

تأثیر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و بازده استفاده از آب پنج ژنوتیپ ارزن معمولی (*Panicum miliaceum*) در خراسان جنوبی

محمد جواد ثقه‌الاسلامی^۱، محمد کافی^۲، اسلام مجیدی هروان^۳، قربان نورمحمدی^۴ و فرخ درویش^۵

چکیده

به منظور بررسی واکنش ارزن معمولی به تنش خشکی در مراحل مختلف رشد، چهار ژنوتیپ اصلاح شده ارزن معمولی به همراه یک ژنوتیپ از توده محلی بیرجند انتخاب شده، در قالب یک طرح اسپلیت پلات با پنج تیمار آبیاری و سه تکرار در دو منطقه بیرجند و سریشه (استان خراسان جنوبی) کاشته شد. تیمارهای آبیاری که در کرت‌های اصلی قرار داشت عبارت بود از: شاهد، تنش در مرحله رویشی، تنش در مرحله ظهور خوش، تنش در مرحله پرشدن دانه و تنش در دو مرحله رویشی و پرشدن دانه. ژنوتیپ‌های ارزن در کرت‌های فرعی قرار داشتند. تنش خشکی در مرحله ظهور خوش باعث بیشترین کاهش در عملکرد دانه و بازده استفاده از آب شد. کاهش عملکرد عمده‌تاً از طریق کاهش تعداد دانه در خوش و کاهش وزن هزار دانه ایجاد شد و تعداد خوش در متر مربع بین تیمارهای تنش تفاوت زیادی نداشت. اعمال تنش در مرحله رویشی تأثیری بر عملکرد و اجزای عملکرد نداشت. اعمال تنش در مرحله ظهور خوش به دلیل اثر روی سقط گل‌ها و وزن هزار دانه سبب کاهش شاخص برداشت خوش در بوته و شاخص برداشت دانه در خوش گردید. مقایسه ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد ژنوتیپ K-C.M.4 از طریق تولید تعداد خوش بیشتر و ژنوتیپ K-C.M.9 از طریق تولید دانه‌های سنگین تر دارای عملکرد دانه بیشتری بودند. همین ژنوتیپ‌ها بیشترین بازده استفاده از آب را نیز داشتند و شاخص برداشت اجزای مختلف آنها نیز به طور نسبی بیشتر بود. به لحاظ شوری آب مورد استفاده در آبیاری و حاصل خیزی کم خاک در بیرجند، عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف در این منطقه کمتر از سریشه بود. در مجموع می‌توان گفت در این آزمایش ژنوتیپ K-C.M.4 برای هر دو منطقه مناسب تر بود.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، ارزن معمولی، بازده استفاده از آب، شاخص برداشت

۱. استادیار زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بیرجند
۲. دانشیار فیزیولوژی گیاهان زراعی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
۳. استاد فیزیولوژی تنش‌های محیطی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران
۴. استاد زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران
۵. استاد زراعت و آمار کاربردی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران

مقدمه

عین حال ویژگی‌های مختلف ارزن بسته به شدت تنش و چگونگی ایجاد آن، به ویژه از نظر زمان وقوع، تحت تأثیر قرار می‌گیرد. نوری مامان و همکاران در مقایسه عملکرد ارزن با سورگوم دانه‌ای در چند سال و در رژیم‌های مختلف آبیاری نشان دادند عملکرد دانه ارزن ۸۰ تا ۶۰ درصد عملکرد دانه سورگوم بود و عملکرد ارزن ثبات کمتری داشت (۱۷). در این زمینه یادو و همکاران نشان دادند خشکی پس از گل‌دهی عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. این کاهش عملکرد از طریق کاهش سه جزء مهم عملکرد یعنی تعداد خوشه در متر مربع، وزن دانه و تعداد دانه در خوشه ایجاد شد (۲۶). برخی محققین دیگر نیز کاهش عملکرد ارزن بر اثر تنش خشکی را نتیجه کاهش همین سه جزء عملکرد می‌دانند (۱۵ و ۱۸). البته نتایج غالب این آزمایش‌ها حاکی از آن است که تنشهایی که پس از گل‌دهی اعمال می‌شوند عملکرد دانه را بیشتر از طریق کاهش تعداد دانه در خوشه و وزن دانه کاهش می‌دهند (۱۱).

کاهش وزن دانه می‌تواند بر اثر کاهش سرعت رشد دانه و یا کاهش طول دوره پر شدن دانه باشد. در این زمینه فوسل و پرسون اظهار داشتند که دوره پر شدن دانه ارزن مرواریدی شامل دو مرحله است: ۱- یک فاز تاریخی (Lag phase) کوتاه در مراحل اولیه که مرحله تمایز سلولی بوده و تجمع وزن خشک دانه در آن کم است (۱۲). ۲- مرحله رشد خطی دانه که به شدت تحت تأثیر تنش قرار می‌گیرد. بایلر و همکاران در مطالعه رشد دانه ارزن مرواریدی در شرایط تنش و بدون تنش نشان دادند وزن تک دانه در شرایط تنش خشکی کاهش یافت (۶). در اینجا تنش خشکی سبب کاهش طول مدت مرحله خطی رشد دانه شد و از این طریق وزن نهایی دانه را حدود ۲۵ درصد کاهش داد.

یکی از مواردی که در شرایط کم آبی مطرح است بهبود عملکرد دانه بدون مصرف آب اضافی (بهبود بازده استفاده از آب) است. تأثیر تنش خشکی بر بازده استفاده از آب بسته به نوع گیاه، زمان و شدت تنش و این که عملکرد دانه یا بیomas مد نظر باشد متفاوت است. به عنوان مثال کوماری (۱۴) نشان داد که بازده استفاده از آب ارزن در شرایط تنش خشکی برای

کمبود آب یکی از عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی است (۲۲ و ۲۳). زیاد بودن میزان تبخیر و تعرق و محدودیت منابع آبی که سبب بروز تنش خشکی در طول دوره رشد گیاهان زراعی می‌شود توجه بیشتر به مطالعه در مورد آثار تنش خشکی و انتخاب ارقام مقاوم به خشکی و هم‌چنین ذخیره آب و مصرف کارامد آن را طلب می‌کند (۱، ۲ و ۲۵). در حقیقت تخصیص و توزیع آب در یک سیستم آبیاری جزء مهم‌ترین فعالیت‌ها در کشاورزی است، زیرا این دو به درک آثار متقابل پیچیده بین عوامل فیزیکی، تکنیکی، اقتصادی و اجتماعی بستگی دارد (۱۰). در حال حاضر استفاده از روش‌های کم آبیاری، بدون برنامه ریزی مناسب، سبب کاهش درآمد کشاورزان شده است در حالی که توجه به اصول کاهش آبیاری با مدیریت صحیح، از نظر اقتصادی مفید بوده است. معمولاً در شرایط کم آبی برای استفاده بهینه از آب می‌باشد آن را در مراحل بحرانی رشد استفاده کرد (۲۵). لذا شناسایی این مراحل بحرانی در هر گیاهی لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

انتخاب مستقیم برای عملکرد معمولاً ساده‌ترین راه بهبود عملکرد و بازده استفاده از آب در برنامه‌های اصلاحی است (۲۰ و ۲۱)، اما باید توجه داشت مؤثر بودن انتخاب مستقیم برای عملکرد در محیط‌های تنش توسط بزرگی واریانس محیطی و اثر متقابل محیط با ژنتیک، محدود می‌شود (۵). بنابراین درک بهتر چگونگی رشد و شکل گیری عملکرد گیاهان زراعی که تحت شرایط تنش خشکی قرار می‌گیرند در بهبود کارایی آبیاری و اصلاح گیاهان برای استفاده کارامدتر از آب مؤثر خواهد بود (۷). در شرایط کم آبی و محدودیت منابع آبی، تغییر الگوی کشاورزی به سمت کاشت گیاهان سازگار به خشکی می‌تواند راه کار بسیار مناسبی باشد. ژنوتیپ‌های مختلف ارزن به دلیل کوتاه بودن فصل رشد و داشتن برخی خصوصیات ویژه به آب کمتری نیاز دارند و می‌توانند در شرایط نامساعد محیطی نسبت به سایر غلات محصول بیشتری تولید کنند (۴). لذا ارزن می‌تواند گیاه مناسبی برای کاشت در مناطق کم آب باشد. در

جدول ۱. نتایج تجزیه خاک محل آزمایش در بیرجند و سریشه

بافت خاک (لوموی شنی)						SAR	EC	منطقه
رس (%)	سیلت (%)	آهک (%)	ماده آلی (%)	آهک (%)	PH (دسى زیمنس بر متر)	نسبت جذبی سدیم	PH	
۵۸	۲۲	۲۰	۱۷/۷۵	۰/۲۲	۶/۱۷	۵/۱۴	۸/۴۱	بیرجند
۴۶	۳۴	۲۰	۱۳/۰۰	۰/۳۷	۱۱/۲۵	۲/۸۵	۸/۷۱	سریشه

ادامه جدول ۱

منطقه	ازت کل (%)	کلسیم سدیم	منیزیم سدیم	پتاسیم سدیم	فسفر قابل جذب (mg/l)	آهن قابل جذب (mg/l)	منگنزقابل جذب (mg/l)	مس قابل جذب (mg/l)	روی قابل جذب (mg/l)
بیرجند	۰/۰۱۹	۲۰/۴	۱۴/۴	۲۵/۶	۲۶۸	۱/۴۸	۵/۰۰	۰/۶۰	۰/۳۸
سریشه	۰/۰۳۴	۲/۸	۵/۲	۲۲/۵	۵۲۶	۱/۲۴	۶/۲۴	۱/۰۴	۰/۴۰

علاوه بر روابط عملکرد و اجزای عملکرد، بازده استفاده از آب و شاخص برداشت نیز مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۸۲ به طور همزمان در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند (طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۱۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۵۳ دقیقه شمالی) و دشت سریشه (طول جغرافیایی ۵۹ درجه و ۴۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی، کیلومتر ۶۰ جاده بیرجند- زاهدان) انجام گرفت. در این آزمایش پنج ژنتیپ ارزن معمولی یا پروسه به نام‌های ارزن نودی یا نوروزه (ژنتیپ محلی)، K-C.M.2 ,K-C.M.4 ,K-C.M.6 و K-C.M.9 از منطقه بیرجند و مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه ترتیب در بیرجند و سریشه کاشته شدند. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. هدایت الکتریکی آب مورد استفاده در آبیاری در بیرجند و سریشه به ترتیب ۵/۴ و ۲/۶ دسی زیمنس بر متر بود.

عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک و لولر بود. زمین مورد نظر سال قبل آیش بوده است. کودپاشی مطابق روال منطقه انجام گرفت. میزان کود داده شده معادل ۱۵۰ کیلوگرم

عملکرد بیوماس افزایش یافت، در حالی که بازده استفاده از آب برای عملکرد دانه کاهش نشان داد. سینگ و سینگ در مقایسه واکنش ذرت، سورگوم و ارزن به آبیاری نشان دادند که در شرایط تنفس شدید ارزن دارای بیشترین بازده استفاده از آب بود، اما در شرایط آبیاری مطلوب و تنفس باشد کم، سورگوم بیشترین بازده استفاده از آب را داشت (۲۴).

بهبود تسهیم ماده خشک به ساختارهای زایشی و دانه (بهبود شاخص برداشت) از جمله صفاتی است که می‌تواند سبب بهبود عملکرد دانه شود. شاخص برداشت در شرایط خشکی غالب تابع نسبت آب استفاده شده پس از گرده افزایشی است که هر چه بیشتر باشد شاخص برداشت نیز بیشتر است (۲۱). بنابراین شاخص برداشت را نیز می‌توان به عنوان معیار انتخاب ارقام متحمل به خشکی در نظر گرفت. در آزمایش یاداو و همکاران (۲۶) نیمی از کاهش عملکرد دانه در شرایط تنفس مربوط به کاهش شاخص برداشت بود.

با توجه به بحران کم آبی در منطقه خراسان جنوبی، این آزمایش به منظور بررسی تأثیر تنفس خشکی بر عملکرد چند ژنتیپ ارزن معمولی و تعیین ژنتیپ سازگار با منطقه انجام گرفته است. از آنجایی که در شرایط محدودیت آب، عملکرد دانه علاوه بر میزان آب مصرفی گیاه تابع بازده استفاده از آب و شاخص برداشت نیز می‌باشد (۲۰)، در این پژوهش سعی شده

جدول ۲. مقادیر آب مصرف شده در تیمارهای مختلف آبیاری بر حسب میلی‌متر

منطقه	شاهد	تنش در مرحله رویشی	تنش در مرحله پرشدن دانه	تنش در مرحله روش	تنش در مرحله پرشدن دانه
بیرجند	۸۷۴(۸۰۸/۲) ^۱	۸۳۰/۸(۷۶۵)	۷۶۴/۲(۶۹۸/۴)	۷۹۸/۸(۷۳۳)	۷۵۵/۶(۶۸۹/۸)
سرپیشه	۷۱۹/۵	۶۸۲/۱	۶۲۶/۵	۶۴۶/۸	۶۰۹/۴

۱. اعداد داخل پرانتز مربوط به ژنوتیپ M.9-C-K است که به دلیل رسیدگی زودتر در بیرجند یک مرحله آبیاری کمتر دریافت کرده‌اند.

تعیین گردید و آبیاری به صورت کنترل شده و با استفاده از کنترل انجام گرفت تا بازده استفاده از آب قابل محاسبه باشد. مقادیر آب مصرف شده در تیمارهای مختلف آبیاری بر حسب میلی‌متر در جدول ۲ آمده است.

ژنوتیپ‌های ارزن در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. هر کرت فرعی دارای خط کاشت ۵ متری بود. کاشت در دو طرف پشت‌های عریض ۷۰ سانتی‌متری انجام گرفت. در زمان کاشت بذرها با فواصل نزدیک کاشته شده و پس از سبز شدن، بوته‌ها با فاصله ۴ سانتی‌متر تنک شدند، به طوری که تراکم نهایی بیش از ۷۰۰۰۰ بوته در هکتار حاصل شد.

در زمان رسیدن گیاه، دو متر از طول دو خط وسط هر کرت (معادل ۱/۴ متر مربع) به طور کامل برداشت شد. به منظور تعیین شاخص برداشت اجزای مختلف، (خوش) و (برگ‌ساقه) جدا شده و تا رسیدن به وزن ثابت در آون قرار گرفت. پس از جدا کردن دانه‌ها، عملکرد دانه بر اساس وزن خشک گزارش شد. به منظور تعیین تعداد خوش در متر مربع، خوش‌های برداشت شده از مساحت مورد نظر شمارش شده و به متر مربع تبدیل شد. برای تعیین وزن هزار دانه، از کل دانه‌های به دست آمده از مساحت برداشتی ۱۰۰۰ دانه شمارش شده و توزین شد. تعداد دانه در خوش نیز از روی عملکرد دانه در متر مربع و تعداد خوش در متر مربع و وزن ۱۰۰۰ دانه تعیین شد.

سه جزء مهم شاخص برداشت به صورت زیر محاسبه شد (۲۶). ۱- شاخص برداشت دانه در خوش: به صورت نسبت وزن خشک دانه به وزن خشک خوش

اوره و ۲۰۰ کیلوگرم فسفات آمونیم در هکتار بود. تمام کود فسفاته و ۵۰ کیلوگرم از کود اوره قبل از کاشت داده شد. بقیه کود اوره در دو مرحله و به میزان مساوی در اوایل و اواخر ساقه رفتن به گیاه داده شد. در طول دوره رشد علف‌های هرز که تراکم‌شان قابل توجه نبود با وجین دستی کنترل شدند.

طرح آزمایشی از نوع اسپلیت پلات در قالب بلسوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. هر تکرار شامل ۵ کرت اصلی به عنوان تیمارهای آبیاری بود که عبارت بود از: ۱- شاهد با آبیاری مطلوب مطابق نیاز آبی و بدون تنش ۲- تنش در مرحله رویشی (این تیمار پس از استقرار کامل گیاه اعمال شد که حدود دو هفته پس از سبز شدن بود) ۳- تنش در مرحله ظهور خوش (این تیمار زمانی اعمال شد که در ۵۰ درصد بوته‌های هر کرت خوش ساقه اصلی ظاهر شده بود) ۴- تنش در مرحله پرشدن دانه (این تیمار زمانی اعمال شد که دانه‌های خوش ساقه اصلی در اواخر شیری شدن و ابتدای خمیری شدن بودند) ۵- تنش در مرحله رویشی و پرشدن دانه (در این تیمار، هر دو تیمار شماره ۲ و ۴ اعمال شد). تیمارهای تنش با حذف یک آبیاری در مرحله مورد نظر اعمال شد. تعیین نیاز آبی بر اساس داده‌های تستک تبخیر کلاس A آمریکایی صورت گرفت. بدین منظور تستک تبخیر روزانه از تستک تبخیر اندازه‌گیری شده و بر اساس ضریب تستک و ضریب گیاهی که با استفاده از روش FAO محاسبه شد (۳) تبخیر و تعرق گیاه مرجع و تبخیر و تعرق ارزن در شرایط مزرعه اندازه‌گیری گردید. سپس با در نظر گرفتن بازده ۸۰ درصد برای پخش آب در مزرعه، میزان آبیاری

جدول ۳. اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر عملکرد و اجزای عملکرد ارزن معمولی در بیرجند و سریشه

تیمار	عملکرد دانه (تن در هکتار)						وزن هزار دانه (گرم)		
	سربیشه	بیرجند	سربیشه	بیرجند	سربیشه	بیرجند	سربیشه	بیرجند	سربیشه
شاهد بادون تنش	۲/۸۷ ^a	۲/۸۳ ^a	۲۷۸/۲ ^a	۲۲۱/۶ ^a	۲۵۴/۶ ^a	۲۵۲/۹ ^a	۱/۹۷۷ ^a	۱/۵۵۶ ^a	شاهد بادون تنش
تنش در مرحله رویشی	۲/۸۶ ^a	۲/۸۳ ^a	۲۷۸/۵ ^a	۲۲۱/۵ ^a	۲۵۷/۱ ^a	۲۳۹/۸ ^{ab}	۱/۹۲۶ ^a	۱/۴۶۲ ^a	تنش در مرحله رویشی
تنش در مرحله ظهور خشک	۲/۴۰ ^c	۲/۳۵ ^c	۱۷۴/۳ ^c	۱۶۶/۷ ^b	۲۶۹/۴ ^a	۲۴۴/۴ ^a	۱/۱۲۰ ^c	۰/۹۲۳ ^c	تنش در مرحله ظهور خشک
تنش در مرحله پرشدن دانه	۲/۵۱ ^{bc}	۲/۴۹ ^b	۲۴۴/۹ ^{ab}	۲۰۸/۵ ^a	۲۵۳/۷ ^a	۲۲۷/۳ ^b	۱/۵۳۷ ^b	۱/۱۶۷ ^b	تنش در مرحله پرشدن دانه
تنش در مرحله رویشی و پرشدن دانه	۲/۶۳ ^b	۲/۵۰ ^b	۲۲۱/۷ ^b	۲۰۶/۴ ^a	۲۷۲/۵ ^a	۲۴۹/۹ ^a	۱/۵۵۲ ^b	۱/۲۹۰ ^b	تنش در مرحله رویشی و پرشدن دانه

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی دار نمی‌باشد.

عملکرد دانه ارزن بر اثر تنش خشکی را گزارش کرده‌اند. یاداو و باتنگار (۲۷) در بررسی معیارهایی برای شناسایی ارقام ارزن مرواریدی سازگار با شرایط تنش و بدون تنش نشان دادند که عملکرد دانه در محیط‌های تنش زا ۸۲۸ تا ۱۱۳۶ کیلوگرم در هکتار و در محیط‌های بدون تنش ۳۱۲۳ تا ۳۹۴۲ کیلوگرم در هکتار بود. یاداو و همکاران (۲۶) نیز نشان دادند تنش خشکی پس از گل‌دهی، عملکرد دانه را کاهش می‌دهد. همچنین ماهالاکشمی و بیدینجر (۱۵) گزارش کردند، تنش خشکی در طی پرشدن دانه عملکرد دانه را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد. بررسی و مقایسه اجزای عملکرد نشان می‌دهد در اینجا کاهش عملکرد عمده‌تاً از طریق کاهش تعداد دانه در خشک و کاهش وزن هزار دانه ایجاد شد. تعداد خشک در متر مربع بین تیمارهای تنش تفاوت زیادی نداشت (جدول ۳). ماهالاکشمی و بیدینجر (۱۵) و کوماری (۱۴) نیز گزارش کردند تنش خشکی در ارزن از طریق کاهش تعداد دانه در خشک و کاهش وزن هزار دانه سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود. کاهش تعداد دانه می‌تواند به دلیل اثر سوء تنش بر گرده افسانی و سقط برخی گل‌ها باشد (۸). در مورد کاهش وزن هزار دانه در این تیمار تنش می‌توان گفت از آنجایی که در زمان اعمال این تیمار

۲- شاخص برداشت خشک در بوته: به صورت نسبت وزن خشک خشک خشک به وزن خشک کل

۳- شاخص برداشت دانه در بوته: به صورت نسبت وزن خشک دانه به وزن خشک کل که حاصل ضرب شاخص برداشت دانه در خشک و شاخص برداشت خشک در بوته نیز می‌باشد.

در این آزمایش همچنین بازده استفاده از آب به صورت نسبت عملکرد دانه به کل میزان آب داده شده تعیین شد و نتایج آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. از نرم‌افزار Mstatc برای آنالیز داده‌ها استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

نتایج و بحث

(الف) عملکرد و اجزای عملکرد

تنش خشکی به طور معنی داری بر عملکرد دانه و اجزای آن تأثیر گذاشته (جدول تجزیه واریانس آورده نشده است) و آنها را کاهش داد (جدول ۳). بیشترین میزان کاهش عملکرد دانه در شرایط اعمال تنش در مرحله ظهور خشک رخ داد، به طوری که در این تیمار تنش عملکرد دانه به ترتیب در بیرجند و سریشه ۴۰/۷ و ۴۳/۳ درصد کاهش یافت. آزمایش‌های مختلفی کاهش

جدل ۴. مقایسه عملکرد و اجزای مختلف ارزن معمولی در بیرجند و سریشه

		وزن هزار دانه (گرم)		تعداد دانه در خوشه		تعداد خوشه در متر مربع		عملکرد دانه (تن در هکتار)		ژنوتیپ
سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند	
۲/۵۴ b	۲/۴۶ ^b	۲۲۲/ ^{bc}	۱۹۹/ ^b	۲۵۹/ ^b	۲۳۶/ ^c	۱/۴۵۴ ^c	۱/۱۵۰ ^c	محلی		
۲/۷۸ a	۲/۷۷ ^a	۲۷۹/ ^b	۲۴۱/ ^a	۲۱۲/ ^c	۱۸۶/ ^d	۱/۶۲۵ ^{ab}	۱/۲۵۱ ^{bc}	K-C-M.2		
۲/۵۹ b	۲/۵۵ ^b	۲۰۶/ ^c	۱۹۴/ ^b	۳۲۷/ ^a	۲۸۸/ ^a	۱/۷۴۰ ^a	۱/۴۲۴ ^a	K-C-M.4		
۲/۵۷ b	۲/۵۴ ^b	۲۴۷/ ^b	۲۰۱/ ^b	۲۵۰/ ^b	۲۴۳/ ^{bc}	۱/۵۶۲ ^{bc}	۱/۲۴۹ ^{bc}	K-C-M.6		
۲/۷۹ a	۲/۷۱ ^a	۲۴۲/ ^b	۱۸۷/ ^b	۲۵۷/ ^b	۲۵۸/ ^b	۱/۷۳۱ ^a	۱/۳۲۴ ^{ab}	K-C-M.9		

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد.

این که معیار زمان اعمال تنش، مراحل فنولوژیکی ساقه اصلی بوده است) که پنجه‌ها در حال ورود به مرحله تشکیل خوشه و تکامل آن بوده‌اند تنش اثر سوئی روی تشکیل خوشه گذشته و سبب کاهش تعداد خوشه در متر مربع شده است. زمانی که تنش در دو مرحله رویشی و پرشدن دانه اعمال شد تعداد خوشه در متر مربع تحت تأثیر قرار نگرفت. شاید این امر به این دلیل باشد که شدت اعمال تنش در این مرحله به اندازه‌ای نبوده که بتواند بر تشکیل پنجه‌ها باید که بعداً دارای خوشه می‌شوند اثر سوئی بگذارد. همان گونه که در جدول ۲ نیز ملاحظه می‌شود این تیمار تنش بیشترین میزان آب را در بین تیمارهای تنش دریافت نموده است.

مقایسه ژنوتیپ‌های مختلف ارزن معمولی نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های K-C-M.4 و K-C-M.9 بیشترین عملکرد دانه و ژنوتیپ محلی کمترین عملکرد دانه را دارد (جدول ۴). با بررسی اجزای عملکرد می‌توان دریافت علت کم بودن عملکرد ژنوتیپ محلی، کم بودن هر سه جزء عملکرد (تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه) است. در بین ژنوتیپ‌ها، ژنوتیپ K-C-M.2 دارای تعداد دانه در خوشه و وزن هزار دانه بیشتری از سایر ژنوتیپ‌ها بود، اما تعداد خوشه در متر مربع آن کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها بود. در واقع علت اصلی پرمحصول بودن ژنوتیپ K-C-M.4 داشتن تعداد خوشه بیشتر در متر مربع است.

برخی گلچه‌ها گرده افسانی شده بودند و مرحله پر شدن دانه در آنها شروع شده بود تشکیل سلول‌های آندوسپرم به دلیل کاهش هورمون سیتوکینین در شرایط تنش، تحت تأثیر قرار گرفته و پتانسیل وزن دانه کاهش یافته است (۸).

میزان کاهش عملکرد دانه در شرایط اعمال تنش در مرحله پرشدن دانه و همچنین در تیمار اعمال تنش در دو مرحله رویشی و پرشدن دانه در مقایسه با تیمار تنش در مرحله ظهور خوشه کمتر بود. همکاران نیز گزارش کردند مرحله پرشدن دانه حساسیت کمتری به کمبود آب دارد. در دو تیمار تنش مذکور از آنجایی که تنش خشکی پس از تشکیل دانه در خوشه ساقه اصلی اعمال شده است، با وجود کاهش تعداد خوشه در بوته و کاهش تعداد دانه در خوشه، وزن دانه بیشتر تحت تأثیر قرار گرفته است (۱۶). بایلر و همکاران در مطالعه‌ای روی وضعیت رشد دانه ارزن مرواریدی در شرایط تنش خشکی و آبیاری مطلوب نشان دادند که قطع آبیاری پس از ظهور خوشه، از طریق کاهش مرحله خطی پرشدن دانه، وزن نهایی دانه را ۲۵ درصد کاهش داد (۶).

در مورد تعداد خوشه در متر مربع نکته جالب توجه این است که این جزء از اجزای عملکرد در شرایط اعمال تنش در مرحله پرشدن دانه بیشترین میزان کاهش را نشان می‌دهد (البته میزان کاهش فقط در بیرجند معنی‌دار بوده است). شاید این امر به دلیل این باشد که در این مرحله از اعمال تنش (با توجه به

جدول ۵. مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد ارزن معمولی در دو منطقه بیرجند و سربیشه

منطقه	عملکرد دانه (تن در هکتار)	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه (گرم)
بیرجند	۱/۲۸۰ ^b	۲۴۲/۹ ^b	۲۰۴/۹ ^b	۲/۶۰ ^a
سریشه	۱/۶۱۸ ^a	۲۶۱/۴ ^a	۲۳۹/۶ ^a	۲/۶۵ ^a

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

فسفر و منگنز قابل جذب در خاک منطقه سربیشه به میزان قابل توجهی بیشتر از بیرجند بود (جدول ۱).

(ب) بازده استفاده از آب

بازده استفاده از آب به طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش قرار گرفته (جدول تجزیه واریانس نشان داده نشده است) و کاهش یافت (جدول ۶). ابراهیم (۱۳) و کوماری (۱۴) نیز گزارش کردند بازده استفاده از آب ارزن بر اثر تنش خشکی کاهش می‌یابد. در آزمایش آنها کاهش عملکرد دانه ایجاد شده بر اثر تنش بیشتر از کاهش مصرف آب بود، لذا بازده استفاده از آب کاهش یافت. بیشترین میزان کاهش بازده استفاده از آب بر اثر اعمال تنش در مرحله ظهور خوشه رخ داد که در آن بازده استفاده از آب در بیرجند و سربیشه نسبت به شاهد به ترتیب ۳۶/۰ و ۳۲/۰ درصد کاهش یافت. همان‌گونه که در قسمت قبل بیان شد تیمار تنش در مرحله ظهور خوشه کمترین عملکرد دانه را نیز داشت. از آنجایی که این مرحله از مراحل رشدی حساس ترین مرحله نسبت به کمبود آب می‌باشد اعمال تنش در آن اثر سوئی روی عملکرد دانه می‌گذارد. در این حالت با توجه به فرمول محاسبه بازده استفاده از آب (نسبت عملکرد دانه به آب مصرف شده) از آنجایی که کاهش عملکرد دانه بیشتر از کاهش آب مصرف شده است، بازده استفاده از آب کاهش می‌یابد. بروک و همکاران (۹) نیز گزارش کردند که معمولاً عملکردهای کم با کارایی مصرف آب کم همراه هستند. همچنین رکا و همکاران (۱۹) بیان کردند که بازده استفاده از آب برای عملکرد دانه در شرایط

اثر متقابل آبیاری و ژنتیپ روی عملکرد دانه، تعداد خوشه در متر مربع و تعداد دانه در خوشه معنی دار بود (جدول تجزیه واریانس نشان داده نشده است). با بررسی وضعیت ژنتیپ K-C-M.4 در شرایط مختلف آبیاری (جداول مربوطه آورده نشده است) می‌توان این ژنتیپ را در شرایط تنش و بدون تنش به عنوان پرمحصول‌ترین ژنتیپ معرفی کرد که از طریق تولید تعداد خوشه بیشتر در متر مربع، عملکرد دانه بیشتری تولید می‌کند.

لازم به ذکر است که در شرایط اعمال تنش در مرحله ظهور خوشه ژنتیپ محلی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، اما میزان اختلاف عملکرد فقط در سربیشه معنی دار بود (جدول مربوطه نشان داده نشده است). علت بیشتر بودن عملکرد ژنتیپ محلی، تولید تعداد دانه بیشتر در خوشه بود. این موضوع تحمل بیشتر این ژنتیپ به خشکی را می‌رساند، چرا که در شرایط اعمال تنش در مرحله ظهور خوشه، به دلیل حساس بودن فرایند تشکیل دانه، این جزء از اجزای عملکرد بیشتر از سایر اجزا تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

مقایسه عملکرد دانه و اجزای آن در دو منطقه سربیشه و بیرجند نشان داد میانگین عملکرد سربیشه به میزان قابل توجهی بیشتر از بیرجند بود (جدول ۵). تفاوت عملکردها در درجه اول مربوط به تفاوت تعداد دانه در خوشه و در درجه دوم مربوطه به تعداد خوشه در متر مربع بود. علت اصلی تفاوت عملکرد دو منطقه را باید در تفاوت کیفیت آب آبیاری و حاصل خیزی خاک دانست. آب در بیرجند و سربیشه به ترتیب ۵/۴۰ و ۲/۵۹ EC میلی زیمنس بر سانتی متر بود. همچنین میزان ازت، پتابسیم،

جدول ۶. اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر بازده استفاده از آب و شاخص برداشت ارزن معمولی در بیرجند و سریشه

تیمار									
بازده استفاده از آب (گرم دانه بر لیتر آب)									
شاخص برداشت خوش در بوته					شاخص برداشت دانه در خوش				
سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند
۱۹/۸ ^a	۱۸/۵ ^a	۵۳/۳ ^a	۵۱/۰ ^a	۲۶/۹ ^a	۳۶/۲ ^a	۰/۲۷۵ ^a	۰/۱۸۱ ^a	شاهد بدون تنش	
۱۸/۷ ^{ab}	۱۷/۸ ^a	۵۱/۱ ^a	۴۹/۳ ^a	۳۶/۷ ^a	۳۶/۱ ^a	۰/۲۸۲ ^a	۰/۱۷۹ ^a	تنش در مرحله رویشی	
۱۲/۵ ^d	۱۱/۲ ^d	۴۰/۴ ^c	۳۶/۹ ^c	۳۱/۰ ^b	۳۰/۴ ^c	۰/۱۷۵ ^c	۰/۱۲۳ ^c	تنش در مرحله ظهر خوش	
۱۶/۷ ^c	۱۴/۱ ^c	۴۶/۵ ^b	۴۲/۶ ^b	۳۵/۸ ^a	۳۳/۰ ^b	۰/۲۳۸ ^b	۰/۱۴۹ ^{bc}	تنش در مرحله پرشدن دانه	
۱۷/۲ ^{bc}	۱۵/۵ ^b	۴۷/۱ ^b	۴۳/۳ ^b	۳۶/۶ ^a	۳۵/۷ ^a	۰/۲۵۹ ^{ab}	۰/۱۷۴ ^{ab}	تنش در مرحله رویشی و پرشدن دانه	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد.

جدول ۷. مقایسه بازده استفاده از آب و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مختلف ارزن پروسه در بیرجند و سریشه

ژنوتیپ									
بازده استفاده از آب (گرم دانه بر لیتر آب)									
شاخص برداشت خوش در بوته					شاخص برداشت دانه در خوش				
سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند	سریشه	بیرجند
۱۵/۵ ^b	۱۳/۹ ^b	۴۴/۳ ^c	۴۱/۷ ^b	۳۴/۹ ^a	۳۳/۲ ^b	۰/۲۱۷ ^c	۰/۱۴۲ ^c	محلی	
۱۷/۰ ^a	۱۵/۴ ^a	۴۷/۵ ^b	۴۴/۲ ^{ab}	۳۵/۲ ^a	۳۴/۴ ^{ab}	۰/۲۵۰ ^{ab}	۰/۱۵۵ ^b	K-C-M.2	
۱۸/۱ ^a	۱۶/۳ ^a	۴۹/۷ ^a	۴۵/۹ ^a	۳۶/۲ ^a	۳۵/۲ ^a	۰/۲۶۴ ^a	۰/۱۷۶ ^a	K-C-M.4	
۱۷/۰ ^a	۱۶/۰ ^a	۴۷/۶ ^b	۴۶/۴ ^a	۳۵/۵ ^a	۳۴/۲ ^{ab}	۰/۲۳۶ ^{bc}	۰/۱۵۵ ^b	K-C-M.6	
۱۷/۴ ^a	۱۵/۶ ^a	۴۹/۴ ^{ab}	۴۵/۰ ^a	۳۵/۰ ^a	۳۴/۴ ^{ab}	۰/۲۶۲ ^a	۰/۱۷۸ ^a	K-C-M.9	

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشد.

تحت تأثیر تنش قرار نگرفته است.

در بین ژنوتیپ‌های مختلف، دو ژنوتیپ K-C-M.4 و K-C-M.9 که عملکرد دانه بیشتری داشتند دارای بیشترین بازده استفاده نیز بودند (جدول ۷) ضرایب همبستگی این دو صفت نیز مثبت و بسیار معنی‌دار است (جدول ۸ و ۹). همچنین ژنوتیپ محلی که کمترین عملکرد دانه را داشت دارای کمترین بازده استفاده از آب نیز بود. این امر به این دلیل است که میزان آب داده شده به ژنوتیپ‌های مختلف (مخرج کسر محاسبه بازده استفاده از آب) یکسان بوده است. بنابراین بدیهی است که میزان بازده استفاده از آب کاملاً بستگی به عملکرد دانه دارد.

مقایسه اعداد مربوط به بازده استفاده از آب بیرجند و

اعمال تنش در مرحله گل‌دهی نسبت به اعمال تنش در مراحل دیگر، بیشتر کاهش یافت.

اعمال تنش در دو مرحله رویشی و پرشدن دانه با وجود این که عملکرد دانه را به طور معنی‌داری کاهش داد، اما اثر معنی‌داری روی بازده استفاده از آب نداشت. این امر به این دلیل است که در این تیمار به دلیل حذف دو آبیاری، میزان آب مصرفی کمتر از سایر تیمارها بوده است (جدول ۲)، لذا اگرچه صورت کسر محاسبه بازده استفاده از آب (یعنی عملکرد دانه) بر اثر اعمال تنش کاهش یافته است، اما به دلیل مصرف آب کمتر، مخرج کسر (آب داده شده) نیز کاهش یافته است. بنابراین بازده استفاده از آب در این تیمار به طور معنی‌داری

جدول ۸. مقایسه بازده استفاده از آب و شاخص برداشت ارزن معمولی در دو منطقه بیرجند و سریشه

منطقه	(گرم دانه بر لیتر آب)	WUE	HI خوشه در بوته	HI دانه در خوشه	HI دانه در بوته
بیر-جنل	۰/۱۶۱ ^b	۳۴/۳ ^a	۴۴/۶ ^b	۱۵/۴ ^b	HI دانه در بوته
سرپیشه	۰/۲۴۵ ^a	۳۵/۲ ^a	۴۷/۷ ^a	۱۷/۰ ^a	HI دانه در خوشه

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر سطون بر اساس آزمون F در سطح احتمال ۵درصد دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۹. ضرایب همبستگی صفات مختلف در پیر جند

عملکرد	تعداد خوشه	وزن هزار	بازده استفاده	HI خوشه	دane HI	دane HI	دane HI
۱	۰/۳۷۹**	۰/۲۸۶*	-۰/۰۵۷ ns	۰/۲۰۰ ns	۰/۰۱۸**	۰/۶۹۰**	۰/۶۶۱**
۲. تعداد خوشه در متر مربع	۱	-۰/۰۵۷ ns	۰/۴۱۳**	۰/۴۰۸**	۰/۰۵۱**	۰/۶۹۰**	۰/۶۶۱**
۳. تعداد دانه در خوشه	۰/۵۹۷**	۰/۴۲۱**	۰/۰۴۷**	۰/۰۱۸**	۰/۰۵۷ ns	۰/۰۲۶*	۰/۰۶۹**
۴. وزن هزار دانه	۰/۵۹۱**	۰/۹۶۴**	۰/۴۴۱**	۰/۰۴۷**	۰/۰۱۸**	۰/۶۹۰**	۰/۶۶۱**
۵. بازده استفاده از آب	۰/۷۰۱**	۰/۷۰۱**	۰/۲۶۸*	۰/۲۱۳**	۰/۰۴۰**	۰/۶۹۰**	۰/۶۶۱**
۶. HI خوشه در بوته	۰/۷۰۱**	۰/۲۶۸*	۰/۰۲۰۴ ns	۰/۰۴۸۷**	۰/۰۶۴۳**	۰/۰۷۰۸**	۰/۰۶۶۱**
۷. HI دانه در خوشه	۰/۸۳۳**	۰/۰۲۰۴ ns	۰/۰۸۲۳**	۰/۰۴۸۷**	۰/۰۶۴۳**	۰/۰۷۰۸**	۰/۰۶۶۱**
۸. HI دانه در بوته	۰/۸۴۳**	۰/۰۲۳۸*	۰/۰۴۸۶**	۰/۰۶۲۰**	۰/۰۷۸۴**	۰/۰۸۳۸**	۰/۰۹۵۱**

** هم‌بستگی در سطح ۱٪ معنی‌دار است.

ار نیست. * همیستگی در سطح ۵٪ معنی دار است.

ns

نشده است). تیمار شاهد بدون تنش دارای بیشترین و تیمار تنش در مرحله ظهور خوشه دارای کمترین شاخص برداشت بود (جدول ۵). اعمال تنش در مرحله ظهور خوشه اگرچه هم شاخص برداشت خوشه در بوته و هم شاخص برداشت دانه در خوشه را کاهش داد، اما میزان کاهش شاخص برداشت دانه در خوشه بیشتر بود. یعنی در واقع اعمال تنش در این مرحله، انتقال مواد از داخل خوشه به گلچه را بیشتر از انتقال مواد از بوته به خوشه تحت تأثیر قرار داده است. این امر به این دلیل است که در شرایط اعمال تنش در مرحله ظهور خوشه، وزن اجزای ساختمانی خوشه (که رشد خود را قبل از گلدهی کامل می‌کنند) تحت تأثیر تنش قرار نمی‌گیرد، اما وزن کلی دانه‌های خوشه به دلیل عقیم ماندن گلچه‌ها و کاهش پرشدن دانه به طور مؤثری کاهش می‌پاید (۵). لازم به یادآوری است که این سه

سریشہ (جدول ۸) با اعداد مربوط به عملکرد دانه این دو منطقه (جدول ۵) نشان‌دهنده این است که تفاوت بازده استفاده از آب بین دو منطقه بیشتر از تفاوت عملکرد دانه است. این امر به این دلیل است که از یک طرف در منطقه سریشہ عملکرد دانه بیشتر است (علت این امر در قسمت قبل بیان شد) و از طرف دیگر به دلیل مقادیر کم تبخیر از تشتک در منطقه سریشہ نیاز آبی محاسبه شده برای ارزن و در نتیجه مقدار آب داده شده به تیمارها در این منطقه کمتر از بیرجند می‌باشد (جدول ۲). بنابراین بدین معنی، است که تفاوت بازده استفاده از آب بیشتر باشد.

ج) شاخص بی داشت

شان داده نشن خشکی قرار گرفت (جدول تجزیه واریانس، نشان داده تاثیر تحت معنی داری اجزای مختلف به طور مختلط برداشت انجام شد.

جدول ۱۰. ضرایب همبستگی صفات مختلف در سربیشه

۱. عملکرد	تعداد خوشه در تعداد دانه در وزن هزار بازده استفاده HI خوشه HI دانه در HI دانه در متر مربع	دانه خوشه از آب در بوته بوته	دانه خوشه	دانه از آب	وزن هزار بازده استفاده HI خوشه HI دانه در HI دانه در متر مربع
۱	-۰/۰۶۰ ns	۰/۷۱۳**	۰/۵۹۶**	-۰/۲۲۵ ns	۰/۳۳۵**
۱	۰/۶۱۹**	۰/۷۱۳**	-۰/۵۹۶**	۰/۲۲۵ ns	۰/۳۳۵**
۱	۰/۹۴۳**	۰/۰۴۱ ns	۰/۷۰۵**	-۰/۰۴۱ ns	۰/۵۱۴**
۱	۰/۵۶۴**	۰/۰۵۵ ns	۰/۴۲۸**	-۰/۰۵۵ ns	۰/۴۳۷**
۱	۰/۸۸۲**	۰/۰۵۶ ns	۰/۵۸۷**	-۰/۰۵۶ ns	۰/۸۰۰**
۱	۰/۸۲۳**	۰/۰۹۴ ns	۰/۵۷۲**	-۰/۰۹۴ ns	۰/۵۴۶**
۱	۰/۹۲۰**	۰/۰۸۲۹**	۰/۶۲۵**	-۰/۰۸۲۹**	۰/۶۰۲**

ns: همبستگی معنی دار نیست. *: همبستگی در سطح ۵٪ معنی دار است.

برداشت خوشه در بوته و شاخص برداشت دانه در بوته این ژنتیپ با سه ژنوتیپ اصلاح شده دیگر معنی دار نیست. ژنوتیپ محلی که دارای کمترین شاخص برداشت خوشه در بوته و شاخص برداشت دانه در خوشه بود، کمترین شاخص برداشت دانه در بوته را نیز داشت. این موضوع از آنجا ناشی می شود که انجام کارهای اصلاحی معمولاً در درجه اول با هدف افزایش شاخص برداشت صورت می گیرد (۵) و در ژنوتیپ محلی که کار اصلاحی روی آن انجام نگرفته است نیز بخش کمی از مواد به ساختارهای زایشی و دانه منتقل می شوند، لذا شاخص برداشت آن کمتر است.

شاخص برداشت خوشه در بوته ژنوتیپ محلی در شرایط آبیاری مطلوب، اعمال تنش در مرحله رویشی و اعمال تنش در مرحله ظهور خوشه با شاخص برداشت خوشه در بوته سایر ژنوتیپ ها تفاوت معنی داری نداشت (جداول مربوطه آورده نشده است). اما وقتی تنش در مرحله پرشدن دانه اعمال شد، این جزء از شاخص برداشت در ژنوتیپ محلی به طور معنی داری کمتر از سایر ژنوتیپ ها شد. با توجه به این موضوع می توان گفت در مجموع ژنوتیپ محلی نباید در انتقال مواد از اجزای رویشی بوته به خوشه مشکلی داشته باشد و علت کم

جزء شاخص برداشت ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارد که در ضرایب همبستگی (جدول ۹ و ۱۰) به خوبی مشخص است. این ارتباط می بایست در کارهای اصلاحی مد نظر قرار گیرد. به عنوان مثال اگر بهنژادگر انتقال مواد از اندام های رویشی گیاه به خوشه را افزایش دهد (افزایش شاخص برداشت خوشه در بوته) به منظور افزایش کارآیی فعالیت خود می بایست توجه داشته باشد که این مواد در اندام های رویشی خوشه ذخیره نشود، بلکه به دانه رفته و از این طریق شاخص برداشت دانه در خوشه نیز بهبود یابد. در این صورت است که شاخص برداشت دانه در بوته که حاصل ضرب شاخص برداشت خوشه در بوته و شاخص برداشت دانه در خوشه است، به طور قابل ملاحظه ای افزایش خواهد یافت.

اعمال تنش در مرحله رویشی که بر عملکرد تأثیر نداشته است (جدول ۳) شاخص برداشت اجزای مختلف را نیز تحت تأثیر قرار نداده است (جدول ۵).

اثر ژنوتیپ روی شاخص برداشت دانه در خوشه و شاخص برداشت دانه در بوته معنی دار بود (جدول تجزیه واریانس نشان داده نشده است). در مجموع ژنوتیپ K-C-M.4 بیشترین شاخص برداشت را داشته است، اگرچه تفاوت شاخص

است بنابراین عامل دیگری که می‌تواند در این جا مطرح باشد بیشتر بودن عملکرد بیوماس در سربیشه است (اعداد مربوط به بیوماس آورده نشده است).

در یک جمع‌بندی کلی باید گفت می‌توان با دقت در برنامه‌ریزی آبیاری و حذف آبیاری در برخی مراحل مثل مراحل اولیه رشد، بازده استفاده از آب را افزایش داد. با تکرار آزمایش در سال در صورت پایداری عملکرد، می‌توان ژنوتیپ های K-C-M.4 و K-C-M.9 را برای منطقه توصیه کرد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از همکاری مؤسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر به دلیل تأمین بذر ژنوتیپ‌های اصلاح شده و همچنین کارکنان محترم ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند و سایر افرادی که به هر نحو امکان اجرای طرح را فراهم نمودند سپاسگزاریم.

بودن شاخص برداشت دانه در بوته آن این است که قسمت زیادی از مواد منتقل شده به خوشه در اجزای رویشی خوشه باقی‌مانده و به دانه منتقل نمی‌شود. یعنی در واقع علت اصلی کم بودن شاخص برداشت دانه در بوته ژنوتیپ محلی کم بودن شاخص برداشت دانه در خوشه آن است.

بررسی و مقایسه شاخص برداشت اجزای مختلف بین دو منطقه (جدول ۸) نشان‌دهنده این است که قسمت عمده تفاوت شاخص برداشت دانه در بوته بین بیرجند و سربیشه مربوط به بیشتر بودن شاخص برداشت دانه در خوشه در سربیشه است. اما همان‌گونه که در این جدول مشاهده می‌شود تفاوت شاخص برداشت بین دو منطقه زیاد نیست. با توجه به زیاد بودن تفاوت عملکرد دانه بین بیرجند و سربیشه نمی‌توان زیاد بودن شاخص برداشت دانه در بوته در سربیشه را به تهایی عامل زیاد بودن عملکرد دانه در این منطقه دانست. از آنجایی که عملکرد دانه حاصل ضرب شاخص برداشت دانه در بوته و عملکرد بیوماس

منابع مورد استفاده

1. سرمندی، غ. ۱۳۷۲. اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت. مجموعه مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، صفحه ۱۵۷-۱۷۲.
2. سرمندی، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۱. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد.
3. علیزاده، ا. ۱۳۷۲. اصول طراحی سیستم‌های آبیاری (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.
4. کاظمی اربط، ح. ۱۳۷۴. زراعت خصوصی. جلد اول: غلات. مرکز نشر دانشگاهی، تهران.
5. Bidinger, F. R., S. Chandra and V. Mahalakshmi. 1999. Genetic improvement of tolerance to terminal drought stress in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). PP: 59 –64. In: J. M. Ribaut and D. Poland (Eds.), Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water- limited environments (final report). A strategic planning workshop, held at CIMMYT, El Batán, Mexico, 21-25 June 1999.
6. Bieler, P., L. K. Fussell and F. R. Bidinger. 1993. Grain growth of *Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. under well-watered and drought- stressed conditions. Field Crops Res. 31: 41-54.
7. Boyer, J. S. 1996. Advances in drought tolerance in plants. Adv. Agron. 56:187-217.
8. Bradford, K. J. 1994. Water stress and the water relations of seed development: A critical review. Crop Sci. 34: 1-11.
9. Bruck, H., W. A. Payne and B. Sattelmacher. 2000. Effect of phosphorus and water supply on yield, transpirational water use efficiency, and carbon isotope discrimination of pearl millet. Crop Sci. 40: 120-125.
10. Dwyer, L. M., Stewart and M. Tollenaar. 1992. Analysis of maize leaf photosynthesis under drought. Can. J. Plant Sci. 72: 477-481.
11. Fussell, L. K., F. R. Bidinger and P. Bieler. 1991. Crop physiology and breeding for drought tolerance: research and development. Field Crops Res. 27: 183-199.
12. Fussell, L. K. and C. J. Pearson. 1978. Course of grain development and its relationship to black region appearance in *Pennisetum americanum*. Field Crops Res. 1: 21-31.

13. Ibrahim Y. M., Marcarian, V. and A. K. Dobrenz. 1995. Pearl millet response to different irrigation water levels: II. Porometer parameters, photosynthesis, and water use efficiency. *Emirates J. Agric. Sci.* 7: 20-38
14. Kumari, S. 1988. The effects of soil moisture stress on the development and yield of millet. *Agron. J.* 57: 480- 487.
15. Mahalakshmi, V. and F. R. Bidinger. 1985. Flowering response of pearl millet to water stress during panicle development. *Annal. Appl. Biol.* 106: 571-578.
16. Mastrorilli, M., N. Katerji and G. Rana. 1995. Water use efficiency and stress on grain sorghum at different reproductive stages. *Agric. Water Manage.* 28: 23-34.
17. Nouri Maman, D. J. Lyon, S. C. Mason, T. D. Galusha and R. Higgins. 2003. Pearl millet and grain sorghum yield response to water supply in Nebraska. *Agron. J.* 95: 1618- 1624.
18. Prasad, U. K., R. D. Pandey, P. K. Gupta and N. N. Sharma. 1986. Effect of irrigation on growth, water requirement, water use efficiency and yield of summer proso millet. *Indian J. Agron.* 31(3): 280-284.
19. Reca, J., J. Roldan, M. Alcaide, R. Lopez, and E. Camacho. 2001. Optimisation model for water allocation in deficit irrigation systems. I. Description of the model. *Agric. Water Manag.* 48: 103-116.
20. Richards, R. A., C. Lopez- Castaneda, H. Gomez- Macpherson and A. G. Condon. 1993. Improving the efficiency of water use by plant breeding and molecular biology. *Irrig. Sci.* 14: 93-104.
21. Richards, R. a., G. J. Rebetzke, A. G. Condon and A. F. van Herwaarden. 2002. Breeding opportunities for increasing the efficiency of water use and crop yield in temperate cereals. *Crop Sci.* 42: 111- 121.
22. Sadras, V. O. and S. P. Milroy. 1996. Soil- water thresholds for the responses of leaf expansion and gas exchange: A review. *Field Crops Res.* 47: 253-266.
23. Shaw, R. H. 1988. Climate requirement. PP: 609-633. In: G. F. Sprague and J. W. Dudley (Eds.), *Corn and Corn Improvement 3rd ed.*, Agronomy Series: No. 18. ASA. Madison, Wisconsin, USA.
24. Singh, B. R. and D. P. Singh. 1995. Agronomic and physiological responses of sorghum, maize and pearl millet to irrigation. *Field Crops Res.* 42: 57- 67.
25. Stewart, J. I., R. D. Misra, W. O. Pruitt and R. M. Hagan. 1975. Irrigation corn and grain sorghum with a deficient water supply. *Trans. ASAE.* 18: 270-280.
26. Yadav, R. S., C. T. Hash, F. R. Bidinger and C. J. Howarth. 1999. Identification and utilization of quantitative trait loci to improve terminal drought tolerance in pearl millet (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.). PP: 108-114. In: J. M. Ribaut and D. Poland (Eds.), *Molecular approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water- limited environments (fnal report)*. A strategic planning workshop, held at CIMMYT, El Batán, Mexico, 21-25 June.
27. Yadav, O. P. and S. K. Bhatnagar. 2001. Evaluation of indices for identification of pearl millet cultivars adapted to stress and non- stress conditions. *Field Crops Res.* 70: 201-208.