Arvdive of SID

نشریه زراعت و فناوری زعفران
جلد ۲، شماره ۱، بهار ۱۳۹۳ ص: ۱۰۴-۹۱

Saffron Agronomy & Technology
Vol. 2, No. 1, Spring 2014, P. 91-104

تأثیر نانو نقره بر خصوصیات رشد رویشی زعفران

نسیم رضوانی[1*] و علی سروش زاده[2]

تاریخ دریافت: ۱۹ آبان ۱۳۹۲ تاریخ پذیرش: ۱۵ اردیبهشت ۱۳۹۳

چکیده

آزمایشی در قالب طرح فاکتوریل و در چهار تکرار در گلخانه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. در این آزمایش اثر پیش‌تیمار غلظت‌های صفر، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ پی‌پی‌ام محلول نانو نقره و برهم‌کنش این تیمارها با شرایط تنش غرقابی و عدم تنش غرقابی بر روی ریشه‌های زعفران موردبررسی قرار گرفت. در شرایط بدون تنش غلظت‌های ۴۰ و ۸۰ پی‌پی‌ام نانو نقره تعداد ریشه را افزایش داد، اما طول ریشه با پیش تیمارهای آب و نانو نقره ۴۰ پی‌پی‌ام در سطح اطمینان ۹۹ درصد افزایش پیدا کرد. در شرایط تنش غرقابی کاربرد غلظت‌های ۴۰ و۸۰ پی‌پی‌ام اثر تنش را بر تعداد ریشه جبران کرد و کاربرد غلظت ۴۰ پی‌پی‌ام نه‌تنها موجب جبران اثر تنش روی طول ریشه شد، بلکه میزان این صفت را به بیشتر از میزان آن در شرایط شاهد بدون تنش افزایش داد. همچنین کلیه پیش‌تیمارها موجب جبران اثر تنش بر وزن خشک و وزن تر ریشه شدند.

کلمات کلیدی: پیش تیمار، تعداد ریشه، طول ریشه، وزن تر ریشه، وزن خشک ریشه.

۱- کارشناس ارشد زراعت، دانشگاه تربیت مدرس.
۲- دانشیار گروه زراعت، دانشگاه تربیت مدرس.
(*- نویسنده مسئول: Nasim_rezvani@yahoo.com)

saffron.torbat.ac.ir

www.SID.ir

Arvdive of SID

مقدمه

زعفران، گران‌قیمت‌ترین چاشنی در جهان، از کلاله‌های خشک‌شده گیاه زعفران بانام علمی *Crocus sativus L.* به دست می‌آید. زعفران یک گیاه ژئوفیت است که گلدهی آن در فصل پاییز صورت می‌گیرد (Molina et al., 2005). به دلیل اینکه بنه‌ها تنها راه تکثیر این گیاه می‌باشند و از خصوصیات گیاه محافظت می‌کنند، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند (Keyhani et al., 2004). فصل گلدهی این گیاه از مهر تا آبان ماه می‌باشد. این گیاه کاربرد تجاری گسترده‌ای در زمینه مواد غذایی، رنگ‌آمیزی، لوازم‌آرایشی و بهداشتی و اهداف درمانی دارد (Rangahau et al., 2003; Molina et al., 2005). مطالعات اخیر نشان داده است که این گیاه یک داروی پیشگیری‌کننده و درمانی مفید برای سرطان‌های مختلف است(Keyhani et al., 2004; Sharon et al., 2010).

وقوع بارندگی‌های سنگین در اوایل دوره رشد زعفران (فصل پاییز)، در برخی مناطق ازجمله نواحی شمالی کشور ازجمله گلستان، غرب گیلان، دیلمان و... می‌تواند خطر تنش غرقابی را افزایش دهد. این تنش در رشد بسیاری از گیاهان ازجمله زعفران که دارای اندام تکثیری زیرزمینی است اختلال ایجاد می‌نماید. مهم‌ترین اثر مخرب تنش غرقابی بر زعفران، ایجاد پوسیدگی و گسترش فعالیت قارچ‌ها بربنه زعفران است. همچنین تنش غرقابی بسیاری از فرآیندهای فیزیولوژیک، مورفولوژیک و بیوشیمیایی گیاه ازجمله ظرفیت فتوسنتزی، مقدار رشد ریشه و ساقه، میزان تولید توده زنده گیاه، روابط آبی، متابولیسم کربوهیدرات‌ها، ساختار سلول، تغذیه، تعادل بین هورمون‌ها و بیان ژن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد(Perata & Alpi, 1993; Crawford & Andle., 1996; Biemelt et al., 1999) تنش غرقابی منجر به کمبود اکسیژن و تجمع اتیلن در گیاهان می‌شود. ریشه و بنه‌ها حساس‌ترین اندام این گیاه به این تنش می‌باشد. تنش غرقابی می‌تواند از رشد و نفوذپذیری ریشه در اکثر گیاهان به‌جز گیاهان آب‌دوست مانند برنج جلوگیری کند (Visser et al., 1997; Visser & Pierik, 2007).

تاکنون تحقیقات بسیار اندکی در رابطه با اثر تنش غرقابی بر رشد زعفران صورت گرفته است. کیهانی و همکاران (Keyhani et al., 2004) گزارش کردند که بسته به مرحله نموی زعفران، تنش کمبود اکسیژن و نبود اکسیژن به‌عنوان سیگنالی برای افزایش الکل‌دهیدروژناز و لاکتات دهیدروژناز وابسته به NAD عمل می‌کند. آن‌ها اثرات این تنش را بر خصوصیات رشدی زعفران موردبررسی قرار ندادند. امروزه یون‌های نقره به‌عنوان یک جایگزین شیمیایی در کشاورزی شناخته‌شده‌اند.

این یون‌ها میکروارگانیسم‌های نامطلوب را در خاک‌های زراعی و دستگاه‌های هیدروپونیک محدود می‌کنند و به‌صورت اسپری روی برگ برای متوقف کردن بیماری‌های قارچی، پوسیدگی و سایر بیماری‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرند. علاوه بر این ترکیبات نقره ازجمله نمک نقره، سیلیکات و پلیمرهای قابل‌حل در آب و اشعه‌ی رادیواکتیو آن به‌عنوان یک تحریک‌کننده رشد گیاهی بسیار عالی محسوب می‌شوند (Sharon et al., 2010). در گزارش‌های متعددی یون‌های نقره به‌عنوان بازدارنده فعالیت اتیلن شناخته‌شده‌اند (Beyer, 1976; Chamani et al., 2005; Gad & Atta-Aly, 2006; Reggiani, 2006; Eo & Lee, 2007; An et al., 2008) گزارش‌شده است که تیوسولفات نقره ۰/۵ میلی‌مولار فعالیت اتیلن را به مدت ۱۰ روز در گیاه آنتوریوم کاهش داد (Macnish et al.,).

Saffron.torbat.ac.ir

www.SID.ir

Arvdive of SID

(2000 اثر محلول‌پاشی نانو نقره بر کاهش تنش غرقابی در زعفران توسط سیف سهندی و همکاران (۲۰۱۱) موردبررسی قرار گرفت، نتایج این تحقیق نشان‌داد استفاده از نانو نقره ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام، اثرات منفی تنش غرقابی را بر ارتفاع گیاه و تعداد بنه جبران کرد(Seif Sahandi et al., 2011).

نانوتکنولوژی مواد دارای خصوصیات ویژه‌ای است که در آینده برنامه‌های کاربردی در زمینه‌های مختلف را نوید می‌دهد. ازآنجایی‌که فنّاوری جدید نانو ذرات نقره امکان استفاده کاربردی و مقرون‌به‌صرفه از این فلز را ایجاد کرده است، در این تحقیق از این فناوری استفاده‌شده است. با توجه به اینکه میزان نانو نقره مورداستفاده درروش پیش تیمار کردن بنه‌ها بسیار کمتر و مؤثرتر از کاربرد انواع قارچ‌کش‌ها است، این روش اقتصادی و مؤثر است. این تحقیق با استفاده از نانو ذرات نقره سعی بر آن دارد که اثرات نامطلوب ناشی از تنش غرقابی را بر رشد ریشه گیاه زعفران کاهش دهد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در گلخانه دانشکده کشاورزی تربیت مدرس تهران با استفاده از روش کشت آبکشت و به مدت ۱۰ روز و در قالب طرح فاکتوریل انجام شد. تیمارها شامل غلظت‌های صفر (پیش‌تیمار آب)، ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ پی‌پی‌ام محلول نانو نقره در شرایط تنش غرقابی و عدم تنش غرقابی بودند. این غلظت‌ها بر اساس غلظت‌های به‌کاررفته در تحقیق مشابه سیف سهندی و همکاران (Seif Sahandi et al., 2011) انتخاب شدند. روش پیش‌تیمار کردن به این صورت بود که بنه‌های زعفران قبل از اینکه کشت شوند به مدت ۹۰ دقیقه در محلول‌های نانو سیلور با غلظت‌های ذکرشده آغشته شدند. پس از بیرون آوردن بنه‌ها از محلول، در گلدان‌های حاوی پرلیت کشت شدند. در هر گلدان یک بنه کشت گردید. در طول مدت آزمایش، محیط کشت بنه‌هایی را که می‌بایست در معرض تنش غرقابی قرار بگیرند، به‌طور کامل در آب غرقاب شدند و بقیه گلدان‌ها در شرایط غیر غرقاب و به‌صورت هر پنج روز یک‌بار آبیاری شدند. پس از ۱۰ روز بنه‌ها را از گلدان‌ها خارج نموده و بلافاصله برای ثبت اندازه‌گیری‌ها به محیط آزمایشگاه منتقل گردیدند. در این تحقیق صفاتی چون تعداد ریشه، طول ریشه، وزن‌تر و وزن خشک‌ریشه، تعداد جوانه در هر بنه، طول جوانه و وزن‌تر و خشک جوانه موردبررسی قرار گرفتند. از نرم‌افزار SAS برای تجزیه آماری داده‌ها استفاده شد و با مشاهده تفاوت معنی‌دار در آنالیز واریانس(ANOVA) ، مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ($P< 0.05$) صورت گرفت.

نتایج و بحث

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این آزمایش تنش غرقابی بر اغلب صفات اندازه‌گیری شده ازجمله تعداد ریشه، طول ریشه، وزن تر و وزن خشک ریشه و وزن تر و خشک جوانه تأثیر منفی داشت. هرچند بر تعداد جوانه در هر بنه و طول جوانه هیچ‌گونه اثر منفی نداشت (جدول ۱). کلیه پیش تیمارهای نانو سیلور و آب اثرات جبران‌کننده تنش غرقابی و حتی در برخی موارد اثرات بهبوددهنده بر صفات اندازه‌گیری شده را نشان دادند. این نتایج، اولین فرضیه ما را مبنی بر اینکه تنش غرقابی رشد نرمال زعفران را به دلیل کاهش میزان دسترسی ریشه به اکسیژن و افزایش احتمال ایجاد بیماری‌های قارچی و پوسیدگی بنه کاهش می‌دهد و دومین فرضیه اینکه تنش غرقابی در اوایل دوره

Saffron.torbath.ac.ir

www.SID.ir

Arvdive of SID

رشدی گیاه خصوصیات ریشه را بیشتر از جوانه‌های برگی تحت تأثیر قرار می‌دهد، تأیید می‌کند.

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات آزمایشی

Table 1- Analysis of variance mean square testing traits

منابع تغییر Sources of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	تعداد ریشه Root number	طول ریشه Root length	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن تر ریشه Root wet weight	تعداد جوانه Bud number	طول جوانه Bud length	وزن خشک جوانه Bud dry weight	وزن تر جوانه Bud wet weight
تکرار Replication	3	23.55 ns	0.97 ns	0.006 ns	0.051 ns	0.8 ns	0.9 *	0. 001 ns	0.03 *
سطوح تنش Stress levels	1	2090.91 **	89.56 **	0.027 **	2.55 **	1.72 ns	0.29 ns	0. 008 **	0.001 ns
سطوح نانو نقره Nano silver levels	4	1549.41 **	7.21 **	0.002 **	0.45 **	2.73 *	3.11 **	0. 004 **	0.05 **
اثر متقابل تنش و نانو نقره Interaction of nano silver with stress	4	637.84 **	2.87 **	0. 0003 ns	0.058 ns	0.93 ns	3.58 **	0. 007 **	0.06 **
اشتباه Error	27	46.92	0.63	0. 0045	0.059	0.73	0.29	0. 001	0.007
ضریب تغییرات Coefficient of variation	-	14.66	9.4	14.2	14.6	13.2	12.8	10.9	11.4

ns، * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد و غیر معنی دار

ns, * and ** represent non-significant, significant at 5% level and significant at 1% level of probability, respectively.

saffron.torbath.ac.ir

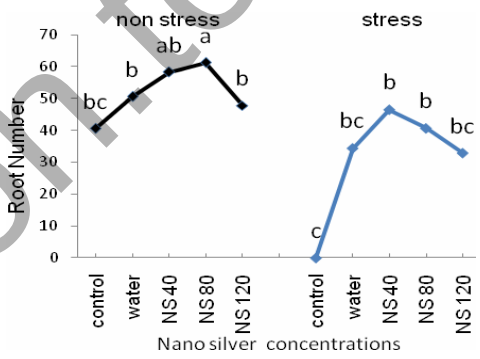
www.SID.ir

Arvdive of SID

اصلی‌ترین نتیجه تنش غرقابی نبود اکسیژن کافی برای ریشه‌ها می‌باشد. در اغلب موارد کمبود اکسیژن به‌طور مستقیم ریشه‌ها و به‌طور غیرمستقیم بخش هوایی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین این تنش موجب کاهش پتانسیل اکسیداسیون –احیا در خاک می‌شود که این امر به‌تدریج منجر به افزایش تقاضا به اکسیژن در خاک و درنتیجه افزایش استرس برریشه می‌گردد. این تنش سرعت فتوسنتز را در بسیاری از گونه‌های گیاهی به‌ویژه گیاهانی که حساس به غرقابی هستند، کاهش می‌دهد (Bradford, 1983; Pezeshiki et al., 1996; Gravatt & Kirby, 1998). کاهش فتوسنتز به بسته شدن روزنه‌ها، کاهش کلروفیل برگ (Bradford, 1983)، تولید اتیلن (Pallas & Kays, 1982) و کاهش تقاضای مقصد (Wample & Thornton, 1984) نسبت داده می‌شود. در گزارشی آمده است فتوسنتز گیاهان غرقاب شده ۷۰–۶۰ درصد نسبت به شاهد بدون غرقاب در طول ۵۰–۱۵ روز تنش غرقابی در گیاه *Latifolium Lepidium L.* کاهش یافت (Hongjun Chen, 2005). همچنین این محقق دریافت که این تنش کل بیوماس و نسبت ریشه به ساقه را نیز در گیاهان تحت تنش به‌طور معنی‌داری کاهش داد. در گزارش دیگری آمده است که پس از ۳۰ روز غرقاب، بیوماس برگ، ساقه و ریشه به‌ترتیب ۹۵، ۶۰ و ۴۲ درصد گیاهان شاهد در گیاهچه‌های گیاه *Quercus macrocarpa Michx* بود و نسبت ریشه به ساقه کمتر از ۵۰ درصد گیاهانی بود که تحت تنش غرقابی قرار نگرفته بودند(Tang & Kozlowski, 1982).

تعداد ریشه

در شرایط عدم تنش غرقابی استفاده از برخی تیمارها موجب بهبود میزان صفات اندازه‌گیری شده نسبت به شاهد بدون تنش شدند. غلظت‌های ۴۰ و ۸۰ پی‌پی‌ام نانوسیلور بیش از سایر تیمارها تعداد ریشه را افزایش دادند و اثر نانوسیلور ۱۲۰ پی‌پی‌ام و پیش تیمار آب روی این صفت یکسان بود؛ اما در تیمار شاهد تنش غرقابی تعداد ریشه کاهش یافت. کاربرد پیش تیمارهای ۴۰ و ۸۰ پی‌پی‌ام بیش از سایر تیمارها، اثرات منفی تنش غرقابی را روی تعداد ریشه جبران کردند.



شکل ۱- اثر غلظت‌های مختلف نانو نقره بر تعداد ریشه در تنش غرقابی و عدم تنش غرقابی. NS: نانو نقره

Figure 1- Effect of various nano silver concentrations on root number under flooding stress and non stress. NS= Nano Silver

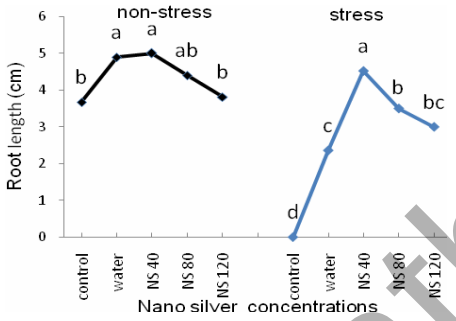
Saffron.torbath.ac.ir

www.SID.ir

Arvdive of SID

طول ریشه

در شرایط عدم تنش غرقابی استفاده از آب و نانو سیلور ۴۰ پی‌پی‌ام بیش از سایر تیمارها روی طول ریشه اثرگذار بودند و به یک اندازه طول ریشه را نسبت به شاهد بدون تنش در سطح اطمینان ۹۹ درصد افزایش دادند. همچنین آب و غلظت‌های ۴۰و ۸۰ پی‌پی‌ام نیز موجب افزایش وزن خشک و وزن تر ریشه گردیدند. تنش غرقابی طول ریشه را نیز کاهش داد. غلظت ۴۰ پی‌پی‌ام نانو سیلور نه‌تنها موجب جبران اثر تنش روی طول ریشه شد بلکه میزان این صفت را به بیشتر از میزان آن در شرایط شاهد بدون تنش افزایش داد.



شکل ۲- اثر غلظت‌های مختلف نانو نقره بر طول ریشه در تنش غرقابی و عدم تنش غرقابی. NS: نانو نقره

Figure 2- Effect of various nano silver concentrations on root length under flooding stress and non stress. NS= Nano Silver

همچنین اثر نیترات نقره بر تشکیل ریشه در کشت بافت گیاه *Decalepis hamiltonii* L. موردبررسی قرار گرفت. نتایج نشان‌داد افزودن ۴۰ میکرومولار نیترات نقره موجب شروع رشد و طویل شدن ریشه شد (Bais et al., 2001). همچنین اثر نیترات نقره بر تولید ریشه و ساقه در گیاه *Vanilla planifolia* L. نشان‌داد که بیشترین تعداد ریشه و بالاترین طول ریشه در محیط کشتی حاوی ۲۰ میکرومولار نیترات نقره به دست آمد. این ماده نه‌تنها تکثیر ساقه را افزایش داد بلکه ریشه دهی ریز نمونه‌های این گیاه را نیز بهبود بخشید(Giridhar et al., 2003). نیترات نقره به میزان ۲/۶۹ میکرومولار، ریشه‌دهی و گل‌دهی را در کشت بافت *Rotula aquatic* L. افزایش داد و همچنین در این آزمایش محلول ۱۱/۷ میکروکولار آن راندمان ریشه دهی را افزایش داد(Sunandakumari, 2004).

وزن خشک و تر ریشه

در شرایط عدم تنش غرقابی، پیش تیمار با آب و نانو سیلور ۴۰ و ۸۰ پی‌پی‌ام به‌ویژه غلظت ۸۰ پی‌پی‌ام وزن تر و خشک ریشه را افزایش دادند؛ اما تنش غرقابی وزن تر و وزن خشک ریشه را نیز کاهش داد. در شرایط تنش نانو سیلور ۸۰ موجب جبران اثر تنش بر وزن خشک و وزن تر ریشه شد.

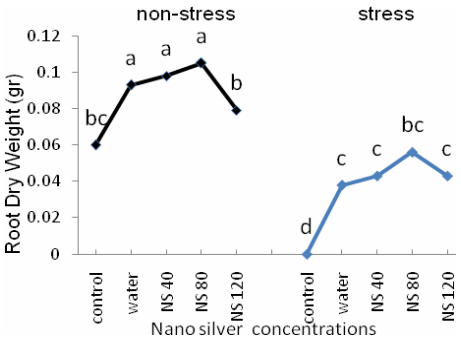
تعداد جوانه

در شرایط عدم تنش غرقابی پیش‌تیمار آب تعداد جوانه را کاهش داد و نانو سیلور ۱۲۰ پی‌پی‌ام موجب افزایش آن شد. تنش غرقابی اثری بر این صفت نداشت و نانو سیلور ۸۰ پی‌پی‌ام توانست تعداد جوانه را نسبت به شاهد تنش غرقابی افزایش دهد.

saffron.torbath.ac.ir

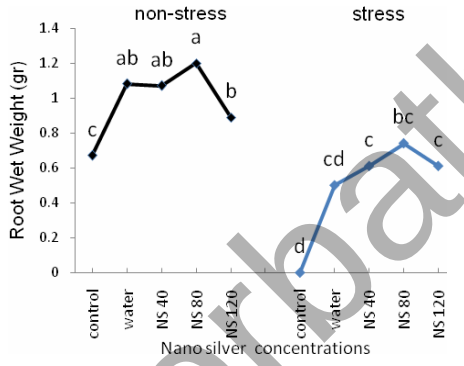
www.SID.ir

Arvdive of SID



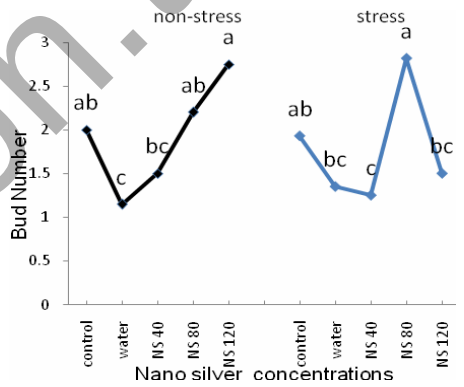
شکل ۳- اثر غلظت‌های مختلف نانو نقره بر وزن خشک ریشه در تنش غرقابی و عدم تنش غرقابی. NS: نانو نقره

Figure 3- Effect of various nano silver concentrations on root dry weight under flooding stress and non stress. NS= Nano Silver



شکل ٤- اثر غلظت‌های مختلف نانو نقره بر وزن تر ریشه در تنش غرقابی و عدم تنش غرقابی. NS: نانو نقره

Figure 4- Effect of various nano silver concentrations on root wet weight under flooding stress and non stress. NS= Nano Silver



شکل ٥- اثر غلظت‌های مختلف نانو نقره بر تعداد جوانه در تنش غرقابی و عدم تنش غرقابی. NS: نانو نقره

Figure 5- Effect of various nano silver concentrations on leaf bud number under flooding stress and non stress. NS= Nano Silver

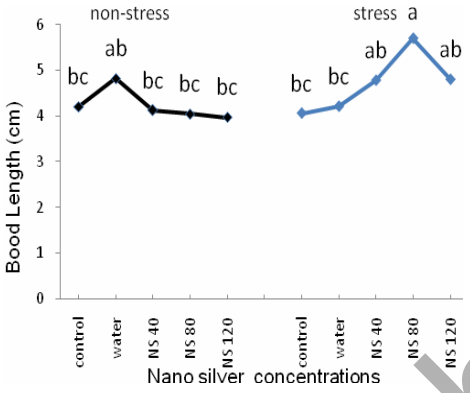
saffron.torbath.ac.ir

www.SID.ir

Arvdive of SID

طول جوانه

پیش‌تیمار آب موجب افزایش طول جوانه در شرایط عدم تنش شد. تنش غرقابی اثـر معنـی‌داری بـر ایـن صـفت نداشت؛ اما نانوسیلور ۸۰ پی‌پی‌ام میزان آن را نسبت به شاهد تنش غرقابی افزایش داد.

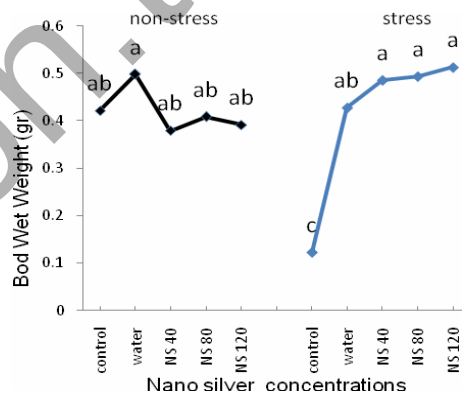


شکل ٦- اثر غلظت‌های مختلف نانو نقره بر طول جوانه در تنش غرقابی و عدم تنش غرقابی. NS: نانو نقره

Figure 6- Effect of various nano silver concentrations on leaf bud length under flooding stress and non stress. NS= Nano Silver

وزن خشک و تر جوانه

نانو سیلور ۱۲۰ و ۸۰ پی‌پی‌ام وزن خشک جوانه را افزایش دادند. همچنین تنش غرقابی موجب کاهش وزن تـر و خشک جوانه گردید. نانو سیلور ۸۰ پی‌پی‌ام وزن خشک جوانه را نسبت به شاهد تنش غرقابی افزایش داد. نـانو سـیلور ۱۲۰ برخلاف اثر مثبتی که بر وزن خشک جوانه در شرایط بدون تنش داشت، میزان ایـن صـفت را در تـنش غرقـابی کاهش داد. غلظت‌های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ پی‌پی‌ام نانو سیلور نیز به‌طور معنی‌داری وزن تر جوانه را افزایش دادند.



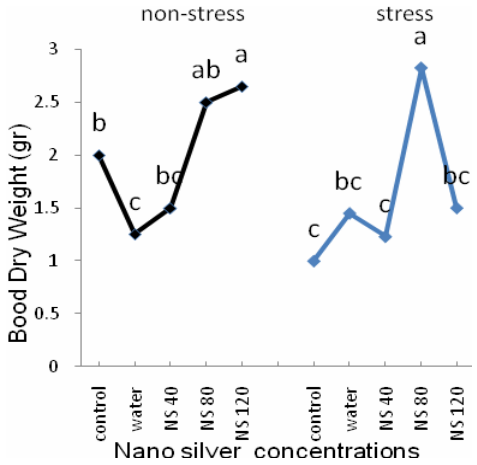
شکل ۷- اثر غلظت‌های مختلف نانو نقره بر وزن تر جوانه در تنش غرقابی و عدم تنش غرقابی. NS: نانو نقره

Figure 7- Effect of various nano silver concentrations on leaf bud wet weight under flooding stress and non stress. NS= Nano Silver

saffron.torbath.ac.ir

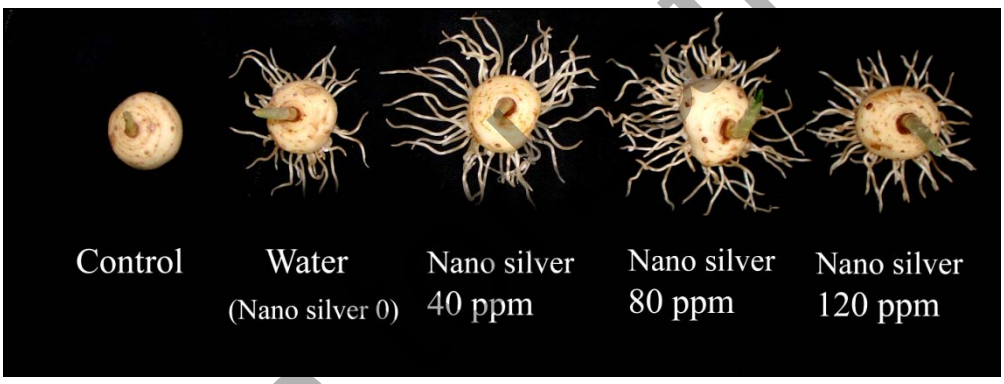
www.SID.ir

Arvdive of SID



شکل ۸- اثر غلظت‌های مختلف نانو نقره بر وزن خشک جوانه در تنش غرقابی و عدم تنش غرقابی. NS: نانو نقره

Figure 8- Effect of various nano silver concentrations on leaf bud dry weight under flooding stress and non stress. NS= Nano Silver



شکل ۹- اثر سطوح مختلف نانو نقره بر رشد ریشه زعفران در شرایط غرقابی

Figure 9- Effect of different levels of nano silver on root growth of saffron in hypoxic condition.

به نظر می‌رسد اثرات مضر تنش غرقابی بر زعفران به دلیل تجمع اتیلن در این شرایط باشد. در این زمینه شباهت بین واکنش گیاهان به آبیاری بیش‌ازحد و پاسخ آن‌ها به تیمار با اتیلن قابل‌توجه است (Turkova, 1944). رابطه بین اتیلن و تنش غرقابی زمانی کشف شد که ریشه‌های گوجه‌فرنگی با استفاده از گاز نیتروژن تحت شرایط بی‌هوازی قرار گرفتند و افزایش سطح اتیلن در بخش هوایی گیاه مشاهده شد (Jackson & Campbell, 1975; Bradford & Dilley, 1978; Jackson & Gales, 1978). تجمع اتیلن در گیاهان از رشد ریشه و قدرت زنده‌مانی اغلب گیاهان جلوگیری می‌کند(Visser et al., 1997; Visser & Pierik, 2007; Abeles, 1973). در تنش‌های مختلف گیاهی تولید اتیلن یکی از رایج‌ترین مراحل زنجیره وقایعی است که منجر به واکنش‌های مختلف از سوی گیاه می‌شود

www.SID.ir

Arvdive of SID

(Grichko et al., 2001). سنتز اتیلن به‌وسیله سیگنال‌های محیطی و درونی که به‌وسیله تنش‌های زنده و غیرزنده ازجمله تنش بی‌هوازی تحریک می‌شوند، تنظیم می‌گردد(Wang & Ecker, 2002). ازاین‌رو با تنظیم تولید و فعالیت اتیلن، رشد و نمو در تنش‌های ناخواسته مختلف ازجمله غرقابی می‌تواند کنترل گردد.

در این تحقیق برای اولین بار استفاده از نانو سیلور ۴۰ و ۸۰ پی‌پی‌ام بیش از سایر غلظت‌های موردمطالعه اثرات منفی تنش را در اغلب صفات مورفولوژیک زعفران جبران کرد. ازآنجایی‌که در این تنش میزان اتیلن افزایش می‌یابد، برخی از نتایج در این تحقیق می‌تواند به اثر نقره در جلوگیری از فعالیت اتیلن مرتبط باشد. تحقیقات بسیاری نشان می‌دهند که یون‌های نقره نقش مهمی را در کشت بافت جنین‌زایی سوماتیکی، رشد کالوس، تشکیل ساقه و ریشه و باز زایی در گیاهان تک‌لپه و دولپه بازی می‌کند (Roustan et al., 1990; Biddington, 1992; Pua & Chi, 1993; Bais et al., 2000; Bais et al., 2001a & 2001; Bais et al., 2001; Giridhar et al., 2003).

برای اولین بار در گزارشی در سال ۱۹۷۶ مطرح شد که یون‌های نقره قادر به جلوگیری از فعالیت اتیلن مصنوعی در واکنش‌هایی مانند ریزش، پیری و کاهش رشد هستند(Beyer, 1976). این اثر یون‌های نقره بر اتیلن در گزارش‌های متعددی آمده است (Beyer, 1976; Chamani et al., 2005; Gad & Atta-Aly, 2006; Reggiani, 2006; An et al., 2008; Eo & Lee, 2007). در تحقیقی اثر نیترات نقره بر سیب‌زمینی موردمطالعه قرار گرفت. نتایج نشان دادند که محیط کشت MS آغشته به نیترات نقره بر گاز اتیلن تولیدشده توسط سیب‌زمینی اثر بازدارنده داشت(Turhan, 2004). مهار تولید اتیلن توسط نقره، باز زایی ساقه را در ریز نمونه‌های کوتیلدون آفتابگردان تحریک کرد (Chraibi et al., 1991). همین نتایج نیز در سال ۲۰۰۴ بر روی گیاه پنبه به‌دست‌آمده آمد (Ouma et al., 2004). افزایش نسبت جوانه‌زنی جوانه‌های انتهایی و رشد ساقه قهوه تحت تأثیر یون‌های نقره گزارش شد(Giridhar et al., 2003; Ganesh & Sreenath, 1996).

ازاین‌رو به نظر می‌رسد واکنش‌های واسطه‌ای یون‌های نقره‌ای به نقش آن‌ها در مسیرهای تولید و فعالیت اتیلن، پلی آمین‌ها و کلسیم و نقش مهم این یون‌ها در تنظیم مورفوژنز ازجمله القای ریشه دهی، مرتبط باشد. یون‌های نقره می‌توانند جایگزین یون‌های مس در گیرنده‌های پروتئینی شوند. همچنین ثابت‌شده است که این یون‌ها با ممانعت از اتصال اتیلن به گیرنده‌ها در سلول‌های گیاهی، از فعالیت اتیلن جلوگیری می‌کند (Kushad & Poovaiah, 1984; Mishra et al., 2008). همچنین سایر محققین گزارش کردند که تحمل به غرقابی در گیاهان با استفاده از بازدارنده‌های اتیلن مانند ۱- متیل سیکلوپروپن افزایش می‌یابد.

دلیل استفاده ما از ذرات نانو نقره در این تحقیق، اندازه کوچک این ذرات و درنتیجه افزایش چسبندگی این ذرات به بافت‌های گیاه بود. با توجه به استفاده مقرون‌به‌صرفه‌تر و کاراتر یون‌های نقره در نانو نقره، می‌توان این ماده را به‌جای سایر ترکیبات نقره مانند نیترات نقره به کاربرد. در این آزمایش استفاده از غلظت‌های ۴۰، ۸۰ و ۱۲۰ نانو نقره بر اکثر صفات اندازه‌گیری شده اثر بهبوددهنده مشابهی داشتند. ازاین‌رو در مناطقی که احتمال غرقاب شدن خاک وجود دارد، غوطه‌ور کردن بنه‌های زعفران به مدت ۹۰ دقیقه در محلول نانو نقره قبل از کشت توصیه می‌شود. با توجه به اینکه استفاده از غلظت‌های کمتر این ماده ازنظر اقتصادی مقرون به‌صرفه‌تر می‌باشد استفاده از این ماده با غلظت

www.SID.ir

Arvdive of SID

۴۰ می‌تواند خطر تنش غرقابی را در این گیاه کاهش دهد.

منابع

Abeles, F.B. 1973. Ethylene in plant biology. Ant Cell Reports 20(6): 547-555.

An, J., Zhang, M., Wang, S.H., and Tang, J. 2008. Physical, chemical and microbiological change in stored green asparagus spears as affected by coating of silver nanoparticle-pvp. LWT - Food Science and Technology 41(6): 1100-1107.

Bais, H.P., Sudha, G.S., and Ravishankar, G.A. 2001a. Influence of putrescine AgNO3 and polyamine inhibitors on the morphogenetic response in untransformed and transformed tissues of *Chichorium intybus* and their regenerants. Plant Cell Reports 20(6): 547-555.

Bais, H.P., Sudha, G.S., and Ravishankar, G.A. 2001b. Putrescine influences growth and production of coumarins in transformed and untransformed root cultures of witloof chicory (*Chichorium intybus* L. cv lucknow local). Acta Physiologia Plantarum 23(3): 319-327.

Bais, H.P., Sudha, G., Suresh, B., and Ravishankar, G.A. 2000. $AgNO_3$ influences in vitro root formation in *Decalepis hamiltonii* Wight. Current Science 79(3): 894-898.

Bais, H.P., Venkatesh, R.T., Chandrashekar, A., and Ravishankar, G.A. 2001c. *Agrobacterium rhizogenes* mediated transformation of witl of chiocory in vitro shoot regeneration and induction of flowering. Current Science 80: 83-87.

Beyer, E.M. 1976a. A potent inhibitor of ethylene action in plants. Plant Physiology 583:268-271.

Beyer, E.M. 1976b. Silver ion: a potent anti-ethylene agent in cucumber and tomato. HortScience 11(3): 175-196.

Biddington, N.L. 1992. The influence of ethylene in plant tissue culture. Plant Growth Regulation 11(2):173-178.

Biemelt, S., Hajirezai, M.R., and Melzer, M. 1999. Sucrose synthase activity does not restrict glycolysis in roots of transgenic potato plants under hypoxic conditions. Planta 210: 41–49.

Bradford, K.J. 1983. Effect of soil flooding on leaf gas exchange of plants. Plant Physiol 73(2): 475–479.

Bradford, K.J., and Dilley, D.R. 1978. Effects of root anaerobiosis on ethylene production, epinasty and growth of tomato plants. Plant Physiol 61(4): 506–509.

Chamani, A.E., Khalighi, B.A., Joyce, A.C., Donald, E., Irving, A., Zamani, B., Mostofi, B., and Kafi, B.M. 2005. Ethylene and anti-ethylene treatment effects on cut 'First Red' rose. Horticulture 7(1): 3-7.

Chraibi, B.K.M., Latche, A., Raustan, J.P., and Fallot, J. 1991. Stimulation of shoot regeneration from cotyledons of *Helianthus annuus* by ethylene inhibitors silver and cobalt.

saffron.torbat.ac.ir

www.SID.ir

Arvdive of SID

Plant Cell Reports 10(4): 204-207.

Crawford, R.M.M., and Andle, R.B. 1996. Oxygen deprivation stress in a changing environment. Journal of Experimental Botany 47: 145–159.

Eo, J., and Lee B.Y. 2009. Effects of ethylene, abscisic acid and auxin on fruit abscission in water dropwort (*Oenanthe stolonifera* DC.). Scientia Horticulturae 123(2): 224-227.

Gad, N., and Atta-Aly, M.A. 2006. Effect of cobalt on the formation, growth and development of adventitious roots in tomato and cucumber cuttings. Science Research 2(7): 423-429.

Ganesh, S.D., and Sreenath, H.L. 1996. Silver nitrate enhanced shoot development in cultured apical shoot buds of *Coffea arabica* cv cauvery. Journal of Plantation Crops 24(1): 577-580.

Giridhar, P., Indu, E.P., Vijaya ramu, D., and Ravishankar, G.A. 2003. Effect of silver nitrate on in vitro shoot growth of *Coffee*. Tropical Science 43(3): 144-146.

Gravatt, D.A., and Kirby, C.J. 1998. Patterns of photosynthesis and starch allocation in seedlings of four bottomland hardwood tree species subjected to flooding. Tree Physiology 18(6): 411–417.

Grichko, P.V., and Glick, R. 2001. Ethylene and flooding stress in plants, Plant Physiology and Biochemistery 39(1): 1−9.

Hongjun, R.G., Qualls, C., and Robert Blank, R. 2005. Effect of soil flooding on photosynthesis, carbohydrate partitioning and nutrient uptake in the invasive exotic *Lepidium latifolium*. Aquatic Botany 82(4): 250–268.

Jackson, M.B., and Campbell, D.J. 1976. Waterlogging and petiole epinasty in tomato: The role of ethylene and low oxygen. New Phytology 76(2): 21–29.

Jackson, M.B., Gales, K., and Campbell, D.J. 1978. Effect of waterlogged soil conditions on the production of ethylene and on water relationships in tomato plants. Journal of Experimental Botany 29(4): 83–193.

Keyhani, E., and keyhani, J. 2004. Hypoxiya/anoxia as signaling for increased alcohol dehydrohenase activity in saffron corm. Annals New York Academy of Science 1030:449-457.

Kushad, M.M., and Poovaiah, B.W. 1984. Deferal of senescence and abscission by chemical inhibition of ehtylene synthesis and action in bean explants. Plant Physiology 76(2):293-296.

Mishra, A., Khare, S., Trivedi, P.K., and Nath, P. 2008. Effect of ethylene, 1- MCP, ABA and IAA on break strength, cellulose and polygalacturonase activities during cotton leaf abscission. South Africa Journal of Botanica 282(2):6-12.

Molina, R.V., Valero, M., and Navarro, Y. 2005. Temperature effects on flower formation in

saffron.torbath.ac.ir

www.SID.ir

Arvdive of SID

saffron (*Crocus sativus* L.). Scientia Horticulturae 103:361–379.

Ouma, J.P., Young, M.M., and Reichert, N.A. 2004. Optimization of in vitro regeneration of multiple shoots from hypocotyl sections of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). African Journal of Biotechnology 3(3): 169-173.

Pallas, J.R., and Kays, S.J. 1982. Inhibition of photosynthesis by ethylene a stomatal effect. Plant Physiology 70(2):598–601.

Perata, P., and Alpi, A. 1993. Plant responses to anaerobiosis. Plant Science 93:1–17.

Pezeshiki, S.R., DeLaune, A.D., Klude, H.K., and Choi, H.S. 1996. Photosynthesis and growth responses of cattail (*Typha domingensis*) and sawgrass (*Cladium jamaicense*) to soil redox conditions. Aquatic Botany 54(1):25–35.

Pua, E.C., and Chi, G.L. 1993. De novo shoot morphogenesis and plant growth of mustard (*Brassica juncea* L*.)* in vitro in relation to ethylene. Physiologia Plantarum 88(3):467-474.

Rangahau, M.K. 2003. Growing saffron - The world's most expensive spice. Crop and Food Research 20:1-4.

Reggiani, R. 2006. A role for ethylene in low-oxygen signaling in rice roots. Amino Acids 30(3):31–38.

Roustan, J.P., Latche, A. and Fallot, J. 1990. Control of carrot somatic embryogenesis by AgNO3 and inhibitor of ethylene action effect on arginine decarboxilase activity. Plant Science 67(1):89-95.

Seif Sahandi, M., Sorooshzadeh, A., Rezazadeh, H., and Naghdiabadi, H.A. 2011. Effect of nano silver and silver nitrate on seed yield of borage. Journal of Medicinal Plants Research 5(2):171-175. (In Persian).

Sharon, M., Choudhary, A.Kr., and Kumar, R. 2010. Nanotechnology in agricultural diseases and food safety. Journal of Phytology 2(4):83–92.

Sunandakumari, C., Martin, K.P., Chithra, M., and Madhusoodanan, P.V. 2004. Silver nitrate induced rooting and flowering in vitro on rare rhoeophytic woody medicinal plant, Rotula aquatica Lour. Indian of Biotechnology 3(3): 418-421.

Tang, Z.C., and Kozlowski, T.T. 1982. Some physiological and morphological responses of Quercus macrocarpa L. seedlings to flooding. Canadian Journal of Forest Research 12(2):196–202.

Topa, M.A., and Cheeseman, J.M. 1992. Carbon and phosphorus partitioning in *Pinus serotina* seedlings growing under hypoxic and low-phosphorus conditions. Tree Physiol 10(2):95–207.

Turhan, H. 2004. The effect of silver nitrate (Ethylene inhibitor) on in vitro shoot development in potato (*Solanum tuberosum* L.), Biotechnology 3(1):72-74.

saffron.torbath.ac.ir

www.SID.ir

Arvdive of SID

Turkova, N.S. 1944. Growth reactions in plants under excessive watering, Dokl. Academy science 42(3):87–90.

Visser, E.J.W., and Pierik, R. 2007. Inhibition of root elongation by ethylene in wetland and non-wetland plant species and the impact of longitudinal ventilation. Plant Cell Environ 30 (1):31–38.

Visser, E.J.W., Nabben, R.H.M., Blom, C.W.P.M., and Voesenek, L.A.C.J. 1997. Elongation by primary lateral roots and adventitious roots during conditions of hypoxia and high ethylene concentrations. Plant Cell Environment. 20:647–653.

Wample, R.L., Thornton, R.K. 1984. Differences in the responses of sunflower (*Helanthus annuus* L.) subjected to flooding and drought stress. Physiology Plant 61(4):611–616.

Wang, K.L., Hai, C.L., and Ecker, J.R. 2002. Ethylene biosynthesis and signaling networks. Plant Cell. 14:S131-S151 Supplement.

saffron.torbath.ac.ir

www.SID.ir

Arvdive of SID

Effect of nano-silver on root and bud growth of saffron in flooding stress condition

Nasim Rezvani[1*] and Ali Sorooshzadeh[2]

Received: 8 November, 2013 **Accepted:** 4 May, 2014

Abstract

Saffron (*Crocus sativus* L.) is cultivated as spices, medicinal and aromatic plant species. At autumn season, heavy rainfall can cause flooding stress and inhibits growth of saffron. Thus this research was conducted to study the effect of silver ion (as an ethylene inhibitor) on growth of saffron under flooding conditions. The corms of saffron were soaked with one concentration of nano silver (0, 40, 80 or 120 ppm) and then planting under flooding stress and non flooding stress conditions. Results showed that number of roots, root length, root fresh and dry weight, leaves fresh and dry weight were reduced by 10 day flooding stress. Soaking saffron corms with 40 or 80 ppm concentration of nano silver rewarded the effect of flooding stress on the root number, by increasing it. Furthermore, 40 ppm of nano silver increased root length in stress. Nano silver 80 ppm in flooding stress, increased leaves dry weight.

Keywords: Corm, Flooding stress, Nano silver, Root dry weight, Root length, Saffron.

1- M.Sc. in Agronomy, Zanjan Agricultural and Natural Resources Research Center.
2- Associate Professor, Agronomy Department, University of Tarbiat Modares, Tehran, Iran.
(*- Corresponding author Email: Nasim_rezvani@yahoo.com)

saffron.torbath.ac.ir

www.SID.ir