Archive of SID

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال یازدهم، شماره سی و نهم، ۱۳۹۸

تعیین مناسب‌ترین صفات اثر گذار بر عملکرد ژنوتیپ‌های گندم نان تحت شرایط مطلوب و خشکی در منطقه داراب استان فارس

وحید براتی[۱]، احسان بیژن زاده[۲]، روح اله نادری[۲]

دریافت: ۹۶/۳/۸ پذیرش: ۹۶/۱۲/۵

چکیده

تنش خشکی مهمترین عامل محدود کننده‌ی عملکرد دانه‌ی گندم بویژه در مناطق جنوبی ایران است. به‌منظور شناسایی مناسب‌ترین صفات زراعی موثر بر عملکرد دانه‌ی ۱۶ ژنوتیپ امیدبخش گندم نان در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی، آزمایشی در سال‌های ۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲ در منطقه‌ی داراب استان فارس به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تنش خشکی پس از مرحله‌ی گلدهی تا انتهای فصل رشد اعمال شد. در انتهای فصل رشد، صفات تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، عملکرد دانه، عملکرد زیست توده، شاخص برداشت، وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلک در سنبله، تعداد گلچه در سنبلک، تعداد پنجه در واحد سطح و ارتفاع بوته اندازه‌گیری شدند. چهار روش آماری شامل: همبستگی ساده، رگرسیون خطی چندگانه، رگرسیون گام به گام و تجزیه‌ی مسیر جهت بررسی روابط بین عملکرد دانه و صفات مذکور در هر دو شرایط رطوبتی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۸٤۱۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد زیست‌توده (۲۰۸٤٦ کیلوگرم در هکتار) در شرایط مطلوب مربوط به ژنوتیپ ۲ (Bow"s"/Cm 34798/3/snb...) بود. اما، کمترین درصد کاهش عملکرد دانه (۲٤/۹ درصد) و عملکرد زیست توده (۲۱/٦ درصد) بواسطه‌ی تنش خشکی به ترتیب در ژنوتیپ‌های شماره ۱ (شاهد: چمران) و ۱٦ (Chen/E\Aegilops Squarrosa (Taus)//Bcn/3/Vee#7...) بدست آمد. در میان صفات مورد مطالعه، عملکرد زیست توده (با میانگین ۱۸۳۰٤ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (با میانگین ٤۲/٤ درصد) موثرترین صفات اثرگذار بر روی عملکرد دانه (با میانگین ۷٦۱٦ کیلوگرم در هکتار) در شرایط مطلوب رطوبتی بودند. درمقابل، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (با میانگین ۱٤٦ روز)، شاخص برداشت (با میانگین ٤۰/٤ درصد) و عملکرد زیست توده (با میانگین ۱۲۸۲٤ کیلوگرم در هکتار) به عنوان مهمترین صفات اثرگذار بر عملکرد دانه (با میانگین ٤٦۷۳ کیلوگرم در هکتار) در شرایط تنش خشکی مطرح شدند. با توجه به اکثر روش‌های آماری، نقش عملکرد زیست توده در عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی کمتر از شرایط مطلوب بود. همچنین، در شرایط تنش خشکی افزایش عملکرد دانه را می‌توان به شاخص برداشت بیشتر نسبت داد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه مسیر، رگرسیون خطی چند گانه، رگرسیون گام به گام، همبستگی ساده.

براتی، و.، ا. بیژن زاده، و ر. نادری. ۱۳۹۸. تعیین مناسب‌ترین صفات اثر گذار بر عملکرد ژنوتیپ‌های گندم نان تحت شرایط مطلوب و خشکی در منطقه داراب استان فارس. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ۳۹: ۱۵۲-۱۳۸.

۱- استادیار بخش اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران- مسئول مکاتبات. vahid.barati.s@gmail.com

۲- دانشیار بخش اگرواکولوژی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

صفات زیادی در طول دوره‌ی رشد و نمو گندم عملکرد دانه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. استفاده از رگرسیون و همبستگی بین عملکرد دانه و اجزاء عملکرد معیار انتخابی موثری را برای توسعه عملکرد گندم فراهم می آورد (باتو و همکاران، ۲۰۱۶؛ بانو و همکاران، ۲۰۱۷). برخی از پژوهشگران معتقدند که اگر صفات مرتبط با عملکرد به‌عنوان معیار انتخاب در نظر گرفته شوند، انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالاتر و سازش یافته‌تر به شرایط محدودیت آب، موثرتر است (لودلو و موچو، ۱۹۹۰).

از جمله صفات موثر بر عملکرد دانه، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت است (امام، ۱۳۹۰). آستین و همکاران (۱۹۸۰) اظهار کردند که به فرض ثابت بودن عملکرد زیست توده، ممکن است که شاخص برداشت از حدود ۵۰ درصد به ٦٢ درصد افزایش یابد. البته، برخی از پژوهشگران (هی و والکر، ۱۹۸۹) در این مورد که آیا چنین تغییر کلی امکان پذیر است، تردید دارند. همچنین، رینولدز و همکاران (۲۰۰۹) نیز تایید کردند که از اواسط دهه‌ی ۱۹۸۰ هیچ گونه افزایش سیستماتیک در شاخص برداشت نسبت به مقدار قبلی (۵۰ درصد) رخ نداده‌است. بنابراین، افزایش مجموع ماده‌ی خشک تولیدی، ضمن نگهداری شاخص برداشت زیاد کنونی، محتمل‌ترین روش افزایش بیشتر عملکرد است. اما، در کشور ما که شاخص برداشت پایین است و هنوز به ۵۰ درصد هم نرسیده است (دستفال و همکاران، ۱۳۹۰)، به نظر می‌رسد که انتخاب براساس شاخص برداشت در کنار عملکرد زیست توده یک راهکار مناسب برای افزایش عملکرد گندم در آینده است. محمدی و همکاران (۱۳۹۰) نیز با بررسی ۸۱ ژنوتیپ گندم، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت را مهمترین صفات موثر بر عملکرد دانه معرفی کردند.

بعلاوه، عملکرد دانه در غلات به طور مشخص تابعی از تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه است (امام، ۱۳۹۰). همچنین، محققین بسیاری از جمله محمدی و همکاران (۱۳۹۰) نشان دادند که صفات تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد دانه داشتند. بطور کلی بین اجزاء عملکرد نوعی اثر متقابل جبرانی وجود دارد. بطوری‌که، در شرایطی که تعداد دانه در سنبله افزایش می‌یابد، وزن هزار دانه کاسته می‌شود (هی و والکر، ۱۹۸۹). این امر باعث شده است که بین اجزای عملکرد همبستگی منفی مشاهده شود (سینبو، ۲۰۰۲).

سازگاری فنولوژیک گیاهان زراعی برای دسترسی به آب یک راه مطمئن برای افزایش عملکرد در مناطقی است که آب به عنوان یک عامل محدود کننده مطرح است (ترنر، ۱۹۹۷). صفت زودرسی به شرط اینکه باعث کاهش عملکرد نشود، یک صفت مطلوب در مناطق مستعد تنش است (سینبو، ۲۰۰۲). گنزالس و همکاران (۲۰۰۷) پس از بررسی ۱۲ ژنوتیپ جو در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی، بیان کردند که عملکرد دانه و صفت زودرسی در هر دو شرایط همبستگی مثبت و معنی‌دار داشتند. اما، در شرایط تنش همبستگی قوی‌تر بود.

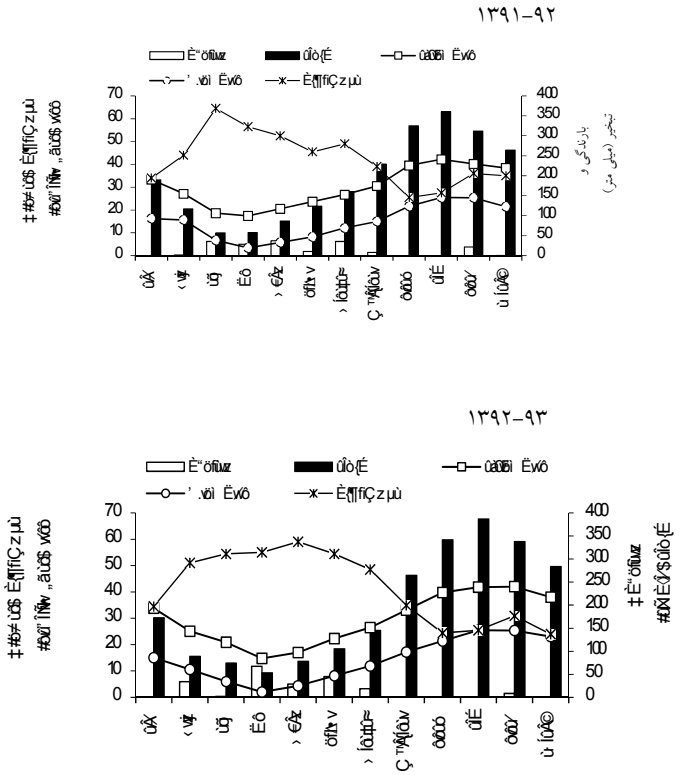
به احتمال زیاد، همبستگی ساده‌ی عملکرد دانه و عوامل موثر بر آن، تصویر روشنی از اهمیت هر عامل در تعیین عملکرد را فراهم نمی‌کند (گارسیا دل مورال و همکاران، ۱۹۹۱). از این رو، روش‌های آماری متفاوتی از جمله رگرسیون خطی چندگانه، رگرسیون گام به گام، تجزیه‌ی علیت برای مدل سازی عملکرد گیاهان زراعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. با وجود پژوهش‌های زیاد در بررسی ژنوتیپ-های امید بخش در مناطق جنوبی ایران، پژوهشی که به بررسی ارتباط صفات مختلف با عملکرد دانه و میزان تاثیرگذاری آنها بر عملکرد دانه بپردازد، کمیاب بود. همچنین، علی‌رغم وجود تنوع ژنتیکی در صفات مختلف ژنوتیپ‌های امید بخش، بررسی جامعی که صفات دیگری را در کنار عملکرد دانه برای انتخاب در برنامه‌های اصلاحی با روش‌های مختلف آماری معرفی کند، در مناطق جنوبی کشور وجود نداشت. بنابراین، این پژوهش با هدف تعیین مناسب‌ترین صفات اثر گذار بر عملکرد دانه با روش‌های مختلف آماری در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی پس از گلدهی انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز (طول جغرافیایی ۵۵ درجه و ٥٤ دقیقه و عرض جغرافیایی ۲۸ درجه و ۲۹ دقیقه و ارتفاع ۱۰۸۰ متر از سطح دریا) واقع در ۷ کیلومتری شهرستان داراب در استان فارس به مدت دو سال زراعی (۹۲-۱۳۹۱ و ۹۳-۱۳۹۲) انجام شد. منطقه‌ی داراب دارای آب و هوای نیمه خشک بوده و میانگین بارندگی سالیانه‌ی آن که اکثرا در پاییز و زمستان رخ می‌دهد، ۲۵۰ میلی‌متر می‌باشد. داده-های هواشناسی از ایستگاه تحقیقات هواشناسی داراب در نزدیکی محل آزمایش تهیه شدند (شکل ۱). بر اساس نمونه برداری تا عمق٦٠ سانتی‌متری خاک، بافت خاک محل آزمایش لومی (Fine loamy, carbonatic, hyperthermic, aridic hapleustepts) بود. سایر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش بر اساس نمونه برداری قبل از کاشت (آبان ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲) در جدول ۱ آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- مقدار بارندگی، تبخیر از تشتک، حداقل و حداکثر دما و مقدار رطوبت نسبی در دو سال آزمایش

جدول ۱- ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در دو سال زراعی

سال	پتاسیم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	فسفر (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	نیتروژن کل (٪)	کربن آلی (٪)	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	نقطه‌ی پژمردگی دائم (٪)	ظرفیت مزرعه (٪)	چگالی ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب)
سال اول	۱۷۷	۷/۷	۰/۰۹	۰/۸۱	۸/۱	۰/۸۹	۱۲/۵	۲۳	۱/٤۷
سال دوم	۱۷۳	۸/۸	۰/۰۸	۰/۷۷	۷/۸	۰/۸۵	۱۲/۵	۲۳	۱/٤۵

آزمایش در هر دو سال به صورت کرت‌های خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. رژیم آبیاری و ژنوتیپ به ترتیب به عنوان عامل اصلی و عامل فرعی در نظر گرفته شد. رژیم آبیاری شامل دو سطح: ۱. آبیاری کامل ۲. قطع آبیاری پس از مرحله‌ی گلدهی (ZGS69) (زیداکس و همکاران، ۱۹۷٤) بود. ژنوتیپ‌های مورد استفاده شامل پانزده لاین امیدبخش بعلاوه‌ی رقم شاهد منطقه (چمران) بود (جدول ۲). تیمارهای آبیاری مطلوب و تنش خشکی تا مرحله‌ی گلدهی به طور همزمان آبیاری شدند. از این مرحله به بعد آبیاری تیمار تنش قطع شد. اما، تیمارهای آبیاری مطلوب تا مرحله‌ی رسیدگی فیزیولوژیک (ZGS90) (زیداکس و همکاران، ۱۹۷٤) آبیاری شدند.

بذر ژنوتیپ‌ها برروی خطوط ٤ متری کشت شدند. تراکم کاشت ۲۵۰ بوته در متر مربع و کاشت به صورت دستی انجام شد. تاریخ کاشت ۱۵ و ۲۵ آذر ماه به ترتیب در سال اول و دوم آزمایش بود. برای جلوگیری از حرکت جانبی آب، اطراف هر کرت پشته‌هایی به عرض یک متر قرار داده شد. علاوه بر این، برای اطمینان بیشتر از عدم حرکت جانبی آب، فاصله‌ی بین کرت‌های مربوط به تیمارهای مختلف آبیاری سه متر در نظر گرفته شد.

روابط بین عملکرد دانه با اجزاء عملکرد (وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد گلچه در سنبلچه و تعداد پنجه در واحد سطح)، ارتفاع بوته و تاریخ رسیدگی فیزیولوژیک در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی با بکارگیری میانگین صفات در دو سال زراعی مورد ارزیابی قرار گرفت. برای این منظور، از روش-

www.SID.ir

Archive of SID

های آماری همبستگی ساده، رگرسیون خطی چند گانه، رگرسیون گام به گام و تجزیه‌ی مسیر استفاده شد. نرم افزارهای Minitab و SPSS برای تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفتند.

جدول ۲- شجره ژنوتیپ‌های گندم مورد استفاده در دو سال آزمایش

شماره ژنوتیپ	شجره
۱	Chamran (Local Check)
۲	Bow"s"/Cm 34798/3/snb…
۳	ATTILA50Y//ATTILA/BCN
٤	F60314.76/MRL//CNO79/3/KA/NAC/4/STAR
٥	STAR*3/LOTUS_5
٦	ATTILA*2/STAR
۷	PASTOR/3/KAUZ*2/OPATA//KAUZ
۸	INIA/90ZHONG87
۹	Shuha-7/4/Van"S"/3/Cndr"S"/Ana//Cndr"S"Mus"S"
۱۰	Petheenr.2123/Bolani
۱۱	CROC-1/AE.SQUARROSA(205)//KAUZ/3/SASIA
۱۲	Snb"s"//Emu"s"/Tjb84-1543/3/Azadi
۱۳	1-66-54//Avd/Coc/3/Mgn1/4/Tjn
۱٤	Chenab/2/Attila/Bcn
۱٥	KARAWAN 1/5/GII/TI/3/KVZ//KAL/BB/4/KAL/3/CNO/CHR//ON
۱٦	Chen/E\Aegilops Squarrosa (Taus)//Bcn/3/Vee#7…

نتایج و بحث

آمار توصیفی و همبستگی ساده در صفات زراعی

جدول ۳ میانگین دو ساله عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آبیاری مطلوب و درصد کاهش آنها در اثر تنش خشکی را نشان می دهد. بیشترین عملکرد دانه (۸٤۱۸ کیلوگرم در هکتار) و عملکرد زیست‌توده (۲۰۸٤٦ کیلوگرم در هکتار) مربوط به ژنوتیپ ۲ بود. اما، کمترین درصد کاهش عملکرد دانه (۲٤/۹ درصد) و عملکرد زیست توده (۲۱/٦ درصد) بواسطه‌ی تنش خشکی به ترتیب در ژنوتیپ‌های شماره ۱ و ۱٦ بدست آمد (جدول ۳). حداقل، حداکثر، میانگین و انحراف استاندارد صفات در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی در جدول ٤ آورده شده‌است.

عملکرد دانه در شرایط مطلوب رطوبتی با تمامی صفات مورد مطالعه به جز وزن هزار دانه و تعداد پنجه در متر مربع همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد (جدول ٥). بیشترین همبستگی عملکرد دانه در این شرایط با عملکرد زیست توده ($r = ۰/۷۸٦^{**}$) و سپس با تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک ($r = ۰/۷۳۱^{**}$) بود. درصورتی که، بیشترین همبستگی عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی با صفت روز تا رسیدگی فیزیولوژیک ($r = -۰/۸۰۹^{**}$) و بعد از آن با وزن هزار دانه ($r=۰/۷۷٤^{**}$) مشاهده شد (جدول ٥).

وزن هزار دانه همبستگی ضعیف منفی ($r = -۰/۰۳۲$) با عملکرد دانه در شرایط مطلوب رطوبتی داشت. اما، در شرایط تنش خشکی، برعکس شرایط مطلوب بین عملکرد دانه و وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری ($r = ۰/۷۷٤^{**}$) مشاهده شد (جدول ٥). بنابراین، بر اساس این نتایج و همچنین برخی مطالعات دیگر (ولتاس و همکاران، ۱۹۹۹) پاسخ متفاوت عملکرد دانه‌ی ژنوتیپ‌ها در شرایط تنش ممکن است به دلیل تفاوت در وزن دانه‌های آنها باشد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۳- عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) و عملکرد زیست توده (کیلوگرم در هکتار) ژنوتیپ‌های مختلف در شرایط آبیاری مطلوب و درصد کاهش آنها در اثر تنش خشکی

شماره ژنوتیپ	شجره	آبیاری مطلوب		درصد کاهش بر اثر تنش	
		عملکرد دانه	عملکرد زیست توده	عملکرد دانه	عملکرد زیست توده
۱	Chamran (Local Check)	۷۱۸۵	۱۷٤۲۹	۳۲/٦	۳۰/۰
۲	Bow"s"/Cm 34798/3/snb…	۸٤۱۸	۲۰۸٤٦	٤٥/۸	۳٦/٥
۳	ATTILA50Y//ATTILA/BCN	۷۲۷۷	۱۸۲٥٥	٤۱/٦	۲۹/۳
٤	F60314.76/MRL//CNO79/3/KA/NAC/4/STAR	۷۲٥٤	۱۷۰۲۷	۲۹/۸	۲٥/۳
٥	STAR*3/LOTUS_5	۷٥۸۸	۱۸۹۸۳	٤٤/۰	۳۲/٦
٦	ATTILA*2/STAR	۷۸٥۸	۱٦۷۳۸	٤۰/٦	۲۱/۹
۷	PASTOR/3/KAUZ*2/OPATA//KAUZ	۷۷٦۲	۱۹۱۸٤	۳۷/٦	۲۹/۰
۸	INIA/90ZHONG87	۷۰٥۲	۱٦٦۹۰	۳۲/٥	۲٦/٥
۹	Shuha-7/4/Van"S"/3/Cndr"S"/Ana//Cndr"S"Mus"S"	۸۰۱۲	۱۹۲٥۱	٤۳/٤	٤۰/٦
۱۰	Petheenr.2123/Bolani	۸۰۳۳	۱۹۹۳۲	٤٥/٤	۳٥/۳
۱۱	CROC-1/AE.SQUARROSA(205)//KAUZ/3/SASIA	۷۲۲۸	۱٦۲۸٥	۳٦/۳	۳۰/۰
۱۲	Snb"s"//Emu"s"/Tjb84-1543/3/Azadi	۷۸۲۰	۱۹۹۰٥	٤۷/۷	۲۸/۲
۱۳	1-66-54//Avd/Coc/3/Mgn1/4/Tjn	۷٦٦٥	۱۸۳۷۳	۳٤/۲	۲۷/۰
۱٤	Chenab/2/Attila/Bcn	۷۷۳۳	۱۸۳۱۸	۳۹/۱	۳۲/۹
۱٥	KARAWAN 1/5/GII/TI/3/KVZ//KAL/BB/4/KAL/3/CNO/CHR//ON	۷۹۷۲	۱۸٤٤۸	۳۸/۷	۲۸/۷
۱٦	Chen/E\Aegilops Squarrosa (Taus)//Bcn/3/Vee#7…	٦۹۹۹	۱۷۲۰۰	۲٤/۹	۲۱/٦
LSD (0.05)		۷٥۱	۲۱۰۳		

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- میانگین دو سال پارامترهای آماری در ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی پس از گلدهی

صفات	شرایط	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
	آبیاری مطلوب	٦۹۹۹	۸٤۱۸	۷٦۱٦	٤۱۰
عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) (Y)	تنش خشکی	٤۰۹۰	٥۲٥۸	٤٦۷۳	۳۲٥
	درصد تغییر	٤۱/٦	۳۷/٥	۳۸/٦	–
	آبیاری مطلوب	۱٦۲۸٥	۲۰۸٤٦	۱۸۳۰٤	۱۳۳۱
عملکرد زیست توده (کیلوگرم در هکتار) (X_1)	تنش خشکی	۱۱٤۰۷	۱٤۲۸۳	۱۲۸۲٤	۷٦۷
	درصد تغییر	۳۰/۰	۳۱/٥	۳۰/۰	–
	آبیاری مطلوب	۳۹/٥	٤۷/۰	٤۲/٤	۲/٤
شاخص برداشت (درصد) (X_2)	تنش خشکی	۳۱/۱	٤٥/٤	٤۰/٤	٤/۱
	درصد تغییر	۲۱/۱	۳/٥	٤/۷	–
	آبیاری مطلوب	۳٦/۱	٤٥/۹	٤۰/٤	۲/۷
وزن هزار دانه (گرم) (X_3)	تنش خشکی	۲۰/٦	۲۹/۷	۲٤/۰	۲/۹
	درصد تغییر	٤۳/۰	۳٥/٤	٤۰/٥	–
	آبیاری مطلوب	۳۳/۸	٤۹/۹	۳۹/۷	٤/۸
تعداد دانه در سنبله (X_4)	تنش خشکی	۳۷/۷	٥۸/۸	٤٥/۱	٦/۲
	درصد تغییر	۱۱/۷	۱۷/۸	۱۳/٤	–
	آبیاری مطلوب	۱٦/٤	۲۷/٥	۲۱/۰	۲/۹
تعداد سنبلک در سنبله (X_5)	تنش خشکی	۱۸/٦	۲۳/٤	۲۱/۳	۱/٤
	درصد تغییر	۱۳/۰	۱٥/۱	۱/٥	–
	آبیاری مطلوب	۲/٤	۳/٥	۲/۸	۰/۳
تعداد گلچه در سنبلک (X_6)	تنش خشکی	۳/۰	۳/٤	۳/۱	۰/۱
	درصد تغییر	۲٥/٦	٤/۱	۱۰/۷	–
	آبیاری مطلوب	٤۲۷	٥۷۱	٥۰٥	٥۰/۷
تعداد پنجه در متر مربع (X_7)	تنش خشکی	۳۸۳	٥٤۰	٤٥۳	٥۳/۹
	درصد تغییر	۱۰/۳	٥/٥	۱۰/۳	–
	آبیاری مطلوب	۹۳/۲	۱۰۷/٥	۱۰۰/۸	٤/۲
ارتفاع گیاه (سانتی‌متر) (X_8)	تنش خشکی	۸۸/۸	۱۰٦/۲	۹۸/٦	٤/۹
	درصد تغییر	٤/۷	۱/۲	۲/۲	–
	آبیاری مطلوب	۱٤٦/٥	۱٥٤/٥	۱٥۲/۰	۲/۰
روز تا رسیدگی فیزیولوِیک (روز) (X_9)	تنش خشکی	۱٤۳/۰	۱٤۸/۷	۱٤٦/۰	۱/۹
	درصد تغییر	۲/٤	۳/۸	۳/۹	–

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده صفات مختلف ژنوتیپ‌های گندم در شرایط مطلوب رطوبتی (نیمه ی بالایی جدول) و تنش خشکی (نیمه پایینی جدول) در دو سال زراعی

صفات	عملکرد دانه در شرایط مطلوب	عملکرد دانه در شرایط تنش	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9
عملکرد زیست توده (X_1)	۰/۷۸۶**	-۰/۰۱٤	-	-۰/۰۱۱	۰/۱۵۱	۰/۵۲۹*	۰/۵۳۸*	۰/۵۹۱*	۰/۳۸۳	۰/۶۹۳**	۰/۷۸۸**
شاخص برداشت (X_2)	۰/۵۱۱*	۰/۷۳۲**	-۰/۶۳۱**	-	-۰/۲۹٤	۰/۵۱۳*	۰/٤۸٤	۰/۵۱۸*	۰/۳۲۰	-۰/۱۰٤	۰/۱۳۰
وزن هزار دانه (X_3)	-۰/۰۳۲	۰/۷۷٤**	۰/۰۱۷	۰/۶۱۰*	-	-۰/۲۲٤	-۰/۱۳۲	-۰/۲۲۵	-۰/۱۲۷	۰/۱۳٤	۰/۲۳۶
تعداد دانه در سنبله (X_4)	۰/۶۵۷**	-۰/٤۳۷	-۰/۲۵۱	-۰/۱۹۵	-۰/۵۹۰*	-	۰/۸۶۱**	۰/۹۰٤**	۰/۰۱۹	۰/۳۵۱	۰/٤۹۲
تعداد سنبلک در سنبله (X_5)	۰/۵۹۱*	-۰/٤۷۲	-۰/۱۱۷	-۰/۳۰۳	-۰/٤٤۲	۰/۶۵۳**	-	۰/۸۹۵**	۰/۱۳٤	۰/۳۹۵	۰/٤۵۷
تعداد گلچه در سنبلک (X_6)	۰/۶۷۹**	-۰/۳۰٤	-۰/٤۸۳	۰/۰۰۸	-۰/۲۷۱	۰/۷۱۵**	۰/۳۵۲	-	۰/۲۱۷	۰/۳۸۵	۰/٤۹۱
تعداد پنجه در متر مربع (X_7)	۰/٤٤۹	۰/۰۱۸	۰/۲۸۵	-۰/۱۷۸	-۰/۱۸۸	-۰/٤۰۸	-۰/۲۷۰	-۰/٤۶۵	-	۰/۲۳۹	۰/۱۹۹
ارتفاع گیاه (X_8)	۰/٤۹۹*	-۰/۱۱٤	۰/٤۰۹	-۰/۳۷۷	-۰/۱۳۷	۰/۰۱۷	۰/۰۶٤	-۰/۲۹۶	۰/۱۵۷	-	۰/۳۶۶
روز تا رسیدگی فیزیولوِیک (X_9)	**۰/۷۳۱****	-۰/۸۰۹**	۰/۰۳۲	-۰/۵۸۸*	-۰/۶۸۰**	۰/۶۳٤**	۰/۷۰۲**	۰/۳٤۳	-۰/۲۳۷	۰/۲۰۸	-

**و* : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

در شرایط مطلوب رطوبتی، تعداد دانه در سنبله همبستگی بالا و معنی‌داری ($r = ۰/۶۵۷^{**}$) را با عملکرد دانه داشت. و تا حدی وزن هر دانه مقدار ثابتی بود (جدول ۵). ولتاس و همکاران (۱۹۹۹) نیز وزن هزار دانه را نسبت به تعداد دانه در سنبله، جزء با ثبات‌تری از عملکرد در شرایط مطلوب رطوبتی معرفی کرده‌اند. همچنین، هی و والکر (۱۹۸۹) تغییر وزن هزار دانه در شرایط مطلوب را ناممکن دانسته‌اند. چون، هم از مقادیر کم آن به وسیله‌ی کاهش تعداد دانه پرهیز می‌شود و کمبود مواد پرورده ممکن است توسط جابجا شدن اندوخته‌ی ذخیره‌ای جبران شود، و هم اینکه، از مقادیر زیاد آن به وسیله‌ی محدودیت تامین مواد پرورده و یا گنجایش دانه در تجمع نشاسته، جلوگیری می‌شود. در شرایط تنش خشکی، عملکرد دانه همبستگی منفی و غیر معنی‌دار با تعداد دانه در سنبله نشان داد (جدول ۵). تعداد دانه در سنبله گیاه گندم در فاصله‌ی بین برجستگی دوگانه تا انتهای گلدهی بیشترین تاثیر را از تنش خشکی می‌پذیرد (گیونتا و همکاران، ۱۹۹۳). اما، چون در آزمایش حاضر تنش پس از مرحله‌ی گلدهی اعمال شد، تعداد دانه در سنبله در مقایسه با وزن هزار دانه کاهش شدیدی در ژنوتیپ‌ها نیافت (جدول ۵) و عملکرد بیشتر تحت تاثیر کاهش وزن هزار دانه قرار گرفت.

همبستگی بین عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده در شرایط مطلوب رطوبتی مثبت ($r = ۰/۷۸۶^{**}$) بود (جدول ۵). بنابراین، جهت دسترسی به عملکرد دانه‌ی بیشتر، انتخاب ژنوتیپ‌هایی با عملکرد زیست توده‌ی بیشتر مناسب خواهد بود. هی و والکر (۱۹۸۹) نیز گزارش کردند که افزایش مجموع ماده‌ی خشک تولیدی، ضمن نگهداری شاخص برداشت کنونی، محتمل‌ترین روش افزایش بیشتر عملکرد دانه در گندم است. اما، زمانی افزایش در عملکرد زیست‌توده گیاه گندم مفید خواهد بود که سهم اندام‌های اقتصادی آن (شاخص برداشت) نیز افزایش یابد (رینولدز و همکاران، ۲۰۰۹). در مقابل، همبستگی عملکرد دانه و عملکرد زیست‌توده در شرایط تنش، معنی دار نبود (جدول ۵).

شاخص برداشت همبستگی مثبت و معنی‌داری در شرایط مطلوب ($r = ۰/۵۱۱^{*}$) و تنش خشکی ($r = ۰/۷۳۲^{**}$) با عملکرد دانه نشان داد. مقایسه ارقام قدیمی و جدید و مسیر به نژادی غلات در طی صد سال گذشته نشان می‌دهد که، افزایش عملکرد اقتصادی بالقوه بر اثر بهبود شاخص برداشت بوده و اگر کل تولید ماده‌ی خشک را هم افزایش داده باشد، آن افزایش اندک بوده‌است (هی و والکر، ۱۹۸۹). البته شاخص برداشت غلات دارای سقفی است که توسط آستین و همکاران (آستین و همکاران، ۱۹۸۰) بین ۶۰ تا ۶۵ درصد تخمین زده شده‌است. از آنجا که این مقدار حد نهایی نظری است، به نظر نمی‌رسد افزایش عملکرد غلات به روش افزایش شاخص برداشت بتواند برای مدت طولانی تداوم داشته باشد و درآینده برنامه‌های به نژادی می‌بایستی بیشتر به سمت بهبود کل تولید ماده خشک، با حفظ شاخص برداشت زیاد کنونی باشد. هرچند، با توجه به مقادیر حداکثر شاخص برداشت در این آزمایش (۴۷ درصد) و مطالعات مشابه در ایران (محمدی و همکاران، ۱۳۹۰)، به نظر می‌رسد که هنوز فاصله‌ی بسیار زیادی تا سقف تئوری شاخص برداشت (۶۵-۶۲ درصد) در ایران وجود دارد و امکان انتخاب برای شاخص برداشت بیشتر در برنامه‌های به نژادی میسر است.

تجزیه رگرسیون خطی چندگانه:

جدول ۶ ضرایب رگرسیون و احتمال معنی‌داری صفات ارزیابی شده در پیش بینی عملکرد دانه‌ی گندم در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی پس از گلدهی را نشان می‌دهد. با توجه به نتایج بدست آمده، معادله‌ی پیشگویی عملکرد دانه‌ی گندم در هر دو شرایط رطوبتی به صورت زیر فرموله شد:

$$Y = -4293.083 + 0.250\,X_1 + 109.841\,X_2 - 5.909\,X_3 + 5.827\,X_4 - 33.298\,X_5 - 71.685\,X_6 - 0.503\,X_7 + 7.060\,X_8 + 20.607\,X_9$$ (شرایط مطلوب رطوبتی)

$$Y = 5996.653 + 0.312\,X_1 + 85.665\,X_2 - 15.583\,X_3 - 6.569\,X_4 + 42.513\,X_5 + 534.111\,X_6 - 0.386\,X_7 + 8.183\,X_8 - 77.665\,X_9$$ (شرایط تنش خشکی پس از گلدهی)

(Y: عملکرد دانه و X_1 تا X_9 : صفات مورد ارزیابی) معادله‌های بالا به ترتیب ۹۱/۵ و ۹۳/۱ درصد از تغییرات درون صفات مرتبط با عملکرد دانه در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی را توجیه می‌کنند و باقی تغییرات (۸/۵ و ۶/۹ درصد به ترتیب در شرایط مطلوب رطوبتی وتنش خشکی) ممکن است بواسطه ی اثرات باقی مانده باشد (جدول ۶). با توجه به آزمون t در شرایط مطلوب رطوبتی، شاخص برداشت در سطح احتمال $P = ۰/۰۳۳$ و عملکرد زیست توده در سطح احتمال $P = ۰/۰۷۹$ در عملکرد دانه مشارکت داشتند. همچنین، این آزمون نقش معنی‌دار این دو صفت در عملکرد دانه به ترتیب در سطح‌های احتمال $P = ۰/۰۴۵$ و $P = ۰/۰۲۵$ در شرایط تنش خشکی را نیز اثبات کرد (جدول ۶). اما، سایر صفات نقش معنی‌داری در عملکرد دانه ایفا نکردند (جدول ۶). بنابراین، با توجه با تجزیه رگرسیون خطی چندگانه، بر اهمیت این دو صفت در گزینش ارقام برای برنامه های اصلاحی آینده در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی پس از گلدهی تاکید می‌شود. بعلاوه، لیلا و الخطیب (لیلا و الخطیب، ۲۰۰۵) نیز با بررسی ژنوتیپ‌های گندم در

www.SID.ir

Archive of SID

شرایط تنش خشکی، این صفات را به عنوان صفات موثر بر عملکرد دانه معرفی کردند.

جدول ٦- ضریب رگرسیون (b)، اشتباه استاندارد (SE)، مقادیر t و احتمال معنی داری صفات در پیش بینی عملکرد دانه گندم (کیلوگرم در هکتار) در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی پس از گلدهی با استفاده از تجزیه رگرسیون خطی چندگانه

رژیم آبیاری	صفات	ضریب رگرسیون (b)	اشتباه استاندارد (SE)	مقدار t (T-Value)	احتمال معنی‌داری (Prob>|T|)
آبیاری مطلوب	عملکرد زیست توده (X_1)	۰/۲۵۰	۰/۱۱۸	۲/۱۱۵	۰/۰۷۹ ns
	شاخص برداشت (X_2)	۱۰۹/۸٤۷	۳۹/۸۳٦	۲/۷۵۷	۰/۰۳۳ *
	وزن هزار دانه (X_3)	-۵/۹۰۹	۲۲/۰۰۷	-۰/۲٦۹	۰/۷۹۷ ns
	تعداد دانه در سنبله (X_4)	۵/۸۲۷	۳۵/۳۷۰	۰/۱٦۵	۰/۸۷۵ ns
	تعداد سنبلک در سنبله (X_5)	-۳۳/۲۹۸	٤۰/۳۷۱	-۰/۸۲۵	۰/٤٤۱ ns
	تعداد گلچه در سنبلک (X_6)	-۷۱/٦۸۵	۵٤۵/۰۱۱	-۰/۱۳۲	۰/۹۰۰ ns
	تعداد پنجه در متر مربع (X_7)	-۰/۵۰۳	۱/۸۰۵	-۰/۲۷۹	۰/۷۹۰ ns
	ارتفاع گیاه (X_8)	۷/۰٦۰	۱۸/۰۱٤	۰/۳۹۲	۰/۷۰۹ ns
	روز تا رسیدگی فیزیولوِیک (X_9)	۲۰/٦۰۷	٤۷/۹۲۰	۰/٤۳۰	۰/٦۸۲ ns
تنش خشکی	عملکرد زیست توده (X_1)	۰/۳۱۲	۰/۱۲٤	۲/۵۲۳	۰/۰٤۵ *
	شاخص برداشت (X_2)	۸۵/٦٦۵	۲۸/۷۳۰	۲/۹۸۲	۰/۰۲۵ *
	وزن هزار دانه (X_3)	-۱۵/۵۸۳	۳۷/۱۰۷	-۰/٤۲۰	۰/٦۸۹ ns
	تعداد دانه در سنبله (X_4)	-٦/۵٦۹	۱۸/۱۲٦	-۰/۳٦۲	۰/۷۲۹ ns
	تعداد سنبلک در سنبله (X_5)	٤۲/۵۱۳	٤۳/۵٤۹	۰/۹۷٦	۰/۳٦۷ ns
	تعداد گلچه در سنبلک (X_6)	۵۳٤/۱۱۱	۷۱۵/۱۱۳	۰/۷٤۷	۰/٤۸۳ ns
	تعداد پنجه در متر مربع (X_7)	-۰/۳۸٦	۱/۰۳۳	-۰/۳۷٤	۰/۷۲۱ ns
	ارتفاع گیاه (X_8)	۸/۱۸۳	۸/۸۷۱	۰/۹۲۲	۰/۳۹۲ ns
	روز تا رسیدگی فیزیولوِیک (X_9)	-۷۷/٦٦۵	۳۸/۷۰۹	-۲/۰۰٦	۰/۰۹۲ ns
مطلوب رطوبتی :	Adjusted R^2 = ۰/۷۸۸	R^2 = ۰/۹۱۵	SE = ۱۸۸/۷۳۲	Y-intercept (a) = -٤۲۹۳/۰۸۳	
تنش خشکی :	Adjusted R^2 = ۰/۸۲۷	R^2 = ۰/۹۳۱	SE = ۱۳۵/۲۲۸	Y-intercept (a) = -۵۹۹٦/٦۵۳	

** و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد، ns: بدون اختلاف معنی‌دار.

جدول ۷- توزیع نسبی (ضریب تبیین جزئی و ضریب تبیین مدل) در پیش بینی عملکرد دانه‌ی گندم بوسیله‌ی تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط مختلف رطوبتی

رژیم آبیاری	گام	صفات وارد شده به مدل	ضریب تبیین جزئی	ضریب تبیین مدل	اشتباه استاندارد (SE)
آبیاری مطلوب	۱	عملکرد زیست توده (X_1)	۰/٦۱۸	۰/٦۱۸	۲٦۲/۰۷٤
	۲	شاخص برداشت (X_2)	۰/۲۷۰	۰/۸۸۸	۱٤۷/۱۲۹
تنش خشکی	۱	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (X_9)	۰/٦۵٤	۰/٦۵٤	۱۹۸/۱۱۸
	۲	شاخص برداشت (X_2)	۰/۱۰۰	۰/۷۵٤	۱۷۳/۱۳۵
	۳	عملکرد زیست توده (X_1)	۰/۱٤۹	۰/۹۰۳	۱۱۳/۱۸۹

تجزیه رگرسیون گام به گام

برای حذف اثر متغیرهای غیر موثر یا کم اثر و تعیین متغیرهای با ارزش بر متغیر تابع و همچنین تهیه‌ی بهترین مدل برای توجیه تغییرات آن، از رگرسیون گام به گام استفاده می‌شود. در این مطالعه، ۹ صفت مرتبط با عملکرد به عنوان متغیر مستقل و عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شد. بدیهی است که، صفاتی که

www.SID.ir

Archive of SID

سهم بیشتری در توجیه تغییرات متغیر تابع دارند و همبستگی بالاتری با آن نشان می‌دهند، زودتر وارد مدل می‌شوند. جدول ۷ صفات وارد شده به مدل و همچنین ضرایب تبیین جزئی و مدل را در هر دو شرایط رطوبتی نشان می‌دهد.

در شرایط مطلوب رطوبتی، عملکرد زیست توده اولین صفتی بود که وارد مدل شد و ۶۱/۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را تبیین نمود. در گام دوم صفت شاخص برداشت وارد مدل شد که این صفت نیز ۲۷ درصد از تغییرات در عملکرد دانه را توجیه نمود. در مجموع، این دو متغیر ۸۸/۸ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمودند. سایر صفات به علت مشارکت نسبی کم، وارد مدل نشدند. در شرایط تنش خشکی، در گام اول صفت تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک وارد مدل شد که ۶۵/۴ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه نمود. در گام دوم و سوم به ترتیب صفات شاخص برداشت و عملکرد زیست توده وارد مدل شدند که به ترتیب ۱۰ درصد و ۱۴/۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه را تبیین نمودند. در مجموع، این سه صفت ۹۰/۳ درصد از تغییرات در عملکرد دانه را توجیه کردند. جدول ۸ ضرایب رگرسیون برای متغیرهای پذیرفته شده را نشان می‌دهد. معادله‌های پیش بینی عملکرد دانه به صورت زیر فرموله شد:

شرایط مطلوب رطوبتی:

$$Y = -702.061 + 0.244\ X_1 + 90.983\ X_2$$

شرایط تنش خشکی:

$$Y = 5421.156 + 0.250\ X_1 + 74.413\ X_2 - 47.678\ X_9$$

در این مدل‌های رگرسیونی، عملکرد زیست توده و شاخص برداشت در هر دو شرایط وارد مدل شده و بهبود این دو صفت مهم به نظر می رسد (جدول ۸). سایر محققین (لیلا و الخطیب ۲۰۰۵؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۰) نیز نقش برجسته‌ی عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت را در هر دو شرایط مطلوب و تنش خشکی گزارش کردند.

در شرایط تنش خشکی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک تاثیر منفی در عملکرد دانه داشت (جدول ۸). به عبارت دیگر، در شرایط تنش خشکی ارقام زودرس‌تر عملکرد بیشتری داشتند. این نتیجه‌گیری به نظر منطقی است، زیرا، در ژنوتیپ‌های دیررس اثرات تنش خشکی انتهایی در مراحل پیشرفته‌تر رشد و نمو گیاه که تنش گرما نیز رخ می‌دهد، بیشترخواهد بود. از این رو، این تنش‌ها پنجه‌های ثانویه را تحت تاثیر بیشتر قرار می‌دهند و از پر شدن دانه‌های آنها از طریق کاهش دوره‌ی انتقال و تجمع نشاسته (دوره‌ی پر شدن دانه) ممانعت می‌کنند. بنابراین، ژنوتیپ‌هایی که بتوانند فرایند زندگی خود را قبل از رویارویی با تنش خشکی و گرمای شدید انتهایی به پایان ببرند (زودرس‌ها)، عملکرد دانه‌ی بیشتری خواهند داشت. برخی دیگر از پژوهشگران (سروپیان و پلانچون، ۱۹۸۴) نیز وجود همبستگی مثبت بین عملکرد دانه و زودرسی را در شرایط تنش خشکی تایید کردند.

با توجه به ضریب تبیین جزء عملکرد زیست توده در شرایط مطلوب (۰/۶۱۸) و تنش خشکی (۰/۱۴۹) (جدول ۷)، این صفت در شرایط تنش در مقایسه با شرایط مطلوب تاثیر مثبت کمتری داشته و فقط درصد کمی از تغییرات در عملکرد دانه را توجیه می‌کند. همچنین، با در نظر گرفتن عدم همبستگی معنی‌دار بین عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی (جدول ۵)، می توان نتیجه گرفت که افزایش عملکرد زیست توده نمی‌تواند تاثیر زیادی بر عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی داشته باشد. افیونی و همکاران (۱۳۹۴) نیز ارتباط معنی‌داری بین عملکرد زیست‌توده و عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی نیافتند. بنابراین، گزینش بر اساس این صفت در شرایط تنش بر خلاف شرایط نرمال، نمی‌تواند راهکاری برای اصلاح عملکرد گندم در آینده باشد.

جدول ۸- ضریب رگرسیون (b)، اشتباه استاندارد (SE)، مقدار t و سطح معنی‌داری برای متغیرهای پذیرفته شده در پیش بینی عملکرد دانه‌ی گندم بوسیله‌ی تجزیه رگرسیون گام به گام در شرایط مختلف رطوبتی

رژیم آبیاری	صفات	ضریب رگرسیون (b)	اشتباه استاندارد (SE)	مقدار t	احتمال معنی‌داری
آبیاری مطلوب	عملکرد زیست توده (X_1)	۰/۲۴۴	۰/۰۲۹	۸/۵۴۵	۰/۰۰۰**
	شاخص برداشت (X_2)	۹۰/۹۸۳	۱۶/۲۳۱	۵/۶۰۵	۰/ ۰۰۰**
تنش خشکی	روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (X_9)	-۴۷/۶۷۸	۲۳/۰۷۲	-۲/۰۶۶	۰/۰۶۱
	شاخص برداشت (X_2)	۷۴/۴۱۳	۱۳/۳۹۲	۵/۵۵۶	۰/ ۰۰۰**
	عملکرد زیست توده (X_1)	۰/۲۵۰	۰/۰۵۸	۴/۲۹۱	۰/ ۰۰۱**
مطلوب رطوبتی:	Adjusted R^2 = ۰/۸۷۱	R^2 = ۰/۸۸۸	SE = ۱۴۷/۱۲۸	Y-intercept (a) = -۷۰۲/۰۶۱	
تنش خشکی:	Adjusted R^2 = ۰/۸۷۹	R^2 = ۰/۹۰۳	SE = ۱۱۳/۱۸۸	Y-intercept (a) = ۵۴۲۱/۱۵۶	

**و *: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۹- تجزیه علیت صفات موثر بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی در دو سال زراعی

آبیاری	صفات	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم از طریق									همبستگی
			X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	X_6	X_7	X_8	X_9	کل
آبیاری مطلوب	عملکرد زیست توده (X_1)	۰/۸۱۲	–	-۰/۰۰۷	-۰/۰۰۶	۰/۰۳۶	-۰/۱۲۷	-۰/۰۳۰	-۰/۰۲٤	۰/۰۵۰	۰/۰۸۱	۰/۷۸٦**
	شاخص برداشت (X_2)	۰/٦۲۷	-۰/۰۰۹	-	۰/۰۱۱	۰/۰۳۵	-۰/۱۱٤	-۰/۰۲٦	-۰/۰۲۰	-۰/۰۰۸	۰/۰۱۳	۰/۵۱۱*
	وزن هزار دانه (X_3)	-۰/۰۳۹	۰/۱۲۳	-۰/۱۸٤	-	-۰/۰۱۵	۰/۰۳۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۸	۰/۰۱۰	۰/۰۲٤	-۰/۰۳۲
	تعداد دانه در سنبله (X_4)	۰/۰٦۸	۰/٤۳۰	۰/۳۲۲	۰/۰۰۹	-	-۰/۲۰۳	-۰/۰٤۵	۰/۰۰۱	۰/۰۲۵	۰/۰۵۱	۰/٦۵۷**
	تعداد سنبلک در سنبله (X_5)	-۰/۲۳۵	۰/٤۳۷	۰/۳۰٤	۰/۰۰۵	۰/۰۵۹	–	-۰/۰٤۵	-۰/۰۰۸	۰/۰۲۹	۰/۰٤۷	۰/۵۹۱*
	تعداد گلچه در سنبلک (X_6)	-۰/۰۵۰	۰/٤۸۰	۰/۳۲۵	۰/۰۰۹	۰/۰٦۲	-۰/۲۱۱	–	-۰/۰۱۳	۰/۰۲۸	۰/۰۵۱	۰/٦۷۹**
	تعداد پنجه در متر مربع (X_7)	-۰/۰٦۲	۰/۳۱۱	۰/۲۰۱	۰/۰۰۵	-۰/۰۰۱	-۰/۰۳۲	-۰/۰۱۱	–	۰/۰۱۷	۰/۰۲۰	۰/٤٤۹
	ارتفاع گیاه (X_8)	۰/۰۷۳	۰/۵٦۲	-۰/۰٦۵	-۰/۰۰۵	۰/۰۲٤	-۰/۰۹۳	-۰/۰۱۹	-۰/۰۱۵	–	۰/۰۳۸	۰/٤۹۹*
	روز تا رسیدگی فیزیولوِیک (X_9)	۰/۱۰۳	۰/٦٤۰	۰/۰۸۲	-۰/۰۰۹	۰/۰۳۳	-۰/۱۰۸	-۰/۰۲۵	-۰/۰۱۲	۰/۰۲۷	–	۰/۷۳۱**
تنش خشکی	عملکرد زیست توده (X_1)	۰/۷۳۷	–	-۰/٦۸۵	-۰/۰۰۲	۰/۰۳۱	-۰/۰۲۱	-۰/۰۹۱	-۰/۰۱۸	۰/۰۵۱	-۰/۰۱٤	-۰/۰۱٤
	شاخص برداشت (X_2)	۱/۰۸٦	-۰/٤٦۵	–	-۰/۰۸۵	۰/۰۲٤	-۰/۰۵۵	۰/۰۰۲	۰/۰۱۱	-۰/۰٤۷	۰/۲٦۱	۰/۷۳۲**
	وزن هزار دانه (X_3)	-۰/۱۳۹	۰/۰۱۳	۰/٦٦۳	–	۰/۰۷۳	-۰/۰۸۱	-۰/۰۵۱	۰/۰۱۲	-۰/۰۱۷	۰/۳۰۲	۰/۷۷٤**
	تعداد دانه در سنبله (X_4)	-۰/۱۲٤	-۰/۱۸۵	-۰/۲۱۲	۰/۰۸۲	–	۰/۱۱۹	۰/۱۳۵	۰/۰۲٦	۰/۰۰۲	-۰/۲۸۲	-۰/٤۳۷
	تعداد سنبلک در سنبله (X_5)	۰/۱۸۲	-۰/۰۸٦	-۰/۳۲۹	۰/۰٦۲	-۰/۰۸۱	–	۰/۰٦۷	۰/۰۱۷	۰/۰۰۸	-۰/۳۱۲	-۰/٤۷۲
	تعداد گلچه در سنبلک (X_6)	۰/۱۸۹	-۰/۳۵٦	۰/۰۰۹	۰/۰۳۸	-۰/۰۸۸	۰/۰٦٤	–	۰/۰۳۰	-۰/۰۳۷	-۰/۱۵۳	-۰/۳۰٤
	تعداد پنجه در متر مربع (X_7)	-۰/۰٦٤	۰/۲۱۰	-۰/۱۹۳	۰/۰۲٦	۰/۰۵۰	-۰/۰٤۹	-۰/۰۸۸	–	۰/۰۲۰	۰/۱۰۵	۰/۰۱۸
	ارتفاع گیاه (X_8)	۰/۱۲۵	۰/۳۰۱	-۰/٤۱۰	۰/۰۱۹	-۰/۰۰۲	۰/۰۱۲	-۰/۰۵٦	-۰/۰۱۰	–	-۰/۰۹۳	-۰/۱۱٤
	روز تا رسیدگی فیزیولوِیک (X_9)	-۰/٤٤۵	۰/۰۲٤	-۰/٦۳۸	۰/۰۹۵	-۰/۰۷۸	۰/۱۲۸	۰/۰٦۵	۰/۰۱۵	۰/۰۲٦	–	-۰/۸۰۹**

اثر باقی مانده در شرایط آبیاری مطلوب و تنش خشکی به ترتیب ۰/۲۹۱ و ۰/۲٦۳ بود.

**و* : به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد.

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه مسیر

به منظور تبیین روابط علی بین صفات موثر بر عملکرد دانه در شرایط مطلوب و تنش، ضرایب همبستگی به‌وسیله‌ی روش تجزیه‌ی مسیر به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تخصیص یافت. نتایج تجزیه‌ی مسیر نشان داد که عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت به ترتیب دارای بالاترین اثر مثبت (۰/۸۱۲ و ۰/۶۲۷) بر عملکرد دانه در شرایط مطلوب رطوبتی بودند (جدول ۹). همچنین، در شرایط تنش نیز به ترتیب شاخص برداشت و عملکرد زیست توده بالاترین اثر مثبت (۱/۰۸۶ و ۰/۷۳۷) را بر عملکرد دانه نشان دادند (جدول ۹). جالب توجه است که این روش آماری نیز نقش شاخص برداشت در عملکرد دانه را برجسته‌تر از عملکرد زیست‌توده در شرایط تنش در مقایسه با شرایط مطلوب، نشان می‌دهد. یا به عبارتی ژنوتیپ‌هایی که در این شرایط بوسیله‌ی مکانیسم‌هایی مانند انتقال مجدد یا زودرسی درصد بیشتری از مواد فتوسنتزی را به سنبله‌ها اختصاص می‌دهند (شاخص برداشت بالاتر)، عملکرد دانه‌ی بیشتری خواهند داشت. محمدی و همکاران (۱۳۹۰) نیز نقش بیشتر شاخص برداشت نسبت به عملکرد زیست‌توده را در عملکرد دانه در شرایط تنش خشکی گزارش کردند. در شرایط تنش خشکی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک نیز دارای اثر قابل توجه منفی مستقیم (۰/٤٤٥-) بر عملکرد دانه بود (جدول ۹). ون جینکل و همکاران (۱۹۹۸) نیز ارتباط بین عملکرد دانه و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک را در شرایط تنش منفی گزارش کردند.

در شرایط مطلوب رطوبتی، بالاترین اثر غیر مستقیم در صفات تعداد دانه در سنبله (۰/٤۳۰)، تعداد سنبلچه در سنبله (۰/٤۳۷)، تعداد گلچه در سنبلچه (۰/٤۸۰)، ارتفاع بوته (۰/٥٦۲) و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (۰/٦٤۰) بدست آمد، که همگی از طریق تاثیر مثبت بر عملکرد زیست‌توده، باعث افزایش عملکرد دانه شدند (جدول ۹). در شرایط تنش خشکی، بیشترین اثر غیر مستقیم در صفات عملکرد زیست توده (۰/٦۸٥-)، شاخص برداشت (۰/٤٦٥-)، وزن هزار دانه (۰/٦٦۳)، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک (۰/٦۳۸-) و ارتفاع بوته (۰/٤۱۰-) مشاهده شد. که عملکرد زیست‌توده، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و ارتفاع بوته از طریق شاخص برداشت، عملکرد دانه را کاهش دادند. همچنین، شاخص برداشت نیز از طریق عملکرد زیست‌توده بر عملکرد دانه تاثیر منفی داشت. اما، وزن هزار دانه از طریق افزایش شاخص برداشت عملکرد دانه را افزایش داد.

با توجه به نتایج بدست آمده از تجزیه‌ی مسیر، به نظر می‌رسد که در شرایط آبیاری مطلوب، عملکرد زیست‌توده که دارای بیشترین تاثیر مستقیم بر عملکرد دانه بوده و سایر صفات (تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و تعداد گلچه در سنبلچه) نیز از طریق آن باعث افزایش عملکرد دانه شده‌اند، به عنوان مهمترین صفت معرفی می‌شود و پس از آن شاخص برداشت با بیشترین تاثیر مستقیم بر عملکرد دانه قرار دارد (جدول ۹). در شرایط تنش خشکی، شاخص برداشت به عنوان مناسبترین صفت تاثیر گذار بر عملکرد دانه انتخاب می‌شود. زیرا، این صفت دارای بیشترین تاثیر مستقیم بر عملکرد دانه بوده و وزن هزار دانه و تعداد روز تا رسیدگی از طریق آن عملکرد دانه را به ترتیب افزایش و کاهش دادند. همچنین، عملکرد زیست‌توده از طریق آن عملکرد دانه را کاهش داد. در مرحله‌ی دوم، عملکرد زیست‌توده دومین صفتی بود که تاثیر مستقیم و مثبت بالایی بر عملکرد دانه داشت و شاخص برداشت نیز از طریق آن عملکرد دانه را کاست. در نهایت، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک با تاثیر گذاری مستقیم و منفی بالا بر عملکرد به عنوان سومین صفت معرفی می‌شود (جدول ۹).

به طور کلی، روشهای مختلف آماری استفاده شده در این آزمایش نشان داد که در شرایط مطلوب رطوبتی عملکرد زیست‌توده و شاخص برداشت مهمترین متغیرهای اثرگذار بر عملکرد دانه بودند. اما، در شرایط تنش خشکی علاوه بر این صفات، صفت زودرسی نیز به عنوان دیگر صفت مهم تاثیر گذار بر عملکرد وارد شد (جدول ۱۰).

نتیجه‌گیری

صفت شاخص برداشت و عملکرد زیست‌توده به عنوان مناسبترین صفات موثر در عملکرد دانه برای برنامه‌های به نژادی در مناطق جنوبی کشور در هر دو شرایط رطوبتی پیشنهاد می‌گردد. البته تاثیر این دو صفت در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی یکسان نبود. عملکرد زیست‌توده در شرایط مطلوب رطوبتی در مقایسه با شرایط تنش نقش بیشتری در عملکرد دانه داشت و در شرایط تنش خشکی نقش شاخص برداشت برجسته‌تر از عملکرد زیست توده بود. به عبارت دیگر، به نژادگران برای بهبود عملکرد دانه در واحد سطح در شرایط گرم و خشک جنوب کشور که همواره دوره‌ی پر شدن دانه با تنش خشکی روبرو است، باید ژنوتیپ‌هایی را انتخاب کنند که دارای شاخص برداشت بالا بوده و زودرس هستند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۰- مهمترین صفات اثر گذار بر عملکرد دانه‌ی گندم که با روش‌های مختلف آماری در شرایط مطلوب رطوبتی و تنش خشکی پس از گلدهی در دو سال زراعی تعیین شده‌است

رژیم آبیاری	صفات	همبستگی ساده	رگرسیون خطی چند گانه	رگرسیون گام به گام	تجزیه علیت
مطلوب رطوبتی	عملکرد زیست توده (X_1)	√	√	√	√
	شاخص برداشت (X_2)	√	√	√	√
	وزن هزار دانه (X_3)				
	تعداد دانه در سنبله (X_4)	√			
	تعداد سنبلک در سنبله (X_5)	√			
	تعداد گلچه در سنبلک (X_6)	√			
	تعداد پنجه در متر مربع (X_7)				
	ارتفاع گیاه (X_8)				
	روز تا رسیدگی فیزیولوِیک (X_9)	√			
تنش خشکی	عملکرد زیست توده (X_1)		√	√	√
	شاخص برداشت (X_2)	√	√	√	√
	وزن هزار دانه (X_3)	√			
	تعداد دانه در سنبله (X_4)				
	تعداد سنبلک در سنبله (X_5)				
	تعداد گلچه در سنبلک (X_6)				
	تعداد پنجه در متر مربع (X_7)				
	ارتفاع گیاه (X_8)				
	روز تا رسیدگی فیزیولوِیک (X_9)	√		√	√

منابع

افیونی، د.، ا. اله دادی، غ. اکبری و گ. نجفیان. ۱۳۹٤. بررسی تحمل ژنوتیپ‌های گندم (*Triticum aestivum* L.) به تنش خشکی انتهای فصل بر اساس برخی صفات زراعی. مجله علمی پژوهشی خشکبوم. جلد ۵، شماره ۱: ۱٦-۱.

امام، ی. ۱۳۹۰. زراعت غلات. چاپ چهارم. انتشارات دانشگاه شیراز. شیراز. ۱۹۰ صفحه.

دستفال، م.، و. براتی، ی. امام، ح. حقیقت نیا و م. رمضان پور. ۱۳۹۰. ارزیابی عملکرد دانه و اجزای آن در ژنوتیپ‌های گندم در شرایط تنش خشکی انتهای فصل در منطقه داراب. مجله به زراعی نهال و بذر. جلد ۲۷، شماره۲: ۲۱۷-۱۹۵.

محمدی، ح.، ع. احمدی، ف. مرادی، ع. عباسی، ک. پوستینی، م. جودی و فواد فاتحی. ۱۳۹۰. ارزیابی صفات مهم برای بهبود عملکرد گندم تحت تنش خشکی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. جلد ٤۲، شماره ۲: ۳۸۵-۳۷۳.

Austin, R. B., J. Bingham, R. D. Blackwell, L. T. Evans, M. A. Ford, C. L. Morgan and M. Taylor. 1980. Genetic improvements in winter wheat yields since 1900 and associated physiological changes. J. Agri. Sci. 94:675-689.

Bano, S., A. A. Kaleri, R. Keerio, Sh. Memon, R. R. Kaleri, R. Akram, A. L. Laghari, I. A. Chandio and S. Nazeer. 2017. Analysis of correlation and regression among M2 wheat mutant population for yield and its associated traits. J. Basic & App. Sci. 13:522-526.

Bhutto, A. H., A. A. Rajpar, Sh. A. Kalhoro, A. Ali, F. A. Kalhoro, M. Ahmed, S. Raza, N. A. Kalhoro. 2016. Correlation and regression analysis for yield traits in wheat (Triticum aestivum L.) genotypes. Natural Sci. 8: 96-104.

www.SID.ir

Archive of SID

Garcia del Moral, L. F., J. M. Ramos, M. B. Garcia del Moral and M. P. Jim Acnez-Tejada. 1991. Ontogenetic approach to grain production in spring barley based on path-coefficient analysis. Crop Sci. 31:1179-1185.

Giunta, F., R. Motzo and M. Deidda. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. Field Crops Res. 33:399-409.

Gonzalez, A., I. Martin and L. Ayerbe. 2007. Response of barley genotypes to terminal soil moisture stress: phenology, growth and yield. Aust. J. of Agri. Res. 58:29-37.

Hay, R.K.M. and A.J. Walker. 1989. An Introduction to the Physiology of Crop Yield. Longman Scientific and Technical. Harlow, England.

Leilah, A. A. and S. A. Al-Khateeb. 2005. Statistical analysis of wheat yield under drought conditions. J. Arid Environ. 61:483-496.

Ludlow, M. M. and R. C. Muchow. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water-limited environments. Adv. in Agron. 43:107-153.

Reynolds, M., J. Foulkes, G. A. Slafer, P. Berry, M. A. J. Parry, J. W. Snape and W. J. Angus. 2009. Raising yield potential in wheat. J. Exp. Bot. 68:183-190.

Seropian, C. and C. Planchon. 1984. Physiological responses of six bread wheat and durum wheat genotypes to water stress. Euphytica. 33:757-767.

Sinebo, W. 2002. Yield relationships of barleys grown in a tropical highland environment. Crop Sci. 42: 428 – 437.

Turner, N. C. 1997. Further progress in crop water relations. Adv. in Agron. 58: 293-338.

Van Ginkel, M., D. S. Calhoun, G. Gebeyehu, A. Miranda, C. Tian-you, R. Pargas Lara, R. M. Trethwan, K. Sayre, J. Crossa, and S. Rajaram. 1998. Plant traits related to yield of wheat in early, late, and continuous drought conditions. pp. 167-179, In: H.J. Braun, F. Altay, W.E. Koronstad, S.P.S. Beniwal, A. McNab (eds.), Wheat: Prospects for global improvement. Kluwer Publishers, Netherlands.

Voltas, J., F.A. Van Eeuwijk, A. Sombrero, A. Lafarga, E. Igarua and I. Romagosa. 1999. Integrating statistical and eco-physiological analyses of genotype by environment interaction for grain filling of barley. I. individual grain weight. Field Crops Res. 62:63-74.

Zadocks, J.C., T.T. Chang and C.F. Konzak. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals of cereals. Weed Res. 14:11-16.

www.SID.ir

Archive of SID

Determination the most suitable effective traits on grain yield of bread wheat genotypes under normal and drought conditions in Darab region, Fars Province

V. Barati[1], E. Bijanzadeh[2], R. Naderi[2]

Received: 2017-5-29 Accepted: 2018-2-24

Abstract

Drought stress is the most limiting factor for producing wheat grain yield, especially in the southern Iran. In order to recognize the most influential appropriate agronomic traits on grain yield of promising wheat genotypes (16 line) under normal irrigation and drought stress conditions, this study was arranged by split-plot design with three replicates at Darab, Fars province in 2012-2013 and 2013-2014. Drought stress was started after anthesis and continued to physiological maturity. Days to physiological maturity was counted during growing seasons. At the end of growing seasons, 1000-kernal weight, grain no. per spike, spikelet no. per spike, floret no. per spikelet, tiller no. per unit area, crop height, grain yield, above ground biological yield (BY) and harvest index (HI) were measured. Four statistical methods including simple correlation, multiple linear regression, stepwise regression and path analysis were used for determined the relationship between the above mentioned traits and grain yield under the two irrigation treatments. Results showed that the highest grain yield (8418 kg ha-1) and biological yield (20846 kg ha-1) was belonged to genotype number 2 (Bow"s"/Cm 34798/3/snb…). However, the lowest reduction of grain yield (24.9%) and biological yield (21.6%) by drought stress was achieved in genotypes number 1 (local check: Chamran) and 16 (Chen/E\Aegilops Squarrosa (Taus)//Bcn/3/Vee#7…), respectively. The BY (18304 kg ha^{-1}) and HI (42.4%) for normal irrigation, and for drought condition, days to physiological maturity (146 days), BY (12824 kg ha^{-1}) and HI (40.4%) were the most important influential traits on yield (7616 kg ha^{-1} and 4673 kg ha^{-1} for normal and drought conditions, respectively). Based on the most statistical analysis, the BY role on grain yield was lower at drought condition than normal irrigation. Also, improving grain yield was attributed to HI under drought condition.

Key words: Multiple liner regression, path analysis, simple correlation, stepwise regression.

1- Assistant Professor, Department of Agrotechnology, Darab College of Agriculture and Natural Resources, Shiraz University, Shiraz, Iran
2- Associated Professor, Department of Agrotechnology, Darab College of Agriculture and Natural Resources, Shiraz University, Shiraz, Iran

www.SID.ir