دوماهنامه علمی-پژوهشی تحقیقات گیاهان دارویی و معطر ایران
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijmapr.2018.116528.2214
جلد ۳۴، شماره ۴، صفحه ۵۷۸-۵۶۵ (۱۳۹۷)

بررسی تأثیر پیش‌تیمار بذر بر عملکرد، اجزا عملکرد و غلظت عنصر معدنی فسفر تحت تنش خشکی در همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

فهیمه هلالی سلطان احمدی[1*]، محمدرضا عامریان[2]، مهدی قیاسی[3] و حمید عباس‌دخت[4]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترای تخصصی زراعت-فیزیولوژی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

پست الکترونیک: f_helali82@yahoo.com

۲- دانشیار، فیزیولوژی، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

۳- استادیار، علوم و تکنولوژی بذر، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران

۴- دانشیار، اکولوژی گیاهان زراعی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۹۶ تاریخ اصلاح نهایی: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۷

چکیده

استفاده از مواد آلی و نانو کودها به‌منظور کنترل دقیق آزادسازی عناصر غذایی می‌تواند گامی مؤثر برای دستیابی به کشاورزی پایدار و سازگار با محیط‌زیست باشد. تنش خشکی مهمترین عامل محدودکننده رشد و عملکرد گیاهان دارویی ازجمله همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) است. این آزمایش در شرایط مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار به‌صورت مرکب (تکرار در مکان) واقع در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ارومیه و سلماس اجرا شد. فاکتور اول نحوه آبیاری در دو سطح شامل آبیاری و قطع آبیاری در مرحله شروع گلدهی و فاکتور دوم پیش‌تیمار بذرها در هفت سطح شامل بذرهای تیمار شده با کودهای نانو (اکسید آهن، اکسید روی و اکسید بر با غلظت دو در هزار) و پرایم شده با مواد آلی (اسید هیومیک ۷۲ میلی‌گرم در لیتر، اسید سالیسیلک ۲۰۰۰ میکرومول و اسید آسکوربیک ۲۰۰ppm) و شاهد بود. نتایج تجزیه مرکب داده‌های آزمایش حکایت از این داشت که استفاده از پیش‌تیمار بذرها با مواد نانو و پیش‌تیمار با مواد آلی در صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول، وزن تر و خشک بوته، وزن تر و خشک ریشه، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد اسانس و درصد عنصر معدنی فسفر واکنش مثبتی نشان داده و بهترین واکنش از کاربرد پیش‌تیمار اسید سالسیلیک و نانو اکسیدروی دیده شد و باعث افزایش و بهبود صفات یادشده و عملکرد کمّی و کیفی همیشه‌بهار به‌ویژه در شرایط تنش خشکی می‌گردد و کاربرد آن در راستای کشاورزی پایدار و ارگانیک قابل توصیه می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تیمار قبل از کاشت، نانو کود، اسیدهای آلی، تنش خشکی، درصد اسانس، فسفر.

مقدمه

تنش نتیجه روند غیر عادی فرایندهای فیزیولوژیکی بوده و از تأثیر یک و یا تأثیری از عوامل زیستی و محیطی حاصل می‌شود. به‌عبارت‌دیگر تنش عبارت است از: قرار گرفتن ارگانیسم تحت تأثیر شدتی از یک عامل محیطی که موجب اُفت ظاهری، بازده و یا ارزش آن می‌شود. میزان کم

Archive of SID
www.SID.ir

نزولات آسمانی و پراکنش نامنظم آن سبب بروز تنش خشکی در طول دوره رشد گیاهان زراعی می‌شود (Khodary, 2004). خشکسالی و تنش خشکی یکی از عمده‌ترین عوامل غیرزیستی محدودکننده رشد و عملکرد محصولات زراعی در بیشتر مناطق دنیا می‌باشد و در ایران نیز بجز سواحل دریای خزر و قسمت‌های کوچکی از شمال غربی کشور، بقیه مناطق تماماً جزو مناطق خشک و نیمه خشک محسوب می‌شوند (Ehiaei *et al*., 2009). Harris و همکاران (۲۰۰۷) بیان کرده‌اند که خشکی یک تنش چند بعدی است که گیاهان را در سطوح مختلف سازمانی تحت تأثیر قرار می‌دهد. در سطح گیاه پاسخ به تنش خشکی پیچیده است، زیرا بازتابی از تلفیق اثرات تنش و پاسخ‌های مربوطه در تمام سطوح پایین سازمانی، در فضا و زمان است. Neumann و Shalata (۲۰۰۱) گزارش کردند که خشکی به‌عنوان مهمترین فاکتور کنترل‌کننده عملکرد محصولات، تقریباً روی کلیه فرایندهای رشد گیاه تأثیرگذار است. مرحله زایشی رشد گیاه حساسیت خاصی نسبت به تنش آب دارد و وسعت کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی از مرحله زایشی به طرف رسیدگی افزایش می‌یابد. اگرچه کمبود رطوبت در تمام مراحل رشد زیان‌آور است ولی کمبود در مرحله زایشی اجزاء عملکرد گیاه را بیشتر از سایر مراحل تحت تأثیر شدید خود قرار می‌دهد. اثر تنش در طول نمو تولیدمثلی نیز بسیار زیان‌آور است، زیرا رشد دانه‌ها را کاهش می‌دهد و از نتایج آن می‌توان تقلیل مقدار آب موجود به هنگام تشکیل دانه‌ها را در غلات ذکر کرد (Parsa & Bagheri, 2008). اثر تنش خشکی بر متابولیت‌های ثانویه در برخی از گیاهان دارویی اغلب موجب افزایش بعضی از ترکیب‌ها یا ثابت ماندن آنها می‌شود. گیاهان دارویی مخازن غنی از متابولیت‌های ثانویه یعنی مواد مؤثره اساسی بسیاری از داروها می‌باشند. مواد مذکور اگرچه اساساً با هدایت فرایندهای ژنتیکی ساخته می شوند، ولی ساخت آنها به‌طور بارزی تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرد (Omidbaigi, 2000). تأثیرات نامناسب تنش خشکی در کاهش عملکرد اسانس در گیاه همیشه‌بهار گزارش شده است (Khalid & Teixeira da silva, 2012). گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.) از خانواده Asteraceae گیاهی یک‌ساله، با گل‌های روشن و زرد است که برای هدف‌های دارویی و زینتی استفاده می‌شود (Khalid Silva, 2010). پیش‌تیمار بذر یکی از تکنیک‌های ساده‌ای است که قدرت رشد و استقرار گیاهچه‌ها و در نتیجه کارایی گیاه را در مزارع بهبود می بخشد. Harris و همکاران (۲۰۰۷) و Farooq و همکاران (۲۰۰۶) گزارش کردند که پیش‌تیمار کردن بذر ذرت و برنج باعث استقرار و رشد بهتر گیاه و همچنین گلدهی زودتر آن گردید. Harris و همکاران (۲۰۰۷) پیشنهاد کردند که پیش‌تیمار با مواد مغذی یک روش جدید بوده که به‌طور هم زمان اثرات مثبت پیش‌تیمار و افزایش سطح عناصر غذایی در بذر را به‌همراه دارد. اسید سالیسیلیک یک ترکیب فنلی است و با داشتن خاصیت آنتی‌اکسیدانی در تنظیم فرایندهای فیزیولوژیکی گیاهان نقش دارد. نتایج مطالعات پیش‌تیمار بر روی ذرت و خردل نشان داد که فعالیت رابیسکو و سرعت فتوسنتز در گیاهان تحت تنش و زمانی که با سالیسیلیک اسید تیمار شدند افزایش پیدا کرد و این امر منجر به افزایش عملکرد در مقایسه با گیاهانی شد که با سالیسیلیک اسید تیمار نشده بودند (Khodary, 2004). مصرف خارجی آسکوربیک اسید می‌تواند مقاومت به تنش خشکی را افزایش و سبب کاهش اثر تنش اکسیداتیو حاصل شود (Shalata & Neumann, 2001). گونه‌های فعال اکسیژن عامل اصلی پراکسیداسیون لیپیدی هستند (Upadhyaya & Panda, 2004). پیش‌تیمار با اسیدهیومیک می‌تواند به‌طور مستقیم اثرهای مثبتی بر رشد گیاه بگذارد، به‌طوری که رشد قسمت هوایی و ریشه گیاه توسط آن تحریک می‌شود. همچنین اسید هیومیک با افزایش فعالیت آنزیم روبیسکو، سبب افزایش فعالیت فتوسنتزی گیاه می‌شود (Delfine *et al*., 2005). پیش‌تیمار تغذیه‌ای نوعی از پیش‌تیمار است که در آن بذرها با محلول‌های حاوی ریزمغذی‌هایی مثل آهن و روی تیمار می‌شوند (Ghaffari Malayeri *et al*., 2012). بهبود وضعیت ریزمغذی‌ها در گیاه، عملکرد و محتوای

Archive of SID

www.SID.ir

ریزمغذی بذر را افزایش می‌دهد. آهن یکی از عناصر غذایی ریزمغذی می‌باشد که در اعمال متابولیکی مثل تثبیت نیتروژن، ساخت کلروفیل و تیلاکوئید، توسعه کلروپلاست، تولید رنگدانه و به‌عنوان کاتالیزور در فعالیت‌های آنزیمی ازجمله آنزیم‌های مسیر تنفس نوری و گلیکولات و آنزیم‌های تنظیم و کنترل تعرق گیاه مشارکت دارد (Blakrishman, 2000). عنصر روی به‌عنوان بخشی از ساختمان آنزیم‌ها و یا به‌صورت RNA و DNA کوفاکتور عمل می‌کند. عنصر روی برای ساخت متابولیسم کربوهیدرات‌ها، روغن‌ها و پروتئین‌های ساختمان ریبوزوم استفاده می‌شود. عنصر روی همچنین در فتوسنتز، تقسیم سلولی و طویل شدن سلول، حفظ ساختمان و عملکرد غشای سلولی و هورمون تحریک‌کننده رشد و باروری (گلدهی و میوه‌دهی) گیاهان مشارکت دارد (Oshodi *et al.*, 1993).

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر پیش‌تیمار بذر در مزرعه در شرایط تنش و عدم تنش بر شاخص‌های کمّی و کیفی همیشه‌بهار، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در طی سال زراعی ۹۶-۹۵ به‌صورت مرکب (تکرار در مکان) واقع در مزرعه تحقیقاتی مرکز تحقیقات کشاورزی ارومیه با طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و سلماس ۳۸ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و عرض جغرافیایی ۴۴ درجه و ۴۶ دقیقه و ۴۰ ثانیه شرقی اجرا شد. فاکتور اول آبیاری در دو سطح شامل آبیاری نرمال (آبیاری منظم طبق عرف زارع تا زمان برداشت) و قطع آبیاری کامل در مرحله شروع گلدهی (نحوه اعمال تیمار تنش خشکی مطابق طرح به این صورت بود که بلافاصله بعد از رسیدن گیاهان به مرحله تیماری مدنظر، آبیاری کلاً در آن مرحله قطع شد) و فاکتور دوم پیش‌تیمار با مواد نانو در ۳ سطح پیش‌تیمار با محلول نانواکسید آهن، نانواکسید بور و نانواکسید روی با غلظت دو در هزار و پیش‌تیمار با مواد آلی در ۳ سطح (پیش‌تیمار با محلول اسید هیومیک ۷۲ میلی‌گرم در لیتر، اسید سالیسیلک ۲۰۰۰ میکرومول و اسید آسکوربیک ۲۰۰ppm) و شاهد (بدون پیش‌تیمار) می‌باشد. کودهای نانو محصول شرکت دانش‌بنیان صدور احرار شرق (خضراء) می‌باشد. بذرها در سه سانتی‌متری زیر سطح خاک در تاریخ ۹۵/۲/۱۰ به‌صورت خطی کشت شدند. گیاهان کاشته شده در ردیف‌هایی به فاصله ۳۰ سانتی‌متر از هم و با فاصله ۸ سانتی‌متر از هم در روی ردیف استقرار یافتند. با توجه به فواصل کشت بالا، کرت‌های آزمایش در ۱۲ ردیف (۲ ردیف حاشیه و ۶ ردیف برای برداشت گل و ۴ ردیف برای برداشت دانه) به طول ۲/۵ متر در نظر گرفته شدند. این آرایش کاشت ۴۱۵۰۰۰ بوته در هر هکتار ایجاد کرد. برای تعیین ویژگی‌های خاک محل آزمایش، قبل از کاشت، از چند نقطه و به‌صورت تصادفی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری نمونه‌برداری گردید. برخی از ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ ارائه شده است. از اولین آبیاری پس از کاشت، آبیاری‌های بعدی در شرایط عدم تنش برحسب شرایط اقلیمی منطقه (جدول ۲) به فاصله هر پنج روز یک‌بار تا آخر فصل رشد انجام شد. در شرایط تنش قطع آبیاری در مرحله شروع گلدهی بود. برای اطمینان از استقرار یکنواخت بوته‌های همیشه‌بهار، کشت بذرها با تراکم بالا انجام شد. سپس گیاهان سبز شده در دو مرحله دو و چهار برگی تنک شدند. علف‌های هرز در طول فصل رشد از طریق وجین دستی کنترل گردیدند. از نظر آفات مزرعه، برای کنترل شته از حشره‌کش دیازینون به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار استفاده شد. تعداد خطوط کاشت در هر کرت ۱۲ ردیف بود که پس از حذف دو ردیف کناری کرت به‌عنوان اثر حاشیه، از هشت خط باقیمانده نمونه‌گیری انجام شد. برای اندازه‌گیری تعداد گل‌آذین در بوته و دانه در گل‌آذین پس از رعایت حاشیه‌ها از هر کرت به‌طور تصادفی ۱۰ گیاه انتخاب و صفات مورد نظر در آنها اندازه‌گیری شد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک

سال	مکان	عمق	Ec ($dS.m^{-1}$)	pH	OC (%)	N (%)	P ($mg.kg^{-1}$)	K ($mg.kg^{-1}$)	Zn ($mg.kg^{-1}$)	Fe ($mg.kg^{-1}$)	Mn ($mg.kg^{-1}$)	Cu ($mg.kg^{-1}$)	Sand (%)	Silt (%)	Clay (%)
۹۵	ارومیه	۰ تا ۳۰	۰/۸۳	۷/۹	۰/۸۰	۰/۰۸	۴/۲	۱۷۸	۰/۵۲	۳/۸	۹/۱۲	۱/۱۲	۲۶	۴۲	۳۶
	سلماس	۰ تا ۳۰	۱/۰۷	۷/۹	۰/۵۱	۰/۰۴	۳/۵	۱۴۵	۰/۳۱	۳	۶/۲	۰/۷۹	۲۶	۳۱	۴۶
۹۶	ارومیه	۰ تا ۳۰	۱/۲۰	۷/۵	۰/۸۲	۰/۸۰	۵	۱۵۰	۰/۸	۴/۶	۱۰/۶	۱/۱۴	۲۹	۲۵	۳۲
	سلماس	۰ تا ۳۰	۱/۷۰	۷/۴	۰/۶۱	۰/۶۱	۳/۶	۱۲۰	۰/۴	۴	۶/۶	۰/۸۸	۲۷	۳۲	۳۴

جدول ۲- داده‌های هواشناسی و اقلیمی محل‌های کشت در طی سال زراعی ۹۶-۹۵

ماه/مکان	ارومیه				سلماس			
	کمینه دما (درجه سانتی‌گراد)	بیشینه دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی ٪	بارندگی (میلی‌متر)	کمینه دما (درجه سانتی‌گراد)	بیشینه دما (درجه سانتی‌گراد)	رطوبت نسبی ٪	بارندگی (میلی‌متر)
فروردین	۱۲/۲	۲۶/۸	۳۹	۱۳/۳	۱۰/۹	۲۴/۶	۳۶	۲۵/۴
اردیبهشت	۱۷/۵	۳۲/۴	۲۴	۲/۷	۱۵/۹	۳۰/۴	۲۷	۴/۸
خرداد	۲۲/۳	۳۶/۱	۲۶	۱/۱	۲۰/۸	۳۵/۹	۲۶	۹/۲
تیر	۲۳/۹	۳۹/۳	۲۹	۰/۵	۲۳/۲	۳۷/۷	۲۵	۳/۸
مرداد	۲۲/۴	۳۷/۵	۲۷	۰/۷	۲۱/۸	۳۶/۴	۲۸	۰/۱
شهریور	۱۷/۶	۳۳/۷	۳۵	۵/۴	۱۶/۵	۳۲/۷	۳۷	۲/۱

Archive of SID

www.SID.ir

به‌منظور تعیین عملکرد گل خشک، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک پس از در نظر گرفتن حاشیه‌های ذکر شده، مساحت ۱/۵ مترمربع را در نظر گرفته، پس از کف‌بُر کردن بوته‌ها در مرحله پایان گلدهی و رسیدگی دانه‌ها، ابتدا وزن گل خشک تعیین و با ادامه مراحل نمو گیاه وزن دانه و گیاه در واحد سطح محاسبه و برحسب کیلوگرم در هکتار ارائه گردید. برای اندازه‌گیری صفات رویشی و اجزای عملکرد، پس از در نظر گرفتن حاشیه ها، تعداد ۱۰ بوته انتخاب و صفات اندازه‌گیری شدند. وزن هزاردانه با توزین و میانگین‌گیری از ۴ تکرار ۲۵۰ عددی محاسبه گردید. برای تعیین وزن خشک، بوته‌ها در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد تا ثابت ماندن وزن خشک درون آون قرار گرفتند. برای اندازه‌گیری ماده معدنی فسفر، طبق روش Edward، نمونه‌های گیاهی در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۶ ساعت خاکستر شدند و بعد در ۵ میلی‌لیتر محلول اسید نیتریک ۲ مولار حل و در نهایت حجم محلول با آب دو بار تقطیر به ۲۵ میلی‌لیتر رسانده شد و با کاغذ صافی واتمن شماره ۱ صاف گردید. فسفر با استفاده از اسپکتوفتومتر (Schimadzu UV-VIS 1201) اندازه‌گیری شد (Edward, 1999). تجزیه آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار mstat-c و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ استفاده گردید.

نتایج

ارتفاع گیاه

نتایج تجزیه واریانس ارتفاع بوته (جدول ۳) بیانگر تأثیر معنی‌دار تنش خشکی و پیش‌تیمار بر این صفت در سطح ۵٪ بود. مقایسه میانگین داده‌های اثرات متقابل خشکی و پیش‌تیمار نشان داد که بیشترین ارتفاع بوته در شرایط تنش ۵۴/۳۵ سانتی‌متر از تیمار پیش‌تیمار با سالیسیلیک اسید و کمترین ارتفاع بوته ۴۳/۰۱ سانتی‌متر از تیمار شاهد بدست آمد (شکل ۱). با توجه به داده‌ها بیشترین ارتفاع ساقه در شرایط بدون تنش با تیمار سالیسیلیک اسید به مقدار ۶۰/۲۵ حاصل شد؛ بنابراین در ترکیب‌های تیماری که سالیسیلیک اسید حضور دارد نسبت به شرایط بدون پیش‌تیمار افزایش معنی‌داری در ارتفاع بوته مشاهده شد (جدول ۳). با توجه به مقایسه میانگین‌ها، به نظر می‌رسد تیمار سالیسیلیک اسید که موجب افزایش ارتفاع گیاه در شرایط نرمال و خشکی شده، درنهایت می‌تواند عملکرد بهتری تولید کند. زیرا مقدار قندهای ساقه که در شرایط تنش در مرحله پر شدن به دانه، برای جبران فتوسنتز محدود شده انتقال می‌یابند، به ارتفاع گیاه بستگی دارد و کوتاه بودن ارتفاع می‌تواند این مورد را محدود کند (Nscimento & West, 2000). در برخی گونه‌های گیاهی پیش‌تیمار بذر با مواد رشدی نشان داده‌است که اثرات مضر تنش را روی رشد و عملکرد نهایی تخفیف می‌دهد. به‌عنوان مثال، پیش تیمار بذر گندم با سالیسیلیک اسید، ارتفاع بوته، وزن خشک و تر ساقه و برگ‌ها را در شرایط خشکی افزایش می‌دهد. همچنین زمانی که بذرهای گندم در استیل سالیسیلیک اسید خیس شوند، گیاهان مقاومت بهتری به تنش خشکی نشان می‌دهند (Hamada, 1998). خیس کردن در ۱۰۰ppm استیل سالیسیلیک اسید برای ۶ ساعت قبل از کاشت، نه‌تنها تأثیرات ممانعت‌کنندگی خشکی را کاهش می‌دهد، بلکه تأثیر تحریک‌کنندگی نیز بر افزایش وزن خشک، قسمت‌های هوایی و ریشه‌ها دارد که با نتیجه این آزمایش مطابقت دارد (Hamada, 1998).

تعداد کاپیتول

نتایج تجزیه واریانس تعداد کاپیتول در بوته بیانگر تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر این صفت است (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر تیمار آبیاری نشان داد که تنش خشکی تعداد کاپیتول در بوته را کاهش داد. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود بیشترین تعداد کاپیتول در بوته در شرایط تنش خشکی ۲۳/۸۴ عدد از تیمار پیش‌تیمار با روی و عدم تنش خشکی و کمترین آن ۱۳/۰۶ عدد از تیمار شاهد حاصل شد (شکل ۲). روی از طریق تولید هورمون اکسین باعث افزایش رشد رویشی، شاخه‌بندی و فتوسنتز بیشتر می‌شود و

Archive of SID

www.SID.ir

وجود آهن در ساختار کلروفیل و تأثیر آن بر میزان فتوسنتز و تثبیت دی‌اکسیدکربن موجب بهبود اجزای عملکرد ازجمله تعداد کاپیتول می‌گردد (Marschner, 1995). Kamaraki و Galavi (۲۰۱۲) نشان دادند که عناصر ریزمغذی آهن، بُر و روی در گلرنگ باعث افزایش ارتفاع بوته، تعداد طبق در بوته، وزن هزاردانه، عملکرد دانه و بیولوژیکی، شاخص برداشت و درصد روغن نسبت به تیمار شاهد گردید. Heidarian و همکاران (۲۰۱۱) در سویا و Bagheri Khoulenjani و Salamati (۲۰۱۱) در سیاه‌دانه نیز گزارش کردند که عناصر ریزمغذی موجب بهبود اجزای عملکرد و عملکرد گیاهان فوق گردیده است.

وزن هزاردانه

نتایج تجزیه واریانس وزن هزاردانه بیانگر تأثیر معنی‌دار تنش خشکی بر این صفت است (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌های وزن هزاردانه نشان داد که بیشترین وزن هزاردانه ۸/۹۵۵ گرم و کمترین ۸/۵۲ گرم به‌ترتیب به تیمارهای پیش‌تیمار با نانواکسید روی و تنش خشکی و تیمار شاهد تعلق داشت (شکل ۷). Sheikh Bagloo و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که کاربرد روی در شرایط تنش خشکی باعث افزایش معنی‌دار تعداد دانه در بلال و وزن هزاردانه نسبت به شاهد می‌شود. این نتایج با نتیجه Potarzycki و Grzebisz (۲۰۰۹) که بیان نمودند روی باعث افزایش معنی‌دار صفت وزن هزاردانه می‌شود، مطابقت دارد. در مطالعه Davis و همکاران (۱۹۹۹) نیز تنش خشکی وزن هزاردانه نخود را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. به گفته همین محققان، اعمال آبیاری در مرحله پر شدن دانه‌ها زمینه را برای دوام بیشتر فتوسنتز و تولید مواد فتوسنتزی و همچنین انتقال مواد برای پر کردن دانه‌ها فراهم نموده و از این طریق سبب بهبود وزن دانه می‌گردد. در توجیه کارایی بهتر ذرات نانواکسید روی نسبت اجزای عملکرد باید به خود ساختار ذرات نانو اشاره کرد. ازآنجایی‌که ذرات نانو دارای ابعاد بسیار ریزی هستند، ازاین‌رو سطح ویژه بالایی دارند که این امر واکنش‌پذیری و تحرک بالاتری در گیاه ایجاد می‌کند و باعث می‌شود محلول کود روی با سرعت و همگنی بالاتر در گیاه توزیع شود؛ مجموعه این دلایل افزایش پارامترهای مؤثر در اجزای عملکرد را به‌دنبال دارد و به‌طور ویژه در شرایط وقوع تنش از گیاه در برابر آسیب‌های جدی محافظت می‌کند (Hamada, 1998).

وزن تر و خشک ریشه

تجزیه واریانس داده‌ها اثر متقابل تنش خشکی و پیش‌تیمار را بر وزن تر و خشک ریشه معنی‌دار نشان داد (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین اثرات متقابل در بین این تیمارها بیشترین و کمترین وزن تر ریشه به میزان ۴/۷۹۸ و ۲/۳۲۵ گرم و بیشترین و کمترین مقادیر وزن خشک ریشه به‌ترتیب ۱/۹۱۶ و ۰/۰۵۸۴ گرم به‌ترتیب مربوط به تیمار پیش‌تیمار با سالسیلیک اسید و شاهد (بدون پیش‌تیمار) بود (شکل‌های ۴-۳). در مورد وزن خشک ریشه نیز Niakan و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند که تیمار اسید سالیسیلیک تأثیر چندانی بر وزن خشک ریشه نداشت که با نتایج حاصل از این پژوهش برای وزن تر و وزن خشک ریشه مطابقت دارد. این در حالی است که Fathi و Esmaeilpoor (۲۰۱۰) بیان کردند که اسید سالیسیلیک سبب کاهش رشد اندام هوایی و افزایش رشد اندام زیرزمینی می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد در این مطالعه عواملی مانع بروز اثرات مطلوب اسید سالیسیلیک بر وزن تر و خشک ریشه شده باشند. از این عوامل می‌توان به فضای کم ناحیه ریشه برای توسعه ریشه‌ها اشاره کرد. طبق مطالعات انجام شده، در صورت نبود فضای مناسب در بستر برای رشد ریشه‌ها، رشد اندام هوایی و زیرزمینی کاهش می‌یابد و از میزان ماده خشک اندام زیرزمینی کاسته می‌شود (Win, 1997).

وزن تر و خشک بوته

تجزیه واریانس داده‌ها اثر متقابل بین تنش خشکی و پیش‌تیمار را بر وزن تر و وزن خشک بوته معنی‌دار نشان

Archive of SID

www.SID.ir

داد (جدول ۳). مقایسه میانگین برهم‌کنش تیمارهای آزمایش حکایت از آن داشت که صفت مورد مطالعه در تمام ترکیب‌های استفاده شده نسبت به شاهد برتری داشتند. بیشترین میانگین وزن تر به میزان ۷۶/۵۸ در تیمار ترکیبی اسیدآسکوربیک، تنش خشکی بدست آمد که نسبت به شاهد ۴۰٪ افزایش نشان داد. همچنین برای وزن خشک بوته بیشترین مقدار آن مربوط به اسیدآسکوربیک به میزان ۲۳/۶۹ گرم بود (شکل‌های ۶-۵). در مطالعات انجام شده Abdel-Aziz و همکاران (۲۰۰۹) گزارش‌شده است که آسکوربات تقسیم سلولی را افزایش داده و سبب افزایش تعداد برگ، وزن خشک و تر برگ گیاه می‌شود. با توجه به شواهد موجود آسکوربات نقش دوگانه‌ای در رشد سلول دارد، از یکسو موجب تغییر چرخه سلولی و تحریک تقسیم سلولی می‌شود و از سوی دیگر، رشد طولی و گسترش سلولی را امکان‌پذیر می‌سازد. بنابراین احتمال دارد که افزایش وزن تر و خشک بوته توسط اسیدآسکوربیک به همین دلیل باشد و علاوه‌بر آن کاربرد اسیدآسکوربیک باعث افزایش رنگیزه‌های فتوسنتزی نسبت به شاهد می‌شود؛ همچنین گزارش‌شده که اسیدآسکوربیک به‌عنوان یک کوآنزیم در واکنش‌های آنزیمی عمل می‌کند و به‌دلیل ایجاد دگرگونی در کربوهیدرات‌ها، چربی‌ها و پروتئین‌ها باعث بهبود فتوسنتز و تنفس می‌شود (Hendawy & Ezz EL-Din, 2010).

عملکرد دانه

مقایسه میانگین داده‌ها بیانگر آن است که تیمارهای پیش‌تیمار در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری موجب افزایش عملکرد دانه شدند (جدول ۳). بالاترین عملکرد دانه ۵۱۴/۷۶ کیلوگرم در هکتار از تیمار نانواکسید روی و تنش خشکی و در شرایط آبیاری نرمال نیز بیشترین میزان عملکرد دانه ۶۴۹/۵۴ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار پیش‌تیمار با نانواکسید روی حاصل شد. کمترین عملکرد دانه مربوط به تیمار شاهد به میزان ۴۱۸/۵۲ کیلوگرم در هکتار بود (شکل ۸). عملکرد دانه همیشه‌بهار تابع اجزای عملکرد (تعداد کاپیتول، تعداد دانه در کاپیتول و وزن هزاردانه) می‌باشد و تغییر در هر یک از اجزاء سبب تغییر در عملکرد دانه خواهد شد. تأثیر پیش‌تیمار بر عملکرد دانه به‌ویژه در شرایط تنش را به این صورت می‌توان توجیه کرد که نقش حائز اهمیت این عنصر در فرایند فتوسنتز، سنتز پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و چربی‌هاست. عنصر روی می‌تواند اثر مطلوبی بر فعالیت‌های فتوسنتزی برگ و انتقال بهتر مواد فتوسنتزی داشته باشد (Wang & Duan, 2006). براساس نتایج تحقیقات انجام شده، شکل‌گیری اندام‌های جنسی نر و ماده و فرایند گرده‌افشانی بر اثر کمبود روی مختل شده و منجر به کاهش شدیدی در عملکرد می‌شود که این موضوع به کاهش تولید ایندول استیک اسید (IAA) نسبت داده شده‌است (Subhani & Chowdhry, 2000). نتایج این آزمایش با یافته‌های Omidian و همکاران (۲۰۱۲) که نشان دادند استفاده از عنصر روی موجب افزایش عملکرد دانه در گیاه کلزا و گندم می‌شود، مطابقت دارد.

درصد اسانس

درصد اسانس همیشه‌بهار با اعمال تنش خشکی و تیمار پیش‌تیمار افزایش معنی‌داری را نشان داد؛ به‌طوری که بیشترین درصد اسانس در تیمار نانواکسید آهن و تنش خشکی به میزان ۰/۰۹۹٪ و کمترین درصد اسانس ۰/۰۶۴٪ به تیمار شاهد ثبت شد (شکل ۹). Khalid و Teixeira da silva (۲۰۱۲) نشان دادند که اعمال استرس خشکی در دو گونه ریحان شیرین و آمریکایی، درصد روغن ضروری و ترکیب‌های روغن ضروری را افزایش می‌دهد. استرس خشکی درصد روغن‌های ضروری بیشتر گیاهان دارویی را افزایش می‌دهد، چون در موارد استرس بیشتر متابولیت‌های بیشتری تولید شده و این مواد باعث جلوگیری از عمل اکسیداسیون در سلول می‌شوند (Alimadadi *et al.*, 2010). علاوه‌بر این افزایش آهن در گیاه سبب افزایش توان فتوسنتزی و افزایش پیش‌سازهای ترکیب‌های فنولی مورد نیاز سنتز اسانس‌ها و در نتیجه افزایش تولید اسانس

Archive of SID

www.SID.ir

می‌شود. بنابراین به نظر می‌رسد با توجه به تأثیر عنصر آهن در رشد و نمو گیاه می‌توان یکی از دلایل بیشتر شدن مقدار اسانس را تولید بیشتر غده‌های ترشح‌کننده اسانس در گلها دانست (Dubey *et al*., 2003).

درصد فسفر

تأثیر تیمارهای پیش‌تیمار و تنش خشکی بر غلظت فسفر در سرشاخه گلدار معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نیز نشان داد که در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری وجود دارد، به‌نحوی که غلظت فسفر در تیمار پیش‌تیمار با سالسیلیک اسید و عدم تنش خشکی به میزان ۳/۶۱٪ بیشترین و در تیمار شاهد تنش خشکی در کمترین مقدار ۳/۰۴٪ بود (شکل ۱۰). به‌طور کلی تیمار پیش‌تیمار با اسید سالسیلیک هم در شرایط تنش و هم غیر تنش نقش افزایشی در جذب فسفر داشت. یکی از مهمترین پارامترهای تأثیرگذاری تنش خشکی بر تجمع عناصر غذایی، مسئله نیاز متفاوت گیاه در روند جذب و دوره‌های مختلف رشدی به عناصر غذایی می‌باشد؛ پس در تجمع عناصر اثر تنش خشکی بر روند جذب، ضرورتاً نیاز غذایی در این دوره‌های رشدی متفاوت بوده و گیاه در هر مرحله از رویش خود ممکن است به عنصر خاصی نیاز زیادتری داشته باشد؛ به‌طوری که اثر تنش خشکی در آن دوره بیشتر تأثیرگذار است. مشاهده شده است که پیش‌تیمار با سالسیلیک اسید باعث تغییرات وسیع شاخص‌های مورفولوژیکی ریشه به‌ویژه گره‌بندی و افزایش طول ریشه می‌شود (Eisvand *et al*., 2010؛ Alimadadi *et al*., 2010). ازاین‌رو می‌توان گفت تیمارهای پیش‌تیمار سبب افزایش جذب آب و مواد غذایی به‌ویژه عنصر فسفر مورد نیاز گیاه می‌شوند.

نتایج تجزیه مرکب داده‌های آزمایش حکایت از این داشت که استفاده از پیش‌تیمار بذر با مواد نانو و پیش‌تیمار با مواد آلی در صفاتی مانند ارتفاع بوته، تعداد کاپیتول، وزن تر و خشک بوته، وزن تر و خشک ریشه، عملکرد دانه، شاخص برداشت، درصد اسانس و درصد عنصر معدنی فسفر واکنش مثبتی نشان داده و باعث افزایش و بهبود صفات یادشده به‌ویژه در شرایط تنش خشکی گردید.

Archive of SID

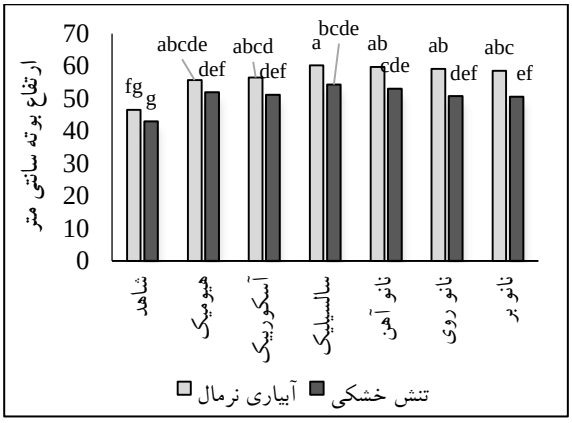
www.SID.ir

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس پیش‌تیمار بذر در شرایط تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه همیشه‌بهار

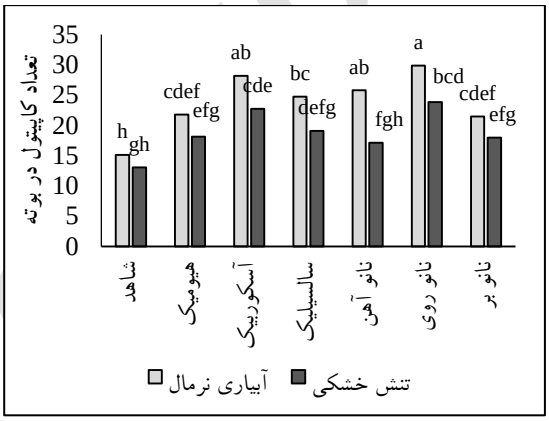
منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع بوته	تعداد کاپیتول	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	وزن تر بوته	وزن خشک بوته	وزن هزاردانه	عملکرد دانه	درصد عنصر معدنی فسفر	درصد اسانس
مکان	۱	۵۵۴۷/۵۵۸	۲۴/۸۳۰	۳۸/۵۸۴	۲/۶۵۴	۱/۸۷۲	۱/۲۱۴	۲/۳۵۹	۱۰۸۳/۱۶۶	۱۰/۸۸۹	۰/۵۲۰
تکرار	۴	۱۶۳/۴۹۳	۱۱/۶۴۳	۲/۱۳۷	۱/۲۹۴	۹۲۸۵۳/۳۸	۳۱۷/۸۷۲	۰/۳۶۶	۱۱۰/۵۴۱	۳/۵۱۱	۰/۱۰۹
تنش خشکی	۱	۷۴۳/۲۱۴**	۵۲۳/۰۵۲	۴/۱۶۷**	۲/۱۹۹	۳۲۱۰/۵۵	۱۴۸۴/۸۴۰	۱۶/۴۹۴	۱۱۲۸/۷۳۶	۶/۴۹۹	۰/۰۰
مکان × تنش خشکی	۱	۴۲/۸۵۷	۴/۷۴۸	۰/۲۸۰	۰/۰۹۵	۹۲۹۱/۳۸	۲۰۰/۰۱۶	۴/۶۱۰	۵۲۴۹/۱۸	۰/۱۱۹	۰/۰۰۴
پیش‌تیمار	۶	۲۰۵/۰۱۷**	۲۰۹/۶۲۳	۷/۶۸۱	۱/۳۵۷	۱۸۲۱/۱۴	۳۱۳/۹۱۳	۳/۶۱۵	۵۶۸۷/۲۲۵	۳۲/۷۰۹	۰/۳۶۹
مکان × پیش‌تیمار	۶	۷۹/۸۹۳	۵۲/۱۶۲	۷/۵۱۷	۰/۳۸۰	۵۹۳۳/۷۹	۱۳۵/۸۹۱	۰/۰۶۸	۴۵۷۱/۶۵	۱/۱۶۳	۰/۰۲۸
تنش خشکی × پیش‌تیمار	۶	**۱۰/۹۳۷	۱۳/۹۹۷	۰/۸۸۱	۰/۳۵۱	۲۷۴۵/۸۸	۲۶/۷۴۲	۰/۲۹۸	۴۹۲۱/۳۲۱	۰/۱۵۶	۰/۰۲۰
مکان × تنش خشکی × پیش‌تیمار	۶	ns۱۴/۲۴۰	۵/۶۵۲	۰/۷۴۴	۰/۱۱۴	۷۰۷۸/۱۴۶	۲۵/۲۷۵	۰/۱۱۷	۱۵۰/۲۰۲	۰/۰۴۷	۰/۰۲۳
خطا	۵۲	۲۵/۶۷۹	۱۷/۰۱۲	۰/۵۱۹	۰/۱۴۵	۲۴۵۱/۱۱	۵۵/۷۳۹	۰/۰۴۹	۳۲۴/۸۴۷	۰/۰۸۲	۰/۰۳۳

Archive of SID

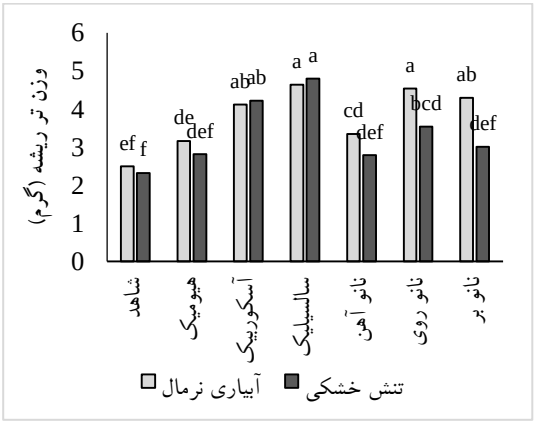
www.SID.ir



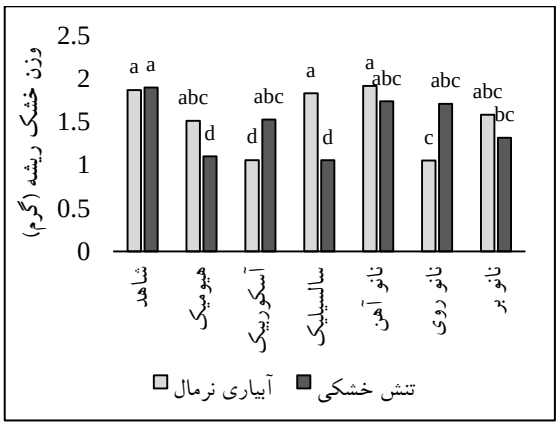
شکل ۱- اثرات متقابل پیش‌تیمار و تنش خشکی بر ارتفاع بوته



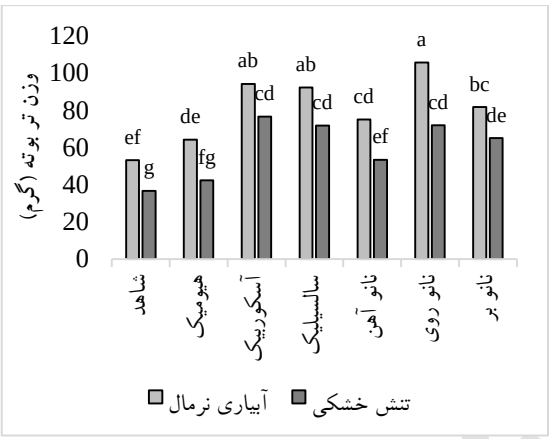
شکل ۲- اثرات متقابل پیش‌تیمار و تنش خشکی بر تعداد کاپیتول



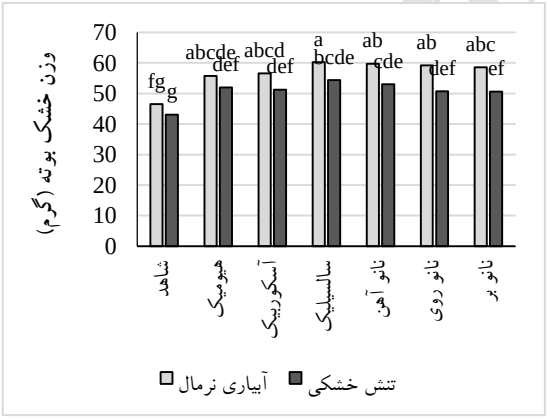
شکل ۳- اثرات متقابل پیش‌تیمار و تنش خشکی بر وزن تر ریشه



شکل ۴- اثرات متقابل پیش‌تیمار و تنش خشکی بر وزن خشک ریشه

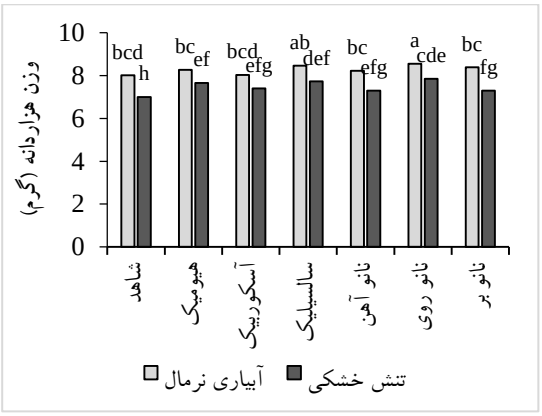


شکل ۵- اثرات متقابل پیش‌تیمار و تنش خشکی بر وزن تر

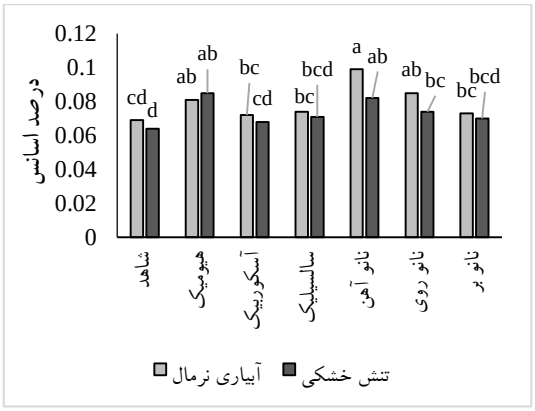


شکل ۶- اثرات متقابل پیش‌تیمار و تنش خشکی بر وزن خشک بوته

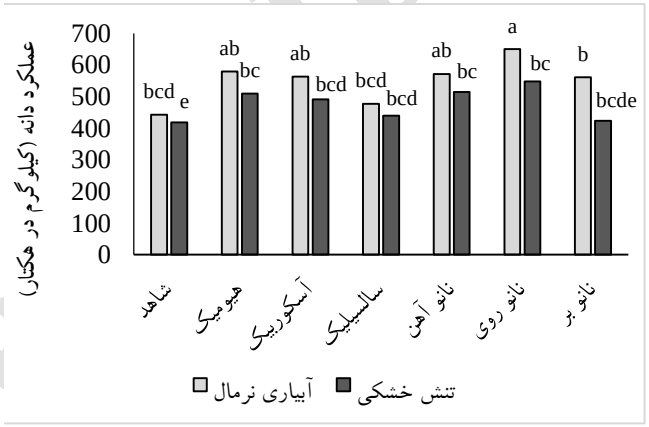
www.SID.ir



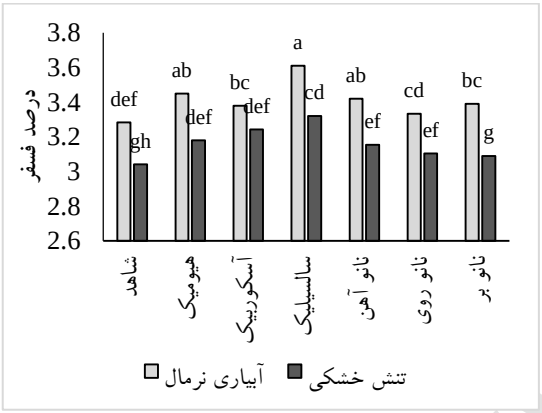
شکل ۷- اثرات متقابل پیش‌تیمار و تنش خشکی بر وزن هزاردانه



شکل ۹- اثرات متقابل پیش‌تیمار و تنش خشکی بر درصد اسانس



شکل ۸- اثرات متقابل پیش‌تیمار و تنش خشکی بر عملکرد دانه



شکل ۱۰- اثرات متقابل پیش‌تیمار و تنش خشکی بر درصد فسفر

بحث

براساس نتایج بدست آمده از این تحقیق، عملکرد گل همیشه‌بهار به‌عنوان اندام مورد استفاده دارویی این گیاه می‌تواند تحت تأثیر تنش خشکی قرار گیرد. اعمال تیمارهای تنش خشکی بر روی گیاه همیشه‌بهار حاصل از بذرهای پیش‌تیمار شده به‌دلیل جوانه‌زنی، سبز شدن و استقرار سریع‌تر از منابع موجود استفاده بهتری به‌عمل‌آورده؛ به‌طوری که در این گیاهان ارتفاع بوته ۵۴/۳۵ سانتی‌متر، وزن تر بوته ۷۱/۹۲ گرم، وزن خشک بوته ۵۳/۰۱ گرم، درصد اسانس ۰/۰۸۵٪، وزن هزاردانه ۷/۸۵۵ گرم، عملکرد دانه ۵۴۸/۲۸ کیلوگرم در هکتار، تعداد کاپیتول ۲۳/۸۴ عدد بود؛ همچنین درصد فسفر ۳/۲۴ درصد بیشتر نسبت به گیاهان حاصل از بذرهای شاهد (عدم پیش‌تیمار) حاصل شده بود و توانسته بود در تیمارهای همراه با تنش خشکی اثرات نامطلوب ناشی از تنش خشکی را تا حد زیادی کاهش دهد و در بین تیمارهای بکار رفته سالسیلیک اسید و نانو اکسید روی بالاترین تأثیر را در شرایط تنش ایجاد کردند. در مورد گیاه همیشه‌بهار که نیاز آبی بالایی دارد، این امر می‌تواند اهمیت دوچندانی به‌ویژه در انتشار و کشت این گیاه در اغلب مناطق کم آب و خشک داشته باشد.

منابع مورداستفاده

- Abdel-Aziz, N.G., Taha Lobna, S. and Ibrahim Soad, M.M., 2009. Some studies on the effect of putrescine, ascorbic acid and thiamine on growth,

Archive of SID
www.SID.ir

- Fathi, G. and Esmaeilpoor, B., 2010. Principles and Application of Plant Growth Regulators. Jahad Daneshgahi Press, Mashhad, 288p.
- Ghaffari Malayeri, M., Akbari, Gh.A. and Mohammadzadeh, A., 2012. Response of yield and yield components of corn on soil use and foliar application of micronutrients. Iranian Journal of Field Crops Research, 10(2): 368-373.
- Hamada, A.M., 1998. Effects of exogenously added ascorbic acid, thiamin or aspirin on photosynthesis and some related activities of drought-stressed wheat plants. Photosynthesis: Mechanisms and Effects (Volume V: Proceedings of the XIth International Congress on Photosynthesis), Budapest, Hungary, 17-22 August: 2581-2584.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M. and Shah, H., 2007. On-farm seed priming with zinc solution-A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. Field Crops Research, 102: 119-127.
- Heidarian, A.R., Kord, H., Mostafavi, K.H., Lak, A.P. and Amini Mashhadi, F., 2011. Investigating Fe and Zn foliar application on yield and its components of soybean (*Glycine max* L.) at different growth stages. Journal of Agricultural Biotechnology and Sustainable Development, 3: 189-197.
- Hendawy, S.F. and Ezz EL-Din, A.A. 2010. Growth and yield of Foeniculum vulgar var.azoricum as influensed by some vitamins and amino acids. Ozean Journal of Applied Science, 3(1): 113-123.
- Kamaraki, H. and Galavi, M., 2012. Evaluation of foliar Fe, Zn and B micronutrients application on quantitative and qualitative traits of safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Journal of Agroecology, 4(3): 201-206.
- Khalid, K.A. and Teixeira da silva, J.A., 2012. Biology of *Calendula officinalis* Linn: focus on pharmacology, biological activities and agronomic practices. Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology, 6(1): 12-27.
- Khodary, S.F.A., 2004. Effect of salicylic acid on the growth, photosynthesis and carbohydrate metabolism in salt stressed maize plants. International Journal of Agriculture and Biology, 6: 5-8.
- Marschner, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic Press Limited, Harcourt Brace and Company, Publishers, London, 672p.
- Niakan, M., Jahanbani, A. and Ghorbanli, M., 2010. Spraying effect of salicylate different concentrations on growth parameters, amount of photosynthetic pigments, anthocyanin, felavonoids and solution flowering and some chemical constituents of Gladiolus plants at Nubaria. Ozean Journal of Applied Sciences, 2(2): 169-179.
- Alimadadi, A., Jahansouz, M.R., Besharati, H., Tavakkol-Afshari, R. and Tavakkoli, M., 2010. Effect phosphate solubilizing micro-organisms, mycorrhiza and seed priming on the nodulation in chickpea crop (*Cicer arietinum* L.). Journal of Soil Research (Soil Science and Water), 24(1): 43-53.
- Bagheri Khoulenjani, M. and Salamati, M.S., 2011. Morphological reaction and yield of *Nigella sativa* L. to Fe and Zn. African Journal of Agricultural Research, 7: 2359-2362.
- Blakrishman, K., 2000. Peroxidase activity as an indicator of the iron deficiency banana. Indian Journal of Plant Physiology, 5: 389-391.
- Davis, S., Turner, N.C., Siddique, K.H.M., Leport, L. and Plummer, J., 1999. Seed growth of desi and kabuli chickpea (*Cicer arietinum*) in a short season Mediterranean type environment. Australian Journal of Experimental Agriculture, 39: 181-188.
- Delfine, S., Tognetti, R., Desiderio, E. and Alvino, A., 2005. Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat. Agronomy for Sustainable Development, 25: 183-191.
- Dubey, V.S., Bhalla, R. and Lithra, R., 2003. Sucrose mobilization in relation to essential oil biogenesis during palmarosa (*Cymbopogon martini* Roxb. Wats. Var. *motia*) inflorescence development. Boisciences, 28(4): 479-487.
- Edward, A.H., 1999. Handbook of Reference Method for Plant Analysis. Soil and Plant Analysis Council, Inc, 320p.
- Ehiaei, H., Rezvani Moghaddam, P., Amiri, M. and Sadeghi, S., 2009. Effect of different drought stress on germination and seedling growth indices of two medicinal plants of arteshus and sarkhorgol. Proceedings of the First Regional Conference on Agriculture and Natural Resources, Ramhormoz Azad University, Ramhormoz, 28-29 January: 136.
- Eisvand, H.R., Tavakkol-Afshari, R., Sharifzadeh, F., Madah Arefi, H. and Hesamzadeh Hejazi, S.M., 2010. Effects of hormonal priming and drought stress on activity and isozyme profiles of antioxidant enzymes in deteriorated seed of tall wheatgrass (*Agropyron elongatum* Host). Seed Science and Technology, 38: 280-297.
- Farooq, M., Shahzad, M. and Basra, A., 2006. Priming of field-sown rice seed enhances germination, seedling establishment, allometry and yield. Plant Growth Regulation, 49: 285-294.

Archive of SID

www.SID.ir

yielding components. Plant Soil Environment, 55: 519-527.
- Shalata, A. and Neumann, P.M., 2001. Exogenous ascorbic acid (vitamin C) increases resistance to salt stress and reduces lipid peroxidation. Journal of Experiment Botany, 52: 2207-2211.
- Sheikh Bagloo, N., Hassanzadeh Ghourt Tapeh, A.S., Baghestani Meybodi, M.A. and Zand, B., 2009. Study the effect of zinc foliar application on the quantitative and qualitative yield of grain corn under water stress. Electronic Journal of Crop Production, 2: 59-73.
- Subhani, G.M. and Chowdhry, M.A., 2000. Correlation and path coefficient analysis in bread wheat under drought stress and normal conditions. Pakistan Journal of Biological Sciences, 3(1): 72-77.
- Upadhyaya, H. and Panda, S.K., 2004. Responses of *Camellia sinensis* to drought and rehydration. Biologia Plantarum, 48: 597-600.
- Wang, N. and Duan, J.K., 2006. Effects of variety and crude protein content on nutrients and anti-nutrients in lentil. Food Chemistry, 95: 493-502.

sugars of *Coriandrum sativum* L. Journal on Plant Science Researches, 5(2): 10-18.
- Nscimento, W.M. and West, S. H., 2000. Drying during muskmelon (*Cucumis melo* L.) seed priming and its effects on seed germination and deterioration. Seed Science and Technology, 28: 211-215.
- Omidbaigi, R., 2000. Approaches to Production and Processing of Medicinal Plants (Vol. 3). Tarahan Nashr, Tehran, 424p.
- Omidian, A., Siadat, S.A., Naseri, R. and Moradi, M., 2012. Effect of foliar application of Zn sulphate on grain yield, oil and protein of four canola cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences, 14(1): 16-28.
- Oshodi, A.A., Olaofe, O. and Hall, G.M., 1993. Amino acid, fatty acid and mineral composition of pigeon pea. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 43: 187-191.
- Parsa, M. and Bagheri, A., 2008. Pulses. Jihad-e Daneshgahi Mashhad Publisher, 523p.
- Potarzycki, J. and Grzebisz, M., 2009. Effect of zinc foliar application on grain yield of maize and its

Archive of SID

www.SID.ir

Effects of seed priming on yield, yield components, and concentration of mineral phosphorus under drought stress in *Calendula officinalis* L.

F. Helali Soltanahmadi[1*], M.R. Amerian[2], M. Ghiyasi[3] and H. Abbasdookht[4]

1*- Corresponding author, Ph.D. student, Shahrood University, Shahrood, Iran, E-mail: f_helali82@yahoo.com
2- Department of Agronomy and Plant Breeding, Shahrood University, Shahrood, Iran
3- Department of Seed Sciences and Technology, Urmia University, Urmia, Iran
4- Department of Ecology of Plants, Shahrood University, Shahrood, Iran

Received: December 2017 Revised: April 2018 Accepted: May 2018

Abstract

The use of organic materials and nano-fertilizers to control the release of nutrients could be an effective step towards achieving sustainable agriculture. Drought stress is the most important factor limiting the growth and yield of medicinal plants including marigold (*Calendula officinalis* L.). This experiment was conducted under field conditions in a factorial arrangement in a randomized complete block design with three replications (replication in place) in the Research Farm of the Urmia and Salmas Agricultural Research Center. The first factor was irrigation method at two levels including normal irrigation and irrigation cut in the beginning of flowering, and the second factor was priming treatments in seven levels including the seeds primed with nano fertilizers (iron oxide, zinc oxide and oxide with concentrations of two in thousands) and the seeds primed with organic material (humic acid, 72 mg/L, salicylic acid 2000 micromole and ascorbic acid 200ppm) and control. The results indicated that the priming of seeds with nano materials and priming with organic materials caused an increased plant height, number of capitol, fresh and dry weight of the plant, fresh and dry weight of root, grain yield, harvest index, essential oil percentage, and mineral phosphorus percentage as well as increased quantitative and qualitative yield of marigold, especially in drought stress conditions. Therefore, its application could be recommended for sustainable and organic agriculture.

Keywords: Priming, nano-fertilizer, organic acids, drought stress, essential oil percentage, phosphorous.

Archive of SID

www.SID.ir