Archive of SID

برآورد برخی پارامترهای ژنتیکی برای صفات مورفولوژیک و فنولوژیک در گندم نان

زهرا فخاریان کاشانی[۱]، ورهرام رشیدی[۲] و زهرا ربیعیان[۳]

چکیده

امروزه یکی از مشکلات اصلاح‌کنندگان نبات، تشخیص نحوه وراثت صفات اقتصادی و میزان تاثیرپذیری آن‌ها از محیط است. به همین منظور آزمون نتاج نسل‌های در حال تفرق، برای دست‌یابی به شواهد بعدی رفتار اصلاحی گیاهان خاص یا ارقام، اجرا می‌گردد. به دلیل کمی بذر امکان اجرای آزمایش تکراردار با استفاده از طرح آزمایشی وجود نداشت. به همین دلیل از طرح آزمایشی استفاده نشد و قطعه زمین مورد آزمایش یکنواخت در نظر گرفته شد. در این راستا، به منظور بررسی نحوه توارث صفات فنولوژیک و مورفولوژیک موثر در عملکرد و ارتباط آن‌ها با عمکرد، لاین **FM36** در قالب طرح یکنواخت و تصادفی در سال زراعی ۱۳۸۸ (اواسط اسفند) در مزرعه موسسه تحقیقاتی و آزمایشگاه بیوتکنولوژی کاشان انجام شد و تنوع مورفولوژیک در نسل F_2 گندم حاصل از تلاقی والدین اما با صفات مورفولوژیک متضاد، بررسی نحوه توارث برخی از صفات و نیز برآورد واریانس ژنتیکی و وراثت‌پذیری عمومی صفات مورد مطالعه آزمایشی در مزرعه و آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج حاصل از آزمایش نشان داد که صفات کرک‌داری گلوم‌ها و بهاره بودن هر کدام با یک ژن غالب کنترل می‌شود که مستقل از هم به ارث می‌رسند اما فشردگی سنبله تحت وراثت بیش از یک ژن قرار دارد. برآورد وراثت‌پذیری عمومی صفات کمی نشان داد که صفاتی مانند ارتفاع بوته، طول سنبله، عملکرد کاه در بوته، عملکرد دانه در بوته، تعداد پنجه، ماده خشک تولیدی در بوته و شاخص برداشت دارای وراثت‌پذیری عمومی بالایی بوده و صفات تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک وراثت‌پذیری عمومی متوسطی داشته و صفت فشردگی سنبله از وراثت‌پذیری پایینی برخوردار است.

کلمات کلیدی: *جامعه F2، گندم، وراثت پذیری عمومی، واریانس ژنتیکی.*

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۸ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۲۰

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، باشگاه پژوهشگران جوان، تبریز، ایران (نویسنده مسئول).

E- mail: z.fakhar80@yahoo.com

۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تبریز، ایران.

۳- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تبریز، باشگاه پژوهشگران جوان، تبریز، ایران.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه و بررسی منابع علمی

با توجه به پیشرفت‌های علمی قرن اخیر بشر توانسته است با افزایش سطح زیر کشت و با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته علمی در زمینه‌های تحقیقات زراعی و به ویژه به نژادی موفقیت‌های چشم‌گیری در جهت افزایش تولیدات کشاورزی از طریق بالا بردن راندمان محصول در واحد سطح کسب نماید. در این رهگذر برنامه‌های به نژادی به عنوان هسته مرکزی تحقیقات کشاورزی شناخته شده و بشر به پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در زمینه بهبود و افزایش کمی و کیفی محصولات کشاورزی دست یافته است (Vojdani, 1996).

در آزمایشی موتزو و گونیتا (Motzo and Giunta, 2007) نشان دادند که زمان صفات فنولوژیکی یکی از مهم‌ترین فاکتورها برای سازگاری عملکرد در یک محیط معین می‌باشد. در محیط‌های مدیترانه‌ای، زمان مناسب گلدهی برای گندم دیم با یخ زدن‌های بهاره، خشکی دیر وقت و تنش حرارتی همراه است. در سال‌های اخیر افزایش رشد جمعیت و بروز بحران غذا برای اکثر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه و فقیر و مزایای مختلفی که گندم در مقایسه با سایر محصولات کشاورزی دارد. این گیاه را تبدیل به ابزار سیاسی اقتصادی کرده است (Pena et al., 2002). توده‌های بومی مناطق پیدایش و تنوع هر گونه، مهم‌ترین خزانه‌ژنی برای اصلاح آن گیاه به شمار می‌روند. ایران به عنوان خاستگاه و مرکز تنوع اولیه گونه‌های گندم و خویشاوندان وحشی آن دارای تنوع ژنتیکی بسیار غنی برای اصلاح گندم نان و دوروم است (Lavasani Jam, 2007). آگاهی از تغییرات صفات فیزیولوژیک همراه با بهبود ژنتیکی پتانسیل عملکرد گندم، برای بهبود شناخت فاکتورهای محدود کننده عملکرد و برای تعیین استراتژی‌های اصلاح نباتات در آینده ضروری است (Foulkses et al., 2007). اگرچه افزایش عملکرد از عمده‌ترین اهداف به نژادی گندم می‌باشد، ولی به دلیل نحوه کنترل ژنتیکی پیچیده و تاثیرپذیری این صفت از اثرات محیطی، گزینش ارقام بر اساس اندازه‌گیری مستقیم عملکرد از سودمندی کمی برخوردار است (Poehlman and Sleper, 1995). با توجه به گزارش محققین (Aguilar Mariscal and Hunt, 1991; Lednet, 1982; Ehdai and Waines, 1989) مبنی بر وجود تنوع صفات مورفولوژیک در ژنوتیپ‌های مختلف گندم و تاثیر این بر عملکرد دانه، گزینش معیارهایی که دارای ثبات بیشتری نسبت به عملکرد هستند می‌تواند در انتخاب ارقام مطلوب مفید واقع گردد (Blackman and Payne, 1987). با وجودی که استفاده از مواد ژنتیکی با ظرفیت مطلوب از حیث صفات مرتبط با عملکرد دانه از الزامات برنامه‌های اصلاحی است، ولی بایستی دارای کمیت مطلوب همراه با کیفیت و ارزش نانوایی مناسب باشد. کیفیت نانوایی گندم تابع کمیت و کیفیت پروتئین دانه است و در این بین نقش کیفیت پروتئین بر خواص نانوایی به مراتب موثرتر از مقدار آن است (Bushuk, 1994) به همین لحاظ بررسی پتانسیل عملکرد، اجزاء عملکرد و سایر صفات زراعی و تعیین روابط بین

www.SID.ir

Archive of SID

آن‌ها با صفات مرتبط با کیفیت نان در برنامه‌های به نژادی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

دوفینگ و نایت (Dofing and Knight, 1992) همبستگی بین تعداد پنجه و عملکرد دانه را مثبت و معنی‌دار گزارش کردند. اهدایی و واینس (Ehdai and Waines, 1989) نیز بر رابطه معکوس عملکرد و ارتفاع گیاه تاکید کردند و افزایش عملکرد از طریق تعداد سنبله در واحد سطح را به همراه کاهش تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در سنبله عنوان نمودند. اسلافر و همکاران (Slafer et al., 2001) وجود همبستگی مثبت و معنی‌دار بین عملکرد دانه و شاخص برداشت را گزارش کردند. در گندم دوروم، لیو و همکاران (Liu et al., 1999) بین عملکرد دانه با سختی دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری (r=۰/۹) را گزارش نمودند. مورفی و کاکس (Murphy and Cox, 1986) تجزیه عاملی بر مولفه‌های اصلی را جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گندم به منظور انتخاب ارقام بومی، واریته‌های هیبرید و جوامع اصلاحی نشان داد.

با توجه به آنچه در مقدمه ذکر شد این پژوهش به منظور ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی و بررسی روابط احتمالی بین صفات مورفولوژیک و فنولوژیک لاین‌های اصلاحی ارقام گندم با استفاده از روش‌های آماری طراحی و اجراء گردید.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تنوع ژنتیکی موجود در یک جامعه F_2 گندم، این تحقیق در مزرعه موسسه تحقیقاتی و آزمایشگاه بیوتکنولوژی کاشان، اجرا شد. در این مطالعه از لاین در دست اصلاح FM36، رقم Faisalabad و جامعه F_2 حاصل از تلاقی آن‌ها استفاده شد. Faisalabad رقمی است که در مرکز تحقیقات کشاورزی پاکستان اصلاح شده است و بهاره و بدون نیاز به بهاره‌سازی با گلوم غیر موئی و سنبله‌های غیر متراکم است. بالعکس FM36 لاینی نیمه بهاره، با نیاز بهاره سازی و گلوم موئی و سنبله‌های متراکم می‌باشد. این لاین از تلاقی بین ارقام Falchetto و Mexicani حاصل شده است. به دلیل کمی بذر امکان اجرای آزمایش تکراردار با استفاده از طرح آزمایشی وجود نداشت. به همین دلیل از طرح آزمایشی استفاده نشد و قطعه زمین مورد آزمایش یکنواخت در نظر گرفته شد.

دو ردیف از بذور والدینی (FM36 و Faisalabad) و ۱۰ ردیف از بذور F_2 با فاصله بذر ۱۰ سانتیم=تر در نیمه اسفندماه ۱۳۸۸ کشت گردید. به گونه‌ای که در نهایت ۲۰ گیاه از هر والد و ۱۸۰ گیاه از جامعه F_2 به منظور انجام آزمایش در دسترس قرار داشت. زمین مورد استفاده به ابعاد ۳×۳ متر و کاملا یکنواخت بود. طول هر ردیف ۲ متر و فاصله بین ردیف‌ها ۳۰ سانتی‌متر بود. نمونه‌برداری حتی المقدور از قسمت میانی ردیف‌ها با رعایت اثرات حاشیه‌ای صورت گرفت. چون امکان داشتن ژنوتیپ‌های جامعه F_2 با تکرار وجود

www.SID.ir

Archive of SID

نداشت به همین دلیل ابعاد زمین مورد استفاده کوچک انتخاب گردید تا از اثرات محیطی کاسته شود.

صفات مورفولوژیک و فنولوژیک مورد نظر در مورد هر یک از بوته‌های والدی و F_2 اندازه‌گیری شدند. صفات با مقیاس طولی، توسط خط‌کش مدرج با دقت ۰/۰۱ سانتی‌متر و صفات با مقیاس وزنی توسط ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم، اندازه‌گیری شدند. صفات مورد ارزیابی شامل: ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد سنبلچه، تعداد پنجه، وزن کاه، عملکرد دانه در بوته، موئی بودن گلوم، تراکم سنبله، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک، نیاز بهاره‌سازی، کل ماده خشک تولیدی، شاخص برداشت بودند.

آزمون t با استفاده از نرم‌افزار ۶ STATISTICA انجام گرفت. تجزیه ضرایب مسیر داده‌های مورفولوژیکی توسط نرم افزار SAS ۶,۲ و هم‌چنین آزمون مربع کای نیز برای صفات کیفی توسط نرم افزار SPSS ۱۱,۵ انجام شد.

برای مقایسه دو والد از نظر صفات کمی مورد مطالعه از آزمون t استفاده شد. هم‌چنین همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه و نیز تجزیه رگرسیونی عملکرد دانه در نسل F_2 برآورد و انجام گردید. برای بدست آوردن واریانس ژنتیکی صفات کمی ابتدا واریانس محیطی از طریق فرمول زیر برآورد گردید.

$$(V_e = \frac{(V_{p1} + V_{p2})}{2})$$

هم‌چنین با استفاده از فرمول زیر واریانس ژنتیکی برآورد گردید.

$$(V_p = V_{F2} = V_g + V_e)$$

وراثت‌پذیری عمومی صفات کمی ارزیابی که نسبت واریانس ژنتیکی به واریانس فنوتیپی است، با استفاده از فرمول زیر برآورد گردید:

$$H_b^2 = \frac{Vg}{Vp}$$

که در فرمول‌های فوق V_{p1}، V_{p2}، V_e، V_g، V_p و H_b^2 به ترتیب واریانس والد اول، والد دوم، واریانس محیطی، واریانس ژنتیکی، واریانس فنوتیپی و وراثت‌پذیری عمومی می‌باشند.

نتایج و بحث

با توجه به اینکه والدین تلاقی در صفات: نیاز بهاره‌سازی، فشردگی سنبله و کرک‌داری گلوم کاملا متفاوت بودند، به طوری‌که Faisalabad رقمی کاملا بهاره، با سنبله‌های کاملا باز و گلوم‌های صاف بود، در حالی‌که لاین FM36 فنوتیپ نیمه بهاره، سنبله‌های فشرده و گلوم‌های کرک‌دار داشت. نسل F_2 حاصل از آن‌ها نیز برای صفات مذکور تفرق نشان دادند که الگوی توارث آن‌ها در قسمت بعد مورد بررسی قرار خواهد گرفت. والدین از لحاظ برخی از صفات کمی نیز با هم تفاوت داشتند (جدول ۱). آزمون t بین دو جامعه والدی از نظر صفات کمی مورد مطالعه نشان داد که نتایج حاصل دو والد از نظر صفات طول سنبله، عملکرد دانه در بوته، نسبت به فشردگی

www.SID.ir

Archive of SID

سنبله، تعداد روز تا ظهور سنبله، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک و شاخص برداشت تفاوت آماری بسیار معنی‌دار داشتند. رقم Faisalabad از نظر طول سنبله، عملکرد دانه در بوته و شاخص برداشت بالاتر و از نظر صفاتی مانند تراکم سنبله، تعداد روز تا سنبله‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک نسبت به لاین والدی FM36 از میانگین پایین‌تری برخوردار بود. در مورد سایر صفات کمی اگر چه از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان ندادند، به جز صفت تعداد سنبلچه در سنبله، بقیه صفات ارتفاع بوته، وزن کاه و کلش، تعداد پنجه و عملکرد بیولوژیک، رقم Faisalabad نسبت به FM36 میانگین بالاتری داشت.

لاین FM36 به علت نیمه بهاره بودن و داشتن نیاز بهاره‌سازی، دیرتر از رقم Faisalabad وارد مرحله ساقه‌دهی شد. هم‌چنین فاصله بین ظهور سنبله تا رسیدگی فیزیولوژیک در رقم Faisalabad، ۳۴ روز و در لاین FM36، ۲۵ روز بود که بیانگر کوتاه بودن مدت زمان پرشدن دانه در لاین FM36 نسبت به رقم Faisalabad می‌باشد. در آزمایش گونزالز و همکاران (Gonzalez et al., 2003) مشاهده شد که در ارقام نیمه بهاره، چون ظهور سنبله دیرتر شروع شده بود طول دوره پرشدن دانه کاهش یافته بود. از طرفی تعداد گلچه بارور به میزان ماده خشک سنبله در دوره گرده‌افشانی بستگی دارد (Kirby, 1999) و افزایش طول دوره رشد سنبله، هم تعداد گلچه بارور و هم میزان ماده خشک سنبله در دوره گرده‌افشانی را افزایش می‌دهد و در نتیجه پتانسیل عملکرد افزایش می‌یابد (Slafer et al., 2001). بنابراین می‌توان احتمال داد که عوامل فوق در کمتر بودن میانگین وزن دانه در لاین FM36 دخیل بوده‌اند.

برآورد برخی از پارامترهای ژنتیکی مانند ضریب تغییرات ژنتیکی نشان داد که صفاتی مانند عملکرد دانه در بوته، تعداد پنجه، عملکرد کاه در بوته، ماده خشک تولیدی در بوته و شاخص برداشت از ضریب تغییرات ژنتیکی بالاتر و در نتیجه تنوع ژنتیکی بالایی نسبت به سایر صفات در نسل F_2 برخوردار می‌باشند (جدول ۲). شرما و شرما (Sharma and Sharma, 2007) نیز ضریب تغییرات ژنتیکی بالایی برای تعداد پنجه بارور، عملکرد دانه در بوته، شاخص برداشت و وزن هزار دانه برآورد کردند. در حالی‌که مقدار برآوردی آن‌ها از نظر این پارامتر برای صفاتی نظیر زمان سنبله‌دهی و ارتفاع بوته کمتر بود. به نظر می‌رسد که نتایج متناقض در مورد برخی از صفات در تحقیقات مختلف به مواد ژنتیکی مورد مطالعه و شرایط آزمایش بستگی داشته باشد. وجود تنوع ژنتیکی بالا برای یک صفت امکان اصلاح آن صفت را امکان‌پذیر می‌کند، در حالی‌که پایین بودن ضریب تغییرات یک صفت امکان اصلاح آن را محدود می‌سازد.

وراثت‌پذیری عمومی بالای برخی از صفات مورد مطالعه در این تحقیق مانند ارتفاع بوته، طول سنبله، عملکرد کاه در بوته، عملکرد دانه در بوته، تعداد پنجه و ماده خشک تولیدی در بوته (جدول ۲) نشان دهنده این است که این صفات به‌طور

www.SID.ir

Archive of SID

عمده توسط عوامل وراثتی کنترل می‌شوند و عوامل محیطی تاثیر کمتری روی این صفات دارند. در حالی‌که صفتی مانند فشردگی سنبله که از وراثت‌پذیری عمومی پایینی برخوردار است بیشتر از سایر صفات تحت تاثیر عوامل محیطی آزمایش قرار گرفته است. اجمل و همکاران (Ajmal et al., 2009) وراثت‌پذیری عمومی بالایی برای صفات ارتفاع بوته، تعداد پنجه در بوته، تعداد دانه در سنبله و عملکرد دانه در بوته به ترتیب ۰/۹۴، ۰/۹۸، ۰/۹۲، و ۰/۹۱ بدست آوردند ولی برای صفت تعداد سنبلچه در سنبله وراثت‌پذیری پایینی (۰/۲۴) برآورد کردند. شرما و شرما (Sharma and Sharma, 2007) نیز وراثت‌پذیری عمومی بالایی برای صفت عملکرد دانه در بوته بدست آوردند.

اولین قدم در تجزیه ژنتیکی یک صفت کیفی تشخیص نحوه توارث آن است. این موضوع به وسیله گروه‌های فنوتیپی مشخص و مجزا که در نتاج در حال تفرق حاصل از تلاقی بین ژنوتیپ‌های متفاوت ایجاد می‌شود قابل تشخیص است. اگر گروه‌ها به طور واضح قابل تشخیص باشند، تنوع موجود با تعداد معدودی ژن کنترل می‌شود و صفت مورد نظر کیفی است. در غیر این صورت ژن‌های بیشتری در کنترل صفت مورد نظر دخیل هستند (Lupton, 1987).

از بین صفات مورد مطالعه الگوی توارث صفاتی که از نظر فنوتیپ در گروه‌های مجزا قرار گرفتند بررسی گردید. در مورد سه صفت موئی بودن گلوم، نیاز بهاره‌سازی و فشردگی سنبله فرض توارث تک ژنی با استفاده از آماره X^2 مورد آزمون قرار گرفت که نتایج آن در (جدول ۳) آمده است. آزمون کای اسکور، فراوانی فنوتیپ‌های مشاهده شده را با فراوانی‌هایی که بر مبنای اصول و مبانی تئوری، قابل انتظار است، مقایسه نموده و منطبق بودن آنها را در سطوح احتمال مختلف بررسی می‌کند (Rezaei, 2000).

مقدار کی دو (X^2) محاسبه شده در مورد صفت کرک داری گلوم برای نسبت ۳:۱ برابر با ۰/۰۳ شد، بنابراین نسبت مشاهده شده با نسبت مورد انتظار دارای تفاوت غیر معنی‌دار بود. از آنجا که در نسل F_2 به ازای هر فرد با گلوم غیرموئی سه فرد با گلوم‌های مودار مشاهده شد بنابراین صفت فوق با الگوی توارث منوهیبرید منطبق است و توسط یک ژن غالب کنترل می‌شود.

توسانواکی (Tsunewaki, 1995) با انجام آزمایش‌هایی در رابطه با الگوی توارث و همچنین آزمایش‌های منوزومیک بر روی ۸ رقم گندم به این نتیجه رسید که مو داری گلوم‌ها توسط یک ژن غالب که بر روی کروموزوم A1 قرار گرفته است کنترل می‌شود. او در آزمایش های خود بر روی ۱۰۴۷ رقم گندم با سطوح پلوئیدی متفاوت که متعلق به نقاط جغرافیایی مختلف بودند به این نتیجه رسید که جوامع گونه‌های گندم دارای منشا قدیمی‌تر، بیشتر از گندم‌های جدید حامل آلل غالب برای کرک داری گلوم‌ها هستند. گونه‌های گندم مربوط به شمال ایران و افغانستان نیز در گروه گونه‌های قدیمی با گلوم‌های مودار قرار گرفتند. قبل از آن نیز سیرز (Sears,

www.SID.ir

Archive of SID

1999) مکان ژن کنترل کننده مواری گلوم را بر روی کروموزوم A1 تشخیص داده بود. کوسپایرا و اونرووا (Kuspira and Unrau, 1996) و توسانواکی (Tsunewaki, 1995) هم نتایج سیرز را تایید کردند.

از نظر صفت نیاز به بهاره‌سازی، بوته‌هایی که نیاز بهاره‌سازی نداشتند خیلی زودتر از بوته‌هایی که نیاز بهاره‌سازی داشتند به ساقه رفتند. بنابراین، در یک محدوده زمانی خاص بوته‌های بهاره به ساقه رفته بودند در حالی‌که بوته‌های نیمه بهاره هنوز در وضعیت روزت قرار داشتند، لذا دو گروه بهاره و نیمه بهاره از طریق فنوتیپ‌شان قابل تفکیک بودند. پس از بررسی ۱۸۰ بوته F_2 ، ۱۳۷ بوته بهاره و ۴۳ بوته نیمه بهاره تشخیص داده شد که آزمون X^2 در مورد آن برای نسبت ۳:۱ برابر ۰/۱۱۹ گردید بنابراین X^2 محاسبه شده چون کوچکتر از X^2 جدول بود فرض صفر (H.) قابل قبول بود یعنی فنوتیپ مشاهده شده با نسبت تئوری ۳:۱ منطبق می‌باشد. لذا تفاوت والدین از نظر صفت بهاره‌سازی با همدیگر مربوط به تفاوت منوژنیک می‌باشد. بر همین اساس فراوانی فنوتیپی در این تلاقی نشان داد که، بهاره بودن توسط آلل غالب و نیمه بهاره بودن توسط آلل مغلوب کنترل می‌گردد. برخی از مطالعات نشان می‌دهد که ۳ ژن اصلی Vrn-A1، Vrn-B1، Vrn-D1 و ۴ ژن فرعی Vrn4، Vrn5، Vrn6، Vrn7 صفت بهاره‌سازی را کنترل می‌کنند (Pankova et al., 2003; Nelson et al., 2000). ژن‌های فرعی، کوچک اثر بوده و فقط میزان نیاز بهاره‌سازی و طول این دوره فنولوژیک را تغییر می‌دهند و در نتیجه فنوتیپ نیمه بهاره ایجاد می‌کنند و از بین ژن‌های مسئول بهاره‌سازی، ژن Vrn-A1 قوی‌ترین ژن در کاهش نیاز بهاره‌سازی است که فنوتیپ کاملا بهاره ایجاد می‌کند (Zhou et al., 2005; Dubcovsky et al., 1997). ژن‌های پاسخ به بهاره‌سازی میزان نیاز سرمایی گیاه را تعیین می‌کنند. وقتی نیاز سرمایی گیاه تامین شد، گیاه به ساقه رفته و سنبله می‌دهد، یعنی ژن‌های پاسخ به بهاره‌سازی با تنظیم نیاز سرمایی گیاه سنبله‌دهی را القا می‌کنند (Bullrich et al., 2002). لاو و همکاران (Law et al., 2000) معتقدند Vrn-A1 اولین و بیشترین اثر را روی زمان ظهور سنبله دارد. از سوی دیگر سمیخودوسکی و همکاران (Semikhodskii et al., 2003) نیز یک QTL بزرگ اثر که ۵۵ درصد واریانس فنوتیپی تعداد روز تا ظهور سنبله را توجیه می‌کرد بر روی بازوی بلند کروموزوم A5 و در ناحیه‌ای که ژن Vrn-A1 قرار دارد پیدا کردند. در تحقیقی هم که پاکووا و همکاران (Paukova et al., 2004) بر روی ژن‌های اصلی ورنالیزاسیون انجام دادند، Vrn-A1 بیشترین اثر را در کاهش مراحل فنولوژیکی داشت و تاثیر زیادی روی عملکرد و اجزای آن گذاشت. در تحقیق حاضر نیز که نتاج دو والد بهاره و نیمه بهاره مورد بررسی قرار گرفت، رقم Faisalabad مرحله زایشی را به سرعت شروع نمود در حالی‌که لاین FM36 با تاخیر وارد مرحله زایشی گردید. هم‌چنین همبستگی بالایی بین بهاره‌سازی و تعداد روز تا ظهور سنبله (r =۰/۸۲**) بدست آمد. با توجه به نتایج ذکر شده، دو والد Faisalabad و FM36 تنها در یک مکان ژنی بهاره‌سازی با هم

www.SID.ir

Archive of SID

تفاوت دارند که با توجه به تاثیر شدید آن بر روی صفات عملکرد و تاریخ سنبله‌دهی و هم‌چنین ایجاد فنوتیپ بهاره، احتمال می‌رود این مکان ژنی Vrn-A1 باشد. میزان فشردگی سنبله برای ژنوتیپ‌های F_2 بطور مشاهده‌ای هم مورد بررسی قرار گرفت. سنبله‌هایی که از نظر فشردگی سنبلچه‌ها در سنبله کاملا شبیه والد FM36 و فشرده بودند در یک گروه و بقیه در گروه دیگر قرار داده شدند. از مجموع ۱۸۰ فرد F_2 مورد مشاهده ۳۰ فرد دارای سنبله‌های کاملا متراکم بودند. X^2 محاسبه شده برابر ۶/۶۷ در سطح احتمال ۰/۰۱ بود. با توجه به اینکه X^2 محاسبه شده بزرگتر از X^2 جدول بود. بنابراین فنوتیپ مشاهده شده با نسبت ۳:۱ منطبق نبود و لذا به نظر می‌رسد که بیش از یک ژن در توارث تراکم سنبله دخیل هستند.

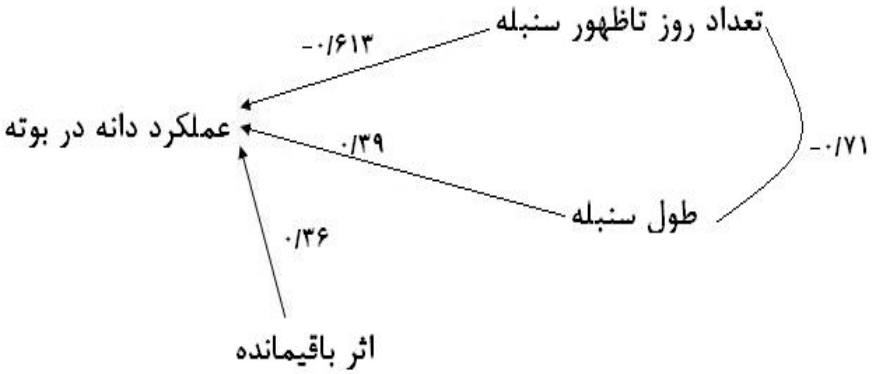
دووی و لو (Dewey and Lu, 2002) بیان کردند که تجزیه ضرایب همبستگی به اثرات مستقیم و غیرمستقیم از طریق تکنیک تجزیه ضرایب مسیر امکان‌پذیر است. شکل ۱، نمودار اثرات مستقیم تعداد روز تا سنبله‌دهی و طول سنبله بر روی وزن دانه در گیاه و ضریب همبستگی بین این دو صفات را نشان می‌دهد. اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات بر روی عملکرد دانه در گیاه نیز در (جدول ۴) آمده است.

در شکل ۱ اثرات مستقیم تعداد روز تا سنبله‌دهی و طول سنبله بر روی عملکرد دانه در گیاه به ترتیب ۰/۶۱۳- و ۰/۳۹ می‌باشد. بر اساس نتایج ضرایب مسیر، تعداد روز تا ظهور سنبله بالاترین اثر مستقیم و منفی را روی عملکرد دانه در گیاه را داشته و از طریق متغیر دیگر هم اثر منفی بر روی عملکرد دانه در گیاه اعمال می‌کند.

در مطالعه‌ای که لانگووا و همکاران (Lungu et al., 2002) بر روی عملکرد انجام دادند، مشخص کردند که دو صفت تعداد پنجه در گیاه و عملکرد دانه در سنبله بالاترین اثر مستقیم مثبت در عملکرد تک بوته را داشتند. در مطالعه حاضر که طول سنبله دارای بالاترین همبستگی مثبت با عملکرد دانه در گیاه است بیشترین اثر غیرمستقیم مثبت خود بر روی عملکرد دانه در بوته را از طریق تعداد روز تا سنبله‌دهی اعمال نموده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- اثرات مستقیم صفات کمی بر روی وزن دانه در بوته و همبستگی بین صفات

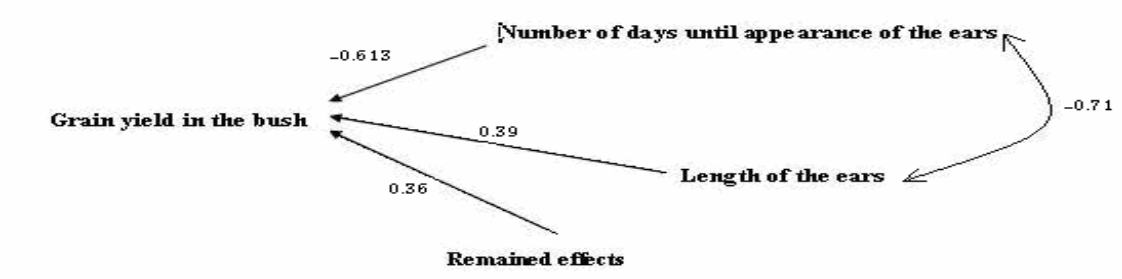


Figure 1- direct effects of quantities traits on weight of grain in the bush and correlation among traits

جدول ۱- میانگین صفات کمی مورد مطالعه در والدین و جامعه F_2 گندم بر اساس آزمون t

Table 1- Comparison of studied quantitative traits in parents of wheat hybrid based on t-test

والدین Variation	ارتفاع (سانتی‌متر) Plant height (cm)	طول سنبله (سانتی‌متر) Ear length (cm)	تعداد سنبلچه در سنبله Ear number	عملکرد کاه در بوته (گرم در مترمربع) Straw yield in plan ($gr.m^2$)	عملکرد دانه در بوته (گرم در مترمربع) Kernel yield in plant ($gr.m^2$)	تعدادپنجه Number of spike	نسبت تراکم سنبله (سانتی‌متر) Ear density ratio (cm)	تعداد روز تا ظهور سنبله Days to earring	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	ماده خشک تولیدی در بوته (گرم در مترمربع) Dry matter in plant ($gr.m^2$)	شاخص برداشت Harvest index
P_1 (فیسل آباد) (Faisalabad)	51.13	9.51	18.87	13.22	4.12	6.87	2.04	71.63	105.61	17.33	0.23
P_2 (FM36)	46	7.24	19.62	10.81	1.82	6.44	2.74	89.23	115.26	12.42	0.14
مقدار t t value	5.13	2.27^{**}	0.75	2.41	2.3^{**}	0.43	0.7^{**}	17.6^{**}	9.65^{**}	4.91	0.09^{**}

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

**: significant in 1% probability level

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲-پارامترهای ژنتیکی برخی از صفات مورد مطالعه در گندم‌های مورد بررسی

Table 2- Genetic parameters estimation for some studied traits

منابع تغییر Variation	ارتفاع (سانتی‌متر) Plant height (cm)	طول سنبله (سانتی‌متر) Ear length (cm)	تعداد سنبلچه در سنبله Ear number	عملکرد کاه در بوته (گرم در مترمربع) Straw yield in plan ($gr.m^2$)	عملکرد دانه در بوته (گرم در مترمربع) Kernel yield in plant ($gr.m^2$)	تعدادپنجه Number of spike	نسبت تراکم سنبله (سانتی‌متر) Ear density ratio (cm)	تعداد روز تا ظهور سنبله Days to earring	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	ماده خشک تولیدی در بوته (گرم در مترمربع) Dry matter in plant ($gr.m^2$)	شاخص برداشت Harvest index
واریانس P_1 (فیسل آباد) Variance P1 (Faisalabad)	1.66	0.46	1.73	5.56	2.11	62.2	0.33	3.12	8.04	20.01	0.006
واریانس P_2 (FM36) Variance P2 (FM36)	50.30	0.57	2.04	2.97	0.50	35.2	0.33	13.95	19.55	10.94	0.001
میانگین نسل F_2 Generation mean F2	51.81	9.46	19.49	13.18	4	6.81	2.7	83.56	112.72	17.28	0.22
واریانس نسل F_2 Generation Variance F2	66.86	2.56	5.82	37.83	7.95	12.87	0.34	17.35	39.44	72.33	0.014
واریانس محیطی Environmental Variance	3.48	0.52	1.88	4.26	1.30	2.48	0.31	8.53	13.79	15.47	0.003
واریانس ژنتیکی Genetic Variance	63.37	2.04	3.93	33.56	6.64	10.38	0.03	8.81	25.64	56.85	0.011
ضریب تغییرات فنوتیپی (٪) Phenotypic Co-Variance (٪)	15.78	16.91	12.37	46.66	70.48	52.67	21.59	4.98	5.57	49.21	53.78
ضریب تغییرات ژنتیکی (٪) Genetic Co-Variance(٪)	15.36	15.09	10.17	43.95	64.42	47.30	6.41	3.55	4.49	43.63	47.67
وراثت پذیری عمومی General heritability	0.94	0.79	0.67	0.88	0.83	0.80	0.08	0.50	0.65	0.78	0.71

جدول ۳- نتایج آزمون X^2 برای صفات کیفی مورد مطالعه در گندم

Table 3- Results of X^2 test for wheat studied qualitative traits.

صفت trait	فنوتیپ phenotype	تعداد فرد F2 Number of F2 individual in	تعداد کل total	$X^2_{3:1}$	سطح احتمال Probability %
موئی بودن گلوم Capillary glume	گلوم موئی Capillary glume	136	180	0.03	0.863
	گلوم غیر موئی Non capillary glume	44			
تراکم سنبله Ear density	سنبله متراکم Concentrated ears	30	180	6.67	0.01**
	سنبله غیر متراکم Non Concentrated ears	150			
نیاز بهاره‌سازی Need to make spring	بهاره Spring	137	180	0.119	0.731
	نیمه بهاره Semi-spring	43			

**. معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

**: significant in 1% probability level

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- اثرات مستقیم و غیرمستقیم صفات کمی باقی مانده در مدل رگرسیونی بر روی عملکرد دانه در بوته گندم‌های مورد بررسی

Table 4- direct and indirect affects of remanded quantities traits in regression model on Grain yield in the bush of the studied wheat

صفات traits	اثر مستقیم direct effects	اثر غیر مستقیم از طریق indirect effect		ضریب همبستگی با عملکرد Correlation coefficient with yield
		تعداد روز تا ظهور سنبله Number of days until appearance of the ears	طول سنبله Length of the ears	
تعداد روز تا ظهور سنبله Number of days until appearance of the ears	-0.613	----------	-0.28	-0.89
طول سنبله Length of the ears	0.39	0.43	---------	0.82

اثر باقیمانده=۰/۳۶

Remained effects = 0.36

جدول ۵- فواصل اقلیدسی صفات کمی مورد مطالعه در ژنوتیپ‌های گندم بر اساس تجزیه خوشه‌ای

Table 4- Elucidan intervals of quantitative traits studied in the wheat genotypes based on cluster analysis

صفت Traits	ارتفاع سنبله (سانتی متر) Plant height (cm)	طول سنبله (سانتی متر) Ear length (cm)	تعداد سنبلچه در سنبله Ear number	عملکرد کاه در بوته (گرم در متر مربع) Straw yield in plan ($gr.m^2$)	عملکرد دانه در بوته (گرم در متر مربع) Kernel yield in plant ($gr.m^2$)	تعدادپنجه Number of spike	نسبت تراکم سنبله (سانتی متر) Ear density ratio (cm)	تعداد روز تا ظهور سنبله Days to earring	تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	ماده خشک تولیدی در بوته (گرم در مترمربع) Dry matter in plant ($gr.m^2$)	شاخص برداشت Harvest index
ارتفاع سنبله (سانتی متر) Plant height	0										
طول سنبله (سانتی متر) Ear length	617	0									
تعداد سنبلچه در سنبله Ear number	115	512	0								
عملکرد کاه در بوته (گرم در متر مربع) Straw yield in plan	70	586	106	0							
عملکرد دانه در بوته (گرم در متر مربع) Kernel yield in plant	74	681	183	109	0						
تعدادپنجه Number of spike	47	648	150	75	41	0					
نسبت تراکم سنبله (سانتی متر) Ear density ratio	82	695	193	127	31	56	0				
تعداد روز تا ظهور سنبله Days to earring	933	397	820	909	1001	967	1011	0			
تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک Days to physiological maturity	1346	773	1233	1320	1414	1380	1425	426	0		
ماده خشک تولیدی در بوته (گرم در مترمربع) Dry matter in plant	108	547	97	48	150	118	171	873	1282	0	
شاخص برداشت Harvest index	105	719	218	148	45	77	25	1036	1450	192	0

www.SID.ir

Archive of SID

References منابع مورد استفاده

✓ Aguilar Mariscal, L., and L. A. Hunt. 1991. Grain yield vs. spike number in winter wheat in a humid continental climate. Crop Science. 31: 360- 363.

✓ Ajmal, S. U., N. Zakir, and M. Y. Mujahid. 2009. Estimation of genetic parameters and character association in wheat. Published in Journal Agriculture Biology Science. 1 (1): 15- 18.

✓ Blackman, J. A., and P. Payne. 1987. Grain quality. Pp: 455- 458. In: Wheat Breeding, F. G. H. Lupton (ed.), Chapman and Hall. London.

✓ Bullrich, L., M. L. Appendino., G. Tranquilli., S. Lewis, and J. Dubcovsky. 2002. Mapping of thermo-sensitive earliness per se gene on Triticum monococcum chromosome $1A^m$. Thear. Applied. Genetic. 105: 585- 593.

✓ Bushuk, W. 1994. Wheat production properties and quality. Blakie Academic and Professionals. London.

✓ Dewey, D. R., and K. H. Lu. 2002. A correlation and path coefficient analysis of components of crested wheat grass seed production. Agronomy Journal. 51: 515- 518.

✓ Dofing, S. M., and G. W. Knight. 1992. Alternative model for path analysis of small grain yield. Crop Science. 32: 487- 489.

✓ Dubcovsky, J., S. Marcucci–ploten., L. Appendino, and L. Ming-Cheny. 1997. RFLP and AFLP maps of a new vernalization gene in wheat. Plant and Animal Genome V Conference. 105: 585- 593.

✓ Ehdai, B., and J. G. Waines. 1989. Genetic variation, heritability and path analysis in landraces of bread wheat from southwestern, Iran. Euphytica. 1: 183- 190.

✓ Foulkses, M. J., J. W. Snape., V. J. Shearman., M. P. Raynolds., G. Gaju, and R. Sylrester-Bradle. 2007. Genetic progress in yield potential in wheat: Recent advances and future prospects. Journal Agriculture Science. 145: 17- 29.

✓ Gonzalez, F. G., G. A. Salfer, and D. J. Miralles. 2003. Floret development and spike growth as affected by photoperiod during stem elongation in wheat. Field Crops Research. 81: 29- 38.

✓ Kirby, E. J. M. 1999. Analysis of stem and ear growth in wheat from terminal spikelet stage to anthesis. Field Crops Res. 18: 127- 140.

✓ Kuspira, J., and J. Unrau. 1996. Determination of gene-chromosome associations and establishment of chromosome markers by aneuploid analysis in common wheat I. F_2 analysis of glume pubescence, spike density and glume color. Can. J. Genet. Cytol. 2: 301- 310.

✓ Lavasani, J. M. 2007. analysis of Iranian durum wheat genetics diversity by using ARPD molecular and morphological markers. Thesis for M.S, Karaj Agricultural Faculty. (In Persian)

✓ Law, C. N., A. J. Worland, and B. Giorgi. 2000. Genetic control of ear emergence time by chromosome 5A and 5D of wheat. Heredity. 36: 49- 58.

✓ Lednet, J. E. 1982. Morphology and yield in winter wheat grow in high yielding conditions. Crop Sci. 22: 1115- 1120.

✓ Liu, Z. Q., Y. Pei, and Z. J. Pu. 1999. Relationship between hybrid performance and genetic diversity based on RAPD markers in wheat, (*Triticum aestivum* L.). Plant Breeding. 118- 119.

✓ Lungu, D. M., P. J. Kaltsikes, and E. N. Larter. 2002. Intra and intergeneration relationship among yield, its components and other related characteristics in spring wheat. Euphytica. 45 (2): 139- 153.

✓ Lupton, F. G. H. 1987. Wheat breeding. Chapman and Hall Ltd. Pp: 110.

www.SID.ir

Archive of SID

✓ Motzo, R., and F. Giunta. 2007. The effect of breeding on the phenology of Italian durum wheat, from landraces to modern cultivars. European Journal of Agronomy. 26 (4): 462- 470.

✓ Murphy, J. P., and T. S. Cox. 1986. Cluster analysis of red winter wheat cultivars based upon coefficients of parentage. Crop Sci. 26: 672- 676.

✓ Nelson, J. C., M. E. Sorrells., A. E. Van Deyne., Y. H. LU., M. Atkinson., M. Bernard., P. Leroy., J. D. Faris, and J. A. Anderson. 2000. Molecular mapping of wheat: major genes and rearrangements in homoeologous group 4, 5 and 7. Genetics. 141: 721- 731.

✓ Pankova, K., J. Kosner., I. Prasil, and P. Prasilova. 2003. The study of wheat substitution lines for homoeologous group 5 chromosome scarrying dominant Loci Vrn. European Wheat Aneuploid Co-operative Newsletter. 11: 49- 52.

✓ Paukova, K., T. I. Prasil., P. Prasilova, and J. Kosner. 2004. The effect of homeologus group 5 chromosome substitution on phenology, yield component and winter survival in wheat. Genetic Variation for Plant Breeding. Pp: 469.

✓ Pena, R. J., R. Trethowan., W. H. Pfeiffer, and M. Ginke. 2002. Quality improvement in field crops (led: A. S. Basra and L. S. Randhawa) food products press. An Imprint of the Haworth press, Inc. Pp: 1- 37.

✓ Poehlman, J. M., and D. A. Sleper. 1995. Breeding field crops. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

✓ Rezaei, A. 2000. Selection indicators in improvement of plants. Articles of the 3rd Iran Congress of Agriculture and Improvement of Plant. 2- 7 September. Faculty of Agriculture, University of Tabriz. (In Persian)

✓ Sears, E. R. 1999. Theaneuploids of common wheat. Missouri Univ. Agr. Exp. Sta. Res. Bull. 572: 1- 59.

✓ Semikhodskii, A. G., S. A. Qurrie, and J. W. John. 2003. Mapping quantitative trait Loci for salinity responses in wheat. Unpublished Shape.

✓ Sharma, S. N., and Y. Sharma. 2007. Estimates of variation and heritability of some quantitative and quality characters in *Triticum Turgidum* L. ssp. durum (Desf.). Acta Agronomica Hungarica. 55 (2): 261- 264.

✓ Slafer, G. A., L. G. Abeledo., D. J. Miralles, and F. G. Gonzalez. 2001. White church, Photoperiod sensitivity during stem elongation phase as an avenue to raise potential yield in wheat. Euphytica. 119: 191- 197.

✓ Tsunewaki, K. 1995. Monosomic and conventional gene analysis in cimmon wheat, IV glume hairiness and ear density. Japan J. Genet. 36: 55- 62.

✓ Vojdani, P. 1996. The importance of preservation methods instead of natural growth and its role in preservation and using plant inheritance reserve. Key Articles of the Fourth Iran Plant Amendment and Agricultural Sciences Congress, Isfahan Industrial University. Pp: 554- 573. (In Persian)

✓ Zhou, Y., Z. H. He., X. M. Chen., D. S. Wang., X. C. Yan Xia, and Y. Zhong. 2005. Genetic improvement of wheat yield potential in North China. Development in Plant Breeding, Springer Pub, Netherlands.

www.SID.ir