Archive of SID

نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی
جلد بیست و هفتم، شماره اول، ۱۳۹۹
۱۷۹-۱۹۶
http://jopp.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jopp.2020.16095.2452

مطالعه کشت مخلوط ردیفی ژنوتیپ‌های گندم دوروم (*Triticum durum*) در شرایط تنش کم‌آبی

مریم میردورقی[۱]، *علی بهپوری[۲]، محمدصادق تقی‌زاده[۲]، احسان بیژن‌زاده[۳] و منوچهر دستفال[۴]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران،
[۲]استادیار اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران،
[۳]دانشیار اگرواکولوژی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، داراب، ایران،
[۴]عضو هیأت علمی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس، داراب، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۰/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۲

چکیده

سابقه و هدف: یکی از روش‌های ممکن افزایش غذا به روش پایدار با حفظ سطح زیر کشت استفاده از سامانه کشت مخلوط است. کشت مخلوط به‌عنوان یکی از روش‌ها و نمونه‌ای از نظام‌های پایدار در کشاورزی اهدافی مانند ایجاد تعادل بوم‌شناختی، بهره‌برداری بیش‌تر از منابع، افزایش کمی و کیفی عملکرد، کاهش خسارت آفات بیماری‌ها و علف‌های هرز را دنبال می‌کند. کاهش وابستگی کشاورزان به آفت‌کش‌ها به شرط حفظ کیفیت محصول و بازارپسندی آن یکی از اهداف کشت مخلوط در کشاورزی پایدار است. به‌طورکلی هدف از اجرای این آزمایش ارزیابی اثر تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌ها بر عملکرد و اجزاء عملکرد دانه تحت شرایط تنش کم‌آبی بعد از گلدهی در کشت مخلوط گندم دوروم می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز انجام شد. عامل‌ها شامل: رژیم رطوبتی بعد از گلدهی در دو سطح (آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی) و روش کاشت شامل کشت خالص ژنوتیپ‌های گندم دوروم (کشت خالص لاین DW-۹۲-٤، کشت خالص شبرنگ، کشت خالص لاین DW-۹٤-١٤، کشت خالص بهرنگ) و کشت مخلوط آن‌ها (کشت مخلوط لاین DW-۹۲-٤ + شبرنگ، کشت مخلوط لاین DW-۹۲-٤ + DW-۹٤-١٤ ، کشت مخلوط DW-۹۲-٤ + بهرنگ، کشت مخلوط شبرنگ + DW-۹٤-١٤، کشت مخلوط شبرنگ + بهرنگ، کشت مخلوط DW-۹٤-١٤ + بهرنگ، کشت مخلوط DW-۹۲-٤ + شبرنگ + DW-۹٤-١٤ + بهرنگ) بود.

یافته‌ها: بر طبق نتایج این آزمایش بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار کشت مخلوط دو ژنوتیپ بهرنگ+ DW-۹٤-١٤ با میانگین ۸۸۱۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با مخلوط چهار ژنوتیپ در شرایط آبیاری مطلوب نداشت. کم‌ترین عملکرد دانه در تیمار کشت‌های مخلوط بهرنگ + DW-۹۲-٤ با مقدار ۲۲۳۳ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش کم‌آبی مشاهده شد. هم‌چنین مقایسه گروهی کشت‌های خالص و کشت مخلوط دوتایی و چهارتایی این ژنوتیپ‌ها نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار کشت مخلوط چهارتایی تحت شرایط آبیاری مطلوب با میانگین ۸۷۹۹ کیلوگرم در

* مسئول مکاتبه: behpoori@shirazu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

هکتار به‌دست آمد. تجزیه ضرایب همبستگی در این آزمایش نشان داد که در شرایط تنش کم‌آبی حداکثر همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و زیست‌توده ($r=۰/۷۶^{**}$) مشاهده گردید. هم‌چنین در شرایط آبیاری مطلوب بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه با زیست‌توده ($r=۰/۹۰^{**}$) وجود داشت.

نتیجه‌گیری: استفاده از کشت مخلوط ژنوتیپ‌های مختلف گندم دوروم، عملکرد و اجزای عملکرد را نیز تحت‌تأثیر قرار داد. کشت مخلوط ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب بیش‌ترین عملکرد را نسبت به شرایط تنش کم‌آبی به خود اختصاص داد. در مجموع به‌نظر می‌رسد کشت‌های مخلوط به‌دلیل داشتن پتانسیل عملکرد دانه بالاتر چه در شرایط آبیاری مطلوب و چه در شرایط محدودیت‌های رطوبتی قابل‌توصیه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: تنش خشکی، تنوع ژنتیکی، مخلوط ارقام

مقدمه

حدود ۱۰ درصد از کل مساحت کشت جهانی گندم به دوروم اختصاص یافته است. در حال حاضر سطح زیر کشت گندم دوروم در ایران با نوساناتی در برخی سال‌ها بین۴۰۰-۲۵۰ هزار هکتار است که ۷۰ درصد آن به‌صورت دیم و بقیه به‌صورت آبی کشت می‌شود (۲٤). ارقام محلی گندم دوروم در مناطق مختلف کشور به‌ویژه شمال‌غرب تا جنوب به‌صورت دیم کشت می‌شوند (۱۰). بنابراین شناخت عوامل تهدیدکننده تولید این گیاه بسیار با اهمیت است. عوامل زنده و غیرزنده متعددی در کاهش عملکرد محصولات سهیم هستند. تنش‌های محیطی از جمله تنش کم‌آبی پایان فصل رشد، از جمله عوامل غیرزنده است که اثر سوء بر عملکرد کمی و کیفی گندم دارد (۱۲). از میان انواع گونه‌های جنس تریتیکیوم، گندم دوروم به مناطق کم‌باران دارای تنش کم‌آبی و تغییرات شرایط آب و هوایی بهتر از ارقام گندم نان سازگاری دارد و البته در شرایط رطوبتی مطلوب هم محصول آن با گندم نان قابل رقابت است (۹).

تنش کم‌آبی از جمله تنش‌های غیرزیستی است که به‌عنوان مهم‌ترین عامل محدودکننده رشد و تولید گیاهان زراعی در ایران شناخته شده است. در مطالعه‌ای که سلیم (۲۰۰۳) روی میزان مقاومت به تنش کم‌آبی چهار رقم گندم دوروم و چهار رقم گندم نان انجام داد گزارش کرد که ارتفاع گیاه، طول پدانکل و عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی کاهش یافته است (۲۱). گزارش سنجری و یزدان‌سپاس (۲۰۰۸) روی ۱۲ رقم گندم زمستانه نشان داد که تنش کم‌آبی موجب کاهش شدید وزن هزاردانه و وزن دانه در هر سنبله شد (۱۹). ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط تنش آب از طریق تغییرات فیزیولوژیکی و ریخت‌شناسی از جمله روزنه‌ها (اندازه، تعداد و باز و بسته شدن آن)، برگ (سطح، شکل، توسعه، جهت‌گیری، پیری و مومی بودن آن)، ریشه (طول، تراکم و وزن خشک آن)، راندمان مصرف آب، محتوای نسبی آب و کارایی تبخیر و تعرق مقاومت می‌کنند (۱۷). به‌طورکلی راهبردها و راه‌حل‌های مقابله با تنش کم‌آبی که تاکنون انجام شده است عمدتاً روی به‌نژادی متمرکز بوده‌اند و تاکنون راه‌حل‌های بوم‌شناختی مانند کشت مخلوط ژنوتیپ‌ها کم‌تر مورد توجه قرار گرفته است. یکی از روش‌های مدیریت پایدار تولید محصولات زراعی که به‌طور بالقوه می‌تواند منجر به بهبود کارایی مصرف منابع شود، کشت مخلوط است.

کشت مخلوط الگوی اقتباس شده از نظام‌های پایدار طبیعی گیاهان از جمله مراتع و جنگل‌های بکر

www.SID.ir

Archive of SID

و دست‌نخورده می‌باشد که نشان می‌دهد طبیعت همواره ترکیب گونه‌ها را به تک‌گونه‌ای بودن ترجیح می‌دهد. با این‌حال، در سامانه‌های مدرن تولید گیاهان زراعی، روش‌های مدیریتی به‌کار رفته توسط کشاورزان برای رسیدن به تولید بالا در حال بهبود است. از رایج‌ترین این روش‌ها افزایش کارایی مصرف منابعی مانند آب، عناصر غذایی، سطح زمین، تشعشع خورشید و دی‌اکسیدکربن جوّ است. گیاهان کشت‌شده به‌صورت مخلوط به‌دلیل داشتن آشیان‌های بومشناختی متفاوت در کم‌ترین زمان قادرند تمام آشیان‌های ممکن را به‌طور کامل اشغال کنند. این موضوع موجب افزایش دریافت نور توسط تاج‌پوشش مخلوط نسبت به تاج‌پوشش خالص می‌گردد. (۱۱). زارع فیض‌آبادی و امام‌وردیان (۲۰۱۱) نیز افزایش عملکرد ژنوتیپ‌های گندم را در نتیجه اجرای کشت مخلوط ژنوتیپ‌های ردیفی آن‌ها در مقایسه با کشت خالص مشاهده کردند (۲۳). افضلی (۱۳۹۳) در بررسی کشت مخلوط ارقام گندم گزارش کرد که میزان عملکرد دانه در کشت مخلوط ارقام بیش‌تر از کشت خالص هر یک از ارقام بود، به‌طوری‌که کم‌ترین عملکرد دانه مربوط به کشت خالص ارقام بود (۲). فرامرزی (۱۳۹۳) با مطالعه کشت مخلوط غلات گزارش کرد که اثر نسبت‌های مختلف کشت مخلوط بر عملکرد دانه تأثیر معنی‌داری داشت به‌طوری‌که عملکرد دانه کشت مخلوط جو- تریتیکاله و گندم- تریتیکاله بیش‌تر از کشت‌های خالص بود (٦). میردورقی (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای که روی کشت مخلوط ژنوتیپ‌های گندم دوروم در گلخانه داشت گزارش کرد هنگامی که ژنوتیپ‌های گندم دوروم در شرایط تنش آب به‌صورت مخلوط در کنار هم رشد می‌کنند نسبت ریشه به اندام‌های هوایی آن‌ها به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از زمانی است که به‌صورت خالص هستند (۱۳).

بررسی پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد اطلاعات کمی در خصوص عکس‌العمل کشت مخلوط ژنوتیپ‌های گیاهان در برابر تنش کم‌آبی وجود دارد از این‌رو، هدف از انجام این مطالعه بررسی عکس‌العمل سیستم‌های کشت دارای تنوع ژنتیکی نسبت به کشت خالص در شرایط تنش کم‌آبی بعد از گلدهی در گندم دوروم بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۷-۱۳۹٦ در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب- دانشگاه شیراز انجام شد. منطقه داراب دارای طول جغرافیایی ٥٤/۱۷ و عرض جغرافیایی ۲۸/٤۷ دقیقه با ارتفاعی حدود ۱۱۸۰ متر از سطح دریا و میانگین دمای سالانه ۲۲/٥ درجه سانتی‌گراد و با متوسط بارندگی ۱۰۰ میلی‌متر در سال می‌باشد. آزمایش به‌صورت اسپلیت پلات در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. عامل‌ها شامل: رژیم رطوبتی بعد از گلدهی در دو سطح (آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی) و روش‌های کاشت شامل کشت خالص ژنوتیپ‌های گندم دوروم (کشت خالص لاین DW-92-٤، کشت خالص شبرنگ، کشت خالص لاین DW-94-١٤، کشت خالص بهرنگ) و کشت مخلوط آن‌ها (کشت مخلوط لاین DW-92-٤ + شبرنگ، کشت مخلوط لاین DW-92-٤ + DW-94-١٤، کشت مخلوط DW-92-٤ + بهرنگ، کشت مخلوط شبرنگ + DW-94-١٤، کشت مخلوط شبرنگ + بهرنگ، کشت مخلوط DW-94-١٤ + بهرنگ، کشت مخلوط DW-92-٤ + شبرنگ + DW-94-١٤ + بهرنگ) بود. بذر ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این آزمایش از مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان داراب تهیه شدند. معیار انتخاب

www.SID.ir

Archive of SID

این ژنوتیپ‌ها تفاوت‌های فیزیکی- ریخت‌شناسی بود (جدول ۱). ابعاد کرت‌های آزمایشی ٦ مترمربع (۳×۲) بود که برداشت پس از حذف ردیف‌های حاشیه و ۰/۵ متر ابتدا و انتهای هر کرت، از سطحی به مساحت ۳ مترمربع (۱/۵×۲) انجام شد. هر کرت شامل ۱۰ ردیف با فاصله ۲۰ سانتی‌متر بود. کاشت به‌صورت دستی در تاریخ ۵ آذر ماه ۱۳۹٦ انجام شد. عمق کاشت ۳ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. کرت‌های کشت مخلوط کشت مخلوط دوتایی با توجه به نوع تیمار، یک در میان کشت شدند و در کرت‌های کشت مخلوط چهارتایی در هر پشته دو ردیف ژنوتیپ متفاوت در کنار هم کشت می‌شدند و در کرت‌های کشت خالص تمامی ردیف‌های موجود در کرت به کشت آن رقم اختصاص داده شد. به‌منظور ایجاد سطوح مختلف رژیم رطوبتی بعد از گلدهی در کرت‌های موردنظر، قطع آبیاری پس از مرحله گل‌دهی در تاریخ ۱۳۹۷/۰۱/۱۰ در کرت‌های تنش رطوبتی اعمال شد و تا پایان فصل رشد آبیاری در کرت‌هایی که تنش رطوبتی اعمال شد، انجام نگرفت. عملیات سمپاشی علیه آفت سن به محض مشاهده آفت در هفته اول اردیبهشت ۱۳۹۷ با استفاده از سم دسیس به‌صورت محلول در آب و با استفاده از یک سم‌پاش پشتی صورت گرفت. با توجه به اطلاعاتی که از نمونه‌برداری خاک محل آزمایش به‌دست آمد عناصر پتاسیم و فسفر به مقدار کافی در خاک وجود داشت صرفاً کود اوره به‌میزان ۳۵۰ کیلوگرم در هکتار به مقدار ۱۵ درصد در زمان کاشت، ٤۰ درصد در زمان پنجه‌دهی، ۳۰ درصد در زمان ساقه‌دهی، ۱۵ درصد در زمان گلدهی و در هر مرحله قبل از آبیاری به کرت‌های آزمایشی افزوده شد. ارتفاع گیاه در زمان رسیدگی فیزیولوژیکی ژنوتیپ‌ها، با اندازه‌گیری ارتفاع ۱۰ بوته که به‌طور تصادفی انتخاب شده بودند، از سطح خاک تا انتهای سنبله به‌دست آمد. به‌منظور تعیین عملکرد دانه و اجزای آن و عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت، برداشت نهایی گیاه زراعی بعد از حذف ردیف‌های حاشیه از سطحی به مساحت ۲ در ۱/۵ مترمربع (ابعاد کرت‌های آزمایشی ٦ (۳×۲) مترمربع) در تاریخ ۳۰ اردیبهشت ۱۳۹۷ به صورت دستی انجام شد. صفاتی مانند تعداد دانه در سنبلچه و تعداد دانه در سنبله با شمارش ۲۰ سنبله که به‌طور تصادفی از ناحیه مرکزی هر کرت برداشت شده بودند تعیین گردید. تعداد سنبله بارور در واحد سطح با شمارش تعداد کل سنبله‌های بارور از ۱ مترمربع در برداشت نهایی اندازه‌گیری شد. ۲۰ بوته به‌طور تصادفی انتخاب و طول سنبله آن‌ها اندازه‌گیری و میانگین طول سنبله هر کرت به‌صورت جداگانه تعیین گردید. برای اندازه‌گیری عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت سطحی به اندازه ۳ مترمربع برداشت کرده و در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ٤۸ ساعت قرار داده و پس از توزین نمونه عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت محاسبه شد. سپس وزن دانه‌های جدا شده برای محاسبه عملکرد دانه مورد استفاده قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/٤ و تجزیه همبستگی صفات با SPSS نسخه ۲۳ انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات ژنوتیپ‌های گندم دوروم مورد استفاده.

Table 1. Characteristics of durum wheat genotypes.

ژنوتیپ‌های گندم دوروم Durum wheat genotypes	خصوصیات Characteristics
DW-۹۲-٤ DW-92-4	روز تا گلدهی = ۱۰۳، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک= ۱٤٥، ارتفاع بوته=۹۹ سانتی متر، وزن هزاردانه=٤۳ گرم، عملکرد=٦۷۳۹ کیلوگرم در هکتار Days to flowering=103, days to physiological maturity =145, Plant height=99 cm, 1000- seed weight =43 g, yield=6739 kg ha^{-1}
شبرنگ Shabrang	روز تا گلدهی = ۱۰٥، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک= ۱٤٦، ارتفاع بوته=۸۳ سانتی متر، وزن هزاردانه=٤٦ گرم، عملکرد=٥٥۲۹ کیلوگرم در هکتار Days to flowering=105, days to physiological maturity =146, Plant height=83 cm, 1000- seed weight =46 g, yield=5529 kg ha^{-1}
DW-۹٤-۱٤ DW-94-14	روز تا گلدهی = ۱۰٤، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک= ۱٤٦، ارتفاع بوته=۸۱ سانتی متر، وزن هزاردانه=٤٤ گرم، عملکرد=٥٥۲۹ کیلوگرم در هکتار Days to flowering=104, days to physiological maturity =146, Plant height=81 cm, 1000- seed weight =44 g, yield=5529 kg ha^{-1}
بهرنگ Behrang	روز تا گلدهی = ۱۰٦، روز تا رسیدگی فیزیولوژیک= ۱٤٦، ارتفاع بوته=۹۳ سانتی متر، وزن هزاردانه=٤۹ گرم، عملکرد=٤۲۰۸ کیلوگرم در هکتار Days to flowering =106 day, days to physiological maturity =146, Plant height=93 cm, 1000- seed weight =94 g, yield=4208 kg ha^{-1}

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

ارتفاع گیاه: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) ارتفاع گیاه تحت‌تأثیر تنش رطوبتی بعد از گلدهی، روش کشت ($P\leq ۰/۰۱$) و اثر متقابل تنش رطوبتی بعد از گلدهی در روش‌های کشت معنی‌دار بود ($P\leq ۰/۰۵$). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که در شرایط آبیاری مطلوب بیش‌ترین ارتفاع گیاه در کشت‌های مخلوط دوتایی با میانگین ۱۰۱/٦ سانتی‌متر و کم‌ترین ارتفاع گیاه در کشت‌های خالص با میانگین ۹٤/۳ سانتی‌متر مشاهده شد (شکل ۱). در شرایط تنش کم‌آبی کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ۹۳/۳ سانتی‌متر بیش‌ترین ارتفاع گیاه و کشت‌های خالص با میانگین ۸۲/۹ سانتی‌متر کم‌ترین ارتفاع گیاه را نشان داد (شکل A۱). در شرایط تنش کم آبی ارتفاع گیاه نسبت به شرایط آبیاری مطلوب در کشت‌های خالص، کشت‌های مخلوط دوتایی و کشت مخلوط چهارتایی به‌ترتیب ۱۳، ۱۵، ٦ درصد کاهش یافت (شکل A۱). همچنین در شرایط تنش کم‌آبی بین کشت‌های خالص، مخلوط دوتایی و چهارتایی به‌ترتیب روند افزایشی در ارتفاع بوته نشان دادند. کشت‌های مخلوط به احتمال زیاد می‌تواند صفت مطلوبی برای دستیابی به نور باشند. فیض‌آبادی و امام‌وردیان (۲۰۱۱) معاونی و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی کشت مخلوط ژنوتیپ‌های گندم گزارش کردند که بیش‌ترین ارتفاع بوته در کشت‌های مخلوط ژنوتیپ‌ها نسبت به کشت‌های خالص به‌دست آمد (١٤ و ۲۳). بررسی وضعیت صفات اندازه‌گیری‌شده در شرایط مزرعه نشان داد که تنش کم‌آبی باعث کاهش ارتفاع گردید (١٤). نتایج مقایسه میانگین ۱۱ تیمار نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع گیاه در تیمار کشت مخلوط دو ژنوتیپ DW-۹۲-٤ + شبرنگ در شرایط آبیاری نرمال با میانگین ۱۰٤/۳ سانتی‌متر و کم‌ترین ارتفاع گیاه در تیمار کشت خالص شبرنگ با میانگین ۸۰/۰ سانتی‌متر در شرایط تنش کم‌آبی بود (جدول ۳). (اعداد داخل پرانتز برستون شکل‌ها نشان‌دهنده درصد کاهش نسبت به شرایط مطلوب است).

وزن سنبله: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) اثر متقابل تنش رطوبتی بعد از گلدهی در روش کشت، روش‌های کشت بر وزن سنبله معنی‌دار ($P\leq ۰/۰۱$) بود. اثر تنش رطوبتی بعد از گلدهی به تنهایی بر وزن سنبله معنی‌دار نبود. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که بیش‌ترین وزن سنبله در کشت‌های مخلوط دوتایی با میانگین ۱/٦ گرم در بوته تحت شرایط آبیاری مطلوب به‌دست آمد. کشت‌های خالص با میانگین ۱/۵ گرم در بوته کم‌ترین وزن سنبله را به خود اختصاص دادند (شکل B۱). در شرایط تنش کم‌آبی کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ۱/٦ گرم در بوته توانست وزن سنبله بیش‌تری را نسبت به کشت‌های مخلوط دوتایی و خالص به‌دست آورد و در این شرایط کشت‌های خالص با میانگین ۱/۳ گرم در بوته کم‌ترین وزن سنبله را نشان داد (شکل B۱). وزن سنبله در کشت مخلوط چهارتایی در شرایط مطلوب نسبت به تنش کم آبی ۵ درصد کاهش یافت. هم‌چنین وزن سنبله در کشت‌های مخلوط دوتایی و خالص در شرایط تنش کم‌آبی به‌ترتیب نسبت به آبیاری مطلوب ٦ و ۱۰ درصد کاهش نشان داد (شکل B۱). نتایج مقایسه میانگین ۱۱ تیمار نشان داد که بیش‌ترین وزن سنبله در تیمار کشت مخلوط دو ژنوتیپ DW-۹٤-١٤ + شبرنگ با میانگین ۲/۱ گرم در بوته تحت شرایط تنش کم آبی و کم‌ترین وزن سنبله در تیمارکشت خالص شبرنگ با میانگین ۱/۱ گرم در بوته تحت شرایط تنش کم‌آبی بود.

تعداد دانه در سنبلچه: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) تعداد دانه در سنبلچه تحت‌تأثیر روش‌های کشت و اثر متقابل تنش رطوبتی بعد از

www.SID.ir

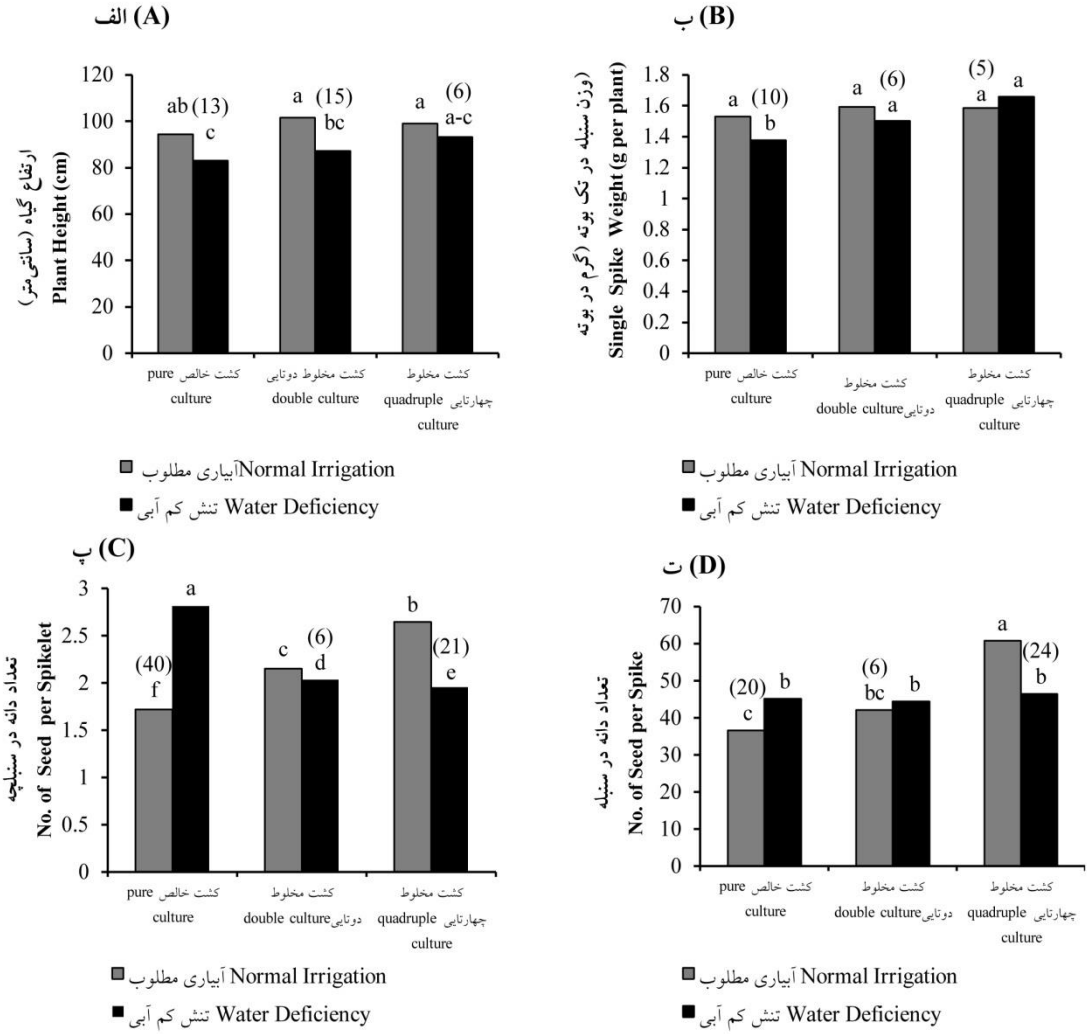
Archive of SID

گلدهی × روش‌های کشت معنی‌دار بود (P≤۰/۰۱). تعداد دانه در سنبلچه تحت اثر تنش رطوبتی بعد از گلدهی معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ۲/٦ دانه نسبت به کشت‌های مخلوط دوتایی و کشت‌های خالص دارای تعداد دانه در سنبلچه بیش‌تری است. کشت‌های خالص با میانگین ۱/۷ کم‌ترین تعداد دانه در سنبلچه را در شرایط آبیاری مطلوب دارا بود (شکل C۱) در شرایط تنش کم‌آبی بیش‌ترین تعداد دانه در سنبلچه در کشت‌های خالص با میانگین ۲/۸ دانه مشاهده شد که نسبت به کشت‌های دوتایی و چهارتایی دارای تعداد دانه در سنبلچه بیش‌تری است و کم‌ترین تعداد دانه در سنبلچه در کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ۱/۹ دانه بود (شکل ۳). تعداد دانه در سنبلچه در کشت‌های خالص در شرایط آبیاری مطلوب نسبت به شرایط تنش کم‌آبی ٤۰ درصد کم‌تر بود. ولی تعداد دانه در سنبلچه در کشت مخلوط چهارتایی و کشت‌های مخلوط دوتایی تحت شرایط تنش کم‌آبی نسبت به شرایط آبیاری مطلوب به‌ترتیب ۲۱ و ٦ درصد کاهش یافت (شکل C۱). کاهش تعداد دانه در سنبلچه در کشت‌های مخلوط تحت شرایط تنش کم‌آبی نسبت به شرایط آبیاری مطلوب به احتمال زیاد به‌دلیل رقابت بین ژنوتیپ‌ها برای به‌دست آوردن منابع (آب، مواد غذایی و نورخورشید) در شرایط تنش کم‌آبی می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین ۱۱ تیمار نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در سنبلچه در تیمار کشت خالص DW-۹۲-٤ با میانگین ٤/۲ در شرایط تنش کم‌آبی و کم‌ترین تعداد دانه در سنبلچه در کشت خالص بهرنگ با میانگین ۱/۲ در شرایط آبیاری مطلوب مشاهده شد (جدول ۳).

تعداد دانه در سنبله: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) تعداد دانه در سنبله تحت‌تأثیر روش‌های کشت و اثر متقابل تنش رطوبتی بعد از گلدهی در روش‌های کشت (P≤۰/۰۱) معنی‌دار بود. اثر تنش رطوبتی بر تعداد دانه در سنبله غیرمعنی‌دار بود. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که تعداد دانه در سنبله در کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ٦۰/۷ دانه به‌ترتیب نسبت به کشت‌های مخلوط دوتایی و خالص بیش‌تر بود. کشت‌های خالص با میانگین ۳٦/۵ دانه کم‌ترین تعداد دانه در سنبله را در شرایط آبیاری مطلوب به خود اختصاص داد (شکل D۱). شرایط تنش کم‌آبی نشان داد که کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ٤٦/٤ دانه نسبت به کشت‌های خالص و مخلوط دوتایی از تعداد دانه در سنبله بیش‌تری برخوردار است و کشت‌های مخلوط دوتایی با میانگین ٤۱/٤ دانه کم‌ترین تعداد دانه در سنبله را به خود اختصاص داد (شکل D۱). با توجه به نتایج، کشت مخلوط چهارتایی توانست تعداد دانه در سنبله را در شرایط آبیاری مطلوب نسبت به کشت خالص افزایش دهد ولی در شرایط تنش کم‌آبی کشت‌های مخلوط دوتایی در مقایسه با کشت‌های خالص تعداد دانه در سنبله را کاهش داد که احتمال زیاد به‌علت رقابت بین ژنوتیپ‌ها برای دستیابی به منابع، باعث کاهش تعداد دانه در سنبله شده است. تعداد دانه در سنبله در کشت مخلوط چهارتایی در شرایط تنش کم‌آبی نسبت به آبیاری مطلوب ۲٤ درصد کاهش یافت. هم‌چنین کشت‌های مخلوط دوتایی و خالص در شرایط آبیاری مطلوب نسبت به تنش کم‌آبی به‌ترتیب ٦ و ۲۰ درصد کاهش یافت (شکل D۱). فرامرزی (۲۰۱٤) با مطالعه روی کشت مخلوط غلات گزارش کرد که بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله در کشت مخلوط غلات با نسبت ۱:۱ و کم‌ترین آن نیز در کشت‌های خالص به‌دست آمد (٦).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- تأثیر روش‌های مختلف کاشت (خالص، مخلوط دوتایی و مخلوط چهارتایی) در شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی بر ارتفاع گیاه (الف)، وزن سنبله در بوته (ب)، تعداد دانه در سنبلچه (پ)، تعداد دانه در سنبله (ت) گندم دوروم.

Fig. 1. The effects of different cropping method (pure, double and quadruple culture) in normal irrigation and Water deficiency conditions on durum wheat plant height (A) single spike weight per plant (B) no. of seeds per spikelet (C) no. of seeds per spike (D).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه.

Table 2. Analysis of variance of studied traits.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean Square						
		عملکرد دانه Grain yield	وزن هزاردانه One Thousand Seed Weight	تعداد دانه در سنبلچه No. of Seed per Spikelet	عملکرد زیست‌توده Biological Yield	تعداد سنبله در مترمربع No. of Spike per m^2	تعداد دانه در سنبله No. of Seed per Spike	شاخص برداشت Harvest Index
تکرار Replication	2	59226.2^{ns}	3.09^{ns}	0.1650^{ns}	286733^{ns}	5907.8^{ns}	37.9^{ns}	2.2^{ns}
تنش کم‌آبی Water Deficiency	1	21132177.5^{**}	642.5^{*}	0.943^{ns}	4574100^{ns}	17088.5^{ns}	140.9^{ns}	496.4^{*}
تنش کم‌آبی × تکرار Water Deficiency × Replication	2	113204.6	12.5	0.167	2113702.7	6363.8	21.2	20.8
روش کشت Cropping method	10	11891832.7^{**}	65.6^{**}	1.03^{**}	31040064^{**}	20117.3^{ns}	213.5^{**}	198.3^{**}
تنش کم‌آبی × روش کشت Water Deficiency × Cropping method	10	5260510.9^{**}	72.1^{**}	1.2^{**}	8375413^{**}	27830.9^{ns}	130.4^{**}	214.6^{**}
خطا Error	40	195422.7	6.8	0.127	1703613.6	19525.4	23.7	13.5
ضریب تغییرات (درصد) CV(%)	-	7.21	6.67	16.28	10.90	14.49	11.24	7.50

ns، * و ** به‌ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** are non-significant and significant at 0.05 and 0.01, respectively.

ادامه جدول ۲-

Continue Table 2.

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean Square		
		طول سنبله Spike length	ارتفاع گیاه Plant Height	وزن سنبله Spike Weight
تکرار Replication	2	0.147^{ns}	4.13^{ns}	0.019^{ns}
تنش کم‌آبی Water deficiency	1	0.378^{ns}	2497.5^{**}	0.165^{ns}
تنش کم‌آبی × تکرار Water Deficiency × Replication	2	0.231	26.7	0.0180
روش کشت Cropping method	10	0.370^{ns}	78.9^{**}	0.215^{**}
تنش کم‌آبی × روش کشت Water Deficiency × Cropping method	10	0.353^{ns}	69.04^{*}	0.102^{**}
خطا Error	40	0.206	25.06	0.0264
ضریب تغییرات (درصد) CV(%)	-	8.39	5.45	10.61

ns، * و ** به‌ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** are non-significant and significant at 0.05 and 0.01, respectively.

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش تعداد دانه در سنبله در تیمارهای کشت خالص ژنوتیپ‌ها به احتمال زیاد به‌علت ویژگی‌های ریخت‌شناسی یکسان است که رقابت درون یک ژنوتیپ را به‌میزان زیادی افزایش داده است و همین عامل تعداد دانه در سنبله را کاهش داده است. نتایج مقایسه میانگین ۱۱ تیمار نشان داد که بیش‌ترین تعداد دانه در سنبله در تیمار کشت مخلوط چهار ژنوتیپ بهرنگ + DW-۹۲-٤ + شبرنگ+DW-۹٤-۱٤ با میانگین ٦۰/۷ در شرایط آبیاری نرمال در بالاترین سطح قرار گرفت و کم‌ترین تعداد دانه در سنبله در تیمار کشت خالص بهرنگ با میانگین ۲۵/۱ مشاهده شد (جدول ۳).

وزن هزاردانه: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) وزن هزاردانه تحت‌تأثیر تنش رطوبتی بعد از گلدهی (P≤۰/۰۵)، روش‌های کشت و اثر متقابل تنش رطوبتی بعد از گلدهی در روش‌های کشت معنی‌دار بود (P≤۰/۰۱). نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که وزن هزاردانه در کشت‌های خالص با میانگین ٤۳/۳ گرم تحت شرایط آبیاری مطلوب نسبت به کشت‌های مخلوط دوتایی (٤۲/٦) گرم و چهارتایی (۳٦/٦) گرم بیش‌تر بود (شکل A۲). در شرایط تنش کم‌آبی کشت‌های مخلوط دوتایی با میانگین ۳٦/۵ گرم نسبت به دیگر تیمارهای کشت وزن هزاردانه بالاتری را نشان داد (شکل A۲). وزن هزاردانه در شرایط تنش کم‌آبی نسبت به شرایط آبیاری مطلوب در کشت مخلوط چهارتایی، کشت‌های مخلوط دوتایی و کشت‌های خالص به‌ترتیب ۱٦، ۱۵، ۱۷ درصد کاهش یافت (شکل A۲). ژنوتیپ‌هایی که دارای وزن هزاردانه بالایی باشند عملکرد بالایی را به خود اختصاص می‌دهند (۱۲). عبدلی و سعیدی (۲۰۱۲) طی پژوهش‌های خود در منطقه غرب ایران بیان کردند که تنش کم‌آبی عملکرد دانه و وزن هزاردانه ژنوتیپ‌های مورد بررسی را به‌ترتیب ۲۷ و ۳٤ درصد کاهش داده است (۱). نتایج مقایسه میانگین ۱۱ تیمار نشان داد که بیش‌ترین وزن هزاردانه در تیمار کشت مخلوط دو ژنوتیپ DW-۹٤-۱٤ + بهرنگ با میانگین ٤۷/۵ گرم در شرایط آبیاری مطلوب و کم‌ترین وزن هزاردانه در تیمار کشت خالص بهرنگ با میانگین ۲۷/۳ گرم در شرایط تنش کم‌آبی می‌باشد (جدول ۳)

زیست‌توده: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) میران زیست‌توده تحت‌تأثیر روش‌های کشت و اثر متقابل تنش رطوبتی بعد از گلدهی در روش‌های کشت معنی‌دار بود (P≤۰/۰۱) و تحت‌تأثیر تنش رطوبتی بعد از گلدهی معنی‌دار نشد. مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که بیش‌ترین زیست‌توده در شرایط آبیاری مطلوب در کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ۱٦٤٤۱ کیلوگرم در هکتار نسبت به کشت‌های خالص و مخلوط دوتایی افزایش پیدا کرد و کشت‌های خالص با میانگین ۱۰۹۰٤ کیلوگرم در هکتار کم‌ترین زیست‌توده را به خود اختصاص دادند (شکل B۲). عملکرد زیست‌توده در کشت‌های خالص با میانگین ۱۲۱٤۳ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش کم‌آبی نسبت به کشت مخلوط چهارتایی و مخلوط دوتایی بیش‌تر بود و کشت‌های مخلوط دوتایی کم‌ترین عملکرد زیست‌توده را با میانگین ۱۱۰۵٦ کیلوگرم در هکتار به خود اختصاص دادند (شکل B۲). با توجه به نتایج، عملکرد زیست‌توده در کشت‌های مخلوط دوتایی و چهارتایی در مقایسه با کشت‌های خالص در شرایط تنش کم‌آبی کاهش پیدا کرد. در همین ارتباط با کاهش عملکرد زیست‌توده در کشت‌های مخلوط در شرایط تنش کم‌آبی بعد از گلدهی با نظر برخی پژوهشگران مطابقت داشت (۱٦).

www.SID.ir

Archive of SID

درس و همکاران (۲۰۱۵) بیان نمودند افزایش تنوع ژنوتیپ‌ها باعث افزایش زیست‌توده می‌شود (٤). دریافت نور بیش‌تر، استخراج آب بیش‌تر و به‌طورکلی استفاده بیش‌تر از منابع توسط گیاهان در کشت مخلوط دلیل اصلی افزایش زیست‌توده می‌باشد (۵). به‌عبارتی دیگر زیست‌توده در کشت‌های مخلوط دوتایی و خالص در شرایط آبیاری مطلوب تفاوت آماری معنی‌داری را در مقایسه با شرایط تنش کم‌آبی نشان نداد. زیست‌توده در کشت مخلوط چهارتایی در شرایط تنش کم‌آبی نسبت به آبیاری مطلوب ۲۹ درصد کاهش نشان داد (شکل B۲).

نتایج مقایسه میانگین ۱۱ تیمار نشان داد که بیش‌ترین عملکرد زیست‌توده در تیمار کشت مخلوط دو ژنوتیپ بهرنگ +DW-۹٤-۱٤ با میانگین ۱٦٥٦۷ کیلوگرم در هکتار و کم‌ترین عملکرد بیولوژیک در تیمار کشت خالص بهرنگ با میانگین ۸٤۰۰ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری نرمال مشاهده شد (جدول ۳). (اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده درصد کاهش نسبت به شرایط مطلوب است).

عملکرد دانه: بر اساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) عملکرد دانه تحت‌تأثیر روش‌های کشت و تنش رطوبتی و اثر متقابل رژیم رطوبتی تنش بعد از گلدهی در روش‌های کشت معنی‌دار بود (P≤۰/۰۱). مقایسه میانگین اثر متقابل نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ۸۷۹۹ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب مشاهده شد. کشت‌های مخلوط دوتایی در شرایط آبیاری مطلوب با میانگین ٦۳۸۹ کم‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند (شکل C۲). در شرایط تنش کم‌آبی بیش‌ترین عملکرد دانه در کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ٦٤٤۷ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. کشت‌های خالص در شرایط تنش کم‌آبی با میانگین ۵۳۰۵ کم‌ترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد (شکل C۲) در این آزمایش در هر دو شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی کشت مخلوط چهارتایی عملکرد بیش‌تری را نسبت به کشت‌های مخلوط دوتایی و کشت‌های خالص نشان دادند. عملکرد دانه در شرایط تنش کم‌آبی نسبت به شرایط آبیاری مطلوب در کشت‌های خالص، کشت‌های مخلوط دوتایی و کشت مخلوط چهارتایی به‌ترتیب ۱۸، ۱۳، ۲۷ درصد کاهش نشان داد (شکل C۲). فیض‌آبادی و امام‌وردیان (۲۰۱۱) در بررسی کشت مخلوط ارقام گندم گزارش کردند که بیش‌ترین عملکرد دانه در کشت مخلوط نسبت به کشت خالص به‌دست آمد (۲۳) که با نتایج برخی پژوهشگران مطابقت دارد (۱، ۱۵، ۱۷ و ۲۰). در این آزمایش عملکرد دانه در کشت مخلوط چهارتایی تحت شرایط رژیم رطوبتی تنش بعد از گلدهی (تنش کم‌آبی و آبیاری مطلوب) نسبت به خالص بیش‌تر بود. نتایج مقایسه میانگین ۱۱ تیمار نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در تیمار کشت مخلوط دو ژنوتیپ بهرنگ + DW-۹٤-۱٤ با میانگین ۸۸۱۵ کیلوگرم در هکتار در شرایط آبیاری مطلوب به‌دست آمد که تفاوت معنی‌داری با مخلوط چهار ژنوتیپ در شرایط آبیاری مطلوب نداشت. هم‌چنین کم‌ترین عملکرد دانه در تیمار کشت مخلوط دو ژنوتیپ بهرنگ + DW-۹۲-٤ با میانگین ۲۲۳۳ کیلوگرم در هکتار در شرایط تنش کم‌آبی مشاهده شد (جدول ۳). (اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده درصد کاهش نسبت به شرایط مطلوب است).

شاخص برداشت: براساس نتایج حاصل از تجزیه واریانس (جدول ۲) شاخص برداشت تحت‌تأثیر روش‌های کشت و اثر متقابل تنش رطوبتی بعد از گلدهی × روش‌های کشت (P≤۰/۰۱) تحت‌تأثیر تنش رطوبتی بعد از گلدهی (P≤۰/۰۵) معنی‌دار بود. مقایسه میانگین نشان داد در شرایط آبیاری مطلوب بیش‌ترین شاخص برداشت در کشت‌های خالص با

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین ۵۲ درصد و کم‌ترین شاخص برداشت در کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ۵۰ درصد مشاهده شد. تیمار کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ٥٤ درصد بیش‌ترین شاخص برداشت را نسبت به کشت‌های مخلوط دوتایی و خالص در شرایط تنش کم‌آبی نشان دادند و کشت‌های خالص کم‌ترین شاخص برداشت را با میانگین ٤٣ درصد در شرایط تنش کم‌آبی به خود اختصاص دادند (شکل D۲). به‌عبارتی دیگر کشت مخلوط چهارتایی در شرایط آبیاری مطلوب نسبت به شرایط تنش کم‌آبی ۸ درصد کاهش پیدا کردند و کشت مخلوط دوتایی و خالص در شرایط تنش کم‌آبی نسبت به شرایط آبیاری مطلوب به‌ترتیب ٦ و ۲۰ درصد کاهش شاخص برداشت نشان دادند. شاخص برداشت از جمله صفاتی است که تا حد زیادی به‌صورت ژنتیکی کنترل شده و از خصوصیات مهم به‌شمار می‌رود بنابراین نمی‌توان تغییرات شرایط آب‌هوایی را دلیل این کاهش دانست. نتایج مقایسه میانگین ۱۱ تیمار نشان داد که بیش‌ترین شاخص برداشت در تیمار کشت مخلوط DW-٩٤-١٤ + شبرنگ در شرایط آبیاری مطلوب، برابر ۵۷ درصد مشاهده شد و کم‌ترین شاخص برداشت در تیمار کشت مخلوط DW-٩٢-٤ + بهرنگ با میانگین ۲۱ درصد در شرایط تنش کم‌آبی مشاهده شد (جدول ۳).

ضریب همبستگی: مقادیر ضرایب همبستگی بین صفات در سطح تنش‌آبی و آبیاری مطلوب به‌ترتیب در جدول‌های ٤ و ۵ آورده شده است. در مجموع در شرایط تنش کم‌آبی عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله ($r=۰/۵۸^{**}$)، تعداد دانه در سنبلچه ($r=۰/٤٩^{**}$)، زیست‌توده ($r=۰/۷٦^{**}$) همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد (جدول ٤). بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار در شرایط تنش کم‌آبی بین عملکرد دانه با زیست‌توده ($r=۰/۷٦^{**}$) مشاهده شد (جدول ٤). برخی پژوهشگران با آزمایش‌هایی که روی گندم انجام دادند نشان دادند بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله در شرایط تنش کم‌آبی همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود دارد (۲۲). در شرایط آبیاری مطلوب عملکرد دانه با صفات عملکرد زیست‌توده، تعداد دانه در سنبله، همبستگی مثبت و معنی‌داری را نشان داد (جدول ۵). بیش‌ترین همبستگی مثبت و معنی‌دار در شرایط آبیاری مطلوب به‌ترتیب بین عملکرد دانه با عملکرد بیولوژیک ($r=۰/۹۰^{**}$)، و تعداد دانه در سنبله ($r=۰/٤٨^{**}$) مشاهده شد (جدول ۵). عطارباشی و همکاران (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای که روی گندم داشتند نشان دادند که همبستگی مثبت بین عملکرد دانه با عملکرد زیست‌توده با وجود دارد (۳). همبستگی مثبت بین عملکرد دانه با تعداد دانه در سنبله توسط پژوهشگران دیگر تأیید شده است (۸). البته در مطالعات دیگری گزارش شده است که تعداد دانه در سنبله اهمیت بیش‌تری نسبت به سایر اجزاء عملکرد دارد (۷). بر اساس نتایج به‌دست آمده در این پژوهش صفات تعداد دانه در سنبله و زیست‌توده همبستگی مثبتی را با عملکرد دانه در هر دو شرایط تنش کم‌آبی و عدم تنش کم‌آبی داشتند. بنابر نتایج این پژوهش می‌توان پیشنهاد داد که به‌منظور رسیدن به عملکرد مطلوب‌تر در شرایط آبیاری مطلوب باید به‌ترتیب زیست‌توده و تعداد دانه در سنبله را افزایش داد. در شرایط تنش کم‌آبی باید در درجه اول زیست‌توده و بعد از آن تعداد دانه در سنبله و تعداد دانه در سنبلچه را به‌منظورافزایش عملکرد در اولویت قرار داد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل صفات مورد مطالعه.

Table 3- Mean comparison of interaction of traits.

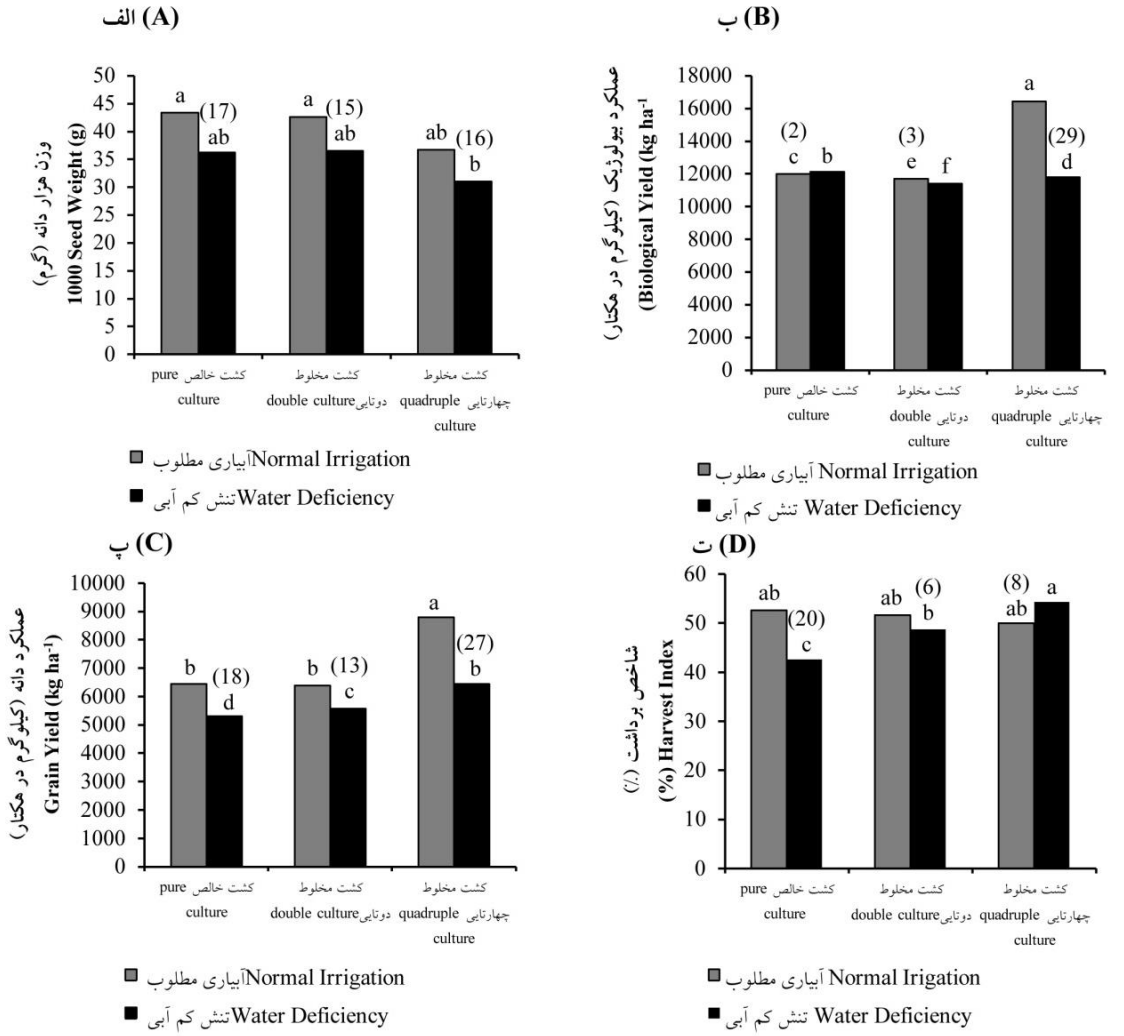
وزن سنبله Spike weight	ارتفاع گیاه Plant height	شاخص برداشت Harvest index	تعداد دانه در سنبله No.of seedper spike	زیست توده Biomass	تعداد دانه در سنبلچه No. of seed per spikelet	وزن هزار دانه One thousand seed weight	عملکرد دانه Grain yield	ترکیب‌های کشت cultivation combinations	تنش Stress
1.39^{c-f}	98.66^{a-d}	52.3^{a-d}	54.73 ^{ab}	16400.0^{ab}	4.22^{a}	37.25^{f-h}	8661.40^{ab}	DW-92-4	تنش آبی Water Stress
1.10^{gf}	98.0^{a-d}	42.0^{gf}	41.69 $^{c-h}$	9375.0^{e-e}	2.92^{b}	38.28^{e-h}	3942.20^{jk}	شبرنگ	
1.74^{b}	93.33^{b-e}	32.6^{h}	41.71 $^{e-h}$	12450.0^{d-f}	2.05^{e-f}	42.3^{c-e}	4123.80^{jk}	DW-94-14	
1.26^{fg}	87.33^{e-h}	43.3^{fg}	42.37 $^{d-g}$	10350.0^{f-k}	2.07^{e-f}	27.03^{ij}	4493.3^{j-k}	بهرنگ	
1.22^{fg}	104.33^{a}	54.0^{a-d}	50.59 $^{b-d}$	9666.7^{i-k}	2.39^{b-e}	28.36^{ij}	5267.95^{gh}	شبرنگ+DW-92-4	
1.30^{e-g}	100.0^{a-e}	57.0^{a}	41.79 $^{e-h}$	9975.0^{h-k}	2.01^{d-f}	36.65^{f-h}	5710.60^{fg}	DW-92-4+ DW-94-14	
1.59^{bc}	101.33^{ab}	21.3^{i}	33.63 ^{h}	10275.0^{g-k}	1.48^{fg}	35.85^{gh}	2233.50^{l}	بهرنگ+DW-92-4	
2.15^{a}	101.0^{ab}	53.6^{a-d}	54.27 $^{a-c}$	14308.3^{b-d}	2.51^{b-d}	42.81^{b-d}	8704.90^{c}	DW-94-14+DW-92-4	
1.55^{b-e}	100.0^{a-e}	55.0^{a-c}	45.06 $^{d-g}$	9316.7^{jk}	1.98^{d-f}	35.12^{hi}	5112.30^{g-i}	شبرنگ+بهرنگ	
1.31^{d-g}	94.66^{b-e}	49.0^{c-f}	39.89 $^{f-h}$	14891.7^{a-c}	1.81^{e-f}	40.64^{c-f}	7341.70^{cd}	DW-94-14+DW-92-4	
1.66^{b}	99.0^{a-e}	54.3^{a-c}	46.04 $^{c-f}$	11808.0^{e-h}	1.95^{d-f}	31.04^{ij}	6447.83^{ef}	بهرنگ+شبرنگ+DW-92-4	
1.54^{b-e}	85.91^{g-i}	55.3^{ab}	37.95 ^{gh}	14300.0^{b-c}	1.81^{e-f}	39.38^{d-h}	7958.93^{bc}	DW-92-4	آبیاری مطلوب Normal Irrigation
1.27^{fg}	79.0^{b-e}	53.6^{a-d}	40.27 $^{f-h}$	12.991.7^{c-e}	20.02 $^{d-f}$	40.15^{c-g}	6997.63^{de}	شبرنگ	
1.74^{b}	80.0^{hi}	56.6^{a}	42.78 $^{d-g}$	12316.7^{d-g}	1.86^{ef}	46.81^{ab}	6992.50^{de}	DW-94-14	
1.56^{b-d}	90.66^{d-f}	45.0^{e-g}	25.12^{i}	8400.0^{k}	1.18^{g}	47.09^{ab}	3838.50^{k}	بهرنگ	
1.54^{bc}	83.33^{f-i}	52.0^{a-d}	49.33 $^{b-e}$	11016.7^{i-k}	2.19^{c-e}	44.01^{a-c}	6260.63^{ef}	شبرنگ+DW-92-4	
1.76^{b}	83.66^{f-i}	52.6^{a-d}	39.25 $^{f-h}$	9891.7^{h-k}	2.83^{b}	38.55^{d-h}	5263.63^{g-i}	DW-92-4+ DW-94-14	
1.54^{bc}	92.6^{c-e}	51.6^{a-d}	40.29 $^{d-g}$	11491.7^{e-i}	1.92^{d-f}	37.90^{f-h}	6736.93^{de}	DW-92-4+بهرنگ	
1.66^{b}	89.3^{e-g}	57.0^{a}	43.53 $^{d-g}$	11216.7^{e-i}	2.49^{b-d}	39.24^{d-h}	6449.85^{ef}	DW-94-14+شبرنگ	
1.56^{b-d}	87.6^{e-h}	48.0^{d-g}	42.88 $^{d-g}$	9975.0^{hk}	2.025^{d-f}	46.7^{ab}	4807.50^{h-j}	شبرنگ+بهرنگ	
1.61^{b-e}	80.33^{hi}	53.0^{a-d}	37.78 ^{gh}	16566.7^{a}	1.80^{e-f}	47.46^{a}	8815.50^{a}	DW-94-14+بهرنگ	
1.58^{bc}	93.3^{b-e}	50.0^{b-e}	60.72^{a}	16441.7^{a}	2.64^{b-c}	36.67^{f-h}	8799.90^{a}	DW-94-14+ DW-92-4+بهرنگ+شبرنگ	

میانگین‌های دارای حروف متفاوت در هر ستون تفاوت معنی‌داری بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ دارند.

Means followed by similar letter(s) in each column are not significantly different at 5 % according to LSD test.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- تاثیر روش‌های مختلف کاشت (خالص، مخلوط دوتایی و مخلوط چهارتایی) در شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی بر وزن هزاردانه (الف)، عملکرد بیولوژیک (ب)، عملکرد دانه (پ)، شاخص برداشت (ت) گندم دوروم.

Fig. 2. The effects of different cropping methods (pure, double and quadruple culture) in normal irrigation and Water deficiency conditions on durum wheat 1000 seed weight (A) biological yield (B) grain yield (C) Harvest index.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه در شرایط تنش آبی.

Table 4- Correlation coefficients at water stress conditions.

	تعداد سنبله در مترمربع No. of spike per m^2	طول سنبله Spike length	تعداد سنبلچه در سنبله No. of spikelet per spike	وزن سنبله Spike weight	ارتفاع گیاه Plant height	زیست توده Biomass	تعداد دانه در سنبله No. of seed per spike	تعداد دانه در سنبلچه No. of seed per spikelet	وزن هزاردانه 1000 seed weight	عملکرد دانه Grain yield
تعداد سنبله در مترمربع No. of spike per m^2	1	-0.12^{ns}	-0.02^{ns}	0.13^{ns}	-0.02^{ns}	0.15^{ns}	0.60^{ns}	0.41^{ns}	0.10^{ns}	0.05^{ns}
طول سنبله spike length		1	0.4*	0.31^{ns}	0.21^{ns}	0.37*	0.03^{ns}	-0.20^{ns}	-0.06^{ns}	-0.11^{ns}
تعداد سنبلچه در سنبله No. of spikelet per spike			1	0.36*	0.06^{ns}	-0.28^{ns}	-0.21^{ns}	-0.82**	-0.18^{ns}	-0.205^{ns}
وزن سنبله Spike weight				1	0.07^{ns}	0.33^{ns}	0.27^{ns}	-0.107^{ns}	0.42*	0.2^{ns}
ارتفاع گیاه Plant height					1	-0.01^{ns}	0.24^{ns}	0.12^{ns}	0.05^{ns}	0.02^{ns}
زیست توده Biomass						1	0.31^{ns}	0.42*	0.48**	0.76**
تعداد دانه در سنبله No. of seed per spike							1	0.71**	-0.05^{ns}	0.58**
تعداد دانه در سنبلچه No. of seed per spikelet								1	0.08^{ns}	0.49**
وزن هزاردانه 1000 seed weight									1	0.22^{ns}
عملکرد دانه Grain yield										1

ns،* و **: به‌ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and: are non-significant and significant at 0.05and 0.01, respectively.**

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- ضرایب همبستگی صفات مورد مطالعه درشرایط آبیاری مطلوب

Table 5- correlation coefficients at normal irrigation conditions

	عملکرد دانه Grain yield	وزن هزاردانه 1000 seed weight	تعداد دانه در سنبلچه No. of seed per spikelet	تعداد دانه در سنبله No. of seed per spike	زیست توده Biomass	ارتفاع گیاه Plant height	وزن سنبله Spike weight	تعداد سنبلچه در سنبله No. of spikelet per spike	طول سنبله Spike length	تعداد سنبله در مترمربع No. of spike per m^2	
تعداد سنبله در مترمربع No. of spike per m^2	0.16^{ns}	-0.042^{ns}	-0.01^{ns}	-0.03^{ns}	0.11^{ns}	-0.29^{ns}	0.01^{ns}	0.08^{ns}	-0.19^{ns}	1	
طول سنبله spike length	-0.04^{ns}	0.13^{ns}	0.36*	0.42*	-0.14^{ns}	0.04^{ns}	0. 27^{ns}	-0.28^{ns}	1		
تعداد سنبلچه در سنبله No. of spikelet per spike	-0.07^{ns}	0.20^{ns}	-0.63**	-0.13^{ns}	-0.05^{ns}	0.15^{ns}	-0.24^{ns}	1			
وزن سنبله Spike weight	-0.05^{ns}	0. 51^{ns}	0.34^{ns}	0.17^{ns}	-0.10^{ns}	0.23^{ns}	1				
ارتفاع گیاه Plant height	-0.15^{ns}	-0.25^{ns}	0.03^{ns}	0.09^{ns}	-0.15^{ns}	1					
زیست توده Biomass	0.90**	-0.10^{ns}	0.14^{ns}	0.39*	1						
تعداد دانه در سنبله No. of seed per spike	0.48**	-0.4*	0.70**	1							
تعداد دانه در سنبلچه No. of seed per spikelet	0.19^{ns}	-0.48**	1								
وزن هزاردانه 1000 seed weight	-0.25^{ns}	1									
عملکرد دانه Grain yield	1										

ns،* و **: به ترتیب عدم وجود تفاوت معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد.

ns, * and: are non-significant and significant at 0.05and 0.01, respectively.**

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

نتایج آزمایش نشان داد که استفاده از کشت مخلوط ژنوتیپ‌های مختلف گندم دوروم، عملکرد و اجزای عملکرد را تحت‌تأثیر قرار داد. با توجه به نتایج آزمایش موفق ترین ترکیب کشت مخلوط در زمینه افزایش عملکرد تیمار کشت مخلوط بهرنگ + DW-۹٤-۱٤ می‌باشد. این ترکیب کشت نسبت به کشت خالص در شرایط آبیاری مطلوب قادر به تولید عملکرد بیش‌تری می‌باشد و در مقایسه با کشت خالص موفق‌تر عمل می‌کند. هم‌چنین نتایج مقایسه گروهی نشان داد که بیش‌ترین عملکرد دانه در رژیم رطوبتی تنش بعد از گلدهی (آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی) در تیمار کشت مخلوط چهارتایی با میانگین ۸۷۹۹ کیلوگرم در هکتار مشاهده شد. با توجه به تجزیه و تحلیل داده‌های حاصل می‌توان نتیجه گرفت که با وجود مساعد بودن شرایط رطوبتی تا پیش از گلدهی، تنش کم‌آبی از گل‌دهی تا رسیدن دانه بر عملکرد دانه اثر بارزی دارد و سبب افت عملکرد دانه می‌گردد. به‌طورکلی کشت مخلوط ژنوتیپ‌ها نسبت به کشت خالص به‌عنوان یک روش ازراعی-بوم‌شناختی می‌تواند برای رسیدن به عملکرد مطلوب در شرایط رژیم رطوبتی تنش بعد از گلدهی (آبیاری مطلوب، تنش کم‌آبی) مورد استفاده قرار گیرد. زیرا بیش‌ترین عملکرد در شرایط آبیاری مطلوب و تنش کم‌آبی مربوط به کشت‌های مخلوط بود. این در حالی است که کشت مخلوط ژنوتیپ‌ها در شرایط آبیاری مطلوب بیش‌ترین عملکرد را نسبت به شرایط تنش کم‌آبی به خود اختصاص داد. در مجموع به‌نظر می‌رسد کشت‌های مخلوط به‌دلیل داشتن پتانسیل عملکرد دانه بالاتر چه در شرایط آبیاری مطلوب و چه در شرایط محدودیت‌های رطوبتی قابل‌توصیه می‌باشند.

منابع

1.Abdoli, M. and Saeidi, M. 2012. Using different indices for selection of resistant wheat cultivars to post anthesis water deficit in the west of Iran. Ann. Bio. Res. 3: 3. 1322-1333.

2.Afzali, S. 2014. Effects of genetic diversity and nitrogen fertilizers on wheat competitiveness in wheat farming system. M.Sc. Thesis, Faculty. Agric. Shiraz Uni, Iran.(In Persian)

3.Attarbashi, M.R., Galeshi, S., Soltani, A. and Zeinali, E. 2002. Relationship of phenology and physiological traits with grain yield in wheat under rainfed conditions. Iranian. J. Agri. Sci. 33: 1. 21-28. (In Persian)

4.Darrs, S., Mckenzi, R.H., Olson, M.A. and Willenborg, C.J. 2015. Influence of genotypic mixtures on field pea yield and competitive ability. Canadian. J. Plan. Sci. 95: 31. 5-324.

5.Eskandari, H. and Ghanbari, A. 2009. Intercropping of maize and cowpea as whole-crop forage: effect of different planting pattern on total dry matter production and maize forage quality. Nutritional. Bot. Hort. Agrobot. 37: 2. 152-155.

6.Faramarzi, F. 2014. The effect of crop diversity on the weed population under the influence of nitrogen levels. M.Sc. Thesis, Faculty. Agri, Shiraz Uni, Iran.

7.Fischer, R.A. 2008. The importance of grain or kernel number in wheat: a reply to Sinclair and Jamieson. Field. Crop. Res. 105: 15-21.

8.Forouzanfar, M., Bihamta, M.R., Peyghambary, A. and Zeynali, H. 2011. Evaluation of bread wheat genotypes under normal and water stress conditions for agronomic traits. J. Agri. Sci. Sust. Prod. 21: 3.

9.Guoth, A., Tari, I., Galle, A., Csiszar, J., Pecsvaradi, A., Cseuz, L. and Erdei, L. 2009. Comparison of the drought stress responses of tolerant and sensitive wheat cultivars during grain filling: Changes in flag leaf photosynthetic activity, ABA levels, and grain yield. J. Plan Growth. Reg. 28: 2. 167-176.

www.SID.ir

Archive of SID

10.Jlali, V.R. and Asadi Kourchal, S. 2017. Simulation of durum wheat yield (*Triticum turgidum* L.) under salt stress conditions based on statistical models and macro models. Agri. Eco. 2: 9. 520-534.
11.Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Mondani, F., Feizi, H. and Amirmoradi, S. 2009. Evaluation of radiation interception and use by maize and bean intercropping canopy. J. Agro. 1: 13-23.
12.Kumar, N.P., Arsad, Sh., Dwivedi, R., Kumar, A., Yadav, R.K., Singh, M.P. and Yadav, S.S. 2016. Impact of heat stress on yield and yield attributing traits in wheat (*Triticum aestivum* L.) lines during grain growth development. International. J. Pure. Appl. Bio. Sci. 4: 4. 179-184.
13.Mirdoraghi, M., Taghizadeh, M.S. and Behpouri, A. 2018. Characteristics of the root system in durum wheat (*Triticum durum*) genotype mixtures affected by water stress. 15th Natioual. Iranian. Crop. Sci. Congress. Sep. 4-6, Karaj, Iran. (In Persian)
14.Moaveni, P., Habibi, D. and Abaszadeh, B. 2009. Effect of drought stress on yield and yield components in Shahr-e-Gods.J. Agron. Plan. Breed. 5: 1. 69-85. (In Persian)
15.Najafian, G., Jafarnejad, A., Ghandi, A. and Nikooseresht, R. 2011. Adaptive traits related to terminal drought tolerance in hexaploid wheat (*Triticum aestivum*L.) genotypes under field conditions. Crop. Breed. J. 1: 1. 57-73. (In Persian)
16.Pireivatlou, A.S., Dehdar Masjedlou, B. and Ramiz, T.A. 2010. Evaluation of yield potential and stress adaptive trait in wheat genotypes under post anthesis drought stress conditions. Afr. J. Agri. Res. 5: 20. 2829-2836.
17.Rajala, A., Hakala, K., Makela, P., Muurinen, S. and Peltonen-Sanio, P. 2009. Spring wheat response to timing of water deficit through sink and grain filling capacity. Field. Crop. Res. 114: 263-271.
18.Rauf, M., Munir, M., Hassan, M., Ahmed, M. and Afzai, M. 2007. Performance of wheat genotypes under osmotic stress at germination and early seedling growth stage. Afr. J. Biotech. 6: 8. 971-975.
19.Sanjari Pireivatlou, A. and Yazdansepas, A. 2008. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes under pre- and post-anthesis drought stress conditions. J. Agri. Sci. Tech. 10: 2. 109-121.
20.Sanjari Pireivatlou, A., Dehdar Masjedlou, B. and Aliyev, R.T. 2010. Evaluation of yield potential and stress adaptive trait in wheat genotypes under post thesis drought stress conditions. Afr. J. Agri. Res. 5: 20. 2829-2836.
21.Saleem, M. 2003. Response of durum and bread wheat genotypes to drought stress biomass and yield components. Asian. J. Plan. Sci. 2: 3. 290-293.
22.Sio-Se Mardeh, A., Ahmadi, A., Poustini, K. and Mohammadi, V. 2006. Evaluation of drought resistance indices under various environmental conditions. Field. Crop. Res. 98: 2. 3. 222-229.
23.Zareh-FaizAbadi, A. and Emamverdian, A. 2011. Evaluation the influence of cultivar intercropping on agronomic properties and wheat (*Triticum aestivum* L.) yield. I. J. Agro. 4: 144-150.
24.Tahir, M., Ketata, H., Sadeghi, E. and Amiri, A. 1999. Wheat and barley improvement in the dry land areas of Iran: present status and future prospects. Agric. Res. Education. Extension Organization. (AREEO). 76p.

www.SID.ir