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 سربیشه (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 خوشه، 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 خوشه باعث بیشترین کاهش در عملکرد دانه و بازده استفاده از آب شد. کاهش عملکرد عمدتاً از طریق کاهش تعداد دانه در خوشه و کاهش وزن هزار دانه ایجاد شد و تعداد خوشه 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 خوشه به دلیل اثر روی سقط گل‌ها و وزن هزار دانه سبب کاهش شاخص برداشت خوشه در بوته و شاخص برداشت دانه در خوشه گردید. مقایسه ژنوتیپ‌ها نشان می‌دهد ژنوتیپ K-C.M.4 از طریق تولید تعداد خوشه 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 حاصل‌خیزی کم خاک در بیرجند، عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف در این منطقه کمتر از سربیشه بود. در مجموع می‌توان گفت در این آزمایش ژنوتیپK-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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

مقدمه

کمبود آب یکی از عوامل محدود کننده تولید گیاهان زراعی است (۲۲و۲۳). 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، ۲و 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 کم‌آبی برای استفاده بهینه از آب می‌بایست 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 (۲۰و۲۱)، اما باید توجه داشت مؤثر بودن انتخاب مستقیم برای عملکرد در محیط‌های تنش توسط بزرگی واریانس محیطی و اثر متقابل محیط با ژنوتیپ، محدود می‌شود (۵). بنابراین درک بهتر چگونگی رشد و شکل‌گیری 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 راه‌کار 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 کم‌آب باشد. در 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 ۶۰ تا ۸۰ درصد عملکرد دانه سورگوم بود و عملکرد ارزن ثبات کمتری داشت (۱۷). در این زمینه یاداو 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 و۱۸). البته نتایج اغلب 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 پیرسون اظهار داشتند که دوره پر شدن دانه ارزن مرواریدی شامل دو مرحله است: ۱- یک فاز تاخیری (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 بیوماس مد نظر باشد متفاوت است. به عنوان مثال کوماری (۱۴) نشان داد که بازده استفاده از آب ارزن در شرایط تنش خشکی برای

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

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

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

ادامه جدول ۱

منطقه	ازت کل (٪)	کلسیم (meq/lit)	منیزیم (meq/lit)	سدیم (meq/lit)	پتاسیم قابل جذب (mg/l)	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	۱۴/۴	۲۰/۴	۲۵/۶	۲۶۸	۱/۷۶	۱/۴۸	۵/۰۰	۰/۶۰	۰/۳۸
سربیشه	۰/۰۳۴	۵/۲	۲/۸	۲۲/۵	۵۲۶	۸/۰۰	۱/۲۴	۶/۲۴	۱/۰۴	۰/۴۰

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 تنش شدید ارزن دارای بیشترین بازده استفاده از آب بود، اما در شرایط آبیاری مطلوب و تنش با شدت 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 اغلب تابع نسبت آب استفاده شده پس از گرده افشانی 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 تنش مربوط به کاهش شاخص برداشت بود.

با توجه به بحران کم آبی در منطقه خراسان جنوبی، این آزمایش به منظور بررسی تأثیر تنش خشکی بر عملکرد چند ژنوتیپ ارزن معمولی و تعیین ژنوتیپ 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 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 سربیشه (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 ژنوتیپ ارزن معمولی یا پروسو به نام‌های ارزن نودی یا نودروزه (ژنوتیپ 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 نهال و بذر تهیه شده و در تاریخ‌های ۱۰ خرداد و ۱۵ خرداد به ترتیب در بیرجند و سربیشه کاشته شدند. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. هدایت الکتریکی آب مورد استفاده در آبیاری در بیرجند و سربیشه 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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

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

منطقه	شاهد	تنش در مرحله رویشی	تنش در مرحله ظهور خوشه	تنش در مرحله پرشدن دانه	تنش در مرحله رویشی و پر شدن دانه
بیرجند	۸۷۴(۸۰۸/۲)[1]	۸۳۰/۸(۷۶۵)	۷۶۴/۲(۶۹۸/۴)	۷۹۸/۸(۷۳۳)	۷۵۵/۶(۶۸۹/۸)
سربیشه	۷۱۹/۵	۶۸۲/۱	۶۲۶/۵	۶۴۶/۸	۶۰۹/۴

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

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 بلوک‌های 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 خوشه (این تیمار زمانی اعمال شد که در ۵۰ درصد بوته های هر کرت خوشه ساقه اصلی ظاهر شده بود) ۴- تنش در مرحله پرشدن دانه (این تیمار زمانی اعمال شد که دانه های خوشه 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 تشتک تبخیر کلاس A آمریکایی صورت گرفت. بدین منظور تبخیر روزانه از تشتک تبخیر اندازه‌گیری شده و بر اساس ضریب تشتک 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 تعیین گردید و آبیاری به صورت کنترل‌شده و با استفاده از کنتور 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.

ژنوتیپ های ارزن در کرت‌های فرعی قرار گرفتند. هر کرت فرعی دارای ۶خط کاشت ۵متری بود. کاشت در دو طرف پشته‌های 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 ۷۰۰۰۰۰ 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، (خوشه) و (برگ+ساقه) 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 خوشه در متر مربع، خوشه‌های برداشت شده از مساحت مورد نظر شمارش شده و به متر مربع تبدیل شد. برای تعیین وزن هزار دانه، از کل دانه‌های به‌دست آمده از مساحت برداشتی ۱۰۰۰ دانه شمارش شده و توزین شد. تعداد دانه در خوشه نیز از روی عملکرد دانه در متر مربع و تعداد خوشه 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 خوشه: به صورت نسبت وزن خشک دانه به وزن خشک خوشه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

جدول۳. اثرتنش‌خشکی‌درمراحل‌مختلف رشد برعملکرد و اجزای عملکرد ارزن معمولی در بیرجند و سربیشه

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

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

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

۳- شاخص برداشت دانه در بوته: به صورت نسبت وزن خشک دانه به وزن خشک کل که حاصل‌ضرب شاخص برداشت دانه در خوشه و شاخص برداشت خوشه 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 نرم‌افزارMstatc 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 معنی‌داری 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 خوشه رخ داد، به‌طوری‌که در این تیمار تنش عملکرد دانه به ترتیب در بیرجند و سربیشه ۴۰/۷ و ۴۳/۳ درصد کاهش یافت. آزمایش‌های مختلفی کاهش عملکرد دانه ارزن بر اثر تنش خشکی را گزارش کرده‌اند. یاداو و باتناگار (۲۷) در بررسی معیارهایی برای شناسایی ارقام ارزن مرواریدی سازگار با شرایط تنش و بدون تنش نشان دادند که عملکرد دانه در محیط های تنش زا ۸۲۸ تا ۱۱۳۶ کیلوگرم در هکتار و در محیط های 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 پر شدن دانه عملکرد دانه را تا ۵۰ درصد کاهش می‌دهد.

بررسی و مقایسه اجزای عملکرد نشان می‌دهد در اینجا کاهش عملکرد عمدتاً از طریق کاهش تعداد دانه در خوشه و کاهش وزن هزار دانه ایجاد شد. تعداد خوشه 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 خوشه و کاهش وزن هزار دانه سبب کاهش عملکرد دانه می‌شود. کاهش تعداد دانه می‌تواند به دلیل اثر سوء تنش بر گرده افشانی 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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

جدل۴. مقایسه عملکرد و اجزای عملکرد ژنوتیپ‌های مختلف ارزن معمولی در بیرجند و سربیشه

ژنوتیپ	عملکرد دانه(تن در هکتار)		تعداد خوشه در متر مربع		تعداد دانه در خوشه		وزن هزار دانه (گرم)	
	بیرجند	سربیشه	بیرجند	سربیشه	بیرجند	سربیشه	بیرجند	سربیشه
محلی	۱/۱۵۰ ^{c}	۱/۴۵۴ ^{c}	۲۳۶/۶ ^{c}	۲۵۹/۱ ^{b}	۱۹۹/۷ ^{b}	۲۲۲/۰ ^{bc}	۲./۴۶ ^{b}	۲/۵۴ b
K-C-M.2	۱/۲۵۱ ^{bc}	۱/۶۲۵ ^{ab}	۱۸۶/۵ ^{d}	۲۱۲/۶ ^{c}	۲۴۱/۷ ^{a}	۲۷۹/۷ ^{a}	۲/۷۷ ^{a}	۲/۷۸ a
K-C-M.4	۱/۴۲۴ ^{a}	۱/۷۴۰ ^{a}	۲۸۸/۶ ^{a}	۳۲۷/۱ ^{a}	۱۹۴/۳ ^{b}	۲۰۶/۰ ^{c}	۲/۵۵ ^{b}	۲/۵۹ b
K-C-M.6	۱/۲۴۹ ^{bc}	۱/۵۶۲ ^{bc}	۲۴۳/۹ ^{bc}	۲۵۰/۸ ^{b}	۲۰۱/۹ ^{b}	۲۴۷/۶ ^{b}	۲/۵۴ ^{b}	۲/۵۷ b
K-C-M.9	۱/۳۲۴ ^{ab}	۱/۷۳۱ ^{a}	۲۵۸/۸ ^{b}	۲۵۷/۷ ^{b}	۱۸۷/۰ ^{b}	۲۴۲/۴ ^{b}	۲/۷۱ ^{a}	۲/۷۹ a

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

برخی گلچه‌ها گرده افشانی 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. ماستروریلی و 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 این‌که 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 گذاشته 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 پنجه هایی 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 (جدول۴). 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.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

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]
سربیشه	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.

اثر متقابل آبیاری و ژنوتیپ 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 ژنوتیپ K-C-M.4 در شرایط مختلف آبیاری (جداول مربوطه آورده نشده است) می‌توان این ژنوتیپ را در شرایط تنش و بدون تنش به عنوان پرمحصول‌ترین ژنوتیپ 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 ژنوتیپ محلی بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد، اما میزان اختلاف عملکرد فقط در سربیشه معنی‌دار بود (جدول مربوطه نشان داده نشده است). علت بیشتر بودن عملکرد ژنوتیپ محلی، تولید تعداد دانه بیشتر در خوشه بود. این موضوع تحمل بیشتر این ژنوتیپ 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 حاصل‌خیزی خاک دانست. EC آب در بیرجند و سربیشه به ترتیب ۵/۴۰ و ۲/۵۹ میلی زیمنس بر سانتی‌متر بود. هم‌چنین میزان ازت، پتاسیم، فسفر و منگنز قابل جذب در خاک منطقه سربیشه به میزان قابل توجهی بیشتر از بیرجند بود (جدول۱).

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 (جدول۶). 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 ۳۲/۰ و ۳۶/۴ 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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

جدول۶. اثر تنش خشکی در مراحل مختلف رشد بر بازده استفاده از آب و شاخص برداشت ارزن معمولی در بیرجند و سربیشه

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

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

جدول۷. مقایسه بازده استفاده‌از آب و شاخص برداشت ژنوتیپ‌های مختلف ارزن پروسو در بیرجند و سربیشه

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

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

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 این‌که عملکرد دانه را به‌طور 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 (جدول۲)، 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 به‌طور معنی‌داری 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 (جدول۷) ضرایب هم‌بستگی این دو صفت نیز مثبت و بسیار معنی‌دار است (جدول ۸ و۹). 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

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

جدول۸ . مقایسه بازده استفاده از آب و شاخص برداشت ارزن معمولی در دو منطقه بیرجند و سربیشه

منطقه	WUE (گرم دانه بر لیتر آب)	HI خوشه در بوته	HI دانه در خوشه	HI دانه در بوته
بیرجند	۰/۱۶۱ [b]	۳۴/۳ [a]	۴۴/۶ [b]	۱۵/۴ [b]
سربیشه	۰/۲۴۵ [a]	۳۵/۲ [a]	۴۷/۷ [a]	۱۷/۰ [a]

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

جدول۹. ضرایب هم‌بستگی صفات مختلف در بیرجند

	عملکرد	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	بازده استفاده از آب	HI خوشه در بوته	HI دانه در خوشه	HI دانه در بوته
۱.عملکرد	۱							
۲.تعداد خوشه در متر مربع	۰/۳۷۹**	۱						
۳.تعداد دانه در خوشه	۰/۵۹۷**	−۰/۲۸۶*	۱					
۴.وزن هزار دانه	۰/۵۹۱**	−۰/۰۵۷ ns	۰/۲۰۰ ns	۱				
۵.بازده استفاده از آب	۰/۹۶۴**	۰/۴۴۱**	۰/۵۴۷**	۰/۵۱۸**	۱			
۶. HI خوشه در بوته	۰/۷۰۱**	۰/۲۶۸*	۰/۴۱۳**	۰/۴۰۸**	۰/۶۹۰**	۱		
۷.HI دانه در خوشه	۰/۸۳۳**	۰/۲۰۴ ns	۰/۴۸۷**	۰/۶۴۳**	۰/۷۵۸**	۰/۶۶۱**	۱	
۸. HI دانه در بوته	۰/۸۴۳**	۰/۲۳۸*	۰/۴۸۶**	۰/۶۲۰**	۰/۷۸۴**	۰/۸۳۸**	۰/۹۵۱**	۱

ns: هم‌بستگی معنی دار نیست. *: هم‌بستگی در سطح ۵٪ معنی‌دار است. **: هم‌بستگی در سطح ۱٪ معنی‌دار است.

سربیشه (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 سربیشه 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 سربیشه نیاز آبی محاسبه شده برای ارزن و در نتیجه مقدار آب داده شده به تیمارها در این منطقه کمتر از بیرجند می‌باشد (جدول۲). بنابراین بدیهی است که تفاوت بازده استفاده از آب بیشتر باشد.

ج) شاخص برداشت

شاخص برداشت اجزای مختلف به طور معنی‌داری تحت تأثیر تنش خشکی قرار گرفت (جدول تجزیه واریانس نشان داده نشده است). تیمار شاهد بدون تنش دارای بیشترین و تیمار تنش در مرحله ظهور خوشه دارای کمترین شاخص برداشت بود (جدول۵). 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 به‌طور مؤثری کاهش می‌یابد (۵). لازم به یادآوری است که این سه

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

جدول۱۰. ضرایب هم‌بستگی صفات مختلف در سرپیشه

	عملکرد	تعداد خوشه در متر مربع	تعداد دانه در خوشه	وزن هزار دانه	بازده استفاده از آب	HI خوشه در بوته	HI دانه در خوشه	HI دانه در بوته
۱.عملکرد	۱							
۲.تعداد خوشه در متر مربع	۰/۰۶۰- ns	۱						
۳.تعداد دانه در خوشه	۰/۷۱۳**	۰/۵۹۶-**	۱					
۴.وزن هزار دانه	۰/۶۱۹**	۰/۲۲۵- ns	۰/۳۳۵**	۱				
۵.بازده استفاده از آب	۰/۹۴۳**	۰/۰۴۱- ns	۰/۷۰۵**	۰/۵۱۴**	۱			
۶. HI خوشه در بوته	۰/۵۶۴**	۰/۰۵۵- ns	۰/۴۲۸**	۰/۴۳۷**	۰/۵۴۶**	۱		
۷.HI دانه در خوشه	۰/۸۸۲**	۰/۰۵۶- ns	۰/۵۸۷**	۰/۶۵۲**	۰/۸۰۰**	۰/۶۰۲**	۱	
۸. HI دانه در بوته	۰/۸۲۳**	۰/۰۹۴- ns	۰/۵۷۲**	۰/۶۲۵**	۰/۷۵۴**	۰/۸۲۹**	۰/۹۲۰**	۱

ns: هم‌بستگی معنی دار نیست. *: هم‌بستگی در سطح ۵٪ معنی‌دار است. **: هم‌بستگی در سطح ۱٪ معنی‌دار است.

جزء شاخص برداشت ارتباط نزدیکی با یکدیگر دارد که در ضرایب هم‌بستگی (جدول ۹و۱۰) به خوبی مشخص است. این ارتباط می‌بایست در کارهای اصلاحی مد نظر قرار گیرد. به عنوان مثال اگر بهنژادگر انتقال مواد از اندام‌های رویشی گیاه به خوشه را افزایش دهد (افزایش شاخص برداشت خوشه در بوته) به منظور افزایش کارآیی فعالیت خود می‌بایست توجه داشته باشد که این مواد در اندام‌های 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 حاصل‌ضرب شاخص برداشت خوشه در بوته و شاخص برداشت دانه در خوشه است، به‌طور قابل ملاحظه‌ای 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 برداشت خوشه در بوته و شاخص برداشت دانه در بوته این ژنوتیپ با سه ژنوتیپ اصلاح شده دیگر معنی‌دار 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 می‌شود که انجام کارهای اصلاحی معمولاً در درجه اول با هدف افزایش شاخص برداشت صورت می‌گیرد (۵) و در ژنوتیپ محلی که کار اصلاحی روی آن انجام نگرفته است نیز بخش کمی از مواد به ساختارهای زایشی و دانه منتقل می‌شوند، 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 ژنوتیپ‌ها تفاوت معنی‌داری 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 معنی‌داری کمتر از سایر ژنوتیپ‌ها شد. با توجه به این موضوع می‌توان گفت در مجموع ژنوتیپ محلی نباید در انتقال مواد از اجزای رویشی بوته به خوشه مشکلی داشته باشد و علت کم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

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 تنهایی عامل زیاد بودن عملکرد دانه در این منطقه دانست. از آنجایی که عملکرد دانه حاصل‌ضرب شاخص برداشت دانه در بوته و عملکرد بیوماس است بنابراین عامل دیگری که می‌تواند در این‌جا 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.

منابع مورد استفاده

۱. سرمدنیا، غ. ۱۳۷۲. اهمیت تنش‌های محیطی در زراعت. مجموعه مقالات کلیدی اولین کنگره زراعت و اصلاح نباتات ایران، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران، صفحه ۱۷۲-۱۵۷.

۲. سرمدنیا، غ. و ع. کوچکی. ۱۳۷۱. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی، مشهد.

۳. علیزاده، ا. ۱۳۷۲. *اصول طراحی سیستم‌های آبیاری* (ترجمه). انتشارات آستان قدس رضوی، مشهد.

۴. 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 (fnal report). A strategic planning workshop, held at CIMMYT, El Batan, 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.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]

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 expantion 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 3 rd 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 Batan, 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.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-24]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.1.17.4]