مجله علمی-پژوهشی

علوم کشاورزی

سال یازدهم، شماره (۳) ۱۳۸۴

واکنش فنولوژیکی و مورفولوژیکی سه گونه ارزن به کم‌آبیاری

محمد جواد ثقةالاسلامی

دانشجوی سابق دکتری زراعت واحد علوم و تحقیقات تهران- عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند

اسلام مجیدی هروان

استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

محمد کافی

دانشیار دانشگاه فردوسی مشهد

قربان نورمحمدی

استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

فرخ درویش

استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

سید غلامرضا موسوی

دانشجوی دکتری زراعت واحد علوم و تحقیقات تهران - عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی بیرجند

Archive of SID

چکیده

زیاد بودن میزان تبخیر و تعرق و محدودیت منابع آبی در مناطق خشک و نیمه خشک توجه بیشتر به مطالعه در مورد اثرات تنش خشکی را بر رفتار گیاهان زراعی ایجاب می‌کند. هدف عمده در برنامه‌های اصلاحی انتخاب ژنوتیپ‌های دارای عملکرد مطلوب است. اما از آنجایی که تفاوت‌های عملکرد در شرایط تنش به مقدار زیادی تحت تاثیر تفاوت در فرار از خشکی و پتانسیل ذاتی عملکرد قرار می‌گیرد، عملکرد در شرایط تنش اغلب معیاری برای تحمل نیست. لذا به نژادگران تلاش کرده‌اند از برخی معیارها مثل معیارهای فنولوژیکی و مورفولوژیکی جهت انتخاب ارقام مناسب استفاده کنند. با توجه به این که ارزن یکی از گیاهان سازگار به خشکی است آزمایشی بر روی سه گونه مهم ارزن یعنی ارزن دم روباهی (Setaria italica)، ارزن پروسو یا معمولی (Panicum miliaceum) و ارزن مرواریدی (Pennisetum americanum) در سال ۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند انجام گرفت. در این آزمایش سه ژنوتیپ مذکور به عنوان کرت‌های فرعی در داخل کرت‌های اصلی که شامل تیمار آبیاری کامل و ۵۰ درصد آبیاری بود، در قالب طرح کرت‌های خرد شده در چهار تکرار تصادفی شد. زمان سبز شدن سه ژنوتیپ تفاوتی نداشت. شروع پنجه زنی در ارزن معمولی دو هفته زودتر از دو ارزن دیگر بود. با وجود این که ساقه رفتن ارزن دم روباهی زودتر شروع شد اما ظهور خوشه در این نوع ارزن دیرتر صورت گرفت. کم آبیاری حدود ۵ روز سبب به تاخیر انداختن زمان ساقه رفتن در هر سه ژنوتیپ شد، اما زمان رسیدگی ارزن دم روباهی و ارزن مرواریدی را تقریباً به همین میزان تسریع کرد. تعداد پنجه و خوشه و

تاریخ دریافت مقاله ۸۳/۴/۸ تاریخ دریافت نسخه نهایی ۸۳/۱۱/۲۱

www.SID.ir

طول خوشه و دمگل آذین و همچنین ارتفاع بوته بر اثر کم آبیاری کاهش یافت. در بین سه ژنوتیپ، ارزن معمولی تعداد پنجه و خوشه بیشتر و ارتفاع کمتری داشت. کاهش ارتفاع هر سه ژنوتیپ بر اثر تنش آب تقریباً یکسان بود.

واژگان کلیدی: ارزن معمولی، ارزن دم روباهی، ارزن مرواریدی، کم آبیاری، معیارهای فنولوژیکی، معیارهای مورفولوژیکی

مقدمه:

کشور ایران با متوسط نزولات آسمانی ۲۴۰ میلیمتر در سال در زمرهٔ مناطق خشک جهان طبقه‌بندی می‌شود (۱). زیاد بودن میزان تبخیر و تعرق، محدودیت منابع آبی و سایر عوامل توجه بیشتر به مطالعه در مورد اثرات تنش آب و انتخاب ارقام مقاوم به خشکی را ایجاب می‌کند (۱). همچنین درک بهتر چگونگی رشد و شکل‌گیری عملکرد گیاهان زراعی که تحت شرایط تنش خشکی قرار می‌گیرند در بهبود کارآیی آبیاری، اصلاح گیاهان برای استفادهٔ کارآمدتر از آب و در توسعه مناسب کشاورزی دیم مؤثر خواهد بود (۸). یکی از راههای بقای گیاه در خشکی که در ارزن نیز مطرح می‌باشد فرار از خشکی است (۲، ۴و ۵). هزینهٔ این راهکار طول دورهٔ رشد کوتاهتر و عملکرد کمتر است (۱۳). به طور کلی انتخاب ژنوتیپهایی که در شرایط تنش خشکی عملکرد خوبی بدهند هدفی عمده در برنامه‌های اصلاحی می‌باشد (۱۸). اصلاح ارقام زراعی برای تحمل خشکی به کندی صورت گرفته است. اما اگر عواملی که سبب حفظ عملکرد در شرایط کم آبی می‌شوند تشخیص داده شوند کارآیی اصلاح می‌تواند افزایش یابد (۲۲). مؤثر بودن انتخاب مستقیم برای عملکرد در محیط‌های تنش، توسط بزرگی واریانس محیطی و اثر متقابل محیط با ژنوتیپ محدود می‌شود. علاوه بر این عملکرد در شرایط تنش اغلب معیاری برای تحمل نیست. زیرا تفاوتهای عملکرد در شرایط تنش به مقدار زیادی تحت تاثیر تفاوت در فرار از خشکی و پتانسیل ذاتی عملکرد قرار می‌گیرد (۶). لذا به‌نژادگران تلاش کرده‌اند از برخی معیارهای دیگر از جمله معیارهای مورفولوژیکی جهت انتخاب ارقام مناسب استفاده کنند (۱۰ و ۱۱).

در یک سیستم آبیاری، تخصیص و توزیع آب جزو مهمترین فعالیت‌ها در کشاورزی است (۲۰). در شرایط کمبود آب، تغییر الگوی کشاورزی به سمت کاشت گیاهان سازگار به خشکی راهکار مناسبی است (۱۰). ارزن یکی از گیاهان سازگار است که به دلیل عملکرد پایین مورد کم مهری قرار گرفته و پژوهشهای کمی در مورد آن انجام گرفته است. در این قسمت به برخی از این پژوهشها اشاره می‌شود. گلمبک و ال رامامنه[1] (۲۰۰۲) نشان دادند که خشکی از طریق کاهش تعداد برگ‌های فعال سطح جذب دی‌اکسید کربن را کاهش می‌دهد (۱۹).

ولدآبادی (۱۳۷۸) در آزمایش تاثیر تنش خشکی بر ذرت، سورگوم و ارزن کاهش تعداد برگ را بر اثر خشکی و از طریق کاهش ارتفاع ساقه و عدم تشکیل برگ‌های جدید مشاهده کرد (۳).

در آزمایشی که بیدینگر و راجو[2] (۲۰۰۰) روی ارقام پرپنجه و کم‌پنجه ارزن مرواریدی انجام دادند مشخص شد اگرچه واکنش هر دو تیپ به تراکم از نظر عملکرد دانه مشابه بود، اما واکنش ارقام پرپنجه از طریق افزایش تعداد پنجه و واکنش ارقام کم‌پنجه از طریق افزایش اندازهٔ خوشه بود (۷). لذا انتخاب تیپ گیاهی (از نظر فنولوژی و توانایی پنجه زنی) برای یک مزرعه یا سال خاص، بستگی به انتظار کشاورز از آن سال دارد. در کل زمانی که پیش‌بینی خشکسالی مشکل‌تر می‌شود اهمیت پنجه زنی نیز برای کشاورز بیشتر می‌شود (۲۱). در این زمینه نوری مامان[3] (۱۹۹۹) نشان داد که تعداد پنجه تولید شده در سال کم باران نتوانست استقرار ضعیف بوته‌ها را جبران کند (۱۶).

1. Golombek & Al- Ramamneh
2. Bidinger & Raju
3. Nouri Maman

Archive of SID

www.SID.ir

ماهالاکشمی و بیدینگر[1] (۱۹۸۵) در بررسی اثر تنش کم آبی در مرحلهٔ نمو خوشه بر گل‌دهی ارزن مرواریدی گزارش کردند که زمان ظهور خوشه در ارقام زودرس، در ساقهٔ اصلی و پنجه‌ها تحت تاثیر تنش کم آبی قرار نمی‌گیرد، اما شروع ظهور خوشه در پنجه‌های ارقام دیررس پس از رهایی از تنش صورت می‌گیرد (۱۵).

یاداو و باتناگار[2] (۲۰۰۱) همبستگی مثبتی بین عملکرد در شرایط بدون تنش و تعداد روز تا گل‌دهی مشاهده کردند. در این آزمایش تعداد روز تا گل‌دهی در شرایط تنش همبستگی منفی با عملکرد داشت (۲۳).

یاداو و همکاران (۱۹۹۹) نشان داد خشکی از طریق کاهش تعداد پنجه در متر مربع عملکرد دانه را کاهش می‌دهد (۲۲).

این آزمایش به منظور بررسی ویژگی‌های مورفولوژیکی و فنولوژیکی سه گونهٔ مهم ارزن در شرایط کم آبیاری انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در تابستان سال ۱۳۸۲ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بیرجند (کیلومتر ۱۵ جاده بیرجند - کرمان) انجام گرفت. ویژگی‌های خاک محل آزمایش در جدول ۱ آمده است. هدایت الکتریکی (EC) آب مورد استفاده در آبیاری نیز ۵/۴ میلی زیمنس بر سانتیمتر بود.

عملیات آماده سازی زمین شامل شخم، دیسک و لولر بود. پس از تسطیح زمین ۹۰ کیلوگرم فسفات در هکتار به صورت فسفات آمونیم و ۲۳ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به‌صورت اوره در زمین پخش شد. در طی رشد گیاه نیز معادل ۴۶ کیلوگرم نیتروژن در هکتار به صورت اوره در دو مرحله (هر مرحله ۲۳ کیلوگرم) به فاصله ۳۰ روز به گیاه داده شد. به جهت سبک بودن بافت خاک بود که تقسیط نیتروژن در سه مرحله انجام گرفت تا تلفات آن بر اثر آبشویی کمتر باشد.

طرح آزمایشی از نوع اسپلیت پلات در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار بود. هر تکرار شامل دو کرت اصلی[3] به عنوان تیمارهای آبیاری بود که عبارت بود از: ۱- شاهد با آبیاری کافی بر اساس نیاز آبی تعیین شده برای گیاه در منطقه بیرجند ۲- کم‌آبیاری که در آن ۵۰ درصد نیاز آبی گیاه در اختیار آن قرار داده شد. نیاز آبی به کمک روش FAO با استفاده از آمار تبخیر از تشتک کلاس A و با در نظر گرفتن راندمان ۸۰ درصد برای پخش آب در سطح کرت‌ها تعیین شد:

تبخیر از تشتک (میلیمتر) × ضریب تشتک (۰/۷) = تبخیرو تعرق گیاه مرجع (میلیمتر)

تبخیر و تعرق گیاه مرجع (میلیمتر) × ضریب گیاهی = تبخیر و تعرق گیاه (میلیمتر)

در این روش ضریب گیاهی در مراحل مختلف رشد از جداول موجود در نشریه آبیاری و زهکشی شمارهٔ ۲۴ FAO (۱۹۸۸) استخراج شد.

مقادیر آب تعیین شده در تیمار شاهد و کم آبیاری به ترتیب با فاصله ۸ و ۱۶ روز در اختیار گیاه قرار گرفت. میزان آب داده شده به تیمار کم آبیاری در هر مرحله آبیاری برابر نصف مجموع دو آب داده شده به شاهد در دو آبیاری متوالی بود، به طوری‌که در کل دوره رشد، تیمار کم آبیاری نصف نیاز آبی را دریافت کرد. مقادیر آب داده شده به تیمارهای مختلف در جدول ۲ آمده است. لازم به ذکر است که تیمار تنش پس از استقرار کامل گیاه اعمال شد.

در این آزمایش هر کرت اصلی شامل سه کرت فرعی[4] به عنوان تیمار گونه به شرح زیر بود:

۱- ارزن معمولی[5]، ژنوتیپ K-C-M.9

1. Mahalakshmi & Bidinger
2. Yadav & Bhatnagar
3. Main plot
4. Sub plot
5. Common millet

Archive of SID

www.SID.ir

۲- ارزن مرواریدی[1]، ژنوتیپ محلی
۳- ارزن دم روباهی[2]، ژنوتیپ K-F-M.7

بذر ارزن دم روباهی و ارزن معمولی از مؤسسه تحقیقات، اصلاح و تهیه نهال و بذر و بذر ارزن مرواریدی از منطقهٔ بیرجند تهیه شد. هر کرت فرعی با ابعاد ۱/۷۵×۵ متر شامل ۴ خط کاشت ۵ متری با فاصله ۳۵ سانتیمتر بود. 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 ۷۱۴۲۸۶ بوته در هکتار حاصل شد. تاریخ کاشت ۲۸ اردیبهشت ماه بود.

در طول مدت آزمایش با بررسی مداوم بوته‌ها در کرت‌های مختلف مراحل فنولوژیکی شامل زمان سبز شدن، شروع پنجه زنی، ساقه رفتن، ظهور خوشه و رسیدن ثبت شد و با در نظر گرفتن دمای پایه ۱۰درجه سانتیگراد (۱۷) به درجه روز پس از کاشت تبدیل شد. در مراحل انتهایی رشد برای اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی شامل تعداد برگ در ساقه اصلی، تعداد پنجه در بوته، تعداد خوشه در بوته، طول خوشه، طول دمگل آذین و ارتفاع بوته تعداد پنج بوته در هر کرت به طور تصادفی انتخاب شده و صفات مزبور در آن‌ها تعیین گردید. از نرم‌افزارهای Mstatc و Spss برای تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد.

نتایج و بحث

کم آبیاری به طور معنی داری عملکرد دانه را در هر سه گونهٔ ارزن کاهش داد . کاهش عملکرد عمدتاً از طریق کاهش تعداد خوشه در متر مربع و کاهش تعداد دانه در خوشه ایجاد شد. همچنین در بین سه گونهٔ ارزن، ارزن دم روباهی بیشترین عملکرد دانه را در شرایط آبیاری مطلوب و کم آبیاری داشت. زیاد بودن عملکرد دانه این گونهٔ ارزن ناشی از زیاد بودن تعداد دانه در خوشه بود. با توجه به این که شکل‌گیری عملکرد دانه تحت تاثیر صفات مورفولوژیکی و فنولوژیکی قرار می‌گیرد در این قسمت این صفات مورد بررسی قرار می‌گیرد.

الف- صفات مورفولوژیکی

تعداد برگ ساقه اصلی در مجموع تحت تأثیر تنش خشکی قرار نگرفت (جداول ۳ و ۴)، اما در بررسی گونه‌های مختلف ارزن در شرایط کم آبیاری و آبیاری مطلوب مشخص شد که تنش توانست تعداد برگ ارزن معمولی را به طور معنی داری کاهش دهد، ولی تأثیری بر تعداد برگ ارزن مرواریدی و ارزن دم روباهی نداشت (جدول ۶). تعداد برگ ساقه اصلی در ارزن معمولی، مرواریدی و دم‌روباهی به ترتیب حدود ۱۰، ۱۲ و ۱۵ بود. عدم تغییر تعداد برگ ارزن مرواریدی و ارزن دم روباهی بر اثر تنش خشکی می‌تواند دلیلی بر تحمل نسبی این دو گونه ارزن به تنش خشکی باشد. همچنین زیاد بودن تعداد برگ ارزن مرواریدی و ارزن دم روباهی دلیلی بر تولید بیومـــاس بیشتر در این دو گونه ارزن است.

تعداد پنجه و خوشه در بوته بر اثر کم آبیاری کاهش یافت (جدول۴). گزارش‌های محققین مختلف نیز حاکی از کاهش تعداد پنجه بر اثر تنش خشکی است (۱۳و۱۵). کاهش تعداد پنجه در بوته نوعی سازگاری با تنش خشکی بود که در قسمت عمده طول دوره رشد گیاه اعمال شد. این کاهش در جهت کاهش سطح تعرق کننده صورت گرفته است. کاهش تعداد خوشه نیز در جهت تنظیم تعداد مقصدهای فیزیولوژیکی با میزان تولید مواد پرورده انجام شده است. تعداد پنجه و خوشه ارزن مرواریدی و ارزن دم روباهی با یکدیگر اختلاف معنی داری نداشت، اما کمتر از ارزن معمولی بود (جدول۵). با توجه به میزان اختلاف تعداد پنجه در بوته با تعداد خوشه در بوته، درصد باروری پنجه‌ها در ارزن معمولی کمتر است. در این ارزن از بیش از ۵ پنجه در هر بوته تنها حدود ۲ پنجه بارور شده و به خوشه تبدیل شده است. این در حالی است که در ارزن مرواریدی و ارزن دم روباهی تنها حدود یک پنجه در هر بوته

1. Pearl millet
2. Foxtail millet

Archive of SID

www.SID.ir

بارور نشده است. کم بودن درصد باروری پنجه‌ها در ارزن معمولی را می‌توان به عنوان عاملی دانست که سبب می‌شود پتانسیل عملکرد دانه این ارزن کم باشد، زیرا بخشی از مواد پرورده صرف تولید پنجه‌هایی شده است که هرگز دانه تولید نخواهند کرد.
خشکی طول خوشه را به طور معنی داری کاهش داد (جدول۴). این کاهش بر اثر کاهش تعداد گلچه‌ها ایجاد شده است و به تبع آن تعداد دانه و عملکرد آن نیز کاهش یافته است.
در بین سه گونه ارزن، ارزن مرواریدی کمترین طول خوشه را داشت و طول خوشه دو گونه دیگر ارزن تفاوت معنی داری نداشت (جدول۵). عملکرد این دو گونه ارزن نیز بیشتر از ارزن مرواریدی بود.
در بررسی طول خوشهٔ گونه‌های ارزن در شرایط آبیاری مطلوب و کم آبیاری اگرچه ارزن مرواریدی کمترین طول خوشه را داشت، اما این صفت در آن به طور معنی داری تحت تأثیر کم آبیاری قرار نگرفت (جدول۶). این موضوع تا حدی نشان‌دهنده سازگاری نسبی این گونه ارزن به تنش خشکی است.
تیمار کم آبیاری به طور معنی‌داری سبب کاهش طول دمگل آذین شد (جدول۴). اگر چه کم آبیاری در هر سه گونه طول دمگل‌آذین را کاهش داد، اما میزان کاهش در ارزن مرواریدی کمتر از دو گونه دیگر ارزن بود و فقط در ارزن دم روباهی معنی دار شد (جدول۶). طول دمگل آذین در گونه‌های مختلف ارزن متفاوت بود (جدول۵) و برای ارزن معمولی، مرواریدی و دم روباهی به ترتیب ۱۰/۴، ۲۰/۵ و ۱۷/۵ سانتیمتر بود.
تنش خشکی ارتفاع بوته را به طور معنی داری کاهش داد (جدول۴). کنوور و ساوونیک[1] (۱۹۸۹) و ماداکادز[2] (۱۹۹۹) نیز گزارش کردند ارتفاع سایه‌انداز بر اثر تنش خشکی کاهش یافت (۹ و ۱۴). با توجه به این که تعداد برگ تحت تأثیر تنش قرار نگرفته است، بنابراین کاهش ارتفاع از طریق کاهش طول میانگره‌ها، طول خوشه و طول دمگل آذین ایجاد شده است. گونه‌های مختلف ارزن نیز از نظر ارتفاع بوته با یکدیگر متفاوت بودند (جدول۵). ارتفاع بوته ارزن معمولی، مرواریدی و دم روباهی به ترتیب حدود ۷۱، ۹۱ و ۹۷ سانتیمتر بود.
در یک بررسی کلی می‌توان دریافت از بین صفات مورفولوژیکی تنها سه صفت تعداد برگ در ساقه اصلی، طول خوشه و ارتفاع بوته همبستگی مثبت و معنی داری با عملکرد داشتند (جدول۱۱). این همبستگی از آن‌جا ناشی می‌شود که ارزن دم روباهی که در تمام تیمارها پرمحصول‌تر بود دارای بیشترین تعداد برگ در ساقه اصلی، بیشترین طول خوشه و بیشترین ارتفاع بود.

ب- صفات فنولوژیکی

با توجه به این‌که زمان شروع اعمال تیمار تنش خشکی پس از استقرار گیاهچه بود، لذا زمان سبز شدن تحت تأثیر کم آبیاری قرار نگرفت (جداول ۷ و ۸). در بین سه گونه ارزن، ارزن دم روباهی دیرتر سبز شد (جدول۹).
شروع پنجه زنی اگرچه با اعمال تیمار کم آبیاری به تأخیر افتاد، اما در مجموع میزان تأخیر در پنجه‌زنی معنی‌دار نبود (جدول۸). درجه روز لازم برای شروع پنجه زنی در ارزن معمولی، مرواریدی و دم روباهی به ترتیب ۲۸۷، ۵۲۷ و ۴۸۱ بود (جدول۹). بدین ترتیب می‌توان پنجه زنی زودتر و افزایش طول دوره پنجه زنی را به عنوان عاملی دانست که سبب تولید پنجه بیشتر در ارزن معمولی شده است.
تنش خشکی سبب به تأخیر انداختن ساقه رفتن شد، به طوری‌که در شرایط آبیاری مطلوب ۷۱۵ و در شرایط کم آبیاری ۸۱۰ درجه روز برای شروع ساقه رفتن لازم بود (جدول۸). در بین سه گونه ارزن، ساقه رفتن ارزن دم روباهی زودتر از دو گونه دیگر آغاز شد و ساقه رفتن ارزن معمولی و ارزن مرواریدی تقریباً همزمان بود (جدول۹). ارزن معمولی تنها ارزنی بود که میزان به تأخیر افتادن مرحله ساقه رفتن آن بر اثر کم آبیاری معنی دار نبود (جدول۱۰). تنش خشکی در مجموع ظهور خوشه را به تاخیر انداخت (جدول۸). البته میزان تاخیر در ارزن دم روباهی معنی دار نبود (جدول۱۰). در بین سه گونه ارزن، ظهور خوشه به ترتیب ابتدا در ارزن معمولی، سپس در ارزن مرواریدی و در نهایت در ارزن دم روباهی رخ داد (جدول۹).

1. Conover & Sovonick
2. Madakadze

Archive of SID

www.SID.ir

تنش سبب تسریع در رسیدگی ارزن شد (جدول۸). این امر به دلیل کاهش تولید مواد پرورده بود که بر اثر خشکی ایجاد شد. البته تسریع رسیدگی در ارزن معمولی بر اثر تنش کم آبی معنی دار نبود (جدول۱۰). ارزن دم روباهی در مقایسه با ارزن معمولی و ارزن مرواریدی به ترتیب حدود ۲۹۶ و ۱۷۰ درجه روز زودتر رسید (جدول۹).

مقایسه وضعیت همبستگی زمان وقوع مراحل فنولوژی عمده یعنی ساقه رفتن، ظهور خوشه و رسیدن با عملکرد (جدول۱۱) نشان دهنده ارتباط عمیقی بین این صفات است که در این جا مورد بحث قرار می‌گیرد. در تیمار آبیاری مطلوب و کم آبیاری فاصله زمانی بین شروع ساقه رفتن تا رسیدن به ترتیب ۱۱۰۹/۳ و ۹۶۹/۳ درجه روز است که ۱۴۰ درجه روز تفاوت دارد (جدول۸). در واقع تنش خشکی از طریق تسریع در پیری سایه انداز و توقف تولید مواد پرورده سبب کاهش طول دوره پرشدن دانه شده است. از سوی دیگر با توجه به این‌که زمان شروع ساقه رفتن در تیمار کم آبیاری به تعویق افتاده است (جدول۸) فرصت کمتری برای تشکیل مقاصد فیزیولوژیکی یعنی دانه وجود داشته است. در بررسی و مقایسه زمان وقوع مراحل فنولوژیکی سه گونه ارزن، یکی از دلایل اصلی پرمحصول بودن ارزن دم روباهی مشخص می‌شود. همان‌گونه که در جدول ۹ مشاهده می‌شود ساقه رفتن ارزن دم روباهی زودتر از دو گونه دیگر انجام شده است و ظهور خوشه و رسیدن آن دیرتر حادث گردیده است. با توجه به این‌که فاصله زمانی بین شروع ساقه رفتن و ظهور خوشه در ارزن معمولی، مرواریدی و دم روباهی به ترتیب ۳۸۹/۵، ۴۸۸/۵ و ۶۲۲/۹ درجه روز است (جدول۹)، در ارزن دم روباهی فرصت بیشتری برای تشکیل گلچه‌ها وجود داشته است. در این آزمایش عامل اصلی پرمحصول بودن ارزن دم روباهی زیاد بودن تعداد دانه در خوشه است . البته پتانسیل‌های ژنتیکی هر گونه را نیز نباید نادیده گرفت. نکته‌ای که لازم است یادآور شد این است که گونه‌های ارزن معمولی و دم روباهی انتخاب شده در این آزمایش اصلاح شده‌اند و گونه ارزن مرواریدی گونهٔ بومی منطقه بوده و هیچ‌گونه کار اصلاحی روی آن انجام نشده است. با وجود این درصد کاهش عملکرد دانه ارزن مرواریدی در مقایسه با ارزن معمولی بر اثر تنش خشکی کمتر است (نتایج در مقالهٔ دیگری بیان شده است). جاشی[1] (۱۹۸۸) نیز در بررسی عملکرد سه ژنوتیپ ارزن در شرایط خشکی مشاهده کرد که ارزن مرواریدی در شرایط خشکی متوسط و شدید نسبت به ارزن معمولی و ارزن دم روباهی رشد و عملکرد بهتری دارد. وی این تحمل را به سیستم ریشه‌ای توسعه یافته نسبت داد (۱۲). بنابراین در صورت انجام کارهای اصلاحی روی این ارزن بومی منطقه انتظار می‌رود بهبود خوبی در عملکرد آن ایجاد شود.

جدول۱- نتایج تجزیه خاک محل آزمایش

pH	EC (ms/cm)	SAR	ماده آلی (٪)	آهک (٪)	بافت خاک (لومی شنی)		
					رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)
۸/۴۱	۵/۱۴	۶/۱۷	۰/۲۲	۱۷/۷۵	۲۰	۲۲	۵۸

ازت کل (٪)	کلسیم (meq/lit)	منیزیم (meq/lit)	سدیم (meq/lit)	پتاسیم قابل جذب (ppm)	فسفر قابل جذب (ppm)	آهن قابل جذب(ppm)	منگنزقابل جذب (ppm)	مس قابل جذب(ppm)	روی قابل جذب(ppm)
۰/۰۱۹	۱۴/۴	۲۰/۴	۲۵/۶	۲۶۸	۱/۷۶	۱/۴۸	۵/۰۰	۰/۶۰	۰/۳۸

جدول۲- مقادیر آب مصرف شده در تیمارهای مختلف بر حسب میلیمتر

آبیاری مطلوب			کم‌آبیاری		
ارزن معمولی	ارزن مرواریدی	ارزن دم‌روباهی	ارزن معمولی	ارزن مرواریدی	ارزن دم‌روباهی
۸۲۴/۵	۹۰۸/۶	۹۱۹/۸	۴۱۲/۳	۴۵۴/۳	۴۵۹/۹

1. Jushi

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- منابع تغییر، درجه آزادی و واریانس مربوط به ویژگی‌های مورفولوژیکی ارزن

منابع تغییر	درجه آزادی	واریانس					
		تعداد برگ در ساقه اصلی	تعداد پنجه در بوته	تعداد خوشه در بوته	طول خوشه	طول دمگل‌آذین	ارتفاع بوته
تکرار	۳	۰/۱۰۸*	۰/۶۵۱ ns	۰/۲۵۵ ns	۶/۳۴ ns	۳۳/۶۴*	۴۱۶/۲*
آبیاری	۱	۰/۱۳۴ ns	۹/۳۸*	۴/۳۴**	۸۴/۳۸*	۴۷/۵۷*	۲۵۶۲/۶۷**
خطای اول	۳	۰/۰۱۵	۰/۶۳۳	۰/۱۰۸	۴/۰۷۷	۲/۰۵۴	۲۱/۶۰
گونه	۲	۵۶/۴۸**	۳۷/۰۱**	۴/۲۵**	۱۶۴/۰**	۲۱۴/۶۳**	۱۴۶۹/۲۱**
آبیاری×گونه	۲	۰/۰۲ ns	۰/۹۸**	۰/۴۷**	۱/۵۵ ns	۲/۷۳ ns	۱۷/۱۳ ns
خطای دوم	۱۲	۰/۰۳	۰/۰۷۳	۰/۰۴۵	۲/۵۴۷	۷/۱۸۳	۳۲/۰۹۶

ns ، * و** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اثر عامل و معنی‌داربودن در سطح ۵٪ و ۱٪ است.

جدول۴- اثر سطوح آبیاری بر برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی ارزن

سطوح آبیاری	تعداد برگ در ساقه اصلی	تعداد پنجه در بوته	تعداد خوشه در بوته	طول خوشه (cm)	طول دمگل‌آذین (cm)	ارتفاع بوته (cm)
آبیاری مطلوب	۱۲/۴A	۳/۷A	۲/۶A	۲۵/۰A	۱۷/۶A	۹۶/۵A
کم آبیاری	۱۲/۳A	۲/۴B	۱/۸B	۲۱/۲B	۱۴/۷B	۷۵/۸B

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی دار نمی‌باشند.

جدول۵- مقایسه برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی سه گونه ارزن

گونه ارزن	تعداد برگ در ساقه اصلی	تعداد پنجه در بوته	تعداد خوشه در بوته	طول خوشه (cm)	طول دمگل‌آذین (cm)	ارتفاع بوته (cm)
ارزن معمولی	۹/۸C	۵/۵A	۳/۰۵A	۲۵/۴A	۱۰/۴C	۷۰/۹C
ارزن مرواریدی	۱۲/۱B	۱/۸B	۱/۸B	۱۷/۹B	۲۰/۵A	۹۰/۷B
ارزن دم‌روباهی	۱۵/۱A	۱/۸B	۱/۸B	۲۶/۰A	۱۷/۵B	۹۶/۹A

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی دار نمی‌باشند.

جدول۶ - مقایسه برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی سه گونه ارزن در شرایط کم آبیاری و آبیاری مطلوب

سطوح آبیاری	گونه ارزن	تعداد برگ در ساقه اصلی	تعدا پنجه در بوته	تعداد خوشه در بوته	طول خوشه (cm)	طول دمگل‌آذین (cm)	ارتفاع بوته (cm)
آبیاری مطلوب	ارزن معمولی	۱۰/۰C	۶/۵A	۳/۸A	۲۷/۶A	۱۲/۰C	۸۰/۰C
	ارزن مرواریدی	۱۲/۱B	۲/۱CD	۲/۱B	۱۹/۳C	۲۱/۳A	۱۰۰/۶B
	ارزن دم‌روباهی	۱۵/۲A	۲/۵C	۲/۱B	۲۸/۱A	۱۹/۴A	۱۰۸/۸A
کم‌آبیاری	ارزن معمولی	۹/۷D	۴/۶B	۲/۴B	۲۳/۲B	۸/۹C	۶۱/۸D
	ارزن مرواریدی	۱۲/۱B	۱/۵CD	۱/۶C	۱۶/۵C	۱۹/۸A	۸۰/۷C
	ارزن دم‌روباهی	۱۵/۱A	۱/۲D	۱/۵C	۲۴/۰B	۱۵/۶B	۸۴/۹C

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی دار نمی‌باشند.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۷- منابع تغییر، درجه آزادی و واریانس مربوط به ویژگی‌های فنولوژیکی ارزن

منابع تغییر	درجه آزادی	واریانس				
		سبز شدن	شروع پنجه‌زنی	ساقه رفتن	ظهور خوشه	رسیدن
تکرار	۳	۳۵/۸۶ ns	۴۳۰/۳۸ ns	۶۳۵۸/۵۹ ns	۷۷۲۴/۰۲ ns	۱۵۵۲/۶۸ ns
آبیاری	۱	۴/۵۱ ns	۳۸۳۲/۹۵ ns	۵۳۵۷۲/۰۴**	۹۴۲۲۵/۶۲*	۱۲۴۱۲/۴۲**
خطای اول	۳	۳۹/۷۱	۵۶۷/۳۴	۱۳۰۷/۹۴	۴۰۳۹/۷۲	۲۲۲/۸۲
گونه	۲	۶۰۳/۹*	۱۲۹۹۲۶/۰۵**	۱۵۰۶۸/۷۵**	۴۵۰۶۴/۵۷**	۱۷۶۲۴۵/۲۹**
آبیاری×گونه	۲	۴۴/۱۱ ns	۹۵۹/۷۳ ns	۳۳۶۶/۵۷ ns	۸۲۷۹/۲۱*	۸۰۲/۱۷ ns
خطای دوم	۱۲	۱۴۰/۱۴	۲۵۹۹/۲۵	۱۶۷۴/۱۲	۲۰۹۶/۸۷	۶۲۷/۴۵

ns ، * و** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌دار نبودن اثر عامل و معنی‌داربودن در سطح ۵٪ و ۱٪ است.

جدول۸- اثر سطوح آبیاری بر برخی ویژگی‌های فنولوژیکی ارزن

سطوح آبیاری	سبزشدن (GDDپس از کاشت)	پنجه‌زنی (GDD پس از کاشت)	ساقه رفتن (GDD پس از کاشت)	ظهور خوشه (GDD پس از کاشت)	رسیدن (GDD پس از کاشت)
آبیاری مطلوب	۹۱/۴A	۴۱۹/۱A	۷۱۵/۲B	۱۲۰۰/۱B	۱۸۲۴/۵A
کم آبیاری	۹۲/۲A	۴۴۳/۰A	۸۰۹/۷A	۱۳۲۵/۴A	۱۷۷۹/۰B

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

جدول۹- مقایسه برخی ویژگی‌های فنولوژیکی سه گونه ارزن

گونه ارزن	سبزشدن (GDDپس از کاشت)	پنجه‌زنی (GDD پس از کاشت)	ساقه رفتن (GDD پس از کاشت)	ظهور خوشه (GDD پس از کاشت)	رسیدن (GDD پس از کاشت)
ارزن معمولی	۹۱/۹ AB	۲۸۷/۰ B	۷۹۷/۰ A	۱۱۸۶/۵ C	۱۶۶۱/۲ C
ارزن مرواریدی	۸۳/۰ B	۵۲۷/۲ A	۷۷۶/۶ A	۱۲۶۵/۱ B	۱۷۸۷/۱ B
ارزن دم‌روباهی	۱۰۰/۴ A	۴۸۰/۹ A	۷۱۳/۷ B	۱۳۳۶/۶ A	۱۹۵۷/۰ A

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی دار نمی‌باشند.

جدول۱۰ - مقایسه برخی ویژگی‌های فنولوژیکی سه گونه ارزن در شرایط کم آبیاری و آبیاری مطلوب

سطوح آبیاری	گونه ارزن	سبزشدن (GDDپس از کاشت)	پنجه‌زنی (GDD پس از کاشت)	ساقه رفتن (GDD پس از کاشت)	ظهور خوشه (GDD پس از کاشت)	رسیدن (GDD پس از کاشت)
آبیاری مطلوب	ارزن معمولی	۹۴/۲ABC	۲۸۷/۰C	۷۷۲/۸BC	۱۱۱۷/۶D	۱۶۷۴/۱E
	ارزن مرواریدی	۸۰/۸C	۵۰۷/۸AB	۷۱۳/۱CD	۱۱۷۳/۹CD	۱۸۱۹/۹C
	ارزن دم‌روباهی	۹۹/۱AB	۴۶۲/۴B	۶۵۹/۸D	۱۳۰۸/۷AB	۱۹۷۹/۶A
کم‌آبیاری	ارزن معمولی	۸۹/۷ABC	۲۸۷/۰C	۸۲۱/۲AB	۱۲۵۵/۴BC	۱۶۴۸/۴E
	ارزن مرواریدی	۸۵/۳BC	۵۴۶/۶A	۸۴۰/۲A	۱۳۵۶/۴A	۱۷۵۴/۳D
	ارزن دم‌روباهی	۱۰۱/۷A	۴۹۹/۵AB	۷۶۷/۷BC	۱۳۶۴/۴A	۱۹۳۴/۴B

میانگین‌های دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ دارای تفاوت معنی دار نمی‌باشند.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱۱- ضرایب همبستگی ویژگی‌های فنولوژیکی و مورفولوژیکی در رابطه با عملکرد دانه

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲
۱- عملکرد دانه	۱											
۲- سبز شدن	۰/۴۰۷*	۱										
۳- پنجه‌زنی	-۰/۰۵۱	-۰/۰۶۲	۱									
۴- ساقه رفتن	-۰/۶۲۹**	-۰/۱۶۵	-۰/۱۰۵	۱								
۵- ظهور خوشه	-۰/۰۴۲	۰/۲۳۰	۰/۱۸۸	۰/۲۹۴	۱							
۶- رسیدن	۰/۶۴۳**	۰/۲۱۴	۰/۵۰۵*	-۰/۵۴۸**	۰/۴۴۲*	۱						
۷- تعداد برگ	۰/۵۸۹**	۰/۳۳۳	۰/۵۹۶**	-۰/۴۳۶*	۰/۵۶۳**	۰/۹۴۴**	۱					
۸- تعداد پنجه	۰/۰۱۴	۰/۰۶۸	-۰/۷۸۰**	-۰/۰۴۷	-۰/۷۴۰**	-۰/۵۸۸**	-۰/۶۶۵**	۱				
۹- تعداد خوشه	۰/۰۵۵	۰/۱۴۸	-۰/۶۷۱**	-۰/۱۱۴	-۰/۷۳۳**	-۰/۵۲۵**	-۰/۵۶۹**	۰/۹۱۷**	۱			
۱۰- طول خوشه	۰/۷۲۷**	۰/۴۴۴*	-۰/۵۵۴**	-۰/۴۲۹*	-۰/۳۶۷	۰/۱۵۳	۰/۰۸۴	۰/۵۰۲*	۰/۴۵۲*	۱		
۱۱- طول دمگل آذین	۰/۱۳۶	-۰/۲۰۰	۰/۶۲۷**	-۰/۶۳۰**	۰/۰۸۵	۰/۵۷۸**	۰/۵۲۸**	-۰/۴۶۷*	-۰/۳۲۲	-۰/۲۴۱	۱	
۱۲- ارتفاع بوته	۰/۵۳۵**	-۰/۰۳۱	۰/۳۰۷	-۰/۸۴۴**	-۰/۱۳۷	۰/۶۸۴**	۰/۵۷۸**	-۰/۱۶۶	-۰/۰۳۶	۰/۲۲۵	۰/۸۳۵**	۱

* نشان‌دهنده معنی‌دار بودن ضرایب همبستگی به ترتیب در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ است.

منابع و مآخذ:

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

۲- کاظمی اربط، ح.۱۳۷۴. زراعت خصوصی، جلد اول: غلات. مرکز نشر دانشگاهی. ۲۵۳ صفحه.

۳- ولدآبادی، سید علیرضا. ۱۳۷۸. بررسی اثرات اکوفیزیولوژیک تنش خشکی در ذرت، سورگوم و ارزن. رساله دکتری رشته زراعت دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات.

4- Bidinger, F. R., V. Mahalakshmi, and G. D. P. Rao. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet (Pennisetum americanum (L.) Leeke). I. Factors affecting yields under stress. Aust. J. Agric. Res. 38: 37-48.

5- Bidinger, F. R., V. Mahalakshmi, and G. D. P. Rao. 1987. Assessment of drought resistance in pearl millet (Pennisetum americanum (L.) Leeke). II.Estimation of genotype response to stress. Aust. J. Agric. Res. 38: 49-59.

6- 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.). CIMMYT. Workshop on Molecular Approaches for the genetic Improvement of cereals for stable production in water- limited Environments.

7- Bidinger, F. R., and D.S. Raju. 2000. Mechanisms of adjustment by different pearl millet plant types to varing plant population. J. Agric. Sci. Camb. 134: 181-189.

8- Boyer, J, S. 1996. Advances in drought tolerance in plants. Adv. Agron. 56: 187-217.

9- Conover, D. G., and S. A. Soonick. 1989. Influence of water deficits on the water relations and growth of Echinochloa turneriana, Echinochloa crus-gali, and Pennisetum americanum. Aust. J. Plant Physiol. 16(3): 221-228.

10- Dow, E. W., T. B. Daynard, J. F. Muldoon, D. J. Major, and G. W. Thutell. 1984. Resistance to drought and density stress in Canadian and European maize (Zea mays L.) hybrids. Can. J. Plant Sci. 64: 575-585.

11- Gangadhar Rao, D., R.Khanna-Chopra and S. K. Sinha. 1999. Comparative performance of sorghum hybrids and their parents under extreme water stress. J. of Agric. Sci. 133: 53- 59.

Archive of SID

www.SID.ir

12- Jushi, N. L. 1988. Millet yield under natural drought conditions on arid loamy and soil: Cultivar differences. Arid Soil Research and Rehabilitation. 2(3): 203- 216.
13- Ludlow, M. M., and R. C. Muchow. 1990. A critical evaluations of traits for improving crop yields in water- limited environments. Adv. in Agron. 43: 107-153.
14- Madakadze, I. C. 1999. Switchgrass biomass and chemical composition for biofuel in eastern canada. Agron. J. 97: 696-701.
15- Mahalakshmi, V. and F. R. Bidinger. 198. Flowering response of pearl millet to water stress during panicle development. Annals of applied biology. 106: 571-578.
16- Nouri Maman L. 1999. Hybrid and nitrogen influence on pearl millet production in Nebraska: Yield, growth and nitrogen uptake, and nitrogen use efficiency. Agron. J. 91: 737-743.
17- Ong, C. K. 1983. Response to temperature in a stand of pearl millet. J. Exp. Bot. 34: 337-348.
18- 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.
19- Saeed, I. A. M., and A. H. El-Nadi. 1998. Forage sorghum yield and water use efficiency under variable irrigation. Irrig. Sci. 18: 67- 71.
20- Steiner, R. A. and Walter, M. F. 1993. The effect of allocation schedules on the performance of irrigation systems with different levels of spatial diversity and temporal variability. Agric. Water Manage. 23: 213-224.
21- van Oosterom, E. J., P. S. Carberry, and G. J. Oleary. 2001. Simulating growth, development, and yield of tillering pearl millet. I.Leaf area profiles on main shoots and tillers. Field Crops Res. 72: 51-66.
22- 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.). CIMMYT. Workshop on Molecular Approaches for the genetic improvement of cereals for stable production in water- limited Environments.
23- 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.

Archive of SID

www.SID.ir

JOURNAL OF
AGRICULTURAL
SCIENCES
Islamic Azad University

Phenological and morphological response of three millets species to deficit irrigation

M.J. Seghatoleslami
Former Ph.D Student of Science and Research Campus, Islamic Azad University, Tehran, Iran
E. Majidi
Professor of Science and Research Campus, Islamic Azad University, Tehran, Iran
M. Kafi
Associate Professor of Ferdowsi University, Mashhad, Iran
Gh. Noor Mohammadi
Professor of Science and Research Campus, Islamic Azad University, Tehran, Iran
F. Darvish
Professor of Science and Research Campus, Islamic Azad University, Tehran, Iran
S. Gh. Mousavi
Ph.D Student of Science and Research Campus, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Archive of SID

Abstract

Yield variations in the stressful environments are influenced by differences in drought escape and yield virtual potential, Breeders have attempted to use some morphological and phenological traits to select appropriate varieties. In order to compare morphological and phenological characteristics of three important millet species including proso millet (*Panicum miliaseum*), foxtail millet (*Setaria italica*) and pearl millet (*Pennisetum americanum*) in water stress conditions, an experiment was conducted using a split-plot design with two irrigation treatments and four replications in Birjand Agricultural Research Station. Starting of tillering was earlier in proso millet than the other millets. Although, starting of stem elongation was earlier in foxtail millet than the other millets, but that's ear was emerged very late. Water stress caused reduction in the number of tiller and ear, peduncle and ear length and plant height.

Keywords: deficit irrigation, proso millet, pearl millet, foxtail millet, morphological traits, phenological traits

www.SID.ir