Archive of SID

Plant Prod., 42(3) (2019) 345-358
DOI: 10.22055/ppd.2019.22929.1503
ISSN (P): 2538-543x
ISSN (E): 2588-5979

Evaluation of Some Phytochemical Characteristics of *Berberis integerrima* in Response to Nano-Zinc Foliar Application and Post-Harvest Drying Temperature

Lamia Vojodi Mehrabani[1]*, Rana Valizadeh Kamran[2] and Mohammad Bagher Hassanpouraghdam[3]

1- ***Corresponding Author:** Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture , Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran (vojodilamia@gmail.com)
2- Assistant Professor, Department of Agricultural Biotechnology, Faculty of Agriculture, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran
3- Associate Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, University of Maragheh, Maragheh, Iran

Received: 3 August, 2017 Accepted: 22 November, 2017

Abstract

Background and Objectives

Mineral nutrition and post-harvest handling are the major factors affecting secondary metabolites content and composition of plants. *Berberis integerrima* is one of the most important medicinal plants listed in all pharmacopeias. The bark, fruits and roots of this plant are commonly being used by traditional and modern medicine disciplines. They are well documented for their anti-diabetic, anti-cancer, and antimicrobial activities with berberine as the main active constituent. Also, the shrub has ornamental uses in the landscape and the fruit is used as a food additive. In addition, anthocyanin of the fruit is useful as a natural coloring agent in food industries. There are few studies on the agronomic demands and post-harvest handling of this plant. The experiment was conducted to assay the effects of nano-zinc foliar application and postharvest plant drying temperature on some phytochemical traits of this highly valuable plant.

Materials and Methods

The treatments were applied to assay the phytochemicals content variations in roots, fruits and aerial parts of the plant (2 years old) by two separate experiments as factorial based on RBCD. In the first experiment, the effects of nano-zinc foliar spray on the yield, anthocyanin content, Zinc content and TSS at the different mentioned organs were studied. In the second experiment, the effects of diverse post drying temperatures (25, 50 and 75^0C) on total phenolics content, flanonoids content, hydrolysable tannin and berberin content in *Berberis integerrima* were assayed.

Results

Zn content, TSS content and anthocyanins were affected by the independent effects of foliar spray and plant part. Plant dry weight was impacted by the organ type. Phenolics, flavonoids and alkaloids contents were affected by the interactional effects of the foliar spray , the organ type, and the drying temperature. The highest figure for the contents of alkaloids (30 mg $g^{-1}DW_t$) and flavonoids (26.9 mg $g^{-1}DW_t$) were from the root × foliar spray by 6 mgL^{-1} Nano-Zinc at 25^0C drying regime. The maximum amount of total phenolics was attained by the aerial parts × foliar spray by 6 mgL^{-1} Nano-Zinc at 25^0C and fruits × 3 and 6 mgL^{-1} foliar spray at 25^0C. For hydrolysable tannins (1.9%), the root and the aerial parts × 25^0C showed the largest figure.

www.SID.ir

Archive of SID

Discussion

The overall results revealed the positive effects of nano-zinc foliar application on the studied gross secondary metabolites content in *Berberis integerrima*. The post-harvest drying temperature influenced the metabolites content as well, and the optimized temperature in the experiments was 25^0C.

Keywords: Alkaloids, Berberis integerrima, Hydrolysable tannin, Total phenolics content

www.SID.ir

Archive of SID

ارزیابی برخی ویژگی‌های فیتوشیمیایی زرشک سیاه (*Berberis integerrima*) در پاسخ به محلول‌پاشی با نانو ذره اکسید روی و دماهای خشک‌کردن گیاه

لمیا وجودی مهربانی[۱*]، رعنا ولیزاده کامران[۲] و محمدباقر حسن‌پور اقدم[۳]

۱-***نویسنده مسئول:** استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران
(vojodilamia@gmail.com)

۲- استادیار، گروه بیوتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید مدنی آذربایجان، تبریز، ایران

۳- دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه مراغه، مراغه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۹/۰۱

چکیده

تغذیه گیاه و فرایندهای پس از برداشت از عوامل مؤثر در افزایش ویژگی‌های کیفی و محتوای متابولیت‌های ثانویه در گیاهان می‌باشند. به‌منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی با نانوذره روی (صفر، ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر) و دماهای خشک‌کردن (۲۵، ۵۰ و ۷۵ درجه سانتی‌گراد) بر صفات فیزیولوژیک زرشک سیاه، دو آزمایش جداگانه بر مبنای آزمایش فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در طی سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۶ در دانشگاه شهید مدنی آذربایجان طراحی شد. محتوای مواد جامد محلول کل، غلظت روی و آنتوسیانین تحت تأثیر اثرات مستقل محلول‌پاشی و اندام گیاهی قرار گرفت. بیشترین میزان وزن خشک در ریشه مشاهده شد. نتایج حاکی از وجود اثرات متقابل میان محلول‌پاشی و دمای مورد استفاده در خشک‌کردن بر محتوای فنل، فلاونوئید و آلکالوئید بود. بیشترین میزان آلکالوئید (۳۰ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) و فلاونوئید (۲۶ میلی‌گرم بر گرم وزن خشک) در ترکیب تیماری ریشه محلول‌پاشی‌شده با ۶ میلی‌گرم در لیتر نانوذره روی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و بیشترین میزان فنل کل در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد در ترکیب‌های تیماری بخش هوایی محلول‌پاشی‌شده با ۶ میلی‌گرم در لیتر نانوذره روی و ترکیب تیماری میوه در هر دو سطح محلول‌پاشی مشاهده گردید. بیشترین میزان تانن قابل هیدرولیز (۱/۹ درصد) گیاه در غلظت‌های ۶ میلی‌گرم در لیتر نانوذره روی و در ریشه و اندام هوایی زرشک مشاهده شد. نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت محلول‌پاشی با نانوذره روی بر محتوای گروه‌های عمده متابولیت‌های ثانویه گیاه بود. دمای مورد استفاده در خشک‌کردن نیز محتوای ترکیبات فوق را متأثر ساخت داد و بیشترین میزان این ترکیبات در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد حاصل شد.

کلیدواژه‌ها: آلکالوئید، تانن قابل هیدرولیز، زرشک سیاه، فنل

مقدمه

زرشک سیاه با نام علمی *Berberis integerrima* L. از خانواده Berberidaceae می‌باشد. برخی از اثرات دارویی این گیاه در منابع مختلف علمی بیان شده است (Ashraf *et al.*, 2012). خانواده بربریداسه شامل ۱۵ جنس و ۶۵۰ گونه جنس می‌باشد (Fatehi *et al.*, 2005). گونه‌های زرشک به‌صورت بوته‌های خاردار می‌باشد. پوست، میوه، ریشه و ساقه این گیاه کاربرد گسترده‌ای در طب سنتی و مدرن دارد (Ardestani *et al.*, 2013; Ashraf *et al.*, 2012). زرشک دارای آلکالوئیدهای اکسیاکانتین، بربامین می‌باشد اما یکی از مهم‌ترین آلکالوئیدهای این گروه بربرین می‌باشد که دارای خواص ضدآریتمی، ضدالتهاب و ضدمیکروبی می‌باشد (Fatehi *et al.*, 2005). آلکالوئیدهای تیره بربریداسه

www.SID.ir

Archive of SID

دارای هسته ایزوکینولین‌ها می‌باشد و به سه گروه آپورفین‌ها، پروتوبربرین و بیس بنزیل ایزوکینولین تقسیم می‌شوند (Fatehi *et al*., 2005; Karimi *et al*., 2009). مهم‌ترین محل استقرار ترکیبات آلکالوئیدی ریشه و پوست ساقه می‌باشد در بررسی انجام‌شده در خصوص تأثیر عصاره آبی ریشه زرشک در بهبود اختلالات کلیوی ناشی از استرپتوزوتوسین در موش‌های مبتلا به دیابت مشخص شد که عصاره گیاه زرشک تأثیر مثبت در بهبود اختلال دارد (Ashraf *et al*., 2012). فلاونوئیدها و فنل‌ها از ترکیبات ثانویه مهم گیاه زرشک می‌باشد که دارای اثرات ضد باکتری، ضدویروس، ضدالتهاب و آنتی‌اکسیدانی می‌باشند. دو نوع تانن در گیاهان شناسایی‌شده که شامل تانن‌های هیدرولیزشونده و تانن‌های متراکم می‌باشد. تانن‌های هیدرولیزشونده فراوان‌ترین پلی‌فنل در گیاهان بوده که دارای خاصیت آنتی‌اکسیدانی می‌باشد (Shahdadi *et al*., 2012).

کشور ایران یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان زرشک در دنیا می‌باشد زرشک گیاهی قانع بوده و قادر به رشد در طیف وسیعی از خاک‌ها می‌باشد. زرشک سیاه به‌صورت بوته‌های خودرو در بخش‌های مختلف استان آذربایجان شرقی رشد می‌کند اما متأسفانه با توجه به اهمیت دارویی و اقتصادی (قیمت بالای میوه) این گیاه ارزشمند، تاکنون تدبیری در راستای اهلی کردن، تغذیه مناسب گیاه، کاشت و برداشت مکانیزه آن اتخاذ نشده است. شرایط آهکی و قلیایی خاک‌های منطقه از عوامل محدودکننده جذب عناصر کم‌مصرف می‌باشد. با توجه به محدودیت‌های مصرف خاکی عناصر کم مصرف (از قبیل تثبیت شدن و اثرات باقی‌مانده) محلول‌پاشی یا تغذیه برگی از روش‌های مؤثر در برطرف کردن نیاز غذایی گیاهان به عناصر کم مصرف و افزایش متابولیک ثانویه در گیاهان می‌باشد (Mirshekari and Madani, 2017).

روی یکی از مهم‌ترین ریزمغذی‌ها در رشد گیاه بوده (SedaghatKish *et al*., 2012) و در آسیمیلاسیون کربن، تجمع ساکاریدها، ظرفیت جذب و انتقال آب، از بین بردن رادیکال‌های آزاد اکسیژن، فعالیت آنزیم‌ها، بیوسنتز اکسین و پروتئین نقش دارد (Hemantaranjan, 1996; Nahed *et al*., 2007). اسپری مواد شیمیایی روی گیاهان موجب کاهش کارآیی مصرف آن‌ها به دلیل آبشویی، تجزیه نوری و هیدولیز آن‌ها می‌شود. لذا به‌منظور تأثیر محلول‌پاشی بر گیاهان لازم است محلول‌پاشی چند مرتبه تکرار شود که این عمل نیز موجب آلودگی محیط‌زیست و افزایش هزینه‌ها می‌شود. نانو ذرات و نانو کپسول‌ها وسیله‌ای کارآمد برای توزیع کودها با روش کنترل‌شده را فراهم می‌کنند که موجب کاهش آلودگی محیط‌زیست می‌شوند. مواد نانو ساختار به موادی اطلاق می‌شود که حداقل یکی از ابعاد آن زیر ۱۰۰ نانومتر باشد. در مقیاس کوچک و اتمی خصوصیات و رفتارهای جالب توجهی از جمله واکنش‌پذیری بالا، تحرک بالا و خصوصیات خودکنترلی از خود نشان می‌دهند که دلیل آن سطح ویژه بالای ذرات می‌باشد که موجب افزایش کارایی نانو کودها نسبت به کودهای معمولی می‌شود (Green and Beestman, 2007). هدف از مطالعه حاضر ارزیابی تأثیر محلول‌پاشی نانوذره اکسید روی در افزایش برخی شاخص‌های کیفی زرشک سیاه و تأثیر دمای مورد استفاده در خشک‌کردن بر میزان ترکیبات مذکور بود.

مواد و روش‌ها

نهال‌های یکسان دو ساله زرشک سیاه تکثیرشده به روش پاجوش به گلدان‌های ۷ لیتری حاوی خاک (مشخصات خاک مورد استفاده در جدول (۱) اشاره شده است) منتقل شدند. گیاهان به مدت یک سال در گلخانه تحقیقاتی دانشگاه شهید مدنی آذربایجان نگهداری شد. تغذیه گیاهان با استفاده از محلول کامل هوگلند انجام شد در بهار سال ۱۳۹۵، گیاهان تحت تیمار محلول‌پاشی با نانوذره اکسید روی با غلظت‌های صفر، ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر قرار گرفت. نانوذره مورد استفاده در پژوهش حاضر از شرکت US NANO (آمریکا) خریداری شد. محلول‌پاشی دوم ۳۰ روز بعد از محلول‌پاشی اول تکرار گردید و ۵ ماه بعد از محلول‌پاشی دوم گیاهان برای اندازه‌گیری صفات موردمطالعه (وزن خشک‌ریشه، ساقه و برگ، میوه، محتوای فنل، فلاونوئید، آنتوسیانین، تانن‌های قابل هیدرولیز و

www.SID.ir

Archive of SID

محتوای آلکالوئید کل) مورد آزمون قرار گرفت. در آزمایش دوم به‌منظور بررسی تأثیر دما بر محتوای ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، تانن‌های قابل هیدرولیز و محتوای کل آلکالوئیدی، بخش‌های مختلف گیاه در سه دامنه دمایی (دمای ۲۵، ۵۰ و ۷۵ درجه سانتی‌گراد) خشک گردید و سپس ترکیبات مذکور اندازه‌گیری شد.

فلاونوئید کل

فلاونوئید کل نمونه‌ها به روش رنگ‌سنجی آلومنیوم در ۵۱۰ نانومتر به‌وسیله اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد. محتوای کل فلاونوئیدها بر مبنای استاندارد روتین هیدرات بیان گردید (Kim *et al*., 2006).

محتوای فنل کل

میزان فنل کل نمونه‌ها با استفاده از معرف فولن سیکالتو به روش Kim *et al*. (2006) به کمک اسپکتروفوتومتر در طول موج ۷۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. محتوای فنل کل بر مبنای استاندارد اسید گالیک تعیین گردید.

محتوای آنتوسیانین کل

از روش Wanger (2014) برای اندازه‌گیری آنتوسیانین کل استفاده شد. پس از عصاره‌گیری گیاهان، جذب محلول فوقانی در طول‌موج ۵۵۰ نانومتر قرائت شد. محاسبه غلظت با استفاده از ضریب خاموشی $M^{-1}cm^{-1}$ ۳۳۰۰۰ انجام و نتایج برحسب میکرومول بر گرم وزن تر بیان شد.

محتوای قند محلول

محتوای قند محلول با استفاده از دستگاه رفرکتومتر دستی (Erma, Tokyo, Japon) و بر اساس درجه بریکس بیان شد.

اندازه‌گیری محتوای آلکالوئید تام

اندازه‌گیری آلکالوئید به روش Yusupo (1990) انجام شد. بدین منظور ۴۰ گرم از نمونه گیاهی به کمک متانول عصاره‌گیری گردید و بعداز صاف کردن نمونه حجم آن به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس ۵ و ۱۰ میلی‌لیتر از محلول به‌صورت جداگانه به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و روی آن‌ها ۵ میلی‌لیتر محلول پرکلرا ت سدیم و ۱۰ میلی‌لیتر بافر بورات فسفات اضافه گردید و با آب مقطر به حجم رسانده شد. پس از دو ساعت محتویات هر بالن به دکانتور منتقل و با افزودن ۱۰ میلی‌لیتر دی‌کلرواتان فاز آلی جدا شد. سپس فلورسانس نمونه‌ها در طول موج‌های ۳۵۵ و ۵۱۶ نانومتر به کمک دستگاه اسپکتروفلوریمتر اندازه‌گیری شد.

جداسازی تانن‌های قابل هیدرولیز

از روش Garro Galvez (1997) برای جداسازی تانن‌های قابل هیدرولیز استفاده شد. بدین منظور ۲ گرم پودر گیاهی با متانول ۹۶ درصد مخلوط و بعد از یک ساعت قرار دادن در بن‌ماری صاف گردید (این عمل سه مرتبه تکرار شد). عصاره الکلی حاصل در دمای اتاق خشک و سپس روی ماده خشک حاصل ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر در حال جوش اضافه گردید. به عصاره حاصل بعد از سرد شدن ۲۵ میلی‌لیتر اتراتیلیک اضافه و با دکانتور فاز اتری آن جدا شد. فاز آبی باقی مانده به دو قسمت مساوی تقسیم و pH بخش اول با هیدروکسید سدیم ۱ نرمال به ۱۰ و pH بخش دوم با اسید کلریدریک ۱ نرمال به روی ۳ تنظیم شد و سپس ۲۰ دقیقه در بن‌ماری جوشانده شد. بعد از سرد شدن pH آن‌ها روی ۶ تنظیم وتانن‌های هیدرولیزی با اتراتیلیک جداسازی گردید. سپس به منظور جداسازی الکل نمونه‌ها در دمای اتاق خشک شد. به منظور اندازه‌گیری تانن ماده خشک حاصل در ۱۰ میلی‌لیتر آب مقطر حل شد. میزان جذب نمونه‌ها به کمک اسپکتروفوتومتر در طول موج ۷۴۳ نانومتر قرائت شد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده در آزمایش

Table 1. Physical and chemical characteristics of soil used in this experiment

بافت خاک Soil texture	pH	هدایت الکتریکی EC	شن Sand	رس Clay	سیلت Silt	فسفر P	پتاس K	ازت N	ماده آلی MO
		دسی‌زیمنس بر متر (dS/m)	درصد (%)			میلی‌گرم بر کیلوگرم (mg/Kg)		درصد (%)	
شنی-لوم Sandy-Loam	7.9	1.9	77	8	15	37	400	0.05	0.6

www.SID.ir

Archive of SID

طرح آماری و نحوه تجزیه داده‌ها

داده‌های حاصل از آزمایش با استفاده از نرم‌افزارهای آماری MSTATC، SPSS مورد تجزیه قرار گرفت. مقایسه میانگین‌های تیمارهای مختلف به کمک آزمون LSD در سطوح احتمال پنج و یک درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

وزن خشک گیاه

نتایج بررسی وزن خشک گیاه نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین بخش‌های مختلف گیاه وجود دارد (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل از جدول ۲ ریشه (۵۸/۳ گرم) در مقایسه با سایر اندام‌های گیاه دارای وزن خشک بیشتری بود. و کمترین وزن خشک گیاه در میوه (۳/۱۸ گرم) مشاهده گردید. در بررسی انجام شده توسط Azizi *et al.* (2010) در گیاه کلزا مشخص شد که محلول‌پاشی با روی تأثیر مثبت در عملکرد زیستی، درصد روغن بذر و محتوای پروتئین داشت. نتایج مشابهی در خصوص افزایش عملکرد گیاه توسط Ghasemi *et al.* (2012) در ذرت در اثر کاربرد روی تحت تنش خشکی گزارش شده است. در تحقیق انجام‌شده توسط Pandey *et al.* (2009) مشخص شد که در گیاهانی که کمبود روی دارند، غلظت تریپتوفان و جیبرلین کاهش می‌یابد و درنهایت باعث کاهش فعالیت هورمون‌های رشد نظیر اکسین می‌شود. افزایش ماده خشک در اثر کاربرد عنصر روی، می‌تواند به علت افزایش بیوسنتز اکسین، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفو انول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی باشد (Azizi *et al.*, 2010).

محتوای آنتوسیانین

محتوای آنتوسیانین نمونه‌ها تحت تأثیر مستقل اندام گیاهی و سطوح محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۲). هر دو سطح محلول‌پاشی نسبت به تیمار شاهد تأثیر مثبت بر محتوای آنتوسیانین داشت (جدول ۳). بیشترین میزان آنتوسیانین نمونه‌ها در میوه گیاه به میزان ۷۹/۱ میکرومول بر گرم وزن تر مشاهده شد. ریشه دارای کمترین میزان آنتوسیانین بود نتایج حاصل از پژوهش حاضر با نتایج پژوهش‌های Vojodi Mehrabani *et al.* (2016b) در خصوص افزایش آنتوسیانین در گیاهان شمعدانی عطری محلول‌پاشی‌شده با سولفات روی مطابقت دارد. در بررسی انجام‌شده توسط Song *et al.* (2015) مشخص شد که محلول‌پاشی روی بیان ژن‌های درگیر در مسیر بیوسنتز ترکیبات فنلی را در طی نمو میوه انگور تحت تأثیر قرار داده و موجب افزایش محتوای آنتوسیانین، تانن، فلاونوئید و فنل کل در حبه انگور شد. همچنین مشخص شد که محلول‌پاشی موجب گردید در مرحله وریزان (آغاز تغییر رنگ در انگور) آنزیم‌های درگیر در بیوسنتز فلاوانول‌ها به سمت مسیر بیوسنتز آنتوسیانین هدایت شوند. ایشان عنوان نمودند که افزایش بیان ژن VvLDOX بعد از مرحله وریزان دلیل اصلی افزایش محتوای آنتوسیانین در انگورهای تیمارشده با روی بود.

محتوای روی نمونه‌ها

محتوای روی نمونه تحت تأثیر سطوح محلول‌پاشی و اندام گیاهی قرار گرفت (جدول ۲). بر اساس نتایج حاصل از جدول (۳) ریشه و بخش هوایی گیاه دارای بالاترین غلظت روی بود. بیشترین غلظت روی نمونه‌ها در تیمارهای ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر نانوذره روی مشاهده شد (جدول ۴). افزایش در محتوای روی برگ بعد از محلول‌پاشی با روی توسط Davarpanah *et al.* (2016) در گیاه انار و توسط Di-alami *et al.* (2016) در خرما گزارش گردید. نتایج مشابهی در خصوص افزایش محتوای روی دانه در اثر محلول‌پاشی با روی توسط Abdoli *et al.* (2014) گزارش شد.

محتوای مواد جامد محلول کل (TSS)

محتوای مواد جامد محلول کل تحت تأثیر مستقل سطوح محلول‌پاشی و اندام گیاهی قرار گرفت (جدول ۲). با افزایش غلظت روی بر محتوای مواد جامد محلول کل افزوده شد. بیشترین میزان مواد جامد محلول در تیمار ۶ میلی‌گرم در لیتر نانو ذره اکسید روی به میزان ۳/۳

www.SID.ir

Archive of SID

درجه بریکس مشاهده شد (جدول ۴). بر اساس نتایج حاصل از جدول ۲ بیشترین میزان مواد جامد محلول کل در میوه مشاهده گردید. سطح ویژه بالا، واکنش‌پذیری و تحرک‌پذیری بالای کودهای نانو موجب توزیع یکنواخت و با سرعت بالای کود در گیاه شده که موجب افزایش عملکرد گیاه می‌شود (Green and Beestman, 2007).

افزایش در محتوای مواد جامد محلول بعد از محلول‌پاشی با روی در انگور توسط Song *et al.* (2015) و در خرما توسط Di-alami *et al.* (2012) گزارش شد ایشان دلیل افزایش در محتوای مواد جامد محلول کل را افزایش در میزان فتوسنتز عنوان نمودند.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر محلول‌پاشی با نانوذره اکسید روی بر وزن خشک گیاه، محتوای آنتوسیانین، غلظت روی و مواد جامد محلول کل در زرشک سیاه

Table 2. ANOVA for the effects of nano-Zn foliar application on TSS, plant dry weight, Zn content and anthocyanin content in *Berberis integerrima*

منابع تغییرات S.o.V.	درجه آزادی df	وزن خشک گیاه Plant dry weight	آنتوسیانین Anthocyanin content	مواد جامد محلول کل TSS	روی Zn
تکرار Replication	2	8831**	16.78*	2.41**	274**
اندام گیاه Plant part	2	24130**	312**	4.67**	648**
محلول‌پاشی نانوذره روی Nano- zn foliar application	2	1807^{ns}	20**	1.71**	117**
اندام گیاه × محلول‌پاشی Foliar application × plant part	4	519^{ns}	1.95^{ns}	0.04^{ns}	1.3^{ns}
خطا آزمایشی Error	16	1054	3.14	0.09	25.3
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		16.71	19.3	11.22	18.2

ns، * و ** به‌ترتیب به مفهوم عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

ns, * and **: non-significant and significant at 5 and 1%, respectively.

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر نوع اندام گیاهی بر وزن خشک، غلظت روی، محتوای آنتوسیانین و مواد جامد محلول کل در زرشک سیاه

Table 3. Mean comparison for the effect of plant organs types on TSS, anthocyanin content, Zn concentration and plant dry weight in *Berberis integerrima* affected by nano-Zn foliar application

اندام گیاه Plant organ	وزن خشک (گرم) Plant dry weight (g)	محتوای آنتوسیانین (میکرو مول بر گرم وزن‌تر) Anthocyanin content ($\mu mol\ g^{-1}\ FW_t$)	محتوای مواد جامد محلول کل (درجه بریکس) TSS (Brix)	غلظت روی (میکروگرم در گرم وزن خشک) Zn concentration ($\mu g\ g^{-1}D.W_t$)
ریشه Root	58.3^{a}	10.3^{c}	1.84^{c}	33^{a}
بخش هوایی Arial plant	37.4^{b}	20.6^{b}	2.61^{b}	29.5^{a}
میوه Fruit	3.18^{c}	79.10^{a}	4.2^{a}	16.8^{b}
LSD	12.3	7	0.44	6.9

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری براساس آزمون LSD می‌باشند.

Similar letters in the columns are non-significant based on LSD test.

www.SID.ir

Archive of SID

محتوای فنل کل

محتوای فنل کل نمونه‌ها تحت تأثیر اثر متقابل دمای مورد استفاده در خشک‌کردن و ترکیب تیماری (اندام گیاهی در سطوح محلول‌پاشی) قرار گرفت (جدول ۵). نتایج نشان‌دهنده کاهش معنی‌دار محتوای فنل کل با افزایش دمای مورد استفاده در خشک‌کردن بود. بیشترین میزان فنل کل در ترکیب تیماری بخش هوایی محلول‌پاشی شده با ۶ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد و ترکیب تیماری میوه در هر دو سطح محلول‌پاشی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید (جدول ۶).

جدول ۴- مقایسه میانگین تأثیر سطوح مختلف محلول‌پاشی با نانوذره اکسید روی بر محتوای آنتوسیانین، غلظت روی و مواد جامد محلول کل در زرشک سیاه

Table 4. Mean comparison for the effect of nano Zn foliar application on TSS, Zn and Anthocyanin content in of *Berberis integerrima*.

سطوح محلول‌پاشی با نانوذره اکسید روی (میلی‌گرم در لیتر) Different levels of Zn nano particle ($mg\ L^{-1}$)	محتوای آنتوسیانین (میکرو مول بر گرم وزن‌تر) Anthocyanin content ($\mu mol\ g^{-1}\ FWt$)	مواد جامد محلول کل (درجه بریکس) TSS (0 Brix)	غلظت روی (میکروگرم در گرم وزن خشک) Zn ($\mu g\ g^{-1}D.Wt$)
شاهد (Control)	4.4^{b}	2.1^{b}	22.2^{b}
3	5.65^{b}	2.45^{b}	26.2^{ab}
6	7.04^{a}	3.3^{a}	30.9^{a}
LSD (1%)	2.40	0.42	5.7

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری براساس آزمون LSD می‌باشند.

Similar letters in the columns are non-significant based on LSD test.

جدول ۵- تجزیه واریانس تأثیر محلول‌پاشی با نانو ذره روی و دمای مورد استفاده در خشک‌کردن بر محتوای ترکیبات فنلی، فلاونوئیدی، تانن قابل هیدرولیز و محتوای آلکالوئید زرشک سیاه

Table 5. ANOVA for the effects of of nano-Zn foliar application on plant parts on total phenol, flavonoid, hydrolysable tannin and alkaloids content in *Berberis integerrima*

منابع تغییرات S.o.V.	درجه آزادی df	محتوای فنل کل Total phenolic content	محتوای فلاونوئید Flavonoid content	محتوای تانن هیدرولیزی Hydrolysable Tannins content	محتوای آلکالوئید Alkaloids content
تکرار Replication	2	15.05^{**}	309^{**}	0.59	37
دما Temperature	2	16.12^{**}	96^{**}	9.5^{**}	837^{**}
ترکیب تیماری (اندام گیاهی محلول‌پاشی‌شده) Treatment	8	38.77^{**}	221^{**}	1.68^{**}	308^{**}
دما× ترکیب تیماری Temperature × Treatment	16	6.05^{**}	16.08^{**}	0.34^{ns}	41.6^{**}
خطا آزمایشی Error	52	1.23	6.49	0.30	15.6
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)		15.14	19.2	38.7	34.7

ns، * و ** به‌ترتیب به مفهوم عدم اختلاف معنی‌دار و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد می‌باشند.

ns, * and **: non-significant and significant at 5 and 1%, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۶- مقایسه میانگین اثرات متقابل تأثیر دماهای مورد استفاده در خشک‌کردن و اندام گیاه بر برخی ویژگی‌های فیزیولوژیک زرشک سیاه

Table 6. Mean comparison for the interaction effect of temperature and treatment on some physiological traits of *Berberis integerrima*

محتوای آلکالوئید Alkaloids content (mgg^{-1} DWt)	محتوای فلاونوئید کل Flavonoid content (mg rutin g^{-1} DWt)	محتوای فنل کل Total phenolic content (mg GA g^{-1} DWt)	دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (°C)	اندام‌های مختلف گیاه محلول‌پاشی‌شده با نانوذره اکسید روی (میلی‌گرم در لیتر) Foliar application of nano- Zn on organ type (mgL^{-1})	
18^{bcd}	$12.6^{defghij}$	60^{c}	25	Root + 0	ریشه + صفر
21^{bc}	19^{bc}	68^{b}	25	Root + 3	ریشه + ۳
30^{a}	26^{a}	77^{b}	25	Root + 6	ریشه + ۶
19^{bc}	6.3^{j}	68^{b}	25	Aerial part + 0	بخش هوایی گیاه + صفر
17.8^{bcd}	7.4^{ij}	74^{b}	25	Aerial part + 3	بخش هوایی گیاه + ۳
22^{bc}	7.3^{ij}	89^{a}	25	Aerial part + 6	بخش هوایی گیاه + ۶
4.7^{gh}	14^{bcdef}	75^{b}	25	Fruit + 0	میوه + صفر
4.7^{gh}	18^{bcd}	85^{a}	25	Fruit + 3	میوه + ۳
5^{gh}	19^{bcd}	91^{a}	25	Fruit + 6	میوه + ۶
16.9^{cde}	15^{bcdef}	55^{d}	50	Root + 0	ریشه + صفر
16.3^{cdef}	17^{bcde}	58^{c}	50	Root + 3	ریشه + ۳
18.9^{bcd}	20^{b}	60^{c}	50	Root + 6	ریشه + ۶
12^{cdefg}	7^{j}	55^{d}	50	Aerial part + 0	بخش هوایی گیاه + صفر
12.5^{cdefg}	7.8^{hij}	55^{d}	50	Aerial part + 3	بخش هوایی گیاه + ۳
12^{cdefg}	10.6^{fghij}	58.5^{c}	50	Aerial part + 6	بخش هوایی گیاه + ۶
5.3^{gh}	15^{bcdefg}	60^{c}	50	Fruit + 0	میوه + صفر
5^{gh}	$13^{cdefghi}$	63^{c}	50	Fruit + 3	میوه + 3
5.4^{gh}	17.1^{bcde}	65^{bc}	50	Fruit + 6	میوه + 6
9.2^{defgh}	13.9^{cdefgh}	40^{ef}	75	Root + 0	ریشه + صفر
7.4^{efgh}	15.4^{bcdefg}	45^{e}	75	Root + 3	ریشه + ۳
7.9^{efgh}	17^{bcde}	47^{e}	75	Root + 6	ریشه + ۶
6.5^{gh}	6.8^{j}	38^{f}	75	Aerial part + 0	بخش هوایی گیاه + صفر
6.5^{gh}	7.2^{ij}	38^{f}	75	Aerial part + 3	بخش هوایی گیاه + ۳
6.8^{fgh}	7.6^{hij}	41^{e}	75	Aerial part + 6	بخش هوایی گیاه + ۶
1.7^{h}	9.3^{ghij}	46^{e}	75	Fruit + 0	میوه + صفر
1.3^{h}	10^{fghij}	46^{e}	75	Fruit + 3	میوه + ۳
2^{h}	12^{efghij}	49^{de}	75	Fruit + 6	میوه + ۶
8.9	5.5	2.4		LSD %	

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار آماری براساس آزمون LSD می‌باشند.

Similar letters in the columns are non-significant based on LSD test.

Vojodi Mehrabani *et al.* (2016a) عنوان نمودند که دماهای مورد استفاده در خشک‌کردن گل همیشه‌بهار محتوای ترکیبات فنلی را تحت تأثیر قرارداد و بیشترین میزان ترکیبات مذکور درروش خشک‌کردن در

www.SID.ir

Archive of SID

دمای معمول حاصل گردید. احتمالاً یکی از دلایل افزایش ترکیبات فنلی در تیمار ۲۵ درجه سانتی‌گراد نسبت به سایر تیمارها مربوط به حفظ این ترکیبات به‌صورت طبیعی به دلیل آهنگ کند خشک شدن و عدم تخریب و شکستن ترکیبات در داخل بافت گیاهی بود. در مطالعه انجام‌شده در خصوص تأثیردما بر خشک کردن گیاه مشخص شد که با افزایش دمای خشک‌کردن، میزان ترکیبات فنلی کل کاهش می‌یابد که می‌تواند به دلیل اثر تخریبی دماهای بالا بر ترکیبات فنلی باشد (Besbes *et al*., 2004).

محتوای فلاونوئید کل

محتوای فلاونوئید کل تحت تأثیر اثرات متقابل ترکیب تیماری و سطوح محلول‌پاشی قرار گرفت (جدول ۵). بیشترین محتوای فلاونوئید کل در ترکیب تیماری ریشه محلول‌پاشی‌شده با ۶ میلی‌گرم در لیتر نانوذره روی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد حاصل شد. با افزایش دمای خشک‌کردن از محتوای فلاونوئید نمونه‌ها کاسته شد (جدول ۶). نتایج حاصل از تحقیق انجام‌شده با نتایج بررسی‌های انجام‌شده توسط Vojodi Mehrabani *et al*. (2016a) مطابقت داشت ایشان عنوان نمودند که با افزاش دما در زمان خشک‌کردن گل همیشه‌بهار از محتوای ترکیبات فنلی گیاه کاسته شد. ترکیبات فلاونوئیدی (کوئرستین، کامفرول) زرشک دارای فعالیت آنتی‌اکسیدانی هستند و قدرت پاک‌کنندگی رادیکال‌های سوپراکسید و هیدروکسیل را دارند. در حقیقت بین قدرت احیاء کنندگی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی رابطه مستقیم وجود دارد و به همین دلیل زرشک دارای اثر ضدالتهابی، ضدسرطان، ضداکسیداسیون لیپیدها، محرک ایمنی، مسکن و ضدافسردگی می‌باشند (Sayyah *et al*., 2010). در بررسی انجام‌شده توسط Vega-Galvez *et al*. (2009) مشخص شد که دماهای مورد استفاده در خشک‌کردن (۵۰ تا ۹۰ درجه سانتی‌گراد) ویژگی‌های فیزیک و شیمیایی، ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و رنگ میوه فلفل را تحت تأثیر قرار داد. بیشترین میزان ویتامین C دردمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد با افزایش دمای مورد استفاده در خشک‌کردن از ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و رنگ میوه کاسته شد و در دمای ۹۰ درجه سانتی‌گراد میوه‌ها بی‌رنگ شدند.

محتوای تانن‌های قابل هیدرولیز

محتوای تانن‌های هیدرولیزی تحت تأثیر اثرات مستقل اندام گیاهی و تیمار محلول‌پاشی قرار گرفت و بیشترین محتوای تانن دردمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد (شکل ۱) مشاهده گردید. بخش‌های مختلف گیاه محلول‌پاشی‌شده با نانوذره روی محتوای تانن نمونه‌ها را تحت تأثیر قرارداد و ریشه و بخش هوایی گیاه محلول‌پاشی‌شده با ۳ و ۶ میلی‌گرم در لیتر نانو ذره روی دارای بالاترین میزان تانن قابل هیدرولیز بود (جدول ۷). در بررسی انجام‌شده توسط Dlnoaz Hashimloyan *et al*. (2015) مشخص شد که بیشترین میزان تانن هیدرولیزی در ریشه گیاه سیاه گینه ثبت گردید.

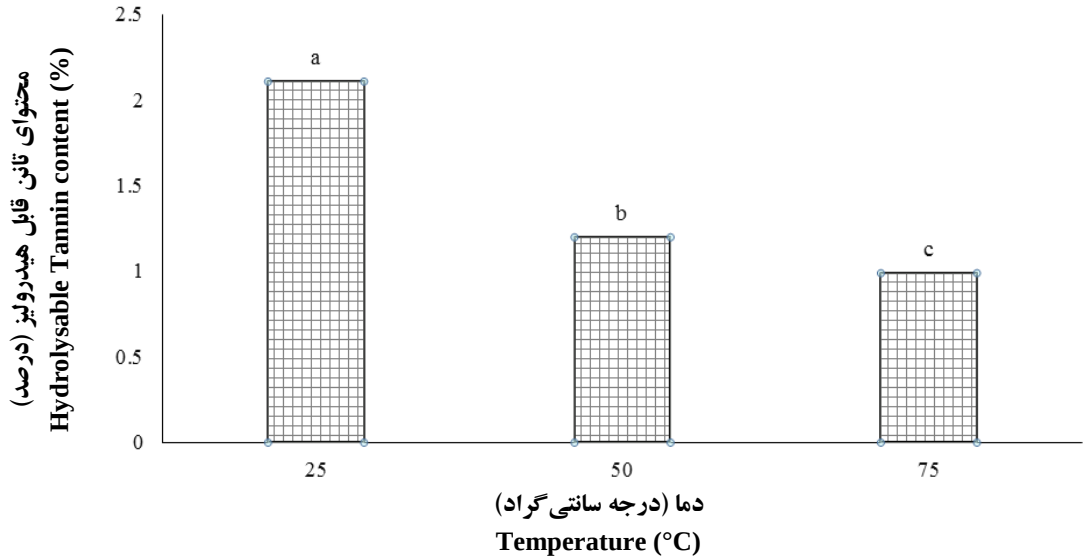
محتوای الکالوئید

بیشترین میزان آلکالوئید در ترکیب تیماری ریشه محلول‌پاشی‌شده با ۶ میلی‌گرم در لیتر نانوذره اکسید روی در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد. افزایش دما تأثیر منفی بر محتوای ترکیبات موردنظر داشت (جدول ۶). Yusupov (1990) عنوان نمود که آلکالوئید بربرین در ریشه و ساقه گیاه زرشک مشاهده شد و مقدار آن در ریشه یک و نیم برابر ساقه بود که با نتایج حاصل از بررسی حاضر مطابقت داشت. میزان ترکیبات ثانویه در اندام‌های مختلف گیاه ثابت نبوده و برحسب شرایط اقلیمی و مدیریتی تغییر در محتوای آن مشاهده می‌شود. تحقیقات نشان داد که پوست ریشه و ساقه زرشک به دلیل وجود آلکالوئید بربرین دارای خاصیت مدر و ضدالتهاب است و از آن برای درمان بیماری‌های زردی، دیابت، معده، بیماری‌های چشمی، کلیوی استفاده می‌شود (Fatehi *et al*., 2005; Ashraf *et al*., 2012).

www.SID.ir

Archive of SID

تحقیقات Rakic *et al.* (2007) در خصوص تغییر در محتوای ترکیبات فنلی با افزایش دمای خشک‌کردن مطابقت داشت ایشان دلیل این تغییر را تأثیر مخرب دمای بالا بر محتوای ترکیبات تانن‌ی عنوان نمودند و بیان کردند که با افزایش دما تانن‌های قابل هیدرولیز تجزیه می‌شوند. کاهش ترکیبات مذکور براثر خشک‌کردن ممکن است ناشی از پیوند آن‌ها با ترکیبات دیگری مانند پروتئین‌ها یا براثر تغییر ساختار شیمیایی آن‌ها باشد.



شکل ۱- مقایسه میانگین بین دماهای مختلف خشک کردن بر محتوای تانن هیدرولیزی در زرشک

Figure 1. Mean comparison for the effect of temperature on hydrolysable tannins content in *Berberis integerrima*

جدول ۷- مقایسه میانگین بین اندام‌های گیاه و سطوح محلول‌پاشی با نانوذره روی بر محتوای تانن‌های قابل هیدرولیز زرشک سیاه

Table 7. Mean comparison for the effect of nano-Zn foliar application and plant part on hydrolysable tannin content in *Berberis integerrima*

محتوای تانن هیدرولیزی Hydrolysable tannin content (%)	بخش گیاهی محلول‌پاشی‌شده با نانوذره روی (میلی‌گرم در لیتر) Nano- Zn foliar application on Plant organs (mgL^{-1})	
1.7^{ab}	Root + 0	ریشه + صفر
1.9^{a}	Root + 3	ریشه + ۳
1.9^{a}	Root + 6	ریشه + ۶
1.5^{abcd}	Aerial part + 0	بخش هوایی گیاه + صفر
1.6^{abc}	Aerial part + 3	بخش هوایی گیاه + ۳
1.4^{abcd}	Aerial part + 6	بخش هوایی گیاه + ۶
0.7^{d}	Fruit + 0	میوه + صفر
0.9^{cd}	Fruit + 3	میوه + ۳
1^{bcd}	Fruit + 6	میوه + ۶
0.7	LSD %	

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنادار آماری براساس آزمون LSD می‌باشند.

Similar letters in the columns are non-significant based on LSD test.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری

ترکیب‌های فنولی بخش مهمی از مواد مؤثره زرشک سیاه می‌باشند محتوای این ترکیب‌ها به شدت تحت تأثیر فاکتورهای محیطی، شرایط رشد و عملیات پس از برداشت قرار می‌گیرند. از این‌رو اطلاع از عوامل تأثیرگذار بر میزان این ترکیبات و افزایش یا حفظ آن‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار می‌باشد. دماهای مورد استفاده در خشک‌کردن در حفظ یا افزایش ترکیبات فنلی، آلکالوئیدی و تانن مؤثر بوده و کاهش میزان ترکیبات با افزایش دمای خشک‌کردن احتمالاً در ارتباط با نقش مخرب حرارت در تخریب ساختار آن‌ها باشد. به‌طورکلی نتایج حاصل از پژوهش‌های انجام‌شده حاکی از پاسخ مثبت گیاه زرشک به محلول‌پاشی نانوذره اکسیدروی بود. شاید توضیح محتمل در این خصوص بهبود اجزای عملکرد در اثر کاربرد روی باشد. لذا پیشنهاد می‌شود با توجه به ارزش دارویی زرشک تحقیقات کاربردی بیشتری در راستای استخراج و فرمولاسیون ترکیبات ثانویه موجود در گیاه انجام شود و همچنین تحقیقات بیشتری در خصوص به‌زراعی این گیاه ارزشمند انجام شود.

References

Abdoli, M., Esfandiari, E., Mousavi, B. and Sadeghzadeh, B. (2014). Effects of foliar application of zinc sulfate at different phenological stages on yield formation and grain zinc content of bread wheat (cv. Kohdasht). *Azarian Journal of Agriculture*, 1(1), 11-16.

Ardestani, S., Sahari, M. A., Barzegar, M. and Abbasi, S. (2013). Some Physicochemical Properties of Iranian Native Barberry Fruits (abi and poloei): *Berberis integerrima* and *Berberis vulgaris*. *Journal of Food and Pharmaceutical Science*, 1, 60-67.

Ashraf, H., Heidari, R., Nejati, V. and Ilkhanipoor, M. (2012). Aqueous extract of *Berberis integerrima* root improves renal dysfunction in streptozotocin induced diabetic rats. *Avicenna Journal of Phytomedicine*, 3(1), 82-90.

Azizi, Kh, Norouzian, A. Heydar, S. and yaghubi, M. (2010). The study of effect of zinc and boron foliar application on yield, yield components, seed oil and protein content and growth indices of rapeseed (*Brassica napus* L.) in Khorramabad climatic conditions. *Journal of Agronomy Science*, 4(5), 1-16. [In Farsi]

Besbes, S., Blecker, C., Deroanne, C., Bahloul, N., Lognay, G., Drira, N.E. (2004). Date seed oil: Phenolic, tocopherol andsterol profiles. *Journal of Food Lipids*, 11(4), 251-255.

Davarpanah, S., Tehranifar, A., Davarynejada, Gh., Abadia, G. and Khorasani, R. (2016). Effects of foliar applications of zinc and boron nano-fertilizers on pomegranate (*Punica granatum* cv. Ardestani) fruit yield and quality. *Scientia Horticulture*, 210, 1-8.

Di-alami, H., Rah-Khodaei, A. and Mohabi A. H. (2012). Effect of nitrogen, boron and zinc sprays on fruit set, yield and quality of date fruit (cv Sayer). *Plant Productions*, 35(1), 11-22. [In Farsi]

Dlnoaz Hashimloyan, B., Ataiazimin, A. and Mozhdehi, M. (2015). Identification and measurement of some secondary metabolites of leaves, stems and roots of Dendrostellera lessertii and their allelopathy effects on barley and mungbean plants. *Plant Ecophysiology*, 27, 162-177. [In Farsi]

Fatehi, M., Saleh, T. M., Fatehi Hassanabad, Z., Farrokhfal, K., Jafarzadeh, M. and Davoudi, S. A. (2005). Pharmacological study on Berberis vulgaris fruit extract. *Journal of Ethnopharm*, 102(1), 46-52.

Garro Galvez, J. M., Riedl, B. and Conner, A. H. (1997). Analytical studies on Tara tannins. *Holzforschung*, 51(3), 235-243.

www.SID.ir

Archive of SID

Ghasemi, M. M., Sepehri, A., Ahmadvand Q. and Abo Talabian, M. A. (2012). Effect of foliar application of zinc and manganese on the yield and yield components of maize (*zea may* l.) cultivars under water deficit stress. *Plant Productions*, 35(3), 41-54. [In Farsi]

Green, J. M. and Beestman, G. B. (2007). Recently patented and commercialized formulation and adjuvant technology. *Crop Protection*, 26(3), 320-327.

Hemantaranjan, A. (1996). Physiology and biochemical significance of zinc in plants. In A. Hemanteranjan (Ed.), *Advancement in micronutrient research*, Joudhpur, Rajasthan, India: Scientific Publishers.

Karimi, F., Amini Eshkevari, T., and Zeinali, A. (2009). Differences of total alkaloid, atropine and scopolamine contents in leaves of *Atropa belladonna* L. from Vaz area - north of Iran in relation to some environmental and phenological factors. *Iranian Journal of Plant Biology*, 1(1), 77-89. [In Farsi]

Kim, K. H., Tsao, R., Yang, R. and Cui, S. W. (2006). Phenolic acid profiles and antioxidant activities of wheat bran extracts and the effect of hydrolysis conditions. *Food Chemistry*, 95(3), 466-473.

Mirshekari, A. and Madani, B. (2017). Effects of calcium chloride sprays to the leaves and fruits on postharvest physiological characteristics of papaya (*Carica papaya* L. cv. Eksotika II) Fruits. *Plant Productions*, 40(3), 89-100. [In Farsi]

Nahed, G., El-Aziz, A. and Balbaa, L. K. (2007). Influence of tyrosine and zinc on growth, flowering and chemical constituents of *Salvia farinacea* plants. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(11), 1479-1489.

Pandey, N., Pathak, G. C. and Sharma, C. P. (2006). Zinc is critically required for pollen function and fertilization in lentil. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, 20(2), 89-96.

Rakic, S., Petrovic, S., Kukic, J., Jadranin M., Tesevic, V. and Povrenovic, D. (2007). Influence of thermal treatment on phenolic compounds and antioxidant properties of oak acorns from Serbia. *Food Chem*, 104, 830-4.

Sayyah, M., Boostani, H., Pakseresht, S. and Malayeri, A. (2010). Comparison of *Silybum marianum* L. Gaerth. with fluoxetine in the treatment of obsessive compulsive disorder. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 34(2), 362-365.

SedaghatKish, Z., Moalemi, N., Rahemi, M., Khaleghi, E. and Mortazavi, M. (2012). Effects of foliar application of urea and zinc sulfate on some physical and bio-chemical characteristics of pomegranate fruit. *Punica granatum* L. cv. Rabab-e-Neyriz. *Plant Productions*, 34(2), 67-80. [In Farsi]

Shahdadi F., Mirzaei H., Maghsoudlou Y., Ghorbani M. and Daraei Garmakhany A. (2012). Effect of drying process on the phenolic-compounds content and antioxidant activity of two varieties of date-palm fruit Kaluteh and Mazafati. *Iranian Joumnal of Nutrition Sciences and Food Technology*, 6(3), 67-74. [In Farsi]

Song, C., Liu, M.Y., Meng, J. F., Chi, M., Xi, Z. M. and Zhang, Z.W. (2015). Promoting effect of foliage sprayed zinc sulfate on accumulation of sugar and phenolics in berries of *Vitis vinifer*a cv. Merlot growing on zinc deficient soil. *Molecules*, 20(2), 2536-2554.

Vega-Galvez, A., Scala, K. D., KLemus-Mondaca, R., Miranda, M., Lopez, J. and Perez-Won, M. (2009). Effect of airdrying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, color and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum*, L. var. Hungarian). *Food Chemistry*, 117(4), 647-53.

Vojodi Mehrabani, L., Hassanpouraghdam, M. B., Ebrahimzadeh, A. and Valizadeh Kamran, R. (2016b). Effects of ZnSO4 foliar application on vegetative growth and phenolic and essential oil content of geranium (*Pelargonium odoratissimum* L.). *Journal of Ornamental Plants*, 6(3), 193-199.

www.SID.ir

Archive of SID

Vojodi Mehrabani, L., Valizadeh Kamran, R. and Azizpour, K. (2016a). The effects of organic manures, soil cover and drying temperature on some growth and phytochemical characteristics of *Calendula officinalis*. *Journal of sustainable Agriculture and Production Science*, 26(4), 103-112. [In Farsi]

Wanger, G. J. (2014). Contact and vacuole extra vacuole distribution of nutral suger free amino acids and anthocyanin in protoplast. *Plant Physiology*, 64(1), 88-93.

Yusupov, M. M. (1990). Alkaloids of *Berberis vulgaris*. *Chemistry of Natural Compounds*, 26(1), 105-106.

© 2019 by the authors. Licensee SCU, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

www.SID.ir