تحلیل ضرایب هم بستگی بین عملکرد دانه و سایر اجزای آن در ژنوتیپ های پیشرفته جو (*Hordeum vulgar* L.) در شرایط تنش رطوبتی

امیر محمد مهدوی *[۱]، امیر حسین گرجی[۲] و مسعود رفیعی[۳]

۱) دانش آموخته کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، بروجرد، ایران.
۲) استادیار دانشگاه آزاد اسلامی، واحد بروجرد، گروه زراعت و اصلاح نباتات، بروجرد، ایران.
۳) استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خرم آباد، ایران.

این مقاله به پایان نامه کارشناسی ارشد مرتبط است.

* **نویسنده مسئول مکاتبات:** Amir.mahdavi1982@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۴/۱۶ **تاریخ پذیرش: ۹۱/۰۷/۰۹**

Archive of SID

چکیده

به منظور بررسی ارتباط بین عملکرد دانه با اجزای آن، تجزیه هم بستگی و پی بردن به آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات مختلف موٌثر بر عملکرد در دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی، آزمایشی در سال زراعی ۸۹-۸۸ بر روی۲۰ لاین و ژنوتیپ پیشرفته جو در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی در ۳ تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد انجام شد. بررسی ضرایب هم بستگی نشان داد تحت شرایط آبیاری نرمال صفت وزن هزاردانه بیشترین میزان هم بستگی با عملکرد دانه را داشت r=۰/۸۵ در صورتیکه تحت شرایط تنش رطوبتی صفت شاخص برداشت بیشترین میزان هم بستگی با عملکرد دانه را به خود اختصاص داد r=۰/۶۵ . نتایج تجزیه علیت بین عملکرد دانه با سایر صفات مورد مطالعه نشان داد که تحت شرایط عادی وزن هزاردانه بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد داشت (۰/۶۹) و پس از آن دو صفت شاخص برداشت و طول سنبله قرار گرفتند که اثرات غیر مستقیم این دو صفت از طریق یکدیگر بر عملکرد منفی و ناچیز بود. در شرایط تنش خشکی دو صفت شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک دارای بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد بودند. محتوی آب نسبی بطور غیر مستقیم از طریق شاخص برداشت تاثیر زیادی بر عملکرد داشت. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از ضرایب هم بستگی و تجزیه علیت در صورت وجود محدودیت آبی می توان از طریق صفات شاخص برداشت، محتوی آب نسبی و عملکرد بیولوژیک جهت اصلاح عملکرد اقدام نمود.

واژه های کلیدی : جو، تنش خشکی، صفات مورفوفیزیولوژیک.

www.SID.ir

مقدمه

جو یکی از مهمترین غلات قدیمی بوده که در مناطق معتدله جهان بصورت فراوان کشت می شود. این گیاه دارای فصل رشد کوتاه و عملکرد بالقوه بالایی بوده که در محیط های متنوع و وسیعی از زمین های کشاورزی قابل کشت می باشد. سطح زیر کشت این گیاه ارزشمند در ایران پس از گندم در مرتبه دوم بوده و در طیف اکولوژیکی وسیع تری نسبت به سایر غلات قابل کشت است (Anonymous, 2005).

به نظر می رسد تولید و معرفی ارقام پرمحصول و متحمل به خشکی آخر فصل و نیز ارقام زودرس در محصولات زراعی (در مناطق سرد و سرد معتدل که از اقلیم های متداول کشت غلات کشور هستند) یکی از راهکارهـای موثری است که در تلفیق با سایر روشهای مدیریت کم آبی می تواند تاثیر این پدیده را به حـداقل برساند (ویسی مال امیری و همکاران، ۱۳۸۹).

از سوی دیگر از حدود ۱۸/۵ میلیون هکتـار از اراضی کشاورزی، ۶/۲ میلیون هکتـار (۳۳/۵٪) به کشت دیـم اختصاص دارد و تنها حـدود ۱/۲ میلیون هکتـار از اراضی زیر کشت دیـم، بارنـدگی بیش از ۴۰۰ میلیمتـر را دریافت می کنند (حیدری شریف آباد، ۱۳۸۸). بنابراین اصلاح ارقـام پیشرفته و مقـاوم برای مناطق خشک و نیمه خشک امری ضروری بشمار می رود (گل پرور، ۱۳۷۹). از طرفی ارزیابی ارقام در شرایط تنش و بدون تنش می تواند کاربرد زیادی در بررسی اثرات تنش ها داشته باشد (روستایی و همکاران، ۱۳۸۲).

به عقیده اصلاح کنندگان و فیزیولوژیست های گیاهی، بازدهی بیشتر در ارقام سازگار و برتر در مواجه با تنش خشکی، بایستی صفاتی را که تحت شرایط کم آبی در افزایش عملکرد دانه مؤثرند شناسایی و علاوه بر عملکرد دانه به عنوان معیارهای انتخاب مورد استفاده قرار داد (Fischerr and Maurer, 1979). خشکی یک اصطلاح مطلق و دقیق نیست بلکه اصطلاحی قیاسی است. رایج ترین تعریف برای خشکی در کشاورزی توسط Edmeads و همکاران (۱۹۸۹) مطرح شده است. آنها معتقد بودند که رطوبت یا تنش رطوبتی هنگامی افزایش می یابد که تقاضای تبخیر اتمسفر بالای برگـها یعنی تبخیر و تعـرق پتانسیل از ظرفیت و توانایی ریشه ها برای استخراج آب از خاک، یعنی تبخیر و تعرق واقعی بیشتر شود. Gavazzi و همکاران (۱۹۹۷) پر کاربـرد ترین شاخص برای شناسایی ارقـام سازگـار به محیط های پر تنش را ارزیابی عملکـرد دانـه می دانند. ولی عملکرد دانه به علت وراثت پذیری پایین، اثر متقابل بالای محیط در ژنوتیپ و هزینه بر بودن ارزیابی آن معیار مناسبی برای انتخاب نیست در حالی که با بررسی جنبه های فیزیولـوژیک صفت عملکـرد دانه، شناخت عوامل محـدود کننده عملکـرد در سطـح فیزیولـوژیک و بررسی ارتبـاط آنها با مقاومت به خشکی می توان به ابزارهـای مناسب فیزیولـوژیک جهت گـزینش و اصـلاح گیاهـان زراعـی دست یافت (Araus *et al*., 2002). اساسا عملکـرد دانـه صفت پیچیده ای است که توسط صفات فنولوژیکی، مـورفولوژیکی و فیزیولوژیکی مختلفی کنترل می شود (Sinabo, 2002). بنابراین کنترل ژنتیکی عملکرد به طور

Archive of SID

www.SID.ir

غیر مستقیم تحت تأثیر صفاتی است که با عملکرد هم بستگی دارند و در واقع شناخت هم بستگی بین عملکرد و اجزای آن و یافتن نوع روابط بین آنها می تواند باعث افزایش عملکرد گردد (Torrest *et al*., 2004). از طرفی عملکرد دانه یک ژنوتیپ در هر محیط در واقع شامل اثر اصلی ژنوتیپ، محیط و اثر متقابل ژنوتیپ × محیط است (Yang and Kang, 2003).

اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بیانگرتغییرات عملکـرد است که به تنهایی توسط ژنوتیپ یا محیط قابل توجیه نیست (Yan and Hunt, 2001). اثر متقابل ژنوتیپ و محیط هم بستگی اثر ژنوتیپی و فنوتیپی را کاهش داده و پیشرفت گزینش ژنوتیپ ها به ویژه در شرایط دیم که که همراه با تنش های خشکی و گرما است را کاهش می دهد. معمولا ارقام اصلاح شده حاصل گزینش هم زمان و یا غیر هم زمان برای چندین صفت هستند بدیهی است که ارزش اقتصادی یک رقم به صفات مختلف آن بستگی دارد. بنابراین چگونگی اعمال انتخاب برای چندین صفت به منظور حصول حداکثر ارزش اقتصادی همیشه مورد نظر به نژادگران بوده است. البته در مورد صفاتی که از لحاظ اقتصادی حائز اهمیت هستند، عدم وجود تنوع ژنتیکی باعث عدم کارایی روشهای اصـلاح نباتات شده و اتخـاذ هر روش اصـلاحی جهت بهبود این صفات غیر مـوثر می باشد (محمدی و همکاران،۱۳۸۰) چرا که عدم وجود تنوع ژنتیکی کافی برای یک صفت در یک مجموعه ژرم پلاسم به معنای تثبیت و عدم پیشرفت آن می باشد.

کرمی و همکاران (۱۳۸۴) با بررسی ۲۷ ژنوتیپ جو در شرایط تنش خشکی و غیر تنش نشان دادند که خصوصیاتی از قبیل عملکرد بیولوژیک، متوسط تعداد دانه در سنبله، عملکرد کاه و کلش و شاخص برداشت را می توان به عنوان شاخص هایی برای انتخاب ارقامی با عملکرد بالا در هر دو شرایط را پیشنهاد کرد.

ارشد و همکاران (۱۳۹۰) اظهار داشتند ژنوتیپی بسیار پایدار یا سازگار است که میانگین عملکرد بالایی داشته باشد ولی نوسان توانایی تولید عملکرد آن در محیط های مختلف خیلی پایین باشد. Gaspar و همکاران (۱۹۹۳) در آزمایشی روی دو رقم جو دو ردیفه نتیجه گرفتند که ارتفاع و ظرفیت پنجه زنی گیاه در شرایط تنش کاهش می یابد. بیشترین میزان کاهش مربوط به صفات تعداد دانه در سنبله، عملکرد و وزن هـزار دانه بودند. معمولا تعیین هم بستگی بین صفات مختلف به بهنژادگر این فرصت را می دهد که مناسب ترین ترکیب اجزاء را که منتهی به عملکرد بالاتر می شود انتخاب نماید. اما در این مطالعات انتخاب بر اساس هم بستگی های ساده نمی تواند نتایج مطلوبی داشته باشد زیرا عیب عمده این روش در آن است که تغییرات یک متغیر با متغیر دیگر بدون محاسبه اثرات متغیرهای موجود انجام می شود لذا ضروری است که اثرات مستقیم و غیر مستقیم صفات مؤثر بر عملکرد نیز مشخص گردند که برای نیل به این هدف روش تجزیه علیت (مسیر) از اهمییت ویژه ای برخوردار است. در این روش ضریب هم بستگی بین صفات به اجزایی که اثرات مستقیم و غیر مستقیم را اندازه گیری می کنند تفکیک می گردد (فرشادفر، ۱۳۸۲). بعد از شناسایی صفات مهم و انتخاب آنها به عنوان عوامل مهم تأثیر گذار بر مقاومت به

Archive of SID

www.SID.ir

خشکی و عملکرد دانه، اطلاع از تنوع آنها در جمعیت، چگونگی کنترل ژنتیکی آنها و تعیین توارث پذیری این صفات، مهمترین کاری است که بایستی توسط اصلاح گر صورت گیرد. البته شناسایی این صفات و تعیین میزان تأثیر آنها بر عملکرد نهایی گیاه بسیار مشکل و پیچیده بوده و نیاز به پـژوهش های گسترده تـری در زمینه فیزیولوژی گیاهـی به خصوص در سطـح مـولکولی دارد (Rosielle and Hamblin, 1981).

با توجه به اهمیت انتخاب و اصلاح برای مقاومت به تنش خشکی، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی تجزیه و تحلیل ضرایب هم بستگی بین عملکرد دانه و اجزای آن و پی بردن به آثار مستقیم و غیر مستقیم صفات مختلف مؤثر بر عملکرد از طریق تجزیه علیت، تحت دو شرایط آبیاری نرمال و تنش خشکی در لاینها و ژنوتیپ های پیشرفته جو صورت گرفت. از طرفی با مطالعه و بررسی وجود هم بستگی بین صفات کم اهمیت و صفات با اهمیت می توان به گزینش غیر مستقیم برای صفات مهم، از طریق صفات کم اهمیت که بعضا دارای شرایط اندازه گیری آسانتری است اقدام نمود.

مواد ها و روش ها

مواد گیا هی مورد استفاده در این پژوهش شامل ۲۰ لاین و ژنوتیپ پیشرفته جو بوده که از موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر شهرستان کرج جمع آوری شده اند. ژنوتیپ های دارای پیشوند MB مربوط به مناطق معتدل و ژنوتیپ های دارای پیشوند CB از مناطق سرد کشور جمع آوری شده اند (جدول ۱).

جدول ۱: ژنوتیپ های مورد استفاده

۱.	MB-80-9	۱۱.	CB-83-15
۲.	CB-81-13	۱۲.	MB-82-14
۳.	MB-80-16	۱۳.	CB-79-10
۴.	CB-84-18	۱۴.	MB-82-4
۵.	MB-82-12	۱۵.	CB-82-11
۶.	CB-83-17	۱۶.	MB-79-7
۷.	MB-79-4	۱۷.	MB-79-15
۸.	MB-81-4	۱۸.	MB-80-7
۹.	BAHMAN	۱۹.	CB-84-10
۱۰.	CB-80-13	۲۰.	MB-81-8

پژوهش حاضر به صورت دو آزمایش مجزا تحت دو شرایط آبیاری نرمال و تنش رطوبتی با نقشه های مشابه در سال زراعی ۸۹-۱۳۸۸ و در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجـرد واقـع در استان لرستان اجرا گردید. ارتفاع منطقه مورد آزمایش از سطح دریا ۱۴۹۷ متر و بر طبق تقسیم بندی آب و هوایی کوپن دارای اقلیم مدیترانـه ای سرد نیمه خشک بوده و مشخصات جغـرافیـایی آن به ترتیب $45',48^0$ طول شرقی $53',33^0$ عرض شمـالی می باشد. بافت خاک محل اجرای طرح، شنی و

Archive of SID

www.SID.ir

دارای ۱۱٪ رس، ۱۴٪ سیلت و ۷۵٪ شن می باشد. میانگین بارندگی و دمای سالیانه به ترتیب ۱۲۰/۴ میلی متر و ۱۱/۲ درجه سانتی گراد بود. بذور ژنوتیپ های مورد بررسی پس از تهیه زمین در اواخر آبان ماه سال ۸۸ کشت شدند. هر آزمایش دارای ۳ تکرار بود و ژنوتیپ ها بر اساس طرح بلوک های کامل تصادفی در کرتهایی ۴ ردیفه به طول ۲ متر و فاصله ردیف ۲۰ سانتی متر مورد کاشت قرار گرفتند. در هر دو شرایط آزمایش پس از کاشت به منظور جوانه زنی و استقرار گیاهچه، آبیاری صورت گرفت. دو آزمایش از نظر نقشه کاشت و صفات اندازه گیری شده کاملا مشابه بودند، تنها تفاوت آنها در این بود که تحت شرایط آبیاری نرمال به صورت مرتب هر هفته مشابه کشت های مرسوم منطقه عمل آبیاری انجام می شد (در این شرایط آبیاری بر اساس هر ۸ روز یکبار تا انتهای فصل رشد ادامه یافت) ولی تحت شرایط تنش رطوبتی تا پایان دوره رشد و رسیدن کامل عمل آبیاری صورت نگرفت (فقط آبیاری اولیه جهت جوانه زنی و استقرار گیاهچه صورت گرفت). کلیه عملیات زراعی کاشت، داشت و برداشت غیر از آبیاری، کاملا برای هر دو آزمایش مشابه بود. در حین فصل رشد سه صفت فنولوژیکی سطح برگ پرچم، تاریخ ۵۰٪ گلدهی و تاریخ رسیدن بر حسب تعداد روز از زمان کاشت یادداشت برداری شدند. پس از رسیدن کامل ژنوتیپ هادر تیر ماه ۸۹ ، از هر کـدام ۵ بوته بصورت تصـادفـی از وسط خطوط انتخاب شد. در هنگام برداشت صفات عملکـرد دانـه ، عملکـرد بیولوژیک، شاخص برداشت، وزن هـزار دانـه، ، تعداد دانه در سنبله ، تعداد سنبلچه بارور، طول ریشک، طول سنبله، طول اکستروژن و ارتفاع بوته اندازه گیری شده علاوه بر این صفات، صفت فیزیولوژیکی محتوی آب نسبی (RWC) بر اساس فـرمول RWC= {(FW-DW)/(TW-DW)×100} محاسبه شده که در آن FW ، DW وTW به ترتیب معادل وزن برگ تازه، وزن برگ خشک و وزن برگ اشباع می باشند (Yadav *et al*., 2002). بنابراین در نهایت تعداد ۱۴ صفت فنولوژیک و مورفوفیزیولوژیک اندازه گیری شد. به منظور تجزیه و تحلیل داده های حاصل از اندازه گیری ها ابتدا اعداد خام توسط نرم افزار Excell مرتب شد. محاسبه ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه تحت دو شرایط، توسط نرم افزار (Spss16) و تجزیه علیت (مسیر) توسط نرم افزار (Path2) انجام شد.

نتایج و بحث

هم بستگی میان صفات مورد مطالعه

ضرایب هم بستگی بین صفات کمی مورد مطالعه تحت دو شرایط در جدول ۲ ارائه شده است. ضرایب هم بستگی فنوتیپی بین صفات مورد مطالعه نشان داد که در شرایط عادی بالاترین میزان هم بستگی با عملکـرد دانه مربوط به صفت وزن هـزار دانه بود (r =/۸۵**). این مطلب با نتایج آزمایشات نیکخواه و همکاران (۱۳۸۶) کاملا مطابقت داشت. علاوه بر وزن هزار دانه صفت شاخص برداشت نیز از هم بستگی بالایی در شرایط عادی با صفت عملکرد برخوردار بود (r = ۰/۵۸**). در شرایط تنش

Archive of SID

www.SID.ir

رطوبتی شاخص برداشت بیشترین میزان هم بستگی را با عملکـرد داشت (r =۰/۶۵**). نتیجه به دست آمده با مطالعات Saleem و همکاران (۲۰۰۲) کاملا منطبق است. از آنجایی که شاخص برداشت نسبتی از عملکرد بیولوژیک می باشد که عملکرد دانه را تشکیل می دهد و عملکرد دانه خود تابعی از اجزاء عملکرد است، لذا هر عاملی مانند تنش رطوبتی، که موجب کاهش اجزای عملکرد گردد، عملکرد دانه و در نتیجه شاخص برداشت را کاهش خواهد داد چرا که تأثیر تنش خشکی بر عملکرد دانه از طریق اجزای عملکرد اعمال می شود بنابراین با توجه به هم بستگی مثبت و بالایی که در شرایط تنش رطوبتی بین شاخص برداشت و عملکـرد دانه وجود داشت نتیجه می گیریم که عملکرد دانه حساسیت بیشتری به تنش رطوبتی نسبت به عملکرد بیولوژیک نشان می دهد. در شرایط تنش، هم بستگی بین عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت منفی و معنی دار بود (r =۰/۴۰*) یعنی در شرایط تنش رطوبتی با افزایش عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت کاهش می یابد.در شرایط عادی هم بستگی منفی بین صفت وزن هزاردانه با صفات تعداد دانه در سنبله (r= -۰/۰۶) و تعداد سنبلچه بارور(r= -۰/۰۵) گر چه معنی دار نبود ولی تا اندازه ای نشان می دهد که افزایش تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبلچه بارور در واحد سطح باعث کاهش وزن هزاردانه می شود.

رابطه بین تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه در شرایط تنش نیز منفی بود. اگر چه گزارشات دیگری در رابطه با معکوس بودن رابطه این دو وجود دارد اما نتایج این تحقیق نشان داد که بسته به محیط کاشت و رقم، این رابطه می تواند تحت تاثیر قرار گیرد. این مطلب با نتایج Peltonen-sainio و همکاران (۲۰۰۷) که نشان دادند اثر جبرانی تعداد دانه و وزن دانه بستگی به شرایط محیطی غالب دارد مطابقت دارد. در شرایط تنش رابطه هم بستگی میان عملکـرد دانه با تعداد روز تا ظهـور سنبلـه منفی و غیر معنی دار بود. معمولا تاریخ ظهور سنبله در انتخاب ارقام مناسب دیم اهمیت ویژه ای دارد، یعنی چنانچه مقدار این صفت در حد معقولی کوتاه باشد امکان فرار گیاه از تنش های آخر فصل وجود داشته و در نهایت عملکرد افزایش می یابد. هم بستگی بین تعداد روز تا رسیدگی با عملکرد دانه درهر دو شرایط نرمال و تنش، مثبت اما غیر معنی دار بود. معمولا در شرایط نرمال هر چه تعداد روز تا رسیدگی بیشتر باشد چون گیاه از نظر رطوبت مشکلی ندارد زمان لازم برای پر شدن دانه افزایش یافته و در مقابل عملکرد بالا می رود اما در شرایط تنش حالت عکس این مطلب صادق است. صفت فیزیولوژیکی محتوی آب نسبی (RWC) هم بستگی مثبت و معنی داری را با صفت عملکـرد دانه در شرایط تنش داشت (r =۰/۴۶*) که این امر به مفهوم توازن حفظ آب بیشتر در بافت ها می باشد بنابراین با توجه به این هم بستگی مثبت، می توان از این صفت به عنوان یک شاخص مهم جهت تعیین ارقام مقاوم استفاده کرد (Merah, 2001). هر چند گزارشات متناقضی نیز در این مورد گزارش شده است (Inoue *et al*., 2004). از طرفی در مطالعات Turkan و همکاران (۲۰۰۵) بالاتر بودن محتوی آب نسبی در ارقام مقاوم گزارش شده است. هم بستگی میان صفات سطح برگ پرچم با عملکرد در شرایط عادی مثبت اما در

Archive of SID

www.SID.ir

شرایط دیم منفی بود. افزایش ماده خشک تولیـدی در گیاهـان تحت شرایط آبیـاری مطلوب، می تواند به دلیل گسترش بیشتر سطح برگ و نیز دوام آن باشد که با ایجاد منبع فیزیولوژیکی کارآمد جهت استفاده هر چه بیشتر از نور دریافتی در نهایت باعث افزایش تولید ماده خشک شده است.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲ : ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه تحت شرایط آبیاری نرمال(بالای قطر اصلی) و تنش رطوبتی(پایین قطراصلی)

صفت	روز تا سنبله دهی	روزتا رسیدگی	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبلچه	طول سنبله	طول ریشک	طول اکستروژن	ارتفاع بوته	مساحت برگ پرچم	محتوای آب نسبی
محتوای آب نسبی	۰/۲۸	۰/۵۴*	۰/۳۱	-۰/۲۶	-۰/۰۸	-۰/۲۳	-۰/۰۴	-۰/۰۵	-۰/۰۹	۰/۴۶*	-۰/۰۹	۰/۰۸	-۰/۳۵	**۱**
مساحت برگ پرچم	-۰/۱۴	۰/۳۹	۰/۳۲	۰/۱۸	-۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۶	۰/۰۸	۰/۰۴	-۰/۵۹**	۰/۲۶	-۰/۶۶**	**۱**	-۰/۴۷*
ارتفاع بوته	-۰/۱۶	-۰/۱۴	۰/۴۸*	-۰/۳۸	-۰/۲۴	۰/۰۶	-۰/۲۳	-۰/۲۵	۰/۴۸*	۰/۴۸*	۰/۲۴	**۱**	-۰/۰۴	-۰/۰۷
طول اکستروژن	-۰/۴۰*	۰/۳۲	۰/۲۸	-۰/۳۲	-۰/۴۱*	۰/۴۲*	۰/۴۲*	۰/۴۷*	-۰/۱۷	-۰/۱۷	**۱**	۰/۳۰	۰/۱۹	۰/۲
طول ریشک	۰/۴۹*	۰/۳۱	-۰/۱۱	-۰/۰۸	-۰/۶	۰/۰۹	-۰/۰۵	۰/۲۱	-۰/۰۸	**۱**	-۰/۱۶	-۰/۱۵	۰/۰۷	-۰/۰۱
طول سنبله	-۰/۰۷	-۰/۰۷	-۰/۴۸*	۰/۲۶	-۰/۰۹	۰/۲۲	-۰/۱۶	-۰/۴۵*	**۱**	۰/۴۰*	-۰/۴۸*	-۰/۳۷	۰/۱۶	۰/۰۵
تعداد سنبلچه بارور	۰/۱۴	۰/۳۵	-۰/۰۶	۰/۲۱	-۰/۰۶	-۰/۰۵	۰/۷۹**	**۱**	۰/۳۰	۰/۳۴	-۰/۰۴	-۰۷/۰	۰/۱۰	-۰/۰۷
تعداد دانه در سنبله	-۰/۱۴	۰/۲۵	-۰/۰۴	۰/۰۹	-۰/۰۶	-۰/۰۶	**۱**	۰/۷۵**	۰/۱۹	۰/۰۴	-۰/۱۱	-۰/۰۷	۰/۲۸	-۰/۰۷
وزن هزار دانه	۰/۳۰	-۰/۰۶	۰/۱۸	۰/۸۵**	۰/۴۲*	**۱**	۰/۰۴	۰/۱۹	۰/۲۰	۰/۳۱	۰/۰۷	۰/۰۵	۰/۲۲	-۰/۰۹
شاخص برداشت	۰/۰۷	-۰/۱۴	-۰/۶۲**	۰/۵۸**	**۱**	۰/۱۲	-۰/۳۵	-۰/۰۸	۰/۰۹	۰/۲۱	۰/۰۸	۰/۰۹	-۰/۰۱	۰/۵۸**
عملکرد دانه	۰/۱۷	۰/۳۵	۰/۰۹	**۱**	۰/۶۵**	۰/۱۸	-۰/۱۴	-۰/۱۲	۰/۲۹	۰/۱۲	۰/۱۵	۰/۰۹	-۰/۲۳	۰/۴۶*
عملکرد بیولوژیک	۰/۱۵	۰/۱۶	**۱**	۰/۳۲	-۰/۴۰*	-۰/۰۴	۰/۱۲	۰/۱۳	-۰/۱۵	-۰/۱۷	۰/۰۱	-۰/۳	-۰/۴۰*	-۰/۰۲
روزتا رسیدگی	-۰/۱۸	**۱**	۰/۰۵	۰/۱۴	۰/۳	-۰/۲۲	۰/۲۳	۰/۱۱	-۰/۱۹	-۰/۱۷	-۰/۴۰*	۰/۱۱	۰/۲۴	۰/۴۱*
روز تا سنبله دهی	**۱**	۰/۱۷	۰/۰۶	-۰/۱۵	-۰/۲۳	۰/۴۷*	۰/۵۳*	۰/۵۰*	-۰/۰۱	۰/۰۴	۰/۲۳	-۰/۱۳	۰/۳۹	-۰/۳۱

* و ** : به ترتیب معنی دار بودن در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

Archive of SID

www.SID.ir

تجزیه علیت (مسیر)

بمنظور بررسی و تعیین روابط علّی و معلولی صفات با یکدیگر و با عملکرد بوته، تجزیه مسیر انجام شد. این روش اثرات مستقیم و غیر مستقیم متغیرهای علت بر روی متغیرهای معلول را مورد مطالعه قرار می دهد. نتایج تجزیه علیت در جدول های ۳ و۴ آمده است. تحت شرایط تنش رطوبتی، شاخص برداشت بالاترین اثر مستقیم (۰/۸۷) را بر عملکرد دانه داشت، مقدار اثر غیر مستقیم این صفت از طریق عملکرد بیولوژیک (۰/۳۴-) بود. در همین شرایط پس از شاخص برداشت صفت عملکرد بیولوژیک بیشترین اثر مستقیم (۰/۶۸) را بر عملکرد داشت، میزان هم بستگی این صفت با عملکرد به علت اثر غیر مستقیم و منفی شاخص برداشت (۰/۳۴-) ناچیز و غیر معنی دار بود(r = ۰/۳۲) از طرفی در بررسی ضرایب هم بستگی مشخص شد که هم بستگی دو صفت شاخص برداشت و عملکرد بیولوژیک منفی و غیر معنی دار بود (r= -۰/۴۰*). پس از دو صفت ذکر شده، صفت محتوی آب نسبی کمترین اثر مستقیم را بر عملکرد داشت. از آنجاییکه صفت عملکرد بیولوژیک دارای بیشترین اثر غیرمستقیم منفی (۰/۵۱-) از طریق صفت محتوی آب نسبی بر عملکرد دانه بوده است (شکل ۱). بنابراین دست یافتن به شاخصی معین جهت افزایش توام محتوی آب نسبی و عملکرد بیولوژیک با توجه به هم بستگی منفی این دو صفت (r= -۰/۰۲) از طریق انتخاب توام، از اهدافی است که باید مورد توجه اصلاح گران قرار گیرد. هر چند که دسترسی به این هدف مشکل به نظر می رسد. از طرفی در این شرایط اثر غیر مستقیم صفت محتوی آب نسبی بر عملکرد از مسیر شاخص برداشت مثبت و نسبتا بالا بود (۰/۵۰). در محاسبه ضرایب هم بستگی نیز رابطه بین این دو صفت مثبت و معنی دار بود (r= ۰/۵۸**) بنابراین صفت محتوی آب نسبی با وجود دارا بودن اثر غیر مستقیم نسبتا بالا بر عملکرد از طریق مسیر شاخص برداشت می تواند یکی از صفات مهمی باشد که در شرایط تنش رطوبتی برای بهبود ژنتیکی عملکرد دانه مورد توجه به نژادگران قرار گیرد. در شرایط آبیاری نرمال با توجه به نتایج تجزیه مسیر، سه صفت شاخص برداشت، وزن هزاردانه و طول سنبله وارد مدل شدند. بیشترین اثر مستقیم بر عملکرد دانه در بین صفات وارد شده به مدل مربوط به وزن هزاردانه (۰/۶۹) بود که میزان هم بستگی این صفت با عملکرد دانه بسیار بالا و معنی دار بود (r= ۰/۸۵**). اثر غیرمستقیم وزن هزاردانه بر عملکرد از مسیر صفات شاخص برداشت و طول سنبله با وجود مثبت بودن بسیار ناچیز بود. پس از وزن هزاردانه، صفت شاخص برداشت بیشترین اثر مستقیم را بر عملکرد داشت (۰/۳۰). اثر غیر مستقیم شاخص برداشت بر عملکرد از مسیر وزن هزاردانه مثبت و از مسیر طول سنبله منفی و ناچیز بود (۰/۰۱-). در همین شرایط اثرات غیر مستقیم دو صفت طول سنبله و شاخص برداشت از مسیرهـای یکدیگر بر عملکـرد دانه منفی و بسیار ناچیز بود. هم بستگی بین این دو صفت نیز منفی و غیر معنی دار بود (r= -۰/۰۹).

Archive of SID

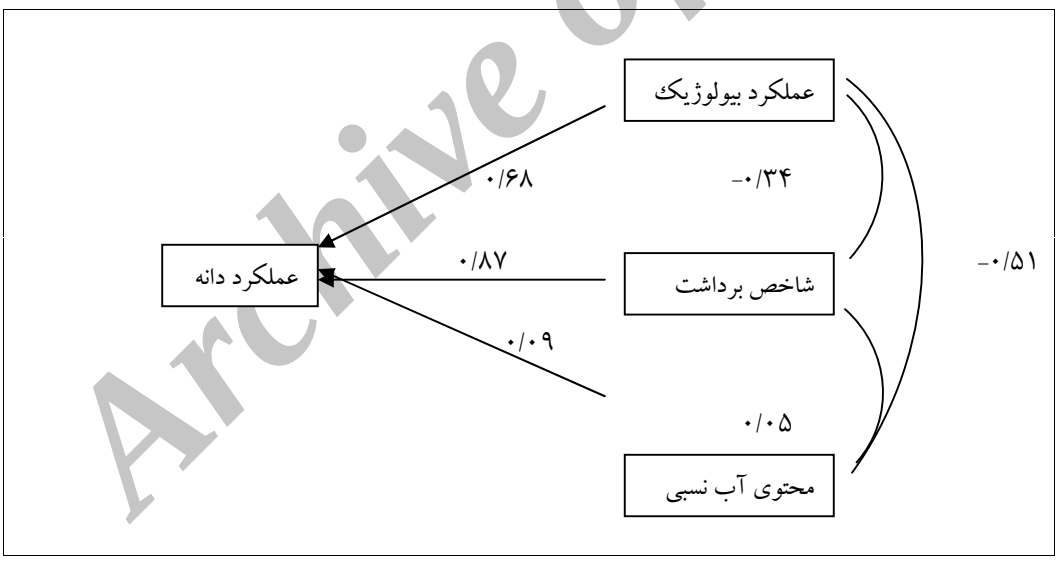
www.SID.ir

جدول۳: آثار مستقیم (روی قطر) غیر مستقیم عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و محتوی آب نسبی بر عملکرد دانه در شرایط تنش رطوبتی

	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت	محتوی آب نسبی	ضریب هم بستگی با عملکرد	اثرات باقیمانده
عملکرد بیولوژیک	۰/۶۸	-۰/۳۴	-۰/۵۱	۰/۳۲	
شاخص برداشت	-۰/۲۷	۰/۸۷	۰/۰۵	۰/۶۵ **	
محتوی آب نسبی	-۰/۱۳	۰/۵۰	۰/۰۹	۰/۴۶ *	۰/۴۱

جدول۴: آثار مستقیم (روی قطر) غیر مستقیم شاخص برداشت، وزن هزاردانه و طول سنبله بر عملکرد دانه در شرایط آبیاری نرمال

	شاخص برداشت	وزن هزاردانه	طول سنبله	ضریب هم بستگی با عملکرد	اثرات باقیمانده
شاخص برداشت	۰/۳	۰/۲۹	-۰/۰۱	۰/۵۸ **	
وزن هزاردانه	۰/۱۲	۰/۶۹	۰/۰۲	۰/۸۵ **	
طول سنبله	-۰/۰۲	۰/۱۳	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۴۴



شکل ۱: ضرایب تجزیه مسیر جهت بررسی روابط بین عملکرد دانه و صفات وابسته به آن در شرایط تنش رطوبتی

از سوی دیگر تجزیه فاکتورهای فیزیولوژیکی مؤثر بر عملکرد که تحت تأثیر رطوبتی قرار می گیرد می تواند ما را در امر اصلاح برای عملکرد بیشتر و پایدارتر تحت شرایط تنش خشکی یاری نماید. صفاتی که برای اصلاح برای مقاومت به خشکی انتخاب می شوند به میزان و زمان تنش در منطقه بستگی دارد. اگر تنش شدید باشد اصلاح در شرایط نرمال نمی تواند برای بهبود مقاومت و عملکرد موفق باشد چون زنده ماندن گیاه در شرایط تنش سخت، یک ضرورت خواهد بود. برعکس انتخاب

Archive of SID

www.SID.ir

برای صفت عملکرد به تنهایی در شرایط تنش ملایم می تواند موجب ایجاد ژنوتیپ هایی با عملکرد بالاتر هم در شرایط بدون تنش و هم در شرایط تنش ملایم شود. این امر نشان می دهد که مقاومت/ اجتناب گسترده نسبت به تنش های متوسط توسط صفاتی که در شرایط بدون تنش هم بیان می شود ایجاد می گردد.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج حاصل از ضرایب هم بستگی بین صفات مورد مطالعه و ضرایب تجزیه مسیر در شرایط تنش رطوبتی ملاحضه می شود که در این شرایط به منظور اصلاح و افزایش عملکرد بوته می توان با انتخاب ژنوتیپ هایی با شاخص برداشت بالا، محتوی آب نسبی زیاد و عملکرد بیولوژیک بیشتر ولی آنهایی که سنبله های اصلی سنگین تری دارند و زودرس ترند این کار را انجام داد چرا که ژنوتیپ های زودرس به دلیل فرار از خشکی و تکمیل دوره پر شدن دانه در زمانی که هنوز تنش خشکی به اوج خود نرسیده قابلیت تولید عملکرد بالاتری را دارند. بنابراین از صفات یاد شده فوق می توان با اطمینان در برنامه های اصلاحی جهت افزایش عملکرد دانه سود برد.

با یک دید کلی به صفات تأثیرگذار بر عملکرد در دو محیط می توان نتیجه گرفت که در صورت عدم وجود محدودیت رطوبتی در محیط تعدادی صفت اصلی تعیین کننده عملکرد خواهند بود ولی در صورت وجود محدودیت رطوبتی در محیط اطراف گیاه، علاوه بر صفات اصلی قبلی تعدادی صفت فرعی نیز تعیین کننده میزان عملکرد گیاه بوده و ایجاد محدودیت می نمایند. پس در واقع این صفات هستند که در اثر کمبود رطوبت به سرعت تحت تأثیر قرار گرفته و تعیین کننده محدودیتهای گیاه در تولید دانه می باشند. یعنی با اصلاح این صفات می توان موانع موجود بر سر راه عملکرد را از میان برداشته و به هدف نهایی یعنی افزایش عملکرد دست یافت.

منابع

- **ارشد، ی. و م. زهراوی. ۱۳۹۰.** شناسایی ژنوتیپ های بومی متحمل به خشکی در منابع ژنتیکی گندم انتخابی از بانک ژن گیاهی ملی ایران. مجله علوم زرعی ایران. ۱۳ (۱) ۱۵۷-۱۷۷.
- **حیدری شریف آباد، ح. ۱۳۸۸.** استراتژی کاهش خسارت خشکسالی در بخش کشاورزی. چکیده مقالات دهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات. کرج، ایران.
- **روستایی، م.، مقدم.، و صادق زاده، د و ارشدی .۱۳۸۲.** بررسی ارتباط صفات موثر بر عملکرد دانه گندم با استفاده از تجزیه به عامل ها در شرایط دیم. دانش کشاورزی. ۱۳ (۱).

Archive of SID

www.SID.ir

- **کرمی، ع.، م. ر. قنادها، م. ر. نقوی و م. مردی. ۱۳۸۴.** ارزیابی مقاومت به خشکی در جو.مجله علوم کشاورزی ایران ۲۶ (۳): ۵۴۷- ۵۶۰.

- **گل پرور، ا. ر. ۱۳۷۹.** ارزیابی تعدادی از ژنوتیپ های گندم در دو محیط بدون تنش و تنش رطوبتی و تعیین بهترین صفات گزینش در دو محیط. پایان نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.

- **محمدی، م. نوری نیا، ع. حسین پور، ط. ۱۳۸۰.** دامنه سازگاری و میزان پایداری ژنوتیپ های جو در مناطق دیم نیمه گرمسیری، نهمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران -دانشگاه تهران -پردیس ابوریحان، چکیده مقالات، ص ۳۱۳.

- **نیکخواه.، ح. ر.، یوسفی، ا.، محلوجی، م.، راوی، ذ.، الحسینی، م. ش، پژوهنده، م. ا. مروتی، ی. ۱۳۸۶.** گزینش ژنوتیپ های جو با استفاده از آماره های در مناطق معتدل ایران. نهال و بذر، ۲۳: ۱۳-۱.

- **ویسی مال امیری، ا. حق پرست، ر.، آقایی سربرزه، م.، فرشادفر، ع و رجبی، ع.۱۳۸۹.** ارزیابی تحمل به خشکی ژنوتیپ های جو با استفاده از صفات فیزیولوژیکی و شاخص های مقاومت به خشکی. مجله علوم زراعی ایران. ۲۶(۱): ۴۳- ۶۰.

-**Araus , J. L., Slafer, G. A., Reynolds , M .P. and Royo, C. 2002.** Plant breeding and drought in C3 cereals: what should we breed for? Annals of botany London . 89, 925-940.

-**Anonymous, 2005.** Appearance of barley cultivation in iran. Office of frage crops. Deputy of crop production. pp 35 (In Persian).

-**Edmeads, G. O., Bolanos, J. and Fisher, R. A. 1989.** Traditional approaches to breeding for drought resistance in cereals. In: Proceedings of *Baker*, F . W. G. (*Ed*) . Drought resistance in cereals CAB International. PP: 27-52.

- **Fisher, R . A. and Maurer, R . 1978.** Effective selection criteria for assessing plant stress tolerance, In: Proceedings of *the symbol*. Taiwan, 13-16 Aug. 1992. By C. G. Kno. AVRDC.

- **Gavuzzi, P., Rizza, F,. Palumbo, M., Campanil, R. G., Ricciardi. G. L. and Borghi, B. 1997.** Evaluation of field and laboratory predictors of drought and heat tolerance in winter cereals. Cana J Plant Sci,77, 523-531.

- **Gaspar, I., Zama, E. and Drobota, C. 1998.** Modification caused by weather stress in the morpho- productive elements of spring barley. *Cercetari Agronomice in Moldova* . 31 (1-2), 67-71.

- **Inoue, T., Inanage, S., Sugimotto, Y. and EL Siddig, K. 2004.** Contribution of pre-anthesis assimilates and current photosynthesis to grain yield, and their relationship to drought resistance in wheat cultivars grown under different soil misture. *Photosynthetica*, 42(1), 99-104.

Archive of SID

www.SID.ir

-**Merah, O. 2001.** Potential importance of water status traits for durum wheat improvement under Mediterranean conditions. Journal of Agriculture Sci, 137, 139-145.

-**Peltonen-sainio, P., Muurinen, S., Rajala, A., and Jauhiainen, L. 2007.** Variation in harvest index of modern spring barley, oat and wheat cultivars adapted to northern grown conditions.

-**Rosielle, A. T. and Hambelen, J. 1991.** Phenotypic diversity and associations of some potentially drought- responsive characters in durum wheat. *Crop Sci*, 31, 1484-1491.

-**Saleem. M., M. H. N. Tahir., R. Kabir., M. Javid and K. Shahzad. 2002.** Interrelationship and path analysis of yield attributes in chickpa (*Cicer aretinum* L.) Inter. J. Agric and Biol. 3:404-406.

-**Sinebo, W.2002.** yield relationship of barley grown in a tropical highland environments. Crop Sci.42:428-437.

-**Torrest, V. R., Davila, J. H., Mendoza, A. B., Godina, F. R. and Matit, R. K. 2004.** Importance of agronomic characteristics in the grain yield of maize under irrigated and rainfed condition. *Crop Research*, 27 (2,3), 169-176.

-**Turkan, S., Bor, M., Zdemir, F. O. and Koca, H. 2005.** Different response of lipid peroxidant and antioxidant in the leaves of drought-tolerance P. acutifolius Gray and drought-sensitive (P. *vulgaris* L.) subjected to polyethylene glycol mediated water stress. Plant Sci 168, 223-231.

-**Yadav R. S., C. T. Hash, F. R. Bidinger, G. P. Cavan and C. J. Howarth. 2002.** Quantitative trait loci associated with trait determining grain and stover yield in peral millet under terminal drought_ stress conditions. Theor. Appl . genet. 194:67-83.

-**Yan, W., and Kang, M. S. 2003.** GGE Biplot Analysis: A graphica tool for Breeders, Geneticis and Agronomist. CRC press, Boca Raton, FL.

-**Yan, W., and Hunt, L. A. 2001.** Interprelation of genotype×environmental interaction for winter wheat yield in Ontario. Crop Sci 41:19-25.

Archive of SID

www.SID.ir