



## سنتر نانو ذرات آهن با استفاده از عصاره آبی بذر گیاه دارویی زنیان *Trachyspermum copticum L.* و مطالعه خواص آنتی اکسیدانی آن

حجت اقبال\*

گروه فیتوشیمی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

Email: hojat.eg@gmail.com

نیما محمدنژاد خیایوی

گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران

مهدی احمدی سابق

گروه شیمی آلی، واحد اهر، دانشگاه آزاد اسلامی، اهر، ایران

مصطفی جهانی جلودارلو

گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه پیام‌نور تهران شرق، تهران، ایران

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰

بازنگری: ۱۴۰۱/۰۷/۳۰

دریافت: ۱۴۰۱/۰۶/۱۴

### چکیده

با توجه به اهمیت گیاهان دارویی و عدم وجود مطالعات کافی در رابطه با روش‌های معمول سنتر نانو ذرات، نقایصی مانند ساختن ساختار ضعیف، نرخ تولید کم، هزینه تولید بالا و نیاز به انرژی زیاد دارد. از این رو، امروزه گرایش به استفاده از منابع گیاهی به عنوان یکی از مناسب‌ترین روش‌های سنتر نانو ذرات مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. زنیان یکی از گیاهان دارویی بسیار مهم در ایران و جهان است که پتانسیل سنتر نانو ذرات از عصاره‌های بذر یا اندام هوایی آن وجود دارد. لذا در این مطالعه امکان سنتر نانو ذرات آهن صفر با استفاده از عصاره‌های بذر گیاه دارویی زنیان مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه از عصاره بذر گیاه دارویی زنیان جهت سنتر سبز نانو ذرات آهن استفاده شد. خصوصیات آنتی اکسیدانی و میزان کل ترکیبات فنولی عصاره بذر و عصاره حاوی ذرات نانو آهن تعیین شد. بررسی ساختاری نانو ذرات آهن با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی انجام گردید. با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان گفت که تشکیل نانو ذرات آهن با تغییر رنگ محلول از زرد به قهوه‌ای مورد تایید قرار گرفت و هم در عصاره حاوی بذر و هم در عصاره حاوی نانو ذرات آهن خصوصیات آنتی اکسیدانی مشاهده گردید و اضافه کردن نانو ذرات آهن سبب افزایش خصوصیات آنتی اکسیدانی گیاه دارویی زنیان شد. بررسی ساختاری نانو ذرات آهن با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی نیز نشان داد که شکل ذرات کروی و ابعاد آن ۲۰۰ نانومتر می‌باشد. نتایج حاصل از این آزمایشات نشان داد که می‌توان از عصاره بذر گیاه دارویی زنیان برای سنتر نانو آهن صفر ظرفیتی استفاده کرد و افزایش نانو ذرات آهن صفر باعث افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی آن می‌شود.

**کلیدواژه:** گیاهان دارویی، زنیان، عصاره آبی، آنتی اکسیدانی، نانو ذرات.

## مقدمه

تمایل به تهیه موادی با ابعاد نانومتری و استفاده از آن با توجه به خصوصیات صنعتی جالب این مواد، روز به روز در حال افزایش است. اما نانوذرات حاصل از روش‌های شیمیایی که امروزه به کار برده می‌شود به دلیل استفاده از مواد خطرناک، سمی بودن و آسیب‌های زیست‌محیطی حاصل از آن‌ها، باقی ماندن مقداری از واکنشگرهای سمی [۱]، عدم امکان استفاده از آن‌ها در مطالعات زیستی و پزشکی، هزینه‌های زیاد تهیه و نگهداری آن‌ها سبب گرایش به سنتز این مواد از سایر روش‌ها شده است [۲].

بدین منظور انواع گوناگونی از سامان‌های زیستی مورد استفاده قرار می‌گیرند. طیف گسترده‌ای از منابع بیولوژیکی مانند میکروارگانیسم‌ها (باکتری‌ها، مخمرها، قارچ‌ها، جلبک‌ها و ویروس‌ها) و گیاهان می‌توانند برای سنتز نانوذرات استفاده شوند [۳]. گیاهان و محصولات کشاورزی به عنوان منابع تجدید پذیر ارزان در جهت تهیه نانو مواد زیستی مورد توجه خاصی قرار گرفته‌اند [۴]. گیاهان به دلیل دارا بودن ترکیبات ثانویه‌ای چون ترکیبات فنولی، فلاونوئیدی و ... کارخانه‌ای بالقوه جهت انجام واکنش‌های کاهش شیمیایی هستند.

به اصطلاح دارای خاصیت احیاکنندگی یا آنتی‌اکسیدانی می‌باشند [۵]. یکی از این گیاهان که بومی ایران نیز می‌باشد و به صورت گسترده در طب سنتی از آن استفاده می‌شود گیاه زنیان است. زنیان دارای حدود ۱۰٪ روغن، کمی مواد قندی و موسیلاژ و حدود ۸٪ اسانس می‌باشد. روغن زنیان دارای ۷٪ اسید پالمیتیک، ۱۸٪ اسید اولئیک، ۱۲٪ اسید لینوئیک و ۴۵٪ اسید پتروسلینیک می‌باشد [۶].

در میان نانو ذرات فلزی مختلف که کاربردهای مغناطیسی، پژوهش و محیط زیستی برای آن گزارش شده است نانوذرات آهن صفر می‌باشد که استفاده از آن‌ها به طور گسترده‌ای در حال افزایش است. در سال‌های اخیر، این نانو ذرات با توجه به دارا بودن خواص مغناطیسی عالی نسبت به نانو ذرات مشابه بر پایه اکسید آهن، کاربردهای برجسته‌ای را

با موفقیت نشان داده است. سمیت نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی کم‌تر از سمیت مشاهده شده ناشی از سایر نانو ذرات می‌باشد. هم‌چنین این نانو ذرات به دلیل سطوح بسیار واکنش پذیرشان، پتانسیل قابل توجهی برای عامل دار شدن دارا می‌باشند که این ویژگی می‌تواند عامل دار کردن هدفمند این نانو ذرات مغناطیسی را تسهیل کند و برای برنامه‌های کاربردی در زمینه‌های گوناگون بسیار امیدوارکننده باشد [۷]. در میان روش‌های مختلف سنتز نانوذرات آهن سنتز آن‌ها با استفاده از ترکیبات پلی فنولیک حاصل از عصاره‌های گیاهی مورد توجه محققان قرار گرفته است. از گیاهان مختلفی مانند نعنای [۵] جلبک دریایی [۶] چربش [۹]، چای ترش [۱۰] برای سنتز نانو ذرات آهن استفاده شد است. ماچادو و همکاران (۲۰۱۳) نیز استفاده از ۲۵ گیاه را برای سنتز نانوذرات آهن بررسی و امکان استفاده از آن‌ها را در سنتز نانو ذرات آهن گزارش کرد [۱۱].

علاوه بر استفاده از گیاهان برای سنتز نانو ذرات آهن، محقق امکان سنتز سایر ذرات نانویی را نیز مورد بررسی قرار داده‌اند. تولید نانو ذره طلا سازگار با محیط‌زیست، بدون استفاده از مواد شیمیایی نامناسب و خطرناک توسط عصاره آویشن شیرازی نیز توسط [۱۲] گزارش شده است.

در سایر گیاهان دارویی مانند زیره سبز [۱۳]، زعفران [۱۴] نیز امکان سنتز نانو ذرات مختلف مورد بررسی و تأیید قرار گرفته است. چاندران و همکاران در سال ۲۰۰۶ از عصاره آلوئه‌ورا برای تولید نانوذرات نقره و طلا استفاده کرده و خصوصیات آن‌ها را توسط روش‌های دستگاهی مختلف مورد بررسی قرار دادند [۱۵]. شنی و همکاران از نانو ذرات نقره تهیه شده با استفاده از عصاره گیاه *Mocccidental Anacardiu* برای تبدیل پاررانیتروفنل به پارآمینوفنل در دمای محیط استفاده کردند [۱۶].

گروه تحقیقاتی دیگری نانوذرات طلا را از عصاره ریشه گیاه *Morindacitrifolia* گزارش کردند. مشخصه سنتز نانوذرات یک پیک در ۵۴۰ نانومتر بود که توسط دستگاه اسپکتروسکوپی UV-vis ثبت شد [۱۷].

### - تهیه نانوذرات آهن

برای سنتز نانو ذرات آهن صفر ظرفیتی از روش طاووسی و همکاران [۵] استفاده شد. "برای تهیه محلول ۰/۰۰۱ مولار نمک آهن  $0.135 \text{ FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  گرم از نمک مذکور با ترازو وزن شده و در بالن ۵۰ میلی لیتری با حلال آب مقطر به حجم رسانده شد. واکنش نمک آهن و عصاره با نسبت حجمی ۱:۵ در شرایط حمام آب با دمای ۴۶ درجه سانتی گراد به مدت ۸۷ دقیقه و در دور همزن ثابت انجام شد. در همان ابتدای واکنش رنگ محلول نمک از زرد به قهوه ای تیره تغییر پیدا کرد. این تغییرات رنگی محلول اولین نشانه قابل مشاهده شکل گیری ذرات نانو است.

محلول نهایی پس از پایان زمان واکنش با دور ۶۰۰۰ هزار و به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شده و پس از صاف کردن محلول رویی، رسوبات نهایی ابتدا با آب یون زدایی شده و سپس با اتانول شستشو داده شد. رسوبات زیر هود و تحت دمای آزمایشگاه و به دور از هرگونه حرارت به مدت ۴۸ ساعت خشک گردید.

- بررسی قدرت آنتی اکسیدانی گیاه به روش به دام

انداختن رادیکال (DPPH)

قدرت آنتی اکسیدانی عصاره های موجود، با تغییر رنگ ارغوانی محلول آبی دی فنیل پیکریل هیدرازیل به رنگ زرد مشخص می گردد. در ابتدا از عصاره محلول آبی با غلظت ۲۰۰، ۱۵۰، ۱۰۰، ۵۰ ppm تهیه شد و سپس ۲ میلی لیتر از عصاره ها با ۲ mL محلول ۰/۱ mM DPPH اضافه گردید. محلول در شرایط دمایی اتاق و بدون نور با سرعت کم هم زده شد و بعد از گذشت ۹۰ دقیقه جذب محلول ها در طول موج ۵۱۷ نانومتر اندازه گیری و درصد بازدارندگی بر اساس فرمول زیر محاسبه شد.

$$IP\% = (A_{\text{blank}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{blank}} (100)$$

با توجه به اینکه ایران از نظر شاخص های مزیت نسبی آشکار شده و مزیت نسبی آشکار شده متقارن در صادرات رازیانه به ترتیب مقام هفتم و ششم را داراست (۱۸) و در بسیاری از مناطق ایران هم به صورت خودرو می روید و هم امروز زراعت این محصول در کشور رایج شده است. علاوه بر امکان صادرات آن می توان از بذور این گیاه در جهت سنتز نانو ذرات استفاده کرد و با توجه به گسترش استفاده از نانوذرات آهن صفر در صنایع پزشکی و محیط زیست، در این بررسی امکان سنتز سبز نانو ذره آهن صفر با استفاده از عصاره بذر مورد بررسی قرار گرفت.

### مواد و روش ها

- مواد شیمیایی

کلیه مواد استفاده شده در این پروژه با خلوص تجزیه ای می باشد. ۱ و ۱-دی فنیل-۲-پیکریل-هیدرازیل، هیدرو کلریدریک اسید، سدیم هیدروکسید، نترات نقره، معرف فولین، سدیم کربنات و کلرید آهن همگی از شرکت مرک آلمان تهیه شدند.

- تهیه اندام گیاهی

در این بررسی از بذور زنیان که عمر انبارداری آن ها ۱ سال بود استفاده گردید. بذور از مزرعه شرکت تولید گیاهان دارویی فاقد سابقه استفاده از علف کش و حشره کش تهیه شد. عصاره گیری به روش پرکولاسیون با حلال آب مقطر و با نسبت ۱ به ۱۰ گیاه به حلال انجام گرفت. به این منظور ۱۰۰ گرم از پودر خشک شده به درون بشر حاوی ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر منتقل گردید.

در این زمان به مدت یک ساعت توسط استیرر هم زده شده و هم زمان از انرژی امواج فراصوت (فرکانس 30 kHz) استفاده گردید. در نهایت محلول حاصله که عصاره آبی زنیان می باشد توسط کاغذ صافی واتمن صاف و برای مراحل بعدی در یخچال نگهداری شد.

مقادیر فنلیک کل در نمونه‌های عصاره با استفاده از منحنی استاندارد برحسب میلی گرم گالیک اسید در گرم عصاره بیان شد.

با مشخص شدن معادله خط حاصل از نمودار استاندارد گالیک اسید، مقدار فنول کل نمونه‌های مورد نظر تعیین شد. نتایج آزمون ترکیبات فنلی کل برحسب گالیک اسید برای عصاره و محلول نانوذرات آهن با غلظت ۱۰۰۰ ppm اندازه-گیری شد؛ و جذب آن در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد.

- تأیید تولید نانوذرات آهن صفر

بررسی ساختاری نانو ذرات آهن با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی یکی از روش‌های ویژگی یابی نانو ذرات فلزی، استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی است که به کمک آن می‌توان شکل و اندازه نانو ذرات سنتز شده را مشخص کرد.

تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی بدست آمده از نانو ذرات آهن نشان از سنتز نانو مواد کروی می‌باشد. این روش فقط شکل و اندازه نانو ذرات را ارائه می‌دهد. در این آزمایش از میکروسکوپ الکترونی روبشی آزمایشگاه شیمی دانشگاه تبریز استفاده شد.

### یافته‌ها و بحث

تغییر رنگ محلول از زردرنگ به قهوه‌ای که نشان دهنده تشکیل نانوذرات آهن است در آزمایش مشاهده شد. pH عصاره قبل از شروع آزمایش ۵/۳ بود که در شروع آزمایش به شدت کاهش پیدا کرد و به ۲/۲ رسید و در ادامه مجدداً افزایش pH مشاهده شد و به ۴/۵ رسید.

- ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و میزان ترکیبات فنولی موجود در عصاره

جدول ۱ IC<sub>50</sub> عصاره آبی و عصاره حاوی نانو ذرات آهن را نشان می‌دهد همان‌طور که در جدول دیده می‌شود غلظت بازداری ۵۰ درصد برای عصاره آبی محلول ۷۰/۱ ppm IC<sub>50</sub> = برای عصاره آبی حاوی ذرات نانو ۶۴/۳۵ ppm IC<sub>50</sub> = به دست آمد که بیانگر این مطلب است که اگرچه در عصاره زنیان خواص آنتی‌اکسیدانی وجود دارد اما افزودن نانو ذرات

IP: درصد بازداری آنتی‌اکسیدان‌ها در برابر رادیکال‌های آزاد.

A<sub>blank</sub>: جذب شاهد (که حاوی ۲ ml از آب در ۲ ml از محلول DPPH می‌باشد).

A<sub>sample</sub>: جذب نمونه

در مرحله بعد، غلظت عصاره‌ای که بازداری ۵۰ درصد در برابر رادیکال‌ها را فراهم می‌کند، از نمودار رسم شده بر اساس بازدارندگی عصاره برحسب غلظت عصاره محاسبه می‌گردد.

IC<sub>50</sub>: غلظتی از آنتی‌اکسیدان می‌باشد که در آن قدرت بازداری عصاره‌ها ۵۰ درصد است.

روش به دست آوردن IC<sub>50</sub>: برای به دست آوردن IC<sub>50</sub>، ابتدا منحنی کالیبراسیونی قدرت بازداری بر حسب غلظت رسم شد و معادله خط نمودار به دست آمد. سپس در محور Y، ۵۰ قرار داده شد تا مقدار IC<sub>50</sub> از روی محور به دست آید. برای هر غلظت در این مطالعه ۳ تکرار در نظر گرفته شد.

- محتوی فنول کل (TPC: Total Phenolic content) سنجش فنول کل با استفاده از روش ماتا و گای ۱۹۶۹ استفاده شد و از گالیک اسید به عنوان استاندارد انجام شد.

- رسم منحنی استاندارد برای فنول کل

مقادیر ترکیبات فنلی کل در نمونه‌های عصاره‌های گیاهی توسط روش فولین سیوکالتیو اندازه‌گیری شد. بر طبق این روش، در لوله آزمایش به ۰/۵ میلی‌لیتر عصاره‌ها با غلظت ۱۰۰۰ ppm و همچنین محلول‌های استاندارد گالیک اسید (۵ ppm، ۱۰، ۲۰، ۴۰، ۸۰ با سه تکرار) مقدار نیم میلی‌لیتر معرف فولین سیوکالتیو (رقیق شده با آب مقطر به نسبت ۱ به ۱۰) و نیز ۱/۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط شده و به شدت هم زده و بعد از ۵ دقیقه مقدار ۱ میلی‌لیتر کربنات سدیم ۵٪ اضافه و مخلوط شد. بعد از ۲ ساعت نگهداری در تاریکی و در دمای محیط آزمایشگاه، جذب نوری آن توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۰ نانومتر قرائت شد.

افزودن نانوذرات آهن در محلول سبب افزایش مقدار ترکیبات فنلی کل آن می‌شود. رابطه مستقیمی بین میزان ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد.

آهن در محلول سبب افزایش خواص آنتی‌اکسیدانی آن می‌شود.

نتایج آزمون ترکیبات فنلی کل بر حسب گالیک اسید برای عصاره و محلول نانوذرات آهن در جدول ۱ نشان می‌دهد که

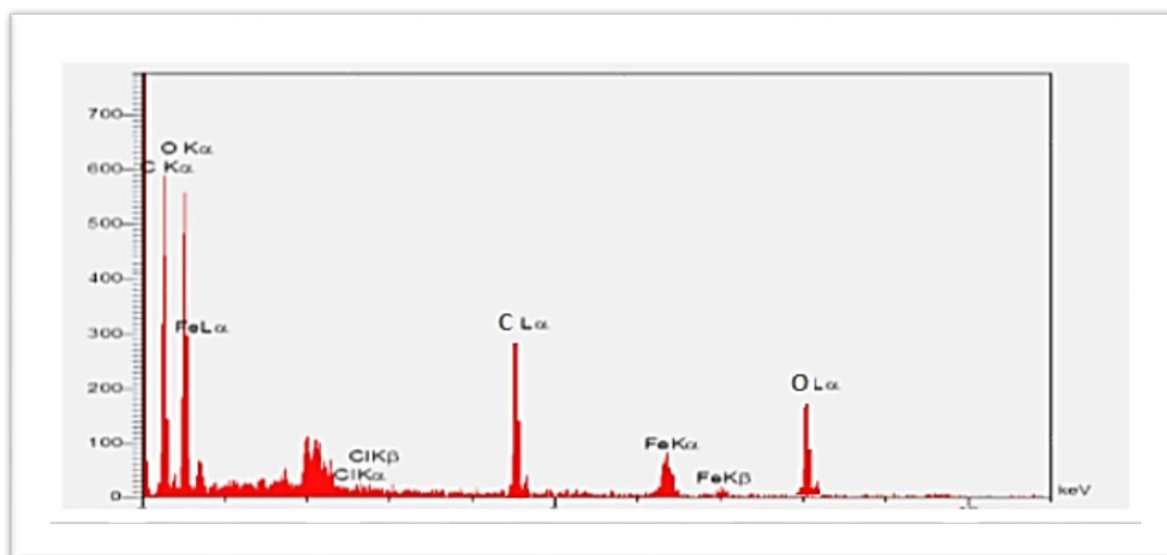
جدول ۱- مقادیر IC50 و میزان ترکیبات فنولی موجود در عصاره آبی و عصاره حاوی نانو ذرات آهن حاوی عصاره زنیان

میزان ترکیبات فنولی mg GA/g	IC50 (ppm)	
۵۴/۷±۳/۲	۶۸/۱±۱/۱	عصاره آبی
۳۱/۳±۳/۲	۶۲/۳۵±۱/۰۲	عصاره حاوی نانو ذرات آهن

اکسیژن، کربن و کلر نشان دهنده‌ی ترکیبات آلی عصاره زنیان است که در تبدیل یون‌های آهن به نانوذرات مغناطیسی نقش داشته‌اند. طیف EDAX سیگنال قوی آهن فلزی را نشان می‌دهد که حضور آهن عنصری را در نمونه اثبات می‌کند.

- شناسایی مواد با استفاده از آنالیز EDAX (Energy Dispersive X-Ray Analysis)

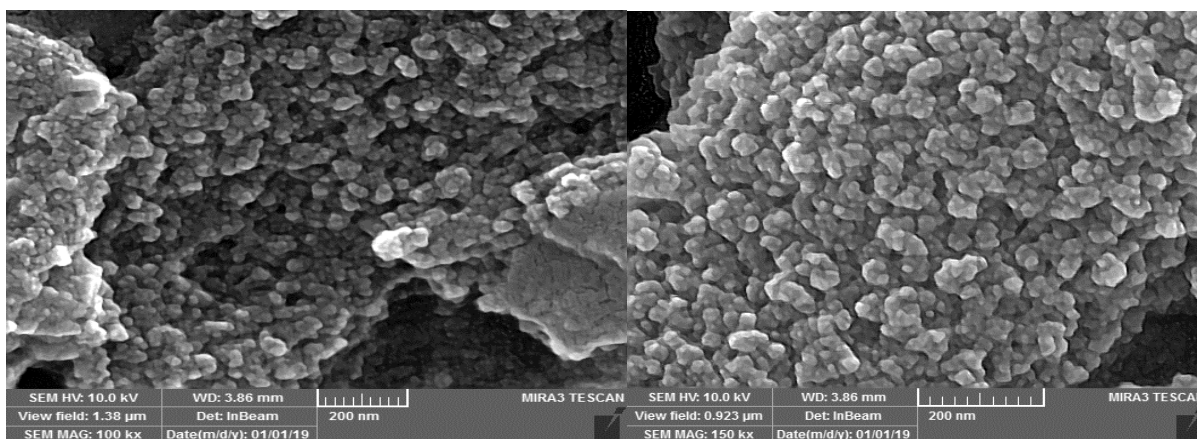
در این تحقیق نانوساختارهای مغناطیسی آهن توسط پراکنش انرژی اشعه ایکس مورد مطالعه قرار گرفتند و حضور عنصر آهن به خوبی مشاهده شد (شکل ۱). عناصر Fe و C, Cl, O مربوط به نمونه سنتز شده هستند که وجود عناصر غیر فلزی



شکل ۱: نانوساختارهای مغناطیسی آهن گزارش شده توسط پراکنش انرژی اشعه ایکس

۲۰۰ نانومتر nm ۲۰۰ در پائین تصویر می‌توانیم ذرات در حدود ۲۰ نانومتر را نیز مشاهده کرد (شکل ۲) ولی به طور کلی اندازه نانوذرات مغناطیسی سنتز به طور میانگین مابین ۴۰ تا ۵۰ نانومتر بوده‌اند. از لحاظ مورفولوژی (ریخت شناسی)، نانوذرات به اشکال هندسی هم شکل و متبلور مشاهده شدند. همچنین با توجه به این که مدت زمان انتظار برای آنالیز زیاد بوده است نانوذرات مغناطیسی آهن حاوی عصاره زنیان تا حدودی کلوخه ای (آگلومره) شده‌اند.

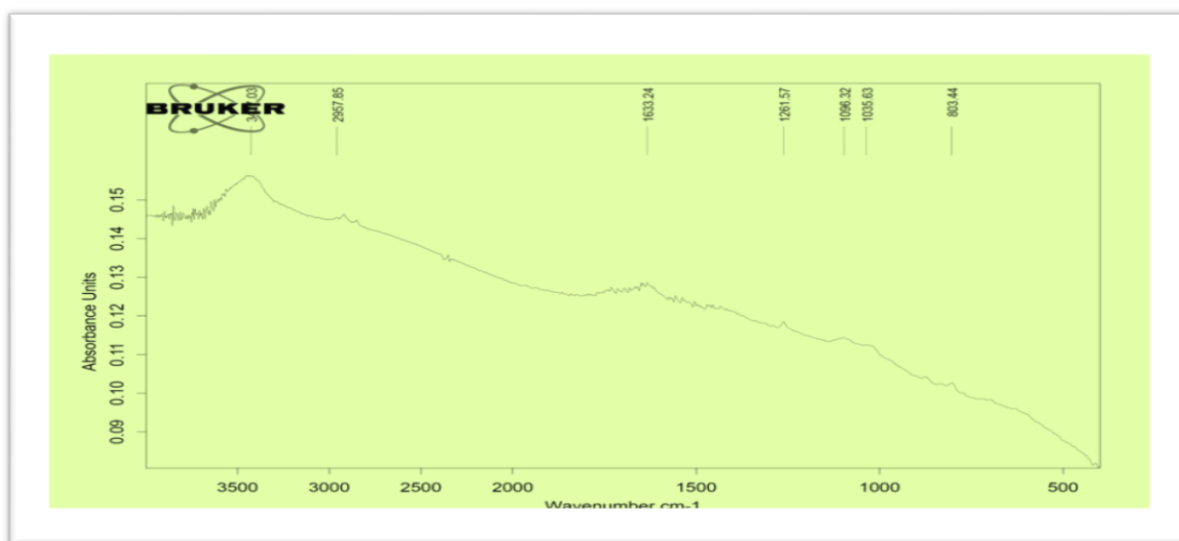
- بررسی ساختاری نانو ذرات نقره با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی یکی از روش‌های ویژگی یابی نانو ذرات فلزی، استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی (نگاره) است که به کمک آن می‌توان شکل و اندازه نانو ذرات سنتز شده را مشخص کرد. تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی بدست آمده از نانوذرات مغناطیسی آهن تحت شرایط بهینه ذکر شده نشان از سنتز نانو مواد کروی می‌باشد. با مقایسه شاخص درج شده



شکل ۲: ساختار نانو ذرات آهن نمایش داده شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی

این نوارها منطبق بر ارتعاشات کششی متیلن، گروه کربونیل، کشش آروماتیک، کشش C-H و کشش C-O می‌باشند. طیف FT-IR نقش این گروه‌های عاملی را در سنتز و ثبات نانوذرات مغناطیسی آهن توسط تبدیل زیستی عصاره زنیان تایید می‌کند.

- آنالیز نانوذرات مغناطیسی آهن حاوی عصاره زنیان با استفاده از طیف بینی مادون قرمز طیف جذبی مادون قرمز نانوذرات مغناطیسی حاوی عصاره زنیان در شکل ۳ آمده است. با توجه به شکل می‌توان گروه-های عاملی OH و همچنین C-H آلیفاتیک و آروماتیک و هم چنین گروه کربونیل را مشاهده نمود که با ترکیبات ثانویه موجود در عصاره زنیان همخوانی دارد. این طیف نوارهای جذبی قوی در ۳۴۱۷، ۲۹۵۷، ۱۶۳۳، ۱۲۶۱، ۱۰۹۶ و ۱۰۳۵  $\text{Cm}^{-1}$  را نشان می‌دهد.



شکل ۳: طیف جذبی مادون قرمز نانوذرات مغناطیسی آهن حاوی عصاره زنیان

## بحث و نتایج

در سایر مطالعات کاهش pH آزمایش نیز گزارش شده است. اعتقاد بر این است که دلیل کاهش pH آزمایش، آزاد شدن پروتون می‌باشد.

حضور ترکیبات نانو ذرات آهن سبب افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی شد به نحوی که  $IC_{50}$  ۸/۲۰ درصد کاهش پیدا کرد و غلظت بازدارنده ۵۰ درصد از ۷۰/۱ به ۶۴/۳۵ پی پی ام رسید. فرامرزی میزان  $IC_{50}$  = ۶۹/۱ ppm برای عصاره‌ی زیره و  $IC_{50}$  = ۶۱/۹ ppm را برای محلول محتوی نانو نقره گزارش کرد. نکالا و همکاران در سال ۲۰۱۵ فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی نانوذرات نقره و طلا حاصل از عصاره برگ گیاه *Gymnema sylvestre* را گزارش دادند.

هر دو نانوذره خاصیت غیرفعال کردن رادیکال‌های آزاد را داشتند که قابل مقایسه با عصاره برگ بود. اثر سمیت نانو ذرات نقره و طلا بر سلول‌های سرطانی Hep2 از طریق تغییر شکل این سلول‌ها و ممانعت از تکثیر آنها مورد بررسی قرار گرفت [۱۷].

تغییر رنگ محلول به عنوان یکی از اولین نشانه‌های موفقیت آمیز بودن تولید نانو ذرات می‌باشد. همانند آنچه که در این آزمایش رنگ محلول از زرد به قهوه‌ای تیره تبدیل شد. در سایر مطالعات نیز از تغییر رنگ محلول از زرد کم‌رنگ به قهوه‌ای تیره در اثر برهمکنش عصاره گیاهی و محلول نمک به عنوان عامل تأیید سنتز نانو ذرات نامبرده شده است.

در بررسی امکان سنتز نانو ذرات آهن از عصاره نعنای فلفلی نیز تغییر رنگ محلول از زرد به قهوه‌ای به عنوان اولین نشانه قابل مشاهده شکل‌گیری ذرات نانو نامبرده شده است [۵]. گزارش شده است اساس سنتز نانو ذرات احیای یون‌های نمک آن‌ها و در واقع خنثی شدن بار الکتریکی است.

چنانچه تغییر رنگ محلول در مدت زمان کوتاه کم‌تر از ۲ ساعت و در دمای اتاق انجام شود بیانگر این مطلب است که سنتز نانو ذرات نیازی به حرارت دادن ندارد [۱۹] این نتایج با پژوهش‌های همخوانی دارد.

در این بررسی نیز اندازه ذرات اگرچه از حد معمول اندکی بزرگ تر مشاهده شد اما شکل کروی که در سایر مطالعات نیز گزارش شده است در این بررسی به دست آمد. در گیاه چربش اندازه ذرات نانو آهن سنتز شده در حدود ۱۰۰ نانومتر گزارش شده است [۲۳].

در نانو ذرات آهن سنتز شده از عصاره موز اندازه ذرات نانو آهن سنتز شده بیش تر از ۱۰۰ نانومتر گزارش شده است [۲۴]. در حالی که اندازه ذرات سنتز شده از عصاره نعناع فلفلی ۳۰ نانومتر گزارش شد [۵] فرامرزی (۱۳۹۲) نیز کروی بودن نانوذرات نقره‌ای سنتز شده از گیاه دارویی زیره سبز را گزارش کرد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد [۲۵].

نکالا و همکاران در سال ۲۰۱۵ فعالیت آنتی‌اکسیدانی و ضد سرطانی نانوذرات نقره و طلای حاصل از عصاره برگ گیاه *Gymnema sylvestre* را گزارش دادند.

تولید نانوذرات توسط اسپکتروسکوپی UV-Vis مورد تأیید قرار گرفتند. اندازه متوسط نانوذرات نقره و طلا به ترتیب ۳۳ و ۲۶ نانومتر بود که توسط دستگاه آنالیزکننده اندازه ذرات مشخص شد. شکل نانوذرات کروی بود که توسط میکروسکوپ الکترونی گذاره ثبت گردید.

در عصاره آبی برگ گیاه *Andrographis echioideis*. مشخصات نانوذرات تولیدی توسط روش اسپکتروسکوپی UV-Vis، میکروسکوپ الکترونی نگاره با تفکیک بالا، اسپکتروسکوپی تفرق اشعه ایکس، طیف‌سنجی پراش انرژی پرتو ایکس، میکروسکوپ نیروی اتمی و اسپکتروسکوپی مادون قرمز مورد تأیید قرار گرفت.

اندازه نانوذرات آهن سنتز شده با روش احیا بورو هیدرید سنتز شده بین ۵۰ تا ۵۰۰ نانومتر در عصاره چای ترش توسط [۲۶] گزارش شده است.

کریمی و محسن زاده (۲۰۱۳) نیز نشان دادند نانوذرات تولیدی در اشکال کروی، نامنظم و پنج وجهی بودند که اندازه آن‌ها بین ۵۰-۱ نانومتر با پیک جاذبی در محدوده ۲/۳ کیلووات است که به دلیل وجود نانو ذرات طلا می‌باشد.

آلانگون فعالیت ضد سرطانی و ضد میکروبی نانوذرات نقره حاصل از عصاره آبی گیاه *Andrographis echioideis* را گزارش کردند. پس از مشخصه‌یابی نانوذرات توسط دستگاه‌های طیف‌بینی و میکروسکوپ‌های الکترونی، خاصیت سمیت نانوذرات نقره روی سلول‌های سرطانی سینه (MCF-7) مورد آزمون قرار گرفت که نشان داد نانوذرات نقره از رشد و تکثیر سلول‌های سرطانی جلوگیری می‌کنند. همچنین، خاصیت ضدباکتری نانوذرات نقره علیه باکتری-های گرم مثبت و گرم منفی بررسی شد. بیش‌ترین خاصیت ضدباکتری علیه باکتری اشرشیاکولی و استافیلوکوکوس اورئوس بود [۲۰].

افزودن نانوذرات آهن در محلول سبب افزایش مقدار ترکیبات فنلی کل آن شد. رابطه مستقیمی بین میزان ترکیبات فنولی و خاصیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد. وجود رابطه مستقیم فعالیت آنتی‌اکسیدانی با میزان ترکیبات فنلی و فلاونوئیدی در سایر گیاهان نیز گزارش شده است. در عصاره رزماری گزارش شده است که فعالیت بالای آنتی‌اکسیدانی با محتوی فنلی گیاه رابطه مستقیم دارد [۲۱].

اعتقاد بر این است که دلیل عمده بالا بودن فعالیت آنتی‌اکسیدانی، بالا بودن ترکیبات فنلی بعضی از عصاره‌ها از جمله عصاره‌های قطبی باشد.

از طرف دیگر گزارش شده است که ترکیبات فنلی بیش‌تر از طریق عصاره‌های گیاهی آن‌ها قابل استخراج باشد لازم به ذکر است که ترکیبات فنلی به صورت مؤثری به عنوان دهنده هیدروژن عمل نموده لذا به عنوان یک آنتی‌اکسیدان مؤثر عمل می‌کنند.

گزارش شده است نانوذرات آهن، فعالیت ضدباکتری علیه باکتری‌های پاتوژن انسانی مانند اشرشیاکلی، سودوموناس آئروژینوزا و استافیلوکوکوس اورئوس می‌باشد [۲۲].

شکل و اندازه ذرات به عنوان یک روش ساده برای تأیید سنتز نانو ذرات در همه بررسی‌های سنتز نانوذرات استفاده می‌شود.



## منابع

- [1] Thakkar, KN., Mhatre, SS., Parikh, RY., 2010, Biological synthesis of metallic nanoparticles. *Nanomedicine: nanotechnology, biology and medicine*;6(2):257-62.
- [2] Zohari, N., Keshavarz, MH., Seyedsadjadi, SA., 2013, The advantages and shortcomings of using nano-sized energetic materials. *Central European Journal of Energetic Materials*. 10.
- [3] Mohanpuria, P., Rana, NK., Yadav, SK., 2008, Biosynthesis of nanoparticles: technological concepts and future applications. *Journal of nanoparticle research*;10(3):507-17.
- [4] Mittal, AK., Chisti, Y., Banerjee, UC., 2013, Synthesis of metallic nanoparticles using plant extracts. *Biotechnology advances*; 31(2):346-56.
- [5] Tavosi, F., Ghafarzadegan, R., Mirshokraei, S., Hajiaghaee, R., 2018, Green Synthesis of Iron Nano Particles Using *Mentha longifolia* L. Extract. *Journal of Medicinal Plants*. 2(66):135-44.
- [6] Anwar, F., Ali, M., Hussain, AI., Shahid, M., 2009, Antioxidant and antimicrobial activities of essential oil and extracts of fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds from Pakistan. *Flavour and Fragrance Journal*. ۲۴(۴):۱۷۰-۱۷۰.
- [7] Eslami, S., Ebrahimzadeh, MA., Biparva, P., Abedi Rad, M., 2016, Zero Valent Iron-Based Nanoparticles: Synthesis, Characterization and their Application in Biology and Medicine. *Journal of Mazandaran University of Medical Sciences*. 26(142):28-310.
- [8] Mahdavi, M., Namvar, F., Ahmad, M., Mohamad, R., 2013, Green biosynthesis and characterization of magnetic iron oxide ( $Fe_3O_4$ ) nanoparticles using seaweed (*Sargassum muticum*) aqueous extract. *Molecules*;18(5):5954-64.
- [9] Pattanayak, M., Nayak, P., 2013, Green synthesis and characterization of zero valent iron nanoparticles from the leaf extract of *Azadirachta indica* (Neem). *World J Nano Sci Technol*;2(1):06-9.
- [10] Wu, W., He, Q., Jiang, C., 2008, Magnetic iron oxide nanoparticles: synthesis and surface functionalization strategies. *Nanoscale research letters*; 3(11):397.
- [11] Machado, S., Pinto, S., Grosso, J., Nouws, H., Albergaria, JT., Delerue-Matos, C., 2013, Green production of zero-valent iron nanoparticles using tree leaf extracts. *Science of the Total Environment*;445:1-8.
- [12] Baharara, J., Ramezani, T., 2015, Green synthesis of gold nanoparticles by shiraz thyme medicinal herb. *Developmental Biology*;7(2):1-8.
- [13] Baghizadeh, A., Salary, N., Karimi Mela, H., mala, A., 2018, Biosynthesis of gold nanoparticles by extract of aerial organs of Cumin (*Cuminum cyminum* L. ). *Journal of Molecular and Cellular Research; Articles in Press*.
- [14] Taghva, A., 2017, Biosynthesis and Characterization of Silver Nanoparticles Using Aqueous extract of Saffron Corm and Evaluation of their Antibacterial and Mutagenesis Activity. *Journal of Police Medicine*; 6(1):57-66.
- [15] Chandran, SP., Chaudhary, M., Pasricha, R., Ahmad, A., Sastry, M., 2006, Synthesis of gold nanotriangles and silver nanoparticles using *Aloe vera* plant extract. *Biotechnology progress*;22(2):577-83.
- [16] Shen, D., Mathew, J., Philip, D., 2012, Synthesis characterization and catalytic action of hexagonal gold nanoparticles using essential oils extracted from *Anacardium occidentale*. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*. 97:306-10.

در بوماداران نیز تشکیل نانوذرات نقره با وجود پیک جذب در طول موج حدود ۴۵۰ نانومتر گزارش شده است. شکل ذرات کروی و اندازه متوسط آن ها در حدود ۱۱۰ نانومتر بود [۲۷].

نانوذرات تولیدی در اشکال کروی، نامنظم و پنج وجهی بودند که اندازه آن ها بین ۵۰-۱ نانومتر با پیک جذب در محدوده ۲/۳ کیلو وات به دلیل وجود نانو ذرات طلا بود. بیوسنتر نانو ذرات طلا با استفاده از عصاره اندام های هوایی گیاه دارویی زیره سبز بررسی و گزارش شده است که تولید نانو ذرات تقریباً کروی شکل با میانگین اندازه حدود ۲ تا ۱۰ نانومتر امکان پذیر است.

همچنین نانو بلوره های سنتر شده به وسیله عصاره زیست توده اندام های هوایی زیره توسط نتایج آنالیز پراش اشعه ایکس نیز مورد تأیید قرار گرفت [۲۸].

## نتیجه گیری

در مجموع نتایج این آزمایش قابلیت سنتر نانو آهن صفر ظرفیتی با است از عصاره بذر زنیان با داشتن شکل کروی و اندازه ذرات ۲۰۰ میکرون را ثابت کرد. همچنین نشان داد که در بذور زنیان خاصیت آنتی اکسیدانی وجود دارد و افزایش نانو ذرات آهن صفر سبب افزایش خاصیت آنتی اکسیدانی آن می شود. بر این اساس می توان گفت که می توان علاوه بر مصارف دارویی این گیاه از آن برای سنتر نانو ذرات آهن استفاده کرد.

## سپاس گذاری

بدین وسیله از بخش تحقیق و توسعه شرکت دانش بنیان پژوهشگران دارویی سبز که در تایید و اجرای این طرح پژوهشی با شماره ۰۷۵۳/س/د ما را یاری نمودند و همچنین از زحمات کلیه عزیزانی که در اجرای این طرح همکاری صمیمانه ای با ما داشتند تشکر و قدردانی می نمایم.

- [17] Suman, T., Rajasree, SR., Ramkumar, R., Rajthilak, C., Perumal, P., 2014, The Green synthesis of gold nanoparticles using an aqueous root extract of *Morinda citrifolia* L. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*;118:11-6.
- [18] Amirteymouri, S., Shemshadi, K., Khalilian, S., 2012, Place of Iran in Export of Fennel: The Export Comparative Advantage Approach. *Journal of Agricultural Economics Research*. 3(4):83-97.
- [19] Beyrami Miavaghi, M., Pourakbar, L., 2016, Phytosynthesis of Silver Nanoparticles by Medicinal Plant *Malva neglecta*. *Qom Univ Med Sci J*;10(3):38-44.
- [20] Elangovan, K., Elumalai, D., Anupriya, S., Shembhagaraman, R., Kaleena, P., Murugesan, K., 2015, Phyto mediated biogenic synthesis of silver nanoparticles using leaf extract of *Andrographis echioides* and its bio-efficacy on anticancer and antibacterial activities. *Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology*;151:118-24.
- [21] Elmastaş, M., Dermirtas, I., Isildak, O., Aboul-Enein, HY., 2006, Antioxidant activity of S-carvone isolated from spearmint (*Mentha Spicata* L. Fam Lamiaceae). *Journal of liquid chromatography & related technologies*. 29(10):1465-75.
- [22] Prabu, D., Parthiban, R., Kumar, PS., Namasivayam, SKR., 2015, Synthesis, characterization and antibacterial activity of nano zero-valent iron impregnated cashew nut shell. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*;7:139-41.
- [23] Pattanayak, M., Green, PLN., 2013, Synthesis and Char from the Leaf Extract of *Azadirachta indica* (Neem). *World Journal of Nano Science & Technology*;2(1):6-9.
- [24] Rahardjo, SB., 2017, editor Ecofriendly synthesis of nano zero valent iron from banana peel extract. *Journal of Physics: Conference Series*; IOP Publishing.
- [25] Framarzi, N., 2018, Green synthesis of silver nanoparticles using seeds of *Cuminum cyminum* L. equous extract and study on its antioxidant activity: Sabzevar Branch, Islamic Azad University.
- [26] Hoag, GE., Collins, JB., Holcomb, JL., Hoag, JR., Nadagouda, MN., Varma, RS., 2009, Degradation of bromothymol blue by 'greener' nano-scale zero-valent iron synthesized using tea polyphenols. *Journal of Materials Chemistry*;19(45):8671-7.
- [27] Karimi, J., Mohsenzadeh, S., 2013, Plant synthesis of silver nanoparticles by *Achillea wilhelmsii* Pharmaceutical plant. *Razi Journal of Medical Sciences*; 20(111):64-9.
- [28] Kaviani, N, M. O., 2017, Biological Preparation of Silver Nanoparticles Using *Artemisia sieberi*. *JMBS*; 9(1):23-7.