پتانسیل نانوذرات نقره سبز سنتز و شیمیایی در القا تنش اکسیداتیو در پیاز خوراکی (*Allium cepa* L.)

زهرا اکبرنژاد سامانی[۱]، منصوره شمیلی[۱*] و فائزه ثمری[۲]

[۱] گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، [۳] گروه شیمی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه هرمزگان

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۳/۰٤، تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۸/۰۷/۰۷)

چکیده

با توجه به نرخ رو به رشد تولید و رهاسازی نانوذرات در طبیعت، نگرانی‌ها در خصوص احتمال سمیت و بروز آسیب اکسیداتیو بر زیست‌بوم گیاهی، قابل تأمل است. لذا پژوهش حاضر با هدف مقایسه شاخص‌های بیوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی پیاز خوراکی تیمارشده با غلظت‌های مختلف دو نوع نانوذره نقره (سبز سنتز و شیمی سنتز) و بررسی امکان القای تنش اکسیداتیو توسط آنها صورت گرفت. در این پژوهش تغییر رنگ عصاره برگ از زرد کم‌رنگ به قهوه‌ای تیره، به‌دلیل رزونانس پلاسمون سطحی نانوذرات نقره، نشان‌دهنده سنتز موفقیت‌آمیز نانوذرات نقره بود. همچنین طیف جذبی نانوذرات نقره سنتزشده سبز، دارای پیکی با طول‌موج ماکزیمم ٤١٠ نانومتر بود. تصاویر TEM نشان داد ذرات سنتزشده توسط عصاره برگ سپستان دارای اندازه یکنواخت، تقریباً کروی شکل و دارای اندازه‌های ۳-۱۰ نانومتر با اندازه متوسط ۵/۸ نانومتر هستند. الگوی پراش XRD تشکیل ساختار کریستالی نانوذرات نقره سنتز سبزشده را تأیید کرد. بنا به نتایج، هر دو آنزیم آنتی‌اکسیدان روند افزایشی خطی در مواجهه با نانوذره شیمیایی داشتند. هر دو نانوذره افزایش در میزان مالون دآلدئید را باعث شدند، اما نانوذره سبز سنتز اختلاف معنی‌داری با شاهد نداشت. بیشترین محتوای فنل کل به نانونقره شیمیایی (۱۵/۱٦ mg galic g^{-1} FW در غلظت ۰/۰۵ گرم بر لیتر) و کمترین میزان به تیمار شاهد (٤/۱ mg galic g^{-1} FW) اختصاص داشت. نانوذره شیمیایی تقریباً ۸ برابر نانوذره سبز فعالیت آنتی‌اکسیدانی داشت. بنا به نتایج پژوهش حاضر نانوذره سبز سنتز نه تنها تأثیر اکسیداتیو بر پیاز نداشت، بلکه در بعضی تأثیری محرک در برخی ویژگی‌ها مشاهده گردید. نانوذره شیمیایی اما، با ایجاد تنش اکسیداتیو، واکنش‌های دفاعی گیاه را برانگیخت، به علاوه این اثر بازدارنده وابسته به دوز بود.

واژه‌های کلیدی: تنش اکسیداتیو، توان آنتی‌اکسیدانی، سنتز سبز، فنل، نانوذرات نقره

مقدمه

تولید، دستکاری و استفاده از نانوذرات، به‌دلیل قابلیت‌های ویژه و منحصر به فرد، به یکی از به روزترین بخش‌های پژوهشی در حوزه‌های مختلف علم تبدیل شده است. ساختارهایی در اندازه نانومتر، در بسیاری از جنبه‌های زیست گیاهی و فرآیندهای انتقال یونی و مولکولی دخیل هستند. قطر منافذ دیواره سلول‌های گیاهی و سطح برگ در محدوده ۵ تا ۲۰ نانومتر و قطر منافذ موجود در ریشه فقط چند ده نانومتر است. به علاوه پلاسمودسماتاها، از منافذ درون سلولی نانومقیاس (به‌طور متوسط به قطر ۵۰ تا ٦۰ نانومتر)، موجود در دیواره سلول‌های گیاهان هستند که موجب تسهیل نقل و انتقالات بین سلولی می‌شوند (Zambryski, 2004).

*نویسنده مسؤل، نشانی پست الکترونیکی: shamili@ut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]

تولید نانوذرات از طریق واکنش‌های شیمیایی، فتوشیمیایی و فیزیکی شامل تجزیه حرارتی ترکیبات با کمک‌گرفتن از پرتوها، روش‌های الکتروشیمیایی، سونوشیمیایی و پردازش با امواج میکرو صورت می‌گیرد. اگر چه روش‌های شیمیایی و فیزیکی ممکن است نانوذرات خالص با ویژگی‌های تعریف‌شده تولید کنند اما از معایب عمده این روش‌ها میزان تولید پایین و استفاده از فشار، دما و انرژی‌های بالا در طی فرآیند واکنش بوده یا نیازمند دستگاه‌های پیچیده هستند. علاوه بر این، از معایب روش‌های شیمیایی، استفاده از مواد شیمیایی است که نقش عوامل احیایی و تثبیت‌کننده را ایفا می‌کنند و در طبیعت به‌صورت تجزیه نشده باقی مانده که در نهایت موجب آلودگی شیمیایی محیط زیست می‌شوند (Senapati *et al*., 2012). به منظور تلاش برای دست‌یابی به روشی کم‌هزینه و سازگار با محیط زیست از پتانسیل مواد بیولوژیکی برای سنتز نانوذرات فلزی استفاده شده است (Dwivedi and Gopol, 2010). سنتز زیستی (سنتز سبز) شامل کاهش یون‌های فلزی با استفاده از عصاره یا توده بیولوژیکی به‌عنوان منبع کاهنده به صورت برون سلولی یا درون سلولی است (Veerasamy *et al*., 2011).

در سنتز سبز نانوذرات از موجوداتی نظیر قارچ، باکتری (Ahmad *et al*., 2005)، مخمر و اکتینومیست (Kowshik *et al*., 2003)، گیاهان و جلبک‌ها (Prasad *et al*., 2012; Dubey *et al*., 2010) استفاده شده است (Niemeyer and Mirkin, 2004). از بین مواد بیولوژیکی، استفاده از عصاره یا توده گیاه، به‌علت دسترسی آسان، سازگاری بیشتر با محیط زیست، تنوع و فراوانی بالا، عدم‌نیاز به شرایط پیچیده پرورش در تولید زیست توده، عدم‌نیاز به محیط‌های غذایی ویژه (برخلاف ریزجانداران)، مقرون به صرفه‌بودن، غنی‌بودن از متابولیت‌های گوناگون مؤثر در فرایند کاهش، فرایند سنتز ساده تک مرحله‌ای و مناسب برای سنتز نانوذرات در مقیاس بزرگ، یکی از گزینه‌های پرمخاطب در سنتز زیستی نانوذرات به شمار می‌رود (Song and Kim, 2009). مواد و ترکیبات فعال زیستی در عصاره‌های گیاهان ازجمله فلاونوئیدها، پلی‌فنول‌ها و متابولیت‌های مؤثر فعال محلول در آب می‌توانند برای احیا یون‌های فلزی به نانوذرات و درنهایت به‌عنوان عوامل پوشش‌دهنده و پایدارکننده نانوذرات مورد استفاده قرار گیرند (Dubey *et al*., 2010).

با وجود این اطلاعاتی اندک و گاهی متفاوت در رابطه با اثرات مثبت و منفی نانوذرات بر گیاهان موجود است. نانو ذرات دی‌اکسید تیتانیوم افزایش وزن تر و خشک اسفناج را از طریق افزایش جذب نور، افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو (Lin and Xing, 2007) و درنهایت افزایش متابولیسم نیتروژن باعث گردیده است (Yang *et al*., 2007). نانوذرات روی و مس در غلظت‌های مختلف، تفاوت‌های زیادی در رشد و همچنین بروز علائم سمیت در گیاهان تحت تیمار داشته‌اند (Prasad *et al*., 2012; Monica and Cremonini, 2009; Lee *et al*., 2008; Musante and White, 2012) که این آثار سمیت به شکل حضور پوشش و وضعیت تجمع نانوذرات بستگی داشته است (Barrena *et al*., 2009).

وجود نگرانی از اثرات زیست محیطی نانوذرات، ضرورت پژوهش در خصوص احتمال سمیت، سیتوتوکسیسیتی (Cytotoxicity) و ژینوتوکسیسیتی (Genotoxicity) این ذرات را فراهم می‌سازد. از مهم‌ترین آزمایش‌های سنجش زیستی که به‌طور گسترده و معمول، بدین منظور مورداستفاده قرار می‌گیرند می‌توان به تست آلیوم (*Allium cepa*)، سنجش‌های بیوشیمیایی مرتبط با پراکسیداسیون غشا سلول، پروتئین، لیپیدها و البته ارزیابی آنتی‌اکسیدان‌های آنزیمی و غیرآنزیمی اشاره کرد (Fatima and Ahmad, 2006; shams *et al*., 2011) که خود مسیر برخی پژوهش‌ها را به این سو متوجه ساخته است. به‌عنوان مثال مطالعه سمیت و تنش اکسیداتیو احتمالی ناشی از نانوذرات نقره و یون نقره بر برخی شاخص‌های بیوشیمیایی مرتبط با اکسیداسیون پروتئین‌ها در سیب‌زمینی در شرایط درون شیشه‌ای حاکی از آسیب اکسیداتیو بالا در جدا کشت‌های تحت تیمار با نانونقره بود (باقرزاده همایی و احسان‌پور، ۱۳۹۵). همچنین مطالعه تأثیر نانوذرات نقره بر شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک ریحان (*Ocimum basilicum* L.) نیز نشان‌دهنده نوعی ارتباط خطی معکوس بین

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]

رشد گیاه و غلظت نانوذره بود (یوسف‌زایی و همکاران، ۱۳۹٤). به‌علاوه، نانو دی‌اکسید تیتانیوم در غلظت‌های پایین (٤۰ میکروگرم بر میلی لیتر)، باعث افزایش درصد جوانه‌زنی، وزن تر و خشک گیاهچه پیاز شد؛ اما غلظت‌های بالاتر (۵۰ میکروگرم بر میلی لیتر و بیشتر)، تأثیر معکوس داشت (Raskar and Laware, 2013). البته این نانوذره بر طول و تعداد ریشه در سوخ پیاز تأثیری نداشت (Klancnik *et al.*, 2011).

با توجه به نرخ رو به رشد تولید و رها سازی نانوذرات در طبیعت (به شکل نانوکودها، نانو سموم و نانو حامل‌ها)، نگرانی‌ها در خصوص احتمال سمیت و بروز آسیب اکسیداتیو توسط نانوذرات (خواه شیمیایی، خواه سبز سنتز) بر زیست بوم گیاهی قابل تأمل است. از این رو مطالعه آثار سمیت این ذرات بر گیاهان مدل نظیر پیاز می‌تواند احتمال بروز خسارت به گیاه را در سطوح مورفولوژی، فیزیولوژی، بیوشیمیایی و یا ملکولی آشکار سازد. پژوهش حاضر با هدف مقایسه شاخص‌های بیوشیمیایی و آنتی‌اکسیدانی پیاز خوراکی تیمارشده با غلظت‌های مختلف دو نوع نانوذره نقره (سبز سنتز و شیمی سنتز) و بررسی امکان القای تنش اکسیداتیو توسط آنها صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

مشخصات جغرافیایی محل انجام آزمایش: پژوهش حاضر در سال ۱۳۹٦-۱۳۹۷ در آزمایشگاه‌های باغبانی دانشکده کشاورزی، آزمایشگاه شیمی دانشکده علوم پایه و آزمایشگاه مرکزی دانشگاه هرمزگان و همچنین مرکز تحقیقات پزشکی مولکولی دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان صورت گرفت.

عصاره‌گیری از برگ گیاه سپستان: برگ گیاه سپستان (*Cordia myxta* L.) از تیره Boraginaceae در پاییز ۱۳۹٦ از شهرستان رویدر واقع در استان هرمزگان (طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ٦ دقیقه و عرض جغرافیایی ٦۰ درجه و ۳ دقیقه، ارتفاع ۵۰ متر از سطح دریا) جمع‌آوری شد. برگ‌های تازه پس از انتقال به آزمایشگاه، جهت ضدعفونی سطحی ابتدا با آب شهری و سپس دو مرتبه با آب‌مقطر شستشو داده و پس از آن جهت خشک‌شدن به‌مدت یک هفته در دمای آزمایشگاه (۱±۲٤°C) و در شرایط سایه قرار داده شد. سپس بخش‌های خشک‌شده توسط آسیاب برقی (GRINDER:FM-808) پودر گردید. به‌منظور عصاره‌گیری، ۱۰ گرم از برگ پودرشده با ۱۵۰ میلی‌لیتر آب دیونیزه (از دستگاه Pure Aqua, Inc, Pure 200RD)، همراه با همزن مغناطیسی، بر روی هات پلیت در حمام روغن (پارافین) به‌مدت ۳۰ دقیقه، تحت دمای ثابت ۸۰ درجه سانتی‌گراد رفلاکس شد. عصاره حاصل پس از خنک‌شدن (۱۵ دقیقه)، ابتدا از کاغذ صافی معمولی و سپس از کاغذ صافی واتمن شماره یک (با قطر منافذ ۲۵ میکرون) گذرانیده شد. این عصاره تا زمان استفاده، در ظرف شیشه‌ای دردار و در یخچال (دمای ٤ درجه سانتی‌گراد) به‌مدت یک هفته نگهداری شد.

سنتز سبز نانوذرات نقره (AgNPs) و جداسازی ذرات: به‌منظور سنتز سبز نانوذرات نقره، ۲ میلی‌لیتر عصاره برگ سپستان با ۲۵ میلی‌لیتر محلول نیترات نقره ۷ میلی‌مولار (نمک نقره، نیترات مرک $AgNO_3$ با خلوص۹۹,۹۹٪ در آب دیونیزه) مخلوط شد. سپس با توجه به افزایش توان کاهندگی ملکول‌های گیاهی در pHهای بالاتر از ۷ (Samari *et al.*, 2018)، pH مخلوط حاصل با استفاده از سود ۰/۱ مولار به ۱۱ (که در تحقیق Samari *et al.*, 2018 به‌عنوان pH بهینه ذکر شده بود) رسانده و تحت همزدن مغناطیسی به‌مدت سه ساعت در دمای آزمایشگاه (۱±۲٤°C) قرار داده شد. با گذشت زمان، تغییر رنگ محلول از زرد کم‌رنگ به قهوه‌ای تیره حاکی از سنتز نانوذرات بود. به‌منظور جداسازی نانوذرات سنتزشده از محلول سنتزی و حذف بقایای عصاره گیاه واکنش نداده از سطح ذرات، محلول سنتزشده به‌مدت ۳۰ دقیقه در سرعت ۱۱۰۰۰ دور در دقیقه (rpm)، سانتریفیوژ (مدل: 30k – 3، ساخت: آلمان) گردید. رسوب حاصل را دوباره در آب دیونیزه پراکنده و پروسه سانتریفیوژ تکرار شد تا ترکیبات و مولکول‌های آزاد را از نانوذرات فلزی کاملاً جدا کند. رسوب حاصل در دمای آزمایشگاه، به‌مدت یک هفته خشک و جهت ارزیابی‌های فیزیولوژیک مورد استفاده قرار گرفت.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]

تأیید سنتز نانوذرات: نانوذرات نقره شیمیایی از نظر مورفولوژی و اندازه توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی TE-SCAN MIRA3 SEM ساخت کشور چک با انرژی الکترون‌های اولیه ۱۵ کیلوولت بررسی شد. همچنین جهت تأیید شکل، سایز و دامنه اندازه ذرات سنتزشده سبز از میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM) مدل Zeiss-EM10C با ولتاژ شتاب‌دهنده ۸۰ کیلوولت ساخت کشور آلمان استفاده شد. تمام طیف‌های جذبی UV-Vis با استفاده از اسپکتروفتومتر UV-Vis مدل ٤٨٠٢ شرکت UNICO، ساخت کشور چین مجهز به سل کوارتز ۱۰ میلی‌متر انجام شد. اندازه-گیری پراش اشعه ایکس (XRD) توسط پراش پودر پیشرفته (BRUKER D8 XRD ساخت کشور آلمان) با تابش Cu-Kα ($\lambda = 1.5406$ Å) انجام شد.

تهیه محلول‌های نانوذرات نقره (سبز و شیمیایی): نانوذره شیمیایی از شرکت نانو زیست فناور ایرانیان تهیه شد. نانوذرات شیمیایی و سبز به‌طور جداگانه در آب‌مقطر ریخته و جهت همگن‌سازی به‌مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه اولتراسونیک (SONICA® Ultrasonic Cleaners) قرار داده شدند. سپس محلول‌هایی با غلظت‌های (۰/۰۵، ۰/۰۲۵، ۰/۰۱۲، ۰/۰٦، ۰/۰۳ و صفر گرم در لیتر) از هر یک از نانوذرات تهیه و جهت تیمار جوانه‌زنی مورد استفاده قرار گرفت.

بدین منظور بذرهای پیاز (*Allium cepa* L. Red onion: Shirhesar) پس از ضدعفونی سطحی با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۰٤ ٪ (۳ دقیقه) و شستشو با آب‌مقطر (سه بار، هر بار به‌مدت ۱ دقیقه)، در ظرف حاوی محلول مورد نظر قرار گرفت و پس از ۳۰ دقیقه سه بار آبشویی با آب‌مقطر انجام شد. بذرها سپس در پتری‌دیش‌های شیشه‌ای استریل (به قطر دهانه ۸ سانتی‌متر که با کاغذ صافی پوشانده شده بود) کشت شد، به‌طوریکه هر پتری شامل ۱۰۰ بذر بود.

سنجش‌های بیوشیمیایی: جوانه‌زنی بذرها در شرایط آزمایشگاه انجام شد. ۲۵ روز بعد از کاشت بذر زمانی که فرآیند جوانه‌زنی تثبیت شد سنجش‌های بیوشیمیایی به صورت زیر انجام گرفت.

تهیه عصاره آنزیمی، سنجش فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و کاتالاز: پس از توزین ۰/۵ گرم ریشه با ترازوی حساس (مدل Sartorius) و هموژن‌کردن با ازت مایع، به آن مقدار یک میلی‌لیتر بافر استخراج (حاوی ۱۰۰ میلی‌لیتر بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار با pH = ۷، ۰/۰۳۷۲ گرم EDTA و یک گرم PVP) افزوده و سانتریفیوژ (۱۵ دقیقه ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه، ٤ درجه سانتی‌گراد) شد. درنهایت از روشناور جهت تعیین فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان کاتالاز و پراکسیداز استفاده شد (Dhindsa *et al.*, 1981). به‌منظور سنجش فعالیت آنزیم پراکسیداز، پس از افزودن ۳۳ میکرولیتر از عصاره آنزیمی به یک میلی‌لیتر از محلول واکنش پراکسیداز (حاوی ۱۳ میلی‌مول گوایکول و ۵ میلی‌مول هیدروژن پراکسید و ۵۰ میلی‌مول بافر پتاسیم فسفات با pH برابر ۷)، جذب نوری عصاره‌ها در طول‌موج ٤٧٠ نانومتر (با دستگاه اسپکتروفتومتر Cecil CE2501) خوانده شد (Chance and Maehly, 1995). جهت سنجش فعالیت آنزیم کاتالاز، ۵۰ میکرولیتر از عصاره آنزیمی با یک میلی‌لیتر بافر واکنش کاتالاز (حاوی بافر پتاسیم فسفات ۵۰ میلی‌مولار با pH برابر ۷ و هیدروژن پراکسید ۱۵ میلی‌مولار) مخلوط شد. جذب نوری عصاره‌ها در طول‌موج ۲٤۰ نانومتر خوانده شد (Dhindsa *et al.*, 1981).

محتوای مالون دآلدئید (MDA)، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی (DPPH) و فنل کل: به‌منظور سنجش میزان مالون دآلدئید، ۰/۱ گرم ریشه با ۵ میلی‌لیتر تری‌کلرو استیک اسید (TCA) ۱٪ در هاون چینی هموژن شد. سپس عصاره سانتریفیوژ (۱۰ هزار دور در دقیقه، ۵ دقیقه) شده و روشناور (۲۵۰ میکرولیتر) پس از افزودن ۱ml، MDA (حاوی تری‌کلرو استیک اسید ۲۰٪ و تیوباربیتوریک اسید ۵٪) به‌مدت ۳۰ دقیقه در حمام آب گرم ۹۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. نمونه سپس در یخ سرد قرار داده و به‌مدت ۱۰ دقیقه با دور ۱۰۰۰ سانتریفیوژ شد. در نهایت جذب نوری عصاره‌ها در طول‌موج‌های ۵۳۲ و ٦۰۰ نانومتر خوانده شد (Alexieva *et al.*, 2010). همچنین برای تعیین ظرفیت آنتی‌اکسیدانی، ۰/۱ گرم ریشه با ۱۵ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ در هاون چینی ساییده و به‌مدت ۲٤ ساعت در

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]

تاریکی و دمای آزمایشگاه (۱±۲٤°C) انکوبه شد. سپس عصاره‌ها سانتریفیوژ (۱۰ دقیقه، ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه) شد. بعد از افزودن ٤۰ میکرولیتر متانول، ۳۵۰ میکرولیتر DPPH (α, α-diphenyl-β-picrylhydrazyl) و ۱۵۵۰ میکرولیتر متانول ۸۰٪ به ٦۰۰ میکرولیتر از روشناور، به‌مدت ۲۰ دقیقه در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد و شرایط تاریک نگه‌داری شد. درنهایت جذب نوری عصاره‌ها در طول‌موج ۵۱۷ نانومتر خوانده شد (Brand *et al.*, 1995). جهت سنجش محتوای فنل کل نیز حدود ۰/۱ گرم ریشه با ۱۵ میلی‌لیتر متانول ۸۰٪ در هاون چینی هموژن شد. عصاره حاصل سانتریفیوژ (۱۰ دقیقه، ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه) شد. به ۱۰ میکرولیتر از روشناور، ٤۹۰ میکرولیتر آب‌مقطر و ۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین افزوده، سپس به‌مدت ۳ دقیقه در شرایط تاریکی قرار داده شد. پس از آن ۵۰۰ میکرولیتر سدیم کربنات ۱٪ (یک گرم سدیم کربنات ۱۰۰ میلی‌لیتر آب‌مقطر) به هر نمونه افزوده و مجدداً به‌مدت ۳۰ دقیقه در شرایط تاریکی قرار داده شد. بعد از کالیبره‌کردن دستگاه اسپکتروفتومتر با محلول بلانک (متانول ۸۰٪)، جذب نوری عصاره‌ها در طول‌موج نانومتر ۷٦۵ خوانده شد (Spanos and Wrolstad, 1990).

طراحی آزمایش و آنالیز داده‌ها: این آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی اجرا شد. فاکتورها شامل نوع نانوذره (سبز سنتز و شیمیایی سنتز) و غلظت نانوذره (شش غلظت) و شش تکرار بود. بعد از تأیید نرمال‌بودن داده‌ها با آزمون کولموگراف- اسمیرنوف، آنالیز واریانس چند متغیره با در نظرگرفتن نوع نانوذره (سبز سنتز و شیمیایی سنتز) و غلظت نانوذره (صفر، ۰/۰۳، ۰/۰٦، ۰/۱۲، ۰/۲۵، ۰/۵ گرم در لیتر) به‌عنوان متغیرهای مستقل انجام شد. تست پیلای (Pillai's trace test) هموژنی واریانس را تأیید کرد. آزمون توکی (Tukey) برای مقایسه میانگین انجام شد. آنالیزهای آماری با برنامه SAS (9.1.3) انجام شد. همچنین ترسیم تصاویر با کمک برنامه EXCEL 2013 انجام شد.

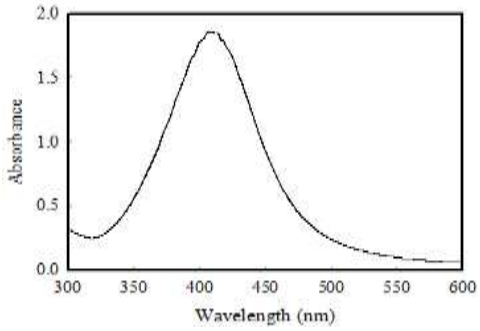
نتایج

سنتز نانوذرات نقره با استفاده از عصاره برگ گیاه سپستان: در این پژوهش تغییر رنگ عصاره برگ سپستان از زرد کم‌رنگ به قهوه‌ای تیره (تا سیاه)، به‌دلیل رزونانس پلاسمون سطحی Surface plasmon resonance (SPR) نانوذرات نقره، نشان‌دهنده سنتز موفقیت‌آمیز نانوذرات نقره بوده که ناشی از برهمکنش عصاره گیاه و نمک نقره، احیای یون‌های نمک به نانوذرات نقره بوده و با نتایج پژوهشی دیگر همسو است (Roopan *et al.*, 2013). اکسایش گروه‌های عاملی مانند هیدروکسیل، کربونیل، آلدئید اساس احیا یون‌های نقره و تولید نانوذرات نقره است (Kasthuri *et al.*, 2009). در این پژوهش این فرایند در طول ۳ ساعت و در دمای اتاق صورت گرفت. به سرعت بالای این نوع از سنتز و عدم‌نیاز به دماهای بالا قبلاً نیز اشاره شده بود (Sivaraman *et al.*, 2009).

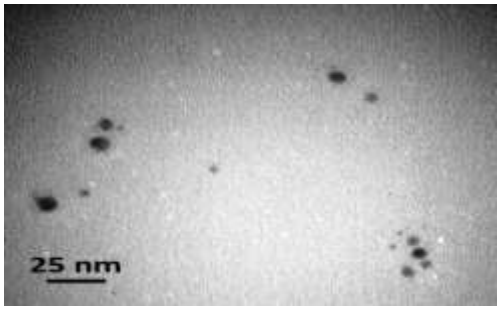
اسپکتروسکوپی UV-Vis، یکی از گسترده‌ترین تکنیک‌ها برای توصیف ساختاری نانوذرات نقره است. همان‌طور که در شکل ۱ نشان داده شده است طیف جذبی نانوذرات نقره سنتزشده، تولید پیکی با طول‌موج ماکزیمم ٤۱۰ نانومتر کرده که از مشخصات نانوذرات نقره است. مورفولوژی و اندازه نانوذرات نقره سنتزشده با استفاده از تصویر TEM تعیین و در شکل ۲ نشان داده شده است. تصاویر TEM نشان می‌دهد ذرات سنتزشده دارای اندازه یکنواخت، تقریباً کروی شکل و دارای اندازه‌های ۳-۱۰ نانومتر با اندازه متوسط ۵/۸ نانومتر هستند. برای تعیین و تأیید ساختار کریستالی نانوذرات، آنالیز XRD در مقادیر ۲θ در محدوده ۲۰-۸۰ درجه مورد استفاده قرار گرفت. الگوی XRD نانوذرات نقره سنتزشده سبز در شکل ۳ نشان داده شده است. آنالیز XRD الگوهای بازتاب برجسته‌ای را در مقادیر ۲θ برابر با ۳۸/۱۰، ٤٤/۲۵، ٦٤/۵۵ و ۷۷/۲۰ نشان می‌دهد، که نشان‌دهنده صفحات (۱۱۱)، (۲۰۰)، (۲۲۰) و (۳۱۱) مکعبی وجوه مرکز پر Face-centered cubic (FCC) نانوذرات نقره است (Samari *et al.*, 2018). همچنین تصویر میکروسکوپ الکترونی تأییدی بر ابعاد نانو در ذره شیمیایی بود (شکل ٤).

ارزیابی بیوشیمیایی، فعالیت آنزیم‌های پراکسیداز و

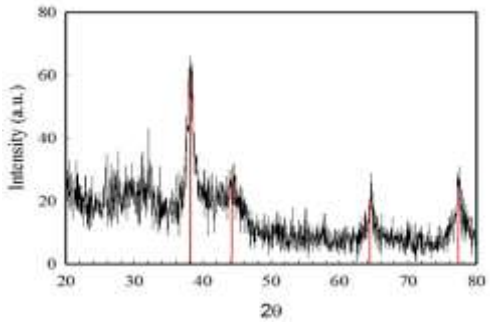
[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]



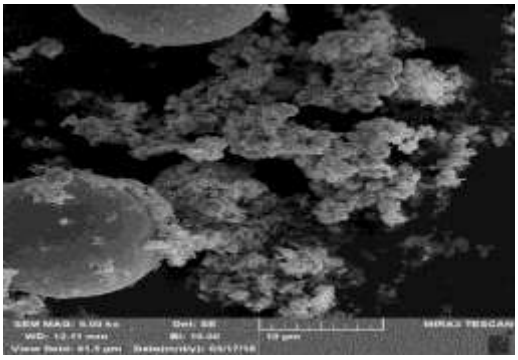
شکل ۱- طیف SPR نانوذرات نقره سنتزشده توسط عصاره برگ سپستان



شکل ۲- تصویر TEM نانوذرات نقره سنتزشده توسط عصاره برگ سپستان



شکل ۳- الگوی XRD نانوذرات نقره سنتزشده توسط عصاره برگ سپستان



شکل ٤- تصویر نانوذره شیمیایی سنتز با میکروسکوپ الکترونی روبشی نشر میدانی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]

جدول ۱- برهمکنش نوع و غلظت نانوذره نقره بر صفات فیزیولوژیک پیاز خوراکی

منابع تغییر	میانگین مربعات				
	کاتالاز	پراکسیداز	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی	مالون دآلدئید	فنل کل
نوع نانوذره	۳٦۰۰/٦٥**	٥٤۰٨٥۳/۳٥**	۰/۰۱**	۰/۱۱*	٨٨٦/۳۱**
غلظت نانوذره	۱۳٤۷٦/٨۰*	٤۰۹٦٥/۲٥*	۰/۰۰۲	۰/۰۳**	۱۷/٨٤
نوع نانوذره × غلظت نانوذره	۷٥٦٦/۱۰**	۳٨۷۱۹/۷۷*	۰/۰۱**	۰/۰۲٨**	۱۷/٨۹*
خطا	٦٨٦/۰۳۳	٥٨٥۲/۷۱٨	۰/۰۰۳	۰/۰۲۳	٥٥/۱٦۹

* و ** معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد

کاتالاز: بنا به نتایج، فعالیت هر دو آنزیم پراکسیداز و کاتالاز تحت تأثیر نوع و غلظت نانوذره قرار گرفت (جدول ۱). میزان هر دو آنزیم روند افزایشی خطی در مواجهه با نانوذره شیمیایی نشان داد. در مورد نانونقره سبز سنتز تفاوت معنی‌داری با شاهد مشاهده نشد. بیشترین فعالیت پراکسیداز و کاتالاز متعلق به تیمار ۰/۰۵ گرم در لیتر از نانونقره شیمیایی بود (به‌ترتیب ۳۱۵/٦۲ و ۵۱/٤۵ $\mu mol\ min^{-1}g^{-1}FW$) (شکل‌های ۵ و ٦).

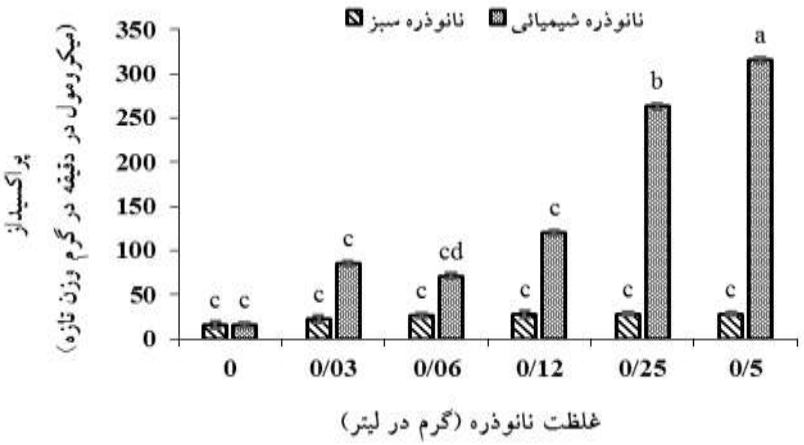
تولید تنظیم‌شده رادیکال‌های آزاد در ارگانیسم‌ها حفظ چرخه هوموستازی اکسیداسیون و احیا را به همراه دارد؛ وجود بیش از حد ذرات فلزی (به فرم نانو یا بالک) نیز رادیکال‌های آزاد و سوپراکسید تولید می‌کند. استرس اکسیداتیو ناشی از عدم‌تعادل بین تولید رادیکال‌های آزاد و واکنش‌های متابولیسمی منجر به آسیب به لیپیدها، پروتئین‌ها و نوکلئیک اسیدها می‌گردد. سلول نیز در مقابل جهت جلوگیری از آسیب وارده، فعال‌سازی مجموعه‌ای از آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی را در اولویت سازوکار فیزیولوژیک خود قرار می‌دهد؛ همچنین مولکول‌های آنتی‌اکسیدانی، اقدام به جاروب‌کردن رادیکال‌های آزاد می‌کنند (Shams *et al.*, 2011). افزایش فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان نظیر کاتالاز و پراکسیداز در مواجهه گیاهان با نانوذرات فلزی شیمیایی (Singh *et al.*, 2013; Krishnaraj *et al.*, 2012). همسو با نتایج تیمار نانونقره شیمیایی در پژوهش حاضر است.

مالون دآلدئید، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و محتوای فنل کل: صفت مالون دآلدئید تحت تأثیر نوع و غلظت نانوذره قرار گرفت (جدول ۱). کمترین محتوای مالون دآلدئید در تیمار شاهد (۰/۰۳ $mg\ g^{-1}$ Fw) مشاهده شد. هر دو نوع نانوذره افزایش در میزان مالون دآلدئید را باعث شدند، اما این افزایش در نانوذره سبز سنتز معنی‌دار نبود و اختلاف چندانی با شاهد نداشت. محتوای مالون دآلدئید با غلظت نانوذره شیمیایی رابطه‌ای خطی داشت و از ۰/۰۳ $mg\ g^{-1}$ Fw در شاهد به ۰/۲۵ $mg\ g^{-1}$ Fw در بالاترین سطح این تیمار رسید (شکل ۷). محتوای فنل کل نیز از نوع و غلظت نانوذره تأثیر پذیرفت. بیشترین محتوای فنل کل به نانونقره شیمیایی (۱۵/۱٦ $mg\ galic\ g^{-1}$ FW) در غلظت ۰/۰۵ گرم بر لیتر) و کمترین میزان به تیمار شاهد (٤/۱ $mg\ galic\ g^{-1}$ FW) اختصاص داشت (شکل ۸). میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی نیز تحت تأثیر نوع و غلظت نانوذره قرار گرفت (جدول ۱) این صفت بر اساس میزان سمیت ۵۰٪ نمونه‌ها (IC_{50}) و بر حسب میلی‌گرم در گرم وزن تر محاسبه شد. مقادیر این صفت از ۱۰/٦۷ ($mg\ g^{-1}$ FW) در شاهد روندی نزولی را در هر دو نوع نانوذره داشت. اما شیب کاهش یکسان نبود به‌طوریکه در نانوذره سبز در نهایت به ۸/۹۷ ($mg\ g^{-1}$ FW) رسید در حالیکه در نانونقره شیمیایی مقدار نهایی ۱/۰۱ $mg\ g^{-1}$ FW بود (شکل ۹). مقادیر بالاتر در صفت فعالیت آنتی‌اکسیدانی حاکی از سمیت کمتر در حالیکه مقادیر کمتر بیانگر شدت سمیت است. نانوذره شیمیایی در بالاترین سطح خود تقریباً ۸ برابر میزان مشابه از نانوذره سبز فعالیت آنتی‌اکسیدانی داشت. به عبارتی کاربرد این ذره هشت برابر ذره سبز احتمال بروز سمیت را القا خواهد کرد.

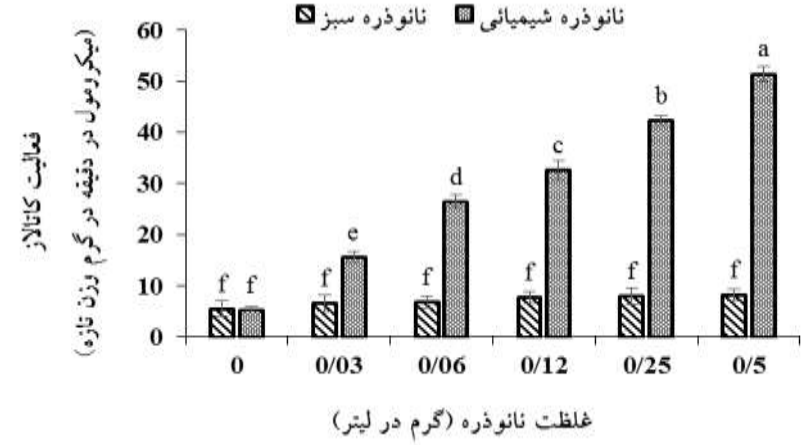
مطالعات نشان داده که نانوذرات نقره از طریق آزادسازی

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

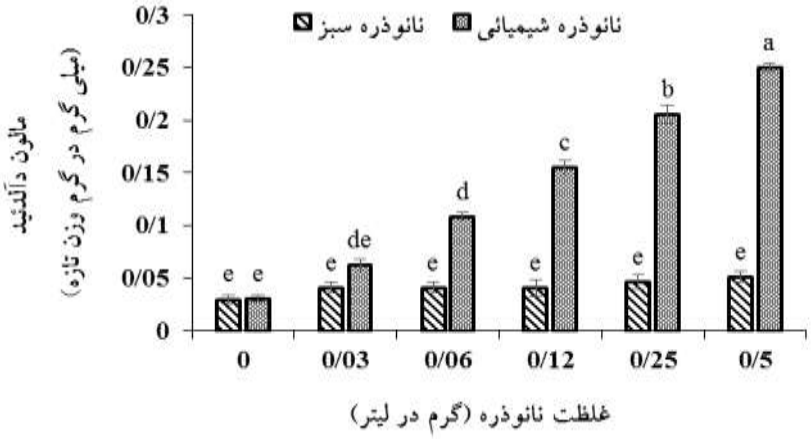
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]



شکل ۵- اثر متقابل نوع و غلظت نانوذره بر فعالیت پراکسیداز در پیاز. مقادیر، میانگین شش تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار با آزمون توکی در سطح پنج درصد است.



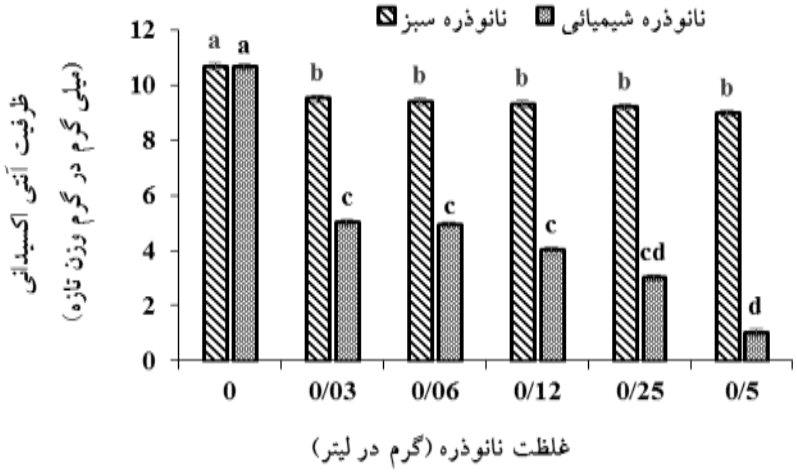
شکل ٦- اثر متقابل نوع و غلظت نانوذره بر فعالیت کاتالاز در پیاز. مقادیر، میانگین شش تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار با آزمون توکی در سطح یک درصد است.



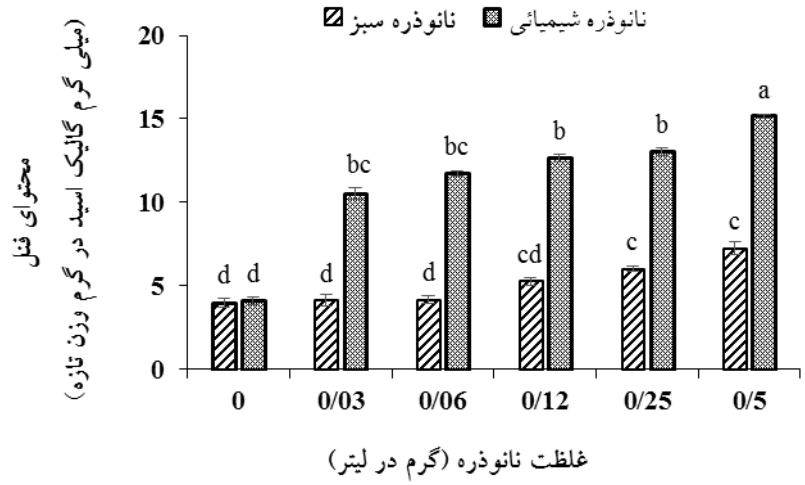
شکل ۷- اثر متقابل نوع و غلظت نانوذره بر مالون دآلدئید در پیاز. مقادیر، میانگین شش تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار با آزمون توکی در سطح یک درصد است.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]



شکل ۸- اثر متقابل نوع و غلظت نانوذره بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی در پیاز. مقادیر، میانگین شش تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار با آزمون توکی در سطح یک درصد است.



شکل ۹- اثر متقابل نوع و غلظت نانوذره بر محتوای فنل در پیاز. مقادیر، میانگین شش تکرار و حروف یکسان بیانگر عدم‌اختلاف معنی‌دار با آزمون توکی در سطح پنج درصد است.

مطالعات نشان داده که نانوذرات نقره از طریق آزادسازی رادیکال‌های آزاد اکسیژن، باعث ایجاد مرگ برنامه‌ریزی‌شده (آپوپتوز) می‌شوند و اگر چه دیواره سلول گیاهی به‌مثابه یک سد از ورود عوامل خارجی جلوگیری می‌کند، نانوذرات به دلیل قطر کم‌شان می‌توانند به‌راحتی از منافذ دیواره عبور کرده و وارد فضای داخلی سلول و غشای پلاسمایی شوند (Moore, 2006). نانوذرات با اتصال به مولکول‌های فعال بیولوژیکی شامل پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک، از غشا سلول عبور می‌کنند. سپس نانوذرات (بسته به ماهیت ذره و غلظت آن)، با تقویت یا از کاراندازی سیستم آنتی‌اکسیدانی از اثرات مخرب تنش اکسیداتیو کاسته یا مرگ برنامه‌ریزی‌شده سلول (Programed cell death) را باعث می‌شوند (Lei *et al.*, 2008). به گزارش (Burman *et al.*, 2013) نانو ذرات ZnO باعث افزایش میزان گونه‌های فعال اکسیژن و محتوای مالون دآلدئید به‌صورت خطی گردیده است. همچنین روند افزایشی در میزان فنل کل در گیاهان تیمارشده با نانوذرات فلزی قبلاً گزارش شده است (Singh *et al.*, 2013). بنا به گزارشی توان آنتی‌اکسیدانی کل در جداکشت‌های سیب‌زمینی تحت تیمار

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]
[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]

نانوذرات نقره تفاوت معنی‌داری با تیمار کنترل نشان داد (باقرزاده همایی و احسان‌پور، ۱۳۹۵).

نتیجه‌گیری

در کشاورزی پایدار، کاربرد نانوکودها و محلول‌پاشی با نانوذرات یکی از گزینه‌های نویدبخش در راستای افزایش غذا برای جمعیت به سرعت در حال رشد جهان محسوب می‌گردد. مروری بر پژوهش‌ها دهه اخیر حاکی از آن است که سنتز سبز نانوذرات به‌عنوان فن سازگار با محیط زیست، با به حداقل‌رساندن و کاهش تولید مواد زائد خطرناک ناشی از سنتز شیمیایی و امکان بهره‌مندی از متابولیت‌های ثانویه گیاهان، به‌تدریج جای خود را در تولید تجاری نانوذرات باز کرده و گزارش‌های متعددی در خصوص سنتز موفق نانوذرات از گیاهان موجود است. در پژوهش حاضر سنتز نانوذرات نقره با روش زیستی صورت گرفت و از گیاه سپستان نانو ذرات نقره با کمیت و پایداری مطلوب تولید شد.

تعداد زیادی از آزمایش‌های زیستی برای ارزیابی سمیت نسبی مواد شیمیایی موجود است که در طیف گسترده‌ای از موجودات و سلول‌ها، نحوه تغییرات را ارزیابی می‌کنند. با این حال، آزمایش واحدی وجود ندارد که بتواند آسیب‌های وارده از کلیه کلاس‌های ترکیبات شیمیایی پیچیده را شناسایی کند. آزمون جوانه‌زنی در گیاهانی نظیر پیاز، ابزاری حساس است که در مطالعات فیزیولوژی و سیتوژنتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. انجام این تست مقرون به‌صرفه و آسان بوده، ضمن اینکه حتی به غلظت‌های پایین سموم و ترکیبات شیمیایی حساس است. بنا به نتایج پژوهش حاضر نانوذره سبز سنتز نه تنها تأثیر اکسیداتیو بر پیاز نداشت بلکه در بعضی تأثیری محرک در برخی ویژگی‌ها مشاهده گردید و یا با تیمار شاهد اختلاف چندانی نداشت. نانوذره شیمیایی اما، با ایجاد تنش اکسیداتیو، واکنش‌های دفاعی گیاه را برانگیخت. به علاوه این اثر بازدارنده وابسته به دوز بود. لذا به‌عنوان نتیجه نهایی می‌توان اشاره کرد که سنتز ارزان و آسان نانوذرات از منابع گیاهی، در کنار مطالعه احتمال سیتوتوکسیسیتی و ژنوتوکسیسیتی ذرات سنتزشده، می‌تواند جایگزینی مناسب برای نانوذرات فلزی سنتزشده از مسیر شیمیایی باشد که قطعاً آثار زیانبار آنها بر ارگانیسم‌های زنده در آینده‌ای نه چندان دور گریبان‌گیر طبیعت و ساکنان آن خواهد شد.

سپاسگزاری

از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه هرمزگان به‌دلیل تأمین هزینه‌های پژوهش و آقای دکتر ابراهیم افتخار، رئیس مرکز تحقیقات پزشکی ملکولی خلیج فارس (دانشگاه علوم پزشکی هرمزگان) و کارکنان این مرکز به‌دلیل تأمین برخی از تجهیزات مورد نیاز جهت اجرای پژوهش سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

باقرزاده همایی، م. و احسان‌پور، ع. (۱۳۹۵) القای اکسیداسیون پروتئین، فعالیت پروتئاز، تغییرات گروه‌های تیولی وآنتی‌اکسیدانتی کل در گیاه سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum*) توسط نانونقره ونیترات نقره درشرایط کشت در شیشه. مجله سلول و بافت ۷: ۲۳۱-۲۴۱.

یوسف‌زایی، ف.، پوراکبر، ل. و فرهادی، خ. (۱۳۹٤) تأثیر نانو ذرات نقره بر برخی شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک گیاه ریحان (*Ocimum basilicum* L.). مجله فیزیولوژی و بیوشیمی گیاهی ایران ۲ :۶۳-۷۳.

Ahmad, A., Senapati, S., Khan, M. I., Kumar, R. and Sastry, M. (2005) Extra-intracellular, biosynthesis of gold nanoparticles by an alkalotolerant fungus, Trichothecium. Journal of Biomedical Nanotechnology 1: 47-53.

Alexieva, V., Sergiev, I., Mapelli, S. and Karanov, E. (2001) The effect of drought and ultraviolet radiation on growth and stress markers in pea and wheat. Plant, Cell and Environment 24: 1337-1344.

Barrena, R., Casals, E., Colon, J., Font, X., Sanchez, A. and Puntes, V. (2009) Evaluation of the ecotoxicity of model nanoparticles. Chemosphere 75: 850-7.

Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E. and Berset, C. (1995) Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. Lebensmittel Wissenschaft und Technologie 28: 25-30.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]

Burman, U., Saini, M. and Kumar, P. (2013) Effect of zinc oxide nanoparticles on growth and antioxidant system of chickpea seedlings. Toxicological and Environmental Chemistry 95: 605-616.

Chance, B. and Maehly, A. C. (1995) Assay of proxidases. Methods Enzymol 11: 755-764.

Dhindsa, R. S., Plumb-Dhindsa, P. and Thorpe, T. (1981) Leaf senescence: correlated with increased levels of membrane permeability and lipid peroxidation, and decreased levels of superoxide dismutase and catalase. Journal of Experimental Botany 32: 93-101.

Dubey, S., Lahtinen, M. and Sillanpaa, M. (2010) Green synthesis and characterizations of silver and gold nanoparticles using leaf extract of *Rosa rugosa*. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects 364: 34-41.

Fatima, R. A. and Ahmad, M. (2006) Genotoxicity of industrial wastewaters obtained from two different pollution sources in northern India: a comparison of three bioassays. Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis 609: 81-91.

Kasthuri, J., Kathiravan, K. and Rajendiran, N. (2009) Phyllanthin-assistedsynthesis of silver and gold nanoparticles: a novel biological approach. Journal of Nanoparticle Research 11: 1075-85.20.

Klancnik, K., Drobne, D., Valant, J. and Dolenc, K. J. (2011) Use of a modified allium test with nanoTio2. Ecotoxicology and Environmental Safety 74: 85-92.

Kowshik, M., Ashtaputre, S., Kharrazi, S., Vogel, W., Urban, J., Kulkarni, S. K. and Paknikar, K. M. (2003) Extracellular synthesis of silver nanoparticles by a silver- tolerant yeast strain MKY3. Nanotechnology 14: 95-100.

Krishnaraj, C., Jagan, E., Ramachandran, R., Abirami, S., Mohan, N. and Kalaichelvan, P. (2012) Effect of biologically synthesized silver nanoparticles on *Bacopa monnieri* (Linn.) Wettst. plant growth metabolism. Process Biochemistry 47: 651-658.

Lee, W. M., An, Y. J., Yoon, H. and Kweon, H. S. (2008) Toxicity and bioavailability of copper nanoparticles to the terrestrial plants mung bean (*Phaseolus radiatus*) and wheat (*Triticum aestivum*): plant agar test for water-insoluble nanoparticles. Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal 27: 1915-1921.

Lei, Z., Su, M. Y., Wu, X. C., Qu, C. X., Chen, L., Huang, H., Liu. X. Q. and Hong, F. S. (2008) Antioxidant stress is promoted by Nano-anatase in spinach chloroplasts under UV-Beta radiation. Biological Trace Element Research 121: 69-79.

Lin, D. and Xing, B. (2007) Phytotoxicity of nanoparticles: inhibition of seed germination and root growth. Environmental Pollution 150: 243-250.

Monica, R. C. and Cremonini, R. (2009) Nanoparticles and higher plants. Caryologia 62: 161-165.

Moore, M. N. (2006) Do nanoparticles present ecotoxicological risks for the health of the aquatic environment? Environ International Corporation 32: 967-976.

Musante, C. and White, J. C. (2012) Toxicity of silver and copper to *Cucurbita pepo*: differential effects of nano and bulk-size particles. Environmental Toxicology 27: 510-517.

Niemeyer, C. M. (2004) Nanobiotechnology: Concepts, Applications and Perspectives. 1nd Ed. John Wiley and Sons.

Prasad, T. N. V. K. V., Kambala, V. S. R. and Naidu, R. (2012) Phyconanotechnology: synthesis of silver nanoparticles using brown marine algae *Cystophora moniliformis* and their characterization. Journal of Applied Phycology 25: 177-182.

Raskar, S. V. and Laware, S. L. (2013) Effect of titanium dioxide nano particles on seed germination and germination indicws in onion. Plant Sciences Feed 3: 103-107.

Roopan, S. M., Madhumitha, G., Rahuman, A., Kamaraj, C., Bharathi, A. and Surendra, T. V. (2013) Low-cost and eco-friendly phyto-synthesis of silver nanoparticles using *Cocos nucifera* coir extract and its larvicidal activity. Industrial Crops and Products 43: 631-635.

Samari, F., Salehipoor, Hossein., Eftekhar, E. and Yousefinejad, S. (2018) Low-temperature biosynthesis of silver nanoparticles using mango leaf extract: catalytic effect, antioxidant properties, anticancer activity and application for colorimetric sensing. New Journal of Chemistry 42: 15905-15916.

Senapati, S., Syde, A., Moeez, S., Kumar, A. and Ahmah, A. (2012) Intracellular synthesis of gold nanoparticles using alga *Tetraselmis kochinensis*. Materials Letters 79: 116-118.

Shams, T., Shazi, S., Maryam, U., Ghazi, A. D., Adel, M. A. and Masood, A. (2011) Genotoxicity testing and biomarker studies on surface waters: An overview of the techniques and their efficacies. Journal of Environmental Science and Health 29: 250-275.

Singh, N. B., Amist, N. Y., Adav, K., Singh, D., Pandey, J. K. and Singh, S. C. (2013) Zinc oxide nanoparticles as fertilizer for the germination, growth and metabolism of vegetable crops. Journal of Nanoengineering and Nanomanufacturing 3: 353-364.

Sivaraman, S. K., Elango, S. K. and Santhanam, V. (2009) A green protocol for room temperature synthesis of silver nanoparticles in seconds. Current Science 97: 1055-1059.

Spanos, G. A. and Wrolstad, R. E. (1990) The Influence of processing and storage on the phenolic composition of thompson seedless grape juice. Journal of Agricultural and Food Chemistry 38: 1565-1571.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]

Veerasamy, R., Xin, T. Z., Gunasagaran, S., Xiang, T. F. W., Yang, E. F. C. and Jeyakumar, N. (2011) Biosynthesis of silver nanoparticles using mangosteen leaf extract and evaluation of their antimicrobial activities. Journal of Saudi Chemical Society 15: 113-120.

Yang, F., Liu, C., Gao, F., Su, M., Wu, X., Zheng, L. and Yang, P. (2007) The improvement of spinach growth by nano-anatase TiO2 treatment is related to nitrogen photoreduction. Biological Trace Element Research 119: 77-88.

Zambryski, P. (2004) Cell-to-cell transport of proteins and fluorescent tracers via plasmodesmata during plant development. Journal of Cell Biology 162: 165-168.

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]

The potential of green and chemical synthesized nano particles to induce oxidative stress in *Allium cepa* L.

Zahra akbarnejad-Samani[1], Mansoore Shamili[1]* and Fayezeh Samari[2]

[1] Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
[2] Department of Chemistry, Faculty of Scienc, University of Hormozgan, Bandar Abbas, Iran
(Received: 25/05/2019, Accepted: 20/08/2019)

Abstract

With respect to the rise rate of the production and release of nanoparticles in nature, it is important to note the possibility of toxicity and oxidative damage to the plant ecosystem. Hence, this research was aimed to compare the biochemical and anti-oxidative indices of Onion treated with different concentrations of two types of silver nanoparticles (green synthesis and chemical synthesis) and investigating the probability of oxidative stress induction. In this study, the color of the leaf extract turning from pale yellow to dark brown, due to surface plasmon resonance of silver nanoparticles, indicated the successful synthesis of silver nanoparticles. The absorption spectrum of the synthesized silver nanoparticles showed a peak with λ_{max} of 410 nm. TEM images revealed a uniform size of the synthesized particles, with almost spherical shape and the size range between 3 to10 nm, with an average of 5.8 nm. XRD analysis revealed that the green synthesized silver nanoparticles were crystalline in nature. According to the results, both antioxidant enzymes represented linear increases in exposure to the chemical nanoparticles. Both nanoparticles caused increasing in lipid peroxidation, but the green synthesized nanoparticles had no significant difference compared with the control. The most phenol content belonged to chemical nano-silver (15.16 mg Gallic g^{-1} FW at the concentration of 0.05 gr l^{-1}) and the least value to the control (4.1 mg Gallic g^{-1} FW). The antioxidant activity of chemical nanoparticles was 8 times more than the green nanoparticles. According to the results of this research, green nanoparticles didn't have an oxidative effect on onion. However, some stimulus effects were revealed. It is worth noting that, the chemical nanoparticles, provoked plant defense reactions, by inducing oxidative stress, besides the inhibitory effect was dose-dependent.

Key words: Antioxidant capacity, Green synthesis, Oxidative stress, Phenol, Silver nanoparticles

Corresponding author, Email: shamili@ut.ac.ir

[Downloaded from jispp.iut.ac.ir on 2026-11-23]

[DOR: 20.1001.1.23222727.1399.9.35.28.9]