

نشریه زراعت  
شماره ۱۱۱، تابستان ۱۳۹۵  
(پژوهش و سازندگی)

## اثر نانوذرات نقره سنتز شده زیستی بر ویژگی های رشدی و محتوای فلاونوئید گیاه گندم (*Triticum aestivum*)

- شهلا هاشمی، بخش زیست شناسی، دانشکده علوم، انجمن پژوهشگران جوان، دانشگاه شهید باهنر کرمان (نویسنده مسئول)
- زهرا اسرار، بخش زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان
- شهرام پورسیدی، بخش بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
- مهسا ده زیاری، بخش زیست شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان

تاریخ دریافت: فروردین ماه ۱۳۹۴ تاریخ پذیرش: اسفند ماه ۱۳۹۴  
پست الکترونیک نویسنده مسئول: shalahashemi15@yahoo.com

### چکیده

نانوذرات، اتم ها یا مولکول هایی با اندازه ۱ تا ۱۰۰ نانومتر با قابلیت تغییر شدید در خواص فیزیکی و شیمیایی نسبت به مواد بزرگتر هستند. در این مطالعه نانوذرات نقره بوسیله نیترات نقره (۲۰ میلی مولار) و عصاره برگ آلوئه ورا سنتز شد و اثر نانوذرات نقره زیستی و نقره در غلظت های مختلف (۰، ۴۰، ۸۰ پی پی ام) بر ویژگی های رشدی و محتوای فلاونوئید برگ گیاه گندم مطالعه شد. تشکیل نانوذرات نقره با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر UV-Visible و پراش پودری پرتو ایکس شناسایی شد. سنتز نانوذرات نقره با ماکزیمم طول جذب در ۴۶۰ نانومتر تایید شد. آنالیز پراش پودری پرتو ایکس نشان داد که اندازه نانوذرات نقره ۲۵ نانومتر بودند. نتایج تیمارهای نانوذرات نقره زیستی و نقره در غلظت های مختلف بر گندم نشان داد که نانوذرات نقره در غلظت ۴۰ و ۸۰ پی پی ام و نقره در ۸۰ پی پی ام، وزن تر ساقه و ریشه را افزایش دادند. کاربرد نانوذرات نقره و نقره در غلظت ۴۰ و ۸۰ پی پی ام منجر به افزایش محتوای فلاونوئید طول موج ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر شد اما بر محتوای فلاونوئید طول موج ۲۷۰ نانومتر اثری نداشت.

کلمات کلیدی: نانوذره نقره، گندم، فلاونوئید، رشد

Agronomy Journal (Pajouhesh &amp; Sazandegi) No:111 pp: 49-54

**Effect of biologically synthesized silver nanoparticles on growth characteristics and flavonoid contents of Wheat (*Triticum aestivum*)**

By:

- S. Hashemi, (Corresponding Author), 1Biology department, faculty of science, shahid bahonar university, Young research ,s society, shahid bahonar university
- Z. Asrar, Biology department, faculty of science, shahid bahonar university
- S. PourSeadi, 3Biotechnology department, faculty of agriculture , shahid bahonar university
- M. Deh zeare1, Biology department, faculty of science, shahid bahonar university

Received: March 2015

Accepted: February 2016

Nanoparticles (NPs) are atomic or molecular with dimension 1-100 nm that can modify their physico-chemical properties compared to the bulk material. In present investigation, Ag nanoparticles were synthesized from AgNO<sub>3</sub> (20mM concentration) using leaves extracts of *Aloe vera* and effects of these biologically Ag nanoparticles and Ag at different concentrations (0, 40, 80ppm) were studied on growth characteristics and leaf flavonoid contents of Wheat. Formation of Ag nanoparticles was identified using UV-visible spectroscopy and X-ray diffraction (XRD). Synthesized Ag nanoparticles were confirmed by the absorption maxima at the wavelength of 460 nm. X-ray diffraction (XRD) analysis showed that the size of synthesized silver nanoparticles had 25nm. The result of treatments biologically Ag nanoparticles and Ag at different concentrations on Wheat showed that at 40 80 ppm of Ag nanoparticle and at 80 ppm of Ag increased root and shoot fresh weight. Application of 40, 80ppm of both Ag nanoparticles and Ag increased flavonoid contents at 300, 330nm wavelengths but had no effect flavonoid contents at 270nm wavelength.

Keywords: Silver nanoparticles, *Triticum aestivum*, Flavonoid, Growth**مقدمه**

دلیل اثرات خاص و ویژگی های منحصر به فردشان ورود گسترده ای به دنیای پزشکی، دارویی، صنعت و کشاورزی داشته اند (Oberdorfer et al., 2005). این ذرات به اشکال مختلف در محیط زیست آزاد شده و تاثیرات ناشناخته آنها بر گیاهان و اکوسیستم، موجبات نگرانی های بسیاری را فراهم آورده است. Krishnaraj و همکاران در سال ۲۰۱۲، اثر نانوذره نقره سنتز شده زیستی را روی رشد گیاه باکوپا مطالعه کردند و مشاهده کردند که نانوذرات نقره اثر مثبتی روی جوانه زنی دانه و القا سنتز پروتئین و کربوهیدرات داشته ولی محتوای فنل کل و فعالیت آنزیم کاتالاز و پراکسیداز را کاهش داده است. تحقیقات دیگری که توسط Yin و همکاران در سال ۲۰۱۱ انجام گرفت مشاهده شد که نانوذرات نقره، رشد گیاه چمن لولیوم را کاهش داده اند. از طرف دیگر، اصلی ترین مشکلات اقتصادی جوامع در حال توسعه، تأمین غذا است و در این رابطه غلات و به ویژه گندم اهمیت بیشتری دارند. گندم در الگوی مصرف و در الگوی تولیدات کشاورزی جهان نقش حیاتی دارد (Martin et al., 1998). بنابراین هدف این پژوهش سنتز نانوذرات نقره از عصاره گیاه آلوئه ورا و تاثیر آن بر روی رشد و رنگیزه های فلاونوئید گندم است.

**مواد و روشها**

این تحقیق با هدف تولید نانوذره نقره توسط عصاره آلوئه ورا و اثر نانوذره نقره و نقره بر ویژگی های رشدی و محتوای فلاونوئید گیاه گندم در دانشگاه شهید باهنر کرمان در سال ۱۳۹۱ اجرا شد. برای شروع پژوهش ابتدا عصاره آلوئه ورا برای تولید نانوذرات نقره تهیه شد.

نانوذرات به ذراتی به ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر گفته می شود (Ostiguy and Roberge, 2010). به دلیل خواص و ویژگی های جدیدی که نانوذرات دارند، تمایل بسیار زیادی به کاربرد آن ها در زمینه های کشاورزی، صنایع و پزشکی وجود دارد (Kim et al., 2004). معمولا نانوذرات با روش های مختلف مصنوعی سنتز می شوند. برخی از روش های مصنوعی عبارتند از: روش های احیا، سل-ژل، و الکتروشیمیایی (Sundrarajan and Gowri, 2001). در روش های مصنوعی از مواد خطرناک مانند حلال های آلی و عوامل سمی احیا کننده مانند سدیم تترا هیدروبورات وان- آن دی متیل فرمامید استفاده می شود (Bhattacharya and Gupta, 2005). با توجه به استفاده فراوان نانوذرات و برای به حداقل رساندن استفاده از مواد مضر زیست محیطی، سنتز نانوذرات با استفاده از روش زیستی پیشنهاد شده است (Mohanpuria et al., 2008). بهترین روش سنتز زیستی نانوذرات توسط عصاره گیاهان می باشد (Shankar et al., 2004., Khatami. and Poursayed, 2015). زیستی نانوذرات توسط عصاره گیاهان دارای مزایای متعدد در زمینه دارویی و دیگر برنامه های کاربردی پزشکی می باشد و به عنوان یک جایگزین ساده برای روش های پیچیده فیزیکی و شیمیایی است. بنابراین ما در این تحقیق از گیاه آلوئه ورا برای سنتز نانوذرات نقره استفاده کردیم. آلوئه ورا، گیاهی دارویی می باشد که دارای خواص درمانی گوناگونی از جمله بهبود زخم، ترمیم آسیب های ناشی از تابش پرتوها، ضد التهاب، ضد ویروسی، باکتری و قارچ است (Choi and Chung, 2003). از طرف دیگر، نانوذرات به

## تهیه عصاره برای تولید نانوذرات نقره

برای تهیه عصاره برگ آلوئه ورا، ابتدا برگ های آلوئه ورا از گلخانه دانشگاه شهید باهنر کرمان جمع آوری شدند. سپس، برگ های آلوئه ورا در آزمایشگاه (دمای ۲۳ درجه سانتی گراد) دانشگاه شهید باهنر کرمان ۲ بار با آب مقطر شسته شدند. ۳۰ گرم برگ تر آلوئه ورا وزن شده و به قطعات کوچک ریز شدند. قطعات در داخل یک ارلن ریخته و با آب مقطر به حجم ۱۰۰ میلی لیتر رسانده شده و سپس به مدت ۵ دقیقه جوشانده و عصاره حاصل از آن ها پس از سرد شدن، توسط کاغذ صافی صاف شد. ۸۰ سی سی از عصاره به بشر حاوی عصاره، نمک نیترات نقره با غلظت ۲۰ میلی مولار افزوده شد. مخلوط واکنش یک ساعت در دمای آزمایشگاه قرار گرفت و بعد از یک ساعت رنگ عصاره از زرد کم رنگ به قهوه ای تیره که نشان دهنده تولید نانو ذرات نقره بود، تغییر یافت. سپس توسط دستگاه اسپکتروفوتومتری UV-Visible (مدل Cary 50) از محلول ها برای سنجش طیف استفاده شدند. برای تعیین اندازه نانوذرات توسط پراش پودری پرتو ایکس (X-Ray Diffraction)، محلول ها به مدت ۳ روز در دمای آزمایشگاه قرار گرفته تا کاملا خشک شود و برای آنالیز استفاده شدند.

## آنالیز اسپکتروفوتومتری UV-Visible

برای آنالیز اسپکتروفوتومتری UV-Visible، جذب محلول قهوه ای تیره رنگ (عصاره حاصل از برهمکنش عصاره گیاهی آلوئه ورا و نمک نقره) و محلول زرد رنگ (عصاره)، با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری در بازه طول موج ۴۰۰-۶۰۰ نانومتر بررسی شد (Huang et al., 2007).

## اندازه نانوذرات نقره به کمک پراش پودری پرتو ایکس

(XRD)

اندازه متوسط ذرات با استفاده از معادله شرر مشخص شد که در آن  $\beta$  پهنای طیف در نصف ارتفاع ماکزیمم میباشد و افزایش آن مبین کوچکتر شدن ابعاد ذرات پودری است. (Sadowski et al., 2008)

$$D = \frac{0.9\lambda}{\beta \cos\theta}$$

## تیمار نانوذرات نقره روی گندم

بعد از تهیه نانوذرات نقره، برای خالص سازی نانوذرات، پودر نانوذرات ۳ بار با آب مقطر به مدت ۱۰ دقیقه در  $g \times 2000$  سانتریفوژ شدند و محلول رویی دور ریخته شد و محلول زیرین در دمای آزمایشگاه به مدت ۳ ساعت خشک شد و برای تیمار نانوذرات نقره بر گندم استفاده شدند. گیاه مورد آزمایش در این پژوهش گیاه گندم (*Triticum (aestivum)*) رقم پیشناز می باشد. ابتدا بذره های گندم با هیپوکلریت سدیم ۰/۵ درصد برای ۶ دقیقه ضدعفونی شده و سپس بخوبی با آب مقطر دو بار شسته شد. دانه ها در گلدان های حاوی پرلیت قرار داده شد و به مدت یک هفته با محلول غذایی هوگلند آبیاری شد. بعد از این مدت محلولهای نانوذره نقره که قبلا آلتراسونیک شده در غلظت های (۰، ۴۰، ۸۰ پی پی ام) و نیترات نقره در غلظت های (۰، ۴۰، ۸۰ پی پی ام) به محلول غذایی هوگلند اضافه شدند. بعد از دو هفته گیاهان برای سنجش وزن تر ریشه و ساقه و فلاونوئیدها برگ گندم برداشت شدند.

## فلاونوئیدها

اندازه گیری فلاونوئیدها به روش اسپکتروفوتومتری با استفاده از روش Krizek و همکاران (۱۹۹۸) انجام گرفت. ۰/۱ گرم از برگ گیاه در هاون چینی با ۱۰ میلی لیتر اتانول اسیدی (الکل اتیلیک و اسید استیک گلاسیال به نسبت حجمی ۱:۹۹) ساییده شده و به مدت ۱۵ دقیقه در  $g \times 2000$  سانتریفوژ شدند و محلول رویی به مدت ده دقیقه در حمام آب گرم با دمای ۸۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت. شدت جذب در طول موج های ۲۷۰، ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر خوانده شد. نتایج بر حسب درصد جذب گزارش گردید.

$$\text{Flavonoid} = \text{ABS} (V/700 \times 100)$$

V: حجم عصاره

## تجزیه و تحلیل آماری

این تحقیق در قالب طرح کاملا تصادفی با تعداد ۳ تیمار و هر تیمار ۴ تکرار انجام شد. آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS و آزمون ANOVA صورت گرفت. مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و رسم نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel صورت پذیرفت.

## نتایج

## نتایج سنتر نانوذرات نقره

## تغییر رنگ عصاره

شکل (۱)، تغییر رنگ، برهم کنش عصاره گیاهی آلوئه ورا و محلول نمک نقره را نشان می دهد که این تغییر رنگ از زرد کم رنگ (رنگ عصاره قبل از اضافه کردن نیترات نقره) به قهوه ای تیره (رنگ عصاره بعد از اضافه کردن نیترات نقره) می باشد.

## آنالیز اسپکتروفوتومتری UV-Visible

برای آنالیز اسپکتروفوتومتری UV-Visible، جذب محلول زرد رنگ (عصاره) و محلول قهوه ای رنگ (عصاره+نیترات نقره) حاصل از برهمکنش عصاره گیاهی آلوئه ورا و نمک نقره، با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری در بازه طول موج ۴۰۰-۶۰۰ نانومتر بررسی شدند (شکل ۲). با توجه به شکل ۲، ماکزیمم جذب در حدود طول موج ۴۶۰ نانومتر در محلول قهوه ای تیره رنگ مشاهده می شود که در عصاره این پیک جذبی وجود ندارد. این ماکزیمم پیک جذب در حدود طول موج ۴۶۰ نانومتر نشان دهنده وجود نانوذرات نقره و در واقع تولید نانوذرات توسط عصاره است.

## اندازه نانوذرات نقره به کمک پراش پودری پرتو ایکس

(XRD)

شکل (۳) پراش پرتو X نانوذرات نقره را نشان می دهد. نانوذرات نقره دارای صفحات کریستالی (۱۱۱)، (۲۰۰) و (۳۱۱) می باشند و با استفاده از معادله شرر، ابعاد نانوذرات حاصل توسط عصاره آلوئه ورا ۲۵ نانومتر می باشد.

## نتایج اثر نانوذرات نقره بر گندم

## اثر نانوذرات نقره بر رشد گندم

همانطور که در شکل ۴ و ۵ مشاهده می شود، با افزایش غلظت نقره و نانوذرات نقره وزن تر ریشه و ساقه افزایش می یابد و این افزایش در تیمار نانوذره نقره نسبت به نقره چشمگیرتر است. ماکزیمم وزن تر ریشه و ساقه مربوط به غلظت ۸۰ پی پی ام نانوذرات نقره می باشد.

## اثر نانوذرات نقره بر رنگیزه های فلاونوئید گیاه گندم

همانطور که در شکل ۶ مشاهده می شود، تیمار نقره و نانوذرات

نقره بر محتوای رنگیزه فلاونوئید در طول موج ۲۷۰ نانومتری تاثیر معنی داری نداشته، اما بر محتوای رنگیزه فلاونوئید در طول موج ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر تاثیر افزایشی داشته است. بالاترین محتوای رنگیزه فلاونوئید در طول موج ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر مربوط به غلظت نقره ۸۰ پی پی ام می باشد.

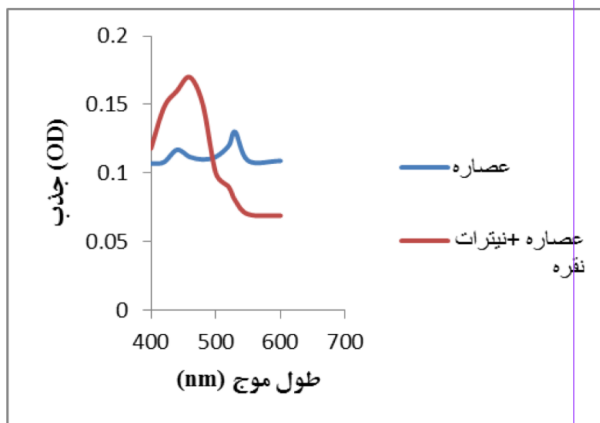
#### بحث

نانوذرات در زمینه های کشاورزی، صنایع و پزشکی کاربردهای فراوانی دارند. (Kim et al., 2004) امروزه، سنتز زیستی نانو ذرات با استفاده از عصاره گیاهان، توجه بسیاری از دانشمندان را به خود جلب کرده است. بنابراین هدف این پژوهش، سنتز نانوذرات نقره توسط عصاره گیاه آلوئه ورا و اثر این نانوذرات بر گندم بود. در اثر برهم کنش عصاره گیاهی آلوئه ورا و محلول نمک نقره تغییر رنگی مشاهده شد که این تغییر رنگ از زرد کم رنگ (رنگ عصاره قبل از اضافه کردن نیترات نقره) به قهوه ای تیره (رنگ عصاره بعد از اضافه کردن نیترات نقره) بود. نتایج حاصل از این پژوهش با تحقیقات Reddy و Gandhi (۲۰۱۲) کاملاً مشابه بود و اولین نشانه از تولید نانوذرات نقره محسوب می شد. جذب نانوذرات نقره سنتز شده توسط آلوئه ورا با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتری UV-Visible، ماکزیمم جذب در طول موج ۴۶۰ نانومتر را نشان داد. زمانی که یک پرتو نوری به سطح نانوذرات فلزی بتابد، میدان نوسانی موج فرودی، موجب نوسان الکترون های رسانش فلز به صورت دسته جمعی می شود. این نوسان های دسته جمعی الکترون های رسانش، پلاسمون سطحی نامیده می شوند. پلاسمون سطحی نانوذرات یکنواخت دارای فرکانس شدیدی هستند که در آن فرکانس بیشترین جذب و پراکندگی را از خود نشان می دهند (Willets and Duyn, 2007). نتایج ماکزیمم جذب در طول موج ۴۶۰ نانومتر با نتایج Sivaraman و همکاران (۲۰۰۹) و Sathya-vathi و همکاران (۲۰۱۰) مشابهت داشت. در ادامه پژوهش، برای بررسی، اثر نانوذرات نقره زیستی و نقره بر ویژگی های رشدی و محتوای فلاونوئید برگ گیاه گندم، نانوذرات نقره و نقره در غلظت های مختلف (۰، ۴۰، ۸۰ پی پی ام) استفاده شدند. تیمار نقره در

غلظت ۸۰ پی پی ام و نانوذرات نقره در هر دو غلظت ۴۰ و ۸۰ پی پی ام باعث افزایش وزن تر ساقه و ریشه شدند. اما نانوذرات نقره اثر افزایشی چشمگیرتری داشت. مشابه با نتایج ما، Sharma و همکاران در سال ۲۰۱۲ گزارش کردند که تیمار نانوذرات نقره منجر به افزایش رشد گیاه خردل شده است. همچنین Amooag-haie و همکاران در سال ۲۰۱۵ که تیمار نانوذرات نقره منجر به افزایش رشد گیاه خردل سیاه شده است. Rezvani و همکاران در سال ۲۰۱۲ گزارش کردند که نانوذرات نقره بدلیل بلوکه کردن مسیر سیگنالینگ اتیلن رشد گیاه زعفران را افزایش داده است. اثر نانوذرات نقره و نقره بر محتوای فلاونوئید گندم نشان داد ر تیمار نقره و نانوذرات نقره در هر دو غلظت ۴۰ و ۸۰ پی پی ام، محتوای فلاونوئید در طول موج ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر را افزایش داد. Suri-yaprabha و همکاران در سال ۲۰۱۲، اثر نانوذرات را بر گیاه ذرت مطالعه کردند و گزارش کردند که نانوذرات اثر افزایشی بر محتوای فنل داشته است.

#### نتیجه گیری

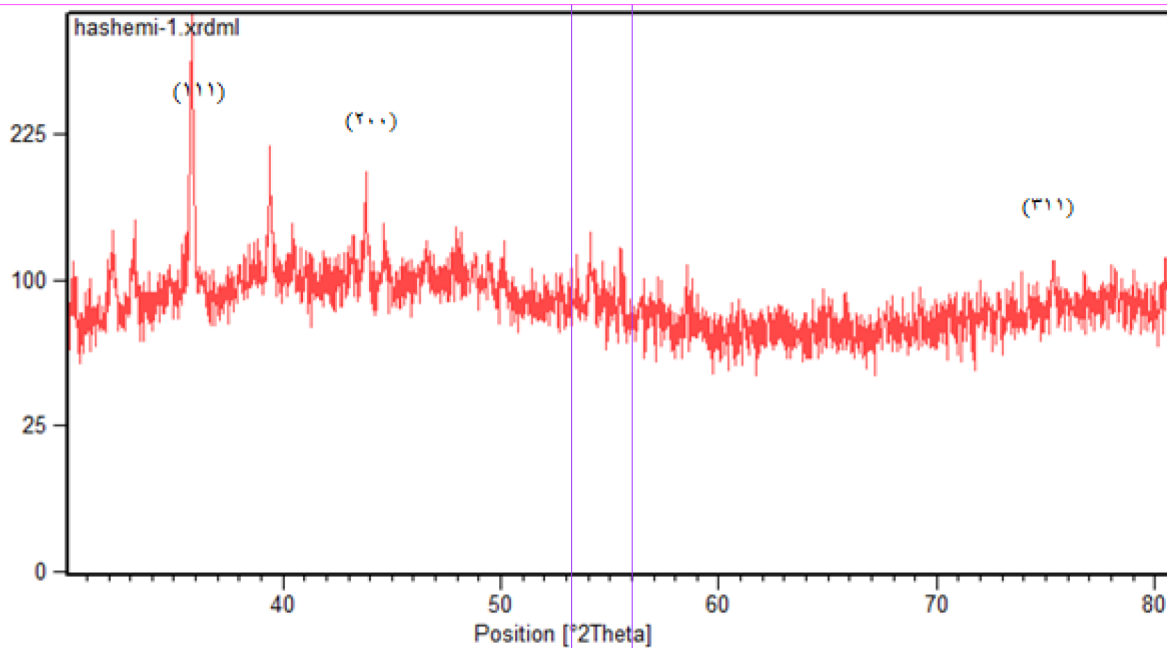
بهترین روش سنتز زیستی نانوذرات توسط عصاره گیاهان می باشد و به عنوان یک جایگزین ساده برای روش های پیچیده فیزیکی و شیمیایی است. در این مطالعه نانوذرات نقره بوسیله نیترات نقره (۲۰ میلی مولار) با استفاده از عصاره برگ آلوئه ورا سنتز شد. تشکیل نانوذرات نقره با استفاده از اسپکتروفوتومتری UV-Visible و پراش پودری پرتو ایکس شناسایی شد. سنتز نانوذرات نقره با ماکزیمم طول جذب در ۴۶۰ نانومتر تایید شد. آنالیز پراش پودری پرتو ایکس نشان داد که اندازه نانوذرات نقره ۲۵ نانومتر بودند. نتایج تیمارهای نانوذرات نقره زیستی و نقره در غلظت های مختلف بر گندم نشان داد که نانوذرات نقره و نقره در غلظت ۸۰ پی پی ام وزن تر ساقه و ریشه را افزایش دادند. کاربرد نانوذرات نقره و نقره در غلظت ۴۰ و ۸۰ پی پی ام منجر به افزایش محتوای فلاونوئید طول موج ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر شدند اما بر محتوای فلاونوئید طول موج ۲۷۰ نانومتر اثری نداشتند.



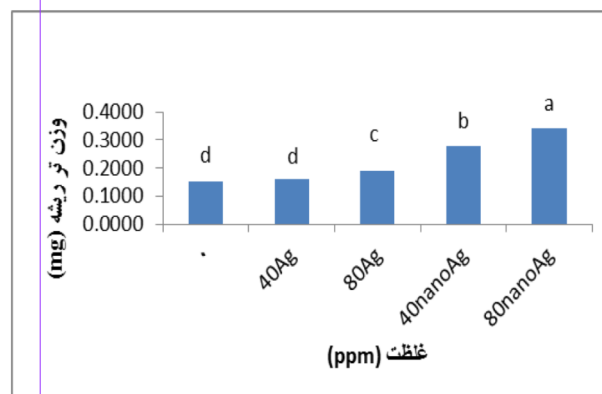
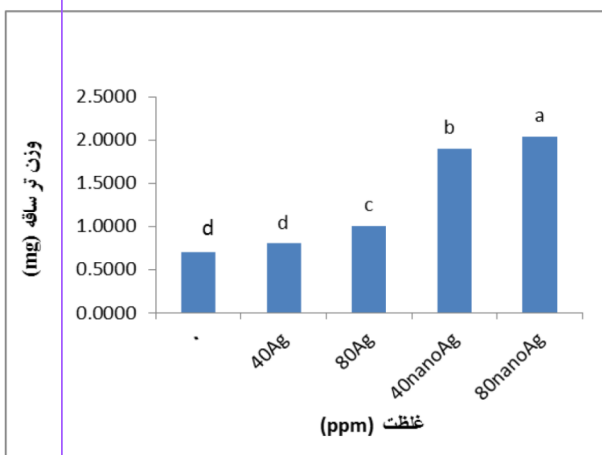
شکل ۲- طیف جذبی از دستگاه اسپکتروسکوپی نانوذرات نقره تولید شده توسط آلوئه ورا



شکل ۱- تغییر رنگ از زرد کم رنگ (رنگ عصاره قبل از اضافه کردن نیترات نقره) به قهوه ای رنگ (رنگ عصاره بعد از اضافه کردن نیترات نقره).

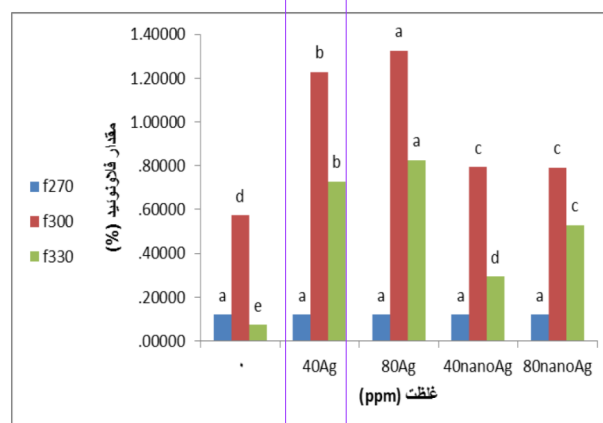


شکل ۳- پراش پودری پرتو ایکس (XRD) نانوذرات نقره سنتز شده توسط آلوتهورا



شکل ۴- اثر نقره و نانوذرات نقره روی وزن تر ریشه. میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری اختلافی ندارند (آزمون دانکن و  $P \leq 0.05$ ).

شکل ۵- اثر نقره و نانوذرات نقره روی وزن تر ساقه. میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری اختلافی ندارند (آزمون دانکن و  $P \leq 0.05$ ).



شکل ۶- اثر نقره و نانوذرات نقره روی رنگیته های فلاونوئید. میانگین های دارای حداقل یک حرف مشابه از نظر آماری اختلافی ندارند (آزمون دانکن و  $P \leq 0.05$ ).

## منابع مورد استفاده

1. Amooaghaie, R. Tabatabaei, F and MohammadAhadi, A. (2015). Role of hematin and sodium nitro prusside in regulating *Brassica nigra* seed germination under nano silver and silver nitrate stresses. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, Vol 113, pp:259–270.
2. Bhattacharya, D and Gupta, R. K. (2005). Nanotechnology and potential of microorganisms. *Critical Reviews in Biotechnology*, Vol, 25, pp: 199–204.
3. Choi, S. Chung, M.H. (2003). A review on the relationship between *Aloe vera* components and their biologic effects. *Seminar: Internal Medicine*. Vol, 1. pp: 53–62.
4. Huang, J. Li, Q. Sun, D. Lu, Y. Su, Y. Yang, X. et al. (2007). Biosynthesis of silver and gold nanoparticles by *Cinnamomum camphora* leaf. *Nanotechnology*, Vol, 18. pp: 1–11.
5. Khatami, M. and Pourseyedi, S. (2015). Phoenix Dactylifera (Date Palm) pit aqueous extract mediated novel route for Synthesis high stable silver nanoparticles with high antifungal and antibacterial Activity. *IET Nanobiotechnology*. Vol, 9, No, 4. pp. 184-190.
6. Kim, F. Connor, S. Song, H. Kuykendall, T and Yang, P. (2004). Platonic Gold Nano-crystals. *Angewandte Chemie*, Vol, 116, pp: 3759-3763.
7. Krishnaraj, C. Jagan, E.G. Ramachandran, R. Abirami, SM. Mohan, N. Kalaichelvan, P.T. (2012). Effect of biologically synthesized silver nanoparticles on *Bacopa monnieri* plant growth metabolism. *Process Biochemistry*. Vol, 47, No, 4. pp:51–658.
8. Krizek, D.T. Britz, S.J and Mirecki, R.M. (1998). Inhibitory effect of ambient levels of solar UV-A and UV-B radiation on growth of cv. New red fire lettuce. *Physiologia Plantarum*, Vol 103, pp: 1-7.
9. Martin, J. S. Hary, T. C. Condle, J. M. Rodney, W. B. and Corson, K. H. (1998). Above and below ground interference of wheat by Italian rye grass. *Weed Science*, Vol, 46, pp: 438-441.
10. Mohanpuria, P. Rana, N. K and Yadav, S. K. (2008). Biosynthesis of nanoparticles: technological concepts and future applications. *Journal of Nanoparticle Research*, Vol, 10, pp: 507–517.
11. Oberdorster, G. Maynard, A. Donaldson, K. Castranova, V. Fitzpatrick, J. Ausman, K. et al. (2005). Principles for Characterizing the Potential Human Health Effects from Exposure to Nanomaterials: Elements of a Screening Strategy. *Toxicology*, pp:2-8.
12. Ostiguy, C. B. Roberge, L. (2010). Best practices guide to synthetic nanoparticle risk management. *Bibliothèque et Archives nationales*. pp:334-337.
13. Reddy, G.R and Gandhi, N.N. (2012). Environmental friendly biosynthesis, characterization and antibacterial activity of silver nanoparticles by using *Senna Saimea* plant leaf aqueous extract. *International Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*, Vol, 2, No, 1, pp: 186-193.
14. Sadowski, Z. Maliszewska, I. Grochowalska, I.H. Polowczyk, I. and Kozlecki, T. (2008). Synthesis of silver nanoparticles using microorganism. *Materials Science-Poland*, Vol, 26. pp: 419–424.
15. Sakihama, Y. Cohen, M.F. Grace, S.C. and Yamasaki, H. (2002). Plant phenolics antioxidant and oxidant activity: phenolics-induced oxidative damage mediated by metal in plants. *Toxicology*. Vol, 177, pp: 67-80.
16. Sathyavathi, R. Balamurali, K.M. Venugopal, R.S. Saritha, R. and Narayana, R.D. (2010). Biosynthesis of Silver Nanoparticles Using *Coriandrum Sativum* Leaf Extract and Their Application in Nonlinear Optics. *Advanced Science Letters*, Vol, 3, pp:138-143.
17. Shankar, S.S. Rai, A. Ahmad, A and Sastry, M. (2004). Rapid synthesis of Au, Ag, and bimetallic Au core Ag shell nanoparticles using Neem (*Azadirachta indica*) leaf broth. *Journal of Colloidal and Interface Science*, Vol, 275. pp: 496–502.
18. Sharma, P. Bhatt, D. Zaidi, M.G.H. Pardha Saradhi, P. Khanna, P.K. Arora, S. (2012). Silver nanoparticle-mediated enhancement in growth and antioxidant status of *Brassica juncea*. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. Vol, 167, pp: 2225–2233.
19. Sivaraman, S.K. Elango, S.K. and Santhanam, V. A. (2009). Green protocol for room temperature synthesis of silver nanoparticles in seconds. *Current Science*, Vol, 97, pp: 1055-1059.
20. Sundrarajan, M and Gowri, S. (2011). Green synthesis of titanium dioxide nanoparticles by *Nyctanthes arbor-trisitis* leaves extract. *Chalcogenide Letters*, Vol, 8, pp: 447–451.
21. Suriyaprabha, R. Karunakaran, G. Yuvakkumar, R. Prabu, P. Rajendran, V. Kannan, N. (2012). Growth and physiological responses of maize (*Zea mays* L.) to porous silica nanoparticles in soil. *Journal of Nanoparticle Research*, Vol 14, pp:1294–1296.
22. Willets, K A and Duynne, V. (2007). Localized Surface Plasmon resonance spectroscopy and sensing. *Annual Review of Physical Chemistry*, Vol, 58, pp: 267–97.
23. Yin, L. Cheng, Y. Espinasse, B. Colman, B.P. Auffan, M. Wiesner, M. (2011). More than the ions: the effects of silver nanoparticles on *Lolium multiflorum*. *Environmental Science Technology*. Vol, 45. pp:2360–2367.