



Advanced Fertilizers Technologies

Lecture 9

Nanomaterials Effects on Soil Microorganisms

Prof.Dr.Hayfaa J.Hussein

Dept.of Soil Science and Water Resources

College of Agriculture

University of Basrah/IRAQ

University of Basrah/College of Agriculture/Department of Soil Science and Water Resources

تأثير المواد النانوية في أحياء التربة المجهرية

Nanomaterials Effects on Soil Microorganisms

المقدمة

تعد احياء التربة المجهرية في التربة مفيدة جدا لما لها دور في تحلل المواد العضوية وتكوين بناء التربة ودورة الكربون والنيتروجين والفسفور والكبريت وإزالة الملوثات وغيرها من العمليات الحيوية .. وعلى الرغم من الدور المهم الذي تقوم به المواد النانوية (NMs) في تحسين العديد من خصائص التربة الكيميائية والخصوبية والفيزيائية والحيوية ، ولكن أظهرت بعض الدراسات اثار المواد النانوية على احياء التربة المجهرية على مستوى الدراسات المختبرية .ولكن تقييم اثارها البيئية لا زال في مراحلها المبكرة .. لذلك سوف نستعرض مصادر واثار NMs على احياء التربة المجهرية على فهم افضل لتداعيات المواد النانوية على البيئة.

١. تأثير المواد النانوية على التنوع الميكروبي في التربة Effect on Soil Microbial Diversity

تقييم الخصائص الميكروبية في التربة من خلال التنوع الميكروبي وجودة النبات واستدامة النظام البيئي . وتحتوي التربة على العديد من الكائنات الحية الدقيقة من بكتريا وفطريات وقد وجد ان المواد النانوية تؤثر على التنوع الميكروبي في التربة . فقد وجد ان جسيمات الفضة النانوية قد غيرت من التنوع البكتيري بعد التعرض لفترة قصيرة من حمأة المجاري المحتوية على احياء مجهرية عديدة ومتنوعة .

تعتمد النباتات بشكل عام على بكتريا التربة والفطريات للمساعدة في إزالة العناصر من التربة وجدت الدراسة ان دقائق نانو الفضة تؤثر سلبا على نمو النبات وتقتل الميكروبات التي تعيش في التربة التي تدعمها (Zeliadt,2010) .

٢. تأثير على احياء التربة المفيدة Effect on Soil Beneficial Microbes

عدد الدراسات التي أجريت على تأثير المواد النانوية على احياء التربة المجهرية المفيدة مثل بكتريا النتربة ،البكتريا المثبتة للنيتروجين ، فطريات **الميكوريزا** الشجيرية الحويصلية Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMFs) او البكتريا التي تعزز نمو النبات (PGPRs) تكون محدودة . وبالنظر الى أهمية تلك الكائنات الحية المفيدة لابد من معرفة تأثير المواد النانوية عليها .

أن **فطريات المايكوريزا** من احياء التربة المجهرية الدقيقة التي تتعايش مع جذور اكثر من ٩٠% من النباتات . ان فطريات المايكوريزا مفيدة لنمو النبات حيث انها تحسن من امتصاص المغذيات وخاصة عنصر الفسفور وتحسين بناء التربة وحماية النباتات من المسببات المرضية وتثبيط نمو الادغال الضارة ..

أبحاث قليلة جدا اختبرت آثار المواد النوية على مستعمرات المايكوريزا من جذور النباتات . اختبرت استجابة مستعمرات المايكوريزا على محصول زهرة الشمس بوجود دقائق نانو الفضة NPs ، في هذه الدراسة افاد الباحثون ان دقائق الفضة النانوية تثبط من تمنع وتكوين مستعمرات المايكوريزا على جذور نبات زهرة الشمس عند تركيز 150 ملغم / كغم تربة (Dubachak et al.,2010) .

وجدت دراسة أخرى تأثير جسيمات الفضة النانوية AgNPs على مايكوريزا البرسيم ، انخفاض مادة glomalins (هي بروتينات سكرية منتجة على خيوط وابواغ فطريات المايكوريزا) والكتلة الحية وانخفاض قدرة المايكوريزا على نقل الفسفور P الى النبات .

٣. بكتريا الرايزوسفير المشجعة لنمو النبات - Plant Growth-Promoting Rhizobacteria(PGPRs)

١. بكتريا الرايزوسفير لها تأثيرات مفيدة للتربة والنبات فهي بكتريا حرة المعيشة وتعزز من نمو النبات والمعروف عنها تشارك في العديد من العمليات المهمة مثل السيطرة البيولوجية على المسببات المرضية للنبات ودورها في جاهزية العناصر الغذائية للنبات وغيرها .

على الرغم من ان العديد من المواد النانوية تم الإشارة اليها على انها لها خصائص مضادة للميكروبات الا ان الدراسات حول السلوك السمي البيئي للمواد النانوية على PGPRs غير كافية .

فقد وجد (Karunakaran et al.,(2013) ان جسيمات نانو NPs الـ TiO_2 وليس ZrO_2 (زركونيا) تثبط نمو الـ PGPRs المدروسة

أيضا *Bacillus subtilis* و *Pseudomonas fluorescence* كانت عرضة لسمية جسيمات نانو الـ Al_2O_3 و TiO_2 و ZNO , و SIO_2 وقد تسبب ZNO في موت جماعي في السلالات في حين اسفرت Al_2O_3 و TiO_2 في معدلات موت كانت تتراوح بين 40 و 70% اعتمادا على نمو السلالة. في حين وجدت دراسة أخرى ان SiO_2 كانت غير سامة تجاه بكتريا PGPRs حتى عند تركيز 1000 ملغم /لتر.

أظهرت دراسات أخرى ان حجم جسيمات النانو والجرعة والوقت والتركيز له تأثير في السمية البكتيرية .

٤ . البكتريا المثبتة للنيتروجين - Nitrogen-Fixing Bacteria

أن احد اهم الأدوار المفيدة والضرورية لنمو النبات هي عملية تثبيت النيتروجين الجوي من قبل احياء التربة المجهرية من اجل تكوين الاحماض النووية والبروتينات ، ومع ذلك يمكن ان يتأثر تثبيت النيتروجين الجوي بدقائق النانو NPs . فقد وجد ان امتصاص دقائق ناو CeO_2 المصنعة الى الجذور وعقد الجذور يقضي على إمكانية تثبيت النيتروجين الجوي ونقص في نمو محصول فول الصويا (Priester et al.,2012)

كذلك دقائق ناو WO_2 (tungsten) وليس TiO_2 النانوية ، كانت ضارة لنمو البكتريا المثبتة للنيتروجين *Azotobacter vinelandii* ، خاصة في ظل ظروف كميا قليلة ومحدودة من عنصر المولبيدينيوم. (باعتباره عاملا مساعدا في انزيم النيتروجينيز المسئول عن تحويل N_2 الى NH_4^+ .

لاحظ (Fan et al(2014) ان جسيمات TiO_2 النانوية على بكتريا الرايزوبيا *Rhizobium leguminosarum* bv.viciae 3841 تؤدي دورا في التغيرات المورفولوجية في الخلايا البكتيرية . كما ان العلاقة بين الكائنين تسببت تعطيلها في شكل وتطوير العقد الجذرية . كما ان جسيمات TiO_2 تسببت في تشوهات هيكلية على سطح خلية *Rhizobium leguminosarum* bv.viciae 3841 و تباطؤ في تكوين العقد الجذرية رافقه تغيير في تركيب السكريات المتعددة لجدران الخلية البكتيرية في العقد المصابة .

تم الكشف عن التغيرات في بنى البروتين والسكريات المتعددة من المواد البوليمرية خارج الخلية مع وجود الدقائق النانوية .

٥. بكتريا النترجة Nitrification Bacteria

بكتريا النترجة هي مجموعة من احياء التربة المجهرية الذاتية التغذية وذات أهمية كبيرة في تحول الامونيوم الى نترات في خطوتين تدعى عملية النترجة .

أظهرت بعض الدراسات تثبيط لنمو بكتريا النترجة بواسطة جسيمات الفضة النانوية AgNPs من خلال تأثيرها على الجينات المسؤولة على انتاج الطاقة وعملية النترجة كذلك انخفاض في كمية الامونيا الناتجة من عملية المعدنة للنيتروجين العضوي.

كما وجد بأن جسيمات الفضة النانوية لها تأثير سمي على بكتريا النترجة *N.europaea*

فقد وجد (Liang et al. 2010) ان جسيمات الفضة النانوية المحملة على الحمأة المنشط بتركيز ١ ملغم / لتر سبب في تثبيط بكتريا النترجة بمقدار 41% .

كما تم دراسة تثبيط بكتريا النترجة على أوساط زرعيه نقيه . فقد وجد Masrahi et al(2014) عند استخدام جسيمات الفضة النانوية AgNPs بتركيز 50 نانومتر غير مغلفة و 15 نانومتر مغلفة بأغشية من polyvinylpyrrolidone(PVP) . ان المركبات التي أساسها الفضة لها بعض التأثير المثبط على عملية النترجة في التربة وكذلك التركيز وان جسيمات النانو AgNPs المغلفة اكثر تثبيط لعملية النترجة . وقد أوضح فحص المجهر الالكتروني الماسح ان الخلايا البكتيرية لها تأثير معنوي على تجمع AgPN وله تأثير على اكسدة الامونيا بواسطة دقائق نانو الفضة واطهرت النتائج ان التثبيط ليس فقط بسبب الفضة المتحررة بالتحلل ولكن بسبب تشتت AgNPs في الأوساط الزرعيه وأيضا تلف جدار خلية بكتريا النترجة N.europaea وتحلل وتكاثف بجانب جدار الخلية وان جسيمات AgPns دخلت الخلية بالعمق ويمكن ان تؤدي دقائق النانو فضة AgPNs لتكوين حفر في جدران خلايا بكتريا E.Coli اتسبب تكثف في الحامض النووي DNA وتلف سايتوبلازما الخلايا.

٦. التأثير على نشاط انزيمات التربة الخارجية Effect of Soil Exoenzyme Activity

أحدى الوظائف الأساسية لأحياء التربة المجهرية هي تحلل المركبات العضوية وتحرر وانطلاق العناصر الغذائية للنبات . الانزيمات الموجودة في التربة اما داخل الخلايا (أي موجودة داخل الكائنات الحية) او خارج الخلية(أي يتم اطلاقها من قبل الكائنات الحية) يمكن العثور على الانزيمات خارج الخلية **exoenzymes** في كل من محلول التربة او مرتبطة مع دقائق التربة .

يمكن الاستدلال على التنوع الميكروبي في التربة من خلال تنوع الانزيمات الموجودة في التربة وذات الأهمية الوظيفية في العديد من العمليات الحيوية في التربة.

حققت العديد من الدراسات سمية المواد النانوية على احياء التربة المجهرية ولكن الدراسات حول تأثير المواد النانوية على انزيمات التربة لا زالت قليلة ومحدودة . من خلال التجارب التي اجراها Zheng et al(2011) حول تثبيط دقائق نانو TiO_2 (50ملغم/لتر) على نشاط انزيم الاوكسجينيز الأحادي monooxygenase بعد التعرض لمدة 70 يوم لم يلاحظوا أي تأثير على الخلايا والجلايكوجين .

وقد لاحظ Du et al(2011) تثبيط النشاط الانزيمي لأنزيمات التربة protease, catalase, peroxidase و urease بوجود دقائق نانو TiO_2 و ZNO . ان التثبيط بواسطة الدقائق النانوية دمرت القسم الأعظم من احياء التربة المجهرية .

أن تلوث الترب بجسيمات الفضة النانوية يؤثر بشكل مباشر على العديد من الكائنات الحية في التربة ويمكن ان يكون له تأثير غير مباشر على انزيمات التربة

الآليات المحتملة لسمية احياء التربة المجهرية Potential

Mechanisms of Toxicity of Soil Microbes

(١) تلف الخلايا من خلال أنواع الاوكسجين الفعالة Cell damage
Through *Reactive Oxygen Species*

(٢) ضرر سلامة الاغشية Damage of Membrane Integrity

(٣) اضطراب استقرار البروتين والاكسدة Protein

Destabilization and Oxidation

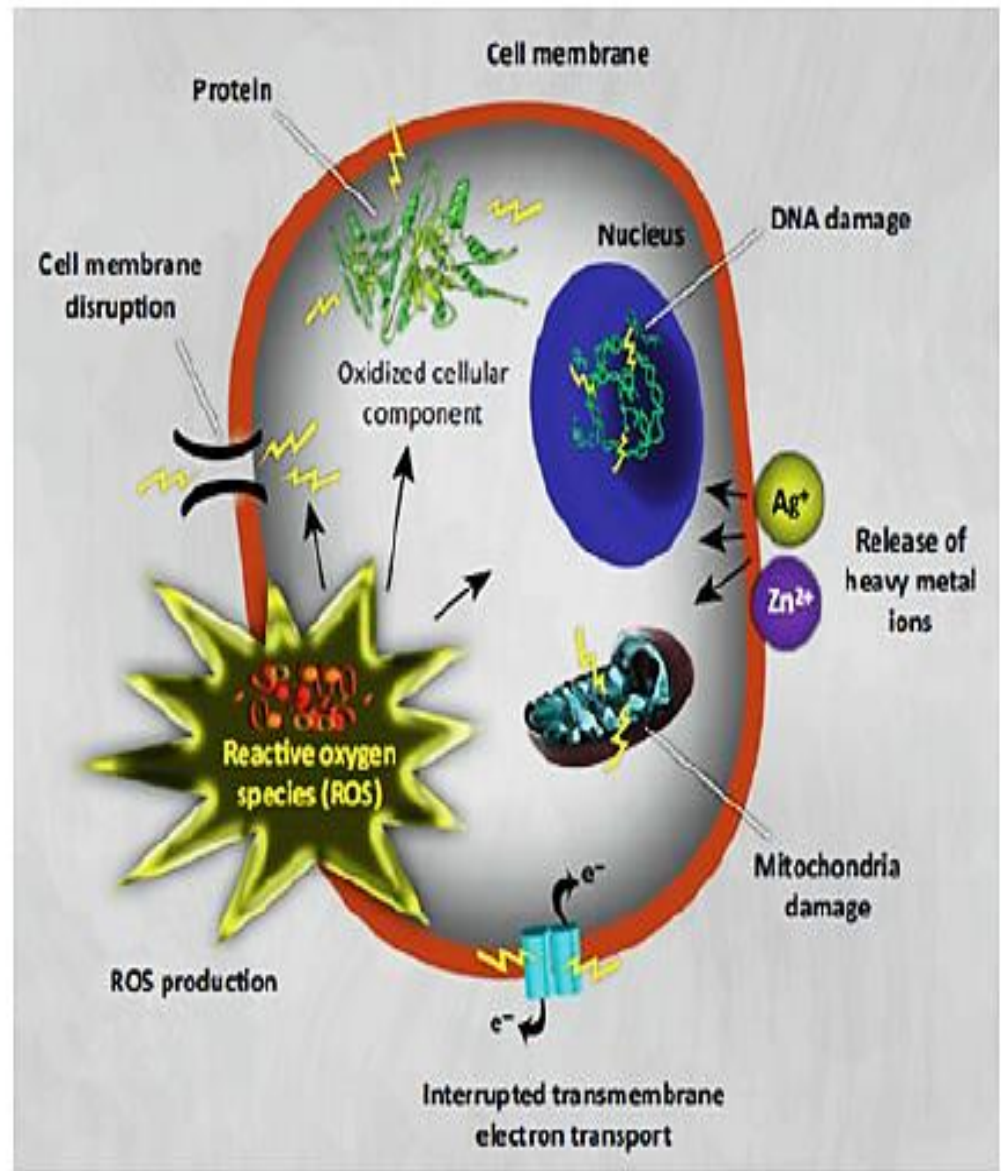
(٤) التأثير على الـ DNA والتعبير الجيني Impact on DNA and
Gen Expression

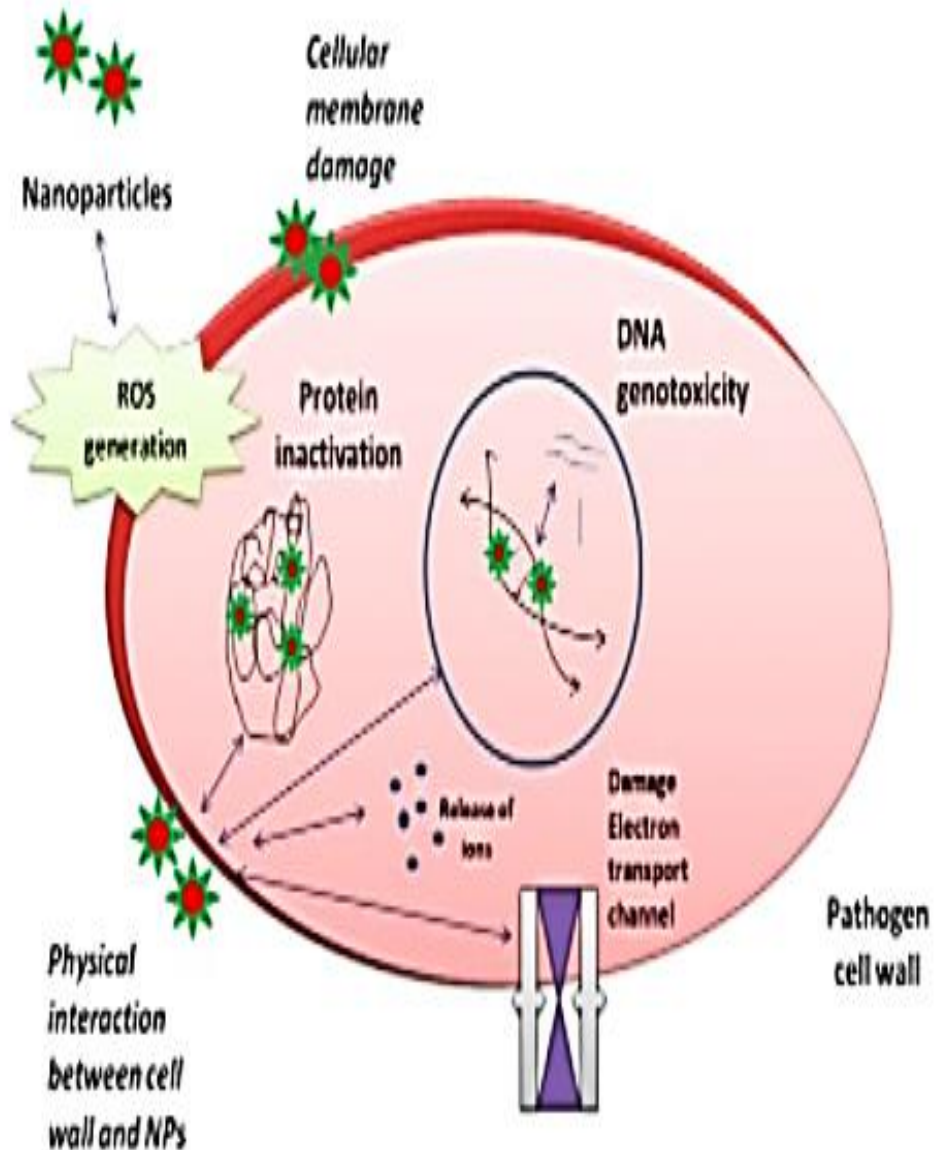
(٥) إعاقة نقل الطاقة Interruption of Energy

Transduction

(٦) تحرر المكونات السامة Release of Toxic components

Fig. 5.7 Mechanisms of toxicity of nanoparticles against bacteria. NPs and their ions (e.g., silver and zinc) can produce free radicals, resulting in induction of oxidative stress (i.e., reactive oxygen species, ROS). The produced ROS can irreversibly damage bacteria (e.g., their membrane, DNA, and mitochondria), resulting in bacterial death (Hajipour et al. 2012)





Figure

Caption

Mechanism of action of nanoparticle in bacterial cell

Content available from [Biological Trace Element Research](#)

This content is subject to copyright. [Terms and conditions](#) apply.