مقاله مروری
(سیستماتیک)

کاربرد گیاهان دارویی مورد استفاده در ایران در سنتز سبز نانوذرات فلزی و بررسی پتانسیل ضدسرطانی آنها: یک مرور سیستماتیک

مهرسا مجدآئین[الف*]

[الف]گروه رادیولوژی، بیمارستان رازی، دانشکدهٔ پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی گیلان، رشت، ایران

چکیده

سابقه و هدف: سرطان یکی از مهم‌ترین چالش‌های سلامت جهانی است که به‌دلیل شیوع بالا و مرگ‌ومیر قابل‌توجه، نیازمند توسعهٔ راهبردهای درمانی نوین، هدفمند و کم‌عارضه می‌باشد. در این میان، نانوفناوری پزشکی و به‌ویژه سنتز سبز نانوذرات فلزی با استفاده از منابع گیاهی به‌عنوان رویکردی پایدار و زیست‌سازگار توجه گسترده‌ای را به خود جلب کرده است. گیاهان دارویی بومی ایران به‌دلیل غنای بالای متابولیت‌های ثانویه، ظرفیت بالایی در تولید نانوذرات با ویژگی‌های ضدسرطانی دارند. هدف این مطالعه، مرور نظام‌مند شواهد موجود دربارهٔ نقش گیاهان دارویی بومی ایران در سنتز سبز نانوذرات فلزی و ارزیابی پتانسیل ضدسرطانی این نانوذرات در مدل‌های مختلف سرطان است.

مواد و روش‌ها: این مطالعه به‌صورت مرور جامع و نظام‌مند انجام شد. مقالات علمی در پایگاه‌های Google Scholar, Web of Science, Scopus, SID و ISC با استفاده از کلیدواژه‌های مرتبط شامل «سنتز سبز»، «نانوذرات فلزی»، «گیاهان دارویی بومی ایران» و «سرطان» در بازهٔ زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۵ جست‌وجو شدند. درنهایت ۲۴ مطالعه واجد شرایط انتخاب، مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفتند.

یافته‌ها: بررسی مطالعات نشان داد که طیف گسترده‌ای از گیاهان دارویی بومی ایران در سنتز سبز نانوذرات فلزی با فعالیت‌های ضدسرطانی استفاده شده‌اند. این گیاهان عمدتاً متعلق به خانواده‌های Asteraceae, Lamiaceae و Apiaceae بوده و سرشار از متابولیت‌های ثانویهٔ زیست‌فعال هستند. انواع عصاره‌های آبی، الکلی، هیدروالکلی و اسانس‌ها در فرایند احیا و پایدارسازی نانوذرات به کار رفته‌اند. همچنین نانوذرات فلزی و اکسیدی متنوعی از جمله نقره (Ag)، طلا (Au)، سلنیوم (Se)، اکسید روی (ZnO)، اکسید سریم (CeO_2) و ترکیبات نادر خاکی با اندازهٔ تقریبی ۱۰ تا ۲۰۰ نانومتر گزارش شده‌اند که نقش مهمی در فعالیت زیستی و نفوذ سلولی ایفا می‌کنند.

نتیجه‌گیری: یافته‌های این مرور نشان می‌دهد که گیاهان دارویی بومی ایران دارای ظرفیت بالایی در سنتز سبز نانوذرات فلزی هستند و نانوذرات حاصل از آنها می‌توانند اثرات ضدسرطانی قابل‌توجهی از خود نشان دهند. بااین‌حال، برای تأیید اثربخشی، ارزیابی ایمنی و توسعهٔ کاربردهای بالینی این نانوذرات، انجام مطالعات پیش‌بالینی دقیق‌تر و کارآزمایی‌های بالینی گسترده ضروری است.

کلیدواژه‌ها: گیاهان شفابخش؛ نانوذرات فلزی؛ نانوپزشکی، سرطان‌ها

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۵
تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۵

مقدمه

سرطان همچنان یکی از اصلی‌ترین علل مرگ‌ومیر در سطح جهان محسوب می‌شود و سالانه مسئول مرگ میلیون‌ها نفر است (۱). این بیماری علاوه بر تهدید مستقیم حیات انسان، با ایجاد دردهای مزمن، اختلالات روانی و بار اجتماعی قابل‌توجه، کیفیت زندگی بیماران و خانواده‌های آنان را به‌طور جدی تحت تأثیر قرار می‌دهد (۲). براساس گزارش‌های سازمان جهانی بهداشت، روند روبه‌افزایش بروز سرطان در دهه‌های اخیر، آن را به یکی از

Please cite this article as:
Majdaeen M. Medicinal plants used in Iran for the green synthesis of metallic nanoparticles and their anticancer potential: A systematic review. Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine. 2026;17(2):73-84.

Copyright: ©Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

* فرد مسئول مکاتبات: dr.mehrsamajdaeen@gmail.com

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]

چالش‌های مهم نظام‌های سلامت جهانی تبدیل کرده است (۳).

از منظر پاتوفیزیولوژیک، سرطان نتیجهٔ اختلال در تنظیم چرخهٔ سلولی، فعال‌سازی مسیرهای سیگنالینگ غیرطبیعی و فرار سلول‌ها از آپوپتوز است که درنهایت به تهاجم بافتی و متاستاز منجر می‌شود (۴). از دیدگاه اتیولوژیک، این بیماری یک اختلال چندعاملی است که در اثر تعامل عوامل ژنتیکی، اپی‌ژنتیکی، محیطی و سبک زندگی ایجاد می‌شود؛ به‌طوری‌که جهش‌های ژنی، مواد سرطان‌زا، پرتوهای یونیزان و برخی عوامل عفونی از مهم‌ترین عوامل خطر محسوب می‌شوند (۵).

با وجود پیشرفت‌های قابل‌توجه در حوزه‌های تشخیصی و درمانی، از جمله شیمی‌درمانی، پرتودرمانی و درمان‌های هدفمند، این روش‌ها همچنان با محدودیت‌های مهمی نظیر سمیت غیرانتخابی نسبت به سلول‌های سالم، بروز مقاومت دارویی و عوارض سیستمیک همراه هستند (۶). شواهد بالینی نشان می‌دهد که این محدودیت‌ها به‌طور مستقیم بر اثربخشی درمان و بقای بیماران تأثیرگذارند و ضرورت توسعهٔ راهبردهای درمانی نوین را برجسته می‌سازند (۷).

در سال‌های اخیر، نانوفناوری به‌عنوان یکی از رویکردهای نوظهور در پزشکی مبتنی بر شواهد (Evidence-Based Medicine) نقش مهمی در بهبود راهبردهای تشخیص و درمان سرطان ایفا کرده است (۸). در میان نانومواد، نانوذرات فلزی به‌دلیل ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی منحصربه‌فرد شامل اندازهٔ نانومتری، نسبت سطح به حجم بالا، قابلیت اصلاح سطحی و توانایی هدف‌گیری انتخابی سلول‌های سرطانی، توجه گسترده‌ای را در حوزه‌های دارورسانی هدفمند، تصویربرداری زیستی و درمان سرطان به خود جلب کرده‌اند (۹). مطالعات پیشین نشان داده‌اند که این نانوذرات می‌توانند از طریق القای استرس اکسیداتیو، فعال‌سازی مسیرهای آپوپتوز و مهار تکثیر سلولی، اثرات ضدتوموری قابل‌توجهی ایجاد کنند.

در این چارچوب، سنتز سبز نانوذرات مبتنی بر منابع زیستی در سال‌های اخیر به‌عنوان یک رویکرد پایدار، زیست‌سازگار و کم‌خطر نسبت به روش‌های فیزیکی و شیمیایی مطرح شده است (۱۰). این روش با بهره‌گیری از ترکیبات زیست‌فعال گیاهی، امکان تولید نانوذرات با ویژگی‌های زیستی تقویت‌شده را فراهم می‌کند.

در این میان، گیاهان دارویی بومی ایران به‌دلیل تنوع بالای متابولیت‌های ثانویه نظیر فلاونوئیدها، فنول‌ها، ترپنوئیدها و آلکالوئیدها، از ظرفیت بالایی به‌عنوان عوامل احیاکننده و پایدارکننده در سنتز سبز نانوذرات فلزی برخوردار هستند (۱۱). علاوه بر نقش ساختاری در تشکیل نانوذرات، این ترکیبات می‌توانند فعالیت زیستی نانوذرات را نیز تقویت کنند و اثرات ضدسرطانی، ضدالتهابی و آنتی‌اکسیدانی آنها را افزایش دهند (۱۲). شواهد آزمایشگاهی نشان داده‌اند که نانوذرات سنتزشده با عصاره‌های گیاهی اغلب دارای فعالیت ضدتوموری قابل‌توجهی در رده‌های سلولی مختلف هستند.

با وجود افزایش مطالعات در زمینهٔ سنتز سبز نانوذرات، بررسی‌های نظام‌مند نشان می‌دهد که همچنان شکاف‌های علمی مهمی وجود دارد؛ از جمله نبود ارتباط دقیق بین ترکیب فیتوشیمیایی گیاهان و ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نانوذرات، عدم استانداردسازی پروتکل‌های سنتز و محدود بودن داده‌های مقایسه‌ای در مطالعات *in vitro* و *in vivo*.

مطالعات اخیر نشان داده‌اند که نانوذرات فلزی سنتزشده با استفاده از عصارهٔ گیاهان دارویی، به‌ویژه نانوذرات نقره و طلا، از طریق مکانیسم‌هایی مانند القای استرس اکسیداتیو، فعال‌سازی آپوپتوز، توقف چرخهٔ سلولی و مهار تکثیر سلول‌های سرطانی، فعالیت ضدسرطانی قابل‌توجهی از خود نشان می‌دهند (۱۴-۱۲). بااین‌حال، مطالعات منتشرشده عمدتاً به بررسی یک یا چند گونهٔ گیاهی محدود بوده و از نظر نوع گیاه، روش سنتز، ویژگی‌های نانوذرات و مدل‌های آزمایشگاهی ناهمگون هستند؛ موضوعی که مقایسه و جمع‌بندی نتایج را با چالش مواجه کرده است. علاوه بر این، با وجود تنوع غنی گیاهان دارویی بومی ایران، تاکنون مرور جامعی که به‌طور اختصاصی شواهد مربوط به کاربرد این گیاهان در سنتز سبز نانوذرات فلزی، ویژگی‌های حاصل و مکانیسم‌های ضدسرطانی آنها را به‌صورت یکپارچه تجزیه و تحلیل کند، در دسترس نیست. از این‌رو، انجام مطالعهٔ حاضر با هدف تجمیع و تحلیل نظام‌مند شواهد موجود، شناسایی روندهای پژوهشی، تبیین شکاف‌های دانشی و ارائهٔ چشم‌اندازی برای تحقیقات آینده ضروری به نظر می‌رسد.

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]

مواد و روش‌ها

این مطالعه به‌صورت یک مرور جامع با هدف بررسی نقش گیاهان دارویی بومی ایران در سنتز سبز نانوذرات فلزی و ارزیابی فعالیت ضدسرطانی آنها انجام شد. منابع علمی در بازهٔ زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۵ در پایگاه‌های اطلاعاتی معتبر شامل Scopus, PubMed, Google Scholar, Web of Science, SID, و ISC به‌صورت نظام‌مند جست‌وجوشدند.

استراتژی جست‌وجو با استفاده از کلیدواژه‌های فارسی و انگلیسی و به‌کارگیری عملگرهای بولی (AND, OR) طراحی شد. نمونه‌ای از راهبرد جست‌وجو به‌صورت زیر بود:

("Medicinal plants" OR "Herbal plants" OR "Iranian native plants") AND ("Green synthesis" OR "Biosynthesis") AND ("Metal nanoparticles" OR "Silver nanoparticles" OR "Gold nanoparticles") AND ("Cancer" OR "Anticancer activity" OR "Cytotoxicity")

همچنین معادل‌های فارسی این کلیدواژه‌ها شامل «گیاهان دارویی»، «گیاهان بومی ایران»، «سنتز سبز»، «نانوذرات فلزی»، «فعالیت ضدسرطانی» و «سمیت سلولی» در پایگاه‌های فارسی جست‌وجو شدند. برای افزایش دقت جست‌وجو، فیلترهای مربوط به بازهٔ زمانی، نوع مقاله (مطالعات اصیل پژوهشی)، زبان (فارسی و انگلیسی) و دسترسی به متن کامل اعمال شد.

در این مطالعه، جست‌وجوی نظام‌مند مقالات در پایگاه‌های معتبر بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۵ با استفاده از کلیدواژه‌های فارسی و انگلیسی و عملگرهای بولی انجام شد. معیارهای ورود شامل مطالعات تجربی مرتبط با سنتز سبز نانوذرات فلزی با گیاهان دارویی بومی ایران و گزارش اثرات ضدسرطانی یا سمیت سلولی بود، درحالی‌که مطالعات مروری و غیرمرتبط حذف شدند. فرآیند انتخاب مقالات شامل غربالگری عنوان و چکیده، بررسی متن کامل و استخراج داده‌های کلیدی مرتبط با نوع گیاه، نانوذره و اثرات ضدسرطانی بود.

فرآیند انتخاب مطالعات در سه مرحله شامل غربالگری عناوین، بررسی چکیده‌ها و ارزیابی متن کامل مقالات انجام شد. پس از حذف مطالعات تکراری و مقالاتی که معیارهای ورود را احراز نکرده بودند، مطالعات واجد شرایط برای استخراج و تحلیل داده‌ها انتخاب شدند. انتخاب نهایی مقالات براساس انطباق کامل با اهداف پژوهش، معیارهای ورود و کفایت اطلاعات روش‌شناختی و نتایج گزارش‌شده صورت گرفت. با توجه به ناهمگونی قابل‌توجه مطالعات از نظر گونه‌های گیاهی، نوع نانوذرات فلزی، روش‌های سنتز، شرایط آزمایشگاهی، مدل‌های سرطان و شاخص‌های ارزیابی، انجام متاآنالیز یا تحلیل آماری کمّی امکان‌پذیر نبود. از این‌رو، داده‌ها با استفاده از روش سنتز روایی به‌صورت کیفی تجزیه و تحلیل شدند. بدین منظور، مطالعات براساس گونهٔ گیاهی، نوع نانوذره، روش سنتز، مدل‌های سرطانی، مکانیسم‌های پیشنهادی اثر ضدسرطانی و نتایج زیستی طبقه‌بندی شدند و سپس با رویکردی تطبیقی، شباهت‌ها، تفاوت‌ها، روندهای پژوهشی و شکاف‌های موجود در شواهد، مورد بررسی قرار گرفتند.

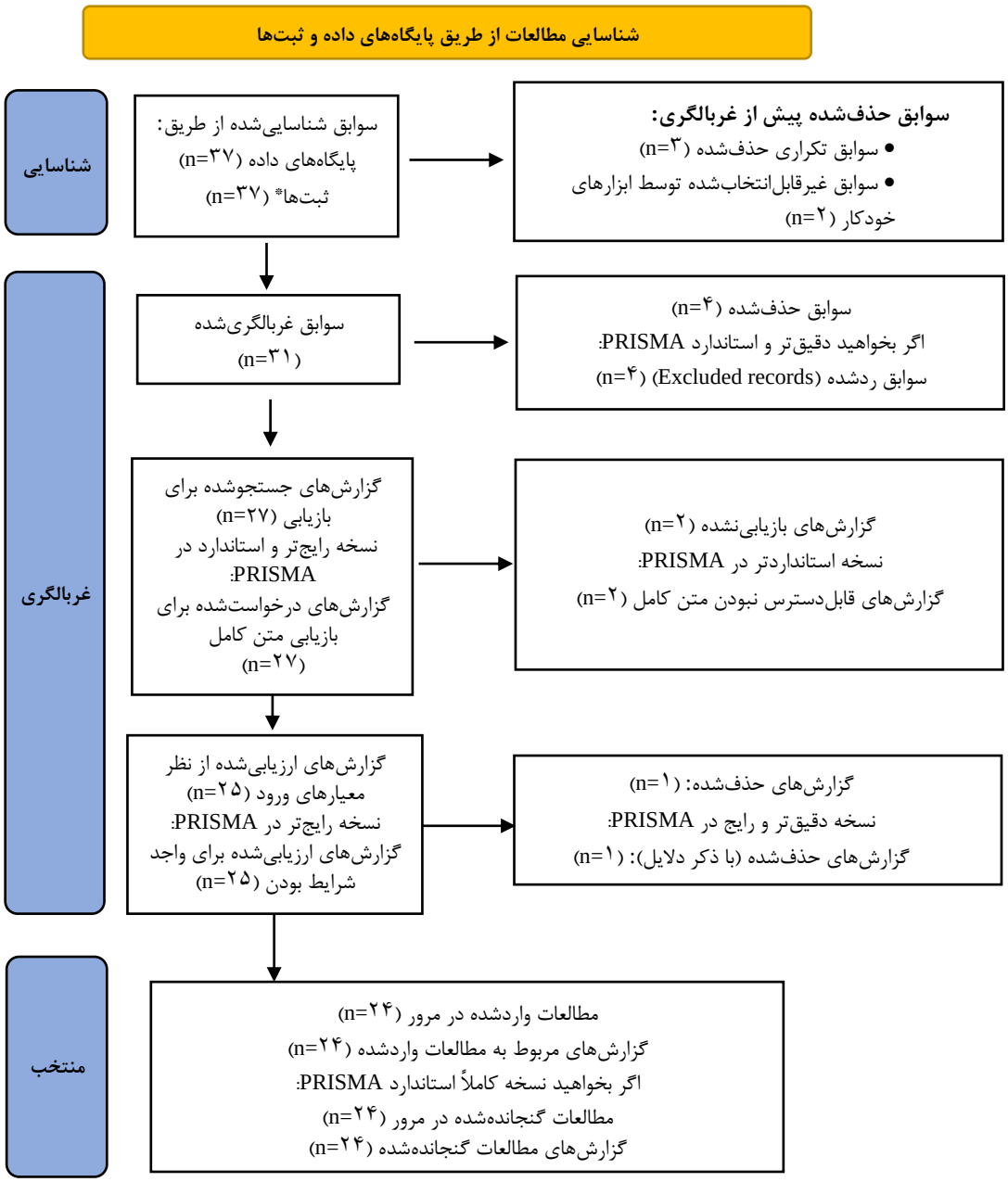
در مرحلهٔ غربالگری، ابتدا عناوین و چکیدهٔ مقالات بررسی و سپس متن کامل مطالعات واجد شرایط ارزیابی شد. درنهایت، داده‌های مرتبط شامل نام گیاه دارویی، نوع نانوذرهٔ سنتزشده، روش سنتز، رده‌های سلولی سرطانی، مکانیسم‌های احتمالی اثر و نتایج سمیت سلولی استخراج، طبقه‌بندی و تحلیل شدند (نمودار ۱).

یافته‌ها

در مجموع، ۲۴ مطالعهٔ واجد شرایط که بین سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۵ منتشر شده بودند، وارد این مرور شدند. بررسی مطالعات نشان داد که نانوذرات نقره بیشترین سهم را در تحقیقات سنتز سبز با استفاده از گیاهان دارویی بومی ایران داشته‌اند و پس از آن نانوذرات طلا، اکسید روی و اکسید آهن قرار داشتند. بیشترین مطالعات بر روی رده‌های سلولی سرطان پستان (MCF-7)، کبد (HepG2)، دهانهٔ رحم (HeLa)، رودهٔ بزرگ (HT-29) و ریه (A549) انجام شده است.

براساس نتایج به‌دست‌آمده، نانوذرات سنتزشده به روش سبز با استفاده از گیاهان دارویی بومی ایران، ظرفیت قابل‌توجهی در کاربردهای ضدسرطانی نشان داده‌اند. این نانوذرات با بهره‌گیری از گیاهانی نظیر زنجبیل، خارپنبه، درمنه،

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]



نمودار ۱. **نمودار جریان استراتژی جست‌وجو**

زردینه، اناریجه، آرتمیزیا، خارمریم، انجبار، خرنوب، تاج‌خروس، آلوئه‌ورا، علف‌چشمه، آویشن شیرازی، درمنهٔ خراسانی، زوفا، رزماری، اکالیپتوس، آویشن، مارچوبه خراسانی، خلنگ، پونه‌سای ایرانی، زنجبیل، اسطوخودوس، تاج‌خروس سنتز شده‌اند و در مدل‌های مختلف سرطان بررسی شدند.

یافته‌های مربوط به هر یک از این مطالعات، شامل نوع گیاه مورداستفاده، ویژگی‌های نانوذرات و نتایج اثرات ضدسرطانی، به‌صورت تفصیلی در جدول ۱ ارائه شده است.

مطالعات بررسی‌شده نشان دادند که نانوذرات نقره رایج‌ترین نانوذرات سنتزشده با استفاده از گیاهان دارویی بومی ایران بودند و پس از آن، نانوذرات طلا، اکسید روی، سلنیوم و سریوم بیشترین فراوانی را داشتند. در مجموع، گیاهان متعلق به ۱۱ خانوادهٔ گیاهی در سنتز سبز نانوذرات فلزی به کار گرفته شده بودند که در این میان، خانواده‌های Lamiaceae, Asteraceae, Fabaceae, Apiaceae و Zingiberaceae بیشترین سهم را به خود اختصاص دادند.

از نظر فعالیت زیستی، اغلب مطالعات اثرات ضدسرطانی وابسته به دوز و در برخی موارد وابسته به زمان را گزارش

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]

جدول ۱. گیاهان دارویی بومی ایران سنتزشده با فلزات در درمان سرطان

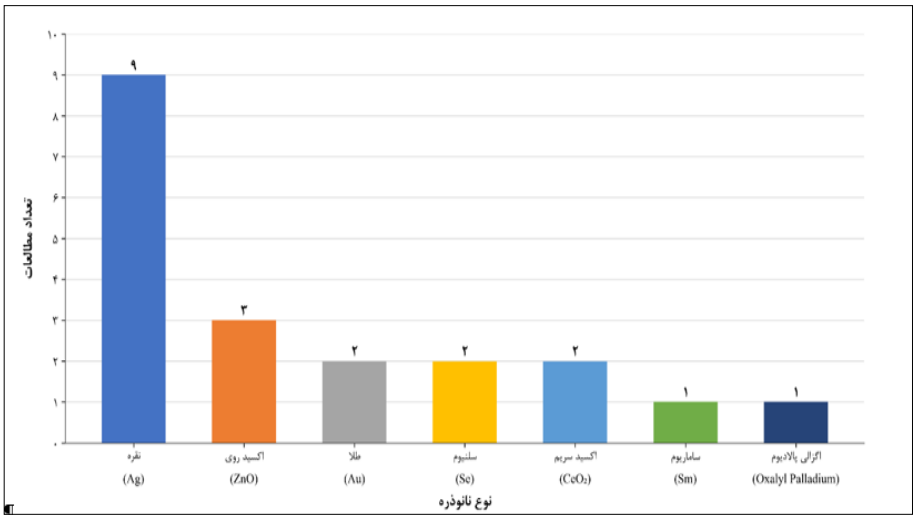
ردیف	اثرات اصلی	روش ارزیابی	اندازهٔ نانوذره nm	سرطان/ مدل سلولی	نوع نانوذره	نوع عصاره	خانواده	نام علمی	نام فارسی
۱۵	سمیت وابسته به زمان؛ CC50≈90 و Mm81	MTT	~70	سرطان /HCT116 کولون	نانوذرات ساماریوم	عصارهٔ گیاهی	Zingiberaceae	*Zingiber officinale*	زنجبیل ۱
۱۶	کاهش بقا و فعال‌سازی کاسپاز ۹	MTT، کاسپاز	–	تخمدان/OVCAR-3	نانوذرات سلنیوم	هیدروالکلی	Asteraceae	*Onopordum acanthium*	خارپنبه
۱۷	افزایش Caspase-3/9؛ اثر قوی‌تر از عصارهٔ خام	MTT، qPCR	~208	پستان/MCF-7	–	عصارهٔ گیاهی (نیوزومی)	Asteraceae	*Artemisia annua*	درمنه
۱۸	سمیت وابسته به دوز و زمان	MTT	1–31	MDA-MB-231	نانوذرات سریوم	عصارهٔ گیاهی	Asteraceae	*Xanthium strumarium*	زردینه
۱۹	IC50≈384.2 µg/mL	MTT	~20	MCF-7	نانوذرات طلا	عصارهٔ آبی	Lythraceae	*Punica granatum*	انار
۲۰	کاهش بقا وابسته به دوز	MTT	–	کولون/HT29	نانوذرات نقره	عصارهٔ گیاهی	Asteraceae	*Artemisia spp.*	آرتمیزیا
۲۱	ضدتکثیر وابسته به زمان و دوز	MTT	~60	HCT116	نانوذرات اگزالی‌پالادیوم	عصارهٔ آبی دانه	Asteraceae	*Silybum marianum*	خارمریم
۲۲	سمیت انتخابی و اثر آنتی‌اکسیدانی	MTT، DPPH	–	HepG2	نانوذرات نقره	عصارهٔ ریشه	Apiaceae	*Ferula assa-foetida*	آنغوزه
۲۳	مهار رگ‌زایی	MTT، CAM	–	MDA-MB-231	ZnO-NPs	عصارهٔ گیاهی	Fabaceae	*Ceratonia siliqua*	خرنوب
۲۴	افزایش آپوپتوز، کاهش Bcl-2	MTT، PCR	–	MDA-MB-231	نانوذرات نقره	عصارهٔ گیاهی	Amaranthaceae	*Amaranthus cruentus*	تاج‌خروس
۲۵	مهار کلونی‌زایی	آزمون کلونوژنیک	~135	U87MG	نانوذرات CeO_2	عصارهٔ گیاهی	Asphodelaceae	*Aloe vera*	آلوئه‌ورا
۲۶	القای آپوپتوز	MTT	–	MCF-7	نانوذرات نقره	عصارهٔ آبی	Brassicaceae	*Nasturtium officinale*	علف چشمه
۲۷	القای آپوپتوز	MTT	–	HT29	ZnO-NPs	عصارهٔ آبی	Lamiaceae	*Zataria multiflora*	آویشن شیرازی
۲۸	↑Bax، ↓Bcl-2	MTT، PCR	–	سرطان ریه	نانوذرات نقره	عصارهٔ الکلی	Asteraceae	*Artemisia khorassanica*	درمنهٔ خراسانی
۲۹	اثر ضدسرطانی سیستمیک	MTT، in vivo	–	HT29	ZnO-NPs	عصارهٔ آبی	Lamiaceae	*Hyssopus officinalis*	زوفا
۳۰	سمیت وابسته به دوز	MTT	–	MKN45	نانوذرات سلنیوم	عصارهٔ آبی	Lamiaceae	*Salvia rosmarinus*	رزماری
۳۱	IC50≈2 µg/mL؛ القای آپوپتوز	MTT، PCR	–	A549	نانوذرات نقره	عصارهٔ گیاهی	Myrtaceae	*Eucalyptus camaldulensis*	اکالیپتوس
۳۲	LC50≈40 µg/mL	MTT، فلوسیتومتری	–	FaDu	نانوذرات طلا	عصارهٔ گیاهی	Lamiaceae	*Thymus spp.*	آویشن
۳۳	اثر قوی‌تر نسبت به نانوذرات تجاری	MTT	~12.96	MCF-7	نانوذرات نقره	عصارهٔ گیاهی	Asparagaceae	*Asparagus khorasanensis*	مارچوبهٔ خراسانی
۳۴	تا ۶۰ درصد القای آپوپتوز	MTT	~10.67	MCF-7	نانوذرات نقره	عصارهٔ آبی	Ericaceae	*Erica carnea*	خلنگ
۳۵	افزایش اثر ضدسرطانی	MTT	–	MG-63	نانوزیست‌سامانه (نیوزوم)	عصارهٔ گیاهی	Lamiaceae	*Nepeta persica*	پونه‌سای ایرانی
۳۶	رهایش کنترل‌شدهٔ دارو	MTT	~72	A-2780	نانولیپوزوم	اسانس	Zingiberaceae	*Zingiber officinale*	زنجبیل ۲
۳۷	اثر ضدسرطانی بدون سمیت سلول سالم	–	40–50	MCF-7/HT29	ZnO-NPs	عصارهٔ هیدروالکلی	Lamiaceae	*Lavandula stoechas*	اسطوخودوس
۳۸	اثر آنتی‌اکسیدانی و سمیت وابسته به دوز	MTT	20–40	MCF-7	نانوذرات نقره	عصارهٔ دانه	Amaranthaceae	*Amaranthus cruentus*	تاج‌خروس

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]

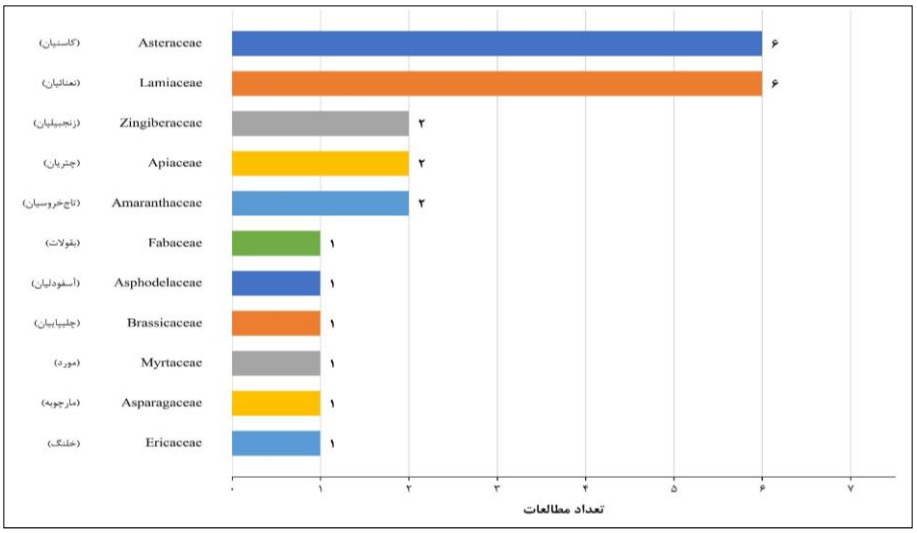
کردند. این اثرات عمدتاً در رده‌های سلولی MDA-MB-231, MCF-7, A549, HepG2, HT-29, HCT116, و OVCAR-3 مشاهده شد و مکانیسم‌های غالب شامل القای آپوپتوز، افزایش بیان Caspase-3/9 و Bax، کاهش بیان Bcl-2، مهار تکثیر سلولی و مهار رگ‌زایی بود. همچنین، در چندین مطالعه، نانوذرات سنتزشده با عصاره‌های گیاهی نسبت به عصارهٔ خام یا نانوذرات سنتزشده به روش‌های شیمیایی، فعالیت ضدسرطانی بیشتری نشان دادند.

تمرکز بیشتر مطالعات بر خانواده‌های Asteraceae و Lamiaceae احتمالاً به‌دلیل غنی‌بودن این گیاهان از متابولیت‌های ثانویهٔ زیست‌فعال، از جمله فلاونوئیدها، ترکیبات فنولی، ترپنوئیدها و سایر آنتی‌اکسیدان‌های طبیعی است که علاوه بر تسهیل فرآیند احیا و پایدارسازی نانوذرات، می‌توانند در تقویت فعالیت زیستی و اثرات ضدسرطانی آنها نیز نقش داشته باشند. با وجود نتایج امیدوارکننده، ناهمگونی در گونه‌های گیاهی، روش‌های سنتز، ویژگی‌های نانوذرات و مدل‌های آزمایشگاهی، مقایسهٔ مستقیم مطالعات و نتیجه‌گیری قطعی را محدود کرده و بر ضرورت استانداردسازی مطالعات آینده تأکید دارد.

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، نانوذرات ساماریوم و اگزالی‌پالادیوم، هر کدام تنها در یک مطالعه گزارش شده و کمترین فراوانی را در میان فلزات مورداستفاده داشته‌اند (شکل ۱). همچنین براساس داده‌های شکل ۲، خانواده‌های Asteraceae و Lamiaceae با ۶ مطالعه برای هر کدام،



شکل ۱. **توزیع فراوانی انواع نانوذرات فلزی سنتزشده با استفاده از گیاهان دارویی بومی ایران در بازهٔ زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۵ (براساس داده‌های جدول ۱): نانوذرات نقره (Ag) با ۹ مطالعه بیشترین فراوانی را داشته‌اند. پس از آن به ترتیب نانوذرات اکسید روی (ZnO) با ۳ مطالعه، نانوذرات طلا (Au)، سلنیوم (Se) و اکسیدسریم (CeO_2) هرکدام با ۲ مطالعه و نانوذرات ساماریوم (Sm) و اگزالی ـ پالادیوم (Oxalyl Palladium) هرکدام با ۱ مطالعه قرار دارند.**



شکل ۲. **توزیع فراوانی خانواده‌های گیاهی بومی ایران مورداستفاده در سنتز سبز نانوذرات فلزی (براساس داده‌های جدول ۲): خانواده‌های Asteraceae و Lamiaceae هرکدام با ۶ مطالعه بیشترین فراوانی را داشته‌اند. خانواده‌های Zingiberaceae, Apiaceae و Amaranthaceae هر کدام با ۲ مطالعه و خانواده‌های Fabaceae, Asphodelaceae, Brassicaceae, Myrtaceae, Asparagaceae و Ericaceae هر کدام با ۱ مطالعه در رتبه‌های بعدی قرار دارند.**

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]

جدول ۲. **توزیع خانواده‌های گیاهی**

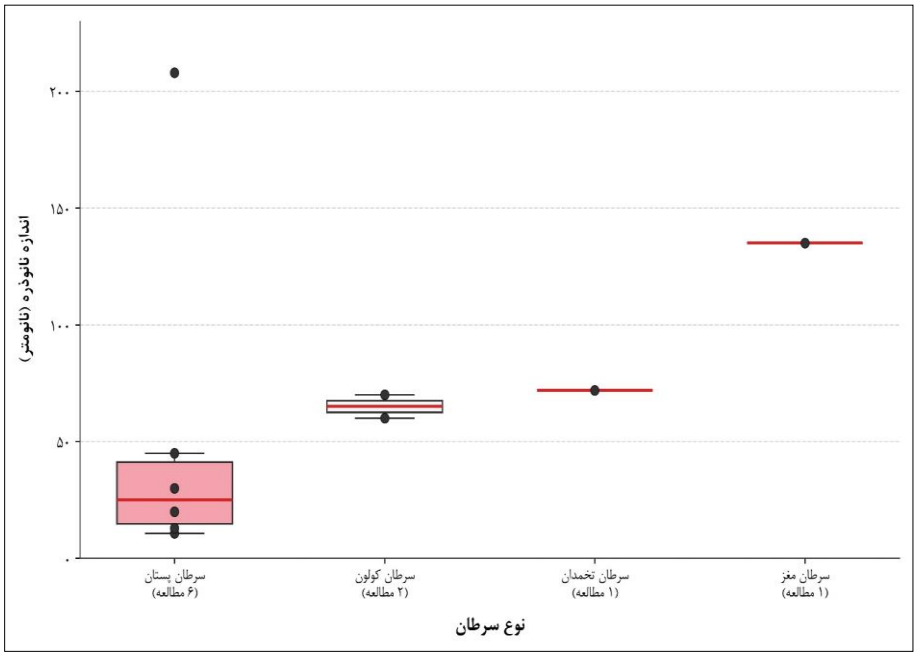
خانوادهٔ گیاهی	فراوانی (n)
Asteraceae	۶
Lamiaceae	۶
Zingiberaceae	۲
Apiaceae	۲
Amaranthaceae	۲
Fabaceae	۱
Asphodelaceae	۱
Brassicaceae	۱
Myrtaceae	۱
Asparagaceae	۱
Ericaceae	۱

بیشترین سهم را در سنتز سبز نانوذرات فلزی به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۲) (جدول ۲).

از منظر روش‌شناسی استخراج، استفاده از عصاره‌های آبی و گیاهی به‌عنوان رایج‌ترین رویکرد در فرآیند سنتز سبز نانوذرات مشاهده شد. در اغلب مطالعات، نانوذرات حاصل نسبت به عصاره‌های خام گیاهی، فعالیت ضدسرطانی بیشتری از خود نشان داده‌اند که می‌تواند ناشی از افزایش زیست‌فراهمی، بهبود ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی و تقویت اثرات زیستی در فرم نانویی باشد (جدول ۱).

از منظر فیزیک و شیمی نانوذرات، شواهد نشان می‌دهد که نانوذرات با اندازهٔ کمتر از ۱۰۰ نانومتر معمولاً فعالیت سیتوتوکسیک بالاتری از خود نشان می‌دهند. این روند در برخی از یافته‌های گزارش‌شده، از جمله نانوذرات حاصل از خلنگ و آلوئه‌ورا نیز مشاهده شده است. در مجموع، بازهٔ اندازهٔ نانوذرات گزارش‌شده در مطالعات موردبررسی بین ۱۰ تا ۲۰۸ نانومتر متغیر بوده است، بااین‌حال بیشترین فراوانی مربوط به ذرات با اندازهٔ کمتر از ۵۰ نانومتر است. این موضوع بیانگر نقش کلیدی اندازهٔ نانوذرات در افزایش نفوذپذیری سلولی، بهبود برهم‌کنش‌های زیستی و درنتیجه تقویت اثرات ضدسرطانی آنها می‌باشد.

در سطح مدل‌های زیستی، تمرکز غالب مطالعات بر رده‌های سلولی سرطان پستان و کولون بوده است که از مدل‌های استاندارد و پرکاربرد در مطالعات *in vitro* محسوب می‌شوند. از نظر روش‌های ارزیابی زیستی، آزمون MTT به‌عنوان رایج‌ترین روش برای سنجش زنده‌مانی سلولی استفاده شده، هرچند در برخی مطالعات پیشرفته‌تر از روش‌هایی نظیر PCR، فلوسایتومتری و آزمون کلونوژنیک برای بررسی دقیق‌تر مسیرهای آپوپتوز و تغییرات بیان ژنی استفاده شده است. همان‌طور که در شکل ۳ نشان داده شده، سرطان پستان با ۶ مطالعه بیشترین تمرکز تحقیقاتی را به خود اختصاص داده و گسترهٔ اندازهٔ نانوذرات مورداستفاده در این سرطان (۱۰/۶ تا ۲۰۸ نانومتر) نیز وسیع‌تر از سایر سرطان‌ها بوده است. این تنوع در اندازهٔ نانوذرات می‌تواند با مکانیسم‌های مختلف جذب سلولی و مسیرهای مرگ سلولی مرتبط باشد (شکل ۳).



شکل ۳. **نمودار جعبه‌ای (Boxplot) توزیع اندازهٔ نانوذرات فلزی سنتزشده براساس نوع سرطان در مطالعات بررسی‌شده (براساس داده‌های جدول ۱، فقط نانوذرات با اندازهٔ گزارش‌شده): سرطان پستان با ۶ مطالعه بیشترین تعداد و گسترده‌ترین محدودهٔ اندازهٔ نانوذرات (۱۰/۶ تا ۲۰۸ نانومتر) را داشته است. سرطان کولون با ۲ مطالعه (۶۰ تا ۷۰ نانومتر)، سرطان تخمدان با ۱ مطالعه (۷۲ نانومتر) و سرطان مغز (گلیوبلاستوما) با ۱ مطالعه (۱۳۵ نانومتر) در رتبه‌های بعدی قرار دارند. نقاط سیاه نمایانگر هر نانوذره و خط قرمز نشان‌دهندهٔ میانه (median) است.**

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]

در مجموع، یکپارچه‌سازی نتایج نشان می‌دهد که سنتز نانوذرات در مقایسه با عصاره‌های گیاهی آزاد، منجر به افزایش قابل‌توجه در سمیت انتخابی علیه سلول‌های سرطانی و القای آپوپتوز می‌شود. این اثرات عمدتاً وابسته به دوز و زمان بوده و بیانگر تکرارپذیری مناسب و استانداردبودن طراحی‌های آزمایشگاهی در مطالعات *in vitro* این حوزه است.

بحث

سرطان یکی از مهم‌ترین علل مرگ‌ومیر در سطح جهان به شمار می‌رود و علاوه بر تهدید مستقیم حیات، بار جسمی، روانی و اقتصادی قابل‌توجهی را بر بیماران و نظام‌های سلامت تحمیل می‌کند. در این راستا، ضرورت توسعهٔ رویکردهای درمانی نوین، هدفمند و با حداقل عوارض جانبی، محرک اصلی پیشرفت‌های اخیر در حوزهٔ نانوپزشکی و سامانه‌های دارورسانی هدفمند بوده است.

یافته‌های این مرور نشان می‌دهند که گیاهان دارویی بومی ایران ظرفیت بالایی در سنتز سبز نانوذرات فلزی با خواص ضدسرطانی دارند. بخش عمدهٔ مطالعات در شرایط *in vitro* و بر روی رده‌های سلولی انسانی انجام شده و نتایج حاکی از آن است که نانوذرات سنتزشده می‌توانند به‌صورت انتخابی موجب کاهش بقا و مهار تکثیر سلول‌های سرطانی شوند. این اثرات عمدتاً وابسته به دوز و زمان بوده و از طریق مکانیسم‌هایی نظیر فعال‌سازی کاسپازها، افزایش تولید گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) و تنظیم بیان پروتئین‌های خانوادهٔ Bcl-2 اعمال می‌شوند (۳۸-۳۳).

تمرکز قابل‌توجه مطالعات بر سرطان‌های پستان و کولون احتمالاً ناشی از شیوع بالای این سرطان‌ها، در دسترس‌بودن مدل‌های سلولی استاندارد و اهمیت بالینی آنها است. بااین‌حال، برخی گیاهان دارویی مانند انجبار، آلوئه‌ورا و خارپنبه توانایی اثرگذاری بر چندین نوع سرطان را نشان داده‌اند که این موضوع می‌تواند بیانگر پتانسیل آنها در توسعهٔ رویکردهای درمانی چندهدفه باشد (۲۲، ۲۵).

از منظر نانوفناوری، تنوع قابل‌توجهی در نوع فلزات به‌کاررفته در سنتز نانوذرات مشاهده می‌شود؛ به‌گونه‌ای که فلزاتی نظیر نقره، طلا، سلنیوم، ساماریوم، اکسید سریم و اگزالی‌پالادیوم در مطالعات مختلف استفاده شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی نانوذرات از جمله اندازه، مورفولوژی و اصلاحات سطحی، نقش تعیین‌کننده‌ای در شدت اثرات ضدسرطانی دارند (۳۶-۲۷). علاوه بر این، ترکیبات زیست‌فعال موجود در گیاهان دارویی مانند فلاونوئیدها، فنول‌ها و ترپنوئیدها نه‌تنها در فرآیند کاهش و پایدارسازی نانوذرات نقش دارند، بلکه می‌توانند اثرات زیستی و ضدسرطانی آنها را نیز تقویت کنند (۱۱، ۱۲).

مطالعات مروری و پژوهش‌های انجام‌شده در هند، چین و ترکیه نیز نتایج مشابهی را گزارش کرده و نشان داده‌اند که نانوذرات سنتزشده با استفاده از گیاهان دارویی، به‌ویژه نانوذرات نقره و طلا، قادر به مهار تکثیر سلول‌های سرطانی از طریق القای آپوپتوز، افزایش استرس اکسیداتیو و توقف چرخهٔ سلولی هستند. هم‌راستایی این یافته‌ها با نتایج مطالعات انجام‌شده در ایران، بیانگر آن است که کارایی ضدسرطانی نانوذرات سنتزشده با گیاهان دارویی صرفاً به یک منطقهٔ جغرافیایی یا گونهٔ گیاهی خاص محدود نیست، بلکه احتمالاً به حضور ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و سایر متابولیت‌های ثانویه مشترک در بسیاری از گیاهان دارویی وابسته است. با وجود این، تنوع گیاهان بومی ایران و غنای متابولیت‌های ثانویهٔ آنها، فرصت مناسبی برای شناسایی منابع جدید جهت سنتز نانوذرات با ویژگی‌های زیستی متمایز فراهم می‌کند.

در مقایسه با روش‌های سنتز شیمیایی و فیزیکی، مطالعات پیشین نشان داده‌اند که سنتز سبز علاوه بر حذف یا کاهش استفاده از عوامل کاهنده و پایدارکنندهٔ سمی، امکان تولید نانوذرات با زیست‌سازگاری مطلوب‌تر و پوشش سطحی طبیعی ناشی از ترکیبات گیاهی را فراهم می‌کند. این ویژگی‌ها در برخی مطالعات با افزایش سمیت انتخابی علیه سلول‌های سرطانی و کاهش سمیت نسبت به سلول‌های طبیعی همراه بوده، هرچند این نتایج در همهٔ مطالعات یکسان نبوده و به نوع گیاه، فلز، شرایط سنتز و مدل آزمایشی بستگی داشته است.

با وجود نتایج امیدوارکننده، محدودیت‌های مهمی در مطالعات موجود مشاهده می‌شود. اغلب پژوهش‌ها به

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]

مـدل‌های *in vitro* محـدود بـوده و مطالعـات *in vivo* و کارآزمایی‌های بالینی همچنان اندک هستند (۲۹، ۳۴). علاوه بـر ایـن، نبـود استانداردسـازی در فرآینـدهای سـنتز و ارزیـابی، مقایسه‌پذیری نتایج را با چـالش مواجـه کـرده اسـت. بنـابراین، انجام مطالعات آینده با طراحی‌هـای اسـتاندارد، بررسـی جـامع سمیت سیستمیک و ارزیـابی فارماکوکینتیـک نـانوذرات بـرای تسهیل انتقال به کاربردهای بالینی ضروری به نظر می‌رسد.

از دیگر چالش‌های مهـم، نـاهمگونی در انـدازهٔ نـانوذرات، روش‌هـای مشخصـه‌یابی، نـوع رده‌هـای سـلولی، دوزهـای مورداستفاده و شاخص‌های ارزیابی سـمیت اسـت کـه امکـان انجام مقایسهٔ مستقیم و نتیجه‌گیری قطعی دربارهٔ برتری یـک روش یا یک گونهٔ گیاهی نسبت به سـایر گزینـه‌ها را محـدود می‌کند. این موضوع ضرورت تدوین پروتکل‌هـای اسـتاندارد و انجام مطالعات مقایسه‌ای با طراحی یکسـان را بـیش از پـیش آشکار می‌سازد.

در مجموع، شواهد موجود نشان می‌دهد که گیاهان دارویی بومی ایران پتانسیل قابل‌توجهی بـرای اسـتفاده در سـنتز سـبز نانوذرات فلزی با فعالیت ضدسـرطانی دارنـد. ایـن نـانوذرات در مطالعات آزمایشگاهی از طریـق القـای آپوپتـوز، افـزایش تولیـد گونه‌های فعال اکسـیژن (ROS) و تنظـیم مسـیرهای مولکـولی مرتبط با بقا و مرگ سلولی، اثرات ضدسـرطانی خـود را اعمـال کرده‌اند. در عین حال، ترکیبات زیست‌فعال گیاهی نقش مهمی در تثبیت نانوذرات و تقویت اثرات زیستی آنها ایفا می‌کنند (۳۹، ۴۱). بااین‌حال، با توجه به غالب‌بودن شواهد حاصل از مطالعـات آزمایشگاهی، هنوز برای نتیجه‌گیری قطعی دربـارهٔ اثربخشـی و ایمنی این نانوذرات در کاربردهای بـالینی شـواهد کـافی وجـود نـدارد. انجـام مطالعـات اسـتاندارد *in vivo*، ارزیابی‌هـای فارماکوکینتیکی و کارآزمایی‌های بالینی با کیفیت بالا، پیش‌نیاز ترجمهٔ این یافته‌ها به کاربردهای درمـانی اسـت؛ بنـابراین، ایـن فناوری را می‌توان رویکردی امیـدبخش دانسـت، امـا اثربخشـی نهایی آن در بالین نیازمند شواهد قوی‌تر است.

نتیجه‌گیری

گیاهان دارویی بومی ایران به‌عنوان منابعی ارزشمند در سنتز سبز نانوذرات فلزی با پتانسـیل ضدسـرطانی شـناخته می‌شـوند. شواهد موجود نشان می‌دهد که نانوذرات سنتزشده از ایـن منـابع گیاهی قادرند به‌صـورت انتخـابی موجـب مهـار رشـد سـلول‌های سرطانی شده و از طریق فعال‌سازی مسیرهای مولکولی مرتبط بـا آپوپتوز و افزایش تولید گونـه‌های فعـال اکسـیژن (ROS)، اثـرات ضدتوموری قابل‌توجهی ایجاد کنند. همچنین، نوع فلز به‌کاررفتـه در سـنتز و ترکیبـات فیتوشـیمیایی موجـود در گیاهـان نقـش تعیین‌کننـده‌ای در پایـداری، انـدازه، زیست‌دسترسـی و قـدرت سمیت سلولی نـانوذرات ایفـا می‌کنـد. بااین‌حـال، در مقایسـه بـا مطالعات مشابه در سایر کشورها، به‌ویژه گزارش‌هـای مربـوط بـه گیاهان دارویی هندی و چینی، به نظر می‌رسد مطالعات انجام‌شده در زمینهٔ گیاهان ایرانی هنـوز از نظـر استانداردسـازی روش‌هـای سنتز، تکرارپذیری نتـایج و ارزیابی‌هـای مکانیسـمی عمیـق‌تر در سطح پایین‌تری قرار دارند. علاوه بر این، اگرچه یافته‌های *in vitro* نتایج امیدوارکننده‌ای را نشان داده‌اند، اما فقدان شـواهد کـافی از مطالعات *in vivo* و به‌ویژه کارآزمایی‌های پیش‌بـالینی اسـتاندارد، مانع مهمی در مسیر کاربرد بالینی این نانوذرات محسوب می‌شود. از ایـن‌رو، انجـام مطالعـات جـامع‌تر بـا طراحی‌هـای اسـتاندارد، بررسی‌های مکانیسمی دقیق‌تر و ارزیابی‌های پیش‌بالینی و بالینی کنترل‌شده، برای تعیین ایمنی، اثربخشی و قابلیت انتقـال بـالینی ایـن نـانوذرات ضـروری اسـت. درنهایـت، توسـعهٔ تحقیقـات سیستماتیک و چندرشـته‌ای در ایـن حـوزه می‌توانـد زمینه‌سـاز ارتقای جایگاه نانوذرات گیاهی در نانوپزشکی و طراحی راهبردهای نوین درمان هدفمند سرطان باشد.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می‌کنند که هیچ‌گونه تضـاد منـافع مـالی، شخصی یا حرفه‌ای مرتبط با این پـژوهش وجـود نـدارد و ایـن مقالـه تحـت تـأثیر منـافع شخصـی یـا تجـاری هـیچ یـک از نویسندگان قرار نگرفته است.

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]

References

1. Weinberg RA. The biology of cancer. New York: WW Norton & Company; 2006 Jun 30.
2. Day SB, editor. Cancer, stress, and death. Dordrecht: Springer; 1986.
3. Pesec M, Sherertz T. Global health from a cancer care perspective. Future Oncology. 2015 Aug 31;11(15):2235-45.
4. Noble S, Pasi J. Epidemiology and pathophysiology of cancer-associated thrombosis. British Journal of Cancer. 2010 Apr;102(1):S2-9.
5. Liu H, Dong Z. Cancer etiology and prevention principle: "1+X". Cancer Research. 2021 Nov 1;81(21):5377-95.
6. Price P, Sikora K, Illidge T, editors. Treatment of cancer. Oxford: Oxford University Press; 2008.
7. Newcomb PA, Carbone PP. Cancer treatment and age: Patient perspectives. Journal of the National Cancer Institute. 1993 Oct 6;85(19):1580-4.
8. Misra R, Acharya S, Sahoo SK. Cancer nanotechnology: Application of nanotechnology in cancer therapy. Drug Discovery Today. 2010 Oct 1;15(19-20):842-50.
9. Ferrari M. Cancer nanotechnology: Opportunities and challenges. Nature Reviews Cancer. 2005 Mar 1;5(3):161-71.
10. Gour A, Jain NK. Advances in green synthesis of nanoparticles. Artificial Cells, Nanomedicine, and Biotechnology. 2019 Dec 4;47(1):844-51.
11. Mohammadi-Cheraghabadi M, Hazrati S. Terpenoids, steroids, and phenolic compounds of medicinal plants. Phytochemicals in medicinal plants: Biodiversity, Bioactivity and Drug Discovery. 2023 Jun 6;105:9783110791005-891.
12. Habeeb Rahuman HB, Dhandapani R, Narayanan S, Palanivel V, Paramasivam R, Subbarayalu R, *et al*. Medicinal plants mediated the green synthesis of silver nanoparticles and their biomedical applications. IET Nanobiotechnology. 2022 Jun;16(4):115-44.
13. Iravani S. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. Green chemistry. 2011 Jan 10;13(10):2638-2650.
14. Koohi-Dehkordi M, Shafaei M, Ghasemzadeh S, Shariatpanahi ME. Plant biodiversity conservation and biotechnology. In Biotechnology in Plant Conservation: Relevance to Sustainable Management of Natural Plant Resources 2025 Nov 25 (p. 113-122). Cham: Springer Nature Switzerland. 2026. p. 113–122.
15. Ghodrat IZ, Divsalar A, Ayrian S, Saeidifar M. Evaluation of the anticancer effects of Samarium nanoparticles synthesized by extract of ginger on HCT116 colorectal cancer cells. Cell and Tissue Journal. 2019 Dec 22;10(4):202-13.
16. Mehdi Araghi A, Ahmadi R, Siadat SF, Jafari Marandi S. Investigation of the cytotoxic effects of selenium nanoparticles synthesized by a green method using Onopordum acanthium plant extract on caspases 3, 8 and 9 activity level in ovarian cancer cells (OVCAR-3). Daneshvar Medicine. 2025 Jun 22;33(2):1-12.
17. Rastgar Z, Khosravinejad F. Investigating the effect of cytotoxicity of nanonisome containing the extract of Artemisia annua on breast cancer cell lines. Feyz Medical Sciences Journal. 2023;27(1):1-11.
18. Tayyebi Khorrami F, Hanachi P, Mamani L, Ramezani R, Heidari Koholi N. Comparison of the anticancer effects of cerium nanoparticles produced by two methods, sol-gel and green synthesis by aqueous extract of *Xanthium strumarium* leaves, on the breast cancer cell line MDA-MB-231. Cell and Tissue Journal. 2025 Mar 21;16(1):90-112.
19. Esmailpour K, Shourian M. Green synthesis of gold nanoparticles using Pimpinella affinis leaf and stem extracts and evaluation of their cytotoxic effects against human breast cancer cells under in-vitro condition. Cell and Tissue Journal. 2023 Sep 23;14(3):217-240.
20. Movagharnia R, Baghbani-Arani F, Sadat Shandiz SA. Cytotoxicity effects of green synthesized silver nanoparticles on human colon cancer (HT29) cells. Feyz Medical Sciences Journal. 2018;22(1):31-38.
21. Divsalar A, Azadimanesh F, Saboury AA. Investigation on the physico-chemical and anticancer properties of nano oxalli-palladium using aqueous extract of *Silybum marianum*. Nanomeghyas. 2021 Mar 21;8(1):80-88.
22. Shali R, Neamati A, Ardalan P. Investigating the cytotoxic effect and antioxidant properties of green synthesized silver nanoparticles from the root of *Persicaria bistorta* on human liver cancer cell line (Hep G2). Journal of Ilam University Medical Sciences. 2018;26(6):133-142.
23. Raeisalsadati AS, Pouresmaeil V, Neamati A. Evaluation of the cytotoxic effect of green-synthesized Zinc Oxide nanoparticles with *Ceratonia siliqua* extract on the breast cancer cell line (MDA-MB231) and its antiangiogenic effects. Journal of Neyshabur University of Medical Sciences. 2019;7(23):58-72.
24. Yousefi RH, Neamati A, Ardalan T. Study of apoptotic properties of silver nanoparticles green synthesized using *Amaranthus cruentus* extract in breast cancer cells (MDA). Journal of North Khorasan University of Medical Sciences. 2019;11(2):53-58.
25. Rahimi Kalateh Shah-Mohammad Gh, Motavalizadeh Kakhky A, Darrudi M, Zhiani R, Mehrzad J. Investigating the cytotoxic effect of Urolithin b and cerium oxide nanoparticles synthesized from Aloe Vera plant on brain cancer cell colony (U87MG). Yafteh. 2023;25(3):80-94.

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]

26. Tajik Esmaeilli S. Biosynthesis of silver nanoparticles using aqueous extract of *Nasturtium officinale* and investigating the apoptotic effect on breast cancer cells (MCF-7). New Cellular and Molecular Biotechnology Journal. 2023;13(51):51–64.
27. Jahanpeymay M, Mahdavi Ourtakand M, Baghbani Arani F. Green synthesis of zinc oxide nanoparticles by Zataria multiflora extract and evaluation of its antimicrobial, cytotoxic and apoptotic effects on HT-29 cell line. Koomesh. 2022 Jan 1;24(3):388-396.
28. Rashidian S, Bagheri Keshtali AB, Mirzaie A. Antibacterial and anticancer activities of biosynthesized silver nanoparticles using *Artemisia khorassanica* extract: Bax and Bcl2 apoptosis gene expression analysis. Journal of Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. 2018;26(12):1039–1049
29. Rahimi Kalateh Shah-Mohammad Gh, Homayouni-Tabrizi M, Ardalan T, Hormozi B. Effect of zinc oxide nanoparticles synthesized by aqueous extract of *Hyssopus officinalis* on colon cancer cell line (HT-29) and normal cell line (Huvec), and also on proxytonin protein (PCT) in Invivo environment. Feyz Medical Sciences Journal. 2019;23(6):588-595.
30. Torabi Parizi P, Sayahi H, Aliyan Y, Amini N, Ahmadi R. Cytotoxic effects of green-synthesized selenium nanoparticles using *Salvia rosmarinus* plant extract on gastric cancer cells (MKN-45). Yafteh. 2025 Oct 10;27(3):35-49.
31. Ranjbar T, Asghari-Moghaddam N, Mohammadgholi A. Investigating the effect of biosynthetic nano-silver on HDAC8 expression in lung cancer A549 cell line. Feyz Medical Sciences Journal. 2018 Dec;22(5):442-9.
32. Khoshkheir Dariani S, Atabi F, Alaeddini M, Entezari M, Etemad-Moghadam S, Hekmati M, *et al*. Investigating the vital effect of gold nanoparticles prepared by thyme extract by green synthesis method on FaDu pharyngeal cancer cell line. Medical Science Journal of Islamic Azad Univesity-Tehran Medical Branch. 2023 Oct 10;33(3):219-229.
33. Rajabi R, Hamdi SMM, Mirzaie A. antibacterial, cytotoxic and apoptotic effects of synthesized silver comparative study of nanoparticles using Asparagus khorasanesis extract and commercial silver nanoparticles. Journal of Neyshabur University of Medical Sciences. 2019;7(3):89-103
34. Ghadimi-Asiabar F, Mirzaie A, Arasteh J. Antibacterial and cytotoxicity of synthesized silver nanoparticles using *Erica carnea* extract on breast cancer cell line (MCF-7) and analysis of its apoptotic effects. Razi Journal of Medical Sciences. 2019;26(6):84-94.
35. Aboeepoor S, Dehghani Ashkezari M, Aboee-Mehrizi F, Haghiralsadat BF, Nikoonahad Lotfabadi N. Designing and characterizing nano-carriers containing *Nepeta persica* extract and their effect on bone cancer. Internal Medicine Today. 2020 Mar 10;26(2):142-155.
36. Nikoonahad Lotfabadi N, Akhlaghi M, Entezari M, Shahriary S, Haghiralsadat BF. Formulation of lipid nanosystem containing ginger essential oil to affect cancer cells and evaluate its cytotoxicity against ovarian cancer (cell line A2780). Knowledge and Health in Basic Medical Sciences. 2024;18(4):1-11.
37. Mehdipour A, Reza MA, Rasouli A, Baravati MH, Jafari GA, Heidari F. Green synthesis of zinc nanoparticles by hydroalcoholic extract of lavender (*Lavandula stoechas* L.), characterization, and cytotoxic effects on human breast and colon cancer. Scientific Reports. 2024 Nov 28;14(1):29543.
38. Baghani M, Eshaghi A. The antioxidant activity and cytotoxic effects of *Amaranthus cruentus*-biosynthesized silver nanoparticles toward MCF-7 breast cancer cell line. International Journal of Basic Science in Medicine. 2019;4(1):17-22.
39. Adetunji TL, Olisah C, Acho MA, Oyetunde-Joshua F, Amoo SO. Global research trends and recent advances in medicinal plant-synthesized nanoparticles for cancer treatment. Plants. 2024 Oct 10;13(20):2836.
40 Jain S, Dwivedi J, Jain PK, Satpathy S, Patra A. Medicinal plants for treatment of cancer: A brief review. Pharmacognosy Journal. 2016 Mar;8(2):87-102.
41. Andleeb A, Andleeb A, Asghar S, Zaman G, Tariq M, Mehmood A, et al. A systematic review of biosynthesized metallic nanoparticles as a promising anti-cancer-strategy. Cancers. 2021 Jun 5;13(11):2818.

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]

Review Article
(Systematic)

Medicinal plants used in Iran for the green synthesis of metallic nanoparticles and their anticancer potential: A systematic review

Mehrsa Majdaeen[a]*

[a]Department of Radiology, Razi Hospital, School of Medicine, Guilan University of Medical Sciences, Rasht, Iran

Abstract

Background and Purpose: Cancer remains one of the most significant global health challenges due to its high incidence and considerable mortality, necessitating the development of novel, targeted, and low-toxicity therapeutic strategies. In this context, medical nanotechnology, particularly the green synthesis of metallic nanoparticles using plant-based resources, has gained considerable attention as a sustainable and biocompatible approach. Indigenous Iranian medicinal plants, owing to their rich diversity of secondary metabolites, possess strong potential for the biosynthesis of nanoparticles with notable anticancer properties. This study aimed to systematically review the available evidence on the role of indigenous Iranian medicinal plants in the green synthesis of metallic nanoparticles and to evaluate the anticancer potential of these nanoparticles across different cancer models.

Materials and Methods: This study was conducted as a systematic and comprehensive review. A literature search was performed in Web of Science, Scopus, Google Scholar, SID, and ISC databases using relevant keywords, including “green synthesis,” “metallic nanoparticles,” “indigenous medicinal plants of Iran,” and “cancer,” covering the period from 2010 to 2025. Ultimately, 24 eligible studies were selected, assessed and analyzed.

Results: The reviewed studies indicated that a wide range of indigenous Iranian medicinal plants have been used in the green synthesis of metallic nanoparticles with reported anticancer activities. These plants predominantly belong to the Asteraceae, Lamiaceae, and Apiaceae families and are rich in bioactive secondary metabolites. A variety of aqueous, alcoholic, and hydroalcoholic extracts, as well as essential oils, were employed for nanoparticle reduction and stabilization. Furthermore, diverse metallic and metal oxide nanoparticles, including Argentum (Ag), Aurum (Au), Selenium (Se), Zinc Oxide (ZnO), Cerium Oxide (CeO2) and rare-earth-based compounds, with sizes ranging approximately from 10 to 200 nm, have been reported, all of which play a crucial role in biological activity and cellular uptake.

Conclusion: The findings of this review suggest that indigenous Iranian medicinal plants possess significant potential for the green synthesis of metallic nanoparticles, and the resulting nanoparticles exhibit considerable anticancer effects. However, further rigorous preclinical investigations and extensive clinical trials are required to confirm their efficacy, safety, and translational potential for clinical applications.

Keywords: Medicinal plants; Metal nanoparticles; Nanomedicine; Neoplasms

Corresponding Author: dr.mehrsamajdaeen@gmail.com

Please cite this article as:
Majdaeen M. Medicinal plants used in Iran for the green synthesis of metallic nanoparticles and their anticancer potential: A systematic review. Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine. 2026;17(2):73-84.

Copyright: ©Journal of Islamic and Iranian Traditional Medicine. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.

[Downloaded from jiitm.ir on 2026-10-17]