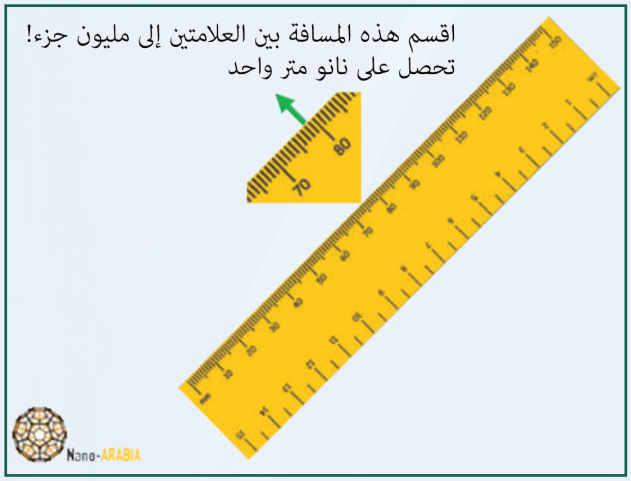
العدد ٥٦ – ٢٠١٨

استخدام تكنولوجيا النانو في الزراعة

نظراً لكون القطاع الزراعي هو القطاع المحرك والمنشط للقطاعات والأنشطة الاقتصادية الأخرى، وكونه يساهم بنسبة كبيرة في الناتج المحلي الإجمالي للبلاد؛ فهذا يستدعي من كل الباحثين والعاملين والمسؤولين في هذا القطاع البحث الجدي وإن استخدام التقنيات الزراعية الحديثة، ومن ضمنها تقنية النانو، والتي تم استخدامها والإفادة منها في الكثير من المجالات، وفي كثير من الدول تفي بهذا الغرض، فما هي تلك التقنية؟

ما هو النانو؟ مفهوم النانو:

النانو اصطلاحاً كلمة مشتقة من الكلمة الإغريقية (نانوس) وتعني (القزم) أو الشيء المتناهي الصغر، وليس لها ترجمة دقيقة في اللغة العربية. والنانو عبارة عن جزئيات متناهية الصغر جداً، يبلغ حجمها (١-١٠)، وتعني كوحدة قياس متري (١٠-٩) أي واحد على مليار من المتر، وطبعاً هذا لا يمكن رؤيته على الإطلاق؛ فالنانو متر يعادل جزء من ١٠٠,٠٠٠ من قطر الشعرة البشرية.



وتكنولوجيا النانو هي علم يعنى بدراسة ومعالجة والتحكم التام والدقيق في إنتاج مادة معينة بالاستخدام الذري والجزيئي لها، فيما يعرف بالتصنيع الجزيئي ووضع الذرات أثناء التفاعل في مكانها الصحيح أو المناسب؛ فالنانو إذاً هو علم وتقنية تهتم بدراسة المادة على مستوى الذرة، فإذا قمنا بترتيب ذرات المادة كالكربون مثلاً، وأعدنا ترتيبها بطريقة معينة، أمكننا الحصول على الماس من خلال الفحم. ويعد النانو تكنولوجي هو الجيل الخامس الذي ظهر في عالم الإلكترونيات.

ويعد عام ١٩٩٠هو البداية الحقيقية لعصر النانو وقد حققت هذه التقنية قفزات نوعية ملموسة في المجالات كافة، ففي الزراعة تم استخدامها في إدارة إنتاج المحاصيل ضمن بيئات مسيطر عليها تماماً فيما يسمى بـ (الزراعة المُحْكَمَة) والتي تهدف للوصول إلى أقصى قدرة إنتاجية ممكنة للمحاصيل الزراعية...

حيث حققت تكنولوجيا النانو طفرة نوعية واضحة المعالم في مجالات الإنتاج الزراعي كلها والصناعات الغذائية المرتبطة بها، فتم من خلالها تحقيق معدلات إنتاجية عالية من المنتجات الزراعية تواكب الزيادة السكانية المطردة، كما تم استخدامها في صنع أجهزة مراقبة حيوية تساعد المزارعين على تحديد الحالة الفيزيولوجية للمحصول والوقت المناسب للحصاد، وأفادت أيضاً في مقاومة الجفاف...

بعض خواص النانو:

إن الخواص الفيزيائية للمادة المصنوعة بتقنية النانو مختلفة ومغايرة تماماً للخواص الفيزيائية للأحجام الكبيرة المصنعة منها، فدرجة انصهار عنصر الذهب مثلاً بالحجم العادي التقليدي تصل لـ ١٠٥٠ درجة سيلزس، في حين أن درجة انصهار جزئيات الذهب المصنعة بتقنية النانو تصل لـ ٥٠٠ درجة مئوية فقط.

ومن الخصائص الميكانيكية للنانو أننا أصبحنا نستغني عن استخدام الماس كمادة أساسية في تصنيع رأس الحفار الذي يقوم بالحفر في باطن الأرض بالكربون (الفحم) النانومتري، وبقوة وصلابة تفوق الماس، وهكذا بدأ العالم يتجه لهذه الصناعات ويطلق عليها تسمية «تقنية الفقراء».

إضافة إلى أن الخصائص الضوئية للنانو تمكننا من الحصول على ألوان مختلفة للمادة نفسها، فالذهب مثلاً حينما نصل به لأحجام معينة من جزئياته يعطى ألواناً مختلفة، فمثلا ٥ نانو يكون أحمر، ١٠ نانو يكون أخضر وهكذا، فباختلاف حجم الجزئيات يختلف اللون...وغير ذلك من الخصائص التي يمكن الحصول عليها...

وكذلك فإن الخصائص الكيميائية للمواد النانوية تختلف عن الخصائص الكيميائية للأحجام الكبيرة، حيث أن أحجام النانو للمادة يمكن أن تستخدم كمحفز للعمليات الكيميائية، وتعمل على تسريع المفاعلات الكيميائية بصورة سريعة جداً...

بالإضافة إلى أن تكنولوجيا النانو تمكننا من تغيير الخواص الكهربائية لبعض المواد غير الناقلة للكهرباء بأن نجعلها ناقلة للتيار الكهربائي، فالمواد البلاستيكية يمكن أن تصبح بفضل النانو ناقلة للتيار الكهربائي.

مجالات استخدام المواد المصنعة بطريقة النانو:

هذه التقنية تدخل الآن في كل المجالات كالطب والطاقة والزراعة والصناعة... وقد أحدثت ثورة في عالم التكنولوجيا على غرار الهندسة الوراثية في الخلايا الحية، فالمادة المصنعة نانوياً أسرع وأقوى وأخف وأقل تكلفة من المواد العادية... فالمضرب المصنع من الكاربون نانو قوى جداً وخفيف، وكذلك بالنسبة للعجلات المصنعة من البلاستيك المقوى بمواد نانومترية أو جزئيات الكاربون نانو تيوب.

استخدام تكنولوجيا النانو في الزراعة

واستخدمت تكنولوجيا النانو في المجال الزراعي والصناعات الغذائية بشكل واسع جداً، في الأسمدة والمبيدات والمياه ومعالجة المياه، وهذا ما سنتحدث عنه بالتفصيل في هذه المقالة.

استخدام تقنية النانو في الزراعة والغذاء:

يعد تطبيق تقنية النانو في الزراعة حديثاً نسبياً بالمقارنة مع تطبيقاتها في المجالات الأخرى، وقد كانت وزارة الزراعة الأمريكية هي السباقة إلى استخدام تكنولوجيا النانو في الزراعة والصناعات الغذائية في عام ٢٠٠٣، الأمر الذي أدى إلى تغيير نظم الإنتاج الزراعي تغييراً جذرياً...

وتعمل تطبيقات النانو على تحسين إنتاج الغذاء بالكامل بدءاً من عملية الإنتاج وانتهاء بالتعبئة ومعالجة النفايات، كما أن لها أثراً كبيراً في تحسين الكفاءة الإنتاجية للمساحة المزروعة.

كما تم بموجبها تصنيع وتطوير أدوات وتجهيزات جديدة ومواد محفزة ذات تركيب نانوي لمعالجة الآفات الزراعية والكشف السريع عنها، وتم القضاء على الآفات الفتاكة بالمحاصيل الزراعية (بما فيها الأعشاب الضارة) بفضل تحسين وزيادة فعالية المبيدات النانوية بشكل كبير...

وتم أيضاً من خلال تلك التقنية تحسين قابلية النباتات على امتصاص المواد المغذية والأسمدة وتحسين خواص التربة الزراعية وإعادة خصوبتها، مما يؤدي إلى زيادة وسرعة نمو النباتات وتحسين إنتاجيتها ...

كما تمتاز مركبات النانو المستخدمة في الزراعة بأنها مواد صديقة للبيئة، فهي لا تسبب أي مشكلات تذكر

للبيئة المحيطة أو للإنسان، وتغطي مساحات كبيرة عند استخدامها مقارنة بالمواد التقليدية، مما يقلل من الكمية أو التركيز أو الجرعات المستخدمة، وبالتالي لن يكون هناك إفراط في استخدامها، لدرجة أنه يتم دراسة إمكانية عدم ظهور أي أثر متبقي للمبيدات في المنتجات الزراعية الناتجة...

ومن النواحي الاقتصادية ساهمت تكنولوجيا النانو في زيادة إنتاجية وإنتاج المحاصيل الزراعية وتخفيض التكاليف بشكل ملموس، وتم من خلالها أيضاً إيجاد حلول عملية للكثير من المشكلات التي تواجه الزراعة والمزارعين، وبالتالي ساهمت في انخفاض الأسعار على المستهلك. إذ تعد الأسمدة والمبيدات عموماً أهم عناصر التكلفة الزراعية، فهي تشكل أكثر من ٥٠ ٪ من تكاليف إنتاج المحصول، والتي بدورها تعد تكاليفاً عالية على الدولة والمواطن، فباستخدام تقنية النانو من خلال مبيدات وأسمدة نانومترية منخفضة التكلفة وبالفعالية نفسها للمواد التقليدية تنخفض تكاليف الإنتاج إلى حد كبير، وبالتالي تنخفض الأسعار.

هذا وقد استخدمت تقنيات النانو في مجالات متعددة في عالم الزراعة نذكر منها:

. تصنيع الأسمدة:

حيث يمكن استخدام أسمدة مصنعة من مواد نانوية في عمليات التسميد الزراعي كبديل فعال للأسمدة التقليدية المعروفة، أو كحوامل لمكوناتها تتميز بصفات خاصة منها: زيادة السيطرة والتحكم في التوجيه، والقدرة على زيادة الاستجابة النباتية لتلك الأسمدة النانومترية.

وتتميز تلك الأسمدة بأسعارها المنافسة للأسمدة التقليدية، وأن كميات قليلة منها تفي بالغرض المطلوب، بالإضافة إلى أنها قابلة للتخزين لفترات أطول من التقليدية نتيجة ثباتها العالي تحت الظروف المختلفة.

وقد تم تصنيع مركبات نانوية كأسمدة من العناصر المعدنية الصغرى (وهي العناصر التي يتطلبها النبات بصورة صغيرة جداً مقارنة بالأسمدة التقليدية) ... منها مركبات النانو كالسيوم، وكذلك نانو (حديد، ماغنزيوم، منغنيز، زنك، بوتاسيوم...)، إضافة إلى النانو سيليكا الذي يتميز بأنه ينشط حيوية النبات، ويجعله مقاوماً للجفاف والأمراض والحشرات، وتمت تجربته على المانجو فأعطى إنتاجاً عالياً جداً، وقلل من الفاقد من خلال سقوط الثمار، كما وزاد من البراعم في نبات القطن.

. تصنيع المبيدات:

إن استخدام النانو تكنولوجي يؤمن لنا الحماية اللازمة للنباتات من الآفات الزراعية المختلفة بما فيها الأعشاب الضارة والأمراض والحشرات وغيرها، ودون أضرار تذكر على الإنسان والبيئة...

ولذلك تم اللجوء إلى استخدام كبسولات النانو لتغليف المواد الكيميائية، والتي تتميز بالقدرة العالية على الذوبان

استخدام تكنولوجيا النانو في الزراعة

والتحلل، وسرعة النفاذية داخل النبات والاستقرار والثبات داخل المنطقة المعاملة، نتيجة صغر حجمها وسرعة انتشارها، وأنها تستخدم كميات أقل من المواد الكيميائية، وبالفعالية نفسها، وتقلل من عمليات تكرار المعاملة، وبالتالي تخفض من التكلفة كما تم استخدام تلك التقنية لتعزيز دفاعات النباتات من خلال التعديل الجيني داخل الخلية النباتية أو التعديل في أشكال المبيدات ، لجعلها مركبات أكثر فاعلية وأقل ضرراً وأوسع انتشاراً، كما أمكن تخليق المواد النانوية من بعض النباتات... مما يقلل من أضرارها على الإنسان، ويقلل من تكلفة استخلاصها.

وقد قدمت تكنولوجيا النانو حلاً لمشكلة المبيدات الحشرية تضمن الاستفادة من فوائد المبيدات وتمنع وصول أخطارها للإنسان، وذلك:

١. بتغليف هذه المبيدات في كبسولات نانومترية يمكن التحكم الدقيق في معدل إفراز المبيدات منها.

٢. تصنيع المبيدات الحشرية بالحجم النانومتري والاستفادة من زيادة كفاءتها بأقل التركيزات الممكنة.

٣. تطوير جيل جديد من المبيدات عالية التخصص لحشرات معينة دون غيرها يمكن التحكم في عملها عن بعد.

أمكن حل الكثير من المشكلات الزراعية باستخدام تقنية النانو، من حيث مكافحة العديد من الآفات الزراعية، منها:

١) استخدام جزيئات السيليكا ذات البنية النانومترية كغلاف لمبيد الفيرماكتين، مما أدى إلى تقليل عملية التحلل لمركبات المبيد، وزيادة بقائها داخل البيئة، وقدرتها على التخزين لفترات أطول تحت ظروف مختلفة، حيث تعمل المادة النانومترية كحاملة فقط للمبيد.

٢) استخدام جزيئات الفضة النانومترية AgNPs للقضاء على الأمراض التي تسببها الفطريات كالتعفنات في محاصيل الخضر المختلفة، واستطاعت تلك المركبات اختراق جدر الخلايا الفطرية والهيفات الممرضة للأنسجة النباتية، كما نجحت في تقليل نمو الكونيدات وتثبيط النمو الميكروبي.

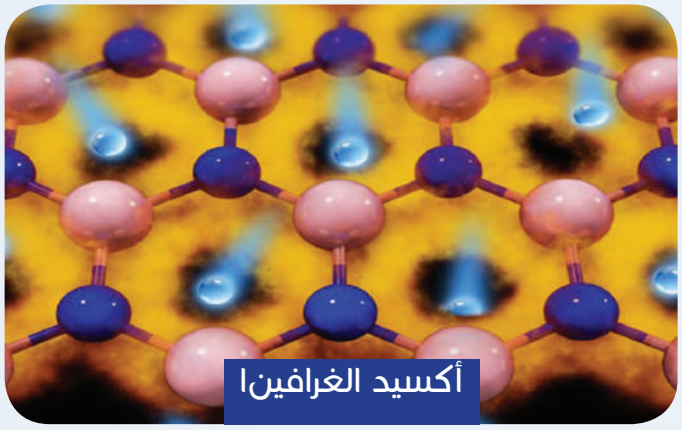
٣) استخدام تقنية النانو في مكافحة الآفات الحشرية والأكاروسات والديدان الثعبانية (النيماتودا) ومسببات الأمراض الميكروبية...

٤) مكافحة العفن في العنب باستخدام الألمنيوم والسليكون النانومتري...

. معالجة المياه:

تستخدم تقنية النانو في تصنيع مواد تعمل على معالجة المياه السطحية ومياه الصرف الصحي والمياه الجوفية، حيث أنه لديها القدرة الفائقة على التخلص من الملوثات والقضاء على مسببات الأمراض في المياه، كما يمكنها إزالة ملوحة المياه وتنقيتها من المواد الثقيلة العالقة بها بصورة تفوق عملية التناضح العكسي وبتكاليف أقل، بالإضافة لتنقية التربة من العناصر الثقيلة التي تعيق امتصاص النباتات للعناصر الغذائية والمياه.

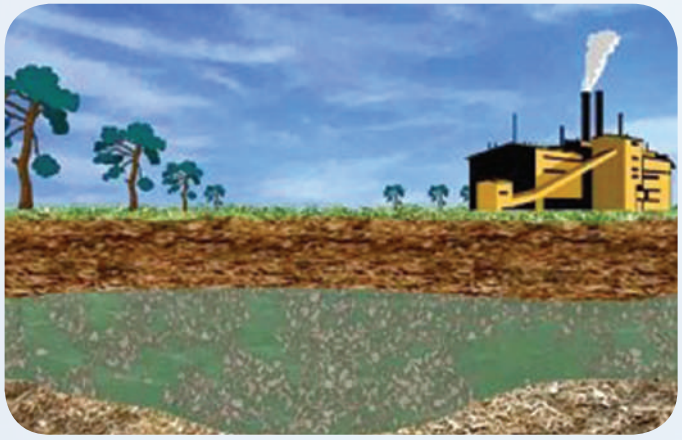
. يمتلك أكسيد الغرافين المصنع من الكربون أساساً قدرة فائقة في سرعة إزالة المواد المشعة من المياه الملوثة بها...



أكسيد الغرافين١

. استخدم الكالسيوم والفسفور في إزالة العناصر الثقيلة من المياه كالرصاص والزرنيخ والنحاس لنسبة تصل من ٩٥ إلى ٩٩٪، ودون أي تأثير سام على النبات أو البيئة أو الإنسان.

كما توصل فريق مشترك من «مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية» في الرياض وشركة «IBM» الأمريكية للكمبيوتر إلى تقنية جديدة لتحلية المياه باستخدام تقنية النانو، وتتمثّل هذه التقنية في صنع أغشية «نانوية» بإمكانها تنقية المياه من الأملاح والمواد السامة والبكتيريا بكفاءة وسرعة عاليتين.



استخدام تكنولوجيا النانو في الزراعة

- استخدام تقنية النانو لمعالجة ارتفاع حرارة الجو والجفاف:

حيث تم إنتاج نباتات تتحمل درجات الحرارة العالية، باستخدام تقنيات مساعدة للنباتات في امتصاص المفيد من أشعة الشمس وعكس الباقي، أو من خلال تطوير مبردات مائية على هيئة كبسولات نانومترية يمتصها النبات تحتفظ بكميات من المياه داخل أجزاء النبات إلى فترات طويلة يستفيد منها النبات عند الحاجة...

كما تم تطوير خزانات المياه النانومترية التي تخزن مياه الأمطار في التربة حتى يستخدمها النبات في أوقات الجفاف وخصوصا في الأراضي الصحراوية.

- استخدام تقنية النانو في الصناعات الغذائية ومستلزماتها:

تستخدم تقنية النانو في تصنيع المنتجات الغذائية بهدف تعزيز وصول المكونات الغذائية إلى المواقع المستهدفة، وتحسين نكهة الأطعمة، ومنع نمو البكتيريا، وزيادة صلاحية المنتجات الغذائية، وإطالة مدة حفظ الأغذية، واستخدمت أيضاً في تصنيع مستلزمات حفظ الأغذية كمواد التعبئة والتغليف والمواد الحافظة والتخزين...

لقد تم تصنيع أنواع عديدة من الأطعمة النانوية؛ كزيت الكانولا الذي يحتوي نقاطاً نانوية تحمل فيتامينات ومعادن ومواد كيميائية نباتية، والشاي النانوي بالإضافة إلى شوكولاتة الحمية التي تحتوي على كتل نانوية تعمل على تحسين المذاق دون الحاجة إلى إضافة السكر.

واستخدم ما يسمى بالغذاء النانوي (النانو فود) من خلال استخدام مواد تعبئة وتغليف نانوية للمنتجات الغذائية، وهي مواد تضمن سلامة المواد الغذائية لأقصى مدة ممكنة ضد الميكروبات.

إن تطبيق النانو تكنولوجي في تغليف المواد الغذائية يسمح بقدر أكبر من الحماية للمواد الغذائية من خلال زيادة القدرات الميكانيكية والحرارية والخصائص المضادة للبكتيريا وتقويتها، ويوفر الحماية ضد التسرب ويمنع دخول الجراثيم إلى الأغذية، فعنصر الفضة على سبيل المثال يعد عاملاً مضاداً للميكروبات، وقد استخدم نانوياً لتغليف المواد الغذائية، وتبين من نتائج إحدى الدراسات حول تأثير الفضة النانوية على نمو البكتيريا بعد فترة احتضان لمدة ٢٤ ساعة انخفاض في نمو الميكروبات بنسبة ٩٨٪.

وقد تم وضع علامات نانوية ذات دلالة على المواد الغذائية، ففي الدواجن المجمدة مثلاً يتم وضع علامات عليها على شكل لصاقات أو ما شابه ذلك، فوجود العلامة الخضراء عليها تعني أنها طازجة، وحينما تتحول للون البرتقالي تكون آمنة أيضاً، ولكن عند تحول هذه العلامة للون الأحمر تصبح المواد المحفوظة غير آمنة ويجب إتلافها فوراً.

واستخدم التيتانيوم دايوكسيد أوثاني أكسيد التيتانيوم في مجالات متعددة، بدءاً من تلوين الطعام والصبغات الغذائية البيضاء إلى استخدامه في الدهان ومعاجين الأسنان وكواق من أشعة الشمس.

كذلك فقد تبين أن رش المانجو بمواد نانوية آمنة يزيد من مدة حفظ الثمار لمدة تصل لـ ٤٥ يوم مقارنة بالثمار العادية، وتم بفضل النانو أيضاً تخزين الفريز لمدة تصل لشهر تقريباً بدون حدوث أي تعفنات.

كما أن استخدام تكنولوجيا النانو سيساعد شركات الأغذية مستقبلاً على إنتاج مواد غذائية خالية من أضرار المواد الحافظة، وأقل ثمناً مما هو عليه اليوم، من خلال استخدام كميات أقل من المواد الكيماوية في تحضير المواد الغذائية وإنتاجها.

وفي الختام....

فإننا نؤكد على استخدام تلك التقنية المتطورة جداً، واللحاق بركب الدول التي سبقتنا كثيراً في هذا المجال، كونها تساهم في زيادة الإنتاج والإنتاجية الزراعية وتخفض من التكاليف، ونقترح إحداث قسم في هيئة البحوث العلمية الزراعية لإجراء الأبحاث العلمية المفيدة في هذا المجال ومن ثم نقل تلك الأبحاث لتأخذ نصيبها من التطبيق العملي على أرض الواقع بما يحقق قيمة مضافة جديدة للقطاع الزراعي وللاقتصاد الوطني برمته.

إعداد: م. حسام قصار
عضو جمعية الخبراء