نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۳، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۰، ص. ۲۲۶-۲۱۹

Journal of Agroecology
Vol. 3, No. 2, Summer 2011, p. 219-226

اثر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی و رژیم‌های آبیاری بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.)

محمود رمرودی[1*]، مهدی کیخاژاله[2]، محمد گلوی[1]، محمد جواد ثقه‌الاسلامی[3] و رضا برادران[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۷/۰۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۷

چکیده

به منظور بررسی عکس‌العمل گیاه دارویی اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) نسبت به مصرف شاخساره‌ای عناصر ریزمغذی در شرایط کم آبیاری، آزمایشی در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل بصورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. رژیم آبیاری در سه سطح (I_1: شاهد یا آبیاری معمول، I_2: قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی و I_3: قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی) بعنوان کرت‌های اصلی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی در پنج سطح (S_1: شاهد یا عدم‌محلول‌پاشی، S_2: آهن با غلظت چهار در هزار، S_3: روی با غلظت سه در هزار، S_4: منگنز با غلظت چهار در هزار و S_5: مخلوط کامل آنها) بعنوان کرت‌های فرعی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که عملکرد دانه و بیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در بوته و وزن ۱۰۰۰ دانه اسفرزه بطور معنی‌داری تحت تأثیر رژیم آبیاری قرار گرفتند. بیشترین عملکرد دانه از رژیم آبیاری کامل بدست آمد، بطوریکه کاهش عملکرد دانه در تیمارهای قطع یک نوبت آبیاری قبل و بعد از گلدهی نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۴/۹ و ۲۰/۱ درصد بود. تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیک و دانه، عملکرد موسیلاژ، تعداد دانه در سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه اسفرزه معنی‌دار بود و تیمار محلول‌پاشی با روی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، بطوری‌که عملکرد آن ۲۲/۱۲ درصد بیشتر از شاهد بود. اگرچه درصد موسیلاژ و شاخص تورم از نظر آماری تحت تأثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی قرار نگرفتند، ولی بیشترین درصد و عملکرد موسیلاژ به تیمار قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی و بیشترین میزان شاخص تورم به تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی تعلق داشت. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی سبب افزایش عملکرد دانه و بیولوژیک و عملکرد موسیلاژ اسفرزه گردید، بطوری‌که بیشترین عملکرد دانه از تیمار آبیاری کامل و محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی بدست آمد.

واژه‌های کلیدی: تعداد سنبله، رژیم آبیاری، شاخص تورم، عملکرد دانه، موسیلاژ

مقدمه

کشور ایران با تنوع اقلیمی و وجود گونه‌های گیاهی زیاد، بستر بسیار مناسبی برای کشت و پرورش گونه‌های با ارزش دارویی و نادر است. از آنجا که محصول نهایی در زراعت گیاهان دارویی دست‌یابی به متابولیت‌های ثانویه (مواد مؤثره دارویی) می‌باشد، بنابراین شناخت عوامل مؤثر بر رشد و عملکرد کمی و کیفی آنها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

اسفرزه (*Plantago ovata* Forsk.) یکی از گیاهان مهم داروئی خانواده بارهنگ (Plantaginaceae) می‌باشد که بذرهای آن سرشار از ترکیبات لعابی به نام موسیلاژ است و در صنایع داروسازی، غذایی، کاغذسازی و صنعت نفت استفاده می‌شود. اسفرزه سیستم ریشه‌ای ضعیف و سطحی دارد، ولی مقاومت نسبتاً خوبی نسبت به شرایط کم آبی دارد (Zahoor et al., 2004).

یکی از راهکارهای بهینه‌سازی مصرف آب، کم آبیاری است که طی آن به گیاه اجازه داده می‌شود مقداری تنش آبی را در طول فصل رشد تحمل نماید (Wang et al., 2001). هدف اصلی در کم آبیاری، افزایش کارایی مصرف آب از طریق کاهش عرضه آب کافی برای گیاه در مرحله‌ای است که تأثیر معنی‌داری بر بهبود عملکرد ندارد (Pannu & Singh, 1993). بروز تنش کم آبی در مراحل مختلف نموی مخصوصاً مرحلهٔ زایشی به علت کاهش طول دورهٔ فتوسنتزی و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه است که این امر ناشی از پیری زودرس برگ‌ها و کاهش سطح برگ و نیز کاهش سهم انتقال

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانشیار دانشگاه زابل، دانشجوی کارشناسی ارشد زراعت و استادیار دانشگاه آزاد بیرجند
(*- نویسنده مسئول: (E-mail: m_ramroudi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مجدد مواد ذخیره شده در ساقه به دانه بوده و موجب کاهش عملکرد به سبب کاهش وزن دانه‌ها می‌شود (Goksoy et al., 2004; Bannayan et al., 2008). موسیلاژ اسفرزه جزو متابولیت‌های ثانویه می‌باشد. میزان تولید متابولیت‌های ثانویه در گیاهان تحت تأثیر عوامل محیطی واقع می‌شود، بطوری‌که تنش رطوبتی عامل مؤثری در افزایش برخی ترکیبات طبیعی در گیاهان دارویی می‌گردد (Baher et al., 2002).

عناصر ریزمغذی برای رشد طبیعی گیاهان مورد نیاز هستند. ضمن شرکت در ساختار بعضی از اندامک‌ها، در بسیاری از واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه دخالت دارند (Ravi et al., 2008). کمبود این عناصر گاهی بعنوان محدودکننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد می‌توانند عمل کنند و همین امر لزوم توجه بیشتر به کاربرد آنها را مشخص می‌سازد. کاربرد ریزمغذی‌ها به روش محلول‌پاشی می‌تواند وضعیت رشد گیاه را بهبود بخشد (Movahhedy-dehnavy et al., 2009).

مصرف برگی عناصر ریزمغذی به دفعات متعدد، ضمن رفع کمبود آنها سبب افزایش عملکرد کمّی و کیفی گیاه نیز می‌شوند (Whitty & Chambliss, 2005). نتایج تحقیقات متعدد حاکی از تأثیر مثبت کاربرد ریزمغذی‌ها در افزایش عملکرد کمّی و کیفی گیاهان زراعی و دارویی می‌باشد (Babhulkar et al., 2000; Mosavi et al., 2007). نتایج بررسی حیدری همکاران (Heidari et al., 2008) در محلول‌پاشی نعناع فلفلی (*Mentha piperita* L.) با ترکیبی از عناصر اسید بوریک (۲۰ کیلوگرم در هکتار)، سولفات روی (۲۵ کیلوگرم در هکتار) و سکوسترین (۱۵ کیلوگرم در هکتار)، افزایش وزن خشک و میزان عملکرد اسانس را گزارش کردند. تأثیر مثبت ریزمغذی‌ها بر عملکرد ماده خشک ممکن است به دلیل افزایش بیوسنتز اکسین در حضور عنصر روی، افزایش غلظت کلروفیل، افزایش فعالیت فسفواینول پیروات کربوکسیلاز و ریبولوز بی‌فسفات کربوکسیلاز، کاهش تجمع سدیم در بافت‌های گیاهی و افزایش کارایی جذب نیتروژن و فسفر در حضور عنصر روی باشد. بر در تقسیم سلولی و آهن در تشکیل کلروفیل در گیاهان نقش مؤثری نقش دارند (Sharafi et al., 2002; Ravi et al., 2008).

در مطالعه‌ای، تأثیر مثبت ژریم آبیاری و کودهای نیتروژن و فسفر بر گیاه دارویی اسفرزه گزارش شده است (Patel & Sadaria, 1996). بر اساس نتایج تحقیق کوچکی و همکاران (Kochaki et al., 2004) واکنش عملکرد و ویژگی‌های کیفی دو گونه دارویی اسفرزه و پسیلیوم (*P. psyillum* L.) تحت تأثیر دوره آبیاری تفاوت معنی‌داری نشان دادند و بیشترین عملکرد دانه در اسفرزه و پسیلیوم به ترتیب در فواصل آبیاری ۲۰ و ۱۰ روز بدست آمد، در حالی‌که بیشترین میزان شاخص تورم در تیمار آبیاری با فاصلهٔ ۳۰ روز حاصل شد. نتایج تحقیقی نشان داد که تأثیر چهار و پنج نوبت آبیاری بر عملکرد دانهٔ اسفرزه تفاوت معنی‌داری نداشت (Ganpat et al., 1992). طبق نتایج تحقیق پوریوسف (Pouryusf, 2007) کاهش تعداد و مقدار آبیاری، درصد موسیلاژ و شاخص تورم دانه اسفرزه را بطور معنی‌دار افزایش داد.

اسفرزه از جمله گیاهان دارویی است که با شرایط آب و هوایی سیستان سازگاری دارد (Galavi et al., 2008)، کمبود آب آبیاری یکی از معضلات کشاورزی در منطقه مزبور می‌باشد. به نظر می‌رسد که بررسی تأثیر کم آبیاری بر گیاهان زراعی و دارویی از جمله اسفرزه بویژه توأم با تأثیر کاربرد شاخساره‌ای عناصر ریزمغذی بتواند افق‌های جدیدی را در استفاده کارآمد از آب و عناصر غذایی فراهم نماید. لذا این تحقیق به منظور بررسی تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد کمّی و کیفی گیاه دارویی اسفرزه تحت شرایط کم‌آبیاری در شرایط آب و هوایی زابل انجام شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶ در مزرعه آموزشی- پژوهشی دانشکده کشاورزی دانشگاه زابل با عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۵۵ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۶۱ درجه و۳۱ دقیقه شرقی با ارتفاع ۴۸۰ متر از سطح دریا در خاک شنی لومی اجرا گردید. اقلیم منطقه گرم و خشک با فصل خشک تابستانه می‌باشد. متوسط دمای سالیانه ۲۱/۷ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی سالانه ۵۵ میلی‌متر و میزان تبخیر سالیانه بین ۴۵۰۰ تا ۵۰۰۰ میلی‌متر و اسیدیته خاک برابر هشت می‌باشد.

آزمایش بصورت طرح کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار اجرا شد. رژیم آبیاری در سه سطح I_1: شاهد یا آبیاری معمول، I_2: قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی و I_3: قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی بعنوان کرت‌های اصلی و محلول‌پاشی با عناصر ریز مغذی در پنج سطح S1: شاهد یا عدم محلول‌پاشی، S_2: آهن با غلظت چهار در هزار (سولفات آهن)، S_3: روی با غلظت سه در هزار (سولفات روی)، S_4: منگنز با غلظت چهار در هزار (سولفات منگنز) و S_5: مخلوط کامل آنها بعنوان کرت‌های فرعی بودند. محلول‌پاشی در دو مرحله قبل و بعد از گلدهی انجام شد.

زمین محل اجرای آزمایش در بهار به عمق ۳۰ سانتی‌متر شخم زده شد و سپس عملیات دیسک‌زنی و تسطیح در پاییز انجام گرفت. هر کرت ۷/۵ متر مربع وسعت داشت که بصورت درهم کشت گردید. میزان بذر بر حسب هشت کیلوگرم در هکتار محاسبه گردید. عملیات داشت در طی فصل رشد به موقع انجام گرفت و وجین علف‌های هرز در طول دوره رشد با دست صورت گرفت.

برای اندازه‌گیری ارتفاع، تعداد پنجه در بوته، تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و وزن هزار دانه در مرحله رسیدگی

Archive of SID

www.SID.ir

فیزیولوژیک ۱۰ بوته تصادفی از هر کرت فرعی انتخاب گردید. برای تعیین عملکرد بیولوژیک و دانه یک متر مربع از وسط هر کرت برداشت گردید. شاخص برداشت پس از خشک شدن عملکرد در هوای آزاد، از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیک ×۱۰۰ محاسبه شد. شاخص تورم و درصد موسیلاژ بذر به روش شارما و کول (Sharma & Koul, 1986) در آزمایشگاه تعیین شدند. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم افزار آماری SAS 9.1 و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

ویژگی‌های کمّی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اگر چه که تأثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر ارتفاع بوته، طول سنبله و تعداد پنجه در بوته معنی‌دار نبود (جدول ۱)، ولی با کاهش تعداد آبیاری، بتدریج از ارتفاع بوته کاسته شد، بطوری‌که آبیاری کامل بیشترین ارتفاع بوته و قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی، کمترین آن را در بین رژیم‌های آبیاری دارا بودند (جدول ۲). روند داده‌ها نشان داد که بوته‌های محلول‌پاشی شده با منگنز نسبت به سایر تیمارها از ارتفاع بوتهٔ بالاتری برخوردار بودند (جدول ۲). افزایش ارتفاع بوته اسفرزه با کاربرد کودهای آلی و شیمیایی توسط برخی از محققین (Singh et al., 2003; Yadav et al., 2002) نیز گزارش شده است.

مقایسهٔ میانگین‌ها نشان می‌دهد که با کاهش تعداد آبیاری، تعداد پنجه در بوته و طول سنبله تغییر معنی‌داری نداشتند (جدول ۲). به نظر می‌رسد که عدم تفاوت تعداد پنجه در بوته و طول سنبله بدلیل اعمال تیمارها در پایان مرحله رویشی باشد. محدودیت آبی در مراحل گلدهی و گرده‌افشانی بر تعداد سنبله در بوته اثر داشته که نسبت به شاهد کاهش یافت. این نتایج با یافته‌های پاترا و همکاران (Patra et al., 1999) مبنی بر کاهش طول سنبلهٔ اسفرزه تحت شرایط کم آبیاری مطابقت دارد. تعداد پنجه در بوته و طول سنبله تحت تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روند خاصی را نشان ندادند. در بین تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین طول سنبله از تیمار محلول‌پاشی با منگنز بدست آمد (جدول ۲).

اجزای عملکرد

تأثیر رژیم آبیاری بر تعداد سنبله در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه معنی‌دار شد، اما تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی فقط بر تعداد دانه در سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه معنی‌دار گردید (جدول ۱).

جدول ۱- تجزیه واریانس ارتفاع بوته، تعداد پنجه، طول سنبله، تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن ۱۰۰۰ دانه اسفرزه

Table 1- Analysis of variance for plant height, number of tiller per plant, spike length, number of spike per plant, number seed per spike and 1000-seed weight of *Plantago ovata*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	ارتفاع بوته Plant height	تعداد پنجه در بوته Number of tiller per plant	طول سنبله Spike length	تعداد سنبله در بوته Number of spike per plant	تعداد دانه در سنبله Number of seed per spike	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000- seed weight
		7.88	0.06	0.68	0.09	11.41	0.03
رژیم آبیاری Irrigation (I)	2	12.13	0.03	0.18	25.85**	107.23*	0.09**
خطای a Error (a)	6	8.11	0.13	0.57	1.19	14.59	0.007
محلول‌پاشی ریزمغذی Microelement foliar (M)	4	0.14	0.13	0.10	4.94	251.95**	0.07*
محلول‌پاشی ریزمغذی × رژیم آبیاری I × M	8	0.75	0.08	0.04	2.44	5.10	0.004
خطای b Error (b)	36	1.68	0.012	0.14	2.82	49.94	0.021
ضریب تغییرات CV (%)	–	5.82	10.89	11.55	7.72	8.89	8.33

** و * معنی‌دار به ترتیب در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد

** and * are significant at 1 and 5% levels of probability, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

با کاهش تعداد آبیاری، تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله کاهش یافت، به طوری‌که بیشترین تعداد سنبله در بوته و تعداد دانه در سنبله از تیمار آبیاری کامل و کمترین آن از تیمار قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی بدست آمد. افزایش محدودیت آبی در مراحل قبل از گلدهی موجب کاهش تعداد سنبله در بوته می‌شود، اما اگر تنش خشکی بعد از گلدهی و گرده‌افشانی اعمال شود، اثری بر تعداد سنبله در بوته نداشته و تعداد دانه در سنبله و طول سنبله را کاهش می‌دهد (Gonzales et al., 1999). محدودیت آبی در طول مراحل زایشی از طریق اختلال در عمل گرده‌افشانی و کاهش طول دورهٔ آن موجب کاهش تعداد دانه در سنبله می‌شود (Shonfeld et al., 1998; Patra et al., 1999).

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تیمارهای محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد، بطور غیرمعنی‌دار موجب افزایش تعداد سنبله در بوته شدند (جدول ۲). در حالیکه محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی سبب افزایش معنی‌دار تعداد دانه در سنبله در مقایسه با شاهد گردید. در بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی، بیشترین تعداد دانه در سنبله از محلول‌پاشی با روی بدست آمد که با تیمار محلول‌پاشی با آهن در یک گروه آماری قرار گرفت. تیمارهای شاهد، محلول‌پاشی با منگنز و مخلوط کامل از این نظر در گروه آماری دیگری قرار گرفتند (جدول ۲).

با کاهش تعداد آبیاری، وزن ۱۰۰۰ دانه به تدریج کاهش یافت. بین رژیم آبیاری کامل و تیمارهای قطع آبیاری قبل و بعد از گلدهی تفاوت معنی‌دار مشاهده شد، ولی تفاوت وزن ۱۰۰۰ دانه بین تیمارهای قطع یک نوبت آبیاری قبل و بعد از گلدهی از نظر آماری معنی‌دار نبود. بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه از رژیم آبیاری کامل و کمترین آن از تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی بدست آمد (جدول ۲).

به نظر می‌رسد که پایین بودن وزن ۱۰۰۰ دانه در رژیم کم آبیاری می‌تواند در نتیجهٔ محدودیت آبی ناشی از قطع آبیاری در مراحل بعد از گلدهی باشد که به شدت قدرت منبع و توان ساخت یا انتقال مواد فتوسنتزی را کاهش می‌دهد.

جدول۲-اثر رژیم های آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و اجزای عملکرد اسفرزه

Table 2- Effect of irrigation regimes and micronutrient spraying on yield and yield components of *Plantago ovata*

تیمارها Treatments	ارتفاع بوته Plant height (cm)	تعداد پنجه در بوته Number of tiller per plant	طول سنبله Spike length (cm)	تعداد سنبله در بوته Number of spike per plant	تعداد دانه در سنبله Number of seed per spike	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000-seed weight (g)
آبیاری معمول Normal irrigation	22.97a*	3.14a	3.35a	26.63a	81.69a	1.82a
قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی One time lack of irrigation before flowering	21.43a	3.08a	3.16a	24.54b	77.08b	1.74b
قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی One time lack of irrigation after flowering	22.40a	3.14a	3.27a	24.81b	79.72b	1.69b
شاهد Control	22.20a	3.23a	3.27a	24.22a	73.94b	1.63b
آهن Fe	22.19a	3.14a	3.31a	25.88a	84.07a	1.73ab
روی Zn	22.21a	3.20a	3.15a	25.42a	84.42a	1.80a
منگنز Mn	22.46a	2.97a	3.38a	25.47a	77.20b	1.83a
مخلوط عناصر ریزمغذی Mixture of those elements	22.25a	3.07a	3.19a	25.63a	7786b	1.74ab

*میانگین‌های دارای حروف مشترک در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد فاقد تفاوت آماری می‌باشد.

*Means with the same letters in each column haven't significant difference based on Duncan's test at the 5% probability level.

Archive of SID

www.SID.ir

وزن ۱۰۰۰ دانه اسفرزه تحت تأثیر محلول پاشی با عناصر ریزمغذی بطور معنی‌دار افزایش یافت، بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه مربوط به تیمار محلول پاشی با منگنز و کمترین آن از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۲). چنین نتیجه‌ای بر اثر عرضه عناصر غذایی، ممکن است بدلیل افزایش دوام سطح برگ، بهبود فتوسنتز و یا تسهیم بهتر مواد در دانه‌ها باشد.

عملکرد بیولوژیک و دانه

تأثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد بیولوژیک و دانه معنی‌دار بود (جدول ۳). با کاهش تعداد آبیاری عملکرد بیولوژیک اسفرزه به طور قابل توجهی کاهش یافت. بیشترین میزان عملکرد بیولوژیک از رژیم آبیاری کامل و کمترین آن از تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی بدست آمد که در مقایسه با رژیم آبیاری کامل حدود ۱۱/۵۰ درصد کاهش داشت (جدول ۴). محدودیت آبی در مراحل مختلف نموی موجب کاهش سطح برگ، کاهش جذب نور، فتوسنتز جاری و تولید مواد پرورده می‌شود که منجر به کاهش میزان تجمع مادهٔ خشک کاهش می‌گردد (Fereres et al., 1998; Bannayan et al., 2008).

تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد بطور معنی‌دار عملکرد بیولوژیک را افزایش دادند. بالاترین عملکرد بیولوژیک از محلول‌پاشی با روی حاصل شد که در مقایسه با تیمار شاهد حدود ۱۷/۹۱ درصد افزایش داشت (جدول ۴).

تحت تأثیر کاهش تعداد آبیاری، عملکرد دانه به شدت کاهش یافت. رژیم آبیاری کامل بیشترین عملکرد دانه و قطع یک نوبت بعد از گلدهی کمترین را داشتند. میزان کاهش عملکرد دانه نسبت به آبیاری کامل ۲۰/۱۴ درصد بود (جدول ۴). بروز تنش کم آبی طی مراحل مختلف نموی بویژه در مرحلهٔ زایشی به علت کاهش طول دورهٔ فتوسنتز و انتقال مواد حاصل از فتوسنتز جاری به دانه و همچنین کاهش سهم انتقال مجدد مواد ذخیره شده در ساقه به دانه، موجب کاهش عملکرد می‌شود (Patra et al., 1999).

بنابراین برای حصول عملکرد دانه مناسب تأمین آب مورد نیاز برای گیاه طی دورهٔ کوتاه گرده‌افشانی تا مرحلهٔ پر شدن دانه ضروری می‌باشد. بر اساس مطالعه یاداو و همکاران (Yadav et al., 2002) سیستم‌های ارگانیک و تلفیقی بیشترین تأثیر را در افزایش تعداد دانه در سنبله، وزن ۱۰۰۰ دانه، عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه داشتند.

محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد عملکرد دانه را بطور بسیار معنی‌داری افزایش دادند. بیشترین عملکرد دانه از محلول پاشی با روی و کمترین آن از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۴).

جدول۳- تجزیه واریانس عملکرد دانه و بیولوژیک، شاخص برداشت، درصد موسیلاژ، شاخص تورم و عملکرد موسیلاژ اسفرزه

Table 3- Analysis of variance for seed and biological yield, HI, mucilage percent, turgid index and mucilage yield of *Plantago ovata*

منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Seed yield	عملکرد بیولوژیک Biological yield	شاخص برداشت HI	درصد موسیلاژ Mucilage percent	شاخص تورم Turgid index	عملکرد موسیلاژ Mucilage yield
		6033.0	28266.9	4.16	6.19	0.56	639.6
Irrigation (I) خطای a Error (a)	2	80561.4*	546423.9*	6.31	0.62	0.76	1878.4
محلول‌پاشی ریزمغذی Microelement foliar (M)	6	11824.7	67808.2	2.77	2.17	1.37	419.4
محلول‌پاشی ریزمغذی × رژیم آبیاری I × M	4	20558.7**	129870.2*	5.55	0.83	0.51	795.8*
خطای b Error (b)	8	390.2	1855.5	2.92	0.30	0.78	13.6
ضریب تغییرات CV (%)	36	5141.01	48631.9	3.46	1.78	0.54	258.2
	-	13.28	13.49	5.64	8.06	7.07	17.93

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح ۱ و ۵ درصد

** and * are significant at 1 and 5 % probability levels, respectively.

وجود آهن در گیاه باعث افزایش فتوسنتز و از این طریق باعث افزایش کربوهیدرات‌ها و مواد پروتئینی می‌شود و از آنجایی که در

Archive of SID

www.SID.ir

نهایت ذخیره این مواد در دانه صورت می‌گیرد، می‌توان اظهار داشت که محلول‌پاشی آهن باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود. همچنین عنصر روی سبب افزایش عملکرد و اجزاء آن می‌شود، می‌تواند به همراه آهن باعث افزایش عملکرد دانه شوند (Leilah et al., 1990). کاربرد کودهای شیمیایی و بویژه کودهای دامی سبب افزایش عملکرد بیولوژیک، دانه و موسیلاژ اسفرزه می‌شوند (Patel & Sadaria, 1996; Singh et al., 2003).

شاخص برداشت

شاخص برداشت تحت تأثیر معنی‌دار رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی قرار نگرفت (جدول ۳). بالاترین شاخص برداشت از رژیم آبیاری کامل و کمترین آن از رژیم قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی بدست آمد (جدول ۴). این امر ممکن است به این دلیل باشد که هر چند در اثر محدودیت آبی عملکرد بیولوژیک و دانه هر دو کاهش می‌یابند، امّا کاهش عملکرد بیولوژیک در شرایط کم‌آبیاری کمتر از کاهش عملکرد دانه بود. کاهش ۱۱/۵ درصدی عملکرد بیولوژیک در مقایسه با کاهش ۱۴/۵۸ درصدی عملکرد دانه تحت تأثیر تیمار قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی نیز مؤید این مطلب است. پاترا و همکاران (Patra et al., 1999) نیز گزارش کردند که با کاهش تعداد آبیاری بدلیل افت شدید عملکرد دانه، شاخص برداشت کاهش پیدا کرد. در بین تیمارهای محلول‌پاشی بیشترین شاخص برداشت از محلول‌پاشی با منگنز و کمترین شاخص برداشت از تیمار شاهد حاصل گردید، هر چند که این تفاوت معنی‌دار نبود (جدول ۴).

به نظر می‌رسد که این امر در نتیجهٔ اختصاص مقدار بیشتری از مواد پرورده به دانه‌ها در مقایسه با اندام‌های رویشی در اثر کاربرد محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی باشد. بالاتر بودن درصد افزایش عملکرد دانه در مقایسه با درصد افزایش عملکرد بیولوژیک تحت تأثیر محلول‌پاشی نیز این موضوع را تأیید می‌کند (جدول ۴).

ویژگی‌های کیفی

درصد موسیلاژ و شاخص تورم تحت تأثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی قرار نگرفتند (جدول ۳). با کاهش تعداد آبیاری، درصد موسیلاژ روند افزایشی داشت، بطوری‌که از ۱۶/۳۴ درصد تحت رژیم آبیاری کامل به ۱۶/۶۶ درصد در رژیم قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی افزایش یافت (جدول ۴).

جدول٤-اثر رژیم های آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد و ویژگی‌های کیفی اسفرزه

Table 4- Effect of irrigation regimes and micronutrient spraying on yield and yield quality of *Plantago ovata*

تیمارها Treatments	عملکرد دانه Teed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک Biological ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪) HI (%)	شاخص تورم Turgid index (ml)	درصد موسیلاژ Mucilage percent	عملکرد موسیلاژ Mucilage yield (kg.ha-1)
آبیاری معمول Normal irrigation	610.74a*	1813.61a	33.62a	10.25a	16.34a	100.37a
قطع یک نوبت آبیاری قبل از گلدهی One time lack of irrigation before flowering	521.64b	1604.94b	33.53a	10.31a	16.66a	86.91a
قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی One time lack of irrigation after flowering	487.90b	1487.22b	32.84a	10.62a	16.62a	81.51a
شاهد Control	472.60b	1455.33b	32.54a	10.22a	16.14a	76.21b
آهن Fe	549.30a	1682.21a	32.57a	10.55a	16.77a	92.88a
روی Zn	577.18a	1716.02a	33.58a	10.67a	16.76a	96.68a
منگنز Mn	568.20a	1681.71a	33.88a	10.22a	16.59a	94.31a
مخلوط عناصر ریزمغذی Mixture of those elements	533.18a	1641.02a	32.41a	10.32a	16.43a	87.86ab

*میانگین‌های که در هر ستون که در یک حرف مشترک هستند، فاقد تفاوت آماری می‌باشد.

*Means in each column having at least a common letter are not significantly different

Archive of SID

www.SID.ir

همچنین با کاهش تعداد آبیاری، شاخص تورم دانه نیز روند صعودی داشت، بطوری‌که بیشترین شاخص تورم از تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی حاصل شد، گر چه تفاوت معنی‌داری با سایر رژیم‌های آبیاری نداشت (جدول ۴). پاترا و همکاران (Patra et al., 1999) گزارش کردند که با کاهش تعداد آبیاری و افزایش فواصل آبیاری عملکرد دانه و موسیلاژ کاهش و درصد موسیلاژ و شاخص تورم دانه افزایش یافتند، آنها نشان دادند که همبستگی معنی‌داری بین شاخص تورم دانه و درصد موسیلاژ وجود دارد، بطوری‌که با افزایش درصد موسیلاژ، شاخص تورم نیز افزایش یافت. این امر نشان‌دهندهٔ عکس العمل این گیاه در برابر محدودیت آبی است که منجر به افزایش تولید موسیلاژ در پوستهٔ دانه می‌شود.

مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) حاکی از تأثیر مثبت تیمارهای محلول‌پاشی بر درصد موسیلاژ و شاخص تورم دانه در مقایسه با شاهد می‌باشد، اگر چه این اختلاف از نظر آماری معنی‌دار نبود. کمترین درصد موسیلاژ به تیمار شاهد و بیشترین درصد آن به تیمار محلول-پاشی با آهن تعلق داشت که در مقایسه با شاهد حدود ۳/۷۵ درصد افزایش نشان داد. در بین تیمارهای مختلف محلول‌پاشی، بیشترین شاخص تورم دانه مربوط به تیمار محلول‌پاشی با روی بود (جدول۴). پریهارو و سینگ (Parihar & Singh, 1995) گزارش کردند که کاربرد کودهای شیمیایی تأثیر معنی‌داری بر درصد موسیلاژ و شاخص تورم دانه نداشتند. با توجه به اینکه میزان تورم دانه بیشتر به دلیل خاصیت تورمی بالای موسیلاژ دانه می‌باشد، لذا انتظار می‌رود، در بذرهایی که از درصد موسیلاژ بالاتری برخوردارند، از شاخص تورم دانه بالا نیز برخوردار باشند. بالا بودن شاخص تورم دانه تحت رژیم کم آبیاری و تیمارهای محلول پاشی ممکن است به همین علت باشد. نتایج برخی بررسی‌ها (Zahoor et al., 2004; Singh et al., 2003) نیز کیفیت بذر اسفرزه تحت تأثیر درصد موسیلاژ و شاخص تورم آن می‌باشد. هر چقدر بذور از درصد موسیلاژ و شاخص تورم بیشتری برخوردار باشند کیفیت آنها نیز بالاتر خواهد بود.

اثر رژیم‌های آبیاری بر عملکرد موسیلاژ معنی‌دار نبود، اما تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر آن معنی‌دار شد (جدول ۳). مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که با کاهش تعداد آبیاری، عملکرد موسیلاژ دانه نیز کاهش یافت. بیشترین عملکرد موسیلاژ مربوط به رژیم آبیاری کامل بود و کمترین آن از تیمار قطع یک نوبت آبیاری بعد از گلدهی بدست آمد که در مقایسه با رژیم آبیاری کامل حدود ۱۸/۷۸ درصد کاهش داشت (جدول ۴). با کاهش تعداد آبیاری و افزایش فواصل آبیاری عملکرد دانه و موسیلاژ بطور معنی‌داری کاهش یافت و علت این امر را کاهش شدید عملکرد دانه در اثر کم‌آبیاری عنوان کردند (Patra et al., 1999).

محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی در مقایسه با شاهد بطور معنی-دار عملکرد موسیلاژ را افزایش داد. محلول پاشی با روی بیشترین عملکرد موسیلاژ را داشت که تفاوت آن با تیمار شاهد معنی‌دار بود (جدول ۴). با توجه به اینکه عملکرد موسیلاژ حاصلضرب عملکرد دانه و درصد موسیلاژ می‌باشد، لذا علت اصلی بالا بودن عملکرد موسیلاژ در این تیمارها، بالا بودن عملکرد دانه می‌باشد. برخی محققین کاربرد کودها را در افزایش عملکرد دانه و موسیلاژ اسفرزه مؤثر دانسته‌اند (Singh et al., 2003; Parihar & Singh, 1995). بر همکنش رژیم آبیاری و تیمارهای محلول‌پاشی بر هیچ‌یک از ویژگی‌های مورد بررسی معنی‌دار نبود (جداول ۱ و ۳).

نتیجه‌گیری

برتری عملکرد دانه و موسیلاژ در تیمارهای محلول‌پاشی نسبت به تیمار شاهد، بیانگر تأثیر سودمند محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی میباشد. با توجه به نتایج آزمایش می‌توان چنین بیان کرد که کشت اسفرزه با کاربرد شاخساره‌ای عناصر ریزمغذی، تحت رژیم کم‌آبیاری بدلیل تولید عملکرد دانه و موسیلاژ مناسب، از موفقیت خوبی برخوردار است.

منابع

1- Babhulkar, P.S., Dinesk, K., Badole, W.P., Balpande, S.S., and Kar, D. 2000. Effect of Sulfur and zinc on yield, quality and nutrient uptake by safflower in vertisols. Journal of the Indian Society of Soil Science 48: 541-543.
2- Baher, Z.F., Mirza, M., Ghobani, M., and Rezaii, M.B. 2002. The Influence of water stress on plant height, herbal and essential oil yield and composition in *Satureja hortensis* L. Flavor Fragrance Journal 17: 275-277.
3- Bannayan, M., Nadjafi, F., Azizi, M., Tabrizi, L., and Rastgoo, M. 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Indian Journal of Crops Production 27: 11-16.
4- Fereres, E., Orgaz, F., and Villalobos, F.L. 1998. Crop productivity in water-limited environments. In: Proceedings of the Fifth ESA Congress, Nitra, the Slovak Republic, p. 317–318.
5- Galavi, M., Ramroudi, M., and Mansouri, S. 2008. Effect of sowing dates on yield, yield components and quality of Isabgol (*Plantago ovata*) in Sistan region. Pajouhesh and Sazndegi 77: 135-140. (In Persian with English Summary)
6- Ganpat S., Ishwar, S., and Bhati, D.S. 1992. Response of blond psyllium *(Plantago ovata)* to irrigation and split

Archive of SID

www.SID.ir

application of nitrogen. Indian Journal of Agronomy 37: 880-881.
7- Goksoy, A.T., Demir, A.O., Turan, Z.M., and Dagustu, N. 2004. Responses of safflower *(Carthamus tinctorius* L.*)* to full and limited irrigation at different growth stages. Field Crops Research 87: 167-178.
8- Gonzales, A., Matin, I., and Ayerbe, L. 1999. Barley yield in water stress conditions: the influence of precocity, somatic adjustment and stomata conductance. Field Crops Research 62: 23-34.
9- Heidari, F., Zehtab Salmasi, S., Javanshir, A., Aliari, H., and Dadpoor, M.R. 2008. The effects of application microelements and plant density on yield and essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 24: 1-9. (In Persian with English Summary)
10- Leilah, A.A., Badawi, M.A., Moursy. E.L., and Attia, A.N. 1990. Response of Soybean plants to foliar application of zinc different levels of nitrogen. Journal of Agricultural Sciences Mansoura University 13: 556-563.
11- Koocheki, A., Tabrizi, L., and Nassiri Mahallati, M. 2004. Organic cultivation of *Plantago ovata* and *Plantago psyllium* in response to water stress. Iranian Journal of Field Crops Research 2(1): 68-78. (In Persian with English Summary)
12- Mosavi, S.R., Galavi, M., and Ahmadvand, G. 2007. Effect of zinc and manganese foliar application on yield, quality and enrichment on potato *(Solanum tuberosum* L.*)*. Asian Journal of Plant Science 6: 1256-1260.
13- Movahhedy-dehnavy, M., Modarres-Sanavy, S.A.M., and Mokhtassi-Bidgoli, A. 2009. Foliar application of zinc and manganese improves seed yield and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown under water deficit stress. Industrial Crops and Products 30: 82-92.
14- Pannu, P.K., and Singh, D.P. 1993. Effects of irrigation on water use, water–use efficiency, growth and yield of mung bean. Field Crops Research 31: 87-100.
15- Parihar, G.N., and Singh, R. 1995. Response of psyllium *(Plantago ovata)* to nitrogen and phosphorus fertilization. Indian Journal of Agronomy 40: 529-531.
16- Patel, B.S., and Sadaria, S.G. 1996. Influence of irrigation, nitrogen and phosphorus on yield, nutrient uptake and water-use efficiency of blond psyllium *(Plantago ovata)*. Indian Journal of Agronomy 41: 136-139.
17- Patra, D.D., Anwar, M., Singh, S., Prasad, A., and Singh, D.V. 1999. Aromatic and medicinal plants for salt and moisture stress condition. Recent Advances in management of arid ecosystem. Proceeding of Symposium Held in Indiam, March 1997. pp. 347-350.
18- Pouryousf, M. 2007. The effect of soil fertilizing systems (organic and inorganic) on nutrients content, yield, yield components and mucilage of isabgol (*Plantago ovata*) under different irrigation regimes. PhD. Thesis in Agronomy. Faculty of Agriculture, University of Tehran, Iran. (In Persian with English Summary)
19- Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., Patil, B.N., and Dharmatti, P.R. 2008. Effect of sulphur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L). Karnataka Journal Agriculture Science 32: 382-385.
20- Sharma P.K., and Koul, A.K. 1986. Mucilage in seeds *Plantago ovata* and its wild allies. Journal of Ethnopharmachology 17: 289-295.
21- Shonfeld, M.A., Jaohnson, R.C., Carver, B.F., and Mornhiveg, D.W. 1998. Water relations in winter wheat as drought resistance Indicator. Crop Science 28: 529-531.
22- Sharafi, S., Tajbakhsh, M., Majidi, M., and Pourmirza, A. 2002. Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage corn cultivars in Urmia. Soil and Water 12: 85-94.
23- Singh, D., Chand, S., Anyar, M., and Patra, D. 2003. Effect of organic and inorganic amendment on growth and nutrient accumulation by isabgol *(Plantago ovata)* in sodic soil under greenhouse conditions. Journal of Medicinal and Aromatic Plant Science 25: 414-419.
24- Wang, H., Zhang, L., Dawes, W.R. and Liu, C. 2001. Improving water use efficiency of irrigated crops in the North China Plain-measurements and modeling. Agriculture and Water Management 48: 151–167.
25- Whitty, E.N., and Chambliss, C. 2005. Fertilization of Field and Forage Crops. Nevada State University Publication. 21 pp.
26- Yadav, R.D., Keshwa, G.L., and Yadva, S.S. 2002. Effect of integrated use of FYM, urea and sulphur on growth and yield of isabgol *(Plantago ovata)*. Journal of medicinal and aromatic Plant Science 25: 668-671.
27- Zahoor, A., Ghafor, A., and Muhammad, A. 2004. *Plantago ovata*- A crop of arid and dry climates with immense herbal and pharmaceutical importance. Introduction of Medicinal Herbs and Spices as Crops Ministry of Food, Agriculture and Livestock, Pakistan.

Archive of SID

www.SID.ir