



تأثیر سطوح آبیاری، نیتروژن و پتاسیم بر صفات عملکردی ارزن پادزه‌ری (*Panicum antidotale* Retz.)

زین العابدین جویبان^۱، محمد کافی^۲، احمد نظامی^۳، سید غلامرضا موسوی^۴
دریافت: ۹۷/۲/۳۱ پذیرش: ۹۷/۶/۱۳

چکیده

به منظور بررسی اثرات تنش خشکی و عناصر نیتروژن و پتاسیم بر صفات عملکردی گیاه ارزن پادزه‌ری (*Panicum antidotale* Retz.) آزمایشی طی سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹۴ بصورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند انجام شد. فاکتورهای آزمایش شامل آبیاری بر اساس تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر در سه سطح (۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌متر)، نیتروژن بر اساس آزمون خاک در سه سطح صفر، مصرف به میزان ۵۰ درصد (۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) و مصرف بر اساس مقدار توصیه شده آزمون خاک (۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) و پتاسیم در دو سطح (صفر و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار) بود. نتایج نشان داد که برای صفات وزن برگ، ساقه و پانیکول، اثر متقابل سه گانه رژیم آبیاری، کود نیتروژن و کود پتاسیم در چین دوم و در مجموع چین‌ها، معنی‌دار شد. بطوری که بیشترین وزن برگ (۹۶۲.۵ گرم در متر مربع) و ساقه (۹۳۴.۹ گرم در متر مربع) و پانیکول (۴۱۶ گرم در متر مربع) در سطح ۲۰۰ کیلو نیتروژن و بدون پتاسیم مشاهده شد. در صفت عملکرد ماده خشک در مجموع چین‌ها، اثر متقابل سه‌گانه رژیم آبیاری و کودهای نیتروژن و پتاسیم معنی‌دار بود بطوری که بیشترین وزن زیست توده در تیمار بدون تنش در سطح ۲۰۰ کیلو نیتروژن و بدون پتاسیم (۲۳۱۴.۴ گرم در متر مربع) مشاهده شد. کاربرد عناصر کودی در زمان افزایش شدت تنش، صفت فوق را بهبود داد بطوریکه در تیمار تنش متوسط و تنش شدید حداکثر عملکرد علوفه در تیمار ۲۰۰ کیلو نیتروژن و ۱۰۰ کیلو پتاسیم به دست آمد.

واژه‌های کلیدی: ارزن پادزه‌ری، تنش خشکی و عناصر ماکرو

جویبان، ز.، م. کافی، ا. نظامی و س.غ. موسوی. ۱۳۹۹. تأثیر سطوح آبیاری، نیتروژن و پتاسیم بر صفات عملکردی ارزن پادزه‌ری (*Panicum antidotale* Retz.). مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۴۰: ۱۸۹-۱۷۸.

- ۱- دانشجوی دکتری فیزیولوژی گیاهان زراعی، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۲- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران- مسئول مکاتبات. m.kafi@um.ac.ir
- ۳- استاد گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران
- ۴- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، واحد بیرجند، دانشگاه آزاد اسلامی، بیرجند، ایران

مقدمه

فشارهای ناشی از کمبود آب در بخش کشاورزی، انگیزه یافتن راه‌هایی برای بهبود کارایی مصرف آب و بهره‌برداری بهینه از منابع آب در دسترس را افزایش داده است. در شرایط محدودیت منابع آب و فراوانی نسبی اراضی قابل کشت (شرایط حاکم بر اکثر مناطق ایران) هدف اصلی متمرکز بر بالابردن تولید به ازای واحد آب مصرفی و استفاده بهینه از این منابع است (مشعل و همکاران، ۱۳۸۷). شرایط کم آبی حاکم بر کشور، خصوصاً در مناطقی همچون خراسان جنوبی، شناخت گیاهانی سازگار به کم آبی و همچنین بکارگیری روش‌هایی جهت مصرف بهینه آب آبیاری را امری ضروری جلوه می‌دهد.

ارزن پادزهری (*Panicum antidotale* Retz.) گیاهی بومی مناطق معتدل و گرمسیری آسیا از خاورمیانه تا هند (افغانستان، ایران، یمن، هند و پاکستان) بوده (عشقی‌زاده، ۱۳۹۱؛ عشقی‌زاده و همکاران، ۲۰۱۲) و به دلیل تحمل به شوری و مقاومت در مقابل خشکی و نیز چند ساله بودن و داشتن چرخه فتوسنتزی C₄ (راندی و همکاران، ۱۹۹۳) از این نظر از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است و می‌توان با مطالعه بهترین روش‌های زراعت کم آب ارزن پادزهری، کاشت آن را جهت تولید علوفه ترویج نمود.

هرچند عناصر نیتروژن، فسفر و پتاسیم سه عنصر اصلی پر مصرف در تغذیه گیاه هستند (هاپکینس، ۲۰۰۴؛ تاز و زایگر، ۲۰۰۶)، اما قابلیت دسترسی به عناصر غذایی مختلف در خاک تحت تأثیر تنش خشکی تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌یابد. بطوری که توازن جذب عناصر غذایی توسط گیاه به هم خورده و عناصر ضروری و مورد نیاز، کمتر در اختیار گیاه قرار می‌گیرند. به عنوان مثال در شرایط کمبود رطوبت، جذب فسفر کاهش می‌یابد (فنائی و همکاران، ۲۰۰۹). در بین عناصر غذایی، پتاسیم به عنوان یک عنصر پر مصرف در گیاهان نقش اساسی داشته و به عنوان دومین عنصر مهم کودی از اهمیت بالایی برخوردار است. یکی از مهمترین نقش‌های پتاسیم در گیاه، کنترل انبساط و انقباض سلول‌های نگهبان روزنه و به دنبال آن میزان باز و بسته شدن روزنه‌ها است و این وظیفه، خصوصاً در زمان وقوع تنش خشکی به دلیل ممانعت از تلفات آب، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند (خواججه‌پور، ۱۳۸۳؛ تاز و زایگر، ۲۰۰۶). بطور کلی پتاسیم به

سهولت در گیاه حرکت نموده و مقدار زیادی از آن در بافت‌های جوان و در حال رشد دیده می‌شود (قاسمی و شهابی، ۱۳۸۹؛ تاز و زایگر، ۲۰۰۶). بنابراین به نظر می‌رسد که مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش یکی از مسائل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب شود. اونیل و همکاران (۲۰۰۴) در بررسی تأثیر دو سطح نیتروژن شامل مقادیر صفر و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط بدون تنش و تنش کم آبی در ذرت اظهار داشتند که سطوح نیتروژن و آبیاری اثر معنی‌داری بر عملکرد ماده خشک ذرت و راندمان مصرف نیتروژن داشته است اما اثر متقابل نیتروژن و آبیاری بر این صفات معنی‌دار نبوده است (اونیل و همکاران، ۲۰۰۴). ولدآبادی و علی‌آبادی فراهانی (۱۳۸۷) در بررسی اثر کاربرد پتاسیم بر خواص کمی و توسعه ریشه سه گیاه ذرت، سورگوم و ارزن در شرایط تنش خشکی، دریافتند که عملکرد بیولوژیک و عمق نفوذ ریشه در شرایط تنش خشکی به شدت کاهش پیدا کرد. ولی کاربرد پتاسیم سبب شد تا اثرات سوء تنش خشکی بر صفات فوق تا حدی کاهش یافته و عمق نفوذ ریشه افزایش یابد.

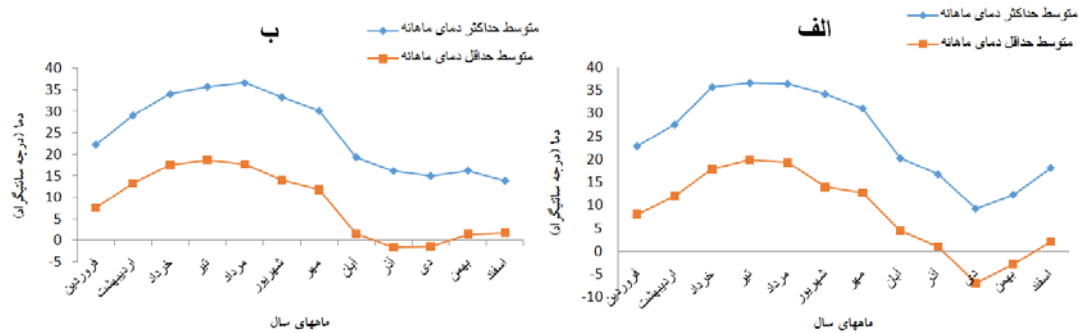
با توجه به آنچه گفته شد، هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر سطوح رژیم کم آبیاری، مصرف سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر صفات عملکردی گیاه ارزن پادزهری بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر طی سال‌های زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند واقع در کیلومتر چهار جاده بیرجند- زاهدان با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ۱۴۸۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. میانگین ۱۵ ساله بارندگی در این منطقه ۱۷۶ میلی‌متر بوده و حداقل و حداکثر مطلق و میانگین درجه حرارت به ترتیب ۴/۶، ۳۹/۱ و ۲۷/۵ درجه سانتیگراد می‌باشد (شکل ۱). همچنین میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی به ترتیب ۲۳/۵ و ۵۹/۶ درصد است. شهرستان بیرجند در شرق ایران قرار گرفته و بخش عمده آن، به دلیل مجاورت با دشت لوت، دارای اقلیم بیابانی گرم و خشک است. مشخصات خاک محل آزمایش در جدول یک آورده شده است. بافت خاک محل آزمایش از نوع لومی بود.

جدول ۱- مشخصات خاک محل آزمایش

pH	هدایت الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	آهک (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)
۷/۸۹	۷/۴۵	۰/۲۶	۰/۰۵۶	۸/۵	۲۰	۳۸	۴۲	۲۵۷	۱۵/۶۴



شکل ۱- تغییرات دمای ماهانه در سال‌های ۱۳۹۲ (الف) و ۱۳۹۳ (ب).

آزمایشی بسته شدند. بذره‌های گیاه ارزن پادزهری از منطقه رودشت اصفهان جمع‌آوری و پس از ضدعفونی با قارچ‌کش بنومیل، در اول مردادماه ۱۳۹۲ در کرت‌های آزمایشی در عمق تقریبی ۱-۰/۵ سانتیمتری کشت شدند و آبیاری مزرعه تا استقرار گیاه با فاصله زمانی کوتاه (سه تا پنج روز) و پس از آن هر هشت تا ۱۰ روز (با توجه به شرایط آب و هوایی) انجام شد. در طی دوره رشد گیاه، وجین علف‌های هرز بصورت دستی انجام شد. با توجه به اینکه ارزن پادزهری گیاهی چند ساله بوده و در سال اول بیشتر مواد فتوسنتزی، صرف استقرار گیاه می‌شوند، لذا اعمال تیمارهای آزمایشی و نمونه‌برداری صفات، در سال دوم آزمایش انجام گردید. در سال دوم، اولین آبیاری در ششم فروردین ۱۳۹۳ صورت پذیرفت و در ادامه فصل رشد، سطوح رژیم آبیاری (۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌متر تبخیر جمعی) براساس تبخیر جمعی از تشتک تبخیر (کلاس A) از مرحله شش برگی تا انتهای فصل رشد اعمال شدند. جهت تعیین حجم آب مصرفی مقدار آب موردنیاز تا رسیدن رطوبت خاک به حدظرفیت مزرعه و توسط کنتورحجمی اندازه‌گیری و به تیمارها اعمال شد. جهت تعیین درصد رطوبت وزنی خاک در شرایط ظرفیت مزرعه از عمق (۳۰-۳ سانتیمتری) خاک از تکرارهای هر آزمایش نمونه برداری شد و سپس نمونه‌ها بلافاصله در آون دردمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و درصد رطوبت وزنی آنها در شرایط ظرفیت زراعی با استفاده از رابطه (۱) تعیین گردید:

$$\text{رابطه (۱)} \quad 100 \times (\text{وزن خاک خشک (گرم)} - \text{وزن خاک مرطوب (گرم)}) = \text{رطوبت وزنی خاک (درصد)}$$

تیمار آبیاری از رابطه (۲) زیرحجم آب مصرفی موردنیاز هر تیمار محاسبه شد (انصاری و همکاران، ۱۳۹۰):

$$\text{رابطه (۲)} \quad d = \rho_b \cdot w \cdot D / 100$$

آزمایش به صورت اسپلینت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد آزمایش شامل آبیاری بر اساس تبخیر جمعی از تشتک تبخیر کلاس A در سه سطح (۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌متر)، نیتروژن بر اساس آزمون خاک در سه سطح صفر، مصرف به میزان ۵۰ درصد مقدار قابل توصیه بر اساس آزمون خاک (۱۰۰ کیلوگرمدر هکتار) و مصرف بر اساس مقدار توصیه شده بر اساس آزمون خاک (۲۰۰ کیلوگرمدر هکتار) و مقدار پتاسیم در دو سطح (صفر و ۱۰۰ کیلوگرمدر هکتار) بود. در این تحقیق سطوح آبیاری به عنوان کرت اصلی و مقادیر نیتروژن و پتاسیم فاکتوریل شده و به عنوان کرت فرعی در نظر گرفته شدند. مقادیر پتاسیم بصورت کود سولفات پتاسیم همزمان با کاشت با خاک مخلوط و کود نیتروژن نیز بصورت کود اوره در سه نوبت همزمان با کاشت، پس از شروع تیمارهای آبیاری و شروع گلدهی به خاک اضافه شدند.

طول هر کرت آزمایشی پنج متر، تعداد خطوط کاشت چهار خط، فواصل خطوط کاشت ۵۰ سانتیمتر (ابعاد کرت ۲×۵ متر مربع) و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۶ سانتیمتر بود. همچنین فاصله بین کرت‌های اصلی و فرعی، به ترتیب ۱/۵ و یک متر در نظر گرفته شد. زمین مورد آزمایش طی دو سال قبل آیش بود. جهت آماده‌سازی بستر کاشت در اوایل بهار شخم نسبتاً عمیق (۳۰ سانتیمتر) صورت گرفت و پس از انجام عملیات دیسک، نسبت به تسطیح زمین با لولر اقدام شد و در نهایت جوی و پشته‌ها با استفاده از فاروئر ایجاد و انتهای کرت‌های

جهت تعیین دقیق زمان آبیاری در هر آزمایش، با گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری به صورت روزانه و متوالی توسط اوگر از خاک مزرعه در محدوده توسعه ریشه نمونه‌برداری انجام شد تا درصد رطوبت وزنی خاک مشخص شود. پس از رسیدن درصد رطوبت وزنی خاک به میزان تعیین شده، جهت اعمال

درصد با استفاده از پمپ و کنتور به صورت یکنواخت توزیع گردید.

همچنین در سال دوم، سه چین محصول بصورت دستی از سطح یک مترمربع به ترتیب در تاریخ‌های ۹۳/۳/۲، ۹۳/۵/۱ و ۹۳/۷/۱۵ برداشت گردید. مقدار کل آب مصرفی برای هر یک از سطوح رژیم آبیاری در جدول دو آورده شده است.

در این معادله، d : ارتفاع آب آبیاری، p_b : وزن مخصوص ظاهری خاک، w : میزان تغییر رطوبت و D : عمق ریشه (۴۰ سانتیمتر) می‌باشد.

بدین ترتیب حجم آب مورد نیاز در هر بار آبیاری و در هر کرت آزمایشی محاسبه و براساس کارایی توزیع آب ۹۰

جدول ۲- حجم آب مصرفی در طول فصل رشد سال دوم در سطوح مختلف رژیم آبیاری.

رژیم آبیاری	کل آب مصرفی (m^3/ha)
تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر (mm)	۱۰۲۵۰
	۵۲۶۰
	۳۴۰۰

است. با افزایش کاربرد کودهای نیتروژن و پتاسیم، عملکرد برگ نیز افزایش پیدا کرد و بیشترین عملکرد برگ در چین اول به میزان ۲۸۰/۹۰ گرم در متر مربع در تیمار کود نیتروژن ۲۰۰ - کود پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۵). در چین دوم و در محاسبه مجموع چین‌ها، اثر متقابل سه گانه رژیم آبیاری، کود نیتروژن و کود پتاسیم بر عملکرد برگ گیاه ارزش پادزهری معنی‌دار شد (جدول ۳). در تمام چین‌ها، بیشترین عملکرد برگ در سطوح مختلف هردو کود در آبیاری ۷۰ میلی‌متر مشاهده شد (جدول ۶). در چین سوم نیز اثر رژیم آبیاری بر عملکرد برگ ارزش پادزهری معنی‌دار گردید (جدول ۳) و با افزایش تبخیر تجمعی رطوبت از تشتک تبخیر، عملکرد برگ کاهش یافت. بدین ترتیب که عملکرد برگ در تیمارهای رژیم آبیاری ۱۴۰ و ۲۱۰ میلی‌متر به ترتیب به میزان ۱۱/۱ و ۳۶/۶ درصد کمتر از تیمار رژیم آبیاری ۷۰ میلی‌متر بود (جدول ۷). بطور کلی فرایند توسعه برگ کاملاً متأثر از فراهمی و یا کمبود آب می‌باشد. هرچند که ظهور برگ چندان تحت تأثیر میزان فراهمی آب نیست. با این حال، کمبود آب از یک طرف بواسطه کاهش توسعه برگ و از طرف دیگر از طریق افزایش سرعت پیری برگ در کوچک ماندن اندازه برگ موثر است (کاکر، ۲۰۰۴) هرچند که کاربرد عناصر غذایی نیتروژن و پتاسیم احتمالاً بتواند تا حدی اثرات مخرب تنش خشکی را جبران کند. با این وجود، پیامدهای تنش رطوبتی، شدیدتر از آن است که بتوان عوارض آن را بطور کامل با بکارگیری عناصر غذایی جبران کرد.

در هر چین پس از برداشت محصول، از دو خط وسط هر کرت و با رعایت اثرات حاشیه‌ای، بوته‌ها برداشت و جهت اندازه‌گیری عملکرد ماده خشک، صفات وزن خشک ساقه، برگ و پانیکول به تفکیک اندازه‌گیری شدند (اندام‌های بوته‌ها به تفکیک، به مدت ۷۲ ساعت درون آون در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفته و سپس توزین شدند).

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C و مقایسات میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت پذیرفت.

نتایج و بحث

عملکرد برگ

اثر متقابل رژیم آبیاری و کود نیتروژن بر عملکرد برگ گیاه ارزش پادزهری در چین اول معنی‌دار شد (جدول ۳). بیشترین عملکرد برگ در تیمار آبیاری ۷۰ میلی‌متر - کود نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار اندازه‌گیری شد. با افزایش تبخیر تجمعی رطوبت از تشتک تبخیر از ۷۰ به ۲۱۰ میلی‌متر، عملکرد برگ کاهش یافت. لکن کاربرد کود نیتروژن (خصوصاً در تیمار آبیاری ۲۱۰ میلی‌متر) تا حدی سبب کاهش اثرات تنش خشکی و افزایش عملکرد برگ گردید (جدول ۴). به عبارت دیگر، با کاربرد کود نیتروژن در شرایط تنش نسبت به عدم کاربرد کود نیتروژن در سطح مشابه تنش، گیاه کمتر سطح تنش را درک کرده و لذا از ماده خشک اختصاص یافته برای توسعه برگ‌ها کمتر کاسته شده

جدول ۳- منابع تغیر، درجه آزادی و میانگین مربعات عملکرد برگ ارزن پادزهری در چین‌های اول تا سوم و مجموع چین‌ها

منابع تغیر	درجه آزادی	چین اول	چین دوم	چین سوم	مجموع چین‌ها
تکرار	۲	۵۵/۲۶	۲۰۰/۲۱	۷۹۰/۸۲	۴۱۳۳/۹۳
آبیاری	۲	۴۵۰۹۴/۳۷**	۳۶۷۳۴/۵۵**	۵۲۸۴۷/۰۹**	۳۹۸۵۸۰/۹۷**
خطای اول	۴	۲۴۱/۴۸	۹۱۰/۷۷	۸۱۱/۹۸	۱۶۰۷/۰۷
نیترژن	۲	۶۷۹۱/۷۷**	۱۲۱۵/۰۵ns	۳۱۵/۹۲ns	۱۶۲۱۷/۷۶**
پتاسیم	۱	۱۰۱۵/۸۲ns	۱۹۷۹/۳۱ns	۱۹۳/۸۰ns	۷۰۴/۳۱ns
نیترژن × پتاسیم	۲	۱۵۲۷/۴۲*	۲۰۵/۷۳ns	۳۸۰/۲۸ns	۱۴۲۸/۲۹ns
آبیاری × نیترژن	۴	۱۳۰۸/۸۶*	۵۵۹/۰۳ns	۱۶۸۴/۳۶ns	۶۶۷۹/۴۷**
آبیاری × پتاسیم	۲	۶۴۹/۵۲ns	۳۹۶/۸۸ns	۱۸۵۳/۰۷ns	۱۲۶۸/۵۳ns
آبیاری × نیترژن × پتاسیم	۴	۲۰۳/۶۵ns	۲۹۷۱/۹۸*	۵۱۸/۲۶ns	۷۰۸۴/۹۷**
خطای دوم	۳۰	۴۰۱/۱۱	۹۹۰/۶۴	۶۷۲/۷۲	۱۲۸۶/۹۱
ضریب تغیرات (%)	-	۲۰/۰۷	۲۰/۰۴	۲۲/۰۸	۴/۷۹

** معنی دار در سطح ۱ درصد * معنی دار در سطح ۵ درصد ns: غیر معنی دار

جدول ۴- مقایسات میانگین اثر متقابل آبیاری و نیترژن بر عملکرد برگ ارزن پادزهری در چین اول

رژیم آبیاری تبخیر تجمعی (mm)	کود نیترژن (Kg/ha)	عملکرد برگ (g/m ²)
۷۰	صفر	۲۶۶/۶۴c
	۱۰۰	۲۹۶/۶۸b
	۲۰۰	۳۳۴/۰۱a
۱۴۰	صفر	۲۴۸/۱۹c
	۱۰۰	۲۴۱/۶۷c
	۲۰۰	۲۶۳/۷۱c
۲۱۰	صفر	۱۷۹/۵۲e
	۱۰۰	۲۰۴/۹۰d
	۲۰۰	۲۱۲/۷۰d

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

جدول ۵- مقایسات میانگین اثر متقابل کودهای نیترژن و پتاسیم بر عملکرد برگ و پانیکول ارزن پادزهری

کود نیترژن (Kg/ha)	کود پتاسیم (Kg/ha)	عملکرد برگ (g/m ²)	عملکرد پانیکول (g/m ²)
صفر	صفر	۲۲۲/۹۸c	۶۱/۵۱d
۱۰۰	صفر	۲۳۹/۹۲bc	۷۹/۳۱cd
صفر	۱۰۰	۲۵۳/۹۷b	۹۶/۴۴bc
۱۰۰	صفر	۲۴۱/۵۳bc	۹۰/۲۶bc
۲۰۰	صفر	۲۵۹/۳۸b	۱۰۱/۸۸b
۱۰۰	۱۰۰	۲۸۰/۹۰a	۱۱۱/۴۰a

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

جدول ۶- مقایسات میانگین اثر متقابل آبیاری، نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد برگ و ساقه ارزن پادزهری در چین دوم و مجموع چین‌ها

ساقه مجموع چین‌ها (g/m ²)	ساقه چین دوم (g/m ²)	برگ مجموع چین‌ها (g/m ²)	برگ چین دوم (g/m ²)	کود پتاسیم (Kg/ha)	کود نیتروژن (Kg/ha)	رژیم آبیاری تبخیر تجمعی (mm)
۸۱۳/۹۶bc	۲۷۸/۶۱a-d	۸۴۳/۸۰b-d	۲۸۵/۵۲a-c	صفر	صفر	
۸۱۵/۰۵bc	۲۸۳/۹۱a-c	۸۳۸/۳۰b-e	۲۹۰/۶۲a-c	۱۰۰		
۸۴۹/۸۳bc	۲۹۱/۲۵a-c	۸۷۷/۵۱bc	۲۹۵/۵۲a-c	صفر	۱۰۰	۷۰
۸۷۳/۷۳ab	۳۰۴/۴۰ab	۸۹۹/۸۵b	۳۱۴/۷۷ab	۱۰۰		
۹۳۴/۹۳a	۳۲۲/۶۱a	۹۶۲/۵۶a	۳۳۱/۲۶a	صفر	۲۰۰	
۸۳۱/۱۷bc	۲۳۶/۲۵b-f	۸۷۷/۵۸bc	۲۵۵/۲۵b-e	۱۰۰		
۶۹۹/۷۰de	۲۵۱/۸۳b-e	۷۹۴/۲۷d-g	۲۷۸/۲۲a-d	صفر	صفر	
۶۳۶/۰۸e	۲۱۳/۶۸d-g	۷۷۶/۱۷e-g	۲۵۳/۴۲b-e	۱۰۰		
۶۵۱/۴۷de	۲۲۶/۰۵c-f	۷۵۸/۴۴fg	۲۵۷/۳۷b-e	صفر	۱۰۰	۱۴۰
۶۸۸/۶de	۲۴۳/۶۱b-e	۷۴۸/۰۹g	۲۶۸/۸۶b-e	۱۰۰		
۷۰۶/۰۸d	۲۵۷/۱۹a-d	۷۵۵/۹۸fg	۲۶۷/۳۰b-e	صفر	۲۰۰	
۷۸۳/۶۰c	۲۷۴/۳۰a-d	۸۱۶/۲۷c-f	۲۷۶/۸۱a-d	۱۰۰		
۴۴۰/۰۷h	۱۵۷/۳۳g	۵۱۸/۶۸j	۱۹۰/۴۶fg	صفر	صفر	
۴۲۴/۶۵h	۱۵۲/۲۰g	۵۳۳/۴۷j	۱۸۴/۵۴g	۱۰۰		
۵۶۹/۹۳f	۲۳۰/۱۲c-f	۶۶۱/۸۷h	۱۴۶/۴۴c-f	صفر	۱۰۰	۲۱۰
۴۷۴/۵۹gh	۱۷۱/۸۱fg	۵۶۹/۵۱ij	۱۹۲/۰۹fg	۱۰۰		
۵۱۴/۸۸fg	۱۷۵/۲۲fg	۶۰۰/۸۹hi	۲۱۰/۸۱e-g	صفر	۲۰۰	
۵۵۹/۰۰f	۱۸۸/۳۸fg	۶۴۹/۷۶h	۲۱۷/۵۹d-g	۱۰۰		

در هر ستون میانگین‌های مربوط به هر عامل که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با یکدیگر ندارند

جدول ۷- مقایسات میانگین اثر رژیم آبیاری بر عملکرد برگ، ساقه، پانیکول و ماده خشک پادزهری در چین‌های اول و سوم

رژیم آبیاری تبخیر تجمعی (mm)	عملکرد برگ (g/m ²)	ساقه (چین) (اول) (g/m ²)	ساقه (چین) (سوم) (g/m ²)	پانیکول (چین) (اول) (g/m ²)	پانیکول (چین) (سوم) (g/m ²)	ماده خشک (چین) (اول) (g/m ²)	ماده خشک (چین) (سوم) (g/m ²)
۷۰	۲۸۸/۶۷a	۲۹۱/۸۹a	۲۷۵/۰۵a	۱۳۰/۷۷a	۱۱۹/۸۱a	۷۲۱/۷۷a	۶۸۳/۵۲a
۱۴۰	۲۵۶/۶۹b	۲۲۳/۴۴b	۲۲۶/۴۰b	۸۳/۵۷b	۸۲/۴۹b	۵۵۸/۲۰b	۵۶۵/۵۷b
۲۱۰	۱۸۳/۰۰c	۱۷۲/۶۰c	۱۴۵/۴۱c	۵۶/۰۶c	۴۰/۸۸c	۴۲۷/۷۰c	۳۶۹/۳۰c

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با یکدیگر ندارند.

عملکرد ساقه

مصرفی از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد ساقه گیاه نیز بطور معنی‌داری افزایش پیدا کرد. بدین ترتیب که عملکرد ساقه در تیمارهای صفر و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب به میزان ۲۰/۵ و ۱۱/۳ درصد کمتر از تیمار ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار بود (جدول ۹). علاوه بر این، اثر متقابل سه گانه رژیم آبیاری، کود نیتروژن و کود پتاسیم بر عملکرد ساقه ارزن پادزهری در چین دوم و مجموع چین‌ها معنی‌دار شد (جدول ۸). بیشترین عملکرد ساقه در تیمارهای رژیم آبیاری ۷۰ میلی‌متر - سطوح مختلف کود نیتروژن مشاهده شد (جدول ۶). لکن با افزایش تبخیر تجمعی رطوبت از تشتک تبخیر از ۷۰ به

اثر رژیم آبیاری بر عملکرد ساقه گیاه ارزن پادزهری در چین‌های اول و سوم معنی‌دار شد (جدول ۸). در هر دو چین، با افزایش تبخیر تجمعی رطوبت از تشتک تبخیر، عملکرد ساقه کاهش یافت. به گونه‌ای که هر یک از سطوح رژیم آبیاری در یک گروه آماری قرار گرفتند. بطوری که در چین‌های اول و سوم عملکرد ساقه در تیمار ۷۰ میلی‌متر نسبت به تیمار ۲۱۰ میلی‌متر به ترتیب ۴۰/۷ و ۴۷/۱ درصد بیشتر بود (جدول ۷). همچنین اثر کود نیتروژن بر عملکرد ساقه گیاه ارزن پادزهری در چین اول معنی‌دار گردید (جدول ۸). با افزایش مقادیر کود نیتروژن

گیاه غلظت متابولیت‌ها را در سلول‌های بخش‌های حساس خود افزایش می‌دهد تا در نتیجه آن، پتانسیل اسمزی را در برخی از سلول‌های خود منفی‌تر کرده و بتواند از این طریق، جذب آب بیشتری را انجام دهد (کلودیو و همکاران، ۲۰۰۶؛ ژائو و همکاران، ۲۰۰۳). این پدیده به وسیله تبدیل پلی ساکاریدها به یکدیگر (مثل نشاسته، فروکتان‌ها و غیره) و همچنین تبدیل الیگوساکاریدها به یکدیگر (مثل ساکاروز و غیره) انجام می‌شود. لکن با این استراتژی، گیاه کربوهیدرات کمتری را به توسعه اندام‌های ساختمانی از جمله ساقه‌ها اختصاص می‌دهد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸؛ کلودیو و همکاران، ۲۰۰۶).

۲۱۰ میلیمتر، عملکرد ساقه کاهش پیدا کرد. هرچند کاربرد کود نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری ۱۴۰ میلیمتر تا حدی از کاهش عملکرد ساقه ممانعت نمود، اما کاربرد کود پتاسیم در رژیم‌های مختلف آبیاری از این حیث تاثیر معنی‌داری بر عملکرد ساقه نداشت. با توجه به تاثیر تنش خشکی بر کاهش وزن خشک برگ و عملکرد برگ گیاه، کاهش عملکرد ساقه در این شرایط منطقی به نظر می‌رسد. چرا که با کاهش وزن خشک و میزان برگ گیاه، ظرفیت فتوسنتزی آن نیز کاهش یافته و این امر سبب تولید کمتر کربوهیدرات‌های ساختمانی و تخصیص آنها به ساقه‌ها گشته و در نهایت سبب کاهش عملکرد ساقه گیاه شده است. به عبارت دیگر در شرایط تنش خشکی

جدول ۸- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات عملکرد ساقه ارزن پادزهری در چین‌های اول تا سوم و مجموع چین‌ها

منابع تغییر	درجه آزادی	چین اول	چین دوم	چین سوم	مجموع چین‌ها
تکرار	۲	۲۶۷۹	۲۸۰۴/۵۸	۲۳۸/۹۷	۱۷۱۵/۹۰
آبیاری	۲	۶۴۴۹۹/۶۷***	۵۲۳۵۴/۶۹***	۷۷۱۹۱/۷۶***	۵۷۲۲۷/۰۱***
خطای اول	۴	۳۸۹/۱۴	۱۱۶۲/۲۲	۱۴۴۳/۶۹	۴۵۵/۵۷ns
نیتروژن	۲	۱۲۵۲۸/۷۰***	۲۵۴۳/۳۰ns	۶۸۸/۳۰ns	۳۱۴۰۶/۳۷***
پتاسیم	۱	۱۳۶۲/۰۲ns	۲۴۶۹/۲۹ns	۶۵۹/۶۸ns	۱۴۷۹/۷۷ns
نیتروژن × پتاسیم	۲	۱۳۹۵/۳۷ns	۱۰۳/۸۷ns	۱۷۶۱/۰۹ns	۱۱۵۰/۹۱ns
آبیاری × نیتروژن	۴	۷۰۵/۵۳ns	۱۶۷۶/۸۳ns	۶۸۰/۴۰ns	۳۳۶۲/۲۴ns
آبیاری × پتاسیم	۲	۷۰۶/۳۵ns	۵۵۴/۸۰ns	۱۷۲۶/۱۳ns	۲۵۷۷/۰۳ns
آبیاری × نیتروژن × پتاسیم	۴	۲۳۹/۳۰ns	۴۰۴۶/۱۱*	۱۰۲۳/۳۵ns	۱۰۵۳۸/۰۱***
خطای دوم	۳۰	۵۵۴/۷۷	۱۲۵۱/۲۴	۸۹۲/۰۷	۱۳۸۲/۸۹
ضریب تغییرات (%)	-	۲۶/۱۰	۲۵/۶۱	۲۹/۰۴	۵/۴۶

***: معنی‌دار در سطح ۱ درصد **: معنی‌دار در سطح ۵ درصد ns: غیر معنی‌دار

جدول ۹. مقایسات میانگین اثر کود نیتروژن بر عملکرد ساقه و ماده خشک ارزن پادزهری در چین اول

کود نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد ساقه (g/m ²)	عملکرد ماده خشک (g/m ²)
صفر	۲۰۳/۹۰c	۵۰۵/۷۶c
۱۰۰	۲۲۷/۴۶b	۵۶۸/۵۶b
۲۰۰	۲۵۶/۵۶a	۶۳۳/۳۴a

میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با یکدیگر ندارند

آبیاری در یک گروه آماری قرار گرفتند. بطوری که در چین‌های اول و سوم عملکرد پانیکول در تیمار ۷۰ میلیمتر نسبت به تیمار ۲۱۰ میلیمتر به ترتیب ۵۷/۱ و ۶۵/۸ درصد بیشتر بود (جدول ۷). همچنین اثر متقابل کودهای نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد پانیکول ارزن پادزهری در چین اول معنی‌دار شد (جدول ۱۰). با

عملکرد پانیکول

اثر رژیم آبیاری بر عملکرد پانیکول گیاه ارزن پادزهری در چین‌های اول و سوم معنی‌دار شد (جدول ۱۰). در هر دو چین، با افزایش تبخیر تجمعی رطوبت از تشتک تبخیر، عملکرد پانیکول کاهش پیدا کرد. بدین ترتیب که هر یک از سطوح رژیم

کاهش عملکرد پانیکول جلوگیری نمود، اما کاربرد کود پتاسیم در هر یک از رژیم‌های آبیاری تأثیر معنی‌داری بر عملکرد پانیکول نداشت. با توجه به تأثیر تنش خشکی بر کاهش وزن خشک پانیکول گیاه، کاهش عملکرد پانیکول در این شرایط منطقی به نظر می‌رسد. به نظر می‌رسد که در شرایط تنش خشکی، انتقال آب و مواد غذایی به اندام‌های زایشی گیاه کاهش یافته و این امر سبب کاهش وزن خشک پانیکول و نهایتاً کاهش عملکرد پانیکول شده است. مسجودی و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقات خود جهت تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری ذرت تابستانه و بررسی اثر تنش خشکی بر محصول با استفاده از اطلاعات تشت تبخیر کلاس A، گزارش کردند که در تیمار آبیاری ۱۵۰ میلی‌متر تبخیر (بیشترین سطح تنش) در مقایسه با تیمار آبیاری مطلوب ۵۰ میلی‌متر تبخیر تجمعی (کمترین سطح تنش) عملکرد دانه به میزان ۲۶ درصد کاهش یافت.

افزایش مقدار کود نیتروژن، میزان عملکرد پانیکول نیز افزایش یافت. لکن به غیر از تیمار عدم کاربرد کود نیتروژن، در تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ کیلوگرم کود نیتروژن در هکتار بین سطوح کود پتاسیم اختلاف معنی‌داری وجود نداشت و بیشترین عملکرد پانیکول در تیمارهای کود نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار - سطوح مختلف کود پتاسیم مشاهده شد (جدول ۵). علاوه بر این، اثر متقابل سه گانه رژیم آبیاری، کود نیتروژن و کود پتاسیم بر عملکرد پانیکول ارزش پادزهری در چین دوم و مجموع چین‌ها معنی‌دار شد (جدول ۱۰). در چین دوم و همچنین در مجموع چین‌ها، بیشترین عملکرد پانیکول در تیمارهای رژیم آبیاری ۷۰ میلی‌متر - سطوح مختلف کود نیتروژن مشاهده شد (جدول ۱۱). لکن با افزایش تبخیر تجمعی رطوبت از تشتک تبخیر از ۷۰ به ۲۱۰ میلی‌متر، عملکرد پانیکول کاهش یافت. هرچند کاربرد کود نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری ۱۴۰ میلی‌متر در چین دوم تا حدی از

جدول ۱۰- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات عملکرد پانیکول ارزش پادزهری در چین‌های اول تا سوم و مجموع چین‌ها

منابع تغییر	درجه آزادی	چین اول	چین دوم	چین سوم	مجموع چین‌ها
تکرار	۲	۶۵/۱۷	۱۱۹۲/۴۳	۱۸۲/۷۳	۲۹۰۰/۴۵
آبیاری	۲	۲۵۶۹۵/۲۳***	۲۰۹۲۳/۱۱***	۲۸۰۵۶/۳۶***	۲۲۱۷۳۶/۷۸***
خطای اول	۴	۸۱/۹۷	۳۵۱/۳۴	۴۶۹/۹۴	۴۲۸/۵۴NS
نیتروژن	۲	۶۰۴۶/۳۷***	۲۸۴۵/۷۴***	۱۳۱۹/۹۴NS	۲۷۴۰۰/۵۲***
پتاسیم	۱	۶۷۰/۹۸*	۰/۳۴۴NS	۹۲/۲۵NS	۲۴۶/۹۱NS
نیتروژن × پتاسیم	۲	۶۶۷/۳۲*	۲۷۸/۲۴NS	۰/۵۰۵NS	۱۳۴۲/۵۹NS
آبیاری × نیتروژن	۴	۳۷۵/۴۴NS	۱۰۲۱/۸۹NS	۶۰۱/۴۳NS	۴۷۶۶/۳۴***
آبیاری × پتاسیم	۲	۸۹/۳۴NS	۲۰۱/۷۴NS	۱۳۲/۹۴NS	۳۰۰/۶۶NS
آبیاری × نیتروژن × پتاسیم	۴	۱۷۴/۳۲NS	۱۳۲۹/۲۴*	۱۰۳۷/۸۶NS	۶۲۶۹/۵۴***
خطای دوم	۳۰	۱۵۵/۰۷	۴۵۳/۲۲	۴۷۷/۰۱	۵۵۱/۴۶
ضریب تغییرات (%)	-	۱۸/۰۶	۲۳/۱۷	۲۵/۱۳	۸/۸۷

***: معنی‌دار در سطح ۱ درصد

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد

NS: غیر معنی‌دار

عملکرد ماده خشک

اثر رژیم آبیاری بر عملکرد ماده خشک گیاه ارزش پادزهری در چین‌های اول و سوم معنی‌دار شد (جدول ۱۲). در هر دو چین، با افزایش تبخیر تجمعی رطوبت از تشتک تبخیر، عملکرد ماده خشک کاهش پیدا کرد. بطوری که هر یک از سطوح رژیم آبیاری در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۷). همچنین اثر کود نیتروژن بر عملکرد ماده خشک گیاه ارزش پادزهری در چین اول معنی‌دار گردید (جدول ۱۲). با افزایش مقادیر کود نیتروژن مصرفی از صفر به ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد ماده خشک گیاه نیز بطور معنی‌داری افزایش یافت و در تیمار ۲۰۰ کیلوگرم

نیتروژن در هکتار در مقایسه با تیمارهای صفر و ۱۰۰ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به ترتیب به میزان ۲۰/۱۴ و ۱۰/۲۳ درصد بیشتر بود (جدول ۹). علاوه بر این، اثر متقابل سه گانه رژیم آبیاری، کود نیتروژن و کود پتاسیم بر عملکرد ماده خشک ارزش پادزهری در چین دوم و مجموع چین‌ها معنی‌دار شد (جدول ۱۶). به گونه‌ای که در چین دوم، بیشترین عملکرد ماده خشک در تیمارهای رژیم آبیاری ۷۰ میلی‌متر - سطوح مختلف کودهای نیتروژن و پتاسیم مشاهده شد (جدول ۱۱). لکن با افزایش تبخیر تجمعی رطوبت از تشتک تبخیر از ۷۰ به ۲۱۰ میلی‌متر، عملکرد ماده خشک کاهش یافت. هرچند کاربرد کودهای نیتروژن و

واقعیت دارند که در شرایط تنش خشکی، گیاه به منظور حفظ فعالیت‌های متابولیکی خود، غلظت متابولیت‌ها را در برخی سلول‌های بخش‌های حساس خود افزایش می‌دهد تا بواسطه آن، پتانسیل اسمزی را در این سلول‌ها منفی‌تر کرده و بتواند از این طریق، جذب آب بیشتری را انجام دهد (کافی و همکاران، ۱۳۸۸؛ کلودیو و همکاران، ۲۰۰۶). لکن این ساز و کار که در راستای حفظ بقای گیاه انجام می‌شود، خود برای گیاه هزینه داشته و سبب تولید کمتر ماده خشک می‌گردد.

پتاسیم به میزان ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری ۱۴۰ میلی‌متر تا حدی از کاهش عملکرد ماده خشک جلوگیری نمود. در مجموع چین‌ها نیز با افزایش تبخیر تجمعی رطوبت از تشتک تبخیر از ۷۰ به ۲۱۰ میلی‌متر، عملکرد ماده خشک کاهش پیدا کرد و بیشترین عملکرد ماده خشک در تیمارهای رژیم آبیاری ۷۰ میلی‌متر - کود نیتروژن ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار - عدم مصرف کود پتاسیم و رژیم آبیاری ۷۰ میلی‌متر - کود نیتروژن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار - کود پتاسیم ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد (جدول ۱۱). گزارشات علمی حکایت از این

جدول ۱۱- مقایسات میانگین اثر متقابل آبیاری، نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد پانیکول و ماده خشک گیاه ارزن پادزهری در چین دوم و مجموع چین‌ها

ماده خشک مجموع چین‌ها (g/m ²)	ماده خشک چین دوم (g/m ²)	پانیکول مجموع چین‌ها (g/m ²)	پانیکول چین دوم (g/m ²)	کود پتاسیم (Kg/ha)	کود نیتروژن (Kg/ha)	رژیم آبیاری (mm)
۱۹۷۵/۸۷d	۶۷۵/۲۶a-e	۳۱۸/۱۱cd	۱۱۱/۰۸a-d	صفر	صفر	
۲۰۲۹/۰۰cd	۷۰۷/۰۷a-d	۳۷۵/۶۵ab	۱۳۲/۵۵ab	۱۰۰		
۲۱۳۲/۹۸abc	۷۲۶/۴۴a-c	۴۰۵/۶۴a	۱۳۹/۶۶a	صفر	۱۰۰	۷۰
۲۱۸۷/۹۴ab	۷۵۹/۶۶ab	۴۱۴/۳۶a	۱۴۰/۵۰a	۱۰۰		
۲۳۱۴/۴۳a	۷۹۸/۰۲a	۴۱۶/۹۴a	۱۴۴/۱۵a	صفر	۲۰۰	
۲۰۴۷/۶۵b-d	۵۸۹/۷۴c-g	۳۳۸/۹۰bc	۹۸/۲۵b-e	۱۰۰		
۱۷۳۳/۷۲e	۶۲۲/۲۳b-f	۲۳۹/۷۵ef	۹۲/۱۷b-e	صفر	صفر	
۱۶۱۰/۴۷e	۵۳۹/۴۸e-h	۱۹۸/۲۲g	۷۲/۳۹d-f	۱۰۰		
۱۶۵۵/۳۸e	۵۶۸/۸۸c-g	۲۴۵/۴۷e	۸۵/۴۷c-e	صفر	۱۰۰	۱۴۰
۱۶۸۳/۶۲e	۶۰۷/۷۰b-f	۲۴۶/۷۷e	۹۵/۲۴b-e	۱۰۰		
۱۷۵۰/۰۸e	۶۲۳/۷۱b-f	۲۸۸/۰۳d	۹۹/۲۲b-e	صفر	۲۰۰	
۱۹۴۱/۱۳d	۶۶۹/۷۵a-e	۳۴۱/۲۶bc	۱۱۸/۶۵a-c	۱۰۰		
۱۰۲۷/۹۶i	۳۶۹/۷۱i	۶۹/۲۲i	۲۱/۹۲g	صفر	صفر	
۱۰۸۱/۹۴hi	۳۸۱/۵۸hi	۱۲۳/۸۳h	۴۴/۸۴g	۱۰۰		
۱۴۳۲/۰۸f	۵۵۴/۸۷d-g	۲۰۰/۲۷fg	۷۸/۳۱c-f	صفر	۱۰۰	۲۱۰
۱۲۰۴/۸۵gh	۴۲۷/۷۷g-i	۱۶۰/۷۵gh	۶۳/۸۷ef	۱۰۰		
۱۲۹۷/۰۲fg	۴۵۷/۹۵f-i	۱۸۱/۲۴g	۷۱/۹۳d-f	صفر	۲۰۰	
۱۴۱۲/۱۸f	۴۸۲/۱۷f-i	۲۰۳/۴۳fg	۷۶/۲۰d-f	۱۰۰		

در هر ستون میانگین‌های مربوط به هر عامل که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد با یکدیگر ندارند

نتیجه‌گیری

کاربرد عناصر غذایی نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و بدون مصرف پتاسیم در شرایط تنش خشکی، توانست تا حدی اثرات مخرب تنش را خنثی کرده و در بهبود صفات عملکردی گیاه ارزن پادزهری تاثیرگذار باشد.

بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، با توجه به این که گیاه ارزن پادزهری در شرایط کم آبیاری عملکرد ماده خشک قابل قبولی را تولید کرده است، لذا به نظر می‌رسد که می‌توان از این گیاه برای تامین علوفه در مناطق خشک استفاده کرد. همچنین

جدول ۱۲- منابع تغییر، درجه آزادی و میانگین مربعات عملکرد ماده خشک ارزن پادزهری در چین‌های اول تا سوم و مجموع چین‌ها

منابع تغییر	درجه آزادی	چین اول	چین دوم	چین سوم	مجموع چین‌ها
تکرار	۲	۴۹/۳۲	۱۷۱۸۸/۹۳	۱۱۵۴/۹۴	۲۴۹/۱۹
آبیاری	۲	۳۹۰۷۸۸/۳۲**	۳۱۷۵۲۴/۲۰**	۴۵۳۴۹۶/۹۷**	۳۴۳۶۷/۵۹**
خطای اول	۴	۱۹۲۲/۴۲	۶۵۸۷/۷۴	۵۳۰۳/۱۰	۳۷/۴۳
نیتروژن	۲	۷۳۲۵۸/۴۳**	۱۹۱۱/۴۲ns	۵۶۲۲/۲۳ns	۲۱۸۱/۷۵**
پتاسیم	۱	۸۹۶۴/۴۸ns	۸۹۸۲/۰۱ns	۲۴۲۱/۲۴ns	۲۴/۲۹ns
نیتروژن × پتاسیم	۲	۹۹۲۹/۷۸ns	۱۴۱۰/۸۲ns	۳۰۵۲/۵۵ns	۴۴/۲۴ns
آبیاری × نیتروژن	۴	۴۶۳۴/۵۴ns	۸۲۸۱/۳۴ns	۴۵۳۴/۸۳ns	۳۰۳/۹۲ns
آبیاری × پتاسیم	۲	۳۶۳۲/۵۹ns	۲۷۱۰/۸۶ns	۸۲۳۰/۱۴ns	۸۲/۳۱ns
آبیاری × نیتروژن × پتاسیم	۴	۱۶۳۴/۳۷ns	۲۳۰۱۲/۷۲*	۶۹۰۷/۶۹ns	۶۷۰/۵۷**
خطای دوم	۳۰	۳۱۱۵/۵۲	۷۳۹۴/۹۵	۴۵۸۸/۳۷	۷۳/۹۹
ضریب تغییرات (%)	-	۲۶/۵۶	۲۵/۰۴	۲۸/۱۱	۵/۰۷

** : معنی‌دار در سطح ۱ درصد * : معنی‌دار در سطح ۵ درصد ns : غیر معنی‌دار

منابع

- انصاری، ح.، ح. شریفان و ک. داوری. ۱۳۹۰. اصول و عملیات آبیاری عمومی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد. ۳۱۶ صفحه.
- برجسته، ع.ر. ۱۳۹۶. بررسی اثر تنش خشکی بر رقابت گندم (*Triticum aestivum* L.) و یولاف وحشی (*Avena ludoviciana* L.). پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد.
- خواجه پور، م.ر. ۱۳۸۳. اصول و مبانی زراعت. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه صنعتی اصفهان.
- عشقی‌زاده، ح.ر. ۱۳۹۱. ارزیابی برخی ویژگی‌های فیزیولوژیکی، ریخت‌شناسی و زراعی مرتبط با تحمل به شوری در گونه شورزی ارزن پادزهری (*Panicum antidotale* Retz.). دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد. رساله دکتری.
- قاسمی، ز. و ع.ا. شهابی. ۱۳۸۹. بررسی تأثیر پتاسیم و روی بر شاخص‌های فیزیولوژیک و صفات رویشی گیاه گوجه‌فرنگی تحت تنش کادمیم در کشت بدون خاک. علوم و فنون کشتهای گلخانه‌ای، ۱-جلد شماره ۴: ۱-۱۰.
- کافی، م.، ا. برزویی، م. صالحی، م. کمندی، ع. معصومی و ج. نباتی. ۱۳۸۸. فیزیولوژی تنش‌های محیطی در گیاهان. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد. ۵۰۲ صفحه.
- مسجدی، ع.ر. ع. ر. شکوه‌فر و م. علوی‌فاضل. ۱۳۸۷. تعیین مناسب‌ترین دور آبیاری ذرت تابستانه (هیبرید S.C. 704) و بررسی اثر تنش خشکی بر محصول با استفاده از اطلاعات تشت تبخیر کلاس A. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. جلد ۴: ۵۴۳-۵۵۰.
- مشعل، م.م. وراوی‌پور، ا. نوری و ا. زارع‌زیرک. ۱۳۸۷. بهینه‌سازی عمق آب مصرفی ذرت با کم آبیاری (مطالعه موردی: دشت ورامین). جلد ۸ شماره ۴: ۱۳۴-۱۲۳.
- ولدآبادی، ع.ر. و ح. علی‌آبادی فراهانی. ۱۳۸۷. اثر کاربرد پتاسیم بر خواص کمی و توسعه ریشه در ذرت، سورگوم و ارزن در شرایط تنش خشکی. مجله زراعت و اصلاح نباتات ایران. جلد ۴ شماره ۲: ۷۱-۸۱.
- Caker, R. 2004. Effect of water stress at different development stage on vegetative and reproductive growth of corn. *Field Crop Res.* 89(1): 1-16.
- Claudio, A., M. Chimenti, M. Marcantonio and A. J. Hall. 2006. Divergent selection for osmotic adjustment results in improved drought tolerance in maize (*Zea mays* L.) in both early growth and flowering phases. *Field Crops Res.* 95: 305-315.
- Eshghizadeh, H. R., M. Kafi and A. Nezami. 2012. Effect of soil chemical properties on bio-saline production of blue panic grass (*Panicum antidotale* Retz.) Under water-deficit and salinity stress conditions. *Res. Crops.* 13(3): 1039-1047.
- Fanaei, H. R., M. G. Alavi, M. Kafi and A. Ghanbari Bonjar. 2009. Amelioration of water stress by potassium fertilizer in two oilseed species. *J. Plant Prod.* 3(2): 41-54.
- Hopkins, W. G. 2004. *Introduction to Plant Physiology* (3rd Ed.). Published in the U.S. with John Wiley and Sons. New York. 557 p.

- O'Neill, P. M., J. F. Shanahan, J. S. Schepers and B. C. Caldwell. 2004. Agronomic responses of corn hybrids from different eras to deficit and adequate levels of water and nitrogen. *Agron. J.* 96: 1660-1667.
- Roundy, B. A., V. K. Winkel, J. R. Cox, A. K. Dobrenz and H. Tewolde. 1993. Sowing depth and soil water effects on seedling emergence and root morphology of three warm season grasses. *Agron. J.* 85(5): 975-982.
- Taiz, L. and E. Zeiger. 2006. *Plant Physiology*. Sinauer Associates. Inc. Publishers. 623p.
- Zhao, K., H. Fan, S. Zhou and J. Song. 2003. Study on the salt and drought tolerance of *Suaeda salsa* and *Kalanchoe claugremontiana* under iso-osmotic salt and water stress. *Plant Sci.* 165: 837-844.

Influence of levels of irrigation, nitrogen and potassium on yield traits of blue panic grass (*Panicum antidotale* Retz.)

Z. Jouyban¹, M. Kafi², A. Nezami², S.Gh. R. Mousavi³

Recvieved: 2018-5-21 Accepted: 2018-9-5

Abstract

In order to investigate the effects of drought stress and nutrient elements of nitrogen and potassium on yield traits of blue panic grass, an experiment was conducted in split-factorial by arrangement of three replications with a randomized complete block design in Research Field, Islamic Azad University of Birjand. Studied factors were consisted of three levels of irrigation based on cumulative evaporation from evaporation pan (70, 140 and 210 mm), nitrogen in three levels (zero, 50% N (100 kg per ha) and 100% N recommended by soil test (200 kg per ha) and potassium in two levels (0 and 100 kg per ha). The results showed that leaf, stem and panicle weight in the second harvest and in the whole three harvests, so that the highest leaf, stem and panicle weight was observed at different levels of nitrogen and potassium fertilizers but in irrigation level of 70 mm. In addition, triple interaction of irrigation regime, nitrogen fertilizer and potassium fertilizer was significant in total dry matter yield, and use of these nutrient elements was effective in increasing tolerance to stress and improved dry matter production of Blue panic grass. In general, it seems that application of nitrogen and potassium elements in deficit irrigation conditions can be effective in reducing the harmful effects of stress and increasing of blue panic grass resistance to water stress.

Keywords: Blue panic grass, drought stress and macro elements

1- Ph.D student of Crop Physiology, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- Associated Professor, Department of Agronomy, College of Agriculture, Islamic Azad University of Birjand, Birjand, Iran