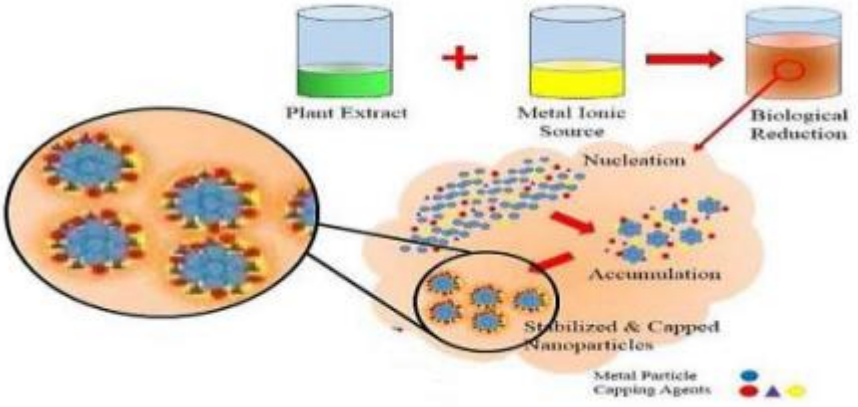
يعد تطبيق مبادئ التحضير الحيوي للمركبات النانوية من طرق الإنتاج غير المادية وتطبيقها سهل وغير مكلف، حيث تهتم هذه التقنية الى تطوير استخدام طرق ذات كفاءة عالية دون الحاجة إلى التفاعلات الضارة مع توفير الحجم مناسب التي تم تكوينها من المواد النقية مما يؤدي الى ضمان توفير استخدام المواد بشكل اقتصادي يحافظ على وفرة المواد على المدى البسيط حيث تعتبر هذه المنهجية كمبدأ للتجديد والاستدامة في ان واحد , كما وتساهم في حماية البيئة مع امكانية توظيف مميزاتها لصالح البشر، أصبح التلوث البيئي الناتج عن الأنشطة البشرية بشكل عام مشكلة خطيرة عالمية في الوقت الحاضر, فيما اصبحت الاشياء التي تهتم بالمنهجية الخضراء والبيئة النظيفة من الفروع المرغوب بها, ومن هذا المنطلق انبثقت تقنية النانو الخضراء التي تستخدم بها المستخلصات النباتية الغنية بالبوليفينول وحمض الستريك والفيتامينات والبوليمرات الطبيعية القابلة للتحلل والسيليكا من أجل تخليق المواد النانوية الخضراء , تم استخدام النشا والأجار والبروتينات والسكريات وحمض الأسكوربيك والمواد العضوية الطبيعية كغطاء لاستخلاص المواد النانوية والتي يمكن أن تعزز وجود المواد المرغوبة الخالية من السمية وذات تكلفة منخفضة وتساهم في الاستقرار الكيميائي والحراري العالي ونشاط التحلل للمعالجة البيئية. يقدم هذا النشاط فرصًا عديدة يمكن تطبيقها في عدة مجالات[1].



شكل 1: الية تحضير المستخلصات النباتية للجسيمات النانوية

ان امكانية تطبيق منتجات النانو الخضراء بشكل مباشر لتقليل الضرر الناجم عن الملوثات المتولدة وفي التقنيات البيئية لمعالجة مواقع النفايات الخطرة من خلال انتاج مواد نانوية حساسة للتلوث , ومعالجة الملوثات ومسببات الأمراض والسموم ذات المصادر المختلفة واستشعار ومراقبة الملوثات البيئية وتنظيف وتحلية المياه وانتاج الخلايا الهيدروجيني بتحويل الهيدروجين الى كهرباء الذي قد يستعمل كوقود للسيارات واستخدامها في تطبيقات أخرى, وعلى سبيل المثال لا الحصر استخدم جزيئات الذهب النانوية في معالجة المياه غير الصالحة للشرب ولتحديد تركيز المبيدات في مياه الشرب[2] .

ان استعمال النباتات لتصنيع الجسيمات النانوية بسبب سهولة الحصول عليها وتكون صديقة للبيئة وطريقة تحضيرها تكون سهلة جدا , ويرجع الاهتمام باستخدام طريقة تكوين الجسيمات النانوية بوساطة النباتات لوجود المواد الفعالة الكيميائية والتي تعمل كعامل مختزل وعامل تثبيت ومنها القلويات والتربينويدات والتانينات والفينولات والأحماض الأمينية والبروتينات والإنزيمات والسكريات والصابونين والفيتامينات وغيرها[3]، إلى جانب ذلك تعد مستخلصات قشور الفاكهة المختلفة ذات أهمية كبيرة بسبب مكوناتها الكيميائية الفعالة اضافة الى توفرها بسهولة وفي الوقت نفسه تعد عملية تدوير ملائمة لغرض الاستفادة من البقايا الناتجة وتقليل اثارها على البيئة مما يساهم في تعزيز مبدأ التنمية المستدامة[4].

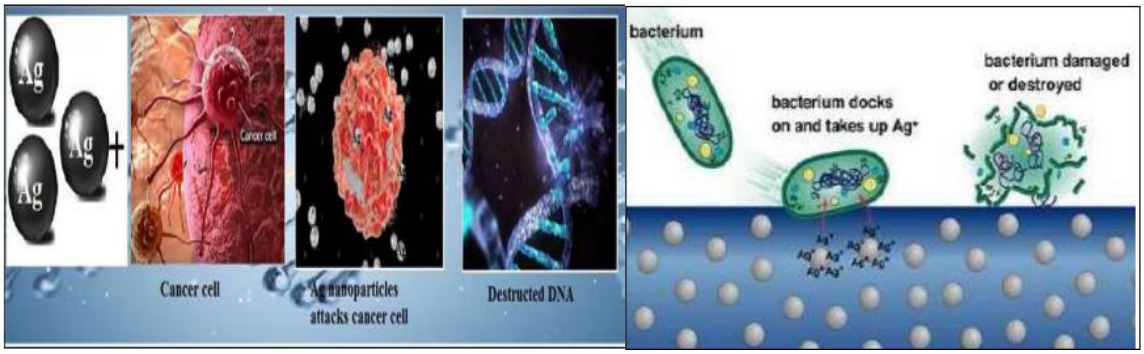
ظروف التصنيع Synthesize conditions	حجم الجسيمات النانوية (نانومتر) NPs size (nm)	الجزء النباتي Plant's part	الاسم الشائع للنبات Plant common name	الاسم العلمي للنبات Scientific name
80° س، 30 د 80°C, 30 min.	غير محددة Not determined	جذور Roots	النخيل الاثيوبي African fan palm	*Borassus aethiopum* Mart
60° س، 3.5 سا 60°C, 3.5 hours	20.4	جذور Roots	الزنجبيل Ginger	*Zingiber officinale* L.
حرارة الغرفة، 25 د Room temp., 25 min.	52.4±3.6	جذور Roots	الشوندر/البنجر Beet	*Beta vulgaris* L.
حرارة الغرفة، 5 سا Room temp., 5 hours	~ 25	سوق Stems	اللوبياء Cowpea	*Vigna anguiculata* L.
حرارة الغرفة، 2 سا Room temp., 2 hours	10– 20	سوق Stems	الياسمين Jasmin	*Jasminum auriculatum* Vahl
حرارة الغرفة، 10 د Room temp., 10 min.	18– 30	أوراق Leaves	ازدرخت Chinaberry	*Melia azedarach* L.
ضوء الشمس، 4 سا Sun light, 4 hours	20–50	أزهار Flowers	الحامول Dodder	*Cascuta reflexa* Roxb
ضوء الشمس، 30 د Sun light, 30 min.	8	أزهار Flowers	ذنب الحصان Horseraddish	*Moringa oleifera* Lam.
ضوء الشمس، 30 د Sun light, 30 min.	90	أزهار Flowers	عصا الراعي Knotgrass	*Aerva lanata* L.
ضوء الشمس، 24- 72 سا Sun light, 24-72 hours	12	ثمار Fruits	الخوخ الأفريقي African peach	*Nauclea Latifolia* Smith
ضوء الشمس ، 30 ثا Sun light, 30 sec.	19–54	بذور Seeds	الرمان Pomegranate	*Punica granatum* L.
45° س، 2 سا 45°C, 2 hours	20–52	قشور الثمار Fruit's peel	تمر هندي Tamarind	*Tamarindus indica* L.
90° س، 20 د 90°C, 20 min.	50 -5	قشور الثمار Fruit's peel	البرتقال Orange	*Citrus sinensis* L.

شكل 2: بعض انواع النبات واجزائها التي استعملت في التحضير الاخضر للجسيمات النانوية

من الامثلة على التحضير الاخضر للنانو استخدام أوراق نبات السفرجل *Pyrus Pyrifolia*، بتحضير ZnONPs التي اعطت بلورات بدرجة نقاء عالية وبحجم بلوري يبلغ 22 نانومتر[5], وحضر الزنك النانو

ايضا من مستخلص أوراق نبات الكزبرة بمتوسط حجم بلوري 60 نانومتر والذي تم تشخيصه أيضًا بواسطة المجهر الإلكتروني الماسح و المجهر الإلكتروني النافذ SEM و TEM، وكانت فجوة النطاق الموجي 3.8 الكترون فولت كما تم تشخيصه من خلال التحليل الطيفي للأشعة فوق البنفسجية-UV Vis، ومن فاكهة الرمان الهندي *Punica granatum* حضر ايضا وكشف الفحص الكيميائي النباتي النوعي لمستخلصات فاكهة الرمان الهندي عن احتوائها على العديد من المركبات، وتم اختبار سمية المساحيق النانوية على بكتريا العصيات القولونية *Escherichia coli MTCC* 7410 و الزائفة الزنجارية *Pseudomonas aeruginosa MTCC 7903* سالبة الجرام باستخدام طريقة الانتشار القرصي وتحديد الحد الأدنى للتركيز المثبط بواسطة تقنية التخفيف الدقيق للتراكيز واختبار النشاط المضاد للسرطان لمساحيق اوكسيد الزنك النانوي ضد خط خلايا سرطان الثدي للانسان MCF-7 بواسطة فحص قياس السمية MTT[5,6]

يحتوي النبات على عدد من التربينويدات والفلافاونيد والصابونين والعديد من مركبات الايض الثانوي التي تشكل غطاء تفريد (تقليل حجمها) للجسيمات النانوية اثناء تحضيرها اضافة الى جعلها اكثر استقراراً وامتلاكه خصائص مضادة للأكسدة ، كما تحوي المستخلصات النباتية على الفوسفاتيز الحمضي الذي يعتبر إنزيما حيوياً مهم يدخل في العديد من الدراسات السريرية والتطبيقات العلاجية , وتم الكشف حديثاً عن فعالية مواد ايضية مستخلصة من الأعشاب الطبية لها دور في تكوين جسيمات النانو الفعالة ضد السرطان ومنشطة للجهاز المناعي لمحاربة الخلايا السرطانية الخبيثة.[7]



شكل 3: يوضح الية تأثير المواد النانوية على البكتريا والخلايا السرطانية

المراجع

1- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global cancer statistics 2020: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. CA: a cancer journal for clinicians, 71(3), 209-249.

2- He, X., Deng, H., & Hwang, H.-m. (2019). The current application of nanotechnology in food and agriculture. Journal of food and drug analysis, 27(1), 1-21.
3- Selvan, D. S. A., Murugesan, S., Shobana, S., Lakshmi, B., Veena, V., & Rahiman, A. K. (2021). In vitro cytotoxicity efficacy of phytosynthesized ag/ZnO nanocomposites using *Murraya koenigii* and *Zingiber* officinale extracts. Materials Chemistry and Physics, 272, 124903.
4- Kokila, T., Ramesh, P., & Geetha, D. (2015). Biosynthesis of silver nanoparticles from Cavendish banana peel extract and its antibacterial and free radical scavenging assay: a novel biological approach. Applied nanoscience, 5(8), 911-920.
5- Huang, C.-L., Huang, H. J., Chen, S.-H., Huang, Y.-S., Kao, P.-C., Chau, Y.-F. C., & Chiang, H.-P. (2021). Localized surface plasmon resonance enhanced by the light-scattering property of silver nanoparticles for improved luminescence of polymer light-emitting diodes. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 103, 283-291.
6- Patnaik, S., Berehu, H. M., Khan, I., Chakraborty, R., Lavudi, K., Mohapatra, B., & Mishra, A. (2021). Cytotoxic Potential of Biogenic Zinc Oxide Nanoparticles Synthesized from *Swertia* chirayita Leaf Extract on Colorectal Cancer Cells. Frontiers in bioengineering and biotechnology, 1276.
7- Gnanasangeetha, D., & SaralaThambavani, D. (2013). One pot synthesis of zinc oxide nanoparticles via chemical and green method. Res J Mater Sci, 2320, 6055.

The application of the principles of biological preparation of nanocomposites is one of the non-material production methods and its application is easy and inexpensive.

In an economical way that maintains the abundance of materials in the short term, as this methodology is considered as a principle of renewal and sustainability at the same time, and also contributes to protecting the environment with the possibility of employing its advantages for the benefit of humans, environmental pollution resulting from human activities in general has become a serious global problem at the present time, while it has become

The things that are concerned with the green methodology and the clean environment are among the desired branches. From this standpoint, green nanotechnology emerged, in which plant extracts rich in polyphenols, citric acid, vitamins, natural degradable polymers, and silica are used for the synthesis of green nanomaterials. Starch, agar, proteins, sugars, ascorbic acid, and

materials were used. Natural organic matter as a cover for the extraction of nanomaterials which can enhance the presence of materials Toxicity-free, low-cost, desirable, high chemical and thermal stability, and decomposing activity are desirable for environmental remediation.

This activity presents many opportunities that can be applied in several areas1.

The possibility of directly applying green nano products to reduce the damage caused by the pollutants generated and in environmental technologies to treat hazardous waste sites through the production of pollution-sensitive nanomaterials, the treatment of pollutants, pathogens and toxins of various sources, the sensing and control of environmental pollutants, the cleaning and desalination of water and the production of hydrogen cells by converting hydrogen into

Electricity, which may be used as fuel for cars and used in other applications, for example, but not limited to the use of gold nanoparticles in the treatment of non-potable water and to determine the concentration of pesticides in drinking water. The use of plants to manufacture nanoparticles because of the ease of obtaining them and being environmentally friendly, and the method of preparing them is very easy, and the interest in using the method of forming nanoparticles by plants is due to the presence of chemical active substances that act as a reducing agent and a fixing agent, including alkaloids, terpenoids, tannins, phenols, amino acids, proteins, enzymes, sugars, saponins, and vitamins And others 3, in addition to that, the extracts of various fruit peels are of great importance because of their effective chemical components in addition to their easy availability. At the same time, it is an appropriate recycling process for the purpose of benefiting from the resulting residues and reducing their effects on the environment, which contributes to promoting the principle of sustainable development4.

Figure 2: Some plant species and their parts that were used in the green preparation of nanoparticles

An example of green nano preparation is the use of leaves of the quince plant, Pyrus Pyrifolia, in the preparation of ZnONPs, which gave crystals of high purity and a crystal size of 22 nm5, and nano zinc was also prepared from coriander leaf extract with an average crystal size of 60 nm, which was also diagnosed by scanning electron microscopy and

Transmission electron microscopy SEM and TEM, the band gap was 3.8 electron volts as diagnosed through UV-Vis spectroscopy, and Indian pomegranate fruit Punica granatum was also present. Qualitative phytochemical examination of Indian pomegranate fruit extracts revealed that they contain many compounds.

The toxicity of nanopowders was tested on Escherichia coli MTCC 7410 and Pseudomonas aeruginosa MTCC 7903 gram-negative by using the disc diffusion method and determining the

minimum inhibitory concentration by micro-dilution technique and testing the anti-cancer activity of zinc oxide nanopowders against human breast cancer cell line.

MCF-7 by MTT[5,6] toxicometric assay The plant contains a number of terpenoids, flavonoids, saponins, and many secondary metabolite compounds that form a cover (reducing their size) of the nanoparticles during their preparation, in addition to making them more stable and possessing antioxidant properties.

From clinical studies and therapeutic applications, the effectiveness of metabolites extracted from medicinal herbs has recently been revealed. It has a role in the formation of nanoparticles that are effective against cancer and stimulate the immune system to fight malignant cancer cells.[7]