Syngenta ) Primo MAXX (Inc.a). وهناك ايضاً المبيد المكسبل encapsulated Karate ZEON الخاص بمكافحة الآفات الحشرية على القطن والرز وفول الصويا والفول السوداني (Syngenta Inc.b) الذي تتكسر كبسولاته النانوية حين تلامس الأوراق النباتية في المقابل هناك من

المبيدات ما يظهر فعله الا عندما يصبح ضمن محيط قاعدي مثل ما موجود في معدة بعض الحشرات (Syngenta Inc.c).

وفي اماكن اخرى يعمل الباحثين على تقنيات مختلفة تساعد في جعل انظمة ايصال الاسمدة والمبيدات تستجيب للتغيرات التي تحصل في البيئة وبذلك فان هدفهم النهائي هو تصميم مواد تطلق مكوناتها الفعالة بطريقة مسيطر عليها (ببطأ او بسرعة) وكاستجابة لمؤثرات مختلفة مثل المجال المغناطيسي و الحرارة و الامواج فوق الصوتية و الرطوبة... الخ. كما وتهدف بحوثاً حالية جعل النباتات تستفيد من المياه والمبيدات والاسمدة وبصورة اكثر فاعلية وبما يؤدي الى تقليص تلوث التربة والمياه بهذه الكيماويات الزراعية.

### استعمالات زراعية أخرى

وكما هو الحال في تطوير أنظمة محسنة لمراقبة الظروف البيئية وأخرى لإيصال المغذيات والمبيدات وبصورة مسيطر عليها فان التقنيات النانوية بإمكانها تحسين مستوى معارفنا عن حياته المحاصيل المختلفة وبما يمكن توظيفها في زيادة الإنتاج او القيمة الغذائية هذا فضلاً عن تطبيقات اقتصادية أخرى.

وتعد زراعة الجسيمات particle farming أحد الأمثلة حيث تستخدم الجسيمات النانوية صناعياً عن طريق زراعة النباتات في ترب محددة وفي هذا المجال أظهرت البحوث بان زراعة نباتات الفصية (الجت) في ترب غنية بالذهب يمكن ان تقوم هذه النباتات بامتصاص جسيمات الذهب النانوية عبر جذورها وتجميعها في أنسجتها وبالإمكان فصل هذه الجسيمات ميكانيكياً عن الأنسجة النباتية بعد الحصاد (Kalaughe, 2003).

وبالإمكان استعمال التقنيات النانوية أيضاً في تنظيف المياه الجوفية، حيث تقوم إحدى الشركات الأمريكية باستخدام الياف نانوية من مادة أو كسيد الألمنيوم بقطر 2 نانومتر تعمل كمصفاة للمياه الجوفية . ان المرشحات المصنوعة من هذه الألياف بإمكانها من مسك الفيروسات والبكتريا والابتدائيات وتخليص المياه منها (Small times). وهناك مشاريع مشابهة في الهند وجنوب افريقيا . من جهة اخرى تقوم شركات اخرى بانتاج جسيمات نانوية من فلز اللنتانوم بإمكانها من امتصاص الفوسفات الموجودة في البيئات المائية وازالتها لاحقاً بهدف منع نمو الطحالب المائية ضمن هذا البيئات وخصوصاً برك تربية الاسماك او المسابح ( Altairnano). كما اظهرت البحوث التي تجرى في احدى الجامعات الامريكية بان استعمال مسحوقاً نانوي للحديد يعد وسيلة فعالة لتنظيف التربة والمياه الجوفية الملوثة ، احدى اكبر المشاكل المستعصية في الولايات المتحدة الامريكية والعديد من بلدان العالم (NanoApex). من جهة اخرى تبين ان جسيمات او كسيد الحديد النانوية تعد فعالة جداً في الارتباط بجزيئات الزرنيخ وازالتها من المياه الجوفية (CBEN) .

## التقنيات النانوية في صناعة الأغذية

اصبح من الواضح وخلال السنين القليلة الماضية إمكانية تأثير التقنيات النانوية في صناعة الأغذية وخصوصاً بعد ماتم تنظيم عدد من المؤتمرات العلمية العالمية في هذا المجال حيث هناك العديد من التطبيقات منها : التعبئة الذكية Smart Packaging والمواد الحافظة والغذاء التفاعلي interactive food وهذا النوع من الأغذية يهدف الى تمكين المستهلكين من تحويل الغذاء وتبعاً لحاجتهم الغذائية او تذوقهم. ويتضمن المفهوم استعمال آلاف الكبسولات النانوية الحاوية على محفزات تذوقية اولونية او تحوي على عناصر غذائية مضافة (مثل الفيتامينات) ، التي تبقى سابتة في الغذاء وتطلق فقط حين يتم تحفيزها من قبل المستهلك (Dunn, 2004). ان تعريف الغذاء النانوي nonofood يتضمن استعمال تقنيات او أدوات نانوية خلال زراعة او إنتاج او تصنيع او تعبئة الأغذية. ويزعم الجميع ان الهدف من كل هذا هو تاكيد جودة المنتجات الغذائية وخلق ثقافة غذائية صحية ، كذلك يأمل الباحثون في هذا المجال في زيادة النوعية التغذوية للأغذية من خلال إضافات مختارة وتحسينات في طريقة هضم وامتصاص الغذاء.

## التعبئة وسلامة الأغذية

تهدف العديد من الشركات التي تطوير مايدعى بالتعبئة الذكية وذلك لاطالة العمر التسويقي للأغذية . ان هذه الأنظمة من التعبئة بإمكانها من إصلاح الثقوب والتشققات الصغيرة في الأغلفة والاستجابة للظروف البيئية (مثل التغيرات في درجات الحرارة والرطوبة) وتحذير المستهلك اذا ما كان الغذاء ملوث. فتقنيات النانو بإمكانها من توفير مثل هذه الحلول وكمثال على ذلك تحويل السلوك التناذري عبر أغلفة الألمنيوم الرقيقة foils وزيادة المواصفات المانعة او المعيقة (الميكانيكية والحرارية والكيميائية والجرثومية) وتحسين مواصفات المقاومة الميكانيكية والحرارية وتطوير أسطح نشطة مضادة للبكتريا والفطريات والتحسس، فضلاً عن التحذير في حالة حدوث تغير في المحتوى الجرثومي او البيوكيميائي للأغذية ( Food Production Daily, a ) وهناك حالياً تعاوناً ما بين إحدى شركات الأغذية العالمية وعدد من الباحثين في إحدى الجامعات الأمريكية من اجل تطوير ما يدعى "باللسان الالكتروني electronic tongue" لوضعة في عبوات الأغذية ، وهذا النظام يشتمل على متحسسات نانوية شديدة الحساسية للغازات التي تطلقها الأغذية التالفة ويحدث التحذير عبر تغير لون شريط المتحسس الموضوع في العبوة الحاوية على الغذاء (Food Production Daily,b) من جهة اخرى قامت شركة اخرى متخصصة في صنع مواد التعبئة والتغليف بتطوير مواد تغليف "Durethan" تتصف بكونها اخف واقل مقاومة للحرارة مقارنة بما متوفر من اغطية تغليف الاغذية. ان الهدف الاساسي من هذا النوع من الاغطية الجديدة المسماة

"بالنظام الهجين hybrid system " هو منع جفاف المحتويات وحمايتها من الرطوبة والاكسجين ، وتتأتى مواصفاتها من وجود العديد من جسيمات السليكا النانوية التي تقوم بتقليص دخول الاوكسجين وغيره من الغازات وتسرب الرطوبة وبالتالي منع تلف الغذاء ( Nonoforum Org. 2006 ) من جانب اخر هناك الان نوعاً من القناني الخاصة بالمشروبات مصنعة باضافة جسيمات الطين النانوية تتصف بكونها اخف وزناً واقوى من نظيرتها الزجاجية وتقلص من فقدان ثنائى اوكسيد الكربون ودخول الاوكسجين مما يبقى ما فى داخل القناني طازجا ويصل عمرها التسويقي لاكثر من ستة اشهر (Wolfe,2004). وفى تطوير مقابل قامت شركة اخرى بانتاج اغشية تغليف باستطاعتها امتصاص الاوكسجين من محتويات العبوة وبذلك توفر تلف الاغذية.

وفى مجال تلوث الاغذية قامت احدى الشركات بتطوير بخاخ متحسس نانوي يحتوي على بروتين وميضي تمت هندسته لاجل الارتباط بسطح الجراثيم مثل بكتريا *Salmonella* و *E.coli* وعند حدوث ذلك يتم انبعاث توهج مرئى من السهل التعرف عليه وبالتالي تحديد الأغذية اوالمشروبات الملوثة، علما ان شدة التوهج تشير الى مستوى التلوث البكتيري

(AgroMicron). وضمن استراتيجية مناظرة تهدف الى ضمان سلامة الأغذية يقوم الباحثين في الاتحاد الاوربي بتطوير متحسسات نانوية متنقلة للكشف عن المواد الكيميائية والجراثيم والسموم في الاغذية (Good Food Project)، وهذا يساعد في اختصار الوقت والكلف المطلوبة حاليا عند التأكد من سلامة الأغذية في المختبرات المركزية حيث يسمح هذا النظام بالقيام بهذه الكشوفات في الحقل او المجازر او خلال النقل او في معامل التصنيع والتعبئة . كما يقوم الباحثين في نفس المشروع على تطوير جهاز يستعمل جزيئات مصنعه من الحامض النووي DNA للتحري عن الجراثيم ،وتحديد وجود مختلف أنواع البكتريا الضارة في اللحوم والاسماك او الفطريات في الفواكة .ويتضمن المشروع كذلك خططا لتطوير متحسسات بأماكنها تشخيص المبيدات على الفواكه والخضراوات فضلا عن متحسسات لمراقبة الظروف البيئية للحقول.

ويدعم الاتحاد الأوربي حاليا مشروعا يهدف الى تطوير "أدوات تشخيصية متعددة الاستعمالات وغير مكلفة وسهلة الاستخدام للأغراض الصحية والبيئية وغيرها من التطبيقات " التي وجد ان العديد منها تقع ضمن مجال سلامة الأغذية. وتوظف هذه ألا جهزه تقنية الكابول cantilever ، حيث تظلى نهاية الدعامة الكابولية بمواد كيميائية تساعد على الانحناء وإصدار رنين عند ارتباطها بجزيئات محددة (مثل تلك الموجودة على سطح البكتريا)،صممت هذه الاجهزة على شكل رقائق دقيقة تمكن استخدامها لمرة واحدة (Biofinger Project) . من جهة أخرى يقوم الجيش الأمريكي بتطوير متحسسات نانوية فائقة القدرة للكشف عن التلوث الجرثومي للأغذية تعمل بصورة تفوق طرائق الكشف الحالية عن التلوثات ، حيث يتم عبرها التوصل الى النتيجة في نفس الوقت. ويقوم الباحثون في جامعات المانيا بتطوير أغلفة طاردة للأوساخ لأغراض تعبئة الأغذية مستفيدين من التراكيب النانوية للطبقة الشمعية المغلفة

لاسطح الأوراق النباتية ، وهذا ما يفيد في تغليف الذبائح واللحوم المصنعة (ETC group,2004). واعلن الباحثون في جامعات إنكلترا ان الجسيمات النانوية لأكاسيد المغنسيوم والزنك تكون فعالة جداً في تحطيم الأحياء المجهرية ولكونها ارخص من مثيلاتها من الفضة فانها ستدخل ضمن العديد من التطبيقات في مجال تعبئة الاغذية ( Food Product Daily,c ). وهناك تطبيقات عديدة للتقنيات النانوية في مجال مراقبة وتعليم المواد الغذائية، حيث يتم استعمال تقنية تشخيص التردد الراديوي المستخدمة منذ مدة طويلة من قبل الجيوش ، في مراقبة الأغذية وفي كافة المراحل من المخزن وحتى أيدي المستهلكين (Wired News) حيث يمكن بوساطتها مسح كافة المواد آليا.

## تصنيع الأغذية

بالإضافة الى ما ذكر انفاً عن التعبئة فان التقنيات النانوية تدخل حالياً في مجالات تطوير الأغذية التفاعلية التي تستجيب لمتطلبات الجسم التغذوية والتي بإمكانها من إيصال المغذيات بصورة كفاءة. حيث تقوم مجاميع من الباحثين بالعمل على تطوير أغذية "حسب الطلب on demand " جديدة اذ تبقى ساكنة داخل الجسم ولحين الحاجة لها حيث توصل المغذيات الى الخلايا. والتطوير الأساسي في هذا المجال هو الكبسولات النانوية المدخلة في الغذاء بهدف إيصال المغذيات الى كافة خلايا الجسم . ومن التطورات الاخرى في مجال تصنيع الأغذية هي إضافة جسيمات نانوية للأغذية لتمكن من زيادة معدلات امتصاص المغذيات، حيث قامت إحدى المخابز الكبرى في استراليا بإضافة جسيمات نانوية حاوية على زيت سمك التونة (كمصدر مهم للأحماض الدهنية اوميكا - 3) الى أحد أهم أنواع الخبز المنتج من قبلها وقد صممت الكبسولات الصغيرة بحيث تتكسر عندما تصل الى المعدة لتجنب الطعم غير المستساغ لزيت التونة (CSIRO).

وفي مجال إيصال المغذيات بحجوم نانوية الى الخلايا يتم حالياً تصنيع جسيمات كروية فارغة وبقطر 30 نانومتر ( Bidelivery Sciences International) تستخدم لحمل المغذيات مثل اللايكوبين والكاروتين والوتين والستيروولات النباتية وغيرها داخل هذه الجسيمات . وتسوق مثل هذه الجسيمات ممزوجة في زيت نبات الكانولا الذي يساعد على خفض نسبة الكوليسترول في الدم . شركات اخرى قامت بتسويق مستحلب من الجسيمات ذات القطر الاقل من 5 نانومتر تدعى انه يقوم باصطياد الجذور الحرة ويزيد من رطوبة الجسم ويعدل الـ pH (Royal Body Care). كما قامت نفس الشركة بتطوير مسحوق جسيماته نانوية يمزج مع مضافات تغذوية عند استهلاكها تحفز من امتصاص المغذيات .

وهناك من يقوم بتطوير آليات جديدة لإيصال فيتامين E مباشرة الى خلايا الجلد بعد امتصاصه ويسوق حالياً منتج سيراميكي نانوي جديد يخفض من استخدام الزيت في الطبخ الى النصف . وكنتيجة

لمساحته السطحية الكبيرة فان المنتج يمنع من تأكسد وتكتل الشحوم في اواني القلي وبهذا يساعد أيضا في إطالة عمر الزيت المستخدم هذا فضلاً عن كونه يغلي بسرعة اكبر ويقلص من الطاقة اللازمة للطبخ (Oilfresh Corporation) . وهناك العديد من المنتجات المسوقة التي تدخل فيها التقنيات النانوية وخصوصاً في الولايات المتحدة الأمريكية نجدها في العديد من مواقع الانترنت المتخصصة (Nanotechnology Project)

## التأثيرات الصحية والبيئية

أثارت تطبيقات التقنيات النانوية في الزراعة والغذاء والعديد من الاهتمامات البيئية والصحية منطلقاً من كون ان الجزيئات النانوية تنطوي على سمية مختلفة عن مثيلاتها الأكبر والعائدة لنفس المركب، بل قد تكون اكثر سمية نتيجة لصغر حجمها وبإمكانها من الحركة داخل الجسم وبسهولة عبر الأغشية الواقية مثل الجلد والحاجز الدموي الدماغي أو ربما حتى المشيمة. وفي إحدى التجارب وجد ان تعرض اسماك ذئب البحر (bass) لكميات قليلة من الجزيئات النانوية لذرات الكربون نتج عنها ظهور سريع لثآليل في الدماغ وموت نصف يرقات البعوض الموجودة في نفس المياه التي تعيش فيها هذه الأسماك وأظهرت دراسات أخرى ان بإمكان الجزيئات النانوية التحرك بطرق غير متوقعة خلال التربة واحتمالية النقل مواد أخرى معها (ETC group, 2004). وبصورة عامة ان من الواضح ولحد الوقت الحاضر عدم توفر معلومات دقيقة عن تأثيرات الجزيئات النانوية على الإنسان وغيره من الأنواع او عن كيفية سلوكها في الأوساط الهوائية او المائية او التربة او عن قابليتها التجمع ضمن السلاسل الغذائية.

## الاستنتاجات

يتضح مما تقدم ان هناك العديد من بلدان العالم قد شخصت إمكانية الاستفادة من التقنيات النانوية في مجال الزراعة والغذاء وقامت تبعاً لذلك باستثمارات متعاطمة فيه . ويشهد العالم خطأً طموحة قصيرة وبعيدة المدى بهدف اكتشاف هذه الظاهرة الجديدة وتحديد الطرائق والوسائل اللازمة للتصدي للتحديات التي تواجه قطاع الزراعة والغذاء . وبالرغم من ان معظم نشاط البحث والتطوير في هذا الجانب يقع في البلدان المتقدمة الا انه هناك بعض من بلدان العالم النامي مثل ايران والهند تقوم بأنشطة في هذا المجال ، حيث تقوم وزارة الزراعة الايرانية بدعم تجمع 35 مختبراً علمياً يعملون على مشروع توسيع استخدامات التقنيات النانوية في قطاع الزراعة (Iran Mania News) ويتضمن المشروع برامج تدريبية بهدف تطوير متخصصين في هذا المجال، وقد استطاعوا من إنتاج أول منتج تجاري بوساطة تقنيات النانو عبارة عن مضاد بكتيري فعال جداً يؤمل استعماله في الصناعات الغذائية ، كذلك له استخدامات متعددة أخرى في صناعات المنظفات والأصبغ والسيراميك وأنظمة التكييف ... الخ. اما

الهند فقد رصدت عام 2006 مبلغ مقداره 22.6 مليون دولار أمريكي لإحدى الجامعات دعماً لها في تطوير وسائل وتقنيات نانوية جديدة تفيد في قطاع التصنيع الزراعي (Nanoforum Org. 2006) ويغض النظر عن تأثيرات التقنيات النانوية في تصنيع الأغذية ونوعية المنتجات التجارية المسوقة ، يبقى موضوع سلامة الأغذية المحور المركزي للاهتمام ، لهذا نجد نمواً مضطرباً في تطبيقات التقنيات النانوية في هذا المجال فمن المتحسسات النانوية التي تضمن سلامة الغذاء هي تلك الأجهزة التي تحذر المستهلكين واصحاب المحلات عن قرب انتهاء العمر التسويقي للأغذية وصولاً الى نوعية التعبئة والأغلفة التي تضمن سلامة وامن الأغذية المعبأة وعدم تلوثها.

## المصادر

- Accenture, Inc.( 2004) Virtual Vineyard.[http://www.accentre.com/xdoc/en/ideas/outlook/3\\_2004/pdf/case\\_sensor.Pdf](http://www.accentre.com/xdoc/en/ideas/outlook/3_2004/pdf/case_sensor.Pdf)
- AgroMicron, <http://www.agromicron.com/BTP.Htm>
- Altairnano Org., <http://www.altairnano.com/applications.html>
- Ball, Philip (2003) Nanotechnology sciences next frontier or just a load of bull? New Statesman, <http://www.findarticles.com/p/articles/mi-m0fQp/is-4643-123/ai-0452040>.
- Barlow, Jim (2001)Remote- Sensing Lab Aims to Foster Growth of Precision Farming University of Illinois at Urbana- Champaign Press Release, [www.news.uiuc.edu/scitips/01/05\\_farmlab.html](http://www.news.uiuc.edu/scitips/01/05_farmlab.html).
- Biodelivery Sciences International . <http://www.nutraleaes.com/technology.asp>.
- Biofinger,Org. <http://www.biofinger.org>
- Center for Biological and Environmental Nanotechnology (CBEN) [http://cohesion.rice.edu/centersandinst/cben\\_research.cfm?doc\\_id=5100](http://cohesion.rice.edu/centersandinst/cben_research.cfm?doc_id=5100)
- Cornell University (2003) Nano- Scale Science and Engineering for Agriculture and Food Systems. [www.nseafs.cornell.edu](http://www.nseafs.cornell.edu).
- CSIRO <http://www.foodscience.afisc.csiro.au/foodfacts/foodfacts11-fishoil.htm> .

- Culler, David E. and Hans Mulde (2004) Smart to Network the World Scientific American, [www.scientificamerican.com](http://www.scientificamerican.com)
- Dunn, John (2004) A Mini Revolution. [http:// www. foodmanufacture .co.uk/ news/ fullstory. Php/ aid/472/A mini revolution. html](http://www.foodmanufacture.co.uk/news/fullstory.php/aid/472/A_mini_revolution.html).
- ETC Group (2004) Down on the Farm [www. etcgroup. org/ documents/ -ETC DOTFarm 2004. Pdf](http://www.etcgroup.org/documents/-ETC_DOTFarm_2004.Pdf)
- Food Production Daily(a). Nanotechnology targets new food packaging products, [www.foodproductiondaily.com](http://www.foodproductiondaily.com).
- Food Production Daily (b). [http:// www. food productiondaily .com / news/ ng.asp?id = 63704](http://www.foodproductiondaily.com/news/ng.asp?id=63704)
- Food Product Daily (c) . [http:// www. foodproductiondaily .com /news/ ng . asp? = 59980-](http://www.foodproductiondaily.com/news/ng.asp?id=59980) nanotech – discovery- promises
- Good Food Project, [http:// www. goodfood- project. Org](http://www.goodfood-project.org)
- Iran Mania News. Iran agro sector developing nanotech, [www. iranmania .com /News](http://www.iranmania.com/News)
- Institute of Nanotechnology. [www. Nano. Org. uk// what is nano?/](http://www.nano.org.uk/what_is_nano/).
- Kalaughe, Liz (2003) Alfalfa plants harvest gold nano particles Nanotech -web, [www. nanotechwed . org/ articles / news/1/8/4/1](http://www.nanotechweb.org/articles/news/1/8/4/1)
- NanoApex Com. [http:// news. Nanoapex .com/ modules ,php? Name = News&file = article&sid = 3790](http://news.nanoapex.com/modules.php?Name=News&file=article&sid=3790)
- Nanoforum Org .(2006) European Nanotechnology Gateway . [www. nanoforum. Com](http://www.nanoforum.com).
- Nanotechnology Project [http:// www. nanotechproject. Org/ index. Php? = 44& id = 44& action = view& dbq= food & p = 0](http://www.nanotechproject.org/index.php?id=44&action=view&dbq=food&p=0)
- Nordmann ,Alferd (2004) Converging Technologies- Shaping the Future of European Societies, [www. europa. eu. int/ comm./ research/ conferences /2004/ntw/pdf/ final-report-en. Pdf](http://www.europa.eu.int/comm/research/conferences/2004/ntw/pdf/final-report-en.pdf)
- Oilfresh Corporation, [http:// www. oilfresh. com /of1000. html](http://www.oilfresh.com/of1000.html)

Royal Body Care, [http:// smartwoman . royalbodycare. com/Nanotechnology Revolution. Aspx](http://smartwoman.royalbodycare.com/Nanotechnology%20Revolution.aspx)

-Royal Society (2004) Nanoscience and nanotechnology: opportunities and uncertainties. P80. [http://www. Nanotech. Org.uk/finalreport. htm](http://www.Nanotech.Org.uk/finalreport.htm).

-Small times Com.[http://www. smalltimes .com/document display . cfm ? document id = 6959](http://www.smalltimes.com/documentdisplay.cfm?documentid=6959)

-Syngenta Inc.(a) [http:// www. syngentaprofessionalproducts. com/ to/prod/ primo/](http://www.syngentaprofessionalproducts.com/to/prod/prim/).

-Syngenta Inc.( b). [http://www.syngentacropprotection- us. Com/prod/ insecticide /karate](http://www.syngentacropprotection-us.com/prod/insecticide/karate)

-Syngenta Inc.(c) CU patent No. 6,544,540: Base- Trggered

-USDA (2003) Nanoscale Science and Engineering for Agriculture and Food Systems –a report from the USDA workshop. [www. nseafs. cornell edu/ web. roadmap. Pdf](http://www.nseafs.cornell.edu/web/roadmap.pdf).

-Wired News. Radio ID Tags: Beyond Bar Codes, [http:// www. wired. com/ news / technology/ 0, 1282, 52343, 00, html](http://www.wired.com/news/technology/0,1282,52343,00.html).

-Wolfe, Josh (2004) Safer and Guilt – Free Nano Foods. Forbes/ Wolfe Nanotech Report, [www. forbes. com](http://www.forbes.com) .

# **Nanotechnology in Agriculture and food**

**Hussain F. Alrubeai(1) and Abed- Aljassem M. Al-Jibouri(2)**

**1-Ministry of Science and Technology, P.O.Box 765, Baghdad.**

**2-Univ. of AL-Nahreen, Biotechnology Research center, Baghdad.**

## **Summary**

Nanotechnology, the manipulation of matters at the scale of atoms and molecules, is rapidly converging with biotech and information technology to radically change food and agricultural systems. Over the next two decades, the impact of nano-scale convergence on farmers and food will exceed that of farm mechanization or of the Green Revolution. Agriculture, according to the new nano-vision, needs to be more uniform, further automated, industrialized and reduced to simple functions. In our molecular future, the farm will be a wide area biofactory that can be monitored and managed from a laptop and food will be crafted from designer substances delivering nutrients efficiently to the body. This article is an attempt to identify the key nano-scale technologies which are reshaping our agricultural and food systems.