A review of the potential of using date palm waste in the synthesis and antimicrobial activity of green nanoparticles

Azam Amiri[1*]

1. Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Ahvaz, Iran.

Received Date:2026.01.23 Accepted Date:2026.02.14

Abstract

Date palm waste plays a very important role in the added value of this product. In recent years, green synthesis of metal nanoparticles with plant extracts has become a suitable alternative to chemical synthesis, because this process is economically-energy efficient and environmentally safe. In the past few decades, various plant sources have been used to make green nanoparticles, and a few of them used extracts from different parts of date palm waste. This review study investigated the methods of extract extraction from different parts of date palm (fruit, leaf and kernel), green synthesis of different metal nanoparticles using these extracts, and their antimicrobial properties. Phytochemicals present in the extracts of different parts of date palm were the reducing agents for metals. Most of the studies have reported spherical nanoparticles of different sizes, which have high potential in various applications such as antimicrobial, anticancer, antioxidant and catalytic activities. This study can pave the way for further research by researchers and the production of antimicrobial green nanoparticles on a large scale and their application in packaging, food and biomedical industries using waste extracts from different parts of the date palm.

Keyword: Antimicrobial properties, nanoparticles, date waste

.

* amiriazam23@gmail.com

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-06-09]

EXTENDED ABSTRACT

It has been estimated that 23 million date palm trees (19.16%) are present in Iran. Generally, palm date seed waste is disposed of in landfills or burned directly on the farm which results in environmental pollution. On the other hand, they comprise important components including cellulose, hemicellulose, and lignin. Date seeds contain a remarkable number of flavonoids, phenolics, anthocyanins, carotenoids, quinones, and sterols, which make them an excellent plant product for Nanoparticles (NPs) synthesis and stabilization.

The nanotechnology industry is increasingly promoting nano as a "green" technology that will improve the environmental performance of existing industries, reduce consumption of resources and energy, and allow achievement of environmentally benign economic expansion. Eco-friendly solutions are gaining popularity in the contemporary world. The use of agrowaste residues in green nanoparticle synthesis represents a good selection to minimize waste and achieve sustainable development goals. NPs are very tiny particles (1–100 nm) with a large surface area in comparison to their volume. This provides NPs with unique physical, chemical, and biological properties. There are different chemical and physical methods that are used in the synthesis of NPs, with well-controlled shape and size, and higher rates of production. The limitations of these methods are the use of toxic materials as precursors, production of large amounts of wastes, loss of energy, and high cost. On the contrary, the green route of NPs' synthesis provides an eco-friendly, low-cost, sustainable, and safe way. Different natural resources were used in NPs' green synthesis including microorganisms and plant extracts. Green synthesis is mainly based on biological precursors but is also controlled by other reaction parameters such as pH, time, solvent, temperature, and pressure. Biological extracts have various effective phytochemicals such as ketones, aldehydes, phenols, flavones, terpenoids, amides, carboxylic acids, and ascorbic acids that help in metal/metal oxide NPs' synthesis. Green synthesized NPs were investigated for use in antimicrobial, biomedical diagnostics, catalysis, optical imaging, molecular sensing, and the labeling of biological systems. The use of the most abundant biomass, date seeds, in NPs' synthesis represents a low-cost, renewable, and eco-friendly route that could help in solving the pollution problem. In addition, biomass could be used in the large-scale production of various NPs. This route is a good alternative for NPs' synthesis, instead of physicochemical methods that are more expensive, need more instruments, and can generate toxic and hazardous effects in the environment.

The NPs from the extracts of Phoenix dactylifera L. has also acquired adequate applications in antimicrobial, antioxidant, anticancer, and catalytic activities. However, much less research has been carried out for synthesizing metal NPs with the extracts of the different parts of the plant species date palm (*Phoenix dactylifera* L.). Many biosynthesized NPs have been used to treat bacterial infections 41 and are also useful in antitumor therapy. Plant extract–NP bioconjugates possess capable antioxidant activity and anti-inflammatory properties.43 The possible array of sizes, shapes, and compositions of green synthesized NPs converts into a wide range of nanomaterial applications. Date seeds (*Phoenix dactylifera*) are valuable for NP synthesis because of their bioactive compounds, including phenolics and flavonoids, which act as reducing and stabilizing agents. This eco-friendly method supports sustainable agricultural waste use, enhances NP antibacterial properties, and is useful in food packaging and biomedical applications.

Spent date pulp, a dry biomass generated after syrup extraction from the fruit, accounts for two-thirds of the bio-wastes composition of the date syrup processing industries and are currently discarded without any value. These waste biomasses add significant load to the solid waste management system and are eventually landfilled. The remarkable number of flavonoids, quinones, carotenoids, sterols, phenolics and anthocyanins present in this date pulp waste makes it as an excellent plant product for NPs synthesis (Rambabu et al., 2020b). Additionally, the various high and low molecular weight protein fragments in the would provide particle stability to the as-formed NP.

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-06-09]

مروری بر پتانسیل استفاده از ضایعات نخل خرما در سنتز و فعالیت ضدمیکروبی نانوذرات سبز

اعظم امیری[1*]

۱. پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۱/۰۳ تاریخ پذیرش:۱۴۰۴/۱۱/۲۵

چکیده

ضایعات نخل خرما نقش بسیار مهمی در ارزش افزوده این محصول دارند. در سال¬های اخیر سنتز سبز نانوذرات فلزی با عصاره¬های گیاهی به جایگزین مناسبی برای سنتز شیمیایی تبدیل شده است، زیرا این فرآیند از نظر اقتصادی- انرژی کارآمد و از نظر زیست‌محیطی بی‌خطر است. در چند دهه گذشته، منابع گیاهی مختلفی برای ساخت نانوذرات سبز مورد استفاده قرار گرفته‌اند و تعداد کمی از آن¬ها از عصاره بخش¬های مختلف ضایعات نخل خرما استفاده کردند. این مطالعه مروری، روش¬های استخراج عصاره از قسمت‌های مختلف نخل خرما (میوه، برگ و هسته)، سنتز سبز نانوذرات فلزات مختلف با استفاده از این عصاره‌ها و نیز خواص ضدمیکروبی آنان را مورد بررسی قرار داده است.. مواد شیمیایی گیاهی موجود در عصاره بخش¬های مختلف نخل خرما، عامل کاهنده فلزات بودند. اکثر تحقیقات نانوذرات کروی با اندازه متفاوت را گزارش کرده‌اندکه این نانوذرات پتانسیل بالایی در کاربردهای مختلف مانند فعالیت‌های ضد میکروبی، ضد سرطانی، آنتی‌اکسیدانی و کاتالیزوری دارند. این بررسی می¬تواند زمینه¬ساز تحقیقات بیشتر توسط پژوهشگران و تولید نانوذرات سبز ضد میکروبی در مقیاس وسیع و کاربرد آن¬ها در بسته¬بندی، صنایع غذایی و زیست¬پزشکی با استفاده از عصاره ضایعات بخش¬های مختلف نخل خرما باشد.

واژهای کلیدی: خواص ضد میکروبی، نانوذرات، ضایعات نخل خرما

* amiriazam23@gmail.com

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-06-09]

مقدمه

استفاده از پسماندهای کشاورزی در سنتز نانوذرات سبز، انتخاب خوبی برای به حداقل رساندن ضایعات و دستیابی به اهداف توسعه پایدار است. هسته خرما تقریباً ۱۱ تا ۱۵ درصد وزن میوه را تشکیل می‌دهد و از مهمترین ضایعات کارخانجات تولید فرآورده‌های خرما محسوب می‌شود(۱). در گذشته، هسته‌های خرما فقط به عنوان خوراک دام مورد استفاده قرار می‌گرفت، اما امروزه مطالعات نشان داده‌اند که هسته‌های خرما از ارزش غذایی و دارویی بالایی برخوردار هستند از سوی دیگر شامل اجزای مهمی از جمله سلولز، همی‌سلولز و لیگنین هستند. هسته-های خرما حاوی مقدار قابل توجهی از فلاونوئیدها، فنولیک‌ها، آنتوسیانین‌ها، کاروتنوئیدها، کینون‌ها و استرول‌ها هستند که آن‌ها را به یک محصول گیاهی عالی برای سنتز و تثبیت نانوذرات روی تبدیل می‌کند (۱). مسیرهای بیوسنتزی (سبز) مزایای بیشتری نسبت به روش‌های مرسوم، فیزیکی و شیمیایی دارند. ترکیبات مشتق‌شده از گیاه، عامل اساسی برای سنتز سبز نانوذرات با اعمال تیمار دمایی و بدون آن هستند. ترکیبات فیتوشیمیایی، از جمله کینون‌ها، اسیدهای آلی، فلاون‌ها و آنزیم‌های موجود در عصاره گیاه، فرآیند کاهش/اکسیداسیون پیش‌ساز نانوذرات را تسهیل می‌کنند (۲). روش گیاهی برای سنتز نانوذرات فلزی عمدتاً به مواد شیمیایی گیاهی موجود در عصاره گیاه وابسته است. توانایی عصاره‌های گیاهی به دلیل زیست‌مولکول‌ها و مواد شیمیایی گیاهی آن‌ها در سنتز نانوساختارهای مختلف و منظم با اندازه‌ها و مورفولوژی‌های متنوع شناخته شده است. در سنتز نانوذرات فلزی، زیست‌مولکول‌های موجود در عصاره نقش‌های مشخصی هم به عنوان عوامل کاهنده و هم به‌عنوان عوامل پوشش‌دهنده/تثبیت‌کننده دارند (۳). منبع عصاره گیاهی بر ویژگی‌های معمول نانوذرات فلزی تأثیر می‌گذارد زیرا ممکن است غلظت‌های مختلفی با ترکیبات مختلف عوامل کاهنده/تثبیت‌کننده آلی داشته باشند. سنتز نانوذرات فلزی با استفاده از عصاره برگ، میوه و هسته خرما کاملاً شبیه سنتز سایر عصاره‌های گیاهی است. عصاره‌های بخش‌های مختلف خرما با محلول نمک فلزی در دمای اتاق مخلوط می‌شوند. این واکنش ساده و سریع است زیرا تغییر رنگ در عرض چند دقیقه مشاهده می‌شود که نشان‌دهنده تشکیل محصول است. محققین سنتز نانوذرات متعدد از فلزاتی مانند نقره، مس و پلاتین را با استفاده از روش‌های مشابه با تغییرات جزئی گزارش کردند (۴، ۵ و۶). مشخص شده است که مقدار نانوذرات سنتز شده و همچنین ویژگی‌های آن‌ها به غلظت نمک فلز، pH محیط واکنش، دما و غلظت عصاره و ماهیت آن بستگی دارد (۷). نانو ذرات روی سنتز شده از گوشت میوه خرما اثرات ضد باکتریایی قابل توجهی بر روی باکتری‌های بیماری‌زای *Staphyllococcus aureus*, *Streptococcus pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa* و *Proteus mirabilis* از نظر قطر ناحیه عدم رشد اندازه‌گیری شده با روش انتشار دیسک نشان داد (۱). حسین (۲۰۲۳) خاصیت ضد باکتریایی نانو ذرات سنتز شده از ضایعات خرما علیه باکتری‌های گرم مثبت *Staphylococcus aureus* و *Bacillus subtilis* و باکتری‌های گرم منفی *Escherichia coli* و *Salmonella enteritidis* را گزارش کرد (۳).

سنتز نانوذرات از عصاره میوه خرما و خاصیت ضد میکروبی آن

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-06-09]

سنتز نانوذرات نقره با استفاده از عصاره میوه خرما توسط فرهادی و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شده است (ذکر شماره منبع). نانوذرات نقره کروی با اندازه حدود ۲۵ تا ۶۰ نانومتر سنتز شده است. نیترات نقره تیمار شده با عصاره میوه خرما به دلیل تحریک ارتعاشات رزونانس پلاسمون سطحی (SPR) در نانوذرات، رنگ قهوه‌ای مایل به زرد نشان داد. حداکثر شدت SPR پس از ۱۰ دقیقه مشاهده شد که نشان می‌دهد کاهش یون‌های نقره به نانوذرات کامل شده است. این کاهش به دلیل گروه‌های هیدروکسیل و کربوکسیل در عصاره میوه است. همچنین مشخص شد که اگر مقدار عصاره میوه افزایش یابد، افزایش تدریجی اندازه نانوذرات وجود دارد. پتانسیل زتا با مقدار منفی بالای ۳۵- میلی‌ولت، پایداری مورد انتظار آن را تأیید میکند (ذکر شماره منبع). علاوه‌براین، ظهیر (۲۰۱۷) نیز در مطالعه دیگری تشکیل نانوذرات نقره از طریق عصاره میوه خرما را گزارش کرد. نانوذرات نقره کریستالی و کروی شکل، SPR خود را در طول موج ۴۲۵ نانومتر داشتند. آن‌ها همچنین دریافتند که غلظت عصاره میوه خرما مستقیماً بر شکل و موقعیت طیف‌های SPR تأثیر می‌گذارد، زیرا با افزایش غلظت عصاره، پیک‌ها به طول موج‌های بالاتر منتقل می‌شوند. نانوذرات نقره تولید شده در برابر مجموعه‌ای از باکتری‌های گرم مثبت مؤثر بودند (۱۰).

مطالعه‌ای توسط (شیخ و همکاران ۲۰۱۸) در مورد سنتز نانوذرات نقره با رزونانس پلاسمون سطحی در ۴۴۵ نانومتر و اندازه‌های بین ۱۲ تا ۱۴۰ نانومتر انجام شد. یافته‌های آن‌ها نشان داد که مواد شیمیایی گیاهی، تانن‌ها، فلاونوئیدها و پروتئین‌ها مسئول تبدیل یون نقره به نانوذرات نقره هستند. نانوذرات نقره گزارش شده دارای پتانسیل آنتی‌اکسیدانی و ضدمیکروبی قابل توجهی بودند (۴). در پژوهشی دیگر توسط (الردادی ۲۰۱۹) سنتز نانوذرات پلاتین با مخلوط کردن نسبت‌های مختلف عصاره میوه خرما و هگزاکلروپلاتینیک اسید که به عنوان نمک فلزی استفاده می‌شود، گزارش شده است با افزایش غلظت نمک پلاتین، پیک SRP افزایش یافت و در محدوده ۳۲۱-۳۲۹ نانومتر یافت شد. همچنین مشاهده شد که در pH بالاتر، نانوذرات با اندازه کوچک ۳۲۱ نانومتر تشکیل شدند و پلاتین در پوشاندن نانوذرات کارآمدتر بود نانوذرات پلاتین سنتز شده همچنین در برابر سلول‌های سرطان روده بزرگ و سلول‌های سینه مؤثر بودند و پتانسیل ضد باکتریایی قابل توجهی در برابر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی نشان دادند (۵).

در تحقیقی که توسط (نام محقق و سال تحقیق) صورت گرفت، تولید نانوذرات مس با استفاده از میوه خرمای بدون هسته گزارش شد، به این صورت که ستیل‌تری متیل آمونیوم بروماید به عصاره خرمای در حال هم زدن اضافه شد و سپس سولفات مس پنتاهیدرات اضافه گردید. نانوذرات مس سنتز شده از طریق XRD با سطوح کریستالی تأیید شدند. طیف FTIR همچنین تأیید کرد که یون مس به دلیل گروه‌های کربونیل و هیدروکسیل موجود در عصاره به Cu0 کاهش یافت. نانوذرات مس کروی بودند و SRP در حدود ۵۶۰-۵۷۰ نانومتر ظاهر شد. پایداری نانوذرات مس سنتز شده با مقادیر پتانسیل زتا ۴۱+ میلی‌ولت تأیید شد و این به دلیل اثر پوششی ترکیبات فنلی موجود در عصاره خرما بود (۶).

سنتز نانوذرات از عصاره پودر هسته خرما و خاصیت ضد میکروبی آن

در پتنتی سنتز سبز نانوذرات از عصاره هسته‌های خرما، با مخلوط کردن پودر هسته با محلول ۳۸٪ اسید هیدروکلریک با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه، گزارش شد. در آن مطالعه، نانوذرات ابتدا از طریق فیلتراسیون و سپس با سانتریفیوژ جداسازی شدند.

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-06-09]

نانوذرات سنتز شده از هسته خرما، اندازه‌ای بین ۱ تا ۲۰۰ نانومتر داشتند. این نانوذرات خرما در برابر انواع سویه‌های باکتریایی مسئول مسمومیت غذایی بسیار مؤثر بودند (۱۱).

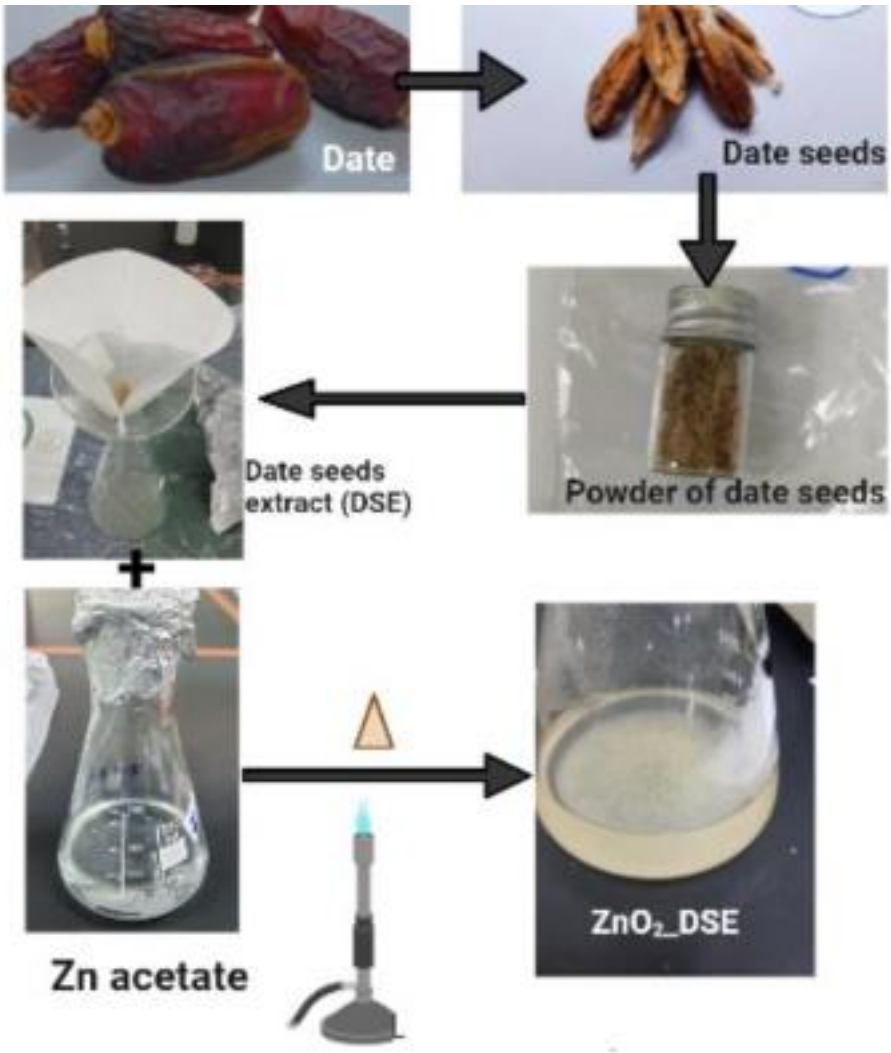
خاتمی و همکاران (۲۰۱۵) سنتز نانوذرات نقره با واسطه عصاره آبی هسته خرما را گزارش کردند که منجر به کاهش یون نقره شد. نانوبلورهای سنتز شده کروی شکل، با اندازه‌ای بین ۱ تا ۴۰ نانومتر و طبق آنالیز پراکندگی نور پویا (DLS) توزیع یکنواختی داشتند. ترکیبات گیاهی که به تبدیل یون‌های نقره به نقره در نانوذرات نقره نسبت داده می‌شوند، گروه‌های هیدروکسیل، کربوکسیل و آمین در عصاره هسته خرما بودند. این نانوذرات نقره فعالیت‌های ضد قارچی و ضد باکتریایی نشان دادند (۱۲).

در روش سنتز مشابه سنتز نانوذرات نقره با استفاده از عصاره هسته خرما، انصاری و الزهیری (۲۰۱۸) نشان دادند که در آن طیف‌های جذب نانوذرات نقره، پیک SPR را در ۴۳۰ نانومتر نشان می‌دهند. نانوذرات نقره کروی شکل تولید شده دارای اندازه‌ای بین ۱۴ تا ۳۰ نانومتر بودند که با اندازه‌گیری DLS با قطر متوسط ۳۲ نانومتر تأیید شد. این نانوذرات نقره در برابر *Staphylococcus aureu* مؤثر بودند.

محمدی و همکاران (۲۰۲۰) نانوذرات نقره را از طریق عصاره اتانولی هسته‌های خرما و نیترات نقره آبی سنتز کردند. طیف FTIR نانوذرات نقره سنتز شده نشان داد که گروه‌های کربونیل و گروه‌های آمین آزاد در عصاره هسته به نانوذرات نقره متصل شده و آن‌ها را تثبیت می‌کنند. باند طیف جذبی در حدود ۴۳۸ نانومتر، تشکیل نانوذرات نقره را بیشتر تأیید می‌کند. همچنین مشاهده شد که افزایش غلظت عصاره هسته بر اندازه و توزیع اندازه نانوذرات تأثیر می‌گذارد. آنالیز XRD نشان داد که برخی از اجزای متابولیت روی سطح نانوذرات نقره متبلور شده‌اند، که اثبات محکمی از مشارکت اجزای عصاره هسته در نانوذرات نقره سنتز شده است. در نانوذرات نقره کروی شکل، اکثر آن‌ها اندازه ذراتی کمتر از ۱۹ نانومتر داشتند. همچنین نتیجه گرفته‌اند که نانوذرات نقره سنتز شده توسط عصاره هسته خرما به دلیل گروه‌های فنلی محصور شده، فعالیت آنتی‌اکسیدانی قوی نشان می‌دهند (۱۴).

سنتز نانوذرات اکسید روی با استفاده از عصاره هسته خرما به عنوان عامل پوششی، توسط الناگار و همکاران (۲۰۱۷) گزارش شد. نتایج آن‌ها نشان داد که ترکیب عصاره هسته خرما به طور مؤثر نانوذرات اکسید روی را کاهش داده و تثبیت می‌کند. برای محافظت از نانوذرات اکسید روی تولید شده در محل از تجمع، آن را روی پارچه‌های پنبه‌ای سنتز کردند. نقش عصاره هسته خرما به این دلیل مؤثر است که مواد شیمیایی گیاهی موجود در آن عمدتاً دارای گروه‌های هیدروکسیل (OH–) هستند که بار منفی روی اتم O دارند و به‌راحتی از طریق برهمکنش یونی–دوقطبی بین اتم هیدروژن گروه فنلی و اتم اکسیژن ذرات اکسید روی با یون روی متصل می‌شوند. شکل کروی نانوذرات اکسید روی که با عصاره هسته پوشانده شده و اندازه کوچکی دارد، نشان دهنده کیفیت خوب آن است. تجزیه و تحلیل DLS اندازه هیدرودینامیکی ۹۷ نانومتر نانوذرات اکسید روی را با توزیع اندازه باریک نشان داد. الگوی XRD ماهیت کریستالی نانوذرات اکسید روی را تأیید نمود. علاوه‌براین، ارزیابی سنجش ضدباکتریایی نشان داد که نانوذرات اکسید روی پوشش داده شده با عصاره هسته خرما، بازدارندگی بسیار بهتری نسبت به نانوذرات اکسید روی پوشش داده نشده روی پارچه‌های پنبه‌ای دارند (۱۵).

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-06-09]



شکل ۱: شماتیک سنتز نانوذرات روی از پودر هسته خرما (حسین و همکاران. ۲۰۲۳)

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-06-09]

نحوه تهیه عصاره میوه ،برگ و هسته خرما

تهیه عصاره میوه معمولاً با دو روش گزارش شده است. برخی از محققان روش اول را برای استخراج گزارش کرده‌اند در این روش، میوه‌های خرما برای حذف گرد و غبار و ذرات خاک با آب دیونیزه شسته شده، سپس میوه‌های خرما برای حذف رطوبت در دمای اتاق یا در فر با دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شده و سپس ۱۰ گرم از میوه‌های وزن شده به قطعات ریز خرد و با ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر خیسانده شده و محلول به‌مدت حدود ۳۰-۴۰ دقیقه در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد هم‌زده و گرم می‌شود و دو بار از کاغذ صافی واتمن شماره ۱ فیلتر می‌شود. عصاره حاصل که به عنوان عوامل کاهنده و پایدارکننده استفاده می‌گردد، در بطری‌های کهربایی رنگ نگهداری و برای استفاده‌های بعدی در یخچال با دمای ۴ درجه‌سانتی‌گراد نگهداری می‌شود (۵ و ۱۰). روش دیگری که گزارش شده است، بدین‌صورت است که پس از شستن میوه‌های خرما، آن‌ها را در مخلوط‌کن برقی و یک لیتر آب دیونیزه کاملاً همگن کرده و سپس به‌مدت حدود ۱۰ دقیقه با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ کردند. محلول‌رویی بدون خالص‌سازی بیشتر استفاده شد و رسوبات دور ریخته شدند. در هر دو روش عصاره زرد روشن به دست آمد (۶).

نحوه تهیه عصاره برگ خرما

استفاده از برگ‌های سبز خرما برای عصاره‌گیری توسط اسماعیل و همکاران (۲۰۱۷) و زید و همکاران. (۲۰۱۴) گزارش شد (۱۶ و ۱۷). برگ‌ها پس از شستشوی برگ‌ها با آب دیونیزه، به مدت ۵ دقیقه در اتانول ۷۰٪ خیسانده شد. برگ‌ها در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد در فر خشک شدند تا رطوبت آن‌ها گرفته شود. برگ‌های خشک شده در آسیاب خرد و پودر شده و با الک کردن، ریزتر شدند. سپس پودرها با اضافه کردن ۲ گرم در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر جوشانده شدند. پس از خنک شدن در دمای اتاق، دو بار، ابتدا با پارچه ململ و سپس با کاغذ صافی واتمن، فیلتر شدند. بر اساس روش رشید و همکاران (۲۰۱۵) برای عصاره‌گیری برگ‌های خرما بدین صورت عمل شد که عصاره را از یک فیلتر سرنگی ۰/۲۵ میکرومتری عبور داده‌اند تا عصاره برگ فوق فیلتر شده به دست آید، عصاره برگ خرما به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز سپس در بطری‌های استریل در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد (۱۸).

نحوه تهیه عصاره هسته خرما

برای تهیه عصاره هسته خرما، ابتدا شستشوی کامل هسته‌های خرما برای از بین بردن هرگونه گوشت چسبیده، گرد و غبار و آلودگی انجام شده و سپس هسته‌ها به مدت یک روز در دمای اتاق خشک می‌شوند. پس از خشک شدن، دو روش متفاوت در مقالات گزارش گردید. در روش اول که توسط .سلاما و اسماعیل (۲۰۱۷)گزارش گردید، مستقیماً هسته‌های خرما با استفاده از آسیاب چکشی به پودر درشت و سپس با استفاده از یک آسیاب سنگین به پودر ریز تبدیل شدند. برای تولید اندازه ذرات ۱ تا ۲ میلی‌متر یا کوچک‌تر، پودرها از الک با قطر حدود ۱ تا ۲ میلی‌متر عبور داده شدند. سپس هسته‌های خرما در یک ظرف دربسته نگهداری شدند(۱۹). روش دوم گزارش شده توسط خاتمی و همکاران (۲۰۱۵) و الناگار و همکاران (۲۰۱۷) کمی متفاوت بود. آن‌ها حدود ۲۰ گرم از هسته‌های خرما را که به سادگی آسیاب شده بودند با ۱۰۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه مخلوط کرده و به مدت چند ساعت با هم زدن مداوم جوشاندند. سپس مخلوط در دمای اتاق خنک و از کاغذ صافی واتمن (شماره ۱) عبور داده شد. برای استفاده بیشتر به عنوان عوامل کاهنده و پایدارکننده، در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد.

نتیجه‌گیری:

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-06-09]

در مطالعه حاضر روش‌های استخراج، سنتز، تکنیک‌های بررسی ساختار نانوذرات وکاربردهای ضد میکروبی آن‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. هسته‌ها، برگ‌ها و میوه‌های خرما که به عنوان منبع استفاده می‌شوند، نقش دوگانه‌ای به عنوان عامل کاهنده و یا تثبیت‌کننده با پتانسیل بسیار زیاد برای تولید نانوذرات متعدد با فلز یا اکسیدهای فلزی مانند روی، مس، نقره و پلاتین ایفا کردند. مسیرهای سنتز مختلف گزارش شده در منابع مختلف،برای ساخت ذرات در محدوده نانو اثرگذار بودند و به شرایطی مانند pH، دما و غلظت عصاره بستگی داشتند. عصاره‌های خرما حاوی مواد شیمیایی گیاهی مانند فلاونوئیدها، آلکالوئیدها، کاروتنوئیدها، پلی‌فنول‌ها و غیره، به عنوان واسطه در سنتز نانوذرات کاربرد داشتند. از مطالعات می‌توان استنباط کرد که کاربرد این نانوذرات تحت تأثیر اندازه، شکل یا مساحت سطح آن‌ها قرار دارد و کاربردهای بالقوه‌ای در زمینه‌های کاتالیزوری، زیست‌پزشکی و فعالیت‌های ضدباکتریایی دارند.

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-06-09]

منابع

1. Hussien, N.A.; Al Malki,J.S.; Al Harthy, F.A.R.; Mazi, A.W.; Al Shadadi, J.A.A. Sustainable Eco-Friendly Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticles Using Banana Peel and Date Seed Extracts, Characterization,and Cytotoxicity Evaluation. Sustainability, 2023.15, 9864.https://doi.org/10.3390/su15139864.
2. Singh, A.; Gautam, P.K.; Verma, A.; Singh, V.; Shivapriya, P.M.; Shivalkar, S.; Sahoo, A.K.; Samanta, S.K. Green synthesis ofmetallic nanoparticles as effective alternatives to treat antibiotics resistant bacterial infections: A review. Biotechnol. Rep. 2020,25e00427.
3. Hussien, N.A. Antimicrobial Potential of Biosynthesized Zinc Oxide Nanoparticles Using Banana Peel and Date Seeds Extracts. Sustainability. 2023, 15, 9048.
4. Shaikh A. E., Satardekar K. V., Khan R. R., Tarte N. A., and Barve S. S. Silver nanoparticles: green synthesis using *Phoenix dactylifera* fruit extract, characterization, and antioxidant and antimicrobial activities. Appl. Nanosci., 2018. 8 407-415.
5. Al-Radadi N.S. Green synthesis of platinum nanoparticles using Saudi's Dates extract and their usage on the cancer cell treatment. 2019. Arabian J. Chem., 12 (3) 330-349.
6. Mohamed E. A. Green synthesis of copper & copper oxide nanoparticles using the extract of seedless dates. Heliyon, 2020. 6 (1) e03123.
7. Ghania S.S., and Hussain I. Dates (*Phoenix Dactylifera* L.) extracts derived nanoparticles and its application. Current Chemistry Letters 10 2021. 235–254
8. Rambabu K, Bharath G, Banat F, Show PL. Green synthesis of zinc oxide nanoparticles using *Phoenix dactylifera* waste as bioreductant for effective dye degradation and antibacterial performance in wastewater treatment. J Hazard Mater. 2021 Jan 15;402:123560. doi: 10.1016/j.jhazmat.2020.123560.
9. Farhadi S., Ajerloo B., and Mohammadi A. Green biosynthesis of spherical silver nanoparticles by using date palm (*phoenix dactylifera*) fruit extract and study of their antibacterial and catalytic activities. Acta Chim. Slov., 2017. 64 (1) 129-143.
10. Zaheer Z. Biogenic synthesis, optical, catalytic, and in vitro antimicrobial potential of Ag nanoparticles prepared using Palm date fruit extract. J. Photochem. Photobiol. B Biol., 2017 178 584-592.
11. Awad M. A. G., Al-Olayan E. M., Yehia H. M., Ortashi K. M. O., Ali H. S. M., and ElkhadragyM. F. Method of preparing date palm seed nanoparticles. 2017 US Patent 9623067B1.
12. Khatami M., and Pourseyedi S. *Phoenix dactylifera* (date palm) pit aqueous extract mediated novel route for synthesis high stable silver nanoparticles with high antifungal and antibacterial activity. IET Nanobiotechnol., 2015. 9 (4) 184-190.
13. Ansari M. A., and Alzohairy M. A. One-pot facile green synthesis of silver nanoparticles using seed extract of phoenix dactylifera and their bactericidal potential against MRSA. Evid. Based Complement. Alternat. Med., 2018 2018 1860280.
14. Mohammadi G., Zangeneh M. M., Zangeneh A., and Haghighi Z. M. S. Chemical characterization and anti-breast cancer effects of silver nanoparticles using *Phoenix dactylifera* seed ethanolic extract on 7,12-Dimethylbenz[anthracene]-induced mammary gland carcinogenesis in sprague dawley male rats. Appl. Organometal. Chem., 2020 34 (1) e5136.
15. El-Naggar M. E., Shaarawy S., and Hebeish A. A. Multifunctional properties of cotton fabrics coated with in situ synthesis of Zinc oxide nanoparticles capped with date seed extract. Carbohydr. Polym., 2017. 181 307-316.
16. Ismail M. S., Abuzaid O. I., and El-Ashmawy I. M. Effect of aqueous extract of tops of date palm leaves on blood glucose of diabetic rats. Pak. J. Pharm. Sci., 2017. 30 (5) 20317-22037.
17. Zayed M. F., and Eisa W. H. *Phoenix dactylifera* L. leaf extract phytosynthesized gold nanoparticles, controlled synthesis and catalytic activity. Spectrochim. Acta Part A, 2014. 121 238-244.
18. Rashid M. I., Mujawar L. H., Rehan Z. A., Qari H., Zeb J., Almeelbi T., and Ismail I. M. I. One-step synthesis of silver nanoparticles using Phoenix dactylifera leaves extract and their enhanced bactericidal activity. J. Mol. Liq., 2016 223 1114-1122.
19. Salama A. A., Ismael N. M., and Megeed M. M. Using date seed powder nanoparticles and infusion as a sustainable source of nutraceuticals. J. Food Nutr. Sci., 2017. 7 (3) 39-48. 67.

[Downloaded from mail.amfi.ir on 2026-06-09]