نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۱۴۵-۱۳۵

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 135-145

بررسی پتانسیل عملکرد ژنوتیپ‌های ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.) تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی

فریبا گودرزی[۱] و عنایت ا... توحیدی نژاد[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۲/۱۷
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۲/۰۹

گودرزی، ف.، و توحیدی نژاد، ع.ا. ۱۳۹۷. بررسی پتانسیل عملکرد ژنوتیپ‌های ارزن معمولی (*Panicum miliaceum* L.) تحت شرایط نرمال و تنش رطوبتی. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۱): ۱۴۵-۱۳۵.

چکیده

کمبود منابع آب و تنش خشکی یکی از مهم ترین مشکلات تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان، نظیر ایران است. استفاده از برخی مواد افزودنی مانند پلیمرهای سوپر جاذب (هیدروژل) می‌تواند به حفظ و ذخیره رطوبت در خاک و استفاده بهینه از منابع محدود آب کمک نماید. به منظور بررسی اثر کاربرد سوپر جاذب بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی اکوتیپ‌های مختلف ارزن (*Panicum miliaceum* L.) تحت تنش خشکی، آزمایشی به صورت کرت‌های خردشده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه کرمان در بهار سال ۱۳۹۲ به مرحله اجرا درآمد. تیمارهای آبیاری در سه سطح آبیاری نرمال، تنش خشکی با اعمال سوپرجاذب و تنش خشکی به عنوان عامل اصلی و اکوتیپ‌های مختلف به عنوان عامل فرعی بودند. نتایج آزمایش نشان داد که در شرایط کاربرد پلیمر سوپرجاذب نسبت به عدم کاربرد سوپرجاذب در شرایط تنش، افزایش معنی‌دار طول ساقه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مشاهده شد. رقم پیشاهنگ نسبت به سایر اکوتیپ‌های ارزن، در تنش با سوپرجاذب، میانگین بالاتری برای صفت عملکرد بیولوژیک داشت. اکوتیپ کهنوج از طول ساقه بیشتر و نشت یونی کمتری نسبت به سایر اکوتیپ‌ها برخوردار بود. اکوتیپ قلعه گنج، به طور معنی‌داری عملکرد دانه بیشتری را نسبت به سایر اکوتیپ‌ها داشت. براساس نتایج این تحقیق، مشخص گردید که اکوتیپ گلباف دارای عملکرد قابل توجهی در شرایط تنش خشکی و اکوتیپ قلعه گنج در شرایط تنش با اعمال سوپرجاذب، بودند. کاربرد پلیمر سوپرجاذب، موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۵۵/۳ درصد نسبت به عدم کاربرد این پلیمر در شرایط تنش خشکی گردید. همچنین پلیمر سوپرجاذب سبب افزایش عملکرد دانه نسبت به آبیاری نرمال گردید که نشان‌دهنده اثر مستقیم و بسیار مثبت این پلیمر در حفظ رطوبت خاک در نزدیکی ریشه گیاه و در نتیجه کاهش اثرات سوء تنش خشکی و افزایش عملکرد دانه در اکوتیپ‌های ارزن می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ارزن، آبیاری، پلیمر سوپر جاذب، عملکرد بیولوژیک، نشت یونی

مقدمه

ارزن (*Panicum miliaceum* L.) 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. ارزن‌ها در بین غلات پس از گندم (*Triticum aestivum* L.)، برنج (*Oriza sativa* L.)، ذرت (*Zea mays* L.)، جو (*Hordeum vulgare* L.) و سورگوم (*Sorghum bicolor* L.) د ر رتبه ششم اهمیت قرار دارند. (Kusaka et al., 2005).

تنش کمبود آب، اثرات فیزیولوژیک مختلفی بر گیاه می‌گذارد که نوع و میزان خسارت به‌شدت تنش و مقاومت گیاه بستگی دارد (Kazaie el al., 2003)، با توجه به تغییر الگوهای بروز خشکی در طی دوره رشد گیاه، عملکرد بالا و ثبات عملکرد تحت شرایط کمبود آب خاک بهترین روش گزینش ارقام متحمل به خشکی است (Siddique et al., 2000). عکس العمل گیاه در برابر تنش آب با

۱ و ۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر کرمان
(*- نویسنده مسئول: Email: E_tohidi@uk.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i1.54349

فعالیت متابولیکی، مورفولوژیکی، مرحله رشد و عملکرد پتانسیل گیاه در ارتباط است. باتوجه به خصوصیت اصلی زراعت در مناطق با محدودیت منابع آبی و لزوم گسترش سطح زیر کشت با هدف افزایش محصولات زراعی در این مناطق و با توجه به این‌که آبیاری یکی از نیازهای مهم تولیدات کشاورزی محصوب می‌شود دستیابی به ژنوتیپ‌های متحمل به شرایط دشوار ضروری به‌نظر می‌رسد.

پلیمرهای سوپرجاذب می‌توانند مقادیر زیادی آب یا محلول‌های آبی را جذب نموده و متورم شوند (Buchholz et al., 1997). این مخازن ذخیره‌کننده آب وقتی که در خاک قرار می‌گیرند آب آبیاری و بارندگی را جذب نموده و از فرونشست آن جلوگیری می‌نمایند و پس از خشک شدن محیط، آب داخل پلیمر به تدریج تخلیه شده و بدین ترتیب خاک به مدت طولانی و بدون نیاز به آبیاری مجدد، مرطوب می‌ماند (Kouchak Zadeh et al., 2000).

بیدینگر و همکارن (Bidinger et al., 1987) گزارش کردند که تنش آبی، باعث کاهش عملکرد دانه، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه ارزن مرواریدی گردید، اما محتوی پروتئین دانه را افزایش داد. هم‌چنین تأثیر معنی‌دار تنش خشکی در رشد و اجزای عملکرد ارزن مروارید توسط ابراهیم و همکاران (Ibrahim et al., 1995) و خزایی و همکاران (Khazaei et al., 2004) گزارش شده است. یزدانی و همکاران (Yazdani et al., 2004) گزارش کردند که با کاربرد سوپرجاذب عملکرد سویا (*Glycine max* L.) به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. رستم پور و همکاران (Rostampour et al., 2010) گزارش کردند شاخص کلروفیل و عملکرد ذرت با مصرف ۱۵۱ کیلوگرم سوپرجاذب در هکتار افزایش یافت. درنتیجه باتوجه به خصوصیات مثبت پلیمرهای سوپر جاذب، هدف از اجرای این آزمایش، بررسی کاربرد سطوح مختلف تنش کم آبی و پلیمر سوپرجاذب بر خصوصیات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی اکوتیپ‌های ارزن بود.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید باهنرکرمان واقع در ۶ کیلومتری جنوب شرقی کرمان با طول جغرافیایی ´۵۸ و°۵۶ و عرض جغرافیایی ´۱۵ و°۳۰ شمالی با میانگین بارندگی ۱۵۰ میلی‌متر و ارتفاع ۱۷۴۵ متر از سطح دریا در بهار و تابستان سال ۱۳۹۲ انجام شد. آب و هوای محل آزمایش بر اساس روش آمبروژه خشک نیمه‌بیابانی می باشد. خاک محل آزمایش دارای بافت لومی شنی با اسیدیته ۷/۶ بود. آزمایش به‌صورت کرت‌های یک‌بار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. در هر واحد آزمایشی ردیف‌های کاشت به طول شش متر و فاصله بین ردیف‌ها ۵۰ سانتی‌متر در نظر گرفته شد و بعد از آماده-سازی و ایجاد جوی و پشته، راس پشته‌ها به عمق ۱۵ سانتی‌متر باز شده و پلیمر سوپر جاذب با عمق ۱۵ سانتی‌متر داخل شیارها به مقدار ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار استفاده و سپس آبیاری انجام شد و پس از گاو رو شدن زمین، کاشت بذور به‌صورت دستی با عمق دو سانتی‌متر صورت گرفت. اکوتیپ‌های زاهدان، کهنوج، قلعه گنج، گلباف، لاین p_{25} و رقم پیشاهنگ به‌عنوان مواد گیاهی در این آزمایش به کار برده شدند. دور آبیاری بر اساس ۵۰ و ۱۰۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A انجام شد. وجین علف‌های هرز در تمام مراحل رشد انجام و بعد از رشد و رسیدن کامل گیاه ارزن، برداشت انجام شد.

اندازه‌گیری عملکرد و اجزاء عملکرد:

برای تعیین اجزاء عملکرد در هنگام برداشت سه بوته به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و صفات مرفولوژیک اندازه‌گیری شد. برای تعیین عملکرد، بوته‌های موجود به‌طور کامل از دو خط میانی برداشت شد و عملکرد دانه و بیولوژیک در واحد سطح تعیین گردید.

اندازه‌گیری میزان نشت یونی:

ابتدا تعداد برگ بالایی شاخساره بر روی شاخه اصلی از هر گیاه جدا شد و سپس با آب دوبار تقطیر شده شستشو گردید. قسمتی از برگ گیاهان را به قطعات ۲-۱ سانتی‌متر برش داده شد و در لوله‌های آزمایش با ۱۰ سی‌سی آب مقطر قرار داده شد. پس از آن نمونه‌ها برای مدت ۳۰ دقیقه درون تکان دهنده[1] گذاشته شد، هدایت الکتریکی اولیه (EC_0) به وسیله دستگاه EC متر از هر نمونه اندازه-گیری شد. سپس نمونه‌ها دریخچال با دمای چهار درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت نگهداری شدند، و هدایت الکتریکی (EC_1) دوباره اندازه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها به‌مدت ۴۵ دقیقه درون آون با درجه حرارت ۶۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و بعد از آن نمونه‌ها در دمای اتاق قرار داده شد تا سرد شدند و هدایت الکتریکی (EC_2) برای سومین بار اندازه‌گیری شد. نفوذپذیری نسبی از غشای سلولی محاسبه شد (Zheng et al., 2008).

1- Shaker

معادله (۱) درصد نشت یونی = $(EC_1-EC_0)/(EC_2-EC_0)\times100$

آنالیز آماری:

تجزیه و تحلیل آماری با نرم‌افزارهای MSTAT-C، Excel (۲۰۰۷) و SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن[1] انجام شد.

نتایج و بحث

میزان نشت یونی

با توجه به جدول ۱، درصد نشت یونی به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح آبیاری، اکوتیپ و اثر متقابل سطوح آبیاری در اکوتیپ قرار گرفت. مقایسه میانگین‌ها برای این صفت نشان می‌دهد که اعمال خشکی، بالاترین میزان نشت یونی را به دنبال داشت.

لارنر و ونوزی (Vannozi & Larner, 2007) نشان داد که تیمار تنش خشکی از تکامل دیواره ممانعت نموده و باعث نشت الکترولیت از دیواره سلولی می‌شود. با توجه به آسیب‌پذیری غشای سیتوپلاسمی، محتویات سلول به بیرون تراوش کرده و مقدار این خسارت را می‌توان با اندازه‌گیری نشت یونی و هدایت الکترونی تعیین نمود و از طرفی ارقام متحمل به خشکی دارای نشت الکترولیت کم‌تری هستند.

با کاربرد سوپرجاذب، نشت یونی به‌میزان ۳۶/۵ درصد کاهش نشان داد که این میزان نشت یونی با حالت نرمال آبیاری تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۲). در بین اکوتیپ‌ها گلباف دارای بیشترین میزان نشت یونی بود که از این نظر با لاین p25 و اکوتیپ زاهدان اختلاف معنی‌داری نشان نداد؛ اکوتیپ کهنوج به‌طور معنی‌داری میزان نشت یونی کمتری نسبت به سایرین نشان داد (جدول ۳). نتایج حاصل بیانگر واکنش متفاوت اکوتیپ‌های مورد مطالعه به تیمارهای مختلف آبیاری بود. اعمال تنش خشکی در اکوتیپ‌های زاهدان، قلعه گنج و لاین p_{25} سبب افزایش میزان نشت یونی گردید به‌طوری که بیشترین درصد نشت یونی از لاین p_{25} در همین سطح آبیاری به دست آمد. کاربرد سوپر جاذب در شرایط خشکی میزان نشت یونی را در اکوتیپ‌های مذکور به میزان معنی‌داری کاهش داد که نشان‌دهنده این است که تیمار تنش خشکی با استفاده از سوپر جاذب به‌ویژه در اکوتیپ‌های کهنوج و قلعه گنج گیاه را در شرایط مناسب‌تری قرار داده است و باعث افزایش قطر دیواره سلولی گیاه شده است. لاین p_{25} بیشترین درصد تغییرات را در پاسخ به تیمارهای مختلف آبیاری نشان داد، در مقابل اکوتیپ کهنوج کمترین میزان تغییرات را در سطوح مختلف آبیاری نشان داد (شکل ۱).

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح آبیاری و اکوتیپ‌ها قرار گرفت، همچنین اثر متقابل سطوح آبیاری و اکوتیپ برای این صفت معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارهای آبیاری برای عملکرد بیولوژیک نشان می‌دهد که به‌طور کلی عملکرد بیولوژیک در حالت تنش با اعمال سوپرجاذب و شرایط آبیاری نرمال بیشترین مقادیر را داشت، در حالی‌که با حالت تنش خشکی که کمترین میزان عملکرد بیولوژیک را داشت اختلاف معنی‌داری نشان دادند (جدول ۲). در بین اکوتیپ‌ها رقم پیشاهنگ نسبت به سایر اکوتیپ‌ها عملکرد بیولوژیک بالاتری داشت و اکوتیپ گلباف کمترین میزان را به‌خود اختصاص داد (جدول ۳). رقم پیشاهنگ در حالت تنش با اعمال سوپرجاذب و آبیاری نرمال بیشترین مقدار را برای عملکرد بیولوژیک داشت که نشان‌دهنده این است که این اکوتیپ توانسته در شرایط نرمال و تنش با کاربرد سوپر جاذب عملکرد قابل قبولی تولید نماید. کمترین میزان از اکوتیپ زاهدان در تنش خشکی حاصل گردید که نشان‌دهنده حساسیت این اکوتیپ به تنش خشکی نسبت به سایر اکوتیپ‌ها بود. در اکوتیپ زاهدان، رقم پیشاهنگ و لاین p_{25} بین تیمارهای آبیاری نرمال و تنش خشکی با سوپرجاذب اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید، اما اعمال تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار در این اکوتیپ‌ها از نظر عملکرد بیولوژیک گردید. برای اکوتیپ‌های کهنوج و گلباف تیمارهای آبیاری اختلاف معنی‌داری باهم نشان ندادند، در حالی‌که در اکوتیپ قلعه گنج کاربرد پلیمر سوپرجاذب در تنش خشکی توانست افزایش معنی‌داری را در عملکرد بیولوژیک نسبت به شرایط نرمال و تنش خشکی موجب گردد (شکل ۲).

طول ساقه

اثر تیمارهای مختلف آبیاری، اکوتیپ و اثر متقابل آن‌ها بر طول ساقه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه

1- Duncan

میانگین‌ها برای این صفت نشان داد که کاربرد سوپرجاذب در شرایط تنش خشکی تنش با سبب افزایش معنی‌دار ارتفاع ساقه نسبت به تنش خشکی گردید، به‌طوری‌که با شرایط نرمال اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲). اکوتیپ کهنوج بیشترین میانگین ارتفاع را داشت که از این نظر با لاین p_{25}، رقم پیشاهنگ و اکوتیپ قلعه گنج اختلاف معنی‌داری نداشت، اما نسبت به اکوتیپ‌های گلباف و زاهدان افزایش معنی‌داری نشان داد. واکنش ارقام نسبت به تیمارهای آبیاری متفاوت بود

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) سطوح مختلف آبیاری روی برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی اکوتیپ‌های مختلف ارزن

Table 1- Variance analysis (mean of squares) of different irrigation levels on some physiological and morphological traits of common millet ecotypes

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد دانه Grain yield	طول‌ساقه Length of stem	عملکرد بیولوژیک Biological yield	نشت یونی Ion leakage
تکرار Replication	2	0.0267	145.74	84.76	62.62
تیمار آبیاری Irrigation levels	2	9625 **	43257 *	52199*	388.79*
خطای a Error a	4	0.216	98.49	91.14	56.02
اکوتیپ Ecotype	5	21.82 **	625.9 *	553.5 **	629.84**
تیمار آبیاری× اکوتیپ Irrigation* Ecotype	10	8.249 **	365.36 *	238.98*	543.68**
خطای b Error b	30	0.702	164.85	66.07	22.82
ضریب تغییرات (درصد) C.V (%)	-	26.13	16.24	22.96	25.03

**،* و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌دار.

*, ** and ns F- test significant at $p \leq 0.05$, $p \leq 0.01$ and not significant, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر سطوح تنش روی برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ارزن

Table 2- Mean comparisons of irrigation levels at physiological and morphological traits of milet

سطوح آبیاری Irrigation levels	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield ($t.ha^{-1}$)	طول‌ساقه (سانتی متر) Length of stem (cm)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield ($t.ha^{-1}$)	نشت یونی (درصد) Ion leakage (%)
آبیاری نرمال Normal irrigation	3.64^{b*}	86.01^{a}	37.52^{a}	17.48^{ab*}
تنش خشکی Drought stress	84.1^{c}	63.53^{b}	23.43^{b}	24.31^{a}
تنش خشکی با پلیمر سوپرجاذب Drought stress with super absorbent polymers	4.12^{a}	87.57^{a}	45.23^{a}	15.44^{b}

* در هر ستون میانگین‌های دارای حرف مشترک، نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است (بر اساس آزمون دانکن).

*In each column the means with same letter, they are not statistically significant at at probability level of 5% (based on Duncan test).

که این اختلاف به دلیل تنوع مورفولوژیکی و پتانسیل‌های ژنتیکی متفاوت ارقام مورد آزمایش از لحاظ صفت مورد بحث بود، به‌طوری‌که در اکوتیپ زاهدان و رقم پیشاهنگ شرایط تنش خشکی سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته نسبت به شرایط نرمال و کاربرد سوپرجاذب گردید کاهش ارتفاع گیاه در پاسخ تنش خشکی می‌تواند به علت کاهش نسبی آماس و کم شدن آب پروتوپلاسم باشد که در کاهش فشار

تورگر و تقسیم سلول دخالت دارد، این در حالی است که در ارقام کهنوج و گلباف اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آبیاری وجود نداشت. برای اکوتیپ قلعه گنج و لاین ارتفاع در شرایط تنش خشکی نسبت به شرایط نرمال کاهش معنی‌داری نشان داد، در حالی‌که در شرایط کاربرد سوپرجاذب، اختلاف با هیچ‌کدام از شرایط مذکور معنی‌دار نبود (شکل ۳).

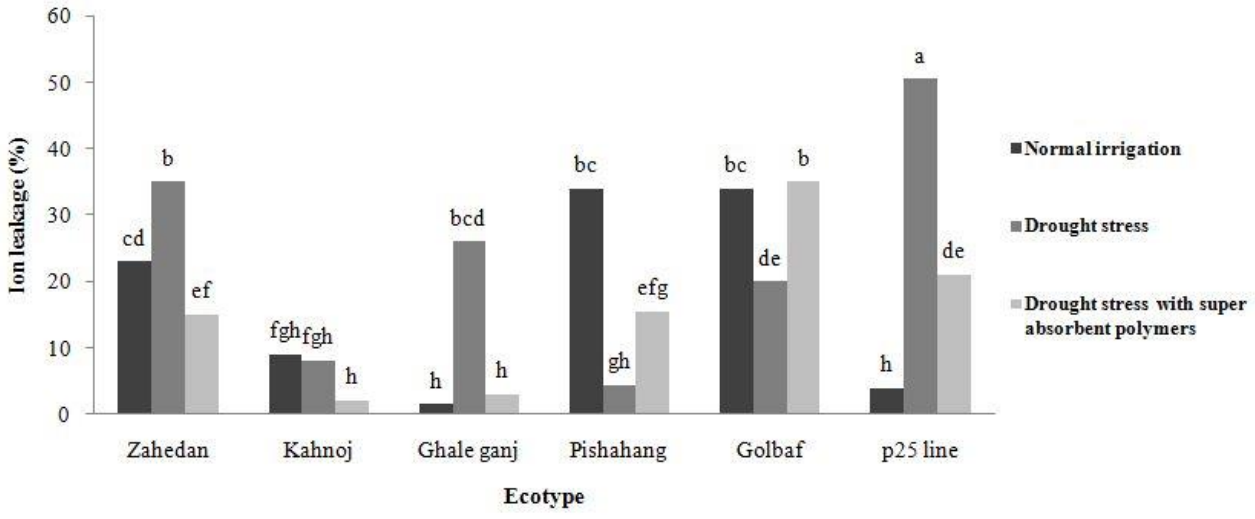
جدول ۳ - مقایسه میانگین اکوتیپ ها روی برخی صفات فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی ارزن

Table 3- Mean comparisons of ecotypes at physiological and morphological traits of millet

اکوتیپ Ecotype	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield ($t.ha^{-1}$)	طول‌ساقه (سانتی متر) Length of stem (cm)	عملکرد بیولوژیک (تن در هکتار) Biological yield ($t.ha^{-1}$)	نشت یونی (درصد) ion leakage (%)
زاهدان Zahedan	0.81 e	67.52 c	28.97 cd	24.684 a*
کهنوج Kahnoj	2.45 d	89 a	37.15 bc	6.54 d
قلعه گنج Ghale ganj	4.3 b	83.41 ab	32.82 bcd	11.166 c
پیشاهنگ Pishahang	2.87 cd	79.02 abc	47.33 a	17.879 b
گلباف Golbaf	5.31 a	70.83 bc	25.86 d	28.370 a
لاین p_{25} p_{25} line	3.47 c	84.45 a	40.22 ab	25.853 a

* در هر ستون میانگین های دارای حرف مشترک، نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است (بر اساس آزمون دانکن).

*In each column the means with same letter, they are not statistically significant at at probability level of 5% (Based on Duncan test).

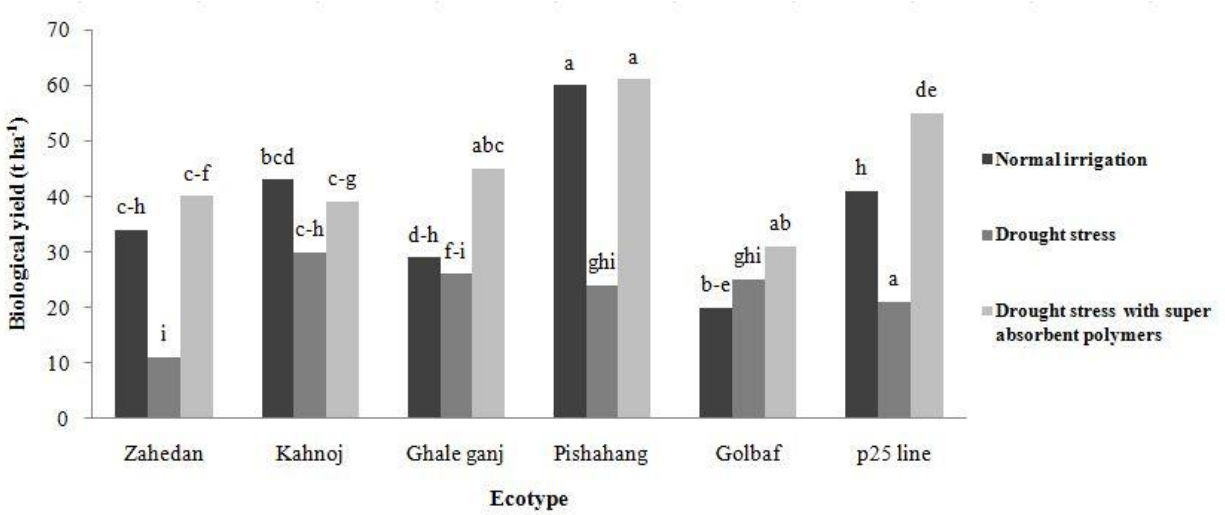


شکل ۱- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و اکوتیپ بر درصد نشت یونی ارزن

Fig. 1- Mean comparisons of irrigation levels and ecotype interaction on percent of ion leakage of millet

* ستون‌های دارای حرف مشترک، نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است (بر اساس آزمون دانکن).

*The columns with same letter, they are not statistically significant at probability level of 5% (Based on Duncan test).

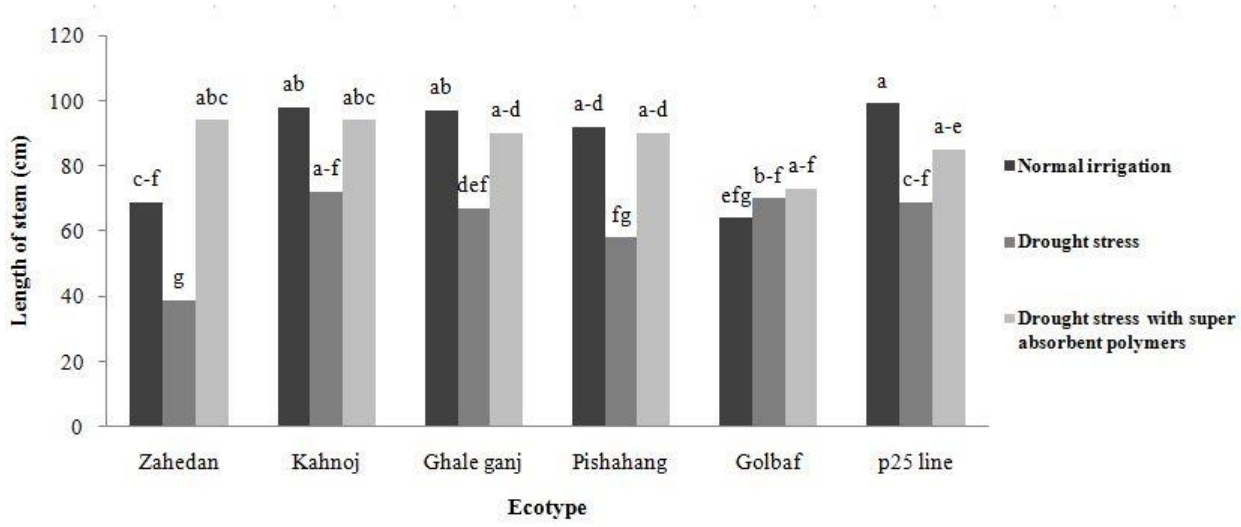


شکل ۲- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و اکوتیپ بر عملکرد بیولوژیک ارزن

Fig. 2- Mean comparisons of irrigation levels and ecotype interaction on biological yield of millet

* ستون‌های دارای حرف مشترک، نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است (بر اساس آزمون دانکن).

*The columns with same letter, they are not statistically significant at probability level of 5% (Based on Duncan test).



شکل ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و اکوتیپ بر طول ساقه ارزن

Fig. 3- Mean comparisons of irrigation levels and ecotype interaction on length of stem of millet

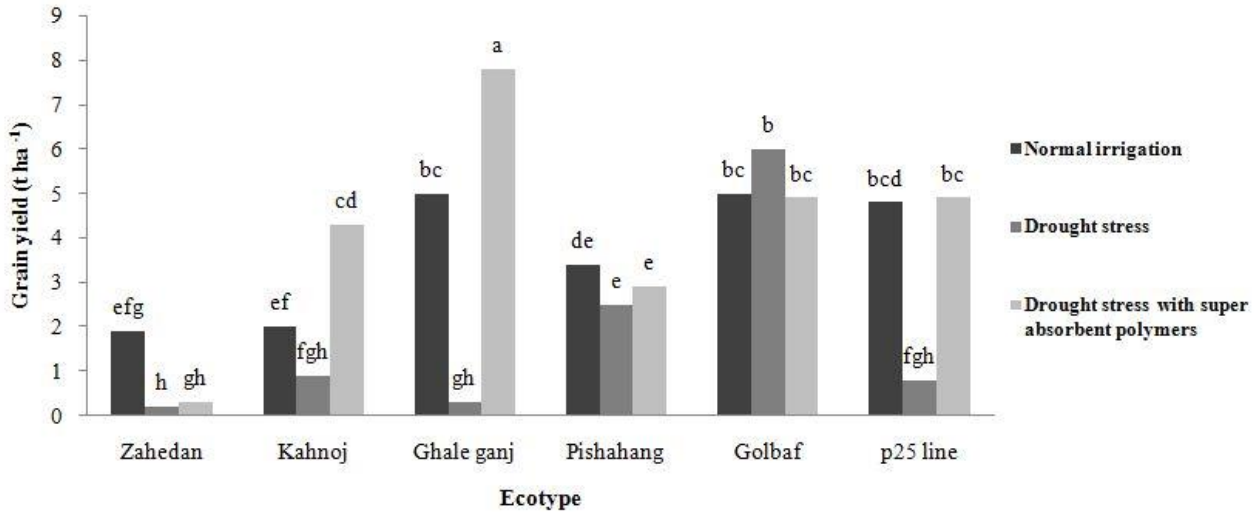
* ستون‌های دارای حرف مشترک، نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است (بر اساس آزمون دانکن).

*The columns with same letter, they are not statistically significant at probability level of 5% (Based on Duncan test).

عملکرد دانه

عملکرد دانه به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر سطوح تنش آبیاری و اکوتیپ‌های مورد استفاده قرار گرفت، همچنین اثر متقابل سطوح آبیاری و اکوتیپ‌های ارزن نیز بر عملکرد دانه معنی‌دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین عملکرد دانه برای سطوح تنش نشان می‌دهد که عملکرد دانه در حالت تنش با اعمال سوپرجاذب، بالاترین میزان را داشت و اختلاف معنی‌داری از این نظر با سایر تیمارهای آبیاری نشان داد. کمترین عملکرد دانه از تیمار تنش خشکی حاصل گردید. کاربرد پلیمر سوپرجاذب موجب افزایش ۵۵ درصدی عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی گردید (جدول ۲). مقایسه میانگین در بین اکوتیپ‌ها

(جدول ۳) نشان می‌دهد که اکوتیپ گلباف نسبت به سایر اکوتیپ‌ها عملکرد دانه بالاتری داشت در مقابل اکوتیپ زاهدان کمترین میزان عملکرد دانه را داشت. در مقایسه میانگین اثرسطوح تنش خشکی و اکوتیپ، همان‌طورکه در شکل ۴، مشاهده می‌شود، اکوتیپ قلعه گنج در حالت تنش با اعمال سوپرجاذب، بالاترین مقدار عملکرد دانه را داشت (۷/۵۲ تن در هکتار). در اکوتیپ قلعه گنج بین سطوح تنش اختلاف معنی‌دار وجود داشت. اکوتیپ زاهدان کمترین میزان عملکرد دانه را در حالت تنش خشکی داشت (۰/۲۶ تن در هکتار). اکوتیپ‌های مورد مطالعه واکنش متفاوتی نسبت به تیمارهای آبیاری نشان دادند. در اکوتیپ گلباف و رقم پیشاهنگ اختلاف معنی داری بین سطوح تنش وجود نداشت و این ارقام واکنش معنی‌داری به شرایط متفاوت آبیاری نشان ندادند. در لاین p_{25} تنش خشکی کاهش معنی‌داری نسبت به سایر تیمارهای آبیاری نشان داد. برای اکوتیپ قلعه گنج کاربرد سوپرجاذب در شرایط تنش به‌طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها افزایش نشان داد و در شرایط تنش خشکی کمترین مقدار عملکرد دانه را داشت. همچنین در اکوتیپ کهنوج کاربرد سوپر جاذب افزایش معنی‌داری از نظر عملکرد دانه نسبت به سایر تیمارها نشان داد، اما بین شرایط نرمال و تنش خشکی اختلاف معنی‌داری وجود نداشت در مقابل در اکوتیپ زاهدان شرایط نرمال نسبت به تنش خشکی به‌صورت معنی‌داری عملکرد بالاتری داشت، اما نسبت به شرایط کاربرد سوپرجاذب اختلاف معنی‌داری نشان نداد (شکل ۴).



شکل ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل سطوح آبیاری و اکوتیپ بر عملکرد دانه ارزن

Fig. 4- Mean comparisons of irrigation levels and ecotype interaction on grain yield of millet

* ستون‌های دارای حرف مشترک، نشان‌دهنده عدم تفاوت آماری معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد است (بر اساس آزمون دانکن).

*The columns with same letter, they are not statistically significant at probability level of 5% (Based on Duncan test).

باتوجه به این‌که تنش با اعمال خشکی موجب آسیب غشای سلولی می‌شود و این امر موجب نشت مواد درون سلولی و در نتیجه مرگ سلول می شود در نتیجه می‌تواند بر واکنش های حیاتی گیاه تاثیرگذار باشد (Stocker, 1960). در این آزمایش اکوتیپ کهنوج کمترین نشت یونی را داشت. کاربرد سوپرجاذب سبب کاهش میزان نشت یونی گردید که نتایج به‌دست آمده از کاهش نشت یونی با مصرف سوپرجاذب با نتایج هاروی (Harvey, 2002) برابری می‌کند. استرن و همکاران (Stern et al., 1992) گزارش کردند که کاربرد پلیمر سوپرجاذب در هکتار موجب افزایش وزن خشک گیاه گندم گردید. به‌طور کلی، عملکرد بیولوژیک در شرایط کاربرد سوپرجاذب بیشترین مقدار را داشت و در حالت تنش خشکی کمترین میزان را داشت. گزارش شده که با کاربرد ماده سوپرجاذب، عملکرد ماده خشک در ذرت، افزایش یافت (Karimi & Naderi, 2007). می‌توان افزایش عملکرد بیولوژیک در گیاه را به بهبود خصوصیات خاک و در نتیجه افزایش رطوبت قابل استفاده درخاک و جلوگیری از هدررفت عناصرغذایی در خاک نسبت داد که در نهایت موجب بهبود رشد و

افزایش وزن تر و خشک علوفه گیاه می‌شود. سوپرجاذب با رساندن آب و مواد غذایی به گیاه در مراحل مختلف رشد سبب افزایش عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک می‌شود. در حالت تنش با اعمال سوپرجاذب سبب افزایش معنی‌دار طول ساقه در ارقام مختلف نسبت به شرایط تنش خشکی گردید. استوکر (Stocker, 1960) گزارش کرد که تنش خشکی موجب کاهش ارتفاع ساقه و ایجاد حالت قد کوتاهی در گیاه می‌شود. کاربرد پلیمر سوپرجاذب، موجب افزایش عملکرد دانه به میزان ۵۵/۳ درصد نسبت به عدم کاربرد این پلیمر در شرایط تنش خشکی گردید. همچنین پلیمر سوپرجاذب سبب افزایش عملکرد نسبت به آبیاری نرمال گردید (۱۱/۶۵ درصد) که نشان‌دهنده اثر مستقیم و بسیار مثبت این پلیمر در حفظ رطوبت خاک در نزدیکی ریشه گیاه و در نتیجه کاهش اثرات سوء تنش خشکی و افزایش عملکرد دانه در اکوتیپ‌های ارزن می‌باشد. بنابراین می‌توان از این مواد جهت بهره‌برداری بیشتر و بهتر از منابع گیاهی مختلف در شرایط و محیط های مواجه با تنش خشکی استفاده برد. از میان اکوتیپ های مورد بررسی اکوتیپ گلباف علاوه بر این‌که عملکرد بیشتری در شرایط تنش خشکی داشت حساسیت کمتری نسبت به رژیم‌های مختلف آبیاری نشان داد.

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، نتایج حاصل از این پژوهش در راستای نتایج دیگر محققان، نشان داد که استفاده از پلیمرهای سوپرجاذب می‌تواند ضمن کاهش اثرات تنش با اعمال خشکی در تولید این محصول، کاهش حجم آب آبیاری و حفظ تولید آن در یک سیستم کم‌نهاده را به دنبال داشته باشد که این موضوع در مناطق خشک و نیمه‌خشک همچون کرمان که با محدودیت منابع آبی مواجه هستند از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. اکوتیپ گلباف سازگاری بیشتری را نسبت به شرایط محیطی از خود نشان داده است و به‌نظر می‌رسد مکانیسم‌های سازگاری این اکوتیپ نسبت به اکوتیپ‌های دیگر بیشتر بوده است.

منابع

Bidinger, F.R., Mahalakshmi, V., and Rao, G.D.P. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke). II. Estimation of genotype response to stress. Australian Journal of Agricultural Research 38: 49-59.

Harvey, I. 2002. Use of hydrogels to reduce leaf loss haster root. Establishment Forest Research 45: 220-228.

Ibrahim, Y.M., Marcarian, V., and Dobrenz, A.K. 1995. Pearl millet response to different irrigation water stress: II Porometer parameters, photosynthesis, and water use efficiency. Emirates Journal of Agricultural Science 7: 20-38.

Karimi, A., and Naderi, M. 2007. Effect of superabsorbent polymer on yield and water use efficiency of corn in soils with different textures. Journal of Agricultural Research: Water, Soil and Crop Farming 7(3); 187-198.

Khazaie, H.R., and Kafi, M. 2003. Effect of drought stress on root growth and dry matter partitioning between roots and shoots of winter wheat. Iranian Journal of Filed Crops Research 1: 33-43 (In Persian with English Summry)

Kouckakzadeh, M., Sabbagh Farshi, A.A., and Ganji Khorramdel, N. 2000. Extra-absorbent polymer influence on some soil physical properties. Soil and Water Sciences Journal 14(2): 176-186.

Kusaka, M., Lalusin, A.G., and Fujimura, T. 2005. The maintenance of growth and turgor in pearl millet *(Pennisetum glaucum* (L.) Leeke) cultivars with different root structures and osmo-regulation under drought stress. Plant Science 168: 1-14.

Rostam Pour, M., Seghatoleslami, M.J., and Mosavi, G. 2010. Effect of super absorbent dry and the relative water content and chlorophyll index and their correlation with grain yield in maize. Journal of Crop Physiology 2(1): 19-31. (In Persian with English Summry)

Siddique, M.R.B., Hamid, A., and Islam, M.S. 2000. Drought stress effects on water relations of wheat. Botanical Bulletin of Academia Sinica 41: 35-39.

Stern, R., Vanper Merwe, A.J., Laker, M.C., and Shaihbery, I. 1992. Effect soil surface treatments on runoff and wheat yield under irrigation. Agronomy Journal 84: 114-119.

Stocker, O. 1960. Physiological and morphological changes in plants due to water deficiency. Arid Zone Research 15: 63-104.

Vannozi, G., and Larner, F. 2007. Proline accumulation during drought rhizogene in maise. Journal Plant Physiology 85: 441-467.

Yazdani, F., Allahdadi, A., Akbari, G., and Behbahani, M.R. 2004. Effect of different rates of superabsorbent polymer (Tarawat A200) on soybean yield and yield components. Pajouhesh and Sazandegi 75: 167-174. (In Persian with English Summry)

Zheng, Y.H., Jia, A.J., Ning, T.Y., Xu, J.L., Li, Z.J., and Jiang, G.M. 2008. Potassium nitrate application alleviates sodium chloride stress in winter wheat cultivars differing in salt tolerance. Journal of Plant Physiology 165: 1455-1465.

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 1, Spring 2018, p. 135-145

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۱، بهار ۱۳۹۷، ص. ۱۴۵-۱۳۵

Evaluation of Yield Potential of Common Millet (*Panicum miliaceum* L.) Ecotypes under Normal and Water Deficit Conditions

S. Goodarzi[1] and E.A. Tohidinejad[2*]

Submitted: 07-03-2016
Accepted: 27-02-2017

Goodarzi, F., and Tohidinejad, E.A. 2018. Evaluation of yield potential of common millet (*Panicum miliaceum* L.) ecotypes under normal and water deficit conditions. Journal of Agroecology 10(1): 135-145.

Introduction

Common millet (**Panicum miliaceum** L.) is a cereal plant cultivated for its grain, mostly in semi-arid regions of Iran. It is a warm-season and C4 grass with higher water use efficiency than C3 plants, short growing season, low moisture requirement, relatively high drought resistance and is capable of producing food or feed where other grain crops would fail. Water resources deficit and drought stress is becoming a major threat to plant productivity loss in agricultural systems therefore optimum use of limited water resources and seasonal scattered rainfall and water use efficiency is necessary. Drought stress leads to lower growth, yield and yield components in pearl millet. Super absorbent polymers have a great importance for their role in increase of absorption capacity and saving water in the soil and to combat water shortage conditions. The water holding capacity of super absorbent polymers helps to keep plants from sitting in water logged soil in times of excess moisture. Then, as moisture is needed, super absorbent polymers release moisture back into the root zone helping to maintain consistent soil moisture. Positive impact of super absorbent polymers on growth and yield of soybean and corn under water limited condition have been reported. The aim of this study was to evaluate the use of different levels of water deficit and super absorbent polymers on morphological and physiological characteristics of millet ecotypes.

Materials and Methods

The experiment was carried out during spring and summer of 2013 in Faculty of agriculture research field of Shahid Bahonar University of Kerman (56º, 58'E; 30º, 15'N and 1754 m elevation). Soil type was a Sandy-loam, with pH 7.6 and mean annual precipitation of 150 mm. The experiment was carried out in a split plot arrangement based on RCBD design with three replications. Irrigation treatments included three levels: normal irrigation, drought stress with super absorbent application and drought stress were applied in main plots and Zahedan, Kahnooj, Ghale-ganj, Golbaf, p25 line and Pishahang Ecotypes as plant material were sown in sub plots. Irrigation intervals were conducted based on 50 and 100 mm evaporation from class A pan evaporation. Plants were harvested at the end of the growing season to determination of plant height, biological and grain yield. Ion leakage percent were measured based on method proposed by Zheng et al. (2008). Statistical analysis was done by MSTAT-C, Excel and SAS softwares and means were compared by Duncan's multiple range test at 5% of probability level.

Results and Discussion

The results showed that significantly increased were observed in stem length, grain and biological yield in super absorbent polymer application in comparison with the non-application in stress conditions. Stern et al. (1992) reported that the use of super absorbent polymers increased dry matter in wheat. The use of super absorbent decreased ion leakage that was consistent with the results of Harvey (2002). Pishahang cultivar had the higher biological yield in stress condition with super absorbent application compared to the other ecotypes of millet. Kahnooj ecotype in stem length and Ghale-ganj in grain yield significantly higher than the others. Kahnooj ecotype had the lower ionic leakage than the others. The results of this research revealed that Golbaf ecotype in drought stress and Ghale-ganj ecotype in drought by applying super absorbent conditions had

1 and 2- Former student in Agronomy and Assistant Professor, Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: E_tohidi@uk.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i1.54349

significant performance. Application of super absorbent polymer increased 55.3% in grain yield compared to the non-application under drought stress. Stoker (1960) reported that drought stress leaded to increase in ionic leakage and reduced plant height and create short plants. Application of super absorbent polymers to reduce the devastating effects of drought on soybean and corn have been reported.

Conclusion

The super absorbent polymer increased grain yield compared to normal irrigation which indicating very positive and direct effect of this polymer in maintaining soil moisture nearby the plant roots and reducing the adverse effects of drought stress as well as increasing grain yield in millet ecotypes, therefore could be helpful materials for more utilization of plants potential in conditions and environments with water limitation.

Keywords: Drought stress, Irrigation, Millet ecotypes, Super absorbent polymers