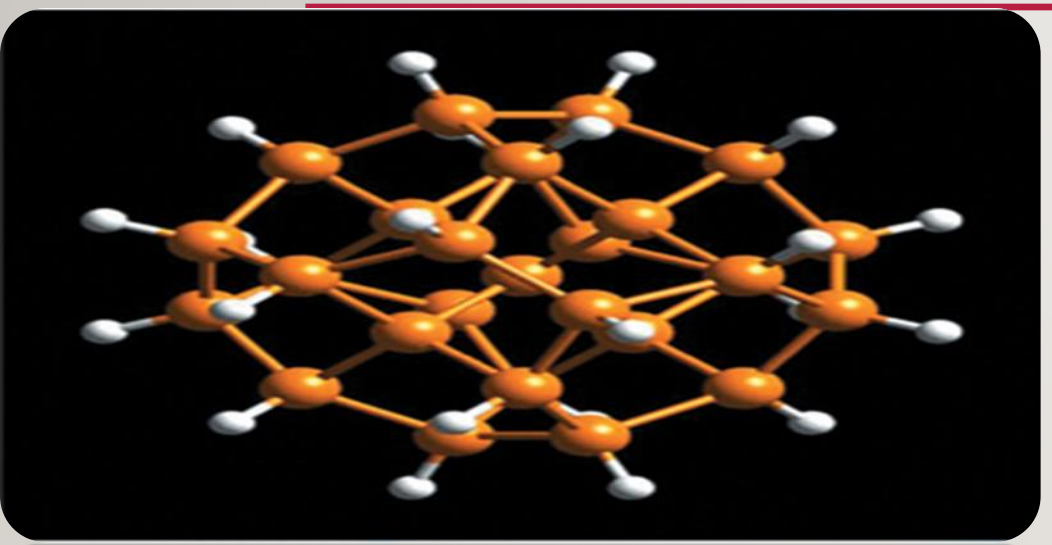

تكنولوجيا النباتات الطبية والعطرية/دكتوراه

ا.م.د.فاطمة علي حسن

2024-2023

المواد النانوية وتطبيقاتها

- النانو بادئة مأخوذة من اللغة اليونانية القديمة وتعني قزم (Nanos)وفي مجال العلوم يعني النانو جزءاً من مليار (10^{-9})، ويستخدم النانوميتر كوحدة لقياس أطوال الجزيئات الصغيرة جداً التي لا ترى إلا تحت المجهر الإلكتروني، كما يعتني بدراسة وتوصيف مواد النانو وتعيين خواصها الكيميائية، الفيزيائية والميكانيكية مع دراسة الظواهر المرتبطة الناشئة عن تصغير احجامها،

- ويعتني علم النانو بتطبيق استخدامات المواد النانوية في مجالات العلوم المختلفة متضمنة الأنظمة البيولوجية والطبية لخلق مواد ذات مواصفات مميزة حديثة Khan et al., 2019 ; Chichiriccó and Poma, (2015).

- ولتقانة النانو تطبيقات علمية متنوعة فهي اداة فعالة في مجال العلوم الانتاجية،
- استخدام نفايات الاغذية الزراعية في الطاقة الحيوية،
- تطوير أجهزة الاستشعار الحيوية الكيميائية،
- تنقية المياه، تطوير نمو النبات (Nair *et al.*, 2010) .

- والدقائق النانوية هي عبارة عن مواد صغيرة بما يكفي لتقع في نطاق قياس النانو بحيث تكون احد ابعادها اقل من بضع مئات من النانومترات، ولها خصائص فريدة مثل نسبة الى السطح الى الحجم العالي والسلوكيات البصرية الفريدة (Gonzalez-Melendi *et al*.,2008)

تصنيف المواد النانوية

- **1.** الدقائق النانوية المعدنية :(Mineral Nanoparticles (MNPs)

وهي مواد تم توظيفها الى حد كبير في انواع نباتية مختلفة، ودراسة تأثيرها على التلاعب الجيني، التخلص من المحتوى الميكروبي وغيرها ويعود ذلك لامتلكها خصائص فريدة،تختلف فيها عن نظيراتها من المعادن مثل Ag, Cu ,Zn ,Co كما تم استخدامها كمحفزات النبات في انواع نباتية مختلفة(Rizzello and Pompa, 2014)

2. اكاسيد المعادن :(Oxide Nanoparticles ONPs)

وهي عبارة عن مجموعة متنوعة من اكاسيد المعادن النانوية تشمل كل من (Bi2O , MoO3 , ZnO CrO2 ،TiO2 ,SnO2 CoO2)، هذه السلسلة من الاكاسيد لها تطبيقات صناعية

- مثل قدرة حجب الاشعة فوق البنفسجية والمرئية، لذا يتم استخدام كل من ZnO, TiO2 على نطاق واسع في مستحضرات التجميل وكريم الشمس وطلاء الزجاجيات(Astruc, 2012).

- الانابيب الكربونية النانوية : Carbon Nanotubes (CNTs)

منها الانابيب متعددة الجدران والانابيب النانوية الكربونية احادية الجدار Single Wall Carbon Nanotubes (SWCNTs)، كما يحتوي هذا التصنيف على فئات رئيسية من المواد النانوية : الكاربون والسيراميك (اكاسيد المعادن) والمركبات البوليميرية (. Anjum *et al*., 2020

- وتمتلك المواد النانوية خصائص فريدة من نوعها، مثل الحجم المتناهي الصغر، القدرة على هندسة تبادل الالكترون وقدرات تفاعلية عالية على السطح، وهذه الدقائق يمكن ان تدخل بسهولة وتتفاعل مع العديد من مكونات الخلايا والانسجة النباتية.
- وتحتوي المواد النانوية المصممة هندسيا على معادن مثل اكاسيد المعادن المختلفة .(Anjum *et al*., 2020)

- وان الخصائص الفيزيائية والكيميائية للدقائق النانوية Nanoparticles (NPs) هي السبب الرئيس للتأثيرات المتولدة والتشكل وشحنة السطح والتركيز وتوزيع الحجم، ومن المعروف ان انتاج مجاميع الاوكسجين التفاعلية(ROS)بواسطة NPsالمعدنية تعتمد على

- الخصائص الهيكلية مثل الحجم والشكل ومساحة السطح (Abdal Dayem *et al*., 2017)، واحد الامثلة على ذلك هو خلايا نبات البصل *Allium cepa* التي اظهرت جيلا يعتمد على الجرعة والحجم من مجاميع الاوكسجين التفاعلية المتسببة في زيادة بيروكسيد الدهون وتفاعل الشعيرات الجذرية مع NPs الذهبية بأحجام مختلفة 15 ، 30 ، 40 نانومتر(Rajeshwari *etal*., 2016)

تحضير المواد النانوية

تعد تقانة النانو من التقانات الحديثة التي تدخل في مجالات عديدة منها الزراعة والصناعة والمجالات الطبية وغيرها. يتم تخليق الجسيمات النانوية بطرائق عديدة وتعد الطريقة الحيوية من الطرائق السهلة، السريعة، الرخيصة والآمنة بيئياً والتي تتم باستخدام الكائنات الحية الدقيقة

- او المستخلصات النباتية حيث سنتناول في هذه الدورة احدث الدراسات حول هذا موضوع التحضيرالحيوي للجسيمات النانوية المعدنية باستخدام المستخلصات النباتية. حيث استخدم الباحثون مستخلصات اجزاء النبات المختلفة (جذور، سيقان ، اوراق، ثمار، قشور ثماروبذور) لإنتاج الجسيمات النانوية للعديد من المعادن اهمها الفضة، الذهب ، اوكسيد الزنك، اوكسيد النحاس وغيره.

تعد تقانة النانو من أهم التقانات التي تدخل في مجالات متعددة، اذ تعتمد على تخليق جسيمات بابعاد نانوية **nanoparticles (NPs)**، حيث تمتلك هذه الجسيمات خصائص مختلفة عن المعادن التي تكونت منها وذلك بناء على هندسة جزيئات المعدن باشكال واحجام متنوعة وقد زاد الاهتمام في السنوات الاخيرة بإنتاج المواد المعدنية النانوية لما لها من استخدامات في مجالات متنوعة كالمجالات الطبية الحيوية والزراعية والبيئية والصناعية.

يتم التحضير الحيوي للجسيمات النانوية (**biosynthesis**) باستخدام نواتج أيض الكائنات الحية الدقيقة (فيروسات، بكتريا، فطور شعاعية، فطور حقيقية بما فيها الخمائر والطحالب) او المستخلصات النباتية ومن ميزات هذه الطريقة انها صديقة للبيئة ولا تحتاج طاقة ورخيصة وسريعة.

تحضي الجسيمات النانوية باستخدام المستخلصات النباتية

تحتوي النباتات على مركبات عضوية مثل الفلافونيدات والاحماض الأمينية والكاربوكسيلية، الكيتونات، الفينولات والبروتينات حيث تسهم هذه المواد بدور مهم في ارجاع الاملاح المعدنية وانتاج جسيمات نانوية بطرائق سهلة وسريعة وآمنة بيئيا.

فقد استخدم المستخلص المائي لجذور الزنجبيل **(Zingiber officinale L.)** لتصنيع جسيمات الفضة النانوية وذلك بتسخين مزيج المستخلص النباتي مع نترات الفضة **(AgNO3)** عند حرارة **60 C** وتم الحصول على جسيمات الفضة النانوية (20.4 نانومتر) بعد نحو ثلاث ساعات. (Barman *et al.*, 2020)

كما استخدم آخرون المستخلص المائي لجذور الشوندر/البنجر (**Beta vulgaris L.**) حيث تم غسيل الجذور تحت تيار من ماء الصنبور ثم بالماء المقطر المعقم ثم تقطيعها الى قطع صغيرة وطحنها ثم ترشيح المعلق عبر فلتر أقطار مسامه 22 ميكرومتر، ولتصنيع جسيمات الفضة النانوية اضيف 10 مل من مستخلص الجذور الى 90مل من محلول نترات الفضة (1 مول/ لتر) وتم مزج الخليط جيدا وبعد 25 دقيقة لوحظ تغير لون المزيج الى البني الداكن مما يشير الى تشكل جسيمات الفضة النانوية **(Bin-Jumah et al., 2020)**

اما اوراق النباتات فقد استخدمت على نطاق واسع في مجال التصنيع الحيوي لجسيمات الفضة النانوية حيث استخدم بعض الباحثين المستخلص المائي لاوراق الازدرخت (**Melia azedarach L.**) في تصنيعها خلال 10 دقائق وكانت الجسيمات الناتجة كروية الشكل تراوحت أبعادها في حدود 18 - 30 نانومتر وكان لتلك الجسيمات نشاط مضاد للفطور. (Jebril & Dridi, 2020)

التحضير الحيوي لبعض المعادن

1-التحضير الحيوي لجسيمات الفضة النانوية

اولى الباحثون جسيمات الفضة النانوية اهمية خاصة نظرا لما تمتلكه من خواص كالتوصيل الحراري والكهربائي العالي ، الاستقرار الكيميائي، النشاط التحفيزي العالي والانشطة المضادة للميكروبات ولهذا السبب فقد استخدمت جسيمات الفضة النانوية في مجالات صناعية عدة منها ضمادات الجروح والملابس ومستحضرات التجميل والاحذية الرياضية وغيرها.

فقد تم استخدام مستخلصات اجزاء نباتية مختلفة في تحضير جسيمات الفضة النانوية وكما موضح في الجدول 1

TABLE 1. BIOSYNTHESIS OF SILVER NANOPARTICLES USING DIFFERENT PLANT PARTS

المرجع Reference	ظروف التصنيع Synthesize conditions	حجم الجسيمات النانوية نانومتر NPs size (nm)	الجزء النباتي Plant's part	الاسم الشائع للنبات Plant common name	الاسم العلمي للنبات Scientific name
Danbature *et al.*, 2020	80 C, 30 min.	غير محددة Not determined	جذور Roots	النخيل الاثيوبي African fan palm	*Borassus aethiopum* Mart
Barman *et al.*, 2020	60 C, 3.5 hours	20.4	جذور Roots	الزنجبيل Ginger	*Zingiber officinale* L.
Dawodu *et al.*, 2019	Room temp., 25 min	~ 25	ساق Stems	اللوبياء Cowpea	*Vigna anguiculata* L.
Jebril & Dridi 2020	Room temp., 10 min.	18– 30	اوراق Leaves	ازدرخت Chinaberry	*Melia azedarach* L.
Kanniah *et al.*, 2020	Sun light, 30 min.	90	أزهار Flowers	عصا الراعي Knotgrass	*Aerva lanata* L.

اما عن استخدام مستخلص البذور ففي تجربة اجريت في ايران تم استخدم المستخلص المائي لبذور الرمان (**Punica granatum L.**)

- حيث تم تجفيف البذور لمدة 30 يوما في الظل ثم طحنها و اضيف 8غ من مسحوق البذور الى 100 مل ماء مقطر ووضعت في حمام مائي عند **60 C** مدة 30 دقيقة .

- ثم رشحت واضيف لها محلول نترات الفضة(1 مول/لتر) حديث التحضير بنسبة 9:1 وترك المزيج تحت اشعة الشمس مدة 10 دقائق وقد لوحظ ان تشكل جسيمات الفضة النانوية تم بوقت قياسي (30 ثانية فقط) وكان حجم الجسيمات الناتجة في حدود 19-54 نانومتر. (Mohseni *et al.*, 2020)

2-التحضير الحيوي لجسيمات الذهب النانوية

يعد التخليق الحيوي لجسيمات الذهب النانوية ذو اهمية كبيرة نظرا لامتلاكها تطبيقات مهمة في مجال الطب الحيوي او ما بات يعرف بالطب النانوي وهذا يعود الى فعاليتها كمضاد للبكتريا والفطور، مضادة للسرطان، ومضادة للاكسدة كما تم استخدام جزيئات الذهب النانوية للكشف عن الاورام وتشخيص الامراض الوراثية والاضطربات الوراثية والتصوير الضوئي والعلاج الضوئي. (Stozhko *et al.*, 2019)

تناولت العديد من الدراسات التصنيع الحيوي لجسيمات الذهب النانوية باستخدام المستخلصات النباتية (جدول 2) فقد استخدم (2017) **Wang *et al.*** مستخلص جذور السرخس اذ

-تم تحضير المستخلص النباتي وذلك بغسل الجذور عدة مرات بالماء المقطر وتجفيفها وطحنها للحصول على مسحوق تم وزن 5غ منه واضيفت الى 100 مل ماء مقطر ثم غليها لمدة 30 دقيقة وبعد ترشيح المستخلص وتعريضه للطرد المركزي للتخلص من اي شوائب .

اضيف محلول **HAuCl4.3H2O** الى 5 مل من المستخلص النباتي للحصول على تركيز نهائي 1 مول/لتر وتم تسخين المزيج عند 80C حتى حدوث تغير في اللون. بدأ تغير لون المزيج تدريجيا حتى اصبح أحمر بعد 25 دقيقة وقد بينت نتائج صور المجهر الالكتروني ان جسيمات الذهب النانوية المتكونة كانت كروية الشكل ابعادها في حدود 5 – 20 نانومتر.

TABLE 2. BIOSYNTHESIS OF GOLD NANOPARTICLES USING DIFFERENT PLANT PARTS

المرجع **Reference**	ظروف التصنيع **Synthesis conditions**	حجم الجسيمات النانوية نانومتر **NPs size (nm)**	الجزء النباتي **Plant's part**	الاسم الشائع للنبات **Plant common name**	الاسم العلمي للنبات **Scientific name**
Zhang *et al.*, 2020a	حرارة الغرفة، في الظلام، بضع ساعات	60–20	جذور Roots	ايفوربيا Spurge	*Euphorbia fischeriana*
Vijayan *et al.*, 2019	ميكروويف، 30 ثانية Microwave, 30 sec.	50-20	اوراق Leaves	بوهينيا- قدم الفيل Camel's foot	*Bauhinia purpurea* L.
Dobrucka *et al.*, 2020	80 C, 24 hours	10	أزهار Flowers	بيتونيا common hedgenettle	*Betonica officinalis* L.
Chokkalingam *et al.*, 2019	80 C, 75 seconds	100-20	ثمار Fruits	العوسج الصيني Chinese wolfberry	*Lycium chinense* Mill

التخليق الحيوي لجسيمات الأكاسيد المعدنية النانوية

تحتل الاكاسيد المعدنية مكانة مهمة في تطبيقات النانو نظرا لكونها انصاف نواقل جيدة وهي لذلك تستخدم على نطاق واسع في تركيب اجهزة الاستشعار، وخلايا الوقود، والاجهزة الكهرومغناطيسية والطلاء ضد التآكل وكذلك المحفزات.

من هذه الاكاسيد :

اوكسيد الزنك النانوي

اكتسب اوكسيد الزنك اهتماما كبيرا من قبل الباحثين بسبب خصائصه الكبيرة مثل الموصلية الجيدة والاستقرار الكيميائي والخصائص التحفيزية والاهم من ذلك الانشطة المضادة للفطور والبكتيريا والفيروسات دون ان يسبب سمية التي جعلت لجسيمات اوكسيد الزنك تطبيقات طبية وصناعية.

كما وجد ان اوكسيد الزنك النانوي يمتلك اصطفائية في استهداف الخلايا السرطانية وكذلك بدائيات النوى حيث يؤثر في البكتريا السالبة والموجبة الغرام.

اجريت دراسات عديدة استخدمت فيها المستخلصات النباتية في تصنيع اوكسيد الزنك النانوي حيث استخدم Liu *et al.*(2020)جذور الفجل (*Raphanus sativus* L.) اذ تم تجفيف الجذر وطحنه ثم تعليقه في ماء مقطر وغليه لمدة 30 دقيقة. تم تجهيز 50 مل من محلول ثنائي خلات الزنك (0.1 مول/لتر) واضيف له مستخلص جذور الفجل قطرة قطرة مع التحريك المستمر والتسخين عند 80 ° س حتى تشكل راسب خفيف. بينت صور المجهر الإلكتروني النافذ ان جسيمات اوكسيد الزنك كروية الشكل بقطر في حدود 25 - 40 نانومتر ومجتمعة في سلاسل.والجدول التالي يوضح بعض هذه الطرق

TABLE 3. BIOSYNTHESIS OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES USING DIFFERENT PLANT PARTS

المرجع Reference	ظروف التصنيع Synthesis conditions	حجم الجسيمات النانوية نانومتر NPs size (nm)	الجزء النباتي Plant's part	الاسم الشائع للنبات Common name	الاسم العلمي للنبات Scientific name
Shaik *et al.*, 2020	60C, 2 hours	80–65	جذور Roots	نبات عشبي مزهر استوائي Singapore daisy	*Sphagneticola trilobata* L.
Prachi & Negi 2019	60C, 10 min.	81.5	ساق Stems	شوجب هندي Bearded premna	*Premna barbata* Wall
Irshad *et al.*, 2020	25 C	40-30	أوراق Leaves	الريحان Basil	*Ocimum basilicum* L.
Karpagavinayagam & Vedhi 2019	غير محدد	100–30	أزهار Flowers	القرم البحري Mangrove	*Avicennia marina* Forssk
Sorbiun *et al.*, 2018	4 ساعة، ثم حفظت °س عند حرارة المختبر طوال الليل	34	ثمار Fruits	السنديان Oak	*Quercus robur* L.

اوكسيد النحاس النانوي

يستخدم اوكسيد النحاس النانوي في عدة مجالات منها صناعة البطاريات والبوليمرات واجهزة البصريات، كما يعد بديلا رخيصا للعناصر النبيلة كالذهب والفضة نظرا لامتلاكه تأثيرات شبيهة مثل التوصيل الدوائي، مضاد للسرطان، ومثبط ميكروبي.

* (Nasrollahzadeh & Sajadi, 2015)

استخدمت العديد من المستخلصات النباتية لتصنيع اوكسيد النحاس النانوي مثل مستخلص اوراق ابو طيلون الهندي، مستخلص اوراق ساراكة الشوكية ، مستخلص اوراق السدر الهندي ومستخلص جذور راوند ومستخلص اوراق التفاح يشير جدول 4 الى احدث الدراسات حول استخدام مستخلصات اوراق وثمار وبذور بعض النباتات لتصنيع أكسيد النحاس النانوي وظروف تصنيعها وحجم الجسيمات الناتجة.

TABLE 4. BIOSYNTHESIS OF COPPER OXIDE NANOPARTICLES USING DIFFERENT PLANT PARTS

المرجع Reference	ظروف التصنيع Synthesis conditions	حجم الجسيمات النانوية (نانومتر) NPs size (nm)	الجزء النباتي Plant part	الاسم الشائع للنبات Common name	الاسم العلمي للنبات Scientific name
Awwad & Amer 2020	Room temp., 4 hours	20	اوراق Leaves	الزنزرخت الصيني- ايلنطس Tree of heaven	*Ailanthus altissima*
Sorbiun *et al.*, 2018	Boiling the mixture then heating at 500 °C for 4 hours	40	ثمار Fruits	السنديان Oak	*Quercus robur*
Sukumar *et al.*, 2020	7 hours	13.07	بذور Seeds	الفاصولياء الرمادية Bonduc nut	*Caesalpinia bonducella*

اوكسيد الحديد النانوي واكاسيد معدنية نانوية اخرى

تستخدم جزيئات اوكسيد الحديد النانوية لعلاج السرطان، وتوصيل الأدوية، وعلاج الانسجة التالفة ووضع العلامات على الخلايا لمراقبتها لاحقا كما هو الحال في متابعة تطور الاورام وازالة السموم من السوائل البيولوجية والتصوير بالرنين المغناطيسي.

استخدم المستخلص المائي لجذور *Chromolaena odorata* لتصنيع Fe3O4NPs غسلت الجذور بالماء و جففت بالشمس لمدة 14 يوم، اضيف 5 غ من مسحوق الجذور الى 50 مل ماء مقطر وتم تسخين المزيج عند حرارة 85 °س مدة 2 ساعة مع التحريك المستمر ثم تم ترشيح المستخلص وتعريضه للطرد المركزي لفصل الشوائب.

اضيفت املاح الحديد الى المستخلص النباتي وتم تسخين المزيج عند حرارة 70 °س لوحظ تشكل جزيئات اوكسيد الحديد النانوية في غضون ساعة واحدة ودلت صور المجهر الإلكتروني ان الجسيمات الناتجة كانت كروية الشكل ابعادها في حدود 5.6 - 18.6 نانومتر.

كما وظف المستخلص المائي لثمار القرانيا الأوروبية (*Cornus mas* L.) لتصنيع جزيئات اوكسيد الحديد النانوية بطريقة سهلة وسريعة واقتصادية كانت الجسيمات الناتجة كروية الشكل تراوحت اقطارها في حدود 20 - 40 نانومتر وقد كان لهذه الجسيمات اثارا ايجابيا في زيادة الكتلة الحيوية لساق وجذور بادرات الشعير عند سقايها بتركيز 10 - 100 مغ/لتر مما حدا بالباحث أن يوصي باستخدام جزيئات أكسيد الحديد النانوية في التسميد.

كما استخدم المستخلص المائي لجذور الزنجبيل لإنتاج جسيمات أكسيد النيكل النانوية (16 – 52) نانومتر وكان لهذه الجسيمات تأثيرا مثبطا لنمو المكورات العنقودية الذهبية في المختبر. كما استخدم (2020) Ramesh *et al.* المستخلص المائي لبذور عباد الشمس (*Helianthus annuus* L.) لتصنيع جسيمات أكسيد المنغنيز النانوي (10 - 70 نانومتر).

وفي دراسة اخرى استخدم المستخلص المائي لبذور *Annona squamosal* لتركيب جسيمات اوكسيد المغنزيوم النانوية بحدود 27nm - 86 (Sharma *et al*., 2020).

كما استخدم المستخلص المائي لبذور الكوسا (*Cucurbita pepo* L.) لتصنيع جسيمات اوكسيد التيتانيوم النانوية (Abisharani *et al*., 2019).