دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهلم، ۱۳۹۹

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

زین‌العابدین جویبان[۱]، محمد کافی[۲]، احمد نظامی[۳]، سید غلامرضا موسوی[٤]

دریافت: ۹۷/۲/۳۱ پذیرش: ۹۷/٦/۱۳

چکیده

به منظوربررسی اثرات تنش خشکی و عناصر نیتروژن و پتاسیم بر صفات عملکردی گیاه ارزن پادزهری (*Panicum antidotale* Retz.)آزمایشی طی سال زراعی ۱۳۹۳-۱۳۹٤ 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، ۱٤۰ 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، معنی-دار شد. بطوری که بیشترین وزن برگ (۹٦۲.۵ گرم در متر مربع) و ساقه (۹۳٤.۹ گرم در متر مربع) و پانیکول (٤۱٦ 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 درسطح ۲۰۰ کیلو نیتروژن و بدون پتاسیم (۲۳۱٤.٤ 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. ٤۰: 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

٤- 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. درشرایط محدودیت منابع آب وفراوانی نسبی اراضی قابل کشت(شرایط حاکم براکثرمناطق ایران) هدف اصلی متمرکز بربالابردن تولید به ازای واحدآب مصرفی و استفاده بهینه ازاین منابع است(مشعل و همکاران، ۱۳۸۷). شرایط کم آبی حاکم بر کشور، خصوصاً درمناطقی همچون خراسان جنوبی، شناخت گیاهانی سازگار به کم‌آبی 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 C_4 (راندی و همکاران، ۱۹۹۳) از این نظر از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است ومی‌توان 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 پرمصرف در تغذیه گیاه هستند(هاپکینس، ۲۰۰٤؛ تایز و زایگر، ۲۰۰٦)، اما قابلیت دسترسی به عناصر غذایی مختلف در خاک تحت تاثیر 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 بر خوردار 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 (خواجه‌پور، ۱۳۸۳؛ تایز و زایگر، ۲۰۰٦). 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؛ تایز و زایگر، ۲۰۰٦). بنابراین به نظر می‌رسد که مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش یکی از مسائل مهم در تولید محصولات گیاهی محسوب شود.اونیل و همکاران (۲۰۰٤) در بررسی تأثیر دو سطح نیتروژن شامل مقادیر صفر و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط بدون تنش و تنش کم‌آبی 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، ۲۰۰٤). 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.

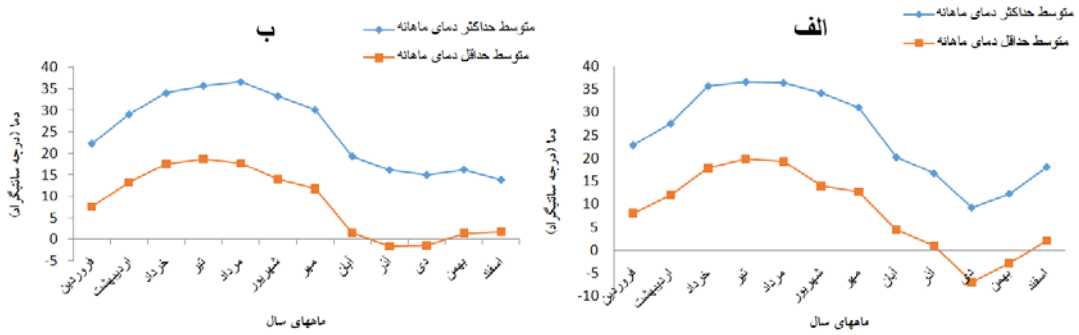
با توجه به آنچه گفته شد، هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر سطوح رژیم کم آبیاری، مصرف سطوح مختلف نیتروژن و پتاسیم بر صفات عملکردی گیاه ارزن پادزهری بود.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر طی سال‌های زراعی ۱۳۹۲ و ۱۳۹۳ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند واقع در کیلومتر چهار جاده بیرجندـ زاهدان با طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۲ دقیقه شمالی و ۱٤۸۰ متر ارتفاع از سطح دریا انجام شد. میانگین ۱۵ ساله بارندگی در این منطقه ۱۷٦ میلیمتر بوده و حداقل و حداکثر مطلق و میانگین درجه حرارت به ترتیب٤/٦، ۳۹/۱ و ۲۷/۵ درجه سانتیگراد می‌باشد (شکل ۱). همچنین میانگین حداقل و حداکثر رطوبت نسبی به ترتیب ۲۳/۵ و ۵۹/٦ 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	هدایت‌الکتریکی (dS/m)	کربن آلی (%)	نیتروژن کل (%)	آهک (%)	رس (%)	سیلت (%)	شن (%)	پتاسیم قابل جذب (mg/kg)	فسفر قابل جذب (mg/kg)
۷/۸۹	۷/٤۵	۰/۲٦	۰/۰۵٦	۸/۵	۲۰	۳۸	٤۲	۲۵۷	۱۵/٦٤



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

آزمایش به صورت اسپلیت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عوامل مورد آزمایش شامل آبیاری بر اساس تبخیر تجمعی 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 درصدمقدار 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 ۵×۲ متر مربع) و فاصله بوته‌ها روی ردیف ۱۶ سانتیمتر بود. همچنین فاصله بین کرت‌های اصلی وفرعی، به ترتیب۱/۵ ویک 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 آزمایشی بسته شدند. بذرهای 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 فروردین۱۳۹۳ صورت پذیرفت و در ادامه فصل رشد، سطوح رژیم آبیاری (۷۰، ۱۴۰ و ۲۱۰ میلیمتر تبخیر تجمعی) براساس تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر (کلاس A) از مرحله شش برگی تا انتهای فصل رشد اعمال شدند. جهت تعیین حجم آب مصرفی مقدارآب موردنیازتا رسیدن رطوبت خاک به حدظرفیت مزرعه وتوسط کنتورحجمی اندازه‌گیری و به تیمارها اعمال شد. جهت تعیین درصد رطوبت وزنی خاک درشرایط ظرفیت مزرعه ازعمق (۳۰-۰سانتیمتری) خاک ازتکرارهای هرآزمایش نمونه برداری شد وسپس نمونه‌ها بلافاصله درآون دردمای ۷۰ درجه سانتیگراد به مدت ۴۸ ساعت قرارداده شدند ودرصد رطوبت وزنی آنهادرشرایط ظرفیت زراعی بااستفاده از رابطهٔ (۱) تعیین گردید:

رابطهٔ (۱) ۱۰۰ × وزن خاک خشک(گرم)- وزن خاک مرطوب (گرم) =رطوبت وزنی خاک (درصد)

جهت تعیین دقیق زمان آبیاری درهرآزمایش، با گذشت ۴۸ ساعت از زمان آبیاری به صورت روزانه ومتوالی توسط اوگر ازخاک مزرعه درمحدوده توسعه ریشه نمونه‌برداری انجام شد تادرصد رطوبت وزنی خاک مشخص شود. پس ازرسیدن درصد رطوبت وزنی خاک به میزان تعیین شده، جهت اعمال تیمارآبیاری ازرابطهٔ (۲) زیرحجم آب مصرفی موردنیاز هرتیمارمحاسبه شد (انصاری و همکاران، ۱۳۹۰):

$$d = \rho_b \cdot w \cdot D / 100$$ رابطهٔ(۲)

در این معادله، d: ارتفاع آب آبیاری، ρ_b: وزن مخصوص ظاهری خاک، w: میزان تغییر رطوبت و D: عمق ریشه (٤٠ سانتیمتر) می‌باشد.

بدین ترتیب حجم آب موردنیازدرهربار آبیاری و درهرکرت آزمایشی محاسبه وبراساس کارآیی توزیع آب ۹۰ درصد بااستفاده از پمپ وکنتور 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.

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

رژیم آبیاری تبخیر تجمعی از تشتک تبخیر(mm)	کل آب مصرفی (m^3/ha)
۷۰	۱۰۲۵۰
۱٤۰	٥۲٦۰
۲۱۰	۳٤۰۰

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 افزارMSTAT-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 ارزن 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 ٤). 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 برگ‌هاکمتر کاسته شده 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 ارزن پادزهری معنی‌دار شد (جدول ۳). در تمام چین‌ها، بیشترین عملکرد برگ در سطوح مختلف هردوکود در آبیاری ۷۰ میلیمتر مشاهده شد (جدول ٦). در چین سوم نیز اثر رژیم آبیاری بر عملکرد برگ ارزن 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 ۱٤۰ و ۲۱۰ میلیمتر به ترتیب به میزان ۱۱/۱ و ۳٦/٦ درصد کمتر از تیمار رژیم آبیاری ۷۰ میلیمتر بود (جدول ۷). بطور کلی فرایند توسعه برگ کاملاً متاثر از فراهمی و یا کمبود آب می‌باشد. هرچند که ظهور برگ چندان تحت تاثیر 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، ۲۰۰٤) 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.

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

منابع تغییر	درجه آزادی	چین اول	چین دوم	چین سوم	مجموع چین‌ها
تکرار	۲	۵۵/۲۶	۲۰۰۱/۲۱	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
نیتروژن	۲	۶۷۹۱/۷۷**	۱۲۱۵/۰۵ns	۳۱۵/۹۲ns	۱۶۲۱۷/۷۶**
پتاسیم	۱	۱۰۱۵/۸۲ns	۱۹۷۹/۳۱ns	۱۹۳/۸۰ns	۷۰۴/۳۱ns
نیتروژن × پتاسیم	۲	۱۵۲۷/۴۲*	۲۰۵/۷۳ns	۳۸۰/۲۸ns	۱۴۲۸/۲۹ns
آبیاری × نیتروژن	۴	۱۳۰۸/۸۶*	۵۵۹/۰۳ns	۱۶۸۴/۳۶ns	۶۶۷۹/۴۷**
آبیاری × پتاسیم	۲	۶۴۹/۵۲ns	۳۹۶/۸۸ns	۱۸۵۳/۰۷ns	۱۲۶۸/۵۳ns
آبیاری×نیتروژن×پتاسیم	۴	۲۰۳/۶۵ns	۲۹۷۱/۹۸*	۵۱۸/۲۶ns	۷۰۸۴/۹۷**
خطای دوم	۳۰	۴۰۱/۱۱	۹۹۰/۶۴	۶۷۲/۷۲	۱۲۸۶/۹۱
ضریب تغییرات (٪)	-	۲۰/۰۷	۲۰/۰۴	۲۲/۰۸	۴/۷۹

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

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

رژیم آبیاری تبخیر تجمعی(mm)	کود نیتروژن (Kg/ha)	عملکرد برگ (g/m^2)
	صفر	۲۶۶/۶۴c
۷۰	۱۰۰	۲۹۶/۶۸b
	۲۰۰	۳۳۴/۰۱a
	صفر	۲۴۸/۱۹c
۱۴۰	۱۰۰	۲۴۱/۶۷c
	۲۰۰	۲۶۳/۷۱c
	صفر	۱۷۹/۵۲e
۲۱۰	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 نیتروژن و پتاسیم بر عملکرد برگ و پانیکول ارزن پادزهری

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

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

جدول ٦- مقایسات میانگین اثرمتقابل آبیاری، نیتروژن و پتاسیم برعملکرد برگ و ساقه ارزن پادزهری در چین دوم ومجموع چین‌ها

رژیم آبیاری تبخیر تجمعی(mm)	کود نیتروژن (Kg/ha)	کود پتاسیم (Kg/ha)	برگ چین دوم (g/m^2)	برگ مجموع چین‌ها (g/m^2)	ساقه چین دوم (g/m^2)	ساقه مجموع چین‌ها (g/m^2)
	صفر	صفر	۲۸۵/۵۲a-c	۸٤۳/۸۰b-d	۲۷۸/٦٦a-d	۸۱۳/۹٦bc
		۱۰۰	۲۹۰/٦۲a-c	۸۳۸/۳۰b-e	۲۸۳/۹۱a-c	۸۱۵/۰۵bc
۷۰	۱۰۰	صفر	۲۹۵/۵۲a-c	۸۷۷/۵۱bc	۲۹۱/۲۵a-c	۸٤۹/۸۳bc
		۱۰۰	۳۱٤/۷۷ab	۸۹۹/۸۵b	۳۰٤/٤۰ab	۸۷۳/۷۳ab
	۲۰۰	صفر	۳۳۱/۲٦a	۹٦۲/۵٦a	۳۲۲/٦۱a	۹۳٤/۹۳a
		۱۰۰	۲۵۵/۲۵b-e	۸۷۷/۵۸bc	۲۳٦/۲۵b-f	۸۳۱/۱۷bc
	صفر	صفر	۲۷۸/۲۲a-d	۷۹٤/۲۷d-g	۲۵۱/۸۳b-e	٦۹۹/۷۰de
		۱۰۰	۲۵۳/٤۲b-e	۷۷٦/۱۷e-g	۲۱۳/٦۸d-g	٦۳٦/۰۸e
۱٤۰	۱۰۰	صفر	۲۵۷/۳۷b-e	۷۵۸/٤٤fg	۲۲٦/۰۵c-f	٦۵۱/٤۷de
		۱۰۰	۲٦۸/۸٦b-e	۷٤۸/۰۹g	۲٤۳/٦۱b-e	٦۸۸/۷٦de
	۲۰۰	صفر	۲٦۷/۳۰b-e	۷۵۵/۹۸fg	۲۵۷/۱۹a-d	۷۰٦/۰۸d
		۱۰۰	۲۷٦/۸۱a-d	۸۱٦/۲۷c-f	۲۷٤/۳۰a-d	۷۸۳/٦۰c
	صفر	صفر	۱۹۰/٤٦fg	۵۱۸/٦۸j	۱۵۷/۳۳g	٤٤۰/۰۷h
		۱۰۰	۱۸٤/۵٤g	۵۳۳/٤۷j	۱۵۲/۲۰g	٤۲٤/٦۵h
۲۱۰	۱۰۰	صفر	۱٤٦/٤٤c-f	٦٦۱/۸۷h	۲۳۰/۱۲c-f	۵٦۹/۹۳f
		۱۰۰	۱۹۲/۰۹fg	۵٦۹/۵۱ij	۱۷۱/۸۱fg	٤۷٤/۵۹gh
	۲۰۰	صفر	۲۱۰/۸۱e-g	٦۰۰/۸۹hi	۱۷۵/۲۲fg	۵۱٤/۸۸fg
		۱۰۰	۲۱۷/۵۹d-g	٦٤۹/۷٦h	۱۸۸/۳۸fg	۵۵۹/۰۰f

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 چین های 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	۲۸۸/٦۷a	۲۹۱/۸۹a	۲۷۵/۰۵a	۱۳۰/۷۷a	۱۱۹/۸۱a	۷۲۱/۷۷a	٦۸۳/۵۲a
۱٤۰	۲۵٦/٦۹b	۲۲۳/٤٤b	۲۲٦/٤۰b	۸۳/۵۷b	۸۲/٤۹b	۵۵۸/۲۰b	۵٦۵/۵۷b
۲۱۰	۱۸۳/۰۰c	۱۷۲/٦۰c	۱٤۵/٤۱c	۵٦/۰٦c	٤۰/۸۸c	٤۲۷/۷۰c	۳٦۹/۳۰c

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

عملکرد ساقه

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 ٤۰/۷ و ٤۷/۱ 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 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 ٦). لکن با افزایش تبخیر تجمعی رطوبت از تشتک تبخیر از ۷۰ به

۲۱۰ میلیمتر، عملکرد ساقه کاهش پیدا کرد. هرچند کاربرد کود نیتروژن به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری ۱٤۰ میلیمتر تا حدی از کاهش عملکرد ساقه ممانعت نمود، اما کاربرد کود پتاسیم در رژیم‌های مختلف آبیاری از این حیث تاثیر معنی-داری 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 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، ۲۰۰٦؛ ژائو و همکاران، ۲۰۰۳). این پدیده به وسیله تبدیل پلی ساکاریدها به یکدیگر (مثل نشاسته، فروکتان ها 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، ۲۰۰٦).

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	۲٦/۷۹	۲۸۰٤/۵۸	۲۳۸/۹۷	۱۷۱۵/۹۰
آبیاری	۲	٦٤٤۹۹/٦۷**	۵۲۳۵٤/٦۹**	۷۷۱۹۱/۷٦**	۵۷۲۲۷۰/۰۱**
خطای اول	٤	۳۸۹/۱٤	۱۱٦۲/۲۲	۱٤٤۳/٦۹	٤۵۵/۵۷ns
نیتروژن	۲	۱۲۵۲۸/۷۰**	۲۵٤۳/۳۰ns	٦۸۸/۳۰ns	۳۱٤۰٦/۳۷**
پتاسیم	۱	۱۳٦۲/۰۲ns	۲٤٦۹/۲۹ns	٦۵۹/٦۸ns	۱٤۷۹/۷۷ns
نیتروژن × پتاسیم	۲	۱۳۹۵/۳۷ns	۱۰۳/۸۷ns	۱۷٦۱/۰۹ns	۱۱۵۰/۹۱ns
آبیاری × نیتروژن	٤	۷۰۵/۵۳ns	۱٦۷٦/۸۳ns	٦۸۰/٤۰ns	۳۳٦۲/۲٤ns
آبیاری × پتاسیم	۲	۷۰٦/۳۵ns	۵۵٤/۸۰ns	۱۷۲٦/۱۳ns	۲۵۷۷/۰۳ns
آبیاری×نیتروژن×پتاسیم	٤	۲۳۹/۳۰ns	٤۰٤٦/۱۱*	۱۰۲۳/۳۵ns	۱۰۵۳۸/۰۱**
خطای دوم	۳۰	۵۵٤/۷۷	۱۲۵۱/۲٤	۸۹۲/۰۷	۱۳۸۲/۸۹
ضریب تغییرات (٪)	–	۲٦/۱۰	۲۵/٦۱	۲۹/۰٤	۵/٤٦

**: 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	۵۰۵/۷٦c
۱۰۰	۲۲۷/٤٦b	۵٦۸/۵٦b
۲۰۰	۲۵٦/۵٦a	٦۳۳/۳٤a

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

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 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 ٦۵/۸ 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

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 ارزن 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 کاهش عملکرد پانیکول جلوگیری نمود، اما کاربرد کود پتاسیم در هر یک از رژیم‌های آبیاری تاثیر معنی‌داری بر عملکرد پانیکول نداشت. با توجه به تاثیر 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. مسجدی و همکاران (۱۳۸۷) در تحقیقات خود جهت تعیین مناسب‌ترین دورآبیاری ذرت تابستانه وبررسی اثرتنش خشکی برمحصول بااستفاده ازاطلاعات تشت تبخیرکلاس A، گزارش کردند که درتیمار آبیاری۱۵۰ میلیمتر تبخیر (بیشترین سطح تنش) درمقایسه با تیمار آبیاری مطلوب۵۰ میلیمترتبخیرتجمعی (کمترین سطح تنش) عملکرد دانه به میزان ۲۶ درصدکاهش یافت.

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

منابع تغییر	درجه آزادی	چین اول	چین دوم	چین سوم	مجموع چین‌ها
تکرار	۲	٦٥/١٧	١١٩٢/٤٣	١٨٢/٧٣	٢٩٠٠/٤٥
آبیاری	۲	٢٥٦٩٥/٢٣**	٢٠٩٢٣/١١**	٢٨٠٥٦/٣٦**	٢٢١٧٣٦/٧٨**
خطای اول	٤	٨١/٩٧	٣٥١/٣٤	٤٦٩/٩٤	٤٢٨/٥٤ns
نیتروژن	۲	٦٠٤٦/٣٧**	٢٨٤٥/٧٤**	١٣١٩/٩٤ns	٢٧٤٠٠/٥٢**
پتاسیم	۱	٦٧٠/٩٨*	٠/٣٤٤ns	٩٢/٢٥ns	٢٤٦/٩١ns
نیتروژن × پتاسیم	۲	٦٦٧/٣٢*	٢٧٨/٢٤ns	٠/٥٠٥ns	١٣٤٢/٥٩ns
آبیاری × نیتروژن	٤	٣٧٥/٤٤ns	١٠٢١/٨٩ns	٦٠١/٤٣ns	٤٧٦٦/٣٤**
آبیاری × پتاسیم	۲	٨٩/٣٤ns	٢٠١/٧٤ns	١٣٢/٩٤ns	٣٠٠/٦٦ns
آبیاری×نیتروژن×پتاسیم	٤	١٧٤/٣٢ns	١٣٢٩/٢٤*	١٠٣٧/٨٦ns	٦٢٦٩/٥٤**
خطای دوم	٣٠	١٥٥/٠٧	٤٥٣/٢٢	٤٧٧/٠١	٥٥١/٤٦
ضریب تغییرات (٪)	–	١٨/٠٦	٢٣/١٧	٢٥/١٣	٨/٨٧

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

عملکرد ماده خشک

اثر رژیم آبیاری بر عملکرد ماده خشک گیاه ارزن 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 ارزن 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 ۲۰/۱٤ 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 ارزن پادزهری در چین دوم و مجموع چین‌ها معنی‌دار شد (جدول ١٦). 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

پتاسیم به میزان ۲۰۰ و ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار در تیمار آبیاری ۱٤۰ 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 واقعیت دارند کهدر 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، ۲۰۰٦). 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.

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

رژیم آبیاری (mm)	کود نیتروژن (Kg/ha)	کود پتاسیم (Kg/ha)	پانیکول چین دوم (g/m^2)	پانیکول مجموع چین‌ها (g/m^2)	ماده خشک چین دوم (g/m^2)	ماده خشک مجموع چین‌ها (g/m^2)
	صفر	صفر	۱۱۱/۰۸a-d	۳۱۸/۱۱cd	٦۷٥/۲٦a-e	۱۹۷٥/۸۷d
		۱۰۰	۱۳۲/٥٥ab	۳۷٥/٦٥ab	۷۰۷/۰۷a-d	۲۰۲۹/۰۰cd
۷۰	۱۰۰	صفر	۱۳۹/٦٦a	٤۰٥/٦٤a	۷۲٦/٤٤a-c	۲۱۳۲/۹۸bc
		۱۰۰	۱٤۰/٥۰a	٤۱٤/۳٦a	۷٥۹/٦٦ab	۲۱۸۷/۹٤ab
	۲۰۰	صفر	۱٤٤/۱٥a	٤۱٦/۹٤a	۷۹۸/۰۲a	۲۳۱٤/٤۳a
		۱۰۰	۹۸/۲٥b-e	۳۳۸/۹۰bc	٥۸۹/۷٤c-g	۲۰٤۷/٦٥b-d
	صفر	صفر	۹۲/۱۷b-e	۲۳۹/۷٥ef	٦۲۲/۲۳b-f	۱۷۳۳/۷۲e
		۱۰۰	۷۲/۳۹d-f	۱۹۸/۲۲g	٥۳۹/٤۸e-h	۱٦۱۰/٤۷e
۱٤۰	۱۰۰	صفر	۸٥/٤۷c-e	۲٤٥/٤۷e	٥٦۸/۸۸c-g	۱٦٥٥/۳۸e
		۱۰۰	۹٥/۲٤b-e	۲٤٦/۷۷e	٦۰۷/۷۰b-f	۱٦۸۳/٦۲e
	۲۰۰	صفر	۹۹/۲۲b-e	۲۸۸/۰۳d	٦۲۳/۷۱b-f	۱۷٥۰/۰۸e
		۱۰۰	۱۱۸/٦٥a-c	۳٤۱/۲٦bc	٦٦۹/۷٥a-e	۱۹٤۱/۱۳d
	صفر	صفر	۲۱/۹۲g	٦۹/۲۲i	۳٦۹/۷۱i	۱۰۲۷/۹٦i
		۱۰۰	٤٤/۸٤g	۱۲۳/۸۳h	۳۸۱/٥۸hi	۱۰۸۱/۹٤hi
۲۱۰	۱۰۰	صفر	۷۸/۳۱c-f	۲۰۰/۲۷fg	٥٥٤/۸۷d-g	۱٤۳۲/۰۸f
		۱۰۰	٦۳/۸۷ef	۱٦۰/۷٥gh	٤۲۷/۷۷g-i	۱۲۰٤/۸٥gh
	۲۰۰	صفر	۷۱/۹۳d-f	۱۸۱/۲٤g	٤٥۷/۹٥f-i	۱۲۹۷/۰۲fg
		۱۰۰	۷٦/۲۰d-f	۲۰۳/٤۳fg	٤۸۲/۱۷f-i	۱٤۱۲/۱۸f

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

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 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.

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

منابع تغییر	درجه آزادی	چین اول	چین دوم	چین سوم	مجموع چین‌ها
تکرار	۲	٤۹/۳۲	۱۷۱۸۸/۹۳	۱۱٥٤/۹٤	۲٤۹/۱۹
آبیاری	۲	۳۹۰۷۸۸/۳۲**	۳۱۷٥۲٤/۲۰**	٤٥۳٤۹٦/۹۷**	۳٤۳٦۷/٥۹**
خطای اول	٤	۱۹۲۲/٤۲	٦٥۸۷/۷٤	٥۳۰۳/۱۰	۳۷/٤۳
نیتروژن	۲	۷۳۲٥۸/٤۳**	۱۹۱۱/٤۲ns	٥٦۲۲/۲۳ns	۲۱۸۱/۷٥**
پتاسیم	۱	۸۹٦٤/٤۸ns	۸۹۸۲/۰۱ns	۲٤۲۱/۲٤ns	۲٤/۲۹ns
نیتروژن × پتاسیم	۲	۹۹۲۹/۷۸ns	۱٤۱۰/۸۲ns	۳۰٥۲/٥٥ns	٤٤/۲٤ns
آبیاری × نیتروژن	٤	٤٦۳٤/٥٤ns	۸۲۸۱/۳٤ns	٤٥۳٤/۸۳ns	۳۰۳/۹۲ns
آبیاری × پتاسیم	۲	۳٦۳۲/٥۹ns	۲۷۱۰/۸٦ns	۸۲۳۰/۱٤ns	۸۲/۳۱ns
آبیاری×نیتروژن×پتاسیم	٤	۱٦۳٤/۳۷ns	۲۳۰۱۲/۷۲*	٦۹۰۷/٦۹ns	٦۷۰/٥۷**
خطای دوم	۳۰	۳۱۱٥/٥۲	۷۳۹٤/۹٥	٤٥۸۸/۳۷	۷۳/۹۹
ضریب تغییرات (٪)	-	۲٦/٥٦	۲٥/۰٤	۲۸/۱۱	٥/۰۷

**: 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. ۳۱٦ صفحه.

برجسته، ع.ر. ۱۳۹٦. بررسی اثر تنش خشکی بر رقابت گندم (*Triticumaestivum*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 تأثیرپتاسیم و روی برشاخص‌های فیزیولوژیک وصفات رویشی گیاه گوجه‌فرنگی تحت تنش کادمیم درکشت بدون خاک. علوم وفنون کشتهای گلخانه ای، ۱جلد شماره٤: ۱-۱۰.

کافی، م.، ا. برزوئی، 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. علوی فاضل. ۱۳۸۷.تعیین مناسب ترین دورآبیاری ذرت تابستانه (هیبرید S.C. 704) وبررسی اثرتنش خشکی برمحصول با استفاده ازاطلاعات تشت تبخیرکلاس A. مجله علوم وفنون کشاورزی ومنابع طبیعی. جلد ٤٦: ٥٤٣-٥٥٠.

مشعل، م.،م. وراوی‌پور، ا. نوری و ا. زارع‌زیرک. ۱۳۸۷. بهینه سازی عمق آب مصرفی ذرت با کم آبیاری (مطالعه موردی: دشت ورامین). جلد ۸ شماره ٤: ۱۳٤-۱۲۳.

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 ٤ شماره ۲: ۸۱-۷۱.

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 claigremontiana* 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. Jouyban[1], M. Kafi[2], A. Nezami[2], S.Gh. R. Mousavi[3]

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