نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۸۵۱-۸۴۱

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.3, Fall 2018, p. 841-851

# بررسی اثر تنش خشکی و عناصر کم‌مصرف روی و منگنز روی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.)

**اعظم گیدسکی[1]* و رضا برادران[2]**

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۲/۱۹
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۳

گیدسکی، الف.، و برادران، ر. ۱۳۹۷. بررسی اثر تنش خشکی و عناصر کم‌مصرف روی و منگنز روی صفات مورفولوژیک و عملکرد گیاه ارزن معمولی (*Panicum miliaceum L.*). بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۳):۸۵۱-۸۴۱.

## چکیده

به‌منظور بررسی اثر دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی گیاه ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.) آزمایشی به صورت کرت های خرد شده، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه‌ای در منطقه‌ی سربیشه از توابع شهرستان بیرجند در سال ۱۳۹۱ انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل دور آبیاری در سه سطح (۷، ۱۴ و ۲۱ روز) و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف به چهار روش (محلول‌پاشی منگنز، محلول‌پاشی روی، محلول‌پاشی توأم منگنز و روی و بدون محلول‌پاشی) به‌ترتیب به کرت‌های اصلی و فرعی اختصاص یافت. نتایج نشان داد که کاهش دور آبیاری عمدتا از طریق افزایش صفات مورفولوژیک مانند ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته، مساحت برگ پرچم، طول پدانکل و طول خوشه سبب افزایش عملکرد دانه شد. محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز نیز با افزایش ارتفاع گیاه، تعداد برگ در بوته، طول پدانکل و طول خوشه سبب افزایش عملکرد دانه شد. اثر تیمار دور آبیاری بر صفت شاخص برداشت دانه در خوشه معنی‌دار بود. کاهش دورآبیاری سبب افزایش شاخص برداشت دانه در خوشه شد (۱۷/۹۶ درصد نسبت به تیمار با دور آبیاری ۲۱ روز). اثر محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف بر صفت شاخص برداشت دانه در خوشه معنی‌دار بود. تیمار محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف سبب افزایش شاخص برداشت دانه در خوشه شد. اثر متقابل دور آبیاری و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف نیز در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار دور آبیاری ۷ روزه و محلول‌پاشی توأم منگنز و روی با ۲۲۲/۶ گرم در متر مربع بود. کم‌ترین عملکرد دانه هم مربوط به تیمار دور آبیاری ۲۱ روز و بدون محلول‌پاشی بود.کاهش دور آبیاری به ۷ روز و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف سبب افزایش صفات مورفولوژیک، شاخص برداشت دانه در خوشه و عملکرد دانه شد. در شرایط تنش خشکی محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز سبب افزایش صفات مورفولوژیک و نهایتا عملکرد دانه گردید.

**واژه‌های کلیدی:** دور آبیاری، شاخص برداشت، عملکرد دانه، محلول‌پاشی

## مقدمه

تنش خشکی یکی از مهم‌ترین تنش‌های غیرزنده محیطی است که موجب کاهش عملکرد گیاهان زراعی، به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک جهان می‌شود (Dastoor et al., 2014). آب مهم‌ترین عامل محدودکننده در ایران بوده و این در حالی است که این بخش بیش از ۹۰ درصد از آب استحصال شده کشور را به‌خود اختصاص می‌دهد. محدودیت این نهاده باارزش و ظرفیت‌های مناسب بخش کشاورزی موجب کاهش تولید و عملکرد محصول به‌ازای میزان آب مصرفی می‌شود (Heidarypoor et al., 2014). قاعدتا در شرایط تنش شدید به‌دلیل کاهش شدید آماس سلولی،کاهش رشد و تقسیم سلول‌ها رشد رویشی گیاه کاهش می‌یابد (Rahimizadeh et al., 2012). تنش خشکی سبب کاهش تقسیم سلولی،کاهش رشد طولی

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: r.baradaran@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jag.v10i3.61216

سلول‌ها و در نتیجه کاهش رشد گیاه می‌شود (Ghanbari et al., 2011). اعمال تنش رطوبتی به‌ویژه در مراحل نمو ارزن (از مرحله طویل شدن ساقه به بعد) باعث کاهش ارتفاع بوته و در نتیجه کاهش تولید و ذخیره مواد فتوسنتزی می‌شود (Khazaee et al., 2005). تنش رطوبتی موجب کاهش عملکرد دانه گندم (*Triticum aestivum* L.) گردید (Senoubar et al., 2011). تنش خشکی اثر معنی‌داری بر ارتفاع بوته گیاه ارزن مرواریدی (*Pennisetum glaucum* L.) داشت (Keshavars et al., 2011). افزایش تنش آب موجب کاهش ارتفاع ساقه در ذرت (*Zea mays* L.) گردید (SookhtAbendani& Ramazani, 2012). کم‌آبیاری شاخص برداشت دانه در خوشه را به‌طور معنی‌داری کاهش داد (Seghatoleslami et al., 2005). ارزن یکی از غلات سنتی در نواحی خشک و نیمه‌خشک مناطق گرمسیری محسوب می‌شود که از تحمل بالایی نسبت به تنش خشکی و شوری برخوردار است (Khazaee et al., 2005).

علاوه بر تأمین آب، تامین و عرضه عناصر غذایی گیاه، برای نیل به عملکرد و کیفیت مطلوب محصولات کشاورزی ضرورت کامل دارد. در مناطق خشک و نیمه‌خشک نه تنها کمبود آب، بلکه کمبود عناصر غذایی قابل جذب در خاک نیز همیشه محدود کننده رشد گیاه می‌باشد (Karimi et al., 2005). عناصر کم‌مصرف برای رشد طبیعی گیاهان مورد نیاز هستند و ضمن شرکت در ساختار بعضی اندام‌ها در بسیاری واکنش‌های بیوشیمیایی دخالت دارند. کمبود این عناصر گاهی به‌عنوان محدود کننده جذب سایر عناصر غذایی و رشد می‌تواند عمل کند (Ramroodi et al., 2011). محلول‌پاشی با ترکیبی از منگنز و روی در مقایسه با سایر تیمارهای محلول‌پاشی منجر به بیشترین مقدار پارامترهای رشدی گیاه ارزن دم‌روباهی (*Setaria italic* L.) شد (Asgharipour et al., 2012). بیشترین مقدار ارتفاع بوته سورگوم دانه‌ای (*Sorgum bicolor* L.) در تیماری که به‌وسیله منگنز و روی محلول‌پاشی شده بود به‌دست آمد (Kazemi et al., 2012). کاربرد روی اختلاف معنی‌داری در ارتفاع بوته ارزن معمولی ایجاد نمود (NejhadHosseini et al., 2011). بیشترین مقدار طول خوشه ارزن دم‌روباهی (*Setaria italic L.*) مربوط به تیماری بود که به‌صورت ترکیبی با روی و منگنز محلول‌پاشی شده بود (Asghari Pour et al., 2012). تیمارهایی که درآن آهن، روی و منگنز به‌کار رفته بود عملکرد دانه جو (*Hodeum vulgare* L.) را به‌ترتیب ۲۰، ۱۷/۵ و ۸/۶ درصد در مقایسه با شاهد افزایش دادند (Babaeian et al., 2005). هدف از انجام این آزمایش بررسی اثر تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف منگنز و روی و همچنین بررسی اثر متقابل این دو صفت بر روی صفات مورفولوژیک، شاخص برداشت دانه در خوشه و عملکرد دانه گیاه ارزن معمولی بود.

## مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان ۱۳۹۱ در مزرعه‌ای در شهر سربیشه با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۲ دقیقه و ۵۳ دقیقه انجام گرفت. ویژگی‌های خاک و آب محل آزمایش در جداول مربوطه آمده است.

عملیات آماده‌سازی زمین شامل شخم، دیسک و تسطیح کننده بود. پس از مشاهده نتایج آزمایش آنالیز خاک ۶۷ کیلوگرم فسفات در هکتار به‌صورت سوپر فسفات تریپل، ۶۳ کیلوگرم پتاسیم در هکتار به‌صورت سولفات‌پتاسیم و ۶۱ کیلوگرم نیتروژن به‌صورت اوره به زمین افزوده شد. ۱۲۲ کیلوگرم نیتروژن در مراحل بعدی بعد از وجین به‌صورت سرک به خاک داده شد.

**جدول ۱- نتایج آزمایش آب محل انجام آزمایش**

**Table 1- Water properties of the experimental site**

| اسیدیته pH | کل مواد محلول (میلی گرم بر لیتر) TDS $mg.l^{-1}$ | هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر) EC $(dS.m^{-1})$ | کاتیون‌ها (میلی اکی‌والان برلیتر) $(MEQ.L^{-1})$ | | | | درصد سدیم تبادلی SAR | آنیون‌ها (میلی اکی‌والان بر لیتر) $(MEq.L^{-1})$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | $K^+$ | $Na^+$ | $Mg^{++}$ | $Ca^{++}$ | | $SO_4$ | $Cl^-$ | $CO_3^-$ | $HCo_3$ |
| 7.78 | 4243 | 6.63 | 0.07 | 48.69 | 13.1 | 10 | 14.36 | 23.06 | 47.2 | 0 | 1.6 |

**جدول ۲- نتایج آزمایش خاک محل انجام آزمایش**
**Table 2- Soil properties of the experimental site**

| بافت Texture | درصد کربن آلی خاک %CO | پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم $K(mg.kg^{-1})$ | درصد نیتروژن %N | درصد مواد خنثی شونده خاک %T.N.V | درصد اشباع خاک %SP | هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر لیتر) $EC\ (dS.m^{-1})$ | اسیدیته pH | عمق (سانتی متر) Depth (cm) | فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم) $P(mg.kg^{-1})$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| لوم- شنی Loam- sandy | 0.472 | 220 | 0.034 | 22.07 | 34.4 | 11.95 | 7.79 | 0-30 | 5.00 |

**ادامه جدول ۲- نتایج آزمایش خاک محل انجام آزمایش**
**Continuation table 2- Soil properties of the experimental site**

| میلی‌گرم بر کیلوگرم $mg.kg^{-1}$ | | | | درصد % | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| منگنز Manganese | روی Zinc | مس Copper | آهن Iron | سیلت Silt | رس Clay | شن Sand |
| 9.43 | 0.50 | 0.70 | 2.11 | 52 | 12 | 40 |

طرح آزمایش به‌صورت کرت‌های خرد شده در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. هر تکرار شامل سه کرت اصلی در قالب سطوح آبیاری بود (دور آبیاری ۷، دور آبیاری ۱۴ و ۲۱ روز). هر کرت اصلی نیز شامل چهار کرت فرعی بودکه تیمار محلول‌پاشی با عناصر کم‌مصرف روی آن‌ها انجام گرفت (تیمار محلول‌پاشی با عناصر منگنز، روی، توام منگنز و روی و بدون محلول‌پاشی). محلول پاشی با روی و منگنز به میزان پنج در هزار در دو مرحله شامل مرحله‌ی اول یک‌ماه پس از سبز شدن و مرحله دوم زمان گل‌دهی بود.

در زمان کشت، بذور به صورت متراکم کشت شدند. پس از سبز شدن، بوته‌ها با فاصله ۲/۵ سانتی‌متری تنک شدند. به‌طوری‌که تراکم نهایی بذرها ۷۰۰۰۰۰ بوته در هکتار بود. به‌منظور تعیین ارتفاع، تعداد برگ، مساحت برگ پرچم، طول پدانکل و طول خوشه و شاخص برداشت دانه در خوشه تعداد ۱۰ نمونه از هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای انتخاب گردید. برای اندازه‌گیری ارتفاع گیاه ده بوته از انتهای ساقه تا محل طوقه با متر اندازه‌گیری شد و میانگین آن به عنوان ارتفاع گیاه ثبت شد. تعداد برگ ۱۰ بوته از هر کرت شمارش شد و میانگین آن به عنوان تعداد برگ در بوته در نظر گرفته شد. برای محاسبه مساحت برگ پرچم طول و عرض برگ پرچم ۱۰ بوته از هر کرت به وسیله خط‌کش اندازه‌گیری شد. سپس این دوعدد را درهم ضرب کرده و عدد به‌دست آمده را بر ۱۰ تقسیم کرده تا میانگین طول در عرض برگ پرچم به‌دست آید این عدد را در ۰/۷ ضرب کردیم. بدین طریق مساحت برگ پرچم اندازه‌گیری شد. فاصله بین خوشه و آخرین گره ساقه به‌عنوان طول پدانکل در نظر گرفته شد. طول پدانکل ۱۰ بوته اندازه‌گیری و میانگین آن‌ها به‌عنوان طول پدانکل درج شد. میانگین طول خوشه ۱۰ بوته هرکرت به عنوان طول خوشه ثبت شد. از ۲ متر مربع وسط هر کرت برداشت نهایی صورت گرفت. سپس دانه‌ها از اندام هوایی جدا شده و وزن آن‌ها گرفته شد. برای محاسبه عملکرد دانه در یک متر مربع عدد به‌دست آمده بر ۲ تقسیم شد. برای محاسبه شاخص برداشت دانه در خوشه تعداد ۱۰ خوشه را انتخاب کرده و وزن آن‌ها را اندازه‌گیری شد. سپس خوشه‌ها را کوبیده و دانه‌ها را جداکرده و وزن آن‌ها یادداشت شد. شاخص برداشت از تقسیم وزن دانه ده خوشه بر وزن ده خوشه به‌دست آمد و عدد به‌دست آمده در صد ضرب شد (Seghatoleslami et al., 2005).

## نتایج و بحث

### عملکرد دانه

تنش خشکی توانست اختلافی در سطح یک درصد در عملکرد دانه ایجاد نماید (جدول ۳). بیشترین و کم‌ترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به تیمار دورآبیاری ۷ و ۲۱ روز بود. تیمار دور آبیاری ۲۱روز

نسبت به تیمار دور آبیاری ۷ روز ۴۱ درصد کاهش نشان داد. دور آبیاری ۱۴ روز نیز ۲۵/۱٪ کاهش نسبت به‌دور آبیاری ۷ روز داشت (جدول ۴). با افزایش تنش آبی سطح برگ‌ها، ارتفاع و تعداد برگ‌ها محدود شده و در نتیجه میزان فتوسنتز و در نهایت عملکرد و اجزای عملکرد کاهش می‌یابد. هم چنین تنش خشکی باعث کاهش انتقال مواد غذایی به دانه، تسریع رسیدگی دانه و کاهش فتوسنتز می‌شود، لذا عملکرد دانه کاهش می‌یابد. اثر محلول‌پاشی توام روی و منگنز بر صفت عملکرد دانه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). محلول پاشی توأم روی و منگنز بیشترین عملکرد دانه (۵۰/۸٪ نسبت به تیمار شاهد) را به‌خود اختصاص داد. محلول‌پاشی با روی (با ۳۰/۶۳ درصد افزایش نسبت به شاهد) و محلول‌پاشی با منگنز (با ۲۴/۱ درصد افزایش نسبت به شاهد) در رتبه‌های دیگر قرار گرفتند. کم‌ترین عملکرد دانه (۱۱۳/۹۶ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار شاهد بود (جدول‌های ۴ و ۵). با توجه به نقش اساسی عنصر روی در گیاه که به‌طور مستقیم در بیوسنتز مواد رشد، همانند اکسین نقش دارند، عنصر روی می‌تواند سلول‌های گیاهی بیشتر و در نتیجه مواد خشک بیشتری را تولید و در دانه‌ها به‌عنوان مخزن ذخیره نماید (Zand et al., 2009). اثر متقابل تنش خشکی و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد. در صورت وجود شرایط رطوبتی مناسب جذب و انتقال مواد غذایی با سرعت و سهولت بیشتری صورت گرفته است. به همین دلیل درشرایط دور آبیاری ۷ روز، اثر محلول پاشی عناصر کم‌مصرف بر عملکرد دانه بیشتر می‌باشد. در صورت وجود تنش خشکی نیز محلول‌پاشی تا حدودی سبب افزایش عملکرد شده است. این امر به‌دلیل نقش عناصر ریزمغذی در فعالیت‌های گیاهی از جمله تنفس و فتوسنتز اتفاق می‌افتد. لذا در صورت وجود تنش خشکی با انجام محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی می‌توان عملکرد دانه را بالا برد. صفت عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ۵ درصد به‌ترتیب با ارتفاع بوته، تعداد برگ در بوته، طول خوشه و طول پدانکل و نیز با مساحت برگ پرچم داشت (جدول ۵). لذا با افزایش مقادیراین صفات می‌توان عملکرد دانه را نیز افزایش داد.

**جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اجزای عملکردگیاه ارزن معمولی تحت تأثیر دور آبیاری و محلول‌پاشی**

**Table 3- Analysis of variance (mean of squares) for yield components of common millet affected as irrigation regimes and spraying**

| منابع تغییر Source of variations | درجه آزادی Df | شاخص برداشت (دانه /خوشه) HI (seed/panicle) | عملکرد دانه Grain yield | طول پدانکل Pedancle height | طول خوشه Panicle height | مساحت برگ پرچم Area of flag leaf | تعداد برگ Number of leaf per plant | ارتفاع بوته Height of plant |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تکرار Replication | 2 | 6.84$^{ns}$ | 238.181$^{ns}$ | 1.085$^{ns}$ | 1.268$^{**}$ | 0.496$^{ns}$ | 0.187$^{ns}$ | 229.679$^{*}$ |
| دور آبیاری Irrigation regimes | 2 | 203.378$^{*}$ | 17547.861$^{**}$ | 17.674$^{*}$ | 5.320$^{**}$ | 4.081$^{*}$ | 0.902$^{*}$ | 199.205$^{*}$ |
| خطای اصلی Main error | 4 | 12.794 | 88.866 | 1.629 | 0.031 | 0.255 | 0.062 | 20.886 |
| محلول‌پاشی Leaf spraying | 3 | 67.805$^{**}$ | 5138.151$^{**}$ | 11.655$^{**}$ | 7.311$^{**}$ | 0.171$^{ns}$ | 0.985$^{**}$ | 117.420$^{**}$ |
| محلول‌پاشی× دور آبیاری Leaf spraying× Irrigation regimes | 6 | 10.52$^{ns}$ | 962.723$^{*}$ | 1.031$^{ns}$ | 0.41$^{ns}$ | 0.323$^{ns}$ | 0.094$^{ns}$ | 7.53$^{ns}$ |
| خطای فرعی Sub error | 18 | 8.224 | 304.844 | 1.319 | 0.670 | 0.547 | 0.160 | 12.681 |
| ضریب تغییرات Cv(%) | | 5.767 | 12.146 | 23.16 | 8.109 | 16.94 | 8.74 | 10.39 |

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *and**: are non significant and significant at 5 and 1 probability levels, respectively.

**ارتفاع بوته**

اثر تنش خشکی بر ارتفاع بوته درسطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). تیماری که دورآبیاری ۷ روزه داشت، بیشترین ارتفاع بوته (۳۸/۵۸ سانتی‌متر) را به‌خود اختصاص داد. تیماری که دور آبیاری ۱۴ روزه داشت با ۹/۲۷ درصد کاهش ارتفاع نسبت به آبیاری مطلوب در مرتبه بعدی قرار گرفت. کم‌ترین ارتفاع بوته مربوط به تیماری بود که دورآبیاری ۲۱ روزه داشت که نسبت به تیمار آبیاری ۷ روزه ۲۱/۰۷ درصد کاهش نشان داد (جدول ۴). تنش خشکی سبب کاهش تقسیم سلولی، کاهش رشد طولی سلول‌ها و در نتیجه کاهش رشد گیاه می شود (Ghanbari et al., 2011) لذا ارتفاع بوته در اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد. اثر محلول‌پاشی بر ارتفاع بوته درسطح ۱ درصد معنی دار شد (جدول ۳). کم‌ترین ارتفاع بوته از تیمار شاهد به‌دست آمد (۳۰/۳۴ سانتی‌متر). محلول‌پاشی با روی و محلول‌پاشی با منگنز به‌ترتیب سبب ۱۱/۶ درصد و ۱۶/۸ درصد افزایش ارتفاع بوته نسبت به تیمار شاهد شدند. محلول‌پاشی ترکیبی با روی و منگنز سبب ۲۸/۶ درصد افزایش ارتفاع نسبت تیمار بدون محلول‌پاشی شد (جدول ۴). این امر به‌دلیل نقش عناصر کم‌مصرف در فرایندهای حیاتی مانند فتوسنتز، تنفس و فعالیت‌های فیزیولوژیکی و بیولوژیکی اتفاق می‌افتد (Bameri, 2012). کمبود منگنز سبب کاهش فتوسنتز شده لذا رشد گیاه کاهش یافته و از ارتفاع گیاه کم می‌شود. درنتیجه محلول‌پاشی عناصرکم‌مصرف سبب افزایش ارتفاع بوته می‌شود. صفت ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد با تعداد برگ، طول خوشه و طول پدانکل همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد با صفت مساحت برگ پرچم داشت (جدول ۵). طبیعی است که افزایش ارتفاع بوته منجر به افزایش تعداد برگ در بوته و افزایش تعداد برگ در بوته سبب نیرومندتر شدن گیاه می‌شود. دلیل این امر بهتر شدن شرایط فتوسنتز می‌باشد.

**تعداد برگ در بوته**

اثر تنش خشکی بر روی صفت تعداد برگ دربوته در سطح ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). تعداد برگ درتیمارهای آبیاری ۷ و ۱۴ روزه اختلاف معنی‌دار نداشت، اما با افزایش دورآبیاری به ۲۱ روز تعداد برگ به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (به‌میزان ۱۰درصد) (جدول ۴). درزمان تنش رطوبتی به‌دلیل کاهش طول دوره رویشی، کاهش میزان فتوسنتز و کاهش جذب عناصرغذایی تعداد برگ کاهش می‌یابد. اثر محلول‌پاشی بر تعداد برگ در بوته در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین تعداد برگ با ۱۶/۸ درصد افزایش از تیماری که محلول‌پاشی توأم داشت به‌دست آمد. بین تیمارهای دیگر تفاوت معنی داری دیده نشد. تیماری که محلول‌پاشی نشده‌بود کم‌ترین تعداد برگ را به‌خود اختصاص داد (۴/۳۴ برگ در بوته) (جدول ۴). علت اصلی تعداد برگ بیشتر در تیمار محلول‌پاشی توام روی و منگنز نقش روی و منگنز در ایجاد فتوسنتز مطلوب، سنتز مواد مورد نیاز گیاه و تنظیم کننده‌های رشد می‌باشد. محلول پاشی عناصر کم‌مصرف سبب افزایش تعداد برگ در بوته سورگوم دانه‌ای می‌شود (Kazemi et al., 2012). صفت تعداد برگ در بوته همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد با ارتفاع بوته و طول پدانکل و همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد با صفت طول خوشه داشت (جدول ۵). برگ محل انجام فتوسنتز در گیاه است. لذا با افزایش آن دیگر صفات مورفولوژیک نیز افزایش یافت.

**مساحت برگ پرچم**

تنش خشکی بر مساحت برگ پرچم اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد ایجاد کرد (جدول ۳). بالاترین مساحت برگ پرچم (۴/۸۸ سانتی‌متر مربع) مربوط به دور آبیاری ۷ روز و بعد از آن دور آبیاری ۱۴ روز (۴/۴۲ سانتی‌متر مربع) بود که با هم در یک گروه قرار گرفتند. دور آبیاری ۲۱ روزه، ۲۳/۷ درصد کاهش در مساحت برگ پرچم نسبت به تیمار با دور آبیاری ۷ روزه داشت (جدول ۴). تنش خشکی سبب می شود گیاه سریع‌تر وارد فاز زایشی شده و رشد برگ پرچم کامل نشود. همچنین غلظت عناصر در برگ پرچم کاهش یافته که این موضوع نیز سبب کاهش رشد برگ می‌شود. اثر محلول‌پاشی بر مساحت برگ پرچم معنی‌دارنشد (جدول ۳). احتمالا عناصر کم‌مصرف بیش‌تر روی تعداد برگ اثر گذاشته‌اند تا مساحت برگ. صفت مساحت برگ پرچم همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد با ارتفاع بوته و طول خوشه داشت (جدول ۵). افزایش یا کاهش این صفت سبب افزایش یا کاهش فتوسنتز در مرحله آخر رشد گیاه می‌شود. لذا با افزایش این صفت عملکرد دانه و طول خوشه افزایش می‌یابد.

**طول خوشه**

اثرتنش خشکی بر صفت طول خوشه درسطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین طول خوشه (۱۰/۸۳ سانتی‌متر) مربوط به تیماری بود که دور آبیاری ۷ روزه داشت. دور آبیاری ۱۴ و ۲۱ روزه با ۷/۱ درصد و ۱۲/۱ درصد کاهش در ردیف‌های بعد قرار گرفتند (جدول ۴). درشرایط خشکی انتهای فصل، میزان فتوسنتز به علت بسته شدن روزنه‌ها سریعا کاهش می‌یابد و اسیمیلات‌های جاری برای پرشدن دانه‌ها کافی نخواهند بود بنابراین دانه‌ها کوچک‌تر می‌شوند. از آنجایی که طول خوشه تحت تأثیر اندازه و تعداد دانه قرار می‌گیرد لذا با کاهش وزن دانه و تعداد دانه، طول خوشه نیز کوتاه می‌شود (Kazemi et al., 2012). اثر محلول‌پاشی روی و منگنز بر طول خوشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین طول خوشه مربوط به تیماری بود که محلول‌پاشی ترکیبی منگنز و روی داشت که ۲۳/۹ درصد نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی بیشتر بود. محلول‌پاشی با روی و محلول‌پاشی با منگنز به ترتیب با ۱۸/۵ درصد و ۱۵/۴ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد در ردیف‌های بعد قرار گرفتند. کم‌ترین طول خوشه (۸/۸۶) مربوط به تیمار بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۴). کود روی، هورمون‌های تنظیم‌کننده رشد را افزایش داده و بیوسنتز اکسین را افزایش می‌دهد (Waraich et al., 2011). منگنز هم نقش اساسی در افزایش فتوسنتز دارد. لذا در صورتی‌که از این دو عنصر کم مصرف استفاده شود، به‌علت افزایش رشد گیاه و افزایش مواد ذخیره ای، وزن هزار دانه و تعداد دانه افزایش یافته درنتیجه طول خوشه نیز افزایش می‌یابد. صفت طول خوشه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد با عملکرد دانه داشت (جدول ۵). طول خوشه رابطه مستقیمی با تعداد دانه و وزن هزار دانه دارد. بنابراین تغییر این صفت منجر به تغییر در صفت عملکرد دانه می‌شود.

**طول پدانکل**

تنش خشکی بر طول پدانکل اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ایجاد کرد (جدول ۳). بیشترین طول پدانکل (۶/۱۷ سانتی‌متر) مربوط به تیماری بود که دور آبیاری ۷ روزه داشت و تیمارهای دورآبیاری ۱۴ و ۲۱ روزه به ترتیب با ۳۲/۴ درصد و ۳۹/۳ درصد کاهش در طول پدانکل در ردیف‌های بعد قرار گرفتند (جدول ۴). لذا تنش خشکی از طریق بسته شدن روزنه‌ها و کاهش کربوهیدرات سبب کاهش در طول پدانکل شد. اثر محلول‌پاشی روی و منگنز بر طول پدانکل در سطح ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین طول پدانکل (۶/۶۱ سانتی‌متر) مربوط به تیماری بود که با روی و منگنز ترکیبی محلول پاشی شده بود. تیمارهای محلول‌پاشی با منگنز و محلول‌پاشی با روی ۱۰/۹ درصد و ۳/۲ درصد نسبت به تیمار بدون محلول‌پاشی افزایش نشان دادند (جدول ۴). این امر می‌تواند به‌دلیل نقش روی بر تنظیم کننده‌های رشد، مانند هورمون اکسین و نقش منگنز در تشکیل کلروفیل و آزادسازی اکسیژن فتوسنتزی باشد (Malakouti& Tehrani, 1998) درنتیجه درصورت استفاده از عناصر کم‌مصرف روی و منگنز، طول پدانکل افزایش می‌یابد. صفت طول پدانکل همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد با صفت طول خوشه و صفت عملکرد دانه داشت (جدول ۵). پدانکل آخرین اندامی است که در گیاه سبز می‌ماند، لذا در مرحله آخر رشد که فتوسنتز برگ قطع شده است عمل فتوسنتز را انجام می‌دهد. پس با افزایش این صفت می‌توان طول خوشه را افزایش داد که این امر منجر به افزایش عملکرد دانه می‌شود.

**شاخص برداشت دانه در خوشه**

تنش خشکی بر شاخص برداشت دانه در خوشه اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد ایجاد کرد (جدول ۳). تیماری که دور آبیاری ۷ روزه داشت، بیشترین شاخص برداشت دانه در خوشه (۵۳/۴۶) را به خود اختصاص داد. تیماری که دورآبیاری ۱۴ روزه داشت، با ۵/۶ درصد کاهش در مرتبه بعدی قرارگرفت. تنش خشکی در دورآبیاری ۲۱ روز، شاخص برداشت دانه در خوشه را ۱۵/۲ درصد کاهش داد (جدول ۴). درصورت عدم موجود آب کافی انتقال مواد به اندام زایشی و خصوصا دانه کاهش یافته و شاخص برداشت دانه در خوشه کاهش می‌یابد. اثر محلول‌پاشی روی و منگنز بر شاخص برداشت دانه در خوشه در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). بیشترین شاخص برداشت دانه در خوشه با ۱۴/۱ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد مربوط به تیماری بود که محلول‌پاشی توأم روی و منگنز داشت. بعد از آن محلول‌پاشی روی قرار داشت (۹/۱ درصد افزایش نسبت به تیمار شاهد). کم‌ترین شاخص برداشت دانه در خوشه (۴۶/۳۴) مربوط به شاهد بود (جدول ۴). در صورت محلول‌پاشی، به‌دلیل افزایش صفات مورفولوژیک وزن دانه، تعداد دانه و در نهایت عملکرد دانه افزایش یافته و سبب افزایش شاخص برداشت دانه در خوشه می‌شود. می‌توان این افزایش را به‌دلیل بالا رفتن فتوسنتز و افزایش انتقال مواد تولید

شده به دانه نسبت به دیگر قسمت‌های گیاه و افزایش فعالیت‌های آنزیمی و فعالیت‌های بیولوژیکی دانست. صفت شاخص برداشت دانه در خوشه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۱ درصد با ارتفاع بوته، تعداد برگ، طول خوشه، طول پدانکل، مساحت برگ پرچم و عملکرد دانه داشت (جدول ۵). با افزایش صفات مورفولوژیک گیاه با قدرت بیشتری می‌تواند دانه تولید کند بنابراین شاخص برداشت دانه در خوشه افزایش می‌یابد.

## نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده کاهش دور آبیاری با افزایش سطح فتوسنتز کننده مانند ارتفاع گیاه، مساحت برگ پرچم، طول خوشه، طول پدانکل و تعداد برگ در بوته می‌تواند سبب افزایش عملکرد دانه شود.

**جدول ٤- نتایج مقایسه میانگین صفات مورد بررسی تحت تأثیر تیمارهای دور آبیاری و محلول‌پاشی روی و منگنز در گیاه ارزن معمولی**

**Table 4- Means comparisons of plant characteristics of common millet affected as irrigation regimes and spraying of manganese and zinc**

| دور آبیاری Irrigation regimes | محلولپاشی Spraying | شاخص برداشت (دانه/خوشه) HI (seed/panicle) | عملکرد دانه Grain yield (g. m$^{-2}$) | طول پدانکل Pedancle height (cm) | طول خوشه Panicle height (cm) | مساحت برگ پرچم Area of flag leaf (cm$^2$) | تعداد برگ در بوته Number of leaf per plant | ارتفاع بوته Height of plant (cm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۷روزه 7 days | منگنز Manganese | 52.93ab* | 191.3b | 5.34bcd | 11.1ab | 5.0a | 4.35cd | 39.9ab |
| | روی Zinc | 55.1a | 186.8b | 6.05abc | 11.0abc | 4.95ab | 4.53bcd | 36.89abc |
| | منگنز+ روی Manganese+ Zinc | 55.8a | 222.6a | 7.97a | 11.6a | 4.86abc | 5.46a | 44.0a |
| | بدون محلول پاشی No spraying | 49.9bc | 134.7cd | 5.33bcd | 9.5de | 4.82abc | 4.46cd | 33.4bcd |
| ۱۴ روزه 14 days | منگنز Manganese | 48.5bc | 125.5cde | 5.04bcd | 9.9bcde | 27abc.4 | 4/86abc | 13bc.36 |
| | روی Zinc | 49.08bc | 141.3c | 3.76de | 10.8abcd | 5.04a | 4.5cd | 32.8bcd |
| | منگنز+ روی Manganese+ Zinc | 55.9a | 177.4b | 7.1ab | 10.49abcd | 4.38abc | 5.2ab | 40.8ab |
| | بدون محلول پاشی No spraying | 48.26bc | 109.6de | 3.98cde | 9.0ef | 4.33abc | 4.5cd | 30.4cd |
| ۲۱ روزه 21 days | منگنز Manganese | 45.88c | 107.8de | 3.94cde | 9.46cde | 3.71bc | 4.4cd | 30.2cd |
| | روی Zinc | 47.55bc | 118.7cde | 3.52de | 9.57de | 3.55c | 4.16cd | 31.9cd |
| | منگنز+ روی Manganese+ Zinc | 47.01c | 111.8cde | 4.74cde | 10.67abcd | 4.06abc | 4.53bcd | 33.0bcd |
| | بدون محلول‌پاشی No spraying | 40.87d | 97.55e | 2.78e | 8.01f | 3.58c | 4.03d | 22.6d |

* میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

* Means in each column followed by similar letter (s) are not significantly different at 5% probability level, using duncan،s multiple range test

**جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده صفات مورد بررسی در ارزن معمولی**

**Table 5- Simple correlations coefficient of experimental characteristics for common millet**

| | ارتفاع بوته Height of plant | تعداد برگ در بوته Number of leaf per plant | مساحت برگ پرچم Area of flag leaf | طول پدانکل Pedancle height | طول خوشه Panicle height | عملکرد دانه Grain yield | شاخص برداشت (دانه/ خوشه) HI (seed/panicle) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ارتفاع بوته Height of plant | 1 | | | | | | |
| تعداد برگ در بوته Number of leaf per plant | 0.859** | 1 | | | | | |
| مساحت برگ پرچم Area of flag leaf | 0.592* | 0.395 ns | 1 | | | | |
| طول پدانکل Pedancle height | 0.827** | 0.64* | 0.666* | 1 | | | |
| طول خوشه Panicle height | 0.925** | 0.903** | 0.536 ns | 0.733** | 1 | | |
| عملکرد دانه Grain yield | 0.929** | 0.722** | 0.705* | 0.796** | 0.865** | 1 | |
| شاخص برداشت (دانه/ خوشه) HI (seed/panicle) | 0.912** | 0.759** | 0.709** | 0.793** | 0.898** | 0.905** | 1 |

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

ns, *and**: are non significant and significant at 5 and 1 probability levels, respectively.

در شرایط بدون تنش خشکی حجم بیشتری از مواد فتوسنتزی از خوشه به دانه منتقل می‌شوند لذا شاخص برداشت دانه در خوشه افزایش می‌یابد. محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی سبب افزایش مقدار صفات مورفولوژیک و افزایش عملکرد دانه می‌گردد. عملکرد دانه و صفات مورفولوژیک گیاه ارزن معمولی تحت شرایط افزایش دور آبیاری کاهش یافت. همچنین محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف روی و منگنز موجب افزایش صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه گیاه ارزن معمولی شد. اثر متقابل دورآبیاری و محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف معنی‌دار گردید. اثر عناصر کم‌مصرف در شرایط رطوبتی مناسب افزایش می‌یابد. هم‌چنین در شرایط تنش خشکی محلول‌پاشی عناصر کم‌مصرف موجب افزایش صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه گردید. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که با کاهش دور آبیاری به ۷ روز و محلول‌پاشی عناصر ریزمغذی می‌توان صفات مورفولوژیک و عملکرد دانه ارزن معمولی را افزایش داد. بیشترین عملکرد دانه مربوط به تیمار دور آبیاری ۷ روزه و محلول‌پاشی توأم منگنز و روی با ۲۲۲/۶ گرم در متر مربع بود.

## منابع


Asghari Pour, M. R., Ghanbari banjar, A., Azizmoghadam, H., Sirousmehr, A., and Heidari, M. 2012. The effects of purified urban waste water along with micronutrients foliar application on growth and absorption of nutrients in Zabol Zone. Journal of Agricultural Sciences and Technologies and Natural Resources. 62: 35- 49. (In Persian with English abstract)

Babaeian, M., Heidari, M., and Ghanbari, A. 2012. Effects of water stress and foliar micronutrient application on physiological characteristics and nutrient uptake in sunflower *(Helianthus annus* L.). Iranian Journal of Crop Sciences 12 (4): 377- 391. (In Persian with English abstract)

Bameri, M. 2012. Effect of different microelement treatment on wheat (*Triticum aestivum* L) growth and yield. International Research Journal of Applied and Basic Sciences 3(1): 219-223.

Dastoor, A., Asghari, R., Shahbazi, and H. 2014. Evaluation of wheat non stress and post anthesis drought stress conditions. Journal of Agroecology 3(6): 561- 570. (In Persian with English abstract)

Ghanbari, A., Siahsar, B., Tavassoli, A., Esmaeilian, Y., and Babaeian, V. 2011. Effect of Unionazole and Cycocel on growth, yield and nutrients uptake of pearl millet under drought stress condition. American- Eurasian Journal Agriculture and Environment 10(5): 857- 862.

Heidary poor, R., Nassiri mohallati, M., Koocheki, A., and Zarea Feizabadi, A. 2014. Effect of irrigation interval and nitrogen fertilizer on performance of using water and water efficiency in three plants, *Zea mays* L., *Beta vulgarise* L. *and Sesamume indicum* L. Journal of Agroecology 6(2): 187- 198. (In Persian with English abstract)

Karimi, A., Homaie, M., Moez Ardalan, M., Liaghat, A., and Raisi, F. 2005. Effect of fertigation on yield of water use efficiency on corn in a tape irrigation system. Agricultural Science- Research Journal 3: 562- 573. (In Persian with English abstract)

Kazemi, E., Baradaran, R., Seghat Eslami, M.J., and Ghasemi, A. 2012. Effects of Zn and Fe foliar application on qualitative and quantitative features of grain sorghum under drought stress. Agronomy Journal (Research and Development) 102: 190- 196. (In Persian with English abstract)

Khazaee, H. R., Mohammad Abadi, A., and Borzouee, A. 2005. The effect of drought stress on Morphological and Physiological characteristics of millet. Iranian Journal of Planting Researche 3(1): 35- 44. (In Persian with English abstract)

Keshavars, L., Farahbakhsh, H., and Golka, P. 2012. The Effects of drought stress and super absorbent polymer on morphysiological traits of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L). International Research Journal of Applied and Basic Sciences 3(1): 148- 154.

Malakuti, M.J., and Tehrani, M.M. 1998. The role of micronutrients in increasing performance and improving quality of agricultural products. Tarbiat Modarres University Press Tehran, Iran. (In Persian with English abstract)

Nejhad Hosseini, T., Astaraei, A., Khorasan, R., and Imami, H. 2011. Investigation two kind of manure with Zn and br elements on yield, yield components and density of elements in the common millet. Iranian Journal of Field Crops Research 9(1): 70- 77. (In Persian with English abstract)

Rahimizadeh, M., Kashani, A., Zare Fizabady, A., Madani, H., and Soltani, E. 2012. Effect of micronutrient fertilizers on sunflower growth and yield in drought stress condition. Iranian Society of Agronomy and Plant Breeding Science 3(1): 57-72. (In Persian with English abstract)

Ramroodi, M., Keikhahjale, M., Galavi, M., Seghatol eslami, M. J., and Baradaran, R. 2011. Effect of spraying micronutrients and irrigation regimes on yield quantity and quality of *Plantago forsk*. Journal of Agroecology 3(2): 219- 226. (In Persian with English abstract)

Seghatol Eslami, M. J., Kafi, M., Magidi haravan, E., Darvish, F., and Nourmohammadi, Gh. 2005. Effect of low irrification on performance of using water in three type of millet. Scientific-Research Journal of Agricultural Science 11(4): 121- 131. (In Persian with English abstract)

Senoubar, A., Tabatabaee, S. A., and Dehghani, F. 2011. Effect of irrigation time on seed performance, performance components and with drawal index of *Tritium aestivm* L. genotypes in Yazd zone. Environmental Stresses in Planting Sciences Journal. No 2: 95- 104. (In Persian with English abstract)

Sookht Abendani, R., and Ramazani, M. 2012. Effect time of irrigation and nitrogen fertilizer on physiologycal index of growth and yield of forage corn in condition of north of Iran (Mazandaran). Crop Physiology Jornal 3(7): 19- 44. (In Persian with English abstract)

Waraich, E., Rashid, A., Saifullah, A., Ashraf, M., and Ehsanullah, Y. 2011. Role of mineral nutrition in alleviation of drought stress in plants. Australian Journal of Crop Science. 5(6): 764-777.

Zand, B., Soroushzadeh, A., Ghanati, F., and Moradi, F. 2009. Effect of Zinc and auxin foliar application on grain yield and its components of Grain Maize under water deficits condition. Seed and Plant Production Journal. 2(25): 431- 448. (In Persian with English abstract)

Journal of Agroecology
Vol. 10, No.3, Fall 2018, p. 841-851

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۷، ص. ۸۵۱-۸۴۱

# Effects of Drought Stress and Micronutrients (Zinc and Manganese) on Morphological Traits and Yield of Millet (*Panicum miliaceum*)

**A. Gideski*[1] and R. Baradaran[2]**
Submitted: 09-03-2017
Accepted: 04-07-2017

Gideski, A., and Baradaran, R. 2018. Effects of drought stress and micronutrients (zinc and manganese) on morphological traits and yield of millet (*Panicum miliaceum*). Journal of Agroecology. 10(3):

## Introduction

Drought stress is one of the most important environmental abiotic stress causes a decrease in crop yield, especially in arid and semi-arid regions of the world. Millet is a traditional cereal cultivating in arid and semi-arid zones, tolerant to drought and salinity. The application of water stress, especially in the millet development stages (from stem elongation to later), reduced plant height and resulted in decreased production and storage of photosynthetic materials (Khazaee et al., 2005). In arid and semi-arid areas, not only water scarcity but also absorbable nutrient elements deficiency in soil always restricts plant growth. Micronutrients are essential for natural growth of plants and in addition to their cooperation in the structure of some organelles they are involved in many chemical reactions. The shortage of these elements may sometimes act as limiting factor of absorption of other nutrient elements and growth.spraying Manganese and Zn combining with the other spray treatments resulted in the highest growth parameters of the *Setaria italica*. The aim of this experiment is to investigate the effects of drought stress and spraying manganese and zinc micronutrients and their interactions on morphological traits, harvest index, seed per panicle and seed yield of common millet.

## Material and Methods

To investigate the effects of different irrigation intervals and foliar application of micronutrients on *Panicum miliaceum*, an experiment was conducted as split plot arrangement based on randomized complete block design with three replications in Sarbisheh agricultural research farm in south Khorasan province on 2012. Each replication included three main plot factors based on irrigation levels (7, 14 and 21 days irrigation intervals). Each main plot had four sub plot factors which treatment of foliar application with micronutrients were conducted on them (foliar application treatment with manganese, zinc, manganese and zinc without foliar application). Plant height, the number of leaves per plant, flag leaf area, peduncle length, panicle length, harvest index of seed in the panicle and seed yield was measured.

## Results and Discussion

Drought stress cause significant differences on plant height, the number of leaves per plant, flag leaf area and peduncle length at 5% significance level and on panicle length and seed yield at 1% significance level. Drought stress decreases morphological traits by reducing photosynthesis, growth period length and material partitioning to organs. The effect of foliar application on plant height, panicle length, peduncle length and the number of leaves in plant and seed yield was significant at 0.01 probability. Foliar application had not significant effect on flag leaf area. Drought stress caused a significant difference at significance level of 5% on harvest index. The highest harvest index (53/46) was related to 7-day irrigation interval treatment. In the absence of sufficient water, material partitioning to reproductive organs and especially seed would be decreased which causes the reduction of harvest index. The effect of Zinc and Manganese foliar application on harvest index was significant at the significance level of 1%. The highest harvest index with 14.1% increase in compare to the control treatment was related to Zinc and Manganese foliar application treatment. Increasing morphological traits produced seed with higher power and finally harvest index of seed in panicle increased.

1 and 2- M.Sc. of Student and Associate Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Birjand Branch, Islamic Azad University, Birjand, Iran
(*- Corresponding Author Email: r.baradaran@yahoo.com)
DOI: 10.22067/jag.v10i3.61216

## Conclusion

Considering achieved results, the decrease of irrigation interval can increase the photosynthetic surface and consequently seed yield. Micronutrients foliar application also causes an increase in morphological traits and seed yield. Spraying micronutrients increased seed weight, number of seed per panicle and seed yield. The interaction of irrigation interval and micronutrients foliar application was significant too. The highest seed yield was related to 7-day irrigation interval and manganese and zinc foliar application with 222.6 grams per square meter.

**Keywords**: Common millet, Irrigation interval, Manganese, Morphological traits, Seed yield, Zinc