تنشهای محیطی در علوم زراعی
Environmental Stresses in Crop Sciences

مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی
جلد چهارم، شماره اول، نیمه‌اول ۹۰
۱-۹

تاثیر محلول پاشی عناصر ریز مغذی و دور آبیاری بر ویژگی های زراعی و عملکرد سیاه دانه

شمیده شعبان زاده [۱]، محمد گلوی [۲*]

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه زابل؛ ۲. دانشیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۹۰/۶/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۰/۲۸

چکیده

کاربرد عناصر ریزمغذی سبب بهبود رشد، بازدهی و افزایش عملکرد گیاهان در شرایط تنش می‌گردد. به منظور بررسی تاثیر محلول-پاشی ریز مغذی‌ها و دور آبیاری در سیاه‌دانه، آزمایشی در سال زراعی ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بجنورد، بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. دور آبیاری با فواصل ۷، ۱۴ و ۲۱ روز به عنوان عامل اصلی و محلول پاشی عناصر ریزمغذی شامل: شاهد (عدم محلول‌پاشی)، بر، روی و آهن بترتیب با غلظت ۲، ۳ و ۴ درهزار و مخلوط سه عنصر مزبور به عنوان عامل فرعی اجرا شدند. نتایج نشان داد که تاثیر دور آبیاری بر ارتفاع بوته، تعداد شاخه ، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در بوته و کپسول، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت معنی‌دار بود و با افزایش فواصل آبیاری ویژگی‌های مورد بررسی کاهش نشان دادند. بیشترین عملکرد دانه از دور آبیاری ۷ روز بدست آمد. ارتفاع بوته، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در بوته و کپسول، عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت تحت تاثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی معنی‌دار شدند. اختلاف بین تیمارهای محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی با عدم محلول‌پاشی (شاهد) در تمام ویژگی‌های مذکور معنی‌دار بودند. بیشترین عملکرد دانه به تیمار محلول‌پاشی مخلوط عناصر ریز مغذی تعلق داشت.

واژه‌های کلیدی: **ارتفاع بوته، تنش خشکی، شاخه، کپسول، عملکرد بیولوژیک**

مقدمه

گیاهان دارویی از گیاهان مهم اقتصادی به شمار می‌آیند، که به صورت خام یا فرآوری شده در طب سنتی و مدرن صنعتی مورد استفاده و بهره‌برداری قرار می‌گیرند. سیاه‌دانه (*Nigella sativa* L.) از خانواده آلاله (Ranunculaceae) یکی از گیاهان دارویی ارزشمند است که با توجه به کوتاهی دوره رشد، سازگاری و توقع کم آن به نهاده‌ها در اکثر مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران کشت می‌شود (Omidbaigi, 2000). دانه آن مصرف ادویه‌ای دارد و بدلیل داشتن ماده‌ای موسوم به تیموکتیون، این گیاه دارای اثرات ضد تشنجی است (Riaz et al., 1996).

گیاهان در شرایط مزرعه معمولا با تنش‌های مختلف از جمله تنش کمبود آب، بارندگی زیاد، تغییرات درجه حرارت و کمبود عناصر غذایی روبرو می‌شوند. کمبود آب مهم‌ترین و محدود کننده‌ترین عامل تولید گیاهان در دنیا محسوب می‌شود (Umar, 2006; Reddy et al., 2004). تنش خشکی سبب کاهش ماده خشک و عملکرد دانه در گیاهان می‌شود، زیرا موجب کاهش سطح برگ، ارتفاع بوته و افزایش اختصاص مواد فتوسنتزی به ریشه در مقایسه با بخش هوایی گیاه می‌گردد (Sreevalli et al., 2001). رضاپور وهمکاران (Rezapor et al., 2011) دریافتند که عملکرد دانه سیاه‌دانه در تیمار آبیاری بعد از ۱۵۰ میلیمتر تبخیر از تشتک تبخیر در مقایسه با ۵۰ میلیمتر کاهش یافت و علت آن را کاهش اجزای عملکرد بر اثر تنش خشکی بیان کرده‌اند. رطوبت کافی باعث افزایش ارتفاع بوته و شاخ و برگ بیشتر و در نتیجه تعداد کپسول در بوته سیاه دانه می گردد که منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود (Akbari-Nia et al., 2005). نتایج تحقیقی کاهش عملکرد دانه، وزن هزار دانه، تعداد دانه و تعداد فولیکول سیاه‌دانه را تحت تاثیر کم آبیاری نشان داده است (Rezavani-Bidokhti et al., 2010). امیدبیگی و

نگارنده پاسخگو: محمد گلوی. آدرس: زابل- میدان جهاد- دانشگاه زابل- گروه زراعت و اصلاح نباتات.
پست الکترونیک: mgalavi@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

همکاران (Omidbaigi et al., 2003) گزارش دادند که با کاهش رطوبت خاک عملکرد اسانس ریحان کاهش می‌یابد، ولی درصد اسانس آن افزایش پیدا می‌کند. اثرات سطوح مختلف شوری و تعداد آبیاری بر زیره سبز نشان داد که افزایش تعداد آبیاری باعث افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود، گر چه کاهش مختصری در عملکرد دانه، کاهش تعداد دانه در چتر، وزن هزار دانه و شاخص برداشت مشاهده شد (Tatari, 2004). تشدید تنش خشکی در گیاهان دارویی اسفرزه، بومادران، مریم‌گلی، همیشه بهار و بابونه سبب کاهش وزن اندام‌های هوایی و ارتفاع بوته گردیده است (Lebaschy and Sharifi Ashoorabadi, 2004).

گیاهان دارویی برای رشد و تولید مواد موثره به مقادیر مناسبی از ریزمغذی‌ها نیاز دارند (Sarmad Nia and Koocheki, 1992; Leilah et al., 1988). با کاربرد ریزمغذی‌ها به روش محلول‌پاشی می‌توان وضعیت رشد گیاه را در شرایط تنش بهبود بخشید. تاثیر 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. عنصر بُر در تقسیم سلولی و آهن در تشکیل کلروفیل نقش دارد (Ravi et al., 2008; Sharafi et al., 2002). در نعناع فلفلی کاربرد ریزمغذی‌ها تعداد غدد ترشح کننده اسانس و به طبع آن، عملکرد اسانس را افزایش داده است (Evans, 1996). محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی روی نعناع فلفلی سبب افزایش ماده خشک و عملکرد اسانس می‌گردد (Heidari et al., 2008). محلول‌پاشی بُر، سولفات آهن، سولفات روی و ترکیب روی و بُر در گلرنگ نیز عملکرد دانه را افزایش می‌دهد (Sangale et al., 1998). با توجه به اهمیت عناصر ریزمغذی در افزایش عملکرد کمی و کیفی و بررسی تاثیر آن در کمبود آب این تحقیق به منظور بررسی تاثیر محلول‌پاشی ریزمغذی‌ها و دور آبیاری در سیاه‌دانه طراحی و اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

آزمایش در سال ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بجنورد، واقع در استان خراسان شمالی با طول جغرافیایی ۵۷ درجه و ۲۰ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۲۸ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۰۱۰ متر از سطح دریا، اجرا شد. خاک مزرعه لومی سیلتی رسی با pH=۸/۳۸ و EC=۱/۷۵ دسی‌زیمنس بر متر و میزان آهن، بر و روی خاک بترتیب ۵/۰۱، ۰/۶ و ۱/۷ قسمت در میلیون (ppm) بود. آزمایش بصورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار انجام شد. دور آبیاری با فواصل ۷، ۱۴ و ۲۱ روز به عنوان عامل اصلی و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی شامل: شاهد (عدم محلول پاشی)، روی با غلظت ۳ درهزار، بر با غلظت ۲ درهزار، آهن با غلظت ۴ درهزار و محلول‌پاشی مخلوط عناصر فوق با نسبت‌های توصیه شده آنها به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. محلول‌پاشی در دو مرحله، قبل و بعد از گلدهی انجام شد.

قبل از کشت در اوائل بهار زمین شخم عمیق و سپس دیسک زده شد. با استفاده از لولر تسطیح زمین انجام شد و به وسیله فاروئر جوی و پشته‌هایی با فاصله ۵۰ سانتی متری ایجاد گردید. بذور سیاه‌دانه از دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد تهیه شد. کشت بذور در اواخر اردیبهشت‌ماه با فاصله ۱۰ سانتیمتر روی ردیف با دست انجام و بلافاصله زمین آبیاری گردید. هر کرت آزمایشی دارای ۴ ردیف کشت به طول ۵ متر بود. پس از استقرار کامل بوته‌ها، تیمارهای آبیاری اعمال شدند. عملیات داشت شامل تنک در دو مرحله ۴ و ۸ برگی برای رسیدن به تراکم مورد نظر و وجین علف‌های هرز بود که در سه نوبت با دست صورت گرفت.

پس از رسیدگی فیزیولوژیک عملکرد دانه و بیولوژیک در سطح یک متر مربع با حذف اثر حاشیه، از دو ردیف میانی هر کرت تعیین گردید. از هر کرت آزمایشی تعداد ۵ بوته به طور تصادفی انتخاب و به صورت کف بر برداشت گردید و ارتفاع بوته، تعداد شاخه‌های فرعی، تعداد دانه در بوته و کپسول، تعداد کپسول در بوته و وزن هزار دانه اندازه‌گیری شد. داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.9 تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵ درصد انجام شد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج و بحث

ارتفاع بوته

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تاثیر رژیم آبیاری بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین ارتفاع بوته از دور آبیاری ۷ روز و کمترین آن از دور آبیاری ۲۱ روز بدست آمد (جدول ۲). افزایش فواصل آبیاری و تنش ناشی از آن موجب کاهش پتانسیل آب بافت‌های مریستمی در طول روز شده که موجب نقصان پتانسیل فشاری به حدی کمتر از میزان لازم برای بزرگ شدن سلولها می‌گردد و سبب کاهش ارتفاع بوته خواهد شد (Hassani, 2006). اکبری‌نیا و همکاران (Akbari-Nia et al., 2005) نیز بالاترین ارتفاع بوته سیاه‌دانه را تحت تاثیر دور آبیاری ۶ روزه گزارش کرده‌اند.

ارتفاع بوته تحت تاثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی قرار گرفت (جدول ۱)، به طوری‌که بیشترین و کمترین ارتفاع بوته بترتیب مربوط به تیمارهای محلول‌پاشی مخلوط عناصر ریزمغذی و عدم محلول‌پاشی (شاهد) بود و محلول‌پاشی مخلوط عناصر ریزمغذی ارتفاع بوته را نسبت به شاهد ۸/۸۶ درصد افزایش داد. کمبود آهن، سبب کاهش تولید کلروفیل در سلول‌های برگ می‌شود که نتیجه آن کاهش رشد گیاه می‌باشد. کمبود عنصر بر نیز سبب از بین رفتن کلاهک ریشه می‌گردد و در چنین شرایطی ارتفاع بوته کوتاه می‌ماند (Haghight-Nia, 1998).

تعداد شاخه

تاثیر رژیم آبیاری بر تعداد شاخه معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد شاخه در بوته از دور آبیاری ۷ روز و کمترین آن از دور آبیاری ۲۱ روز بدست آمد (جدول ۲). فاصله آبیاری یک هفته باعث رشد رویشی بهتر، توسعه کانوپی و در نتیجه استفاده بهتر از تشعشع خورشید و فتوسنتز بالاتر می‌شود و در نهایت شاخه‌های فرعی بیشتری تولید می‌شوند (Akbari-Nia et al., 2005).

گرچه تاثیر محلول‌پاشی بر تعداد شاخه از نظر آماری معنی‌دار نبود (جدول ۱)، ولی تعداد شاخه در بوته در مقایسه با شاهد افزایش نشان داد (جدول ۲). سینگ (Singh, 1999) نیز عدم تاثیر معنی‌دار محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی را بر تعداد شاخه در کلزا گزارش کرده است.

تعداد کپسول در بوته

تعداد کپسول در بوته به شدت تحت تاثیر دور آبیاری قرار گرفت (جدول ۱). افزایش فواصل آبیاری سبب کاهش تعداد کپسول در بوته شد که می‌تواند به دلیل اثرات سوء تنش ناشی از افزایش فواصل آبیاری بر رشد سیاه دانه باشد. تعداد کپسول در بوته در دور آبیاری ۷ روز تقریبا ۳۳/۴ درصد بیشتر از دور آبیاری ۲۱ روز بود (جدول ۲)، که با نتایج تحقیق اکبری‌نیا و همکاران (Akbari-Nia et al., 2005) مبنی بر کاهش تعداد کپسول در بوته ناشی از فاصله آبیاری بیشتر تطابق دارد.

جدول ۱. تجزیه واریانس ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد کپسول در بوته و تعداد دانه در کپسول تحت تاثیر دور آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی

Table 1. Analysis of variance for plant height, branches no., capsules per plant and seeds per capsule, as affected by different irrigation regimes and foliar application of microelements

sources of variance	منابع تغییرات	درجه آزادی df	Mean of Squares / میانگین مربعات			
			ارتفاع بوته plant height	تعداد شاخه branches no.	تعداد کپسول در بوته capsules per plant	تعداد دانه در کپسول seeds per capsule
Rep.	تکرار	2	0.23	0.08	1.21	0.42
Irrigation (I)	دور آبیاری	2	36.30*	0.61*	95.34**	32.23**
Error (a)	خطایa	4	4.04	0.08	0.79	0.31
Foliar spraying (F)	محلول‌پاشی	4	8.52*	4.97	17.18**	0.14*
I. × F.	محلول‌پاشی ×آبیاری	8	0.40	3.85	1.47	0.47
Error (b)	خطایb	24	2.11	0.84	1.19	1.83
	CV (%)		4.57	8.90	8.27	6.02

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

** and * means significant at 1 and 5 percent levels of probability, respectively.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. مقایسه میانگین‌های ارتفاع بوته، تعداد شاخه، تعداد کپسول در بوته، تعداد دانه در کپسول تحت تاثیر دور آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی

Table 2. Means comparison of plant height, branches no., capsules per plant and seeds per capsule, as affected by different irrigation regimes and foliar application of microelements

Treatments	تیمارها	ارتفاع بوته plant height (cm)	تعداد شاخه branches no.	تعداد کپسول در بوته capsules per plant	تعداد دانه در کپسول seeds per capsule
irrigation regimes (day)	دور آبیاری (روز)				
7		33.39a	6.60a	20.05a	23.96a
14		31.52ab	4.40b	17.07b	22.28b
21		30.31b	3.40c	15.03c	21.04c
foliar spraying	محلول‌پاشی				
control		30.24b	4.20a	15.37c	21.61b
Zn		31.84a	4.80a	17.54b	22.57ab
B		32.06a	4.40a	17.11b	21.71b
Fe		31.62ab	5.10a	17.68b	22.58ab
mixture of Zn, B and Fe		32.93a	5.20a	19.22a	23.66a

میانگین‌های دارای حروف مشابه مربوط به هر تیمار در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

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

محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی تعداد کپسول در بوته را به طور بسیار معنی‌داری تحت تاثیر قرار داد (جدول ۱)، به طوری‌که بیشترین تعداد کپسول در بوته به محلول‌پاشی مخلوط عناصر ریزمغذی و کمترین میزان آن به تیمار شاهد تعلق داشت، گر چه تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای محلول‌پاشی با آهن، روی و بر مشاهده نشد (جدول ۲).

تعداد دانه در کپسول

تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از تاثیر معنی‌دار دور آبیاری بر تعداد دانه در کپسول می‌باشد (جدول ۱). تنش ناشی از افزایش فواصل آبیاری، سبب کاهش تعداد دانه در کپسول شد. بیشترین تعداد کپسول در بوته از دور آبیاری ۷ روز و کمترین تعداد آن از دور آبیاری ۲۱ روز بدست آمد. افزایش فواصل آبیاری سبب کاهش ۴۶ درصدی تعداد دانه در کپسول در دور آبیاری ۲۱ روز نسبت به دور آبیاری ۷ روز گردید (جدول ۲). به نظر می‌رسد تنش خشکی ناشی از افزایش فواصل آبیاری قبل و هنگام گلدهی بدلیل اختلال در عمل گرده‌افشانی، سبب کاهش تعداد دانه گردیده است. در گندم نیز تنش خشکی سبب کاهش وزن و تعداد دانه در سنبله گردیده است (Abd-Mishani and Jafari-Shabestari, 1998)، که علت آن را کاهش فتوسنتز، عقیمی دانه‌های گرده و کاهش تلقیح گلچه‌ها مرتبط دانسته‌اند.

محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی نیز بر تعداد دانه در کپسول معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین تعداد دانه در کپسول از محلول‌پاشی مخلوط عناصر ریزمغذی و کمترین آن از تیمار شاهد بدست آمد. گر چه از لحاظ آماری اختلاف بین تیمارهای محلول پاشی آهن، روی و بر در صفت مزبور معنی‌داری نبود، ولی داده‌ها نشان می‌دهد که کاربرد هر یک از عناصر مزبور در مقایسه با شاهد تعداد دانه در کپسول را افزایش داده‌اند (جدول ۲)، چنین تاثیر ممکن است بدلیل افزایش فتوسنتز، تسهیل رشد ریشه یا تاثیر در تلقیح گلچه‌ها بوده باشد.

تعداد دانه در بوته

تاثیر دور آبیاری بر تعداد دانه در بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). افزایش فواصل آبیاری سبب کاهش تعداد دانه در بوته شد که می‌تواند به دلیل کاهش فتوسنتز، کاهش رشد و سایر عوامل باز دارنده در اثر ایجاد خشکی ناشی از افزایش فواصل آبیاری باشد (Tatari, 2004). بیشترین تعداد دانه در بوته از دور آبیاری ۷ روز و کمترین تعداد آن از دور

Archive of SID

www.SID.ir

آبیاری ۲۱ روز در اثر افزایش میزان تنش بدست آمد (جدول ۴).

تاثیر محلول پاشی بر تعداد دانه در بوته در سطح یک درصد معنی‌دار گردید (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که بیشترین تعداد دانه در بوته از تیمار محلول-پاشی مخلوط عناصر ریزمغذی (آهن، روی و بر) و کمترین مقدار آن از تیمار شاهد بدست آمد. محلول‌پاشی با هر یک از عناصر ریزمغذی تعداد دانه در بوته را نسبت به شاهد افزایش دادند (جدول ۴). آهن با تاثیر بر فعالیت فتوسنتزی سبب افزایش تولید دانه در گیاه می‌گردد و عنصر بر نیز با سنتز اسیدهای نوکلئیک باعث تاثیر در رشد اندام‌های زایشی و سلولهای مریستمی می‌رود در نتیجه سبب افزایش رشد رویشی و زایشی می‌گردد (Marscher, 1995). نتایج تحقیق لیلاه و همکاران (Leilah et al., 1988) نشان داد که محلول‌پاشی عنصر روی باعث افزایش عملکرد، اجزاء عملکرد و ارتفاع بوته سویا در مقایسه با شاهد شده است.

وزن هزار دانه

وزن هزار دانه تحت تاثیر دور آبیاری و محلول پاشی با ریزمغذی‌ها قرار گرفت (جدول ۳). افزایش دور آبیاری وزن هزار دانه را کاهش داد. گر چه تفاوت تاثیر دور آبیاری ۱۴ و ۲۱ روز بر وزن هزار دانه معنی‌دار نبود، اما کمترین مقدار آن در دور آبیاری ۲۱ روز مشاهده شد. کاهش وزن دانه در اثر افزایش شدت تنش خشکی ناشی از افزایش فواصل آبیاری احتمالا بدلیل کاهش مواد فتوسنتزی بوده است (Ardakani et al., 2007). بیشترین وزن هزار دانه از دور آبیاری ۷ روز بدست آمد که با سایر دورهای آبیاری به طور معنی‌داری متفاوت بود (جدول ۴). رضوانی بیدختی و همکاران (Rezavani-Bidokhti et al., 2010) نیز محدودیت آب در زمان پر شدن دانه‌ها را عامل کاهش وزن هزار دانه سیاه‌دانه دانسته‌اند.

تیمارهای محلول‌پاشی با عناصر ریزمغذی به طور معنی‌داری وزن هزار دانه را نسبت به شاهد افزایش دادند به طوری‌که بیشترین و کمترین وزن هزار دانه به ترتیب در تیمارهای مخلوط ریزمغذی‌ها و شاهد بدست آمد (جدول ۴). مصرف عناصر ریزمغذی سبب افزایش دوام سطح سبز گیاه می‌گردد و از کاهش وزن هزار دانه گیاه دارویی همیشه‌بهار جلوگیری می‌کند (Ghorashi Nasb et al., 2009).

جدول ۳. تجزیه واریانس تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت

Table 3. Analysis of variance for number of seeds per plant, 1000 grain weight, seed and biological yield and HI

			میانگین مربعات Mean of Squares				
sources of variance	منابع تغییرات	درجه آزادی df	تعداد دانه در بوته seeds per plant	وزن هزار دانه 1000 grain weight	عملکرد دانه seed yield	عملکرد بیولوژیک biological yield	شاخص برداشت HI
Rep.	تکرار	2	2.85	0.001	510.3	7225.7	1.01
Irrigation (I)	دور آبیاری	2	5053.04*	0.14**	387314. 1**	1216171.5**	178.84*
Error (a)	خطایa	4	1224.35	0.01	6658.1	4710.4	22.82
Foliar spraying (F)	محلول‌پاشی	4	3540.96**	0.09	33368.8**	51470.1*	46.70
I. × F.	محلول‌پاشی ×آبیاری	8	4050.45	0.01	4634.8	3073.7	25.30
Error (b)	خطایb	24	310.21	0.02	2910.64	13868.5	21.46
CV (%)		-	6.2	7.11	8.74	7.32	12.16

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

** and * Significant at 1 and 5 percent levels of probability, respectively

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴. مقایسه میانگین‌های تعداد دانه در بوته، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و بیولوژیک و شاخص برداشت

Table 4. Means comparison for number of seeds per plant, 1000 grain weight, seed and biological yield and HI

Treatments	تیمارها	تعداد دانه در بوته seeds per plant	وزن هزار دانه (گرم) 1000 grain weight (gr)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) seed yield ($kg.ha^{-1}$)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار) biological yield ($kg.ha^{-1}$)	شاخص برداشت (٪) HI (%)
irrigation regimes (day)	دور آبیاری (روز)					
7		1402.4a	2.22a	771.3a	1897.8a	40.66a
14		845.3b	2.10b	630. 7b	1599.3b	39.46a
21		605.1c	2.02b	450.8c	1328.6c	34.17b
foliar spraying	محلول‌پاشی					
control		800.6c	1.94b	519.6c	1496.3b	34.65b
Zn		1047.1b	2.11a	611.6b	1646.9a	36.92ab
B		1009.8b	2.14a	620.1ab	1574.1ab	39.23ab
Fe		125.3a	2.16a	661.8ab	1633.0ab	40.09a
mixture of Zn, B and Fe		1324.5a	2.20a	674.6a	1692.4a	39.60a

میانگین‌های دارای حروف مشابه مربوط به هر تیمار در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

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

عملکرد دانه

تاثیر رژیم آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر عملکرد دانه بسیار معنی دار بود (جدول ۳)، به طوری‌که بیشترین عملکرد دانه از دور آبیاری ۷ روز و کمترین آن از دور آبیاری ۲۱ روز بدست آمد (جدول ۲). کاهش عملکرد ناشی از تنش خشکی می‌تواند به دلیل کاهش سطح فتوسنتز کننده، افزایش انرژی مصرفی گیاه جهت جذب آب و بالا بردن غلظت شیره سلولی باشد (Ardakani et al., 2007). تنش خشکی ناشی از افزایش دور آبیاری بویژه در مرحله زایشی ظرفیت مخزن در گیاه را کاهش داده و در نتیجه افت شدید عملکرد دانه را سبب می‌گردد. کاهش عملکرد دانه تحت تاثیر افزایش دور آبیاری ناشی از کاهش وزن هزار دانه و تعداد دانه در بوته (جدول ۲) بوده است. بنایان و همکاران (Bannayan et al., 2008) نیز کاهش عملکرد دانه در سیاه‌دانه را در تیمارهای کم آبیاری گزارش کرده‌اند. نتایج تحقیق نجفی و رضوانی مقدم (Nadjjafi and Rezvani Moghaddam, 2002) نشان داد که افزایش تعداد دفعات آبیاری منجر به بهبود رشد رویشی و در نتیجه افزایش تولید مواد فتوسنتزی و افزایش عملکرد دانه اسفرزه می‌گردد.

بیشترین عملکرد دانه در تیمارهای آهن و مخلوط عناصر ریزمغذی و کمترین از تیمار شاهد بدست آمد (جدول ۴). وجود آهن در گیاه به دلیل افزایش فتوسنتز باعث افزایش هیدرات‌های کربن و مواد پروتئینی می‌شود و از آنجایی که در نهایت ذخیره این مواد در دانه صورت می‌گیرد می‌توان اظهار داشت که محلول‌پاشی آهن باعث افزایش عملکرد دانه می‌شود (Tatari, 2004). همچنین محلول‌پاشی عنصر بُر، به دلیل نقشی که در ساختن اسید مالیک و انتقال هیدرات‌های کربن و آنزیم‌ها دارد، و عنصر روی، که سبب افزایش عملکرد و اجزاء آن می‌شود، به همراه آهن می‌تواند باعث افزایش عملکرد دانه شود (Leilah et al., 1988). ساوان و همکاران (Sawan et al., 2001) در پنبه نتایج مشابهی از محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی گزارش نموده‌اند.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک تحت تاثیر رژیم های آبیاری و محلول پاشی عناصر ریزمغذی معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین‌ها (جدول ۴) نشان داد که بیشترین عملکرد بیولوژیک به دور ۷ روز آبیاری و کمترین میزان آن به دور آبیاری ۲۱ روز تعلق داشت (جدول ۴). افزایش عملکرد بیولوژیک در دور آبیاری ۷ روزه به دلیل بهبود وضعیت رطوبتی خاک و عدم ایجاد خشکی فیزیولوژیکی، باعث افزایش ماده سازی و بهبود پتانسیل آب در گیاه شده و در نتیجه عملکرد بیولوژیک را افزایش می‌دهد. افزایش عملکرد بیولوژیک را می‌توان به رشد بهتر، گسترش سایه-

Archive of SID

www.SID.ir

انـداز و در نتیجـه اسـتفاده بهتـر از تـابش خورشـیدی و فتوسـنتز بـالاتر در شـرایط مطلـوب آبیـاری نسـبت داد (Norozpoor and Rezvani Moghaddam, 2005).

نتایج مقایسات میانگین‌ها (جدول ۴) حـاکی از تفـاوت معنی‌دار تیمارهای محلول‌پاشـی ریزمغـذی‌هـا نسـبت بـه شاهد بر عملکرد بیولوژیک می‌باشد، به طوری‌که کمتـرین و بیشترین آن بترتیب از تیمارهای شـاهد و محلـول‌پاشـی روی بدست آمد. عناصر ریزمغذی احتمالا بـا افـزایش دوام سطح سبز گیاه باعث افزایش تولید ماده خشک مـی‌شـوند (Ghorashi Nasb et al., 2009).

شاخص برداشت

اثر دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بـر شـاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۳). افـزایش فواصـل آبیـاری سبب کاهش شاخص برداشت شد و بالاترین مقدار شاخص برداشت از دور آبیاری ۷ روز بدسـت آمـد، بـه طـوری‌کـه شـاخص برداشـت آن بـا آبیـاری ۱۴ و ۲۱ روز تفـاوت معنی‌داری داشت (جدول ۴). کاهش شـاخص برداشـت در شرایط تنش شدید خشکی در گیاهـان دارویـی خـارمریم، همیشـه بهـار و سـیاه‌دانـه توسـط احیـایی و همکـاران (Ehyaee et al., 2010) گزارش شده است، که علت آن می‌تواند حساسیت بیشتر رشد زایشی به شرایط نـامطلوب در مقایسه با رشد رویشی و کاهش تخصیص مـواد پـرورده بـه دانـه بـوده باشـد (Pandey et al., 2000). سـایر (Sayer, 1994) در آزمایشی دریافت که تنش خشکی بـر شاخص برداشت و سرعت رشد گیاه اثر داشته، به طـوری‌که باعث کاهش ۲۵ درصد شاخص برداشت در گندم و ۲۰ درصد در سورگوم شد.

تحت تاثیر محلـول‌پاشـی عناصـر ریزمغـذی بـالاترین شاخص برداشت از تیمار محلول‌پاشی مخلـوط سـه عنصـر ریزمغذی و کمترین آن از تیمار شاهد بدست آمد. اختلاف شـاخص برداشـت بـین تیمارهـای محلـول پاشـی عناصـر ریزمغذی روی، بـر و آهـن از نظـر آمـاری معنـی‌دار نبـود (جدول ۴). ساوان و همکاران (Sawan et al., 2001) در آزمایشی با بررسی اثرات محلول‌پاشی عناصر بـر و روی در پنبه افزایش عملکرد دانـه و شـاخص برداشـت را گـزارش کرده‌اند.

نتیجه گیری

با توجه به اهمیـت آب در تولیـد گیاهـان دارویـی، اعمـال مدیریت خاصی که با میزان آب کمتر عملکرد قابل قبـولی تولید شود، ضروری به نظـر مـی‌رسـد. بـا افـزایش فواصـل آبیاری و ایجاد تنش خشکی ناشـی از آن، اجـزاء عملکـرد دانه بشدت کاهش یافت که نهایتا سبب کـاهش معنـی‌دار عملکرد دانه گردید. کاربرد محلول‌پاشی عناصـر ریزمغـذی با تامین آب کافی، در بهبود عملکرد دانه و اجـزاء عملکـرد گیاه دارویی سیاه‌دانه تاثیر مثبتی داشته است.

منابع

Abd-Mishani, C., Jafari-Shabestari, J., 1998. Evaluation of wheat cultivars for drought resistance. Iranian J. Agric. Sci. 19, 37-44. [In Persian with English Summary]

Akbari-Nia, A., Khosravi-Fard, M., Sharifi Ashoorabadi, E., Babakhanloo, P., 2005. Influence of irrigation regime on yield and agronomic traits of black cumin (*Nigella sativa*). Iranian J. Med. Arom. Plants. 21: 65-73. [In Persian with English Summary].

Ardakani, M.R., Abbaszadeh, B., Sharifi Ashourabadi, E., Lebaschi, M.H., Packnejad, F., 2007. The effect of water deficit on quantitative and qualitative characters of balm (*Melissa officinalis* L.). Iranian J. Med. Arom. Plants. 23, 251-261. [In Persian With English Summary].

Bannayan, M., Najafi, N., Azizi, M., Tabrizi, L., Rastgoo, M., 2008. Yield and seed quality of *Plantago ovata* and *Nigella sativa* under different irrigation treatments. Ind. Crop. Prod. 27, 11-16.

Archive of SID

www.SID.ir

Ehyaee, H.R., Rezvani Moghaddam, P., Amiri Deh-Ahmadi, S.R., 2010. Effect of drought stress on morphological characters of milk thistle, scotch marigold and black caraway in green house. Proceeding of the First National Conference of Environmental Stress in Agricultural Sciences, 28-29 Jun 2010, The University of Birjand, Iran. [In Persian].

Evans, W.C., 1996. Trease and Evans' Pharmacognosy. 14th ed., Chapter 21, "Volatile oils and resins", Wiley, New York, 450p.

Ghorashi Nasb, M.J., Ahmadzadeh, V., Pakmehr, A., Ashouri Sahli, A., 2009. Effect of microelement nutrients (Fe and Zn) and allopathic compounds from *Amaranthus retroflexus* in yield, yield component and oil yield in herbal plant (*calendula officinalis* L.). In: Proceeding of 6th Iranian Horticultural Science Congress, Faculty of Agricultural Science, University of Guilan, Rasht, Iran. 12-15 July 2009. [In Persian].

Haghight-Nia, H., 1998. Study of potassium, sulfur, zinc, magnesium and manganese on quality and quantity traits of cotton. Research Report. Soil and Water Department of Agricultural Research Center, Fars, Iran. [In Persian].

Hassani, A., 2006. Effect of water deficit stress on growth, yield and essential oil content of *Dracocephalum moldavica*. Iranian J. Med. Arom. Plants. 22, 256-261. [In Persian with English Summary].

Heidari, F., Zehtab Salmasi, S., Javanshir, A., Aliari, H., Dadpoor, M.R., 2008. The effects of application of microelements and plant density on yield and essential oil of peppermint (*Mentha piperita* L.). Iranian J. Med. Arom. Plants. 24, 1-9. [In Persian with English Summary].

Lebaschy, M. H., Sharifi Ashoorabadi, E., 2004. Growth indices of some medicinal plants under different water stresses. Iranian J. Med. Arom. Plants. 20(3), 249-261. [In Persian with English Summary].

Leilah, A.A., Badawi, M.A., EL-Moursy, S.A., Attia, A.N., 1988. Response of soybean plants to foliar application of zinc and different levels of nitrogen. J. Agric. Sci. (Mansoura Univ., Egypt). 13, 556-563.

Marscher, H., 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. Academic press. pp. 330-355.

Nadjjafi, F., Rezvani Moghaddam, P., 2002. Effects of irrigation regimes and plant density on yield and agronomic treats of Isabgol (*Plantago ovate*). Iranian J. Agric. Sci. Technol. 16, 133-138. [In Persian with English Summary].

Norozpoor, G., Rezvani Moghaddam, P., 2005. Effect of different irrigation intervals and plant density on yield and yield component of black cumin (*Nigella sativa*). Iranian J. Field Crops Res. 3, 305-315. [In Persian with English Summary].

Omidbaigi, R., Hassani, A., Sefidkon, F., 2003. Essential oil content and composition of sweet Basil (*Ocimum basilicum*) at different irrigation regimes. J. Essent. Oil Bear. Pl. 6, 104-108.

Omidbaigi, R., 2000. Production and Processing of Medicinal Plants. Astan Gods Razavi Press. 397p. [In Persian]

Pandey, R.K., Marienville, J.W., Adum, A., 2000. Deficit irrigation and nitrogen effect on maize in an aphelia environment. I. Grain yield components. Agr. Water Manage. 46, 1-13.

Archive of SID

www.SID.ir

Ravi, S., Channal, H.T., Hebsur, N.S., Patil, B.N., Dharmatti, P.R., 2008. Effect of sulfur, zinc and iron nutrition on growth, yield, nutrient uptake and quality of safflower (*Carthamus tinctorius* L). Karnataka J. Agri. Sci. 32, 382-385.

Reddy, A.R., Chaitanya, K.V., Vivekanandan, M., 2004. Drought induced responses of photosynthesis and antioxidant metabolism in higher plants. J. Plant Physiol. 161, 1189-1202.

Rezapor, A.R., Heidari, M., Galavi, M., Ramrodi, M., 2011. Effect of water stress and different amounts of sulfur fertilizer on grain yield, grain yield components and osmotic adjustment in *Nigella sativa* L. Iranian J. Med. Arom. Plants, 27(3), 384-396. [In Persian With English Summary].

Rezavani-Bidokhti, Sh., Dashtiyan, A., Snjani, S., Anvrkhvah, S., 2010. Influence of low irrigation and plant density on yield and yield components of black cumin (*Nigella sativa*) as a medicinal Plant in Damghan conditions. Proceeding of the First National Conference of Environmental Stress in Agricultural Sciences, 28-29 June 2010. The University of Birjand. [In Persian with English Summary].

Riaz, M., Syed, M., Chaudhary, F.M., 1996. Chemistry of the medicinal plants of the genus Nigella. Hamdard Medicus, 39, 40-45.

Sangale, P.B., Palil, G.D., Daftardar, S.Y., 1998. Effect of foliar application of zinc, iron and boron on yield of safflower. J. Maharashtra Agri. Univ. 6(1), 65-66.

Sarmad Nia, G.H., Koocheki, A., 1992. Physiological Aspects of Dryland Farming. Jahad Daneshghi of Mashhad Press. pp, 424. [In Persian]

Sawan, Z.M., Hafez. S.A., Basyony, A.E., 2001. Effect of nitrogen fertilization and foliar application of plant growth retardant and zinc on cotton seed, protein and oil yields and oil properties of cotton. J. Agron. Crop Sci. 186, 183-191.

Sayer, W., 1994. Tillage effect on dryland wheat and sorghum production in the southern Great Plains. Agron. J. 86, 310-17.

Sharafi, S., Tajbakhsh, M., Majidi, M., Pourmirza, A., 2002. Effect of iron and zinc fertilizer on yield and yield components of two forage com cultivars in Urmia. Soil and Water. 12, 85-94.

Singh, S. P., 1999. Effect of foliar spray of micro nutrients on growth and yield of Brasses compestrisrar Sarson. Indian Agric. Res. Institute, New Delhi. 33, 232-237.

Sreevalli, Y., Baskaran, K., Chandrashkara, R., Kuikkarni, R., 2001. Preliminary observations on the effect of irrigation frequency and genotypes on yield and alkaloid concentration in Periwinkle. J. Med. Arom. Plant Sci. 22, 356-358.

Tatari, M., 2004. The effects of various levels of salinity and irrigation times on growth and yield of cumin in Mashhad conditions. MSc thesis. Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. 87p. [In Persian with English Summary].

Umar. S., 2006. Alleviating adverse effects of water stress on yield of sorghum, mustard and groundnut by potassium application. Pak. J. Bot. 38(5), 1373-1380.

Archive of SID

www.SID.ir