

تأثیر پیش تیمار بذر با عناصر کم مصرف آهن و بُر روی برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و عملکرد گل همیشه‌بهار (*Calendula officinalis* L.)

بهرام میرشکاری*

*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز

پست الکترونیک: Mirshekari@iaut.ac.ir

تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۲

تاریخ اصلاح نهایی: فروردین ۱۳۹۲

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۱

چکیده

به منظور ارزیابی تأثیر پیش تیمار بذر گل همیشه‌بهار با آهن و بُر روی برخی شاخص‌های جوانه‌زنی و عملکرد آزمایشی در سال ۱۳۹۰ در دو مرحله آزمایشگاهی و مزرعه‌ای در سه تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا شد. تیمارهای مورد مطالعه شامل پیش تیمار بذر با آهن و بُر در غلظت‌های ۰/۵٪، ۱٪، ۱/۵٪ و ۲٪ همراه با شاهد آب مقطر و دو تیمار ترکیبی ۱/۵٪ آهن + ۱٪ بُر و ۲٪ آهن + ۱٪ بُر بود. براساس نتایج پیش تیمار بذر در غلظت‌های ۱٪ و ۱/۵٪ آهن و بُر به تنهایی یا در تیمارهای ترکیبی درصد جوانه‌زنی بذر همیشه‌بهار را در مقایسه با شاهد بهبود بخشید. بذره‌ای پرایم شده در محلول ۱/۵٪ سولفات آهن از شاخص قدرت گیاهچه بالاتر (برابر ۲/۳) برخوردار بودند. در بذره‌ای تیمار شده با اسید بوریک شاخص قدرت گیاهچه در صورت افزایش غلظت بُر در محلول غذایی به بیش از ۱٪ محدود شد. البته عملکرد گل در تیمارهای حاوی ۱/۵٪ سولفات آهن + ۱٪ اسید بوریک، ۱/۵٪ و ۲٪ سولفات آهن و ۲٪ سولفات آهن + ۱٪ اسید بوریک به ترتیب حدود ۳۹٪، ۳۴٪، ۲۴٪ و ۲۸٪ بیشتر از شاهد بود. اسانس روغنی در بین تیمارها از ۰/۱ میلی‌لیتر در مترمربع در دو تیمار ۱/۵٪ و ۱٪ اسید بوریک تا ۰/۲۷ میلی‌لیتر در مترمربع در تیمار ترکیبی ۱/۵٪ سولفات آهن + ۱٪ اسید بوریک از خود تغییر نشان داد. اما از نظر این صفت تیمار ۲٪ سولفات آهن + ۱٪ اسید بوریک با تولید ۰/۱۴ میلی‌لیتر اسانس در کلاس آماری پایین‌تری نسبت به دیگر تیمار ترکیبی قرار گرفت. بنابراین تیمار بذر با آهن و بُر می‌تواند به عنوان روشی برای بهبود عملکرد اسانس گل همیشه‌بهار توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: اسید بوریک، بهبود عملکرد، شاخص قدرت گیاهچه، محلول غذایی.

مقدمه

بذر، شرایط نگهداری در انبار، شرایط محیطی حاکم بر گیاه مادری و مدیریت‌های اعمال شده قبل از کشت بر روی بذر بستگی دارد (تاج‌بخش، ۱۳۷۵).
روشهای مختلفی برای کاربرد عناصر ریزمغذی در گیاهان وجود دارد که شامل کوددهی از طریق خاک، محلول‌پاشی از طریق برگ و تیمار بذر است. هر یک از این روشها به نوبه خود می‌توانند نیازهای غذایی گیاهان را تأمین نمایند. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روش مفیدی برای تأمین مواد غذایی در گیاهان است (Wilhelm et al., 1988؛ Savithri et al., 1998)، ولی روش با هزینه عملی

همیشه‌بهار گیاهی بوته‌ای از تیره کاسنی (Asteraceae)، با نام علمی (*Calendula officinalis*) است (صمصام شریعت، ۱۳۸۳). خاک‌های زراعی در ایران به دلایل متعددی از جمله آهنکی بودن، بی‌کربناتی بودن آب آبیاری، تنش خشکی و پایین بودن مقدار مواد آلی دچار کمبود شدید از نظر برخی عناصر غذایی به‌ویژه عناصر کم مصرف نظیر روی، آهن، منگنز و بُر هستند (ملکوتی و ریاضی همدانی، ۱۳۷۰). جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه به‌طور مستقیم و غیرمستقیم به شرایط متعددی از جمله ویژگی‌های زیستی

جوانه زنی بذر، سرعت و درصد جوانه زنی در کرفس و هویج افزایش یافتند، در حالی که در پیاز چنین تأثیری مشاهده نشد (Alevarado & Bradford, 1988). در مارچوبه پیش تیمار سبب افزایش سرعت جوانه زنی شد و این تأثیر در افزایش محصول نیز مشهود بود (Kraurp, 1988; Kramer, 1980).

هدف از این مطالعه ارزیابی پیش تیمار بذر گل همیشه بهار با عناصر غذایی آهن و بُر روی برخی شاخص های جوانه زنی و عملکرد آن بود.

مواد و روشها

این آزمایش در سال ۱۳۹۰ روی گل همیشه بهار رقم کم پر در دو مرحله آزمایشگاهی و مزرعه ای در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز اجرا شد. نتایج حاصل از تجزیه خاک نشان داد که بافت خاک از نوع لومی شنی است. pH خاک در محدوده خنتی تا قلیایی ضعیف (۷/۸-۷/۱) و میزان مواد آلی آن در حد ۰/۹٪ است. تیمارهای مورد مطالعه شامل پرایمینگ بذر با غلظت های مختلف عناصر کم مصرف شامل ۱- آهن ۰/۵٪، ۲- آهن ۱٪، ۳- آهن ۱/۵٪، ۴- آهن ۲٪ به ترتیب برابر ۲۶/۳، ۵۲/۵، ۷۸/۸ و ۱۰۵ گرم $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ و Fe (۱۱.۵٪ S، ۲۶٪) در هر لیتر آب، ۵- بُر ۰/۵٪، ۶- بُر ۱٪، ۷- بُر ۱/۵٪، ۸- بُر ۲٪ به ترتیب برابر ۲۹/۵، ۵۹، ۸۸/۵ و ۱۱۸ گرم H_3BO_3 (۱۷٪ B) در هر لیتر آب، ۹- آهن ۱/۵٪ + بُر ۱٪، ۱۰- آهن ۲٪ + بُر ۱٪ و ۱۱- شاهد آب مقطر بود. آزمایش براساس طرح کاملاً تصادفی در آزمایشگاه و بلوک های کامل تصادفی در مزرعه هر کدام در سه تکرار اجرا شد.

این بخش از آزمایش با استفاده از ژرمیناتور در آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی تبریز اجرا شد. بخشی از بذرهای مورد استفاده برای آزمایش پرایمینگ در آون در دمای ۷۰ درجه سانتی گراد خشک و بعد توسط آسیاب به پودر تبدیل شد. بذرهای آسیاب شده در مخلوط اسیدی ۱۰ میلی لیتر HNO_3 و ۴ میلی لیتر HClO_3 هضم شدند و بعد مقادیر عناصر آهن و بُر با استفاده از دستگاه Perkins-Elmer atomic absorption در طول موج های به ترتیب برابر ۲۴۸/۳ و ۴۲۰ نانومتر مورد سنجش قرار گرفتند (Issac & Kerber, 1971). این مرحله از

بالا از نظر ماشین آلات مورد نیاز و هزینه های کارگری دست کم در مورد خرده زارعان به شمار می رود (Johnson et al., 2005). البته تیمار بذر با عناصر ریزمغذی می تواند به عنوان یک روش ساده و کم هزینه برای بهبود تغذیه گیاه باشد (Harris & Jones, 1997; Harris et al., 1999).

پرایمینگ بذر با محلول عناصر پر مصرف و کم مصرف موجب افزایش عملکرد در برخی از گیاهان زراعی از جمله برنج، گندم و گیاهان علوفه ای شده است. در عین حال، احتمال وارد شدن خسارت به بذر از نظر جلوگیری از جوانه زنی آن بر اثر پرایمینگ با غلظت های بالای عناصر کم مصرف نیز گزارش شده است (Roberts, 1948). براساس یافته های Johnson و همکاران (۲۰۰۵) پیش تیمار بذر در غلظت های کم و متوسط عناصر کم مصرف سرعت جوانه زنی بذر نخود و لوبیا چشم بلبلی را بهبود بخشیده است. در همین مطالعه نتیجه گرفته شد که رشد گیاهچه لوبیا چشم بلبلی بر اثر غلظت های بالای عناصر غذایی B و Zn محدود می شود. Abd El-Wahab و Mohamed (۲۰۰۸) افزایش تعداد شاخه های جانبی در هر بوته گیاه دارویی بادیان رومی (*Trachyspermum ammi* L.) را بر اثر کاربرد همزمان روی و منگنز گزارش کرده اند. در این مطالعه تعداد چتر در هر بوته و عملکرد میوه و اسانس بر اثر مصرف مخلوطی از روی و منگنز افزایش پیدا کرد. Mirshekari و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کرده اند که بیشترین عملکرد دانه زیره سبز به مقدار ۵۷۱ کیلوگرم در هکتار به تیماری تعلق داشت که در آن بذر به صورت همزمان با باکتری و عناصر کم مصرف تلقیح شده بود. در این مطالعه عملکرد اسانس حداکثر تا ۱۷/۲ کیلوگرم در هکتار در تیمار پوشش دار کردن بذر با عناصر کم مصرف افزایش پیدا کرد.

Hossain و همکاران (۱۹۹۹) از مطالعه تلقیح بذر عدس با عناصر کم مصرف نتایج مثبتی را به ویژه بر روی دوام سطح برگ و عملکرد دانه گیاه زراعی گزارش کرده اند. Harris (۲۰۰۴) دریافت که تیمار بذر با سولفات روی در گیاهان نخود و گندم موجب افزایش کمی و کیفی محصول شده است و برای کشاورزان نیز امکان پذیر است که بذر را با کودهای سولفات به منظور رسیدن به رشد بهتر محصول تیمار کنند. پیش تیمار بیشتر باعث افزایش سرعت جوانه زنی می شود، تا اینکه درصد جوانه زنی را افزایش دهد (Bradford, 1995). براساس مطالعه اثرات پیش تیمار روی

دی اتیل اتر انجام گردید. روش کار به این ترتیب بود که از گل‌های خشک شده همیشه بهار یک نمونه ۲۰ گرمی انتخاب و بعد از خرد کردن نسبی در آسیاب دستی، ۱۵ گرم آن به همراه ۲۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر در درون بالن قرار داده و چهار ساعت حرارت داده می‌شد. سپس بر اثر حرارت و افزایش فشار بخار آب، غده‌های حاوی اسانس شکسته شده و اسانس همراه با بخار آب وارد سردکن می‌شد. در سردکن پس از عمل میعان، قطرات اسانس درون آب به صورت دو فاز مشخص به طرف لوله مدرج حرکت و در آنجا به دلیل سبک‌تر بودن اسانس نسبت به آب، اسانس روی آب تجمع می‌یافت و آب اضافی از طریق لوله رابط به بالن باز می‌گشت. به منظور اندازه‌گیری حجم نمونه اسانس از یک سرنگ مخصوص استفاده می‌گردید (Hornok, 1992). پس از محاسبه درصد اسانس، عملکرد اسانس بر حسب لیتر در هکتار تعیین شد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C انجام و رسم نمودارها با برنامه Excel انجام شد.

نتایج

اثر تیمار بذر گل همیشه بهار با عناصر کم مصرف آهن و بُر روی شاخص قدرت گیاهچه و عملکرد گل در سطح احتمال ۵٪ و روی درصد جوانه‌زنی نهایی و عملکرد اسانس در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول‌های ۱ و ۲). پرایمینگ بذر در غلظت‌های ۱٪ و ۱/۵٪ آهن و ۱٪ بُر به تنهایی یا در ترکیب‌های تیماری $1.5\% \text{Fe} + 1\% \text{B}$ و $2\% \text{Fe} + 1\% \text{B}$ درصد جوانه‌زنی بذر همیشه بهار را در مقایسه با بذرهای تیمار نشده بهبود بخشید. متوسط درصد جوانه‌زنی نهایی بذرهای تیمار شده با آهن و بُر به تنهایی به ترتیب حدود ۷۳/۵٪ و ۶۷/۵٪ بودند. تیمار کنترل نیز از نظر آماری جوانه‌زنی مشابه با بذرهای تیمار شده با کمترین غلظت آهن و بُر (حدود ۶۶/۵٪) داشتند. بیشترین درصد جوانه‌زنی به طور میانگین برابر ۸۲/۲٪ به دو تیمار ترکیبی یادشده اختصاص داشت (شکل ۱). بذرهای همیشه بهار پرایم شده در محلول‌های غذایی درصد جوانه‌زنی نهایی بیشتری را از خود نشان دادند. در حالی که کاهش ۶ و ۳ درصدی در مقدار این صفت در بالاترین و پایین‌ترین غلظت بُر مشاهده شد.

آزمایش بعد از انجام مراحل پرایمینگ به منظور محاسبه تغییرات در محتوای این عناصر در بذر دوباره مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

در آزمایش پرایمینگ حدود ۳ گرم از بذر همیشه بهار در داخل یک ظرف پلاستیکی بعد از افزودن ۱۵ میلی‌لیتر از محلول مورد نظر در غلظت‌های مختلف از هر یک از عناصر کم مصرف به مدت ۱۲ ساعت غوطه‌ور شدند. در مرحله بعدی بذرهای سه بار توسط آب مقطر به منظور حذف نمک اضافی از پوسته بذر شستشو داده شدند (Johnson et al., 2005). سپس تعداد ۲۵ بذر همیشه بهار در داخل هر یک از پتری‌دیش‌های از قبل ضدعفونی شده و بعد از اضافه کردن آب در داخل ژرمیناتور قرار داده شدند. این بخش از آزمایش به مدت ۷ روز ادامه داشت. محاسبه شاخص قدرت گیاهچه (Seedling Vigor Index) به این ترتیب بود که تعداد ۱۰ گیاهچه از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و بعد وزن خشک گیاهچه اندازه‌گیری می‌شد که در نهایت با استفاده از رابطه زیر شاخص قدرت گیاهچه محاسبه می‌گردید (Abdul-Baki & Anderson, 1973).

= شاخص قدرت گیاهچه

درصد جوانه‌زنی نهایی × وزن خشک گیاهچه

برای اجرای بخش مزرعه‌ای، در پاییز سال قبل از آزمایش همزمان با اجرای عملیات شخم براساس نتایج تجزیه خاک کود فسفره از منبع سوپر فسفات تریپل به مقدار ۹۵ کیلوگرم در هکتار و در بهار کود اوره به مقدار ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار به صورت دو مرحله‌ای در زمان‌های کاشت و بعد از تنک به زمین اضافه و بعد نسبت به ایجاد بلوک‌ها و جوی پشته اقدام شد. فاصله بین ردیف‌های کاشت ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین بوته‌ها روی خطوط ۳۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کاشت بذر در اول اردیبهشت‌ماه با ۲۵٪ تراکم بالا در عمق ۲-۳ سانتی‌متری خاک به صورت ردیفی انجام و در مرحله ۳-۴ برگ حقیقی ضمن انجام تنک تراکم نهایی (۶۷۰۰۰ بوته در هکتار) تنظیم شد. آبیاری کرت‌ها براساس نیاز گیاه هر ۷-۱۰ روز یک بار انجام شد. اسانس گل به روش تقطیر با بخار آب و با استفاده از دستگاه کلونجر و سولفات سدیم بدون آب و

جدول ۱- تجزیه واریانس تأثیر پرایمینگ بذر با عناصر غذایی آهن و بُر

روی برخی از شاخص‌های جوانه‌زنی گل همیشه‌بهار

منابع تغییر	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی نهایی	وزن خشک گیاهچه	شاخص قدرت گیاهچه
			میانگین مربعات	
تیمار	۱۰	۱۰۸/۰۳ **	۱۱/۴۹	۸۴۴۰۰ *
خطا	۲۲	۲۲/۰۰	۸۵/۵۵	۱۰۲/۳۵
CV (%)	-	۱۴/۳۲	۱۹/۱۳	۲۴/۷۷

* و **، به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهند.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر پرایمینگ بذر با عناصر غذایی آهن و بُر

روی برخی از ویژگی‌های مرتبط با عملکرد گل همیشه‌بهار

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد گل	درصد اسانس گل	عملکرد اسانس
			میانگین مربعات	
تکرار	۲	۹۰۰/۴۶ **	۱۱/۷۵	۹۸۰/۰۰ *
تیمار	۱۰	۴۰۳/۸۸ *	۲۵/۱۵	۳۰۱۳/۱۴ **
خطا	۲۰	۱۲۴/۸۰	۴۰/۷۹	۳۰۰/۹۹
CV (%)	-	۱۴/۹۹	۲۲/۱۹	۲۸/۳۱

* و **، به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهند.

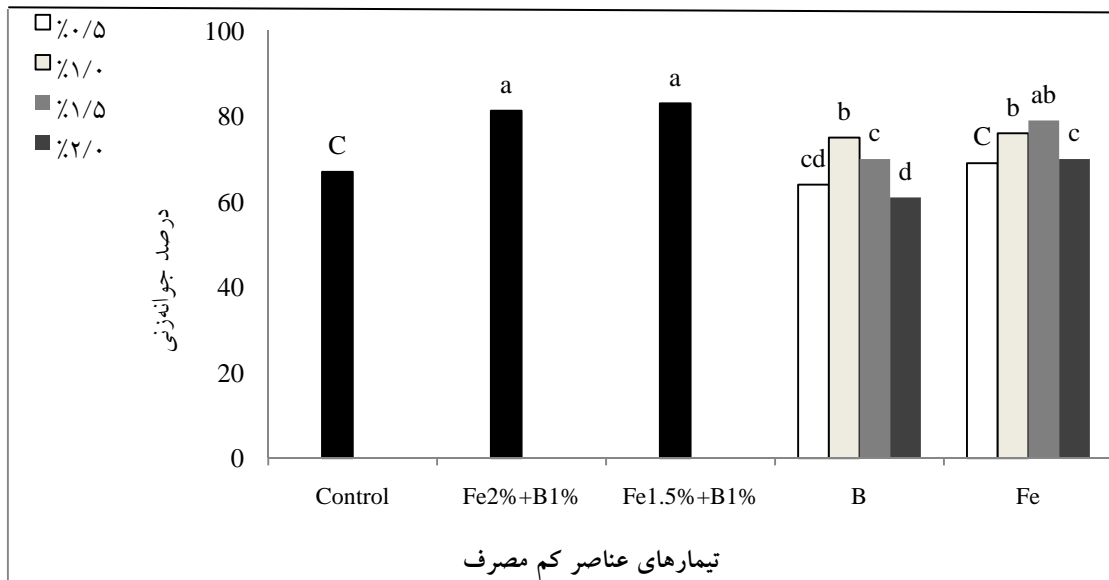
عملکرد گل به‌طور قابل‌توجهی توسط تیمارهای بکار رفته در آزمایش تحت تأثیر قرار گرفت. بیشترین عملکرد به‌ترتیب در تیمارهایی که بذرها در محلول‌های غذایی حاوی ۱/۵٪ سولفات آهن + ۱٪ اسید بوریک، ۱/۵٪ سولفات آهن و ۲٪ سولفات آهن + ۱٪ اسید بوریک غوطه‌ور بودند، حاصل شد که به‌ترتیب عملکردی حدود ۳۹٪، ۳۴٪ و ۲۸٪ بیشتر از شاهد داشتند. در حالی‌که سایر غلظت‌ها کاهش بیشتر در عملکرد گل ایجاد کردند (شکل ۳).

اسانس روغنی در بین تیمارها از ۰/۱ میلی‌لیتر در مترمربع در دو تیمار ۱/۵٪ و ۱٪ اسید بوریک تا ۰/۲۷ میلی‌لیتر در مترمربع در تیمار ترکیبی ۱/۵٪ سولفات آهن + ۱٪ اسید بوریک تغییر کرد. در این مرحله از تحقیق بین دو تیمار ترکیبی مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری به‌وجود آمد و تیمار ۲٪ سولفات آهن + ۱٪ اسید بوریک با تولید ۰/۱۴ میلی‌لیتر اسانس در کلاس آماری پایین‌تری نسبت به دیگر تیمار ترکیبی قرار گرفت. البته افزایش معنی‌دار در

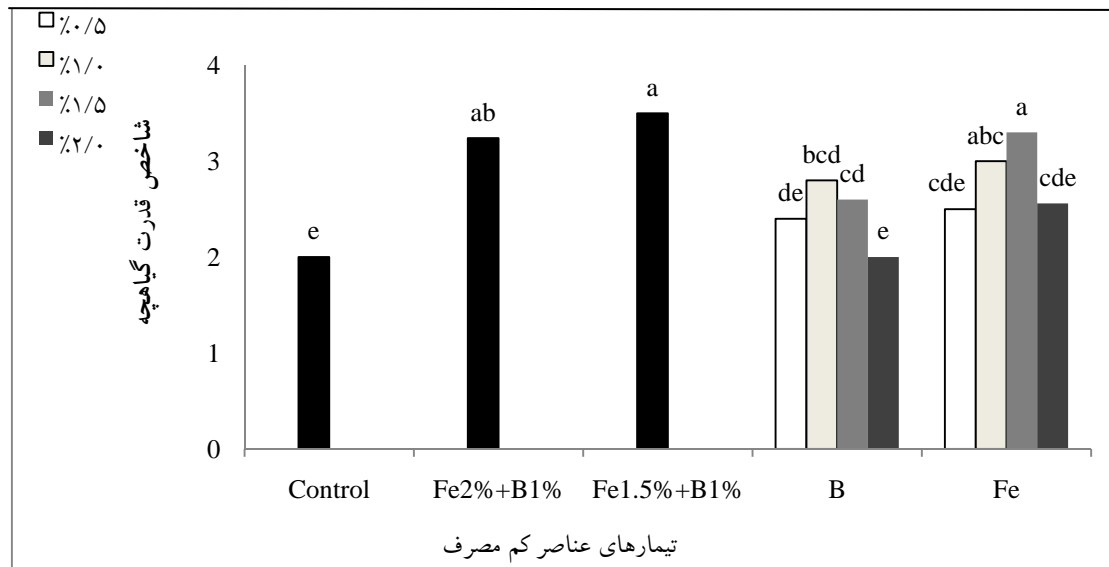
با در نظر گرفتن شاخص قدرت گیاهچه، یک واکنش مثبت و معنی‌دار به پرایمینگ بذر با Fe و B و Fe + B در مقایسه با بذرها پرایم نشده در آزمایش مشاهده شد. اطلاعات بدست آمده نشان داد که شاخص قدرت گیاهچه می‌تواند توسط پیش تیمار بذر با Fe و B به‌ترتیب تا مقادیر ۲/۸ و ۲/۵ نسبت به شاهد افزایش یابد. در این مطالعه بذرها پرایم شده در محلول ۱/۵٪ سولفات آهن از شاخص قدرت گیاهچه بالاتر (برابر ۲/۳) برخوردار بودند، در حالی‌که افزایش در غلظت فقط Fe در محلول موجب افزایش بیشتر شاخص قدرت گیاهچه نگردید. در بذرها پرایم شده با اسید بوریک شاخص قدرت گیاهچه در صورت افزایش غلظت B در محلول غذایی به بیش از ۱٪ محدود شد (شکل ۲). تیمار ترکیبی ۱٪ Fe2+ + ۱٪ B1 نیز با اینکه کاهش برابر ۰/۲۶ در مقدار این صفت نسبت به تیمار ۱٪ Fe1.5+ + ۱٪ B1 ایجاد کرد، ولی از نظر آماری هر دو از شاخص قدرت گیاهچه مشابه برخوردار بودند (شکل ۲).

روغنی به تیمار بذر با Fe و B مثبت و معنی دار می باشد و تمام تیمارهای مورد مطالعه بجز غلظت های ۱/۵٪ و ۲٪ بُر عملکرد اسانس بالاتری نسبت به شاهد داشتند.

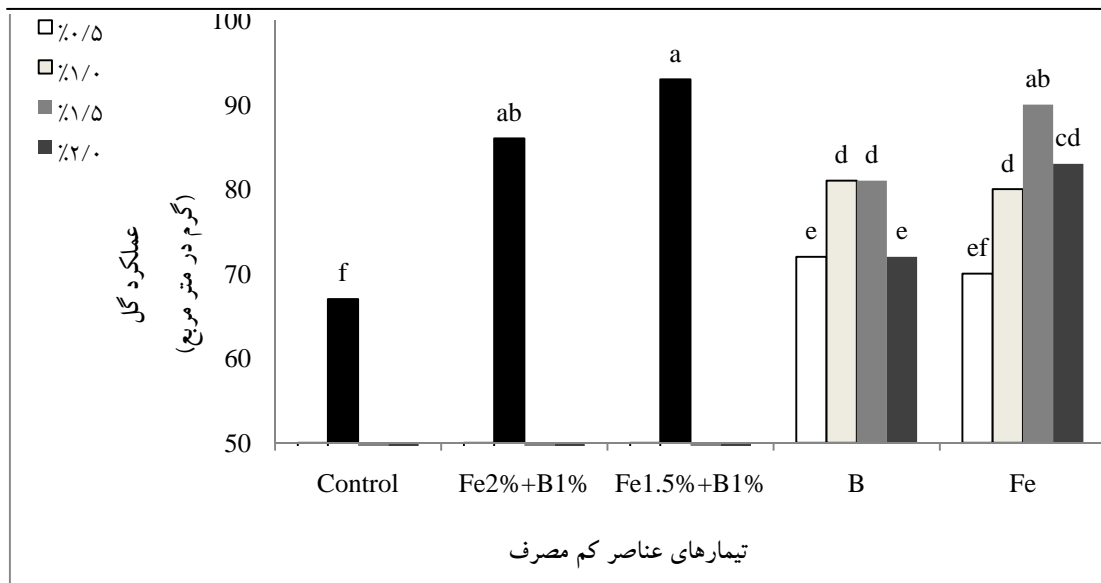
مقدار این صفت وقتی بذرها با غلظت های بالاتر بُر تیمار شدند، مشاهده شد (شکل ۴). در آزمایش مزرعه ای با توجه به داده های بدست آمده می توان اظهار داشت که واکنش عملکرد اسانس



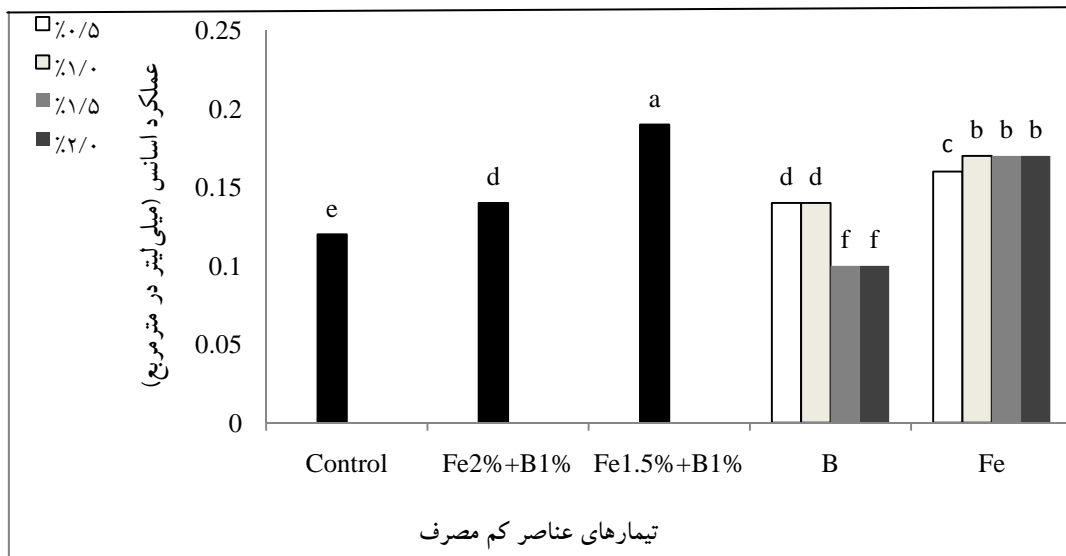
شکل ۱- مقایسه میانگین های تأثیر پیش تیمار بذر با عناصر کم مصرف بر درصد جوانه زنی گل همیشه بهار



شکل ۲- مقایسه میانگین های تأثیر پیش تیمار بذر با عناصر کم مصرف بر شاخص قدرت گیاهچه گل همیشه بهار



شکل ۳- مقایسه میانگین‌های تأثیر پیش تیمار بذر با عناصر کم مصرف بر عملکرد گل همیشه بهار



شکل ۴- مقایسه میانگین‌های تأثیر پیش تیمار بذر با عناصر کم مصرف بر عملکرد اسانس گل همیشه بهار

جوانه‌زنی نهایی بذر گل همیشه بهار را بهبود داد. در آزمایش‌های پرایمینگ بذر که توسط Harris و همکاران (۱۹۹۹) انجام شد، پیش تیمار بذر زمان رسیدن تا به ۵۰٪ سبز شدن بذر را تا به مدت ۱۲ ساعت کاهش داد که ناشی از اثر تیمار بذر روی جوانه‌زنی بود. همچنین Ajouri و همکاران (۲۰۰۴) نشان دادند که غلظت‌های بالاتر از ۰/۰۴ مول اسید بوریک سرعت جوانه‌زنی بذر لوییا چشم‌پللی را

بحث

آنچه که مشخص است، تیمار بذر با عناصر غذایی اثرات مثبتی را روی ویژگی‌های جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی داشت. مقالات منتشر شده بسیاری در زمینه مقایسه سرعت جوانه‌زنی بذر در گیاهان زراعی مختلف در شرایط تیمار با عناصر غذایی در مقایسه با بذرهای تیمار نشده وجود دارد. در مطالعه حاضر، حضور Fe و B در محلول غذایی

در شرایط تیمار بذر آن با ترکیبی از آهن و بُر، مقدار این صفت در غلظت‌های بالای این دو عنصر غذایی نسبت به غلظت‌های پایین آنها به‌ویژه در شاهد اُفت پیدا کرد. اهمیت بالای آهن، مس، منگنز، روی، مولیبدن و بُر روی اجزای عملکرد زیره سبز توسط Mirshekari و همکاران (۲۰۱۰) گزارش شده‌است. این محققان تأکید دارند که پوشش‌دار کردن بذر با عناصر ریزمغذی تعداد جتر در هر بوته زیره را تا ۵۰ عدد افزایش می‌دهد.

بذرهای تیمار شده پس از قرار گرفتن در بستر کاشت زودتر جوانه زده و استقرار اولیه گیاهچه سریع‌تر و یکنواخت‌تر انجام می‌شود. در واقع این گیاهان در مقایسه با انواع تیمار نشده در زمان کوتاه‌تری تقسیم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب بهتر آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های هوایی فتوسنتزکننده به مرحله اتوتروفی می‌رسند (Drew & Daerman, 1993). در مارچوبه تأثیر پیش‌تیمار در افزایش رشد ریشه و ساقه در شرایط نامساعد محیطی نسبت به شرایط مطلوب رشد محسوس‌تر بوده‌است (Kramer, 1980; Kraurp, 1988). افزایش وزن تر گیاهچه هویج، کرفس، گوجه‌فرنگی، پیاز و بذر حقیقی سیب‌زمینی و خربزه در اثر پیش‌تیمار بیانگر آن در تسریع رشد و نمو گیاهچه است (Alevarado et al., 1987).

تیمار غذایی بذر موجب می‌شود که بذرها به‌سرعت آب جذب کرده و فرایندهای متابولیسمی تسریع شود و در نتیجه آن سرعت جوانه‌زنی بهبود یابد و درصد ناهمسانی فیزیولوژیک در جوانه‌زنی کاهش یابد (Rowse, 1996). افزایش استقرار گیاهچه‌ها می‌تواند منجر به بهبود قدرت تحمل خشکی، کاهش خسارت آفات و در نهایت افزایش عملکرد شود (Harris et al., 1999). بنابراین یافته‌های این مطالعه با نتایج بررسی‌های Harris و همکاران (۲۰۰۰) نیز مطابقت دارد که بر افزایش عملکرد گیاهان زراعی در اثر پرایمینگ بذر تأکید دارند.

تیمارهای بکار رفته نتوانستند تأثیر قابل توجهی روی درصد اسانس روغنی گل همیشه‌بهار در مقایسه با شاهد داشته باشند. البته افزایش معنی‌دار در عملکرد اسانس روغنی همیشه‌بهار در نتیجه پرایمینگ بذر با عناصر کم مصرف در مقایسه با تیمار شاهد مورد انتظار بود. زیرا بیشترین عملکرد اسانس از تیمار ترکیبی Fe1.5%+B1% حاصل شد که دارای بیشترین عملکرد گل نیز بود.

به پایین‌تر از حد شاهد رساند. در مطالعه‌ای دیگر کمترین درصد جوانه‌زنی از تیمار بذر فلفل شیرین (*Capsicum annum L.*) با غلظت‌های بالای عناصر غذایی کم مصرف توسط Diniz و همکاران (۲۰۰۹) گزارش شده‌است. در بررسی دیگری که توسط Deering و Young (۲۰۰۶) انجام شد، مشخص گردید که گراس‌های یکساله تیمار شده سریع‌تر از بذرهای تیمار نشده آنها جوانه زدند.

در مطالعه حاضر آنچه که مشخص است این می‌باشد که تیمار بذر با سولفات آهن و اسید بوریک ممکن است اثر مثبت بر روی شاخص ویگور گیاهچه‌های شوید داشته باشد. Osareh و Tabrizian (۲۰۰۷) بر اهمیت سرعت استقرار و رشد اولیه قوی گیاه زراعی روی عملکرد گیاهان دارویی و قدرت رقابتی آنها با علف‌های هرز در اثر تیمار با عناصر ریزمغذی تأکید کرده‌اند. همچنین Louzada و Vieira (۲۰۰۵) بیان کردند که استفاده از غلظت‌های خیلی بالای عناصر ریزمغذی در پرایمینگ بذرهای لویا موجب افزایش تعداد گیاهچه‌های غیرنرمال (دارای برگچه‌های اولیه باز نشده و یا بد شکل) و کاهش تعداد گیاهچه‌های کل در نتیجه اثر سمی عناصر ریزمغذی گردید. در مطالعه انجام شده توسط Mirshekari (۲۰۱۲) روی گیاه دارویی شوید (*Anethum graveolens*) نیز شاخص قدرت گیاهچه در غلظت آهن بالاتر از ۱/۵٪ و غلظت بُر بالاتر از ۱٪ محدود شد. براساس یافته‌های Harris و همکاران (۲۰۰۷) گیاهچه‌های ذرت پرایم شده در محلول‌های ۱٪ و ۲٪ روی (Zn) به‌طور معنی‌دار وزن بیشتری در مقایسه با بذرهای پرایم نشده بعد از ۱۴ روز داشتند. همچنین اختلافات معنی‌دار در تجمع ماده خشک و شاخص قدرت گیاهچه در سرخ‌ولیک (*Catharanthus roseus L.*) بین بذرهای تیمار شده و بدون تیمار وجود داشت (Karthikeyan et al., 2007).

افزایش عملکرد گل در همیشه‌بهار می‌تواند به بهبود وزن هزاردانه در اثر پرایمینگ بذر با عناصر ریزمغذی نسبت داده شود. نتایج این مطالعه نشان داد که بذرهای غنی شده با عناصر غذایی می‌تواند در افزایش عملکرد گیاه همیشه‌بهار سهیم باشد. این نتایج با یافته‌های Tabrizian و Osareh (۲۰۰۷) بر روی گل همیشه‌بهار و Singh (۲۰۰۷) بر روی بادام‌زمینی هماهنگ است. بنابر گزارش Mirshekari (۲۰۱۲) ضمن حصول بالاترین عملکرد دانه از گیاه شوید

- Abdul-Baki, A.A. and Anderson, J.D., 1973. Vigor determination in soybean by multiple criteria. *Crop Science*, 13(6): 630-633.
- Ajouri, A., Asgedom, H. and Becker, M., 2004. Seed priming enhances germination and seedling growth of barley under conditions of P and Zn deficiency. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 167(5): 630-636.
- Alevarado, A.D. and Bradford, K.J., 1988. Priming and storage of tomato (*Lycopersicon esculentum*) seeds: I. Effect of storage temperature on germination rate and viability. *Seed Science and Technology*, 16: 601-612.
- Alevarado, A.D., Bradford, K.J. and Hewit, J.D., 1987. Osmotic priming of tomato seeds effect on germination, field emergence, seedling growth and fruit yield. *Journal of American Society of Horticultural Science*, 112(3): 427-432.
- Bradford, K.J., 1995. Water relations in seed germination: 351-396. In: Kigel, J., (Ed.). *Seed Development and Germination*. CRC Pres, 872p.
- Deering, R.H. and Young, T.P., 2006. Germination speeds of exotic annual and native perennial grasses in California and the potential benefits of seed priming for grassland restoration. *California Native Grasslands Association*, 16(1): 14-17.
- Diniz, K.A., Silva, P.A., Oliveira, J.A. and Evangelista, J.R.E., 2009. Sweet pepper seed responses to inoculation with microorganisms and coating with micronutrients, amino acids and plant growth regulators. *Scientia Agricola*, 66(3): 293-297.
- Drew, R.L.K. and Daerman, J., 1993. Effect of osmotic seed priming on germination characteristics of celery (*Apium graveolens* L. ssp. *rapaceum*). *Seed Science and Technology*, 21: 411-415.
- Harris, D., Rashid, A., Miraj, G., Arif, M. and Shah, H., 2007. On-farm seed priming with zinc sulphate solution-A cost-effective way to increase the maize yields of resource-poor farmers. *Field Crops Research*, 102(2): 119-127.
- Harris, D. and Jones, M., 1997. On-farm seed priming to accelerate germination in rainfed, dry-seeded rice. *International Rice Research Notes*, 22(2): 30.
- Harris, D., 2004. On-farm seed priming reduces risk and increases yield in tropical crops. *Seed Science Research*, 23: 17-26.
- Harris, D., Joshi, A., Khan, P.A., Gothkar, P. and Sodhi, P.S., 1999. On-farm seed priming in semi-arid agriculture: Development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. *Experimental Agriculture*, 35: 15-29.
- Harris, D., Tripathi, R.S. and Joshi, A., 2000. On-farm seed priming to improve crop establishment and yield in direct-seeded rice in IRRI. *International Workshop on Dry seeded Rice Technology*, 25-28 January: 164.
- Hornok, L., 1992. *Cultivation and Processing of Medicinal Plants*. Wiley, 337p.
- Hossain, I., Khan, M.A.I. and Podder, A.K., 1999. Seed treatment with *Rhizobium* and microelements in laboratory and field experiments for biomass and seed production of lentil (*Lens culinaris* L.).

این افزایش در عملکرد ممکن است از اثر غیرمستقیم پرایمینگ بذر روی درصد سبز شدن نهایی ناشی شده باشد و همان طوری که زارعان هم بر آن تأکید دارند، در بذرها تیمار شده با عناصر غذایی درصد نیاز به واکاری کمتر از بذرها تیمار نشده است. با این حال، پرایمینگ بذر قادر است به طور غیرمستقیم عملکرد گیاه را از طریق تأثیر بر روی استقرار گیاهچه‌ها بهبود بخشد (Wade & Meinke, 1994).

محققان متعددی بر اثرات مثبت و معنی دار پرایمینگ بذر با عناصر غذایی در بسیاری از گیاهان زراعی تأکید دارند و اطلاعات حاصل از این مطالعه نیز نشان داد که تیمار بذر در شرایط مزرعه با محلول‌های غذایی Fe و B می‌تواند به عنوان روشی برای بهبود عملکرد اسانس همیشه‌بهار توصیه شود. پرایمینگ غذایی بذر می‌تواند حتی در طول فصل خشک و بدون انجام عملیات زراعی بکار رود و نیاز به سایر نهاده‌های انرژی‌خواه ندارد. بنابراین این روش برای زارعان خرده پا و سیستم‌های کشاورزی کم نهاده که به ورودی‌های محدودی نیاز پیدا می‌کنند بسیار مهم خواهد بود.

سپاسگزاری

هزینه این تحقیق از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز تأمین شده است. بدین وسیله نگارنده مراتب قدردانی خود را از ریاست محترم دانشگاه و معاون پژوهشی اعلام می‌دارد.

منابع مورد استفاده

- تاج‌بخش، م.، ۱۳۷۵، بذر، شناخت، گواهی و کنترل آن. انتشارات احرار تبریز، ۱۵۱ صفحه.
- صمصام شریعت، ه.، ۱۳۸۳. گزیده گیاهان دارویی. انتشارات مانی، اصفهان، ۶۱۰ صفحه.
- ملکوتی، م.ج. و ریاضی همدانی، س.ع.، ۱۳۷۰. کودها و حاصلخیزی خاک (ترجمه). مرکز نشر دانشگاهی، تهران، ۸۰۸ صفحه.
- Abd El-Wahab, A.M. and Mohamed, A., 2008. Effect of some trace elements on growth, yield and chemical constituents of *Trachyspermum ammi* L. (Ajowan) plants under Sinai conditions. *Research Journal of Agricultural and Biological Sciences*, 4(6): 717-724.

- Mirshekari, B., Asadi Rahmani, H. and Mirmozafari Rodsari, A., 2010. The effect of seed inoculation with *Azospirillum* strains and coating with microelements on seed yield and essence of cumin (*Cuminum cyminum* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants, 25(4): 470-481.
- Roberts, W.O., 1948. Prevention of mineral deficiency by soaking seed in nutrient solution. The Journal of Agricultural Science, 38(4): 458-468.
- Rowse, H.R., 1996. Drum priming: A non-osmotic method of priming seeds. Seed Science and Technology, 24(2): 281-294.
- Savithri, P., Perumal, R. and Nagarajan, R., 1998. Soil and crop management technologies for enhancing rice production under micronutrient constraints. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 53: 83-92.
- Singh, M.V., 2007. Efficiency of seed treatment for ameliorating zinc deficiency in crops. Proceeding of Zinc and Crop Conference, Istanbul, Turkey, 24-26 May.
- Tabrizian, F. and Osareh, A.M., 2007. Improved seed emergence and yield related traits of marigold (*Calendula officinalis* L.) by on-farm seed micronutrient treatment trials. Iranian Journal of Crop Science, 9(2): 124-141.
- Wade, L.J. and Meinke, H.B., 1994. The contributions of plant number, spatial distribution and individual plant vigour to grain yield in uneven plant stands of sunflower. Proceedings of the 13th International Sunflower Conference, Pisa, Italy, 7-11 September, 1992: 465-470.
- Wilhelm, N.S., Graham, R.D. and Rovira, A.D., 1988. Application of different sources of manganese sulphate decreases take-all (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) of wheat grown in a manganese deficient soil. Australian Journal of Agricultural Research, 39: 1-10.
- Bangladesh Journal of Environmental Science, 5: 61-64.
- Issac, R.A. and Kerber, J.D., 1971. Atomic absorption and flame photometry: techniques and uses in soil, plant and water analysis: 17-37. In: Walsh, L.M., (Ed.). Instrumental Methods for Analysis of Soils and Plant tissue. Soil Science Society of America, Madison, USA, 222p.
- Johnson, S.E., Lauren, J.G., Welch, R.M. and Duxbury, J.M., 2005. A comparison of the effects of micronutrient seed priming and soil fertilization on the mineral nutrition of chickpea (*Cicer arietinum*), lentil (*Lens culinaris*), rice (*Oryza sativa*) and wheat (*Triticum aestivum*) in Nepal. Experimental Agriculture, 41(4): 427-448.
- Karthikeyan, B., Jaleel, C.A., Gopi, R. and Deiveekasundaran, M., 2007. Alterations in seedling vigour and antioxidant enzyme activities in *Catharanthus roseus* under seed priming with native diazotrophs. Journal of Zhejiang University Science B, 8(7): 453-457.
- Kramer, P.J., 1980. Drought stress and the origin of adaptation: 17-30. In: Turner, N.C. and Kramer, P.J. (Eds.), Adaptation of Plants to Water and High Temperature stresses, J. Wiley, New York, 482p.
- Kraurp, A., 1988. Asparagus seed priming with magnesium sulfate and polyethylene glycol. Asparagus Research Newsletter, 61: 1-17.
- Louzada, G.A.S. and Vieira, E.H.N., 2005. Efeito da aplicação de micronutrientes em sementes de feijão. In: Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 8, Goiânia. Anais. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2: 732-734.
- Mirshekari, B., 2012. Seed priming with iron and boron enhances germination and yield of dill (*Anethum graveolens*). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 36: 27-33.

Effects of seed priming with microelements of Fe and B on some germination parameters and yield of marigold (*Calendula officinalis* L.)

B. Mirshekari*

*- Corresponding author, Department of Agronomy and Plant Breeding, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
E-mail: Mirshekari@iaut.ac.ir

Received: April 2012

Revised: April 2013

Accepted: May 2013

Abstract

In order to evaluate the effect of seed priming with iron and boron on germination parameters and yield of marigold (*Calendula officinalis* L.), laboratory and field experiments were conducted in Islamic Azad University, Tabriz Branch, with three replications in 2011. The studied treatments were the seed priming with iron and boron at concentrations of 0.5%, 1%, 1.5% and 2%, distilled water as control and two combined treatments of Fe1.5%+B1% and Fe2%+B1%. Results revealed that seed priming with Fe 1% and 1.5% and B, alone or in the combined treatments, improved the seed germination speed of marigold as compared to the control. The seedling vigor index of primed seeds in Fe 1.5% solution increased up to 2.3. In the seeds primed with boric acid, the seedling vigor index was limited when the concentration of B in solution increased more than 1%. Dry flower yield in treatments of Fe1.5%+B1%, Fe1.5%, Fe2% and Fe2%+B1% were 39%, 34%, 24% and 28% more than control, respectively. Essential oil values among treatments ranged from 0.1 mL m⁻² in B1.5% and B1% to 0.27 mL m⁻² in Fe1.5%+B1%. Lower essential oil yield was obtained for the treatment of Fe2%+B1% (0.14 mL m⁻²) compared to B1.5% and B1%. Our results clearly showed that seed priming with iron and boron could be recommended as a method for improvement of essential oil yield in marigold.

Keywords: Boric acid, yield improvement, seedling vigor index, solution.