بررسی خواص آنتی‌باکتریالی نانوذرات اکسید آهن مغناطیسی سنتزشده به کمک عصارهٔ گیاه شکرتیغال و پوشش‌دهی‌شده با داروی کلرامفنیکل

ریحانه احمدیه[۱]، شراره محسنی*[۱]

۱) گروه شیمی کاربردی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد قوچان، قوچان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۸

چکیده

مقدمه: استفاده از گیاهان یکی از روش‌های مؤثر برای سنتز نانوذرات بر پایهٔ شیمی سبز است. خواص مغناطیسی نانوذرات این امکان را فراهم می‌کند که داروهای متصل به آن‌ها، توسط میدان مغناطیسی در بدن هدایت شوند. هدف از این پژوهش، استفاده از نانوذرات اکسید آهن مغناطیسی سنتزشده از طریق شیمی سبز، به‌عنوان حامل سیستم تحویل داروی کلرامفنیکل است.

مواد و روش‌ها: عصاره‌گیری از گیاه Echinops Persicus در دمای ۶۰ درجهٔ سانتی‌گراد، توسط حلال آب انجام شد. نانوذرات اکسید آهن به کمک عصارهٔ گیاه، به‌عنوان عامل کاهنده سنتز گردیدند. نانوذرات اکسید آهن سنتزشده با طیف‌سنجی مرئی- ماوراءبنفش (UV-Vis)، پراش اشعهٔ ایکس (XRD)، دستگاه اندازهٔ ذرات (PSA) و طیف‌سنجی مادون‌قرمز تبدیل فوریه (FT-IR) شناسایی شدند. فعالیت ضدباکتریایی نانوذرات پوشش‌دهی‌شده بررسی گردید.

یافته‌های پژوهش: نتایج XRD نشان داد که نانوذرات اکسید آهن سنتزشده مکعبی شکل هستند. اندازهٔ نانوذرات سنتزشده در محدودهٔ ۱۳ تا ۵۶ نانومتر مشخص گردید. بارگذاری داروی کلرامفنیکل بر روی نانوذرات اکسید آهن به کمک نتایج TEM نشان داده شد. FT-IR عملکرد کاربردی نانوذرات Fe_3O_4 را با کلرامفنیکل تأیید می‌کند. نانوذرات اکسید آهن پوشش‌دهی‌شده با کلرامفنیکل، خواص ضدباکتری مناسبی در برابر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی نشان دادند. بیشترین فعالیت ضدمیکروبی، قطر هالهٔ عدم رشد میکروارگانیسم‌های استافیلوکوکوس اورئوس (۰/۳۵±۱۱/۲۵) و اشرشیاکلی (۰/۱۷±۹/۵) در غلظت ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر تعیین شد.

بحث و نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج این مطالعه، پوشش نانوذرات اکسید آهن با آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل سبب افزایش خاصیت ضدمیکروبی نانوذرات می‌شود و مناسب بودن روش بارگذاری آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل را تأیید می‌کند.

واژه‌های کلیدی: سنتز سبز، فعالیت ضدباکتریایی، کلرامفنیکل، گیاه شکرتیغال، نانوذرات اکسید آهن

***نویسندهٔ مسئول:** گروه شیمی کاربردی، واحد قوچان، دانشگاه آزاد اسلامی، قوچان، ایران

Email: sh_mohseni2003@yahoo.com

Copyright © 2019 Journal of Ilam University of Medical Science. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution international 4.0 International License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/) which permits copy and redistribute the material, in any medium or format, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]

[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]

مقدمه

نانوذرات مغناطیسی با داشتن خواص منحصربه‌فرد، یکی از کاربردی‌ترین انواع نانوذرات هستند. خاصیت مغناطیسی ذاتی آن‌ها که به هدف‌یابی آسان و ردیابی سلولی منجر می‌شود، سبب استفادهٔ بیشترشان در دارورسانی‌های هدفمند شده است. مهم‌ترین ویژگی‌های این گروه از نانوذرات، زیست‌سازگاری، غیرسمی بودن، توزیع اندازهٔ مناسب، بلورینگی بالا، امکان کنترل اندازه و سوپر پارامغناطیس بودن است (۱). از سوی دیگر، با استفاده از پوشش‌های سطحی می‌توان خواص زیستی مناسب و پایداری را برای این ذرات ایجاد کرد. سامانه‌های رهایش کنترل‌شده، نقش مؤثری در رساندن ترکیبات دارویی به نقاط مشخصی از بدن و رهایش آن‌ها با سرعت کنترل‌شده ایفا می‌کنند؛ درنتیجه، تأثیر درمانی دارو را افزایش می‌دهند و آثار جانبی آن را محدود می‌سازند. استفاده از نانوذرات مغناطیسی از راهکارهای موفق در زمینهٔ رهایش کنترل‌شده است (۲). وجود خاصیت مغناطیسی در نانوذرات این امکان را فراهم می‌کند که داروهای متصل به آن‌ها، توسط میدان مغناطیسی در بدن هدایت و در محل مناسب آزاد شوند. امروزه، یکی از مهم‌ترین نانوذرات مغناطیسی، نانوذرات اکسید آهن هستند که سمیت چندانی برای بافت‌های بدن ندارند و همچنین می‌توانند در تشخیص و درمان بیماری‌ها استفاده شوند (۳). با توجه به اهمیت شکل و اندازهٔ نانوذرات مغناطیسی استفاده‌شده به‌عنوان حامل‌های دارویی که تحت تأثیر مؤلفه‌ها و شرایط واکنش قرار دارند، انتخاب روش سنتز نانوذرات نقش بسزایی در پیشبرد اهداف درمانی ایفا می‌کند (۴). در سال‌های اخیر، سنتز سبز با استفاده از عصارهٔ گیاهان به علت سادگی و کارکرد بالا، توجه بیشتری را نسبت به روش‌های فیزیکی و شیمیایی به خود اختصاص داده است (۵). عصارهٔ گیاهانی که خاصیت آنتی‌اکسیدانی دارند، می‌توانند سبب احیای نمک فلزات و تولید نانوذرات شوند. در پژوهش‌های مختلفی، سنتز سبز نانوذرات به کمک گیاهانی مانند انبه، چریش، گزنه و چای سیلان انجام‌شده است (۶). در میان اکسیدهای آهن، به نانوذرات مگنتیت (Fe_3O_4) به علت خاصیت سوپر پارامغناطیسی و غیرسمی بودن و قابل‌تجزیه و زیست‌سازگار بودن، بیشتر از سایر اکسیدهای آهن توجه می‌شود (۸، ۷). از زمانی که بشر برای درمان عفونت‌های باکتریایی به استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها روی آورده است، مقاومت به درمان در باکتری‌ها مشاهده‌شده است و روند این مقاومت در دهه اخیر شتاب بیشتری گرفته است. ازآنجاکه نانوذرات مغناطیسی توانایی رسیدن به سلول هدف در بدن را دارند، به کمک آن‌ها می‌توان آنتی‌بیوتیک‌ها را به جایگاه مدنظر در بدن هدایت کرد. از سویی، نانوذرات اکسید آهن مغناطیسی خواص آنتی‌باکتریالی نیز دارند. تثبیت فیزیکی ساده‌ترین روش در اتصال نانوذرات با ترکیبات شیمیایی است. در این روش، تنها با مخلوط کردن در یک محلول، تثبیت دارو بر سطح نانوذره انجام می‌شود (۹). در بررسی پژوهش‌های هم‌راستا، پالانیکومار و همکارانش، خواص ضدباکتریایی آموکسی‌سیلین بارگذاری‌شده بر نانوذرات اکسید روی را انجام دادند. نانوذرات اکسید روی بارگذاری‌شده به‌وسیلهٔ آموکسی‌سیلین فعالیت ضدباکتری مناسبی در برابر باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی نشان دادند (۱۰)؛ همچنین خواص ضدباکتری نانوذرات اکسید آهن مغناطیسی نیز اثبات‌شده است (۱۱). در پژوهش حاضر، نانوذرات اکسید آهن به روش سبز سنتز شدند؛ سپس اصلاح سطح و پوشش‌دهی توسط آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل صورت گرفت. خواص آنتی‌باکتریالی نانوذرات پوشش‌دهی‌شده نیز مطالعه گردید.

مواد و روش‌ها

گیاه شکرتیغال با نام علمی Echinops Persicus، از شهرستان قوچان جمع‌آوری شد. این گیاه توسط مرکز تحقیقات دانشگاه فردوسی مشهد (ایران) شناسایی گردید. دی‌متیل سولفوکساید، محیط کشت‌های مولر هینتون براث، برد پارکر آگار، معرف تری‌فنیل تترازولیوم کلراید و کلرید باریم از شرکت مرک تهیه شدند؛ همچنین میکروارگانیسم‌های استافیلوکوکوس اورئوس (PTTC 1112) و اشرشیاکلی(PTTC 1399) از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران تهیه گردیدند.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]

تهیهٔ عصاره: همهٔ اجزای گیاه را خشک کرده و مقدار ۵ گرم از گیاه خشک‌شده را پودر و با ۱۰۰ میلی-لیتر آب مقطر مخلوط و سپس به مدت ۲۰ دقیقه، روی دستگاه هیتر تحت دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد هم‌زده شد. عصارهٔ به‌دست‌آمده به‌وسیلهٔ کاغذ صافی واتمن شمارهٔ ۱ جدا گردید و برای ماندگاری بیشتر، تا زمان استفاده در یخچال نگهداری شد (۱۲).

سنتز نانوذرات آهن به روش سبز به کمک عصارهٔ شکرتیغال: برای سنتز نانوذرات آهن به روش سبز با عصارهٔ شکرتیغال، ابتدا ۱/۱۱ گرم از $FeCl_3.6H_2O$ با ۰/۵۳ گرم از $FeCl_3.4H_2O$ مخلوط گردید و در ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد؛ سپس محلول به‌دست‌آمده در دمای محیط، با استفاده از یک همزن مغناطیسی، روی هیتر تا رسیدن به دمای ۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد کاملاً هم‌زده شد. تحت این شرایط، ۵ میلی‌لیتر از عصارهٔ شکرتیغال به‌دست‌آمده به‌آرامی به محلول افزوده گشت و پس از گذشت ۳۰ دقیقه و با حفظ دمای ۸۰ درجهٔ سانتی‌گراد، به‌منظور ایجاد یکنواختی در اندازهٔ نانوذرات، ۱۲۰ میلی‌لیتر هیدروکسید سدیم ۱ مولار به این محلول اضافه گردید؛ سپس نانوذرات سنتزشده به کمک سانتریفیوژ، به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۵۰۰۰ جداسازی و سه مرتبه با آب شستشو شدند (۱۳).

بارگذاری آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل روی نانوذرات: در یک بالن ۵۰ میلی‌لیتری، ۱ میلی‌گرم (معادل ۰/۱ گرم) نانوذرهٔ اکسید آهن ریخته و به آن ۲۰ میلی‌لیتر آب مقطر اضافه و به مدت ۱۰ دقیقه در حمام اولتراسوند با دور متوسط قرار داده شد تا نانوذرات در آب مقطر به‌طور کامل پراکنده گردند؛ سپس قطره‌قطره محلول کلرامفنیکل با غلظت ۱۰۰ میکروگرم در میلی‌لیتر به داخل ظرف محتوی نانوذرات منتقل شد و به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسید. پس از آن، به مدت ۲۴ ساعت در شیکر انکوباتور با سرعت ۱۵۰ دور در دقیقه و دمای ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفت. پس از طی این مدت، محتویات بالن با سرعت ۱۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰–۱۵ دقیقه سانتریفوژ شدند و رسوبات حاصل جمع‌آوری گردید (۱۴).

آزمون ضدمیکروبی؛ تهیهٔ سوسپانسیون میکروبی معادل ۰/۵ مک‌فارلند: برای تهیهٔ سوسپانسیون میکروبی، به کشت ۲۴ ساعته از هر باکتری نیاز است؛ بنابراین، ۲۴ ساعت پیش از انجام آزمایش، از کشت مادر به محیط کشت شیب‌دار آگار مغذی تلقیح انجام گردید. پس از رشد کشت مربوطه، سطح آن با محلول رینگر شسته شد و سوسپانسیون غلیظ میکروبی به‌دست آمد. آنگاه مقداری از سوسپانسیون میکروبی به داخل لولهٔ استریل درب‌دار حاوی رینگر ریخته و کدورت آن با اسپکتروفتومتر در طول‌موج ۵۳۰ nm اندازه‌گیری شد و تا هنگام برابر شدن کدورت محلول با کدورت محلول ۰/۵ مک‌فارلند، با رینگر رقیق گردید. به این ترتیب، سوسپانسیونی با غلظت تقریبی $۱/۵\times ۱۰^{۸}$cfu/ml (میکروارگانیسم در هر میلی‌لیتر) به‌دست می‌آید که از آن در تلقیح استفاده شد (۱۵).

روش انجام آزمون‌های میکروبی: به‌منظور بررسی خواص ضدباکتری نانوذرات اکسید آهن پوشش‌دهی‌شده با داروی کلرامفنیکل روی باکتری‌های استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی ائوزین، از روش دیسک استفاده گردید.

انتشار دیسک: غلظت نهایی استفاده‌شده ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ میکروگرم بر میلی‌لیتر از نمونه بود. در این آزمون، از دیسک‌های استریل ۶ میلی‌متری استفاده شد. پس از آماده‌سازی محیط کشت اختصاصی هر باکتری (استافیلوکوکوس اورئوس، برد پارکر آگار و اشرشیاکلی ائوزین، متیلن بلو)، حدود ۱۵ سی‌سی از هر محیط کشت در پلیت‌های استریل یک‌بارمصرف ریخته، از سوسپانسیون میکروبی معادل نیم مک‌فارلند ($۱/۵\times ۱۰^{۸}$cfu/ml) که از کشت میکروبی ۲۴ ساعته تهیه‌شده بود، بر روی محیط کشت به‌صورت چمنی کشت داده و دیسک‌های ۶ میلی‌متری بر روی سطح محیط کشت قرار داده شد. بر روی دیسک، به میزان ۸ ماکرولیتر نمونهٔ مورد آزمون (محلول در دی‌متیل سولفوکساید) افزوده گردید. دیسک آغشته به ۸ ماکرولیتر DMSO به‌عنوان کنترل منفی و دیسک آغشته به آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل به‌عنوان کنترل مثبت تهیه گشت. پس از ۲ ساعت قرار گرفتن در

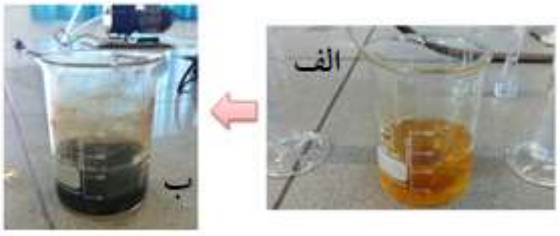
[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]

محیط و جذب عصاره‌ها، محیط کشت‌ها به انکوباتور انتقال داده شد (۱۶)

تعیین حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) و حداقل غلظت کشندگی (MBC): تعیین حداقل غلظت بازدارندگی (MIC) نمونه‌های به‌دست‌آمده به روش میکرودایلوشن، با استفاده از پلیت‌های ۹۶ خانه‌ای انجام شد. برای تهیهٔ رقت‌های سریالی، ابتدا غلظت اولیه برابر با ۱۰۰ µg/ml و سپس رقت‌های بعدی از نمونه‌ها تهیه گردیدند که شامل ۲۰۰، ۱۰۰، ۵۰، ۲۵، ۱۲/۵، ۶/۲۵، ۳/۱۲۵، ۱/۵۶، ۰/۷۸، ۰/۳۹، ۰/۱۹ و ۰/۰۹ میکروگرم بر میلی‌لیتر بود. به‌منظور تعیین MIC و MBC از نانوذرات، ۵۰ میکرولیتر از آنتی‌بیوتیک و ۵۰ میکرولیتر از غلظت‌های مختلف نانوذرات اکسید آهن بارگذاری‌شده به هر چاه حاوی ۳۰ میکرولیتر از محلول هینتون (مرک، آلمان) افزوده و سپس به مدت ۲۴ ساعت، در دمای ۳۷ درجهٔ سانتی‌گراد انکوبه شد. سرانجام، میزان رشد باکتری‌ها در صفحات کشت حاوی سوسپانسیون باکتریایی با نانوذرات و آنتی‌بیوتیک آزمایش گردید و MIC و MBCنانوذرات تعیین شد (۱۷).

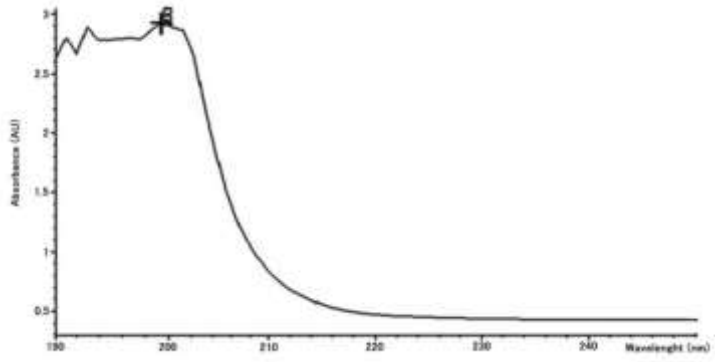
یافته‌های پژوهش

سنتز نانوذرات اکسید آهن به کمک عصارهٔ گیاه شکرتیغال صورت گرفت. در اثر احیای یون‌های آهن و تولید نانوذرات، رنگ نمونه از زرد کمرنگ به رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای تبدیل شد (شکل شمارهٔ ۱).



شکل شمارهٔ ۱. الف. عصارهٔ تهیه‌شده از گیاه شکرتیغال؛ ب. محلول حاوی نانوذرات اکسید آهن سنتزشده (تغییر رنگ محلول نشان‌دهندهٔ سنتز نانوذرات اکسید آهن است).

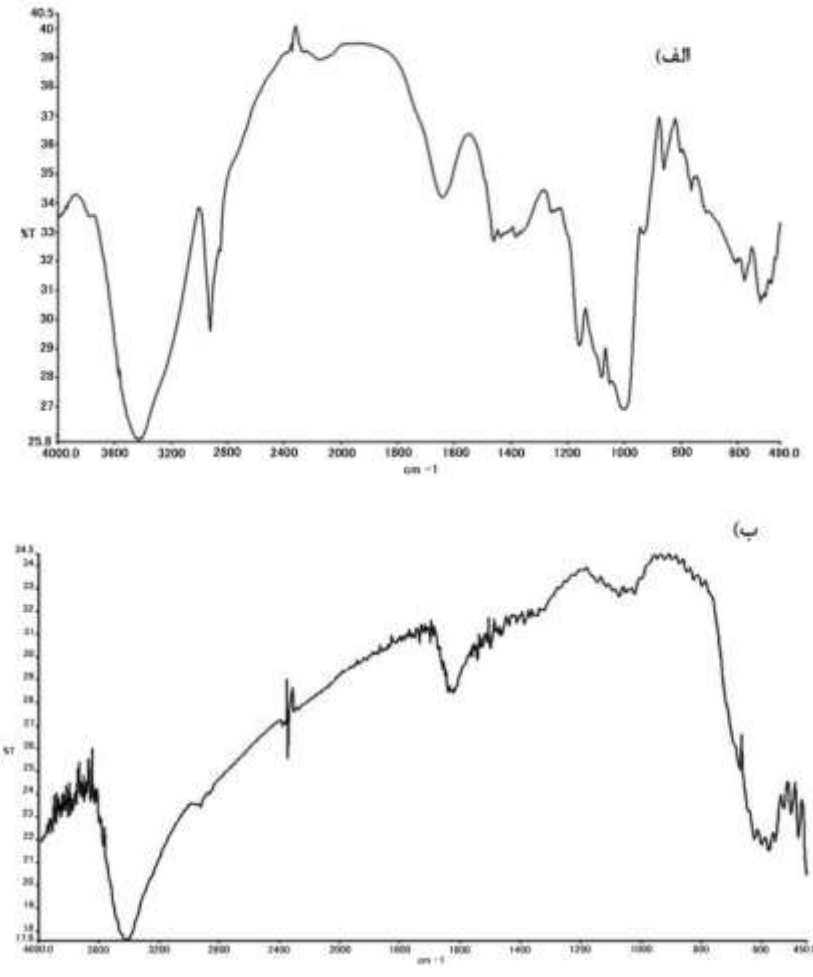
تجزیه‌وتحلیل UV-Vis یکی از مهم‌ترین روش‌های شناسایی نانوذرات است. رزونانس پلاسمون سطح نانوذرات اکسید آهن سنتزشده توسط اسپکتروفوتومتر UV-Vis (Perkin Elmer 25)مطالعه‌شده است. جذب پرتوهای قابل‌مشاهده به علت تحریک رزونانس پلاسمون سطح، رنگ‌های گوناگونی را به نانوذرات منتقل می‌کند. با تغییر اندازهٔ نانوذرات، رنگ محلول نیز تغییر می‌کند؛ بنابراین، طیف جذب UV-Vis نسبت به تشکیل نانوذرات حساس است (۱۸). در آنالیز نانوذرات آهن، پیک جذبی، در طول‌موج ۲۰۰ نانومتر مشاهده شد که بیانگر وجود نانوذرات اکسید آهن در محلول واکنش است (شکل شمارهٔ ۲). بر اساس منابع معتبر، محدودهٔ پیک جذبی نانوذرات اکسید آهن، در طول‌موج‌های ۲۰۰ تا ۳۰۰ نانومتر است.



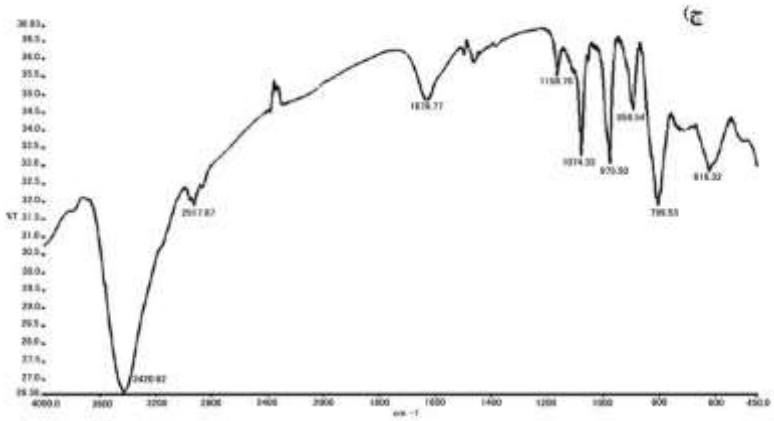
شکل شمارهٔ ۲: طیف اسپکتروفوتومتر مرئی- ماورا بنفش (UV-Vis) نانوذرات اکسید آهن سنتزشده با کمک عصارهٔ گیاه شکرتیغال

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]

طیف‌سنجی مادون‌قرمز بر اساس جذب تابش و بررسی جهش‌های ارتعاشی مولکول‌ها و یون‌های چنداتمی صورت می‌گیرد. این روش به‌عنوان ابزاری پیشرفته برای تعیین ساختار و گروه‌های عاملی موجود در ترکیبات شیمیایی استفاده می‌شود. نمونه‌ها به کمک طیف‌سنج مادون‌قرمز مدل (Perkin Elmer) اندازه‌گیری شدند. طیف مربوط به عصارهٔ گیاه شکرتیغال پیک‌هایی در محدودهٔ cm^{-1} ۳۴۶۴، cm^{-1} ۲۹۲۲، cm^{-1} ۲۲۹۰، cm^{-1} ۲۰۷۳، cm^{-1} ۱۶۷۰، cm^{-1} ۱۴۱۹، cm^{-1} ۱۳۸۴، cm^{-1} ۱۰۷۲، cm^{-1} ۸۶۸ و cm^{-1} ۶۷۰ دارد. باند cm^{-1} ۳۴۶۴ نشان‌دهندهٔ ارتعاش کششی گروه هیدروکسیل (O-H) است که می‌تواند مربوط به گروه‌های فنلی موجود در عصاره باشد. باند cm^{-1} ۲۹۲۲ به سبب کشش کربن- هیدروژن (C-H) آلکان است. باند cm^{-1} ۱۶۷۰ مربوط به اورتون C-H خمش ترکیبات آروماتیک است. باند cm^{-1} ۸۶۸ و cm^{-1} ۶۷۰ پیوند خمشی C-H آروماتیک است. باند cm^{-1} ۱۳۸۴ به علت پیوندهای نیترو N-O است، درحالی‌که پیک‌های نانوذرات آهن سنتزشده در محدودهٔ cm^{-1} ۳۴۱۵، cm^{-1} ۱۶۲۳، cm^{-1} ۱۳۰۰، cm^{-1} ۱۰۶۵، cm^{-1} ۵۵۸ و cm^{-1} ۴۲۰ قابل‌مشاهده است. پیک‌های در محدودهٔ cm^{-1} ۵۵۸ و cm^{-1} ۴۵۰ مربوط به ایجاد ارتعاشات کششی Fe-O است (شکل‌های شمارهٔ ۳. الف و ب). طیف مربوط به نانوذرات آهن پوشش‌دهی‌شده با کلرامفنیکل پیک‌هایی در محدودهٔ cm^{-1} ۳۴۱۰، cm^{-1} ۲۹۱۷، cm^{-1} ۱۶۲۸، cm^{-1} ۱۱۵۸/۷، cm^{-1} ۱۰۷۴/۳۳، cm^{-1} ۹۷۵/۵، cm^{-1} ۸۹۳/۵۴، cm^{-1} ۷۹۹/۵ و cm^{-1} ۶۱۶/۳۲ دارد. پیک cm^{-1} ۳۴۱۵ با پیوندهای O-H و N-H مرتبط است. پیک cm^{-1} ۱۶۲۲ مربوط به گروه کربونیل اسیدی و پیک cm^{-1} ۱۴۹۴ مربوط به ارتعاش کششی کرین- نیتروژن است که پوشش‌دهی را تأیید می‌کند (شکل شمارهٔ ۳. ج) (۱۹).

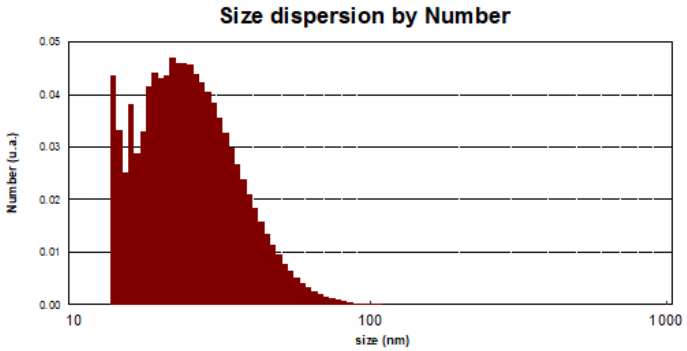


[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]



شکل شمارهٔ ۳. طیف FTIR؛ الف. عصارهٔ گیاه شکرتیغال؛ ب. نانوذرات اکسید آهن سنتزشده به کمک عصارهٔ گیاه شکرتیغال؛ ج. نانوذرات اکسید آهن پوشش‌دهی‌شده با داروی کلرامفنیکل

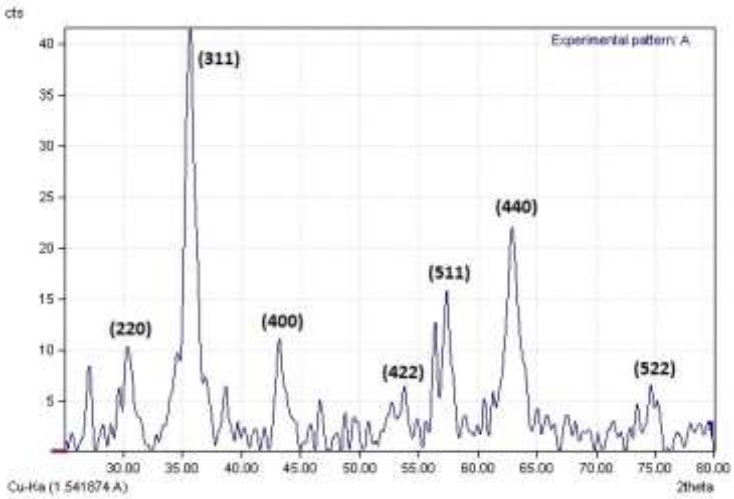
خصوصیات PSA مدل Malvern ZEN 1600 برای تعیین سایز و توزیع اندازهٔ نانوذرات انجام شد. داده‌های به‌دست‌آمده از بررسی نمونه‌ها در شکل شمارهٔ ۴ ارائه‌شده است. بر اساس این نتایج، محدودهٔ اندازهٔ نانوذرات آهن سنتزشده با عصارهٔ تهیه‌شده از گیاه شکرتیغال بین ۵۶-۱۳ نانومتر و به‌طور میانگین حدود ۲۶ نانومتر است. شاخص پراکندگی (PDI) برای نانوذرات سنتزشده با عصاره ۰/۱۹۷ است (۲۰).



شکل شمارهٔ ۴. نمودار پارتیکل سایز آنالایزر (PSA) نانوذرات اکسید آهن سنتزشده به کمک عصارهٔ گیاه شکرتیغال

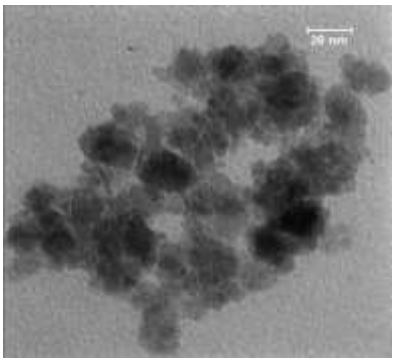
آنالیز XRD (PW1730, Philips) به‌منظور اثبات تشکیل نانوذرات اکسید آهن انجام گرفت. پراش پرتو ایکس در این پژوهش نشان داد که نانوذرات Fe_3O_4 تولیدشده ساختار منظم و کریستالی دارند. الگوی پراش از زوایای پراش ۲۵° تا ۸۵° درجه است. پیک‌ها در شکل شمارهٔ ۵ نشان داده‌شده است. همهٔ قله‌های پراش را می‌توان از با داده‌های استاندارد JCPDS (77-1545) مقایسه کرد. بر اساس این شکل، در 2θ زوایای ۳۰/۳۶°، ۳۵/۶۴°، ۴۳/۲۱°، ۵۶/۳۰°، ۵۳/۷۹°، ۵۶/۳۸°، ۶۳/۴۵° و ۷۴/۶۷° با ایندکس ۲۲۰، ۳۱۱، ۴۰۰، ۴۲۲، ۵۱۱، ۴۴۰ و ۵۲۲ قابل‌مشاهده است که تأییدی بر تشکیل نانوذرات آهن با ساختار بلوری مکعبی است. اندازهٔ ذرات از دادهٔ XRD با استفاده از معادلهٔ دبای شرر محاسبه شد. بر اساس معادلهٔ دبای شرر، در مورد نانوذرات اکسید آهن، اندازهٔ محاسبه‌شدهٔ کریستالیت‌ها برابر ۱۴ نانومتر برآورد شده است (۲۱). نتایج حاصل از XRD با نتایج به‌دست‌آمده از آنالیز اندازهٔ ذرات هم‌خوانی داشته و سایز نانوذرات تولیدشده قابلیت استفاده در دارورسانی‌های هدفمند را دارد.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]



شکل شمارهٔ ۵. الگوی پراش پرتوی ایکس (XRD) نانوذرات اکسید آهن سنتزشده به کمک عصارهٔ گیاه شکرتیغال

پوشش‌دهی نانوذرات به کمک میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM, CM30, Philips) بررسی شد. شکل شمارهٔ ۶ تصویر TEM نانوذرات اکسید آهن بارگذاری‌شده با آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل را نشان می‌دهد. تصاویر TEM ذراتی کروی‌شکل و ابرمانند در فرم‌های تجمع‌یافته را نشان می‌دهد که پوشش‌دهی با کلرامفنیکل در آن قابل‌مشاهده است. پراکندگی یکنواخت و ابعاد بین ۲۰ تا ۴۰ نانومتر است (۲۲).



شکل شمارهٔ ۶. تصویر TEM نانوذرات اکسید آهن بارگذاری‌شده با آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل

پس از سنتز نانوذرات و بررسی ساختاری آن‌ها، فعالیت ضدمیکروبی نانوذرات اکسید آهن بررسی شد. قطر هالهٔ عدم رشد در روش دیسک‌گذاری، برای سویه‌های مورد آزمون (استافیلوکوکوس اورئوس و اشرشیاکلی) اندازه‌گیری گردید (۲۳). نتایج به‌دست‌آمده بیانگر آن بود که با افزایش غلظت، خاصیت ضدمیکروبی افزایش معناداری نشان داد و میزان خاصیت ضدمیکروبی در نانوذرات اکسید آهن پوشش‌دهی‌شده با کلرامفنیکل بالاتر گزارش شد که بیانگر بارگذاری صحیح آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل بر روی نانوذرات و تأثیر آن بر روی میکروارگانیسم‌های بررسی‌شده است. بر اساس نتایج، بیشترین خاصیت ضدمیکروبی مربوط به نانوذرات اکسید آهن پوشش داده‌شده با کلرامفنیکل، بر روی استافیلوکوکوس اورئوس در غلظت ۱۰۰ (قطر هالهٔ عدم رشد ۱۱/۲۵ میلی‌متر) و کمترین میزان خاصیت ضدمیکروبی مربوط به نانوذرهٔ اکسید آهن در مورد اشرشیاکلی در غلظت ۵۰ (قطر هالهٔ عدم رشد ۷ میلی‌متر) گزارش شد (جدول شمارهٔ ۱).

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]

جدول شمارهٔ ۱. قطر هالهٔ عدم رشد میکروبی در غلظت‌های مختلف نانوذرات اکسید آهن با روش انتشار دیسک (برحسب میلی‌متر)

میکروارگانیسم	غلظت	نانوذرهٔ اکسید آهن	نانوذرهٔ اکسید آهن پوشش‌داده‌شده با کلرامفنیکل	کلرامفنیکل	جنتامایسین
استافیلوکوکوس اورئوس	۲۵	–	۷±۰/۲۴	۱۵±۰/۸۵	۱۸±۱/۳۱
	۵۰	۸/۲۵±۰/۳	۹/۵±۰/۳۳		
	۷۵	۹±۰/۲۷	۱۰/۷۵±۰/۵۱		
	۱۰۰	۱۰/۵±۰/۲۵	۱۱/۲۵±۰/۳۵		
اشرشیاکلی	۲۵	–	–	۱۳±۰/۹۰	۱۶±۱/۲۵
	۵۰	۷±۰/۳۲	۷/۵±۰/۲۴		
	۷۵	۸±۰/۲۱	۸/۵±۰/۳۲		
	۱۰۰	۹/۵±۰/۳۸	۹/۵±۰/۱۷		

بر اساس بررسی‌ها، نانوذرات اکسید آهن و نانوذرات اکسید آهن پوشش‌داده‌شده با کلرامفنیکل، قابلیت مهار رشد باکتری‌های بررسی‌شده را داشته‌اند. بیشترین تأثیر مربوط به نانوذرات اکسید آهن پوشش‌داده‌شده با کلرامفنیکل بر روی باکتری استافیلوکوکوس اورئوس (MIC= ۰/۳۹) و کمترین تأثیر مهارکنندگی مربوط به نانوذرهٔ اکسید آهن بر روی باکتری اشرشیاکلی (MIC= 3.12) بوده است (۲۴).

جدول شمارهٔ ۲. حداقل غلظت مهارکنندهٔ رشد میکروب (MIC) در غلظت‌های مختلف نانوذرات اکسید آهن (برحسب میکروگرم/میلی‌لیتر)

نمونه / میکروارگانیسم	نانوذرهٔ اکسید آهن	نانوذرهٔ اکسید آهن پوشش‌داده‌شده با کلرامفنیکل
استافیلوکوکوس اورئوس	۱/۵۶	۰/۳۹
اشرشیاکلی	۳/۱۲	۰/۷۸

بر اساس نتایج MBC نیز مشخص شد، هم نانوذرات اکسید آهن و هم نانوذرات اکسید آهن پوشش داده‌شده با کلرامفنیکل قابلیت مهار رشد باکتری‌های بررسی‌شده را داشته‌اند. درعین‌حال، بیشترین تأثیر باکتری‌کشی مربوط به نانوذرات اکسید آهن پوشش‌داده‌شده با کلرامفنیکل بر روی باکتری استافیلوکوکوس اورئوس (MBC =۰/۷۸) و کمترین تأثیر مهارکنندگی مربوط به نانوذرهٔ اکسید آهن و بر روی باکتری اشرشیاکلی (MBC= ۱۲/۵) بوده است (۲۵).

جدول شمارهٔ ۴. حداقل غلظت کشندهٔ میکروب (MBC) در غلظت‌های مختلف نانوذرات اکسید آهن (برحسب میکروگرم/میلی‌لیتر)

نمونه / میکروارگانیسم	نانوذرهٔ اکسید آهن	نانوذرهٔ اکسید آهن پوشش‌داده‌شده با کلرامفنیکل
استافیلوکوکوس اورئوس	۶/۲۵	۰/۷۸
اشرشیاکلی	۱۲/۵	۱/۵۶

بحث و نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر، نانوذرات اکسید آهن به علت ویژگی‌های قابل‌توجه الکتریکی، شیمیایی و مغناطیسی که از خود نشان داده‌اند، مورد توجه بسیاری قرارگرفته‌اند (۲۶). اهمیت آن‌ها در دارورسانی‌های هدفمند و مصارف پزشکی، از علل بررسی‌های متعدد بر روی آن‌ها است. سنتز نانوذرات اکسید آهن به روش‌های مختلفی صورت می‌پذیرد. از میان آن‌ها، سنتز سبز به انرژی کمتر و هزینه پایین‌تری نیاز دارد، زیست‌سازگار است و کاربرد بیشتری یافته است. سنتز نانوذرات به کمک روش‌های زیستی جایگزین مناسبی نسبت برای روش‌های فیزیکی و شیمیایی است و به‌نظر می‌رسد سازگاری بیشتری با بدن دارد (۲۷). یکی از ویژگی‌های مهم نانوذرات اکسید آهن خواص آنتی‌باکتریالی آن‌ها است. این نانوذرات به علت داشتن سطح ویژهٔ بالا و اندازهٔ کوچک قادر به برهمکنش با سطح باکتری‌ها هستند و بر همین اساس، خواص ضدباکتری مناسبی از خود نشان می‌دهند (۲۸). اندازهٔ

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]

نانوذره بیانگر میزان سطح تماس نانوذرات با باکتری است؛ به این معنا که با کاهش اندازهٔ ذره نسبت مساحت سطح، تماس به حجم افزایش می‌یابد و به ازدیاد سطح تماس نانوذرات با سلول‌های باکتری منجر می‌گردد؛ درنتیجه، خواص آنتی‌باکتریال نانوذرات بهبود می‌یابد (۲۹).

در این پژوهش برای اولین بار، سنتز سبز نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن با استفاده از عصارهٔ گیاه شکرتیغال انجام شد و اثر پوشش‌دهی با آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل مطالعه گردید. نانوذرات اکسید آهن به‌طور مؤثر می‌توانند حامل ترکیبات دارویی مانند آنتی‌بیوتیک‌ها باشند. کنترل و هدایت دارو از مزایای استفاده از نانوذرات مغناطیسی در بدن است (۳۰).

نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش نشان می‌دهد، عصارهٔ گیاه شکرتیغال توانایی تولید نانوذرات اکسید آهن را دارد. حضور گروه‌های احیاکننده در عصارهٔ گیاه عامل تولید این ذرات است. در پژوهشی، خواص آنتی‌اکسیدانی عصارهٔ گیاه شکرتیغال بررسی‌شده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد، شکرتیغال منبع مناسبی از ترکیبات آنتی‌اکسیدانی است. این ویژگی عاملی برای احیای نمک فلزات و تولید نانوذرات است (۳۱). بر اساس مطالعات صورت گرفته مشخص‌شده است که گیاهان گزینه مناسب‌تری برای سنتز نانوذرات در مقایسه با سایر میکروارگانیسم‌ها هستند (۳۲). آسان بودن روش انتخابی، تولید سریع نانوذرات، دسترسی به مواد اولیهٔ گیاهی، استفاده نکردن از مواد شیمیایی خطرناک در این روش به کمک گیاه شکرتیغال امکان‌پذیر شده است.

در پژوهش اخیر، ظاهر شدن رنگ قرمز مایل به قهوه‌ای، اولین نشانه از احیای یون فلزی و سنتز نانوذرات اکسید آهن است. تغییر رنگ و تشکیل رسوب نانوذرات در مدت‌زمان کوتاهی انجام شد که نشانگر ساده و کارآمد بودن روش انتخابی است. نتایج طیف‌سنجی مرئی- ماوراءبنفش پیک جذبی در ۲۰۰ نانومتر را نشان می‌دهد. حضور پیک جذبی در محدودهٔ ۲۰۰-۳۰۰ نانومتر تأییدی بر سنتز نانوذرات اکسید آهن است. نتایج به‌دست‌آمده از طیف‌سنجی مرئی- ماوراءبنفش نانوذرات اکسید آهن سنتزشده به کمک ضایعات گیاه چای، با پیک جذبی مشاهده‌شده در این پژوهش مطابقت دارد (۳۳).

تعیین گروه‌های عاملی عوامل احیاکنندهٔ یون‌های فلزی از مقایسهٔ طیف FTIR عصاره و نانوذرات و تغییر پیک‌های ایجادشده انجام گردید. باند cm^{-1} ۳۴۶۴ تأییدی بر حضور گروه هیدروکسیل ترکیبات فنلی موجود در عصارهٔ گیاه است که می‌تواند از عوامل فعال پایدارکنندهٔ نانوذرات اکسید آهن باشد. بر اساس مطالعات انجام‌شده به نظر می‌رسد ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، آنتوسیانین‌ها، پروتئین‌ها و کربوهیدرات‌های موجود در عصارهٔ گیاهان، نقش مهمی در تولید نانوذرات دارند (۳۴).

ارتعاشات کششی Fe –O در طیف FTIR به‌دست‌آمده از نانوذرات سنتزشده در محدودهٔ cm^{-1} ۴۵۰ و cm^{-1} ۵۵۸ قابل‌رؤیت است که تأیید دیگری بر تولید نانوذرات است.

اندازه، شکل و خواص سطحی نانوذرات بر عملکرد آن‌ها تأثیر مهمی دارد. بر اساس همین، در این مطالعه، نانوذرات سنتزشده به‌وسیلهٔ تکنیک‌های XRD و پارتیکل سایز برای تعیین اندازه و فاز کریستالی نیز بررسی شدند. تجزیه‌وتحلیل طیف XRD نشان داد نانوذرات تولیدشده، بلوری و مکعبی شکل هستند. نتایج به‌دست‌آمده با یافته‌های مطالعات پیشین هم‌خوانی دارد (۳۵). متوسط اندازهٔ ذرات که به کمک پارتیکل سایز مشخص‌شده است، ۲۶ نانومتر محاسبه شد. این اندازه می‌تواند بستر مناسبی برای پوشش‌دهی و استفاده در کاربردهای پزشکی باشد. نانوذرات بارگذاری‌شده با اندازهٔ کمتر از ۵۰ نانومتر می‌توانند به‌راحتی وارد بیشتر سلول‌ها شوند و از طریق رگ‌های خونی در بدن گردش کنند (۱۰).

نسبت فراوان سطح به حجم در نانوذرات، آن‌ها را برای اتصال به مولکول‌های دارویی مناسب می‌کند. سامانه‌های انتقال دارو به کمک نانوذرات مغناطیسی، توانایی به حداقل رساندن عوارض جانبی و غلظت موردنیاز داروها و همچنین کاهش آسیب به بافت‌های طبیعی را دارند. بدین منظور، پوشش‌دهی نانوذرات توسط داروی کلرآمفنیکل انجام شد. از فن‌های طیف‌سنجی IR و TEM، برای تأیید پوشش‌دهی بر

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]

روی نانوذرات استفاده گردید. با استفاده از تصاویر TEM پوشش‌دهی نانوذرات اکسید آهن به کمک داروی کلرامفنیکل قابل‌اثبات است. ماهیت و اندازهٔ نانوذرات سنتزشده تأثیر بسیاری در کارایی آن‌ها دارد. در مطالعهٔ انجام‌شده در سال ۲۰۱۷، بارگذاری داروی جنتامایسین بر روی نانوذرات اکسید آهن انجام‌شده بود که با نتایج پژوهش ما هم‌خوانی دارد (۳۶).

در این تحقیق، به‌منظور بررسی کارایی نانوذرات حامل دارو، خواص آنتی‌باکتریالی نانوذرات پوشش‌دهی‌شده با آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل با نانوذرات بدون پوشش مقایسه گردید. نتایج پژوهش بالا بیانگر آن بود که نانوذرات سنتزشدهٔ اکسید آهن به روش سبز با متوسط اندازهٔ ۲۶ نانومتر، خاصیت ضدمیکروبی نسبتاً چشمگیری دارند، ضمن آنکه تأثیر مهارکنندگی و کشندگی نانوذرات بالا بر باکتری‌های گرم مثبت استافیلوکوکوس اورئوس بیشتر از باکتری‌های گرم منفی اشرشیاکلی گزارش شد. اجزای دیوارهٔ سلولی باکتری‌های گرم منفی و گرم مثبت سازوکارهای متفاوتی در جذب نانوذرات دارند (۳۷). این نتایج با مطالعات سانتوشی و همکاران مطابقت دارد. نانوذرات اکسید آهن سنتزشده با کمک عصارهٔ گیاه در تحقیق آن‌ها، فعالیت ضدباکتری نیرومندی در برابر باکتری‌های گرم مثبت از خود نشان دادند (۳۸). یکی از مهم‌ترین مزیت‌های سنتز انجام‌شده در مطالعهٔ ما، تولید نانوذرات با ابعاد مناسب و یکنواخت به‌منظور بارگذاری مناسب دارو است. بر اساس نتایج MBC نیز، نانوذرات اکسید آهن و نانوذرات اکسید آهن پوشش داده‌شده با کلرامفنیکل، توانایی مهار رشد باکتری‌های مطالعه‌شده را داشتند. بیشترین تأثیر باکتری‌کشی به نانوذرات اکسید آهن پوشش‌داده‌شده با کلرامفنیکل به باکتری های استافیلوکوکوس اورئوس تعلق داشت. نانوذرات اکسید آهن بدون پوشش، کمترین تأثیر مهارکنندگی بر روی باکتری اشرشیاکلی را نشان دادند؛ همچنین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش، پوشش‌دهی نانوذرات اکسید آهن با آنتی‌بیوتیک کلرامفنیکل سبب افزایش خاصیت ضدمیکروبی نانوذرات شد که تأییدی بر مناسب بودن روش بارگذاری است. با توجه به افزایش خاصیت آنتی‌باکتریالی نانوذرات پوشش‌دهی‌شده با کلرآمفنیکل می‌توان از آن در دارورسانی‌های هدفمند استفاده کرد. از سویی، با توجه به افزایش مقاومت به آنتی‌بیوتیک‌های مختلف در اثر مصرف روزافزون آن‌ها، ایجاد سامانه‌های قابل‌کنترل و سازگار با بدن که خواص ضدباکتری بالاتری از خود بروز می‌دهند، اهمیت بیشتری پیداکرده است؛ درنتیجه، نانوذرات سنتزشده می‌توانند بستر مناسبی برای ترکیبات دارویی ازجمله داروی کلرامفنیکل باشند. مطالعات آینده می‌تواند شامل تجزیه‌وتحلیل میزان سمیت نانوذرات پوشش‌دهی‌شده باشد؛ همچنین میزان تخریب DNA و RNA سلولی در معرض نانوذرات می‌بایست بررسی گردد.

References

1. Predoi D, Crisan O, Jitianu A, Valsangiacom MC, Raileanu M, Crisan M, et al. Iron oxide in a silica matrix prepared by the sol gel method. Thin Sol Film 2007; 515: 6319-23. doi. 10.1016/j.tsf.2006.11.148
2. Panyam J, Labhasetwar V. Biodegradable nanoparticles for drug and gene delivery to cells and tissue. Adv Drug Del Rev2012; 64:61-71. doi. 10.1016/S0169-409X(02)00228-4
3. Veiseh O, Gunn JW, Zhang M. Design and fabrication of magnetic nanoparticles for targeted drug delivery and imaging. Adv Drug Del Rev 2010; 62: 284-304. doi. 10.1016/j.addr.2009.11.002
4. Manuel A, Rodrigo FP, Ricardo Ibarra M, Jesus S. Magnetic nanoparticles for drug delivery. Nanotoday 2007; 2: 22-32. doi.10.1016/S1748-0132(07)70084-1
5. Baniasadi M, Tajabadi M, Nourbakhsh M, Kamali M. Synthesis and characterization of core-shell nanostructure containing super paramagnetic magnetite and PAMAM. Dendrimers 2014; 8: 51-63.
6. Rajendran SP, Sengodan K. Synthesis and characterization of zinc oxide and iron oxide nanoparticles using Sesbania

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]

[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]

grandiflora leaf extract as reducing agent. J Nanosci 2017; 2017: 1-7. doi. 10.1155/2017/8348507

7. Sivakumar D, Mohamed Rafi M, Sathyaseelan B, Prem Nazeer K, Ayisha Begam A. Synthesis and characterization of superparamagnetic Iron Oxide nanoparticles stabilized by glucose and fructose and sucrose. Int J Nano Dim 2017; 8: 257-64.
8. Wei Y, Han B, Hu X, Lin Y, Wang X, Deng X. Synthesis of Fe_3O_4 Nanoparticles and their Magnetic Properties. Procedia Engineering 2012; 27: 632-637. doi. 10.1016/j.proeng.2011.12.498
9. Ozturk Atay N, Akgol S, Arısoy M, Denizli A. Reversible adsorption of lipase on novel hydrophobic nanospheres. Sep Purif Technol 2007; 58: 83-90. doi. 10.1016/j.seppur.2007.07.037
10. Palanikumar L, Ramasamy S, Hariharan G, Balachandran C. Influence of particle size of nano zinc oxide on the controlled delivery of Amoxicillin. Appl Nanosci 2013; 3 441-51.
11. Saqib S, Munis MFH, Zaman W, Ullah F, Shah SN, Ayaz A, et al. Synthesis characterization and use of iron oxide nano particles for antibacterial activity. Microsc Res Tech 2019; 82:415-20. doi.10.1002/jemt.23182
12. Anupam R, Onur B, Sudip S, Amit Kumar M, Yilmaz MD. Green synthesis of silver nanoparticles: biomolecule nanoparticle organizations targeting antimicrobial activity. Rsc Adv2019; 9: 2673-2702. doi. 10.1039/C8RA08982E
13. Karpagavinayagam P, Vedhi C. Green synthesis of iron oxide nanoparticles using Avicennia marina flower extract. Vacuum 2019; 160: 286-92. doi. 10.1016/j.vacuum.2018.11.043
14. Ruparelia JP, Chatterjee AK, Duttagupta SP, Mukherji S. Strain specificity in antimicrobial activity of silver and copper nanoparticles. Acta Biomate 2008; 4:707-16. doi. 10.1016/j.actbio.2007.11.006
15. Sepehri Z, Hassanshahian M, Shahi Z, Nasiri A, Baigi S. Antibacterial Effect of Ethanol Extract of Camellia Sinensis L Against Escherichia Coli. Asian Pac J Microbiol Res2014; 2:6-8.
16. Sarker SD, Nahar L, Kumarasamy Y. Microtitre plate based antibacterial assay incorporating resazurin as an indicator of cell growth, and its application in the in vitro antibacterial screening of phytochemicals. Methods 2007; 42: 321-324. doi. 10.1016/j.ymeth.2007.01.006
17. Qasim Sh, Zafar A, Saqib Saif M, Zeeshan A,Nazar M, Waqas M, et al. Green synthesis of iron oxide nanorods using Withania coagulans extract improved photocatalytic degradation and antimicrobial activity. J Photochem Photobiol Biol2020; 204: 111784. doi. 10.1016 /j.jphotobiol .2020.111784
18. Yuvakkumar R, Hong SI. Green synthesis of spinel magnetite iron oxide nanoparticles. Adv Mate Res 2014; 1051: 39-42. doi.10.4028/www.scientific.net/AMR.1051.39
19. Yulizar Y, Ariyanta HA, Abduracman L. Green synthesis of gold nanoparticles using aqueous garlic Allium sativum L. extract and its interaction study with melamine. Bull Chem Reac Eng Catal 2017; 12: 212-218. doi.10.9767/bcrec.12.2.770.212-218
20. Abdullah JAA, Salah Eddine L, Abderrhmane B, Alonsogonzalez M, Guerrero A, Romero A. Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles by pheonix dactylifera leaf extract and evaluation of their antioxidant activity. Sus Chem Pharm 2020; 17:100280. doi.10.1016/j.scp.2020.100280
21. Sivakumar D, Mohamedrafi M, Sathyaseelan B, Premnazeer KM, Meeranayisha BA. Synthesis and characterization of superparamagnetic iron oxide nanoparticles stabilized by Glucose and fructose and sucrose. Int J Nano Dim 2017; 8: 257-64.
22. Viju Kumar VG, Ananthu AP. Green synthesis and characterization of iron oxide nanoparticles using phyllanthus niruri extract. Orien J Chem 2018; 34: 2583-9. doi. 10.13005 /ojc/34054
23. Palanikumar L, Ramasamy S, Hariharan G, Balachandran C. Influence of particle

size of nano zinc oxide on the controlled delivery of Amoxicillin. Appl Nanosci2013; 3:441-51.
24. Djeussi DE, Noumedem JAK, Seukep JA, Fankam AG, Voukeng IK, Tankeo SB, et al. Antibacterial activities of selected edible plants extracts against multidrug resistant Gram-negative bacteria. BMC Comple Alt Med 2013; 13:164.
25. Leisha MA, Stephen JW, Michael K, Yekaterina IB, Antonio CR, Nathan JW, et al. Antibacterial activity of iron oxide, iron nitride, and tobramycin conjugated nanoparticles against Pseudomonas aeruginosa biofilms. J Nanobiotechnol 2020; 18: 35.
26. Buazar F, Baghlaninejazd MH, Badri M, Kashisaz M, Khaledinasab A, Kroshawi F. Facile one pot phytosynthesis of magnetic nanoparticles using potato extract and their catalytic activity. Starch 2016; 68:1-9. doi.10.1002/star.201500347
27. Castillohenriquez L, Alfaroaguilar K, Ugaldealvarez J, Vegafernandez L, Montes G, Baudrit JR. Green synthesis of gold and silver nanoparticles from plant extracts and their possible applications as antimicrobial agents in the agricultural area. Nanomaterials 2020; 10: 1763. doi.10.3390/nano10091763
28. Charbgoo F, Ahmad MB, Darroudi M. Cerium oxide nanoparticles: green synthesis and biological applications. Int J Nanomed 2017; 12: 1401-13. doi.10.2147/IJN.S124855
29. Pal S, Tak YK, Song JM. Does the antibacterial activity of silver nanoparticles depend on the shape of the nanoparticle? Appl Environmental Microbiol 2007; 6: 1712-20. doi. 10.1128/AEM.02218-06
30. Gao Z, Zhang L, Sun Y. Nanotechnology applied to overcome tumor drug resistance. J Cont Rel 2012; 162: 45-55. doi.10.1016/j.jconrel.2012.05.051
31. Mohseni Sh, Mohamadi Sani A, Tavakoli M, Raoufi AM. Effect of extraction conditions on antioxidant activities of Echinops persicus. J Ess Oil Bear Plant 2017; 20:1633-44. doi.10.1080/0972060X.2017.1399088
32. Iavani S. Green synthesis of metal nanoparticles using plants. Green Chem 2011;13: 2638-50. doi.10.1039/C1GC15386B
33. Azizi A. Green synthesis of Fe3O4 nanoparticles and its application in preparation of Fe_3O_4/cellulose magnetic nanocomposit: a suitable proposal for drug delivery systems. J Inorg Org Polyme Mate 2020; 30: 3552-61. doi.10.1007/s10904-020-01500-1
34. Firoozi S, Jamzad M, Yari M. Biologically synthesized silver nanoparticles by aqueous extract of Satureja intermedia and the evaluation of total phenolic and flavonoid contents and antioxidant activity. J Nanostruc Chem 2016; 6: 357-64. doi.10.1007/s40097-016-0207-0
35. Sulaiman MG, Tawfeeq AT, Naji AS. Biosynthesis, characterization of magnetic ironoxide nanoparticles and evaluations of thecytotoxicity and DNA damage of human breastcarcinoma cell lines. Art Cell Nanomed Biotechnol 2017; 46:1215-1229. doi. 10.1080/21691401.2017.1366335
36. Bhattacharya P, Neogi S. Gentamicin coated iron oxide nanoparticles as novel antibacterial agents. Mate Res Exp 2017; 4:095005.
37. Gabrielyan L, Trchounian A. Antibacterial activities of transient metals nanoparticles and membranous mechanisms of action. World J Microbiol Biotechnol 2019; 35:162. doi. 10.1007/s11274-019-2742-6
38. Santoshi V, Banu AS, Kurian GA. Synthesis, characterization and biological evaluation of iron oxide nanoparticles prepared by Desmodium gangeticum root aqueous extract. Int J Pharm Pharmaceut Sci 2015; 7:75-80.

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]

Evaluation of Antibacterial Properties of Magnetic Iron Oxide Nanoparticles Synthesized using Echinops Persicus Extract Coated with Chloramphenicol

*Ahmadieh R[1], Mohseni S[1]**

(Received: August 04, 2020 Accepted: May 29, 2021)

Abstract

Introduction: The use of plants is one of the most effective methods for the synthesis of nanoparticles based on green chemistry. The magnetic properties of nanoparticles let the attached drugs conduct by a magnetic field in the body. This study aimed to use the magnetic iron oxide nanoparticles synthesized via green chemistry as a carrier for the chloramphenicol drug delivery system.

Materials & Methods: Extraction of Echinops Persicus was performed at 60°C by water solvent. Iron oxide nanoparticles were synthesized using plant extract as a reducing agent. The synthesized iron oxide nanoparticles were characterized by ultraviolet-visible spectroscopy (UV-Vis), X-ray diffraction (XRD), particle size analyzer (PSA), and fourier-transform infrared spectroscopy (FT-IR). The antibacterial activity of coated nanoparticles was also investigated in this study.

Findings: The results of the XRD showed the cubic shape of iron oxide nanoparticles. The mean size of the nanoparticles was determined to be in the range of 16-56 nm. The coating of chloramphenicol on iron oxide nanoparticles was confirmed by transmission electron microscopy (TEM). Moreover, FT-IR confirmed the functionalization of Fe_3O_4 nanoparticles with chloramphenicol. The magnetic iron oxide nanoparticles coated with chloramphenicol showed good antibacterial activity against infectious Gram-positive and Gram-negative bacteria. The highest antimicrobial activity and the diameter of the growth inhibition zone of Staphylococcus aureus (11.25±0.35) and Escherichia coli (9.5±0.17) were determined at a concentration of 100 µg/ml.

Discussions & Conclusions: According to the results of this study, the coating of Iron oxide nanoparticles with chloramphenicol antibiotics increased the antimicrobial properties of nanoparticles and confirmed the appropriateness of the loading method of chloramphenicol antibiotics.

Keywords: Antibacterial, Chloramphenicol, Echinops echinatus plant, Green synthesis, Iron oxide nanoparticles

1.Dept of Applied Chemistry, Quchan Branch, Islamic Azad University, Quchan, Iran
**Corresponding author Email: sh_mohseni2003@yahoo.com*

[Downloaded from sjimu.medilam.ac.ir on 2026-11-07]
[DOR: 20.1001.1.15634728.1400.29.3.5.1]
[DOI: 10.52547/sjimu.29.3.59]