نشریه تولید گیاهان زراعی
جلد هشتم، شماره اول، بهار ۹۴
۱۲۱-۱۴۱
http://ejcp.gau.ac.ir

اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر ویژگی‌های فیزیولوژیک و جذب عناصر غذایی در گیاه ماش

رضا جعفردوخت[۱]، *سیدمحسن موسوی‌نیک[۲]، احمد مهربان[۳] و محبوبه بصیری[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی زاهدان، [۲]دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، [۳]عضو هیات‌علمی کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی زاهدان،
[۴]دانشجوی دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۴/۲۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۲۶

چکیده

به‌منظور بررسی اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف روی و منگنز بر خصوصیات کمی و کیفی گیاه ماش، آزمایشی در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه زابل انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف تنش خشکی (بدون قطع آبیاری، قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی و قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی) و محلول‌پاشی در چهار سطح (بدون محلول‌پاشی، محلول‌پاشی با عناصر کم‌مصرف به‌صورت‌های مصرف روی، منگنز و محلول‌پاشی توأم روی و منگنز) بود. بالاترین میزان ارتفاع بوته، تعداد غلاف در بوته، تعداد دانه در غلاف، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت از تیمار آبیاری مطلوب حاصل شد. همچنین حداکثر عملکرد از تیمار آبیاری مطلوب و محلول‌پاشی توأم روی و منگنز به‌دست آمد. بیشترین میزان درصد کربوهیدرات، روی و منگنز از محلول‌پاشی با عنصر ریزمغذی حاصل شد. اما کاربرد عناصر کم مصرف سبب کاهش جذب فسفر در گیاه شد. بیشترین عملکرد دانه (۴۵۱/۵۳ کیلوگرم در هکتار) از تیمار آبیاری مطلوب و مصرف توأم عناصر روی و منگنز حاصل شد. اگرچه بیشترین غلظت کربوهیدرات و پروتئین در مرحله ساقه‌دهی به‌دست آمد، اما به‌علت کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها و نیز عدم جذب کافی عناصر کم مصرف، تأثیر تنش خشکی در مرحله خوشه‌دهی بیشتر از مرحله ساقه‌دهی بود و تنش خشکی در این مرحله بیشترین تأثیر را در کاهش عملکرد دانه ماش داشت.

واژگان کلیدی: تنش خشکی، خصوصیات فیزیولوژیک، ریز مغذی‌ها، ماش

*مسئول مکاتبه: mousavi@uoz.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

ماش (*vigna radiate*) از جمله گیاهان خانواده بقولات است که در حال حاضر در قسمت‌های مختلف دنیا کشت می‌شود و نقش بسزایی را در تغذیه مردم کشورهای در حال توسعه دارد (دینگرا و همکاران، ۱۹۹۱). گیاهان در معرض انواع زیادی از تنش‌های محیطی‌اند. در بین این تنش‌ها، تنش اسمزی، به‌ویژه ناشی از خشکی و شوری، جدی‌ترین مسأله‌ای است که رشد گیاه و تولید محصول را در کشاورزی محدود می‌کند (کوزنتسوف و شویاکوا، ۱۹۹۹). گیاهان در هنگام مواجهه با تنش خشکی با ایجاد یکسری تغییرات فیزیولوژیکی به تنش‌های مختلف پاسخ می‌دهند. تجمع مواد محلول در پاسخ به خشکی (تنظیم اسمزی) راهی برای حفظ آماس است (سانچز و همکاران، ۲۰۰۳). قندهای محلول تحت تنش آب به‌عنوان حفاظت‌کننده اسمزی، باعث پایداری پروتئین‌ها و غشاها می‌شوند (سانچز و همکاران، ۱۹۹۸).

یکی از اثرات تنش خشکی برهم زدن تعادل تغذیه‌ای در گیاه است (لویس و مک فارلین، ۱۹۸٦). با تکمیل مصرف عناصرغذائی کم‌مصرف از طریق محلول‌پاشی می‌توان وضعیت رشد گیاه را در شرایط تنش بهبود بخشید. تغذیه مناسب تحت شرایط تنش می‌تواند تا حدی به گیاه در تحمل تنش‌های مختلف کمک کند. با مصرف کودهای محتوی عناصر ریزمغذی اولاً عملکرد گیاه افزایش می‌یابد، ثانیاً افزایش غلظت این عناصر در محصولات کشاورزی نقش مهمی در افزایش کیفیت غذائی و بهبود سلامتی جامعه دارد (ملکوتی و تهرانی، ۲۰۰۰).

محلول‌پاشی عناصر بر، مس، منیزیم، منگنز و روی از مصرف آن‌ها در خاک برای رفع سریع کمبود، کاهش سمیت ناشی از این عناصر در خاک و جلوگیری از تثبیت، مناسب‌تر است (کامبرتو، ۲۰۰٤).

روی و منگنز از عناصر مهم در واکنش‌های بیوشیمیایی گیاه هستند که می‌توانند به‌طور مستقیم و غیرمستقیم سبب افزایش عملکرد محصولات شوند (ملکوتی و همائی، ۲۰۰٤). روی از عناصر کم‌مصرفی است که برای رشد طبیعی و تولیدمثل گیاهان زراعی ضروری است (آلووی، ۲۰۰٤) و در سنتز پروتئین‌ها و هورمون گیاهی اکسین به‌کار می‌رود (استمپر و همکاران، ۱۹۹۸). تیروپ‌پاتی و همکاران (۲۰۰۱b) نشان دادند که مصرف تغذیه برگی عنصر روی در کنجد موجب افزایش اجزای عملکرد و عملکرد شده است. کاربرد عنصر روی می‌تواند موجب افزایش تولید گل در بوته شده و یا از ریزش آن‌ها جلوگیری نماید که در این صورت افزایش تعداد کپسول در بوته را موجب می‌شود. همچنین کاربرد عنصر روی به دو روش تغذیه برگی و اضافه کردن به خاک نیز موجب افزایش جذب نیتروژن، فسفر و پتاسیم (تیروپ‌پاتی و همکاران، ۲۰۰۱a) و شاخص برداشت، اجزای عملکرد و در

Archive of SID

www.SID.ir

نهایت عملکرد دانه در کنجد شده است (تیروپ‌پاتی و همکاران، ۲۰۰۱b). خامپاریوا (۱۹۹٦) در آزمایشی بیان نمود که استفاده از روی در سویا موجب افزایش ارتفاع بوته، تعداد نیام در هر بوته، عملکرد زیستی، شاخص برداشت و در نهایت عملکرد دانه می‌گردد. در آزمایشی مصرف ۳۰ کیلوگرم در هکتار سولفات روی به‌صورت محلول‌پاشی باعث افزایش عملکرد دانه خردل (*Sinapis arvensis*) شده و میزان روغن و پروتئین دانه افزایش یافت (مالوار و همکاران، ۲۰۰۱). عملکرد و وزن خشک بوته نیز در گندم با مصرف کودهای روی افزایش یافت (برینان، ۲۰۰۱). محلول‌پاشی عناصر هنگام بروز تنش‌ها می‌تواند مقاومت گیاه را تا حدی افزایش دهد. سادانا و نایار (۱۹۹۱) اعلام کردند مصرف خاکی و محلول‌پاشی سولفات منگنز می‌تواند عملکرد دانه گندم را از ۱/٦ تا ۲/٤ تن در هکتار افزایش دهد. همچنین مصرف تغذیه برگی منگنز افزایش تولید ماده خشک و عملکرد دانه کنجد را به‌همراه داشته است (ایماپاورامبان و همکاران، ۲۰۰٤).

برای جذب عناصر، ریشه‌ها اندام اولیه گیاه هستند که این نقش را به عهده دارند. وجود عاملی که دسترسی عناصر غذایی برای گیاهان می‌تواند به‌وسیله استعمال برگی فراهم شود (آلتیندیسلی و همکاران، ۱۹۹۸). کوددهی برگی یا محلول‌پاشی در واقع اسپری کردن عناصر غذایی بر برگ‌ها و ساقه‌های گیاه و جذب آن‌ها از این مکان‌هاست (کوپر، ۲۰۰۳). استعمال برگی می‌تواند دسترسی گیاهان به عناصر غذایی را برای به‌دست آمدن عملکرد بالا تضمین کند. از دید اکولوژیکی، کوددهی برگی قابل قبول‌تر است چون مقادیر کم‌تر عناصر غذایی برای مصرف سریع به‌وسیله گیاه فراهم می‌شود (استمپر و همکاران، ۱۹۹۸).

تاکنون در مورد مصرف عناصر کم‌مصرف در گیاهان زراعی و باغی تحقیقات زیادی صورت گرفته، اما در شرایط تنش خشکی به‌خوبی مشخص نیست که استفاده از این عناصر به‌صورت منفرد و ترکیبی بر کدام ویژگی فیزیولوژیک گیاهان بیشترین تأثیر را داشته و تا چه حدی اثرات خسارت‌زای تنش را کاهش می‌دهند. هدف از این آزمایش بررسی اثرات محلول‌پاشی دو عنصر روی و منگنز به‌صورت منفرد و ترکیبی بر ویژگی‌های فیزیولوژیک، تنظیم‌کننده‌های اسمزی و جذب عناصر غذایی دز گیاه ماش در شرایط تنش خشکی بوده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز بر عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک ماش در شرایط تنش خشکی آزمایشی در روستای تپه دز از توابع بخش مرکزی شهرستان

Archive of SID

www.SID.ir

زابل در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰ اجرا گردید. شهر زابل در موقعیت جغرافیایی ٦۱ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۳ دقیقه شمالی و در ارتفاع ٤۹۸/۲ متر از سطح دریا قرار دارد. از نظر آب و هوا، دارای زمستان‌های سرد و خشک و تابستان‌های گرم و خشک می‌باشد که بر اساس طبقه‌بندی کوپن دارای آب و هوای بیابانی خیلی‌گرم و خشک است. میزان متوسط بارندگی در آن ۵۸/۹ میلی‌متر در سال و متوسط دمای سالانه آن ۲۲ درجه سانتی‌گراد است، میزان سالانه تبخیر در آن ٤۸٦۵ میلی‌متر است که بیش از ۷۸ برابر بارندگی سالانه منطقه می‌باشد. خاک مزرعه آزمایشی دارای بافت لوم‌رسی بود و مزرعه در سال قبل از کاشت به‌صورت آیش قرار داشت. مشخصات خاک مزرعه آزمایشی در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱- تجزیه شیمیایی خاک محل آزمایش در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری.

هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)	pH	نیتروژن (درصد)	پتاسیم	فسفر	روی	منگنز
			میلی‌گرم در کیلوگرم			
۲	۷/۵	۰/۰۳۲	۳٤۵	۱/۹۹	۱/۸۲۳	۰/٤۷

در این آزمایش ۱۲ تیمار به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار به‌کار گرفته شد. تیمارهای آزمایش شامل سطوح مختلف تنش خشکی (بدون قطع آبیاری، قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی (ساقه‌دهی) و قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی (خوشه‌دهی) به‌عنوان عامل اصلی و عامل فرعی نیز شامل محلول‌پاشی در چهار سطح (بدون محلول‌پاشی، محلول‌پاشی با سولفات روی، محلول‌پاشی با سولفات منگنز و محلول‌پاشی با سولفات روی + سولفات منگنز) بود. رقم ماش محلی با درجه خلوص ۹۹ درصد از جهاد کشاورزی شهرستان زابل تهیه گردید. پس از کرت‌بندی زمین و قبل از اجرای طرح مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار سوپر فسفات تریپل، ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود سولفات پتاسیم و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن از منبع اوره مصرف شد. کود نیتروژن در سه مرحله (۵۰ کیلوگرم قبل کاشت، ۵۰ کیلوگرم به‌صورت سرک در اوایل فصل رشد و ابتدای مرحله گلدهی ماش هر بار به‌میزان ۲۵ کیلوگرم در هکتار کود اوره)، به‌صورت نواری به کرت‌های آزمایشی مربوطه اضافه شدند. جهت محلول‌پاشی عناصر روی و منگنز به‌ترتیب از کلات روی و کلات منگنز به‌میزان ۳ در هزار در دو نوبت (مرحله ساقه‌دهی و مرحله خوشه‌دهی) استفاده شد.

کشت ماش در عمق ۳ سانتی‌متری در تاریخ ۱۸ خرداد ۱۳۹۰ انجام گردید. تراکم ۲۵۰ هزار بوته در هکتار برای این گیاه درنظر گرفته شد. فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف ۲۵

Archive of SID

www.SID.ir

سانتی‌متر بود. بلافاصله پس از کاشت محصول، زمین آبیاری گردید و آبیاری‌های بعدی مطابق با تیمارهای تنش (بدون قطع آبیاری، قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی (ساقه‌دهی) و قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی (خوشه‌دهی) انجام گرفت. جهت اعمال تنش خشکی در مرحله ساقه‌دهی و مرحله خوشه‌دهی، بعد از ظهور این مراحل تیمار خشکی با قطع کامل آب در آن دوره شروع و بعد از اتمام این مرحله رشد، مجداً آبیاری به‌صورت معمول ادامه یافت. برای رسیدن به تراکم موردنظر، عملیات تنک کردن در مرحله ٤-٣ برگی انجام گرفت. همزمان با تنک کردن محصول و مرحله ساقه‌دهی با علف هرز نیز به روش دستی مبارزه شد. در طول دوره رشد آفت یا بیماری خاصی مشاهده نشد. در پایان و پس از رسیدگی نهایی برای تعیین عملکرد دانه بعد از حذف حاشیه، بوته‌های واقع در یک مترمربع وسط هر کرت برداشت شدند. در مرحله رسیدگی فیزیولوژیک، ارتفاع ۵ بوته به‌صورت تصادفی از طوقه تا انتهای بلندترین نیام اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به‌عنوان ارتفاع بوته برای هر کرت لحاظ گردید.

جهت تعیین اجزای عملکرد شامل تعداد نیام در بوته و تعداد دانه در هر نیام تعداد ۵ بوته به‌صورت تصادفی از ردیف‌های میانی هر واحد آزمایشی انتخاب شد و دانه‌های موجود در ٤ نیام از هر کدام از بوته‌ها مورد شمارش قرار گرفت. سپس میانگین دانه‌های موجود در این نیام‌ها به‌عنوان تعداد دانه در نیام ثبت گردید. وزن هزاردانه با شمارش دو نمونه ۱۰۰ تائی دانه از هر کرت فرعی و توزین آن با دقت ۰/۰۰۱ گرم وزن هزار دانه محاسبه شد. جهت تعیین عملکرد دانه و بیولوژیک، بوته‌های برداشت شده از سطح یک مترمربع با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین شده و به هکتار تعمیم داده شد. شاخص برداشت از تقسیم عملکرد دانه بر عملکرد بیولوژیکی ضرب در صد بر اساس وزن خشک محاسبه گردید.

برای تعیین درصد پروتئین دانه ابتدا درصد نیتروژن دانه به‌وسیله دستگاه کجلدال (پای‌گذار، ۲۰۰۸) که شامل مرحله هضم، تقطیر و تیتراسیون می‌باشند، اندازه‌گیری شد. پس از تعیین درصد نیتروژن عدد به‌دست آمده در ۵/۱۷ ضرب گردید و درصد پروتئین دانه محاسبه شد، عمکرد پروتئین دانه نیز از حاصل‌ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه به‌دست آمد.

کربوهیدرات‌های محلول با استفاده از اتانول و بر اساس روش اسید سولفوریک (اسچلگل، ۱۹۵۹) از دانه‌های ماش به‌دست آمد.

مقدار پتاسیم دانه نیز از روش هضم، سوزاندن خشک و ترکیب با اسید کلریدریک استفاده شد. برای محاسبه فسفر از دستگاه اسپکتروفتومتر[1] استفاده شد (پای گذار، ۲۰۰۸).

1- Spectrophotometer

Archive of SID

www.SID.ir

عناصر ریزمغذی نیز از روش هضم، سوزاندن خشک و ترکیب با اسیدکلریدریک محاسبه شد. عصاره تهیه شده با این روش برای اندازه‌گیری عناصر مختلف غیر از نیتروژن، بر و سیلیس قابل استفاده است (بابائیان، ۲۰۰۸). در این روش دو گرم از نمونه را در بوته چینی ریخته و در کوره الکتریکی طی ۲ ساعت به دمای ٤٥٠ درجه سانتی‌گراد رسانده شد. پس از خنک شدن، ۱۰ میلی‌لیتر اسید هیدروکلریک اضافه نموده و در حمام آبی در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگه داشته شد تا اولین بخارات سفید خارج شود. محتویات داخل بوته چینی را از کاغذ صافی ریز به داخل بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری صاف نموده و محلول به حجم رسانده شد. پس از تهیه عصاره موردنظر با استفاده از دستگاه جذب اتمی می‌توان به‌طور جداگانه غلظت عناصر را به‌دست آورد (بابائیان، ۲۰۰۸). تجزیه آماری داده‌ها به‌وسیله نرم‌افزار آماری SAS, Ver 9.1 صورت گرفت و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه: با توجه به نتایج حاصل از تجزیه واریانس که در جدول (۲) نشان داده شده است، اثر تیمارهای قطع آبیاری بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود. به‌طوری که قطع آبیاری سبب القای تنش بیشتر و کاهش ارتفاع بوته شد. بیشترین ارتفاع بوته از تیمار بدون قطع آبیاری با میانگین ۳۲/۲۱ سانتی‌متر حاصل شد و در تیمار قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی کمترین ارتفاع گیاه (۲۵/۰۵ سانتی‌متر) مشاهده گردید (جدول ۳). تنش در مرحله رویشی و زایشی به‌ترتیب منجربه کاهش ۲۲/۲۲ و ۱۱/۷۳ درصدی ارتفاع گیاه در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب شد (جدول ۳). اثر تیمارهای مربوط به عناصر کم‌مصرف بر ارتفاع بوته معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج نشان داد که مصرف توأم روی و منگنز افزایش ۱۲ درصدی ارتفاع بوته را نسبت به تیمار بدون مصرف عناصر کم مصرف باعث شد. اثرات مثبت عنصر روی در تولید هورمون‌های رشد (اکسین) و فتوسنتز در گندم گزارش شده است (راوی و همکارن، ۲۰۰۸). موسوی‌نیک و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که عناصر ریزمغذی از طریق افزایش میزان فتوسنتز گیاه سبب افزایش ارتفاع بوته گندم می‌شوند. خامپوریا (۱۹۹٦) در آزمایشی بیان نمود که استفاده از روی در سویا موجب افزایش ارتفاع بوته، تعداد نیام در هر بوته، شاخص‌برداشت و در نهایت عملکرد دانه می‌گردد. همچنین گزارش شده است مصرف عناصر ریزمغذی با افزایش مقاومت گیاهان به تنش خشکی سبب بهبود رشد و افزایش ارتفاع بوته حبوبات می‌شود (لیلاه و همکاران، ۱۹۹۰). اثر متقابل تیمارهای قطع آبیاری و عناصر کم مصرف بر ارتفاع گیاه معنی‌دار بود (جدول ۲). بیشترین ارتفاع گیاه از تیمارهای

Archive of SID

www.SID.ir

توأم آبیاری مطلوب و مصرف عناصر روی و منگنز (۳٤/۷٤ سانتی‌متر) حاصل شد. کاربرد عناصر کم مصرف در شرایط تنش کمبود آب در مرحله خوشه‌دهی نسبت به تیمار عدم محلول‌پاشی ارتفاع گیاه را به‌طور معنی‌داری افزایش داد، اما در شرایط تنش کمبود آب در مرحله ساقه‌دهی، کاربرد عناصر کم مصرف نسبت به عدم کاربرد، ارتفاع گیاه را کاهش داد. احتمالاً این امر مؤید این است که در این مرحله به‌واسطه تنش کمبود آب نقش عناصر میکرو خنثی و انتقال آن‌ها مختل و هیچ دخالتی در فرایندهای فیزیولوژیکی گیاه نداشته و به‌واسطه تجمع این عناصر در گیاه مسمومیت ایجاد شده است. نتایج این تحقیق با نتایج ساجدی و همکاران (۲۰۰۹) مطابقت داشت.

عملکرد و اجزای عملکرد

تعداد غلاف در بوته: در این بررسی اثر تیمار قطع آبیاری بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار بود، اما تیمارهای محلول‌پاشی عناصر میکرو و اثرمتقابل این دو تیمار بر تعداد غلاف در بوته معنی‌دار نشد (جدول ۲). تیمارهای تنش سبب کاهش تعداد غلاف در بوته گردید. بیشترین تعداد غلاف در بوته از تیمار آبیاری مطلوب (۱۱/۸۳ غلاف در بوته) و کمترین تعداد آن از تیمار قطع آبیاری در مرحله رویشی (۸/۱۰ غلاف در بوته) حاصل شد (جدول ۳). مهم‌ترین دلیل کاهش تعداد غلاف در بوته را می‌توان به کاهش شدید ارتفاع بوته ماش در اثر تنش خشکی ایجاد شده در مرحله رشد رویشی گیاه نسبت داد. امین‌پور و موسوی (۱۹۹٤) نیز اثرات تعداد دفعات آبیاری بر مراحل نمو و عملکرد زیره سبز را مطالعه کردند و با اعمال سطوح مختلف آبیاری بعد از کاشت اظهار داشتند که کمبود رطوبت اثر معنی‌داری بر عملکرد و تعداد غلاف در بوته داشته است.

تعداد دانه در غلاف: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تأثیر تیمار قطع آبیاری بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار بود اما تیمارهای محلول‌پاشی و اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف بر تعداد دانه در غلاف معنی‌دار نبود (جدول ۲). مقایسه میانگین صفات نشان داد که تنش خشکی در مرحله زایشی دارای بیشترین تأثیر بر تعداد دانه در غلاف بود و کمترین تعداد دانه در غلاف در این مرحله مشاهده شد (جدول ۳). هرچند بین مراحل اعمال تنش خشکی بر این صفات تفاوت معنی‌داری از نظر آماری مشاهده نشد. میزان کاهش تعداد دانه در غلاف در این مرحله نسبت به تیمار شاهد حدود ۳۰/۱۱ درصد بود که از لحاظ آماری معنی‌دار بود. نتایج تحقیقات چابک (۱۹۹٦) نشان داد که بیشترین تعداد دانه در غلاف نخود از تیمار آبیاری کامل (بدون تنش) حاصل شد. نعیمی و همکاران (۲۰۰۸) نیز نشان دادند که همزمانی مرحله زایشی کلزا با تنش خشکی، موجب کاهش اکثر

Archive of SID

www.SID.ir

صفات وابسته به عملکرد نظیر تعداد غلاف در بوته، وزن هزار دانه و تعداد دانه درغلاف می‌گردد که کاهش عملکرد دانه، عمدتاً از طریق کاهش تعداد غلاف و تعداد دانه در غلاف می‌باشد.

وزن هزار دانه: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار تنش خشکی بر وزن هزار دانه معنی‌دار بود (جدول ۲)، اگرچه تفاوت معنی‌داری بین وزن هزار دانه در انواع مختلف عناصر کم‌مصرف مشاهده نشد. بالاترین میزان وزن هزار دانه از تیمار عدم تنش (٤۱/۲٦ گرم) و کمترین میزان از تیمار تنش در مرحله خوشه‌دهی (۳۷ گرم) به‌دست آمد (جدول ۳). در مورد کاهش وزن هزار دانه در تیمار تنش در مرحله زایشی می‌توان گفت از آن‌جایی که در زمان اعمال این تیمار برخی گلچه‌ها گرده‌افشانی شده بودند و مرحله پر شدن دانه در آن‌ها شروع شده بود تشکیل سلول‌های آندوسپرم به‌دلیل کاهش هورمون سیتوکینین در شرایط تنش، تحت تأثیر قرار گرفته و پتانسیل وزن دانه کاهش یافته است (برادفورد، ۱۹۹٤). از طرفی اثرات مثبت عنصر روی در تولید هورمون‌های رشد (اکسین)، فتوسنتز (راوی و همکاران، ۲۰۰۸) و وزن هزار دانه گندم (یلماز و همکاران، ۱۹۹۷) گزارش شده است.

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) نشان می‌دهد که اعمال تنش خشکی تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشته است. از آن‌جایی که در هر یک از مراحل رشدی گیاه بخش‌های خاصی از اجزای عملکرد شکل می‌گیرد، تأثیر خشکی بر هر یک از این مراحل متفاوت بود. مقایسه میانگین صفات نشان داد که تنش خشکی در مرحله ظهور اندام زایشی دارای بیشترین تأثیر بر عملکرد دانه ماش بوده است (جدول ۳). میزان کاهش عملکرد دانه در این مرحله نسبت به تیمار آبیاری مطلوب حدود ۲٦ درصد بود که از لحاظ آماری نیز معنی‌دار بود. از دلایل کاهش عملکرد در این مرحله می‌توان به کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها و پیری زودرس برگ‌ها اشاره کرد (ویتفیلد و همکاران، ۱۹۸۹).

در ارزیابی اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف مشخص گردید که استفاده از عناصر کم‌مصرف به‌صورت منفرد و ترکیبی باعث تغییراتی در عملکرد دانه شد، اگرچه تفاوت معنی‌داری بین عملکرد دانه در انواع عناصر کم‌مصرف به‌صورت منفرد مشاهده نشد (جدول ۳) و عملکرد دانه در زمانی‌که عناصر به‌صورت ترکیبی مصرف شدند بیش از حالت منفرد بود (جدول ۳). تیمار بدون مصرف عناصر ریزمغذی عملکرد دانه را به‌میزان ۱۳/٤۲ درصد نسبت به تیمار محلول‌پاشی توأم عناصر روی و منگنز کاهش داد (جدول ۳). با بررسی اثر متقابل تیمارهای قطع آبیاری و نوع کود مصرفی مشخص شد که در هر سه تیمار آبیاری اعمال شده، محلول‌پاشی توأم عناصر روی و منگنز سبب افزایش عملکرد دانه گردید (جدول ٤).

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش عملکرد دانه به‌دلیل نقش عناصر ریزمغذی در تعدیل تنش در هر یک از مراحل اعمال تنش خشکی است (لیلاه و همکاران، ۱۹۹۰). ویلسون و همکاران (۱۹۸۲) بیان کردند که منگنز در فرآیند فتوسنتز دخالت دارد. آن‌ها اعلام کردند که منگنز در آزادسازی اکسیژن مولکولی در فرآیند فتولیز آب، سنتز کربوهیدرات و متابولیسم چربی‌ها نقش دارد. مارشنر (۱۹۹۵) اعلام کرد که منگنز از عناصر ضروری برای تشکیل و پایداری کلروپلاست و سنتز برخی از پروتئین‌ها به‌شمار می‌رود و اثرات این عنصر در افزایش عملکرد دانه در گیاهان مربوط به نقش آن بر فعالیت آنزیم‌هاست.

عنصر روی نیز نقش بسیار مهمی در سنتز پروتئین و کربوهیدرات‌ها، متابولیسم سلول، محافظت غشاء از رادیکال‌های آزاد اکسیژن و سایر فرآیندهای مرتبط با امر سازگاری گیاهان به تنش‌ها دارد (همانتارانجان، ۱۹۹٦). باخاش کلارستاقی و همکاران (۲۰۰۷) نیز گزارش کردند که استفاده از کود روی، چه به‌صورت محلول‌پاشی و چه به‌صورت استعمال خاکی، عملکرد دانه گندم و درصد پروتئین دانه را به‌طور نسبی افزایش داد. کاربرد منگنز سبب افزایش فتوسنتز می‌شود و با افزایش فتوسنتز گیاهی میزان کربوهیدرات‌های محلول به‌میزان زیادی افزایش می‌یابد. افزایش کربوهیدرات‌های محلول موجب افزایش تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه و نهایتاً باعث بالا رفتن عملکرد می‌گردد (موسوی‌نیک و همکاران، ۱۹۹۷). موسوی‌نیک و همکاران (۱۹۹۷) گزارش کردند که با مصرف کودهای ریزمغذی مخصوصاً سولفات روی و سولفات منگنز، علاوه‌بر افزایش تولید و غنی‌سازی دانه گندم، بذرهای گندم به‌دلیل ذخیره‌سازی بهتر از ریشه‌دهی بیشتری برخوردار می‌شوند. بنابراین استفاده از عناصر ریزمغذی گامی مؤثر در جهت افزایش عملکرد گیاه ماش، غنی‌سازی دانه آن، رفع سوء تغذیه ناشی از کمبود این عناصر و روشی برای تأمین سلامت و تندرستی جامعه در درازمدت می‌باشد. در این آزمایش به‌علت تأثیر بالای خشکی در مرحله زایشی که همراه با پیری زودهنگام برگ‌ها بود، کمترین میزان عملکرد دانه دیده شد.

شاخص برداشت: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار تنش خشکی اثر معنی‌داری بر صفت شاخص برداشت داشت. اما تیمار محلول‌پاشی و اثر متقابل تیمارهای تنش و محلول‌پاشی بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در بین تیمارهای تنش خشکی بیشترین مقدار شاخص برداشت از تیمار آبیاری مطلوب (۱۷/۵۱) و کمترین مقدار آن از تیمار اعمال تنش در مرحله ظهور اندام زایشی (۱۲/۷٦) حاصل شده است (جدول ۳). این نتایج با نتایج عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مطابقت دارد. این موضوع به این دلیل است که صفت شاخص برداشت از دو صفت عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی به‌دست می‌آید (پای‌گذار، ۲۰۰۸). نیم و

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که تنش رطوبت در لپه هندی به‌شدت وزن خشک گیاه، عملکرد و همچنین شاخص برداشت آن را کاهش می‌دهد. میزان کاهش عملکرد با ارقام و مرحله اعمال تنش تغییر می‌کند، به‌طوری که تنش خشکی در مرحله گلدهی نسبت به تنش در مراحل قبل از گلدهی تأثیر بیشتری بر این صفت داشت.

عملکرد بیولوژیک: با توجه به جدول (۲) تأثیر تیمارهای قطع آبیاری و نوع کود مصرفی بر عملکرد بیولوژیک معنی‌دار بود ($P<0/01$). بر این اساس بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار آبیاری مطلوب (۳۵۷۷/۳۵ کیلوگرم در هکتار) و محلول‌پاشی توأم عناصر روی و منگنز (۳۳۷٦/۸۷ کیلوگرم در هکتار) حاصل شد (جدول ۳). نتایج اثرمتقابل تیمارهای قطع آبیاری و نوع کود مصرفی بر عملکرد بیولوژیک نیز نشان داد که با وجود این‌که تنش خشکی سبب کاهش عملکرد بیولوژیک در گیاه ماش گردید اما در کلیه تیمارهای قطع آبیاری بیشترین عملکرد بیولوژیک از تیمار محلول‌پاشی توأم روی و منگنز به‌دست آمد.

میزان کربوهیدرات: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف تأثیر معنی‌داری بر میزان تجمع کربوهیدرات دانه داشت (جدول ۵). نتایج مقایسه میانگین داده‌ها در جدول (٦) نشان می‌دهد که بالاترین میزان کربوهیدرات با میانگین ۲۹/۱۰ درصد در تیمار قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی (ساقه‌دهی) به‌دست آمد. کمترین میزان کربوهیدرات دانه با میانگین ۱٤/۳۷ درصد از تیمار آبیاری مطلوب حاصل شد. تیمارهای محلول‌پاشی نیز اثر معنی‌داری بر سنتز و تجمع کربوهیدرات داشت (جدول ۵). در بین تیمارهای کودی، تیمار محلول‌پاشی روی+ منگنز و تیمار محلول‌پاشی منگنز به‌تنهایی دارای بیشترین تأثیر را در سنتز و تجمع کربوهیدرات داشتند (جدول ٦). بر اساس نظر مارشنر (۱۹۹۵) عناصر میکرو آهن، روی و منگنز هر کدام به نوعی در فرآیند فتوسنتز و دخالت دارند. همان‌طور که در این آزمایش مشاهده شد، ترکیبات اسمزی مانند کربوهیدرات در تیمار تلفیقی عناصر روی و منگنز در مقایسه با تیمار منفرد آن‌ها، افزایش بیشتری داشتند (جدول ٦). همچنین ویلسیون و همکاران (۱۹۸۲) از نقش عنصر منگنز در تولید کربوهیدرات گزارش کرده‌اند. دلانی و همکاران (۱۹۹۳) اعلام کردند عناصر روی و منگنز بخصوص در ارقام مقاوم به خشکی در شرایط تنش نقش مثبتی در امر تنظیم اسمزی (به‌واسطه افزایش میزان پرولین و یا قندهای محلول) دارند. در این آزمایش اثرات متقابل تیمارهای تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر سنتز و تجمع کربوهیدرات معنی‌دار نبود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) فاکتورهای مورد بررسی در تیمارهای قطع آبیاری و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در گیاه ماش.

منبع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع گیاه	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک
تکرار	۲	۲۸۶۰/۵۶^{ns}	۶/۷۸۴^{ns}	۵/۹۲۱^{ns}	۱۱/۳۱۷^{ns}	۸۳/۲۲^{ns}	۰/۱۳^{ns}	۳۱۵۳۴۶۰/۱۷^{ns}
قطع آبیاری	۲	۳۲۲۴۰/۷۳*	۱۱۲/۳۶۵*	۱۰۴/۴۵۱*	۲۳۴/۸۱۷*	۱۲۶۵۰۶۵/۹۱**	۸/۲۵*	۴۱۲۱۱۲۳۱۵/۴۳**
اشتباه اصلی	۴	۲۴۲۰/۲۴	۸/۰۰۵	۶/۲۱۱	۱۶/۷۴۲	۶۶۳۳۲/۵۶	۲/۶۷	۳۱۵۵۷۷۱۷/۲۱
عناصر کم‌مصرف	۳	۸۹۰۵/۹۱**	۱۴۱/۳۰۲^{ns}	۱۱۵/۵۳۱$^{n.s}$	۲۲۹/۹۱۶^{ns}	۴۱۱۵۹۷/۳۹**	۲/۷۸^{ns}	۹۱۱۷۸۰۰۸/۴۱**
اثرات متقابل	۸	۵۸۸۲/۰۸*	۱۰/۷۱۵^{ns}	۷/۰۸۵^{ns}	۱۵/۹۶۶^{ns}	۸۳۲۱۲۰۵۶**	۱/۹۹^{ns}	۷۴۲۶۱۸۹۹/۱۰**
اشتباه اصلی	۱۸	۱۱۴۵/۶۶	۹/۱۷۲	۴/۵۰۶	۱۴/۵۳۸	۳۲۳۱۴/۴۵	۱/۱۸	۱۷۹۹۵۵۳۳/۳۵
ضریب تغییرات (CV)	-	۷/۸۲	۱۵/۱۸	۲۲/۰۵	۱۳/۷۰	۴/۲۹	۲۲/۰۹	۳/۸۸

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد از نظر آماری (آزمون LSD).

جدول ۳- مقایسه میانگین فاکتورهای مورد بررسی در تیمارهای قطع آبیاری و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در گیاه ماش.

تیمار	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	تعداد غلاف در بوته	تعداد دانه در غلاف	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (گرم در مترمربع)	شاخص برداشت	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
قطع آبیاری							
آبیاری مطلوب (بدون قطع آبیاری)	۳۲/۲۱^{a}	۱۱/۸۳^{a}	۱۲/۳۲^{a}	۴۱/۲۶^{a}	۴۴۹/۴۷^{a}	۱۷/۵۱^{a}	۳۵۷۷/۳۵^{a}
قطع آبیاری در مرحله رویشی	۲۵/۰۵^{c}	۸/۱۰^{b}	۹/۱۵^{b}	۳۸/۸۴^{b}	۳۷۲/۸۴^{b}	۱۳/۰۹^{b}	۲۷۹۳/۱۱^{b}
قطع آبیاری در مرحله زایشی	۲۸/۴۳^{b}	۹/۷۷^{c}	۸/۶۱^{b}	۳۷/۰۰^{c}	۳۳۱/۱۲^{c}	۱۲/۷۶^{b}	۲۴۱۸/۷۳^{c}
محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف							
بدون محلول‌پاشی	۲۸/۰۷^{b}	۹/۷۶^{a}	۱۱/۰۰^{a}	۳۹/۱۲^{a}	۳۶۸/۴۱^{c}	۱۵/۸۱^{a}	۲۸۶۵/۱۷^{c}
سولفات روی	۲۹/۹۶^{ab}	۱۰/۰۷^{a}	۱۱/۷۵^{a}	۳۹/۵۶^{a}	۳۸۹/۷۲^{b}	۱۶/۰۰^{a}	۳۰۰۶/۰۹^{b}
سولفات منگنز	۳۱/۷۶^{a}	۱۰/۲۲^{a}	۱۱/۸۴^{a}	۴۰/۰۷^{a}	۴۰۳/۱۶^{b}	۱۶/۱۲^{a}	۳۰۶۷/۹۱^{b}
سولفات روی+سولفات منگنز	۳۱/۸۴^{a}	۱۰/۵۳^{a}	۱۲/۰۶^{a}	۴۰/۱۱^{a}	۴۲۵/۵۳^{a}	۱۶/۲۶^{a}	۳۳۷۶/۸۷^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار از نظر آماری (آزمون LSD) می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل تیمارهای قطع آبیاری و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر عملکرد ماش.

تیمارهای آبیاری	نوع کود مصرفی	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)
آبیاری مطلوب (بدون قطع آبیاری)	بدون محلول‌پاشی	۲۸/۱۳^{c}	٤۲۰/٤۷^{b}	۲۸۸٤/٦۱^{c}
	سولفات روی	۲۹/۲۳^{c}	٤۲۸/۹٦^{b}	۳۰۹۷/۵۳^{b}
	سولفات منگنز	۳۱/۵٦^{b}	٤۳۵/۱۸^{ab}	۳۱۸۷/۳۸^{b}
	سولفات روی+سولفات منگنز	۳٤/۷٤^{a}	٤۵۱/۵۳^{a}	۳٤۹۵/٦٦^{a}
قطع آبیاری در مرحله رویشی	بدون محلول‌پاشی	۲٦/٤٦^{a}	۳۵٦/۹۱^{d}	۲۲۱۸/۰۹^{c}
	سولفات روی	۲۵/٤۵^{b}	۳٦۵/٦۸^{c}	۲٤۹۹/۹۳^{b}
	سولفات منگنز	۲۵/۸۲^{b}	۳۷٤/۲٦^{b}	۲۵۸۲/۷۱^{a}
	سولفات روی+سولفات منگنز	۲٤/۲۱^{c}	۳۸۱/۱۷^{a}	۲٦۹۷/۱۵^{a}
قطع آبیاری در مرحله زایشی	بدون محلول‌پاشی	۲٦/۲۹^{c}	۳۱۵/۲۳^{c}	۲۰۱۱/۰۰^{c}
	سولفات روی	۲۸/٤٦^{b}	۳۳۷/٤۸^{b}	۲۳٦۹/۱٦^{b}
	سولفات منگنز	۳۰/٦۳^{ab}	۳۳۷/۳۹^{b}	۲٤۱۰/٤۲^{ab}
	سولفات روی+سولفات منگنز	۳۱/٤۲^{a}	۳٤۰/۵٤^{a}	۲۵۸۷/۳۵^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار از نظر آماری (آزمون LSD) می‌باشد.

غلظت پروتئین دانه: نتایج تجزیه واریانس در جدول (۵) نشان می‌دهد تیمار تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف تأثیر معنی‌داری بر درصد پروتئین دانه داشتند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که تنش خشکی، سبب افزایش معنی‌دار درصد پروتئین دانه شد. به‌طوری که تنش خشکی در مرحله رویشی (ساقه‌دهی) با داشتن ۲۹/۱٦ درصد بالاترین و تیمار آبیاری مطلوب (بدون تنش) با ۱۸/۱۵ درصد کمترین درصد پروتئین را به خود اختصاص دادند (جدول ٦).

نتایج مقایسه میانگین‌ها حاکی از تأثیر معنی‌دار محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی بر درصد پروتئین دانه نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی بود، به طوری‌که محلول‌پاشی توأم روی و منگنز با ۲۰/۳٤ درصد دارای بیشترین درصد پروتئین نسبت به سایر تیمارها بود اما بین این تیمار با تیمار محلول‌پاشی با سولفات منگنز و روی به‌تنهایی تفاوت معنی‌داری از نظر آماری وجود نداشت. کمترین میزان درصد پروتئین نیز از تیمار بدون محلول‌پاشی با عناصر کم‌مصرف (۱٦/۷۳ درصد) حاصل شد (جدول ٦). افزایش درصد پروتئین تحت شرایط محلول‌پاشی با سولفات منگنز و روی را می‌توان از یک سو به تأثیر غیرمستقیم عناصر ریزمغذی در افزایش جذب نیتروژن نسبت داد یعنی گیاه با در دسترس داشتن

Archive of SID

www.SID.ir

عناصر کم‌مصرف استفاده بیشتر و بهینه‌ای از نیتروژن موجود در خاک کرده و در نتیجه پروتئین‌سازی افزایش یافته است. از سوی دیگر عناصر ریزمغذی مانند منگنز در ساختمان برخی از پروتئین‌ها و همچنین در متابولیسم پروتئین شرکت می‌کنند و از این طریق نیز ممکن است باعث افزایش مقدار پروتئین گردند (پای‌گذار، ۲۰۰۸).

در شرایط کمبود روی، فعالیت بسیاری از آنزیم‌ها کاهش و در نتیجه کربوهیدرات‌ها (نشاسته و قند) در برگ‌های گیاه تجمع پیدا می‌کند. عنصر روی نقش مهمی در سنتز پروتئین‌ها و متابولیسم کربوهیدرات‌ها دارند. در اثر کمبود عنصر روی فعالیت آنزیم RNA پلیمراز کم می‌شود و با کاهش انتقال اسیدهای آمینه، تجزیه و تخریب RNA، سنتز پروتئین کاهش می‌یابد که این امر سبب کاهش تولید پروتئین می‌گردد. تأثیر محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی توأم با کودهای شیمیایی سبب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه، درصد پروتئین و روغن در گلرنگ گردید (بابولکار و همکاران، ۲۰۰۰). این نتایج مبین آن است که کاربرد عناصر ریزمغذی می‌تواند تأثیر به‌سزایی در افزایش عملکرد کمی و کیفی گیاه ماش داشته باشد.

عملکرد پروتئین دانه: بر اساس جدول تجزیه واریانس، تیمار تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم مصرف تأثیر معنی‌داری بر عملکرد پروتئین دانه داشت، اما اثر متقابل آن‌ها بر عملکرد پروتئین دانه معنی‌دار نبود (جدول ۵). همان‌طور که می‌دانیم عملکرد پروتئین از حاصل‌ضرب درصد پروتئین در عملکرد دانه محاسبه می‌شود (بابائیان، ۲۰۰۸). با توجه به این‌که در این آزمایش بالاترین میزان درصد پروتئین و بالاترین میزان عملکرد دانه به‌ترتیب از تیمارهای محلول‌پاشی توأم روی و منگنز و آبیاری مطلوب حاصل شده است بنابراین به‌تبع آن بالاترین میزان عملکرد پروتئین نیز در این دو تیمار مشاهده شد (جدول ٦).

جدول ۵- تجزیه واریانس میانگین مربعات صفات کیفی مورد بررسی در گیاه ماش.

منبع تغییرات	درجه آزادی	غلظت کربوهیدرات	غلظت پروتئین	عملکرد پروتئین
تکرار	۲	۱۲/٤۲^{ns}	٦۱/۹^{ns}	٦۷/۰^{ns}
قطع آبیاری	۲	۱۷/۸۷۷*	۵۵/۲۱۱*	۱٤/٤۳٦**
اشتباه اصلی	٤	۹۵/۵٦	۲۷/۹	٤٦/۷۳
عناصر کم مصرف	۳	۸۷/٦۹**	۷۷/۱۹*	٤۲/۳۱۰**
اثرات متقابل	٦	۷۱/۳۵^{ns}	٦۱/۱۵^{ns}	۷۵/۱۱۹^{ns}
اشتباه فرعی	۱۸	٤۳/۱۲	۷/۲	۹۲/٤۱
ضریب تغییرات (cv)	–	۱٤/۹	۷۱/۱۱	۵۵/۸

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد از نظر آماری.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ٦- مقایسه میانگین اثر تیمارهای قطع آبیاری و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر صفات کیفی ماش.

تیمار	غلظت کربوهیدرات (درصد)	غلظت پروتئین (درصد)	عملکرد پروتئین (کیلوگرم در هکتار)
قطع آبیاری			
آبیاری مطلوب (بدون قطع آبیاری)	۱٤/۳۷^{a}	۱۸/۱۵^{c}	۹٤/۲۹^{a}
قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی	۲۹/۱۰^{b}	۲۹/۱٦^{a}	٦۳/۲٤^{b}
قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی	۲۵/۸۵^{c}	۲۱/۷۲^{b}	٤۹/٦۵^{c}
محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف			
بدون محلول‌پاشی	۲۹/۳٦^{c}	۱٦/۷۳^{b}	۵۸/۸۸^{c}
سولفات روی	۳۲/۵٦^{b}	۱۹/٤۵^{a}	۷۷/۸۰^{b}
سولفات منگنز	۳۵/۸٤^{a}	۱۹/۲۲^{a}	۸۰/۵۰^{b}
سولفات روی+سولفات منگنز	۳٦/۱۸^{a}	۲۰/۳٤^{a}	۸۵/۲۰^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار از نظر آماری می‌باشد.

میزان عناصر غذایی

نیتروژن: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمار تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف تأثیر معنی‌داری بر غلظت نیتروژن دانه داشته است (جدول ۷). اما اثر متقابل آن‌ها بر غلظت نیتروژن دانه معنی‌دار نبود (جدول ۷). مقایسه میانگین تیمارهای تنش خشکی نشان داد که بیشترین میزان غلظت نیتروژن از تیمار عدم تنش (۳/۳۵ درصد) به‌دست آمد و با اعمال تیمارهای تنش از غلظت نیتروژن گیاه به‌شدت کاسته شده است به طوری‌که کمترین میزان جذب نیتروژن از تیمار تنش در مرحله زایشی (۲/٤۰ درصد) حاصل شد (جدول ۸). علت کاهش محتوی نیتروژن گیاه می‌تواند به‌دلیل کاهش جذب این عنصر توسط ریشه از خاک تحت شرایط تنش خشکی باشد (پای‌گذار، ۲۰۰۸). کاهش درصد نیتروژن دانه گیاهان در شرایط خشکی توسط سایر محققین نیز گزارش شده است (بابائیان، ۲۰۰۸؛ پای‌گذار، ۲۰۰۸).

در بین تیمارهای محلول‌پاشی نیز بالاترین میزان درصد نیتروژن دانه از تیمار محلول‌پاشی توأم روی و منگنز (۳/۱۵ درصد) حاصل شد و بین این تیمار با تیمار محلول‌پاشی با سولفات روی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین میزان درصد نیتروژن دانه نیز از تیمار عدم محلول‌پاشی (۲/٦۷ درصد) حاصل گردید (جدول ۸). به‌نظر می‌رسد علت افزایش غلظت نیتروژن تحت شرایط

Archive of SID

www.SID.ir

محلول‌پاشی با سولفات روی به‌دلیل تأثیر غیرمستقیم عناصر ریزمغذی به‌خصوص روی در افزایش جذب نیتروژن باشد.

فسفر: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمار تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف تأثیر معنی‌داری بر محتوی فسفر گیاه داشت اما اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر محتوی فسفر گیاه معنی‌دار نبود (جدول ۷). بیشترین میزان غلظت فسفر از تیمار عدم تنش (۰/۳۵٦ درصد) و کمترین میزان آن از تیمار تنش در مرحله زایشی (۰/۲۷۹ درصد) حاصل شد (جدول ۸). کاهش شدید رشد ریشه تحت شرایط تنش خشکی مهم‌ترین دلیل کاهش جذب این عنصر در خاک توسط گیاه محسوب می‌شود (پای‌گذار، ۲۰۰۸).

در بین تیمارهای محلول‌پاشی نیز مشاهده شد که بالاترین میزان غلظت فسفر از تیمار عدم محلول‌پاشی حاصل شد و بین این تیمار با سایر تیمارها تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۷). نتایج مقایسات میانگین‌ها نشان داد که کمترین میزان محتوی فسفر از محلول‌پاشی با عنصر منگنز به‌دست آمد (۰/۳۰۱ درصد) و بین این تیمار با تیمار محلول‌پاشی توأم روی و منگنز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۸). علت این امر ممکن است به اثر ناهمسازی[1] منگنز در جذب فسفر مربوط باشد (آدامز، ۱۹۹۰؛ ملکوتی و همائی، ۲۰۰٤). همچنین کاهش محتوای فسفر دانه به‌سبب اثر ناهمسازی بین فسفر و عناصر ریزمغذی توسط ملکوتی و لطف اللهی (۱۹۹۸) نیز گزارش شده است.

پتاسیم: در این تحقیق اثر تیمار تنش خشکی بر محتوی پتاسیم دانه معنی‌دار و اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر محتوی پتاسیم دانه معنی‌دار نبود (جدول ۷). همانند عناصر نیتروژن و فسفر، بیشترین میزان غلظت پتاسیم نیز از تیمار عدم تنش با میانگین ۲/٤۳ درصد و کمترین میزان آن از تیمار تنش در مرحله زایشی با میانگین ۱/۸۸ درصد حاصل شد (جدول ۸). همان‌طور که قبلاً نیز اشاره شد کاهش شدید رشد ریشه تحت شرایط تنش خشکی مهم‌ترین دلیل کاهش جذب این عنصر در خاک توسط گیاه محسوب می‌شود (پای‌گذار، ۲۰۰۸).

روی و منگنز: نتایج تجزیه آماری داده‌ها نشان داد که تنش تیمار محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر محتوی روی و منگنز دانه ماش معنی‌دار بود. اما اثر تیمار تنش خشکی و اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر محتوی عناصر روی و منگنز دانه این گیاه معنی‌دار نبود (جدول ۷).

1- Antogonisty

Archive of SID

www.SID.ir

محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف به‌صورت منفرد و یا ترکیبی، باعث افزایش میزان عناصر روی و منگنز در دانه شدند. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین میزان عناصر روی و منگنز از تیمار محلول‌پاشی هر یک از این عناصر بر گیاه ماش به‌دست آمد (جدول ۸) و بین این تیمارها با تیمار محلول‌پاشی توأم روی و منگنز تفاوت معنی‌داری وجود نداشت.

پای‌گذار (۲۰۰۸) نیز در بررسی اثر عناصر میکرو بر درصد عناصر روی و منگنز در گیاه ارزن گزارش کرد که محلول‌پاشی روی و منگنز سبب افزایش غلظت این عناصر در بافت ارزن می‌شود.

جدول ۷- تجزیه واریانس میانگین مربعات غلظت عناصر معدنی در دانه.

منبع تغییر	درجه آزادی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	روی	منگنز
تکرار	۲	۰/۰۷٦^{ns}	۰/۱٥٦^{ns}	۰/۰۳٤^{ns}	۱/۰٤۳^{ns}	۰/۰٤٤^{ns}
قطع آبیاری	۲	۰/۷۲٤*	۰/۱٦۰*	۰/۲۱۲*	۱/۱٥۲^{ns}	۰/۱٥٦^{ns}
اشتباه آزمایشی	٤	۰/۱۲۲	۰/۱٥۲	۰/۰۲٦	۱/۰۸۹	۰/۰۱۸
عناصر کم‌مصرف	۳	۰/۱۳٤*	۰/۳۰۰*	۱/۲٥٦^{ns}	۲/۰۷۷**	۰/۰٥۳**
اثر متقابل	٦	۰/۱۰۰^{ns}	۰/۲۱۸^{ns}	۰/۱۷۲^{ns}	۱/۰٦۲^{ns}	۰/۰٤۱^{ns}
اشتباه آزمایشی	۱۸	۰/۰۳٤	۰/۱۰۳	۰/۰۸۳	۱/۰۰٥	۰/۰۱۳
ضریب تغییرات (cv)	–	۷/۱۲	۱۱/٤٥	۱۳/۲٤	۱۲/۸۸	۱٥/۹۱

^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ٥ درصد و ۱ درصد از نظر آماری.

جدول ۸- مقایسه میانگین اثر تیمارهای قطع آبیاری و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر غلظت عناصر معدنی در دانه.

تیمار	پروتئین	فسفر	پتاسیم	روی	منگنز
	(درصد)			(میلی‌گرم در گرم)	
قطع آبیاری					
آبیاری مطلوب (بدون قطع آبیاری)	۳/۳٥^{a}	۰/۳٥٦^{a}	۲/٤۳^{a}	۱٦٥/۱۹^{a}	۲٦/۰۷^{a}
قطع آبیاری در مرحله رشد رویشی	۲/٥٦^{b}	۰/۳۰۷^{b}	۲/۰٥^{b}	۱٦۳/۱۰^{a}	۲٤/۷۷^{a}
قطع آبیاری در مرحله رشد زایشی	۲/٤۰^{B}	۰/۲۷۹^{c}	۱/۸۸^{b}	۱٦۲/۸٤^{a}	۲٤/٦٥^{a}
محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف					
بدون محلول‌پاشی	۲/٦۷^{b}	۰/۳٤٤^{a}	۲/۳۲^{a}	۱۲۹/٥٤^{b}	۱٥/۸۸^{c}
سولفات روی	۳/۰٤^{a}	۰/۳۲٥^{b}	۲/۳۲^{a}	۱۸۷/۳۲^{a}	۱۷/۱۹^{b}
سولفات منگنز	۲/۹٦^{a}	۰/۳۰۱^{c}	۲/۳۲^{a}	۱۳۲/۰۹^{b}	۳۲/۰۰^{a}
سولفات روی+سولفات منگنز	۳/۱٥^{a}	۰/۳۰۹^{c}	۲/۳٥^{a}	۱۸۰/۹۱^{a}	۳۱/۲۳^{a}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهنده عدم وجود تفاوت معنی‌دار از نظر آماری می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه‌گیری کلی

از نتایج به‌دست آمده در این آزمایش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که تنش خشکی در هر دو مرحله ساقه‌دهی و خوشه‌دهی اثر معنی‌داری بر کاهش عملکرد دانه ماش رقم محلی دارد. اما تنش خشکی در مرحله زایشی (خوشه‌دهی) بیشترین تأثیر را بر کاهش عملکرد دانه و سایر صفات فیزیولوژیک مورد ارزیابی در این تحقیق داشت. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که مرحله زایشی حساس‌ترین مرحله گیاه به تنش خشکی می‌باشد، وقوع تنش در این مرحله ضمن کاهش طول دوره پر شدن دانه‌ها، سبب کاهش جذب کافی عناصر کم‌مصرف در گیاه می‌شود. در بین عناصر کم مصرف، عنصر منگنز به‌صورت منفرد و یا ترکیبی، بیشترین تأثیر را بر عملکرد دانه و سایر ویژگی‌های فیزیولوژیک مورد ارزیابی در این آزمایش دارا بود.

منابع

1.Adams, F. 1990. Interaction of phosphorus with elements in soils and in plants. In: The Role of phosphorus in Agriculture. (Eds: Khasawneh, F.C., and Kamparath, E.J). Am. SOC. Agron. Soil Sci. SOC. Am., Madison, WI.

2.Alloway, B.J. 2004. Zinc in Soils and Crop Nutrition. Int. Zinc Assoc. (IZA), Belgium, 128p.

3.Altındişli, A., İrget, M.E., Kalkan, H., Kara, S., and Oktay, M. 1998. Effect of foliar applied KNO3 on yield, quality and leaf nutrients of Carignane and Colombard wine grapes. In: Anac, D., and P., Martin- Prével, Improved Crop Quality by Nutrient Management. 86: 103-106.

4.Amin Poor, Y., and Mousavi, M. 1994. Effect of irrigation frequency on the development stages and yield components of cumin. J. Agric. Sci. Nat. Resour., 1: 7-1.

5.Babaeian, M. 2008. Effects of application of micro nutrient solution on quantitative and qualitative indicators of sunflower in three stages of drought. Master's thesis, Department of Agriculture, University of Zabol.

6.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. J. Ind. Soc. Soil. Sci., 48: 541-543.

7.Bakhash Kelarestaghi, K., Madani, H., Bazoobani, M., and Asadi, M. 2007. Optimizing of zinc quantity and application method on bread wheat (*Triticum aestivum* L.) in Bam region of Iran. In: Proceedings of Zinc Crops Conference, Istanbul, Turkey.

8.Bradford, K.J. 1994. Water stress and the water relations of seed developments: A critical review. Crop Sci., 34: 1-11.

Archive of SID

www.SID.ir

9.Brennan, R.F. 2001. Residual value of zinc fertilizer for production of wheat. Aust. J. Exp. Agr., 41: 541–547.
10.Camberato, J.J. 2004. Foliar application on sugar beet. J. Fruit Ornam. Plant Res., 12: 120-126.
11.Chabok, B. 1996. Assess physiological index of drought resistance in chickpea. M.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Azad University, Karaj.
12.Delaney, A.J., Hu, C.A., Kishor, A.P.B., and Veerma, D.P.S. 1993. Cloning ornithine-amino transferase Cdna from vignaan conitifolia by trans-complementation in escherichia coli and regulation of prolin biosynthesis. J. Biol. Chem., 268: 18673-18678.
13.Dhingra, K.K., Dhillon, M.S., Grewal, D.S., and Sharma, K. 1991. Performance of maize and mung bean intercropping in different planting patterns and row orientation. Ind. J. Agron., 36: 207-212.
14.Hemantarajan, A., and Trivedi, A.K. 1996. Growth and yield of soybean as influenced by sulphur and iron nutrition. Ind. J. Plant Physiol., 2: 304-306.
15.Imayavaramban, V., Jeyasingh, J., Thanunathan, K., Singaravel, R., and Manuel, R.I. 2004. Studies on the effect of foliar application of NPK and chelated micronutrients on the productivity and economic returns of sesame. Res. Crops., 5: 44-46.
16.Khampariva, N.K. 1996. Yield and yield attributing characters of soybean as affected by levels of phosphorous and zinc and their interactions on Vertisoil. Crop Res., 12: 275-282.
17.Kuepper, G. 2003. Foliar fertilization. ATTRA. available online: www.attra.ncat.org.
18.Kuznetsov, V., and Shevyakova, N.I. 1999. Proline under stress: Biological role, metabolism and regulation. Rus. J. Plant Physiol., 46: 274-287.
19.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. J. Agri. Sci., 13: 556-563.
20.Lewis, D.C., and Macfalane, J.D. 1986. Effect of foliar applied manganese on the growth of safflower (*Carthamus tinctorious* L.) and the diagnosis of manganes deficiency by plant tissue and seed analysis. Aust. J. Agri. Res., 37: 567-572.
21.Malakoti, M., and Tehrani, M. 2000. The Role of Micronutrients on Yield and Qualify Increasing of Crops. Tabiat Modares University Press.
22.Malakoti, M.J., and Homaei, M. 2004. The Arid Soil Fertility "Solve Problems and Ways". Second edition.Tarbiat Modarres University Press.
23.Malakoti, M.J., and Lotfollahi, M.A. 1998. The role of zinc in increasing quantitative and qualitative of agriculture crops and inproving society health (zinc forgotten elemental). Politics of High council decrease of using poisones and the best use of chemical manures, agriculture ministry, Keshavarzi Amozesh press. 193p.

Archive of SID

www.SID.ir

24.Malewar, G.U., Kati, S.D., Walikan, S.L., and Syed, I. 2001. Interaction effect of zinc and boron on yield, nutrient uptake and quality of mustad (*Brassica juncea*) on a typichaplustert. J. Soi. Crops., 41: 186-187.
25.Marschner, H. 1995. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2nd Academic Press. Ltd. London.
26.Moradi, A., Ahmadi, A., and Vojoudi, M. 2005. Photosynthesis and stomatal conduct an ceresponses of severe and mild drought stress at different growth stages. First National Conference of Iranian crops. Institute for Plant Sciences, Ferdowsi University of Mashhad. 272-268.
27.Moussavi-Nik, M., Rengel, Z., Hollamby, G.J., and Ascher, J.S. 1997. Seed manganese (Mn) content is more important than Mn fertilization for wheat growth under Mn- deficient conditions. In: Plant nutrition for sustainable food production and environment. T. Ando (eds.), Pp: 267-268, Kluwer Academic publishers, Dordrecht.
28.Nam, N., Chauhan, H., and Johansen, C. 2001. Effect of timing of drought stress on growth and grain yield of extra- short-duration pigeonpea lines. J. Agric. Sci., 136: 179-189.
29.Naeimi, M., Akbari, Gh., and Shiranirad, A.M. 2008. Evaluation of drought tolerance in different canola cultivares based on stress evaluation indices in terminal growth duration. EJCP., 1: 83-98.
30.Payegozar, Y. 2008. Effect offoliar applicationof micro nutrient sonquantitative and qualitative characteristics of pearl millet under drought stress. Master's thesis, Department of Agriculture, University of Zabol.
31.Ravi, S., Channa, H.T.L., 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.). KJAS., 32: 382-385.
32.Sadana, U.S., and Nayyar, V.K. 1991. Response of wheat on manganese deficient soils to the methods and rates of manganese sulphate-application. fertilizer News, 36, 55-7.
33.Sanchez, F.J., De Andres, E.F., Tenorio, J.L., and Ayerbe, L. 2003. Growth of epicotyls, turgor maintenance and osmotic adjustment in pea plants (*Pisum sativum* L.) subjected to water stress. Field Crop Res. 86: 81-90.
34.Sanchez, F.J., Manzanares, M., De Andres, E.F., Tenorio, J.L., and Ayerbe, L. 1998. Turgor maintenance, osmotic adjustment and soluble sugar and prolin Baccumulation in 49 pea cultivars in response to water stress. Field Crop Res., 59: 225-235.
35.Sajedi, N.A., Ardakani, M.R., Naderi, A., Mdani, H., and Mashhadi akbarbujar, M. 2009. Effect of nutrition elements application on agronomical characters of maize hybrid (KSC.704) under water deficit stress at different growth stages. Agron. Plant. Breediny., 1: 85-98.

Archive of SID

www.SID.ir

37. Schlegel, H.G. 1956. Die Verwertung organischer sauren durch chlorella in lincht. Planta, 47: 510-515.
38. Stampar, F., Hudina, M., Dolenc, K., and Usenik, V. 1998. Influence of foliar fertilization on yield quantity and quality of apple (*Malus domesticaborkh*.). In: Anac, D., and P., Martin- Prével. Improved Crop Quality by Nutrient Management. Pp: 91-94.
39. Thiruppathi, M.K., Thanunathan, K., Ganapathy, M., Prakash, M., and Imayavaramban, V. 2001a.Nutrient uptake and quality characters of sesame (*Sesam unindicum* L.) as influenced by micro nurients, biofertilizer and phytohormones. Sesame and Safflower News, 16: 51-56.
40. Thiruppathi, M.K., Thanunathan, K., Prakash, M., and Imayavaramban, V. 2001b. Use of biofertilizer, phytohormone and zinc as a cost effective agrotechnique for increasing sesame productivity. Sesame and Safflower News, 16: 46-50.
41. Whitfield, D.M., Cornner, D.J., and Hall, A.J. 1989. Carbon dioxide balance of sunflower subjected to water stress during grain filling, J. Field Crops Res., 20: 65-81.
42. Wilson, D., Boswell, O., Ohki, F.C., Parkrt, K., Shuman, M.B.L., and Jellum, M.D. 1982. Change in soybean seed oil and protein as influenced by maganes nutrition. J. Crop Sci., 22: 948-952.
43. Yilmaz, A., Kiz, H.E., Torun, B., Gulekin, I., Karanlk, S., Bagci, A., and Cakmak, I. 1997. Effects of different zink application methods on grain yield and zinc concentration in wheat cultivars grown on zinc deficient calcareous soils. J. Plant Nut., 20: 461-471.

Archive of SID

www.SID.ir

EJCP., Vol. 8(1): 121-141
http://ejcp.gau.ac.ir

Effect of water stress and foliar micronutrient application on physiological cahracteristics and nutrient uptake in mung bean

R. Jafar dokht[1], *S.M. Mosavi Nik[2], A. Mehraban[3] and M. Basiri[4]
[1]M.Sc. Graduate of Agronomy, Faculty of Agriculture, Islamic azad University of Zahedan,
[2]Associate Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Agriculture, Zabol University,
[3]Assistant Prof., Dept. of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Islamic azad University of Zahedan, [4]Ph.D. Student of Agronomy, Faculty of Agriculture, Zabol University
Received: 07/12/2014 ; Accepted: 01/16/2015

Abstract

In order to study the effect of Mn and Zn micronutrients foliar application on quality and quantity characteristics of mung bean under water stress a field experiment was conducted at the University of Zabol in 2011-2012. The experiment was conducted in split plot design with three replications. Main plots were different levels of drought stress included: optimum irrigation, withholding irrigation in vegetative growth stage, and with holding irrigation in flowering stage. Sub plots were of four levels of micronutrients foliar application included: no foliar application, 3000 ppm foliar application of zinc, 3000 ppm foliar application of manganese, and foliar application of zinc+manganese. The results showed that the highest plant height, No. capsule in plant, No. seed in capsule, 1000 seeds-weight and biological yield and harvest index obtained from optimum irrigation treatment. The highest grain yield was achieved from optimum irrigation treatment and foliar application of zinc+manganese. The most amounts of carbohydrate percentage, zinc and manganese was achieved from treatments of micronutrients foliar application. But micronutrients application led to decreasing phosphorous uptake in plant. The results showed that interaction between irrigation treatments and micronutrients foliar significantly increased plant height, grain yield and biological yield. The highest grain yield (451 Kg ha^{-1}) was achieved from optimum irrigation and foliar application of zinc+manganese. It can be concluded that water stress at the flowering stage had the most effect on reducing grain yield of mung bean. Although the highest concentrations of carbohydrates and proteine were found in water stress at the vegetative growth stage, Since reduction during seeds filling period and the lack of adequate absorption of micronutrients, the effects of the drought in was more pronounced at the vegetative growth stage than water stress the flowering stage, and drought stress in this stage decreased grain yield.

Keywords: Water stress, Physiological caharcteristics, Micro nutrients, Mung bean

*Corresponding author: mousavi@uoz.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir