# بررسی روابط تعدادی از صفات مهم زراعی توده‌های مختلف گندم مناطق سردسیر با عملکرد با استفاده از تجزیه علیت

فهیمه هلالی سلطان آباد[1]، حمداله کاظمی[2]، داریوش تقوی[3]، علیرضا نورآبادی[4] و جلیل اجلی[5]

## چکیده

به منظور مقایسه عملکرد ارقام و توده‌های مختلف گندم مناطق سردسیر کشور، آزمایشی طی سال زراعی ۱۳۸۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب انجام شد. این آزمایش با استفاده از۴۵ توده از گندم‌های بومی زمستانه که از مناطق مختلف سردسیری ایران جمع‌آوری شده بود، درقالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از : ارتفاع بوته، عملکرد بیولوژیک، عملکرد دانه در هکتار، شاخص برداشت، تعداد سنبلچه در هر سنبله و تعداد دانه در هر سنبله. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر این صفات وجود دارد. مقایسه میانگین صفات مورد بررسی نشان داد که توده‌های ۳۶،۳۷،۲۹،۳۲ و ۳۸ شاخص برداشت بالایی دارند و توده‌های ۱۵ ،۱۸ و۱۳ برای عملکرد دانه و برخی از اجزای عملکرد برتر هستند. بنابراین، این توده‌ها می‌توانند در برنامه‌های به نژادی، برای افزایش شاخص برداشت، وزن خشک و عملکرد دانه مورد استفاده قرارگیرند. تجزیه ضرایب همبستگی نشان داد که وزن خشک بوته، ارتفاع گیاه، تعداد دانه در هر سنبله، عملکرد دانه در خوشه اصلی، وزن دانه، طول سنبله و تعداد سنبلچه در هر سنبله همبستگی مثبت و معنی‌داری با عملکرد دانه دارند. تجزیه ضرایب همبستگی صفات نشان داد که صفات مؤثر برای شاخص برداشت، وزن بیوماس و عملکرد دانه بودند و این صفات در کل ۹۰/۲ درصد از پراکندگی شاخص برداشت را توجیه کردند. هم‌چنین تجزیه ضرایب عملکرد دانه نشان داد که مؤثرترین صفات برای افزایش عملکرد دانه، تعداد سنبلچه در سنبله و ارتفاع گیاه بودند. این صفات حدود ۳۵/۷ درصد از سهم پراکندگی عملکرد دانه را توجیه کردند.

---

***واژه‌های کلیدی:*** گندم، تجزیه علیت، عملکرد دانه، اجزای عملکرد.

---

**تاریخ دریافت مقاله: ۸۶/۱۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۸۸/۲/۳**

**۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج**

**۲- استاد دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز**

**۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد زراعت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز**

**٤- عضو هیأت علمی گروه گیاهان دارویی، مرکز آموزش کشاورزی ارومیه**

**۵- عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه**

## مقدمه و بررسی منابع

اهمیت اقتصادی گندم چه از نظر تولید و چه از نظر تغذیه در دنیا بیش از سایر محصولات کشاورزی می‌باشد، حتی در مناطقی که به علت متغیر بودن شرایط اقلیمی و یا خشکی محیط، تولید سایر گیاهان زراعی با مشکلاتی مواجه باشد، می‌توان گندم تولید نمود (۱). با بررسی تنوع ژنتیکی در این گیاه، گزینش ژنوتیپ‌های امید بخش و گنجاندن آن‌ها در برنامه‌های به نژادی می‌توان، ضمن تأمین غذا برای جمعیت، نیل به اهداف کشاورزی پایدار را امکان پذیر ساخت. هرچند بین عملکرد و تعدادی از اجزای آن رابطه مثبتی وجود دارد، ولی وجود همبستگی‌های منفی بین برخی اجزای عملکرد باعث شده است که انتخاب برای همه اجزای عملکرد دانه نتواند به عنوان عاملی در افزایش عملکرد دانه غلات مفید واقع شود (۲۰). افزایش در یک جزء عملکرد معمولاً کاهش در برخی از اجزای دیگر را به دنبال دارد (۱۰و۱۸). بنابراین تعیین همبستگی بین صفات مختلف، به ویژه عملکرد دانه و اجزای آن و تعیین روابط علت و معلولی آن‌ها به نژادگران را قادر می‌سازد که مناسب ترین ترکیب اجزا را که منتهی به عملکرد بیشتر می‌شود انتخاب نمایند (٤،۳، ۱۲ و١٦). در این راستا روش تجزیه علیت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۱۷و ۲۲). این روش روابط بین صفات و اثرات مستقیم و غیر مستقیم آن‌ها را بر همدیگر روشن می‌سازد. در این روش ضریب همبستگی بین دو صفت به اجزایی که اثرات مستقیم و غیر مستقیم را اندازه‌گیری می‌کنند، تفکیک می‌گردد. تجزیه علیت به طور وسیعی در شکستن همبستگی بین اجزای عملکرد در گندم مورد استفاده قرار گرفته است (۵). مقدم و اهدائی[1] (۱۹۹۷) در مطالعات خود بر روی تنوع ژنتیکی و همبستگی صفات زراعی در ۸ ژنوتیپ گندم نان جمع‌آوری شده از جنوب شرقی ایران دریافتند که عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری با صفات طول خوشه، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت دارد. هم‌چنین صفات تعداد پنجه در بوته و تعداد پنجه‌های بارور همبستگی منفی و معنی‌داری با عملکرد دانه نشان دادند. نتایج تجزیه علیت نشان داد که کمترین اثر مستقیم مثبت بر عملکرد دانه مربوط به ارتفاع گیاه بوده و به دنبال آن شاخص برداشت قرار دارد، بیشترین اثر مستقیم مثبت مربوط به وزن هزار دانه بود و به دنبال آن تعداد دانه در سنبله و تعداد پنجه بارور قرار داشت. نتایج بررسی آن‌ها در کل نشان داد که انتخاب ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ عملکرد دانه باید بر اساس صفات تعداد پنجه بارور در بوته، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه انجام گیرد. بررسی‌های هنرنژاد (۱۳۸۱) برروی ۱۰ صفت کمّی در ٦ واریته برنج نشان داد که همبستگی عملکرد دانه با ارتفاع بوته و رسیدن کامل دانه، منفی و معنی‌دار است. نتایج تجزیه علیت در این بررسی نشان داد که بیشترین اثر مستقیم و مثبت بر عملکرد دانه از طریق تعداد دانه در خوشه، تعداد پنجه در بوته و زمان نشاء تا ظهور خوشه اعمال می‌گردد. شاخص برداشت نسبت دانه از کل عملکرد بیولوژیک گیاه را مشخص می‌کند. اصلاح ژنتیکی عملکرد دانه گندم زمستانه در ارتباط نزدیک با افزایش در شاخص برداشت، بدون افزایش در کل عملکرد بیولوژیک می‌باشد (۲۱). احمد و همکاران (۲۰۰۳) با مطالعه روی برخی از صفات زراعی در گندم نان نشان دادند که همبستگی شاخص برداشت با عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیک مثبت و معنی‌دار بوده ولی همبستگی ارتفاع گیاه با شاخص برداشت و عملکرد دانه منفی و معنی‌دار و با عملکرد بیولوژیک، تعداد پنجه در بوته و طول سنبله مثبت و معنی‌دار می‌باشد.

با توجه به اهمیت تعیین همبستگی بین صفات مختلف به‌ویژه عملکرد دانه و اجزای آن در انتخاب مناسب‌ترین ترکیب اجزا برای عملکرد بیشتر، این تحقیق با هدف بررسی روابط تعدادی از صفات مهم زراعی توده‌های مختلف گندم مناطق سردسیر انجام گرفت.

## مواد و روش‌ها

این بررسی طی سال زراعی ۱۳۸٤ در مزرعه تحقیقاتی ۳۰۰ هکتاری ایستگاه تحقیقات کشاورزی میاندوآب اجرا گردید. در این منطقه متوسط درجه حرارت سالیانه ۱۱/۵ درجه سلسیوس است. حداقل و حداکثر مطلق درجه حرارت دراز مدت ۳۵ ساله، به‌ترتیب ۱۷- و ۳۹ درجه سلسیوس و متوسط بارندگی سالیانه میاندوآب ۲۹۷/۷ میلی‌متر می‌باشد. در این آزمایش از ٤۵ توده از گندم‌های بومی مناطق سردسیر ایران از کلکسیون بخش ژنتیک مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج استفاده شد (جدول۱). لاین‌ها به‌طور تصادفی طوری انتخاب

1. Moghaddam and Ehdaie

شدند که نقاط مختلف استان‌های سردسیر کشور را پوشش داده و تنوع جغرافیایی مناسبی از مناطق جمع‌آوری شده را داشته باشند. محل جمع‌آوری و کد نمونه‌ها و شماره آن‌ها در جدول ١ نشان داده شده است. بذور گندم‌های انتخاب شده در پاییز در ردیف‌هایی به طول ١متر و فواصل ١٥ سانتی‌متر با تراکم ٤٠٠ بوته در متر مربع به صورت طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشته شدند. قبل از کاشت، نمونه‌های مرکب خاک از محل اجرای طرح از عمق ٢٥-٠ سانتی‌متر برداشت شد. کلیه خصوصیات مختلف فنولوژیکی، فیزیولوژیکی و مرفولوژیکی توده‌های کشت شده بر اساس دستورالعمل سازمان بین‌المللی ذخایر توارثی گیاهی در طی سال زراعی بررسی شد و گزینش داخل هر توده صورت گرفت. برای این منظور در داخل هر توده، بوته‌ها به‌طور تصادفی انتخاب و محصول گندم‌های کشت شده در تابستان سال ١٣٨٤ برداشت شد. در این بررسی برخی از ویژگی‌های توده‌ها از جمله ارتفاع بوته، طول سنبله، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیکی، شاخص برداشت، وزن سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله و وزن هزار دانه اندازه‌گیری و یا محاسبه گردید. کلیه داده‌های به‌دست آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه آماری قرار گرفت و همبستگی‌های ساده بین صفات محاسبه و تجزیه کلاستر انجام شد و توده‌ها براساس خصوصیات مختلف طبقه‌بندی شدند.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به صفات مورد بررسی در جدول ٢ درج شده است و نشان می‌دهد که کلیه ژنوتیپ‌ها (توده‌ها) از نظر صفات مورد بررسی تفاوت‌های بسیار معنی‌داری در سطح احتمال ١ درصد دارند. بنابراین با توجه به تفاوت‌های موجود، امکان گزینش برای صفات وجود دارد. ضریب تغییرات در صفات مورد مطالعه کم تا متوسط بود و بیانگر آن است که در انجام آزمایش دقت کافی به عمل آمده است.

توده‌های ١٥، ١٨ و ١٣ به ترتیب با عملکرد ٢٠٨٤، ٢٠٢١ و ١٩٨٤ کیلوگرم در هکتار پر محصول‌ترین توده‌ها بودند (جدول٣). توده ١٥ از نظر وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، توده ١٣ از لحاظ طول سنبله و توده ١٨ از لحاظ تعداد روز تا رسیدگی و وزن دانه در بوته دارای بیشترین مقدار بودند که با توجه به جدول همبستگی ساده بین صفات، همبستگی مثبت و معنی‌دار عملکرد دانه با صفات ذکر شده به‌ترتیب r =٠/٢٠٠، r=٠/٥٨٨، r = ٠/٤٣٣، r = ٠/٢١٠ و r= ٠/٤٤٢ به‌دست آمد (جدول ٨). توده‌های ١٥، ١٨ و ١٣ علاوه بر صفات بالا، از نظر عملکرد بیولوژیک (جدول٤) نیزدارای ارزش بالایی بودند که همبستگی عملکرد دانه با این صفت نیز مثبت و معنی‌دار بود (به ترتیب r =٠/٨١٨ و r =٠/٤٦٥)، بنابراین می‌توان زیاد بودن عملکرد این توده‌ها را با صفات مذکور مرتبط دانست. علاوه بر صفات بالا، عملکرد دانه با وزن خشک در بوته همبستگی مثبت و معنی‌داری (r =٠/٤٣٧) داشت، ولی بین تعداد روز تا ظهور سنبله، شاخص برداشت و وزن خشک در بوته، وزن هزار دانه و تعداد روز تا رسیدگی با عملکرد دانه همبستگی مثبت و معنی‌داری مشاهده نشد. همبستگی عملکرد دانه با اجزای آن در منابع زیادی گزارش شده است. رارابیتی[1] (١٩٩٨) بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله، ارتفاع بوته و طول سنبله در گندم همبستگی مثبت و قوی و بین عملکرد دانه با وزن هزار دانه همبستگی منفی گزارش کرده اند. اما دیدار (١٣٧٤) همبستگی بین ارتفاع بوته با عملکرد دانه را منفی گزارش کرده است.

در این تحقیق کمترین عملکرد دانه به توده‌های ٢٨، ٣٤ و ٣٧ تعلق داشت (جدول٣). به‌علاوه، توده ٣٤ دارای کمترین عملکرد بیولوژیک (جدول٤)، وزن دانه در ساقه اصلی و تعداد دانه در سنبله، توده ٢٨ دارای کمترین عملکرد بیولوژیک کل، و توده ٣٧ دارای کمترین وزن هزار دانه بودند. اشرف[2] و همکاران (٢٠٠٢) و محمود و شهیدی[3] (١٩٩٣) در مطالعات خود روی گندم به نتایج مشابهی دست یافتند . لازم به ذکر است که چون این توده‌ها از عملکرد بیولوژیک کل کمتری نیز برخوردار بودند به همین علّت شاخص برداشت آن‌ها کاهش چندانی نداشت. در این بررسی همبستگی عملکرد دانه با صفات تعداد پنجه و تعداد پنجه بارور منفی ولی غیر معنی‌دار بود. همبستگی مثبت و معنی‌دار بین ارتفاع بوته با عملکرد دانه احتمالاً ناشی از افزایش طول سنبله، تعداد دانه در سنبله و عملکرد بیولوژیک کل می‌باشد (١١ و١٣)، زیرا این صفات با ارتفاع بوته همبستگی مثبت دارند (جدول٨).

1. Rharrabti
2. Ashraf
3. Mahmood and Shahidi

توده‌های ١٤ و ٢٢ به‌ترتیب دارای بیشترین مقدار عملکرد بیولوژیک بودند (جدول٤). مقدار وزن خشک بوته اصلی توده ١٤ حداکثر ولی تعداد پنجه بارور حداقل بود. توده ٢٢همان‌طور که قبلاً اشاره شد، از نظر وزن دانه در ساقه اصلی دارای بیشترین مقدار بود. با توجه به همبستگی مثبت معنی‌دار عملکرد بیولوژیک با وزن دانه در ساقه اصلی و وزن خشک در ساقه اصلی می‌توان گفت که افزایش هر کدام از این صفات باعث افزایش عملکرد بیولوژیک در این توده می‌شود. هم‌چنین با توجه به همبستگی منفی این صفت با تعداد پنجه بارور، کاهش آن باعث افزایش عملکرد بیولوژیک می‌شود. نتایج مطالعات احمد[1] و همکاران (٢٠٠٣)، اشرف و همکاران (٢٠٠٢)، ولی‌زاده کامران (١٣٨٢) و مقدم و اهدائی (١٩٩٧) با نتایج حاصل از این پژوهش هم‌خوانی دارند. طبق اظهارات ولی‌زاده کامران (١٣٨٢) با افزایش عملکرد بیولوژیک در جو می‌توان عملکرد دانه را افزایش داد. هم‌چنین به علت وجود محدودیت در افزایش شاخص برداشت، توده‌های ٣٦، ٤٤ و ٢٨ دارای کمترین مقادیر در عملکرد بیولوژیک بوده و کمترین مقدار عملکرد دانه به توده ٢٨ تعلق داشت. توده‌های ٣٢ و ٣٧ بیشترین مقدار شاخص برداشت را داشتند که توده ٣٢ بیشترین شاخص برداشت (٠/٣٨) را داشت (جدول٥). توده ٣٧ از نظر طول سنبله دارای مقادیر کمتری بود. با توجه به جدول شماره ٨ همبستگی شاخص برداشت با صفت ذکر شده منفی و غیر معنی‌دار می‌باشد. همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار بین صفات ارتفاع بوته، طول سنبله با عملکرد بیولوژیک بیان‌گر آن است که با کاهش این صفات عملکرد بیولوژیک کاهش یافته و در نهایت شاخص برداشت در این توده‌ها افزایش می‌یابد. کمترین درصد شاخص برداشت به ترتیب ٠/٢١٨ و٠/٢١٦ مربوط به توده‌های ٢٢ و ٢٨ بود (جدول٥). در عین حال، توده ٢٢ در مقایسه با توده ٢٨، از لحاظ وزن دانه در بوته بیشترین مقدار را به خود اختصاص داد. همبستگی شاخص برداشت با وزن دانه ساقه اصلی منفی و غیر معنی‌دار می‌باشد. با توجه به همبستگی مثبت و بسیار معنی‌دار این دو صفت با عملکرد دانه، می‌توان چنین اظهار داشت که کاهش آن‌ها احتمالاً باعث کاهش عملکرد دانه شده و در نتیجه شاخص برداشت نیز کاهش یافته است. شاخص برداشت با تعداد پنجه، عملکرد دانه و تعداد سنبلچه در سنبله نیز همبستگی مثبت و غیر معنی‌دار و با صفت وزن هزار دانه همبستگی مثبت و معنی‌دار، با تعداد روز ظهور سنبله و عملکرد بیولوژیک همبستگی منفی و معنی‌دار و با تعداد پنجه باور، تعداد روز رسیدگی، وزن خشک ساقه اصلی و تعداد دانه در سنبله همبستگی منفی و غیر معنی‌دار داشت. احمد و همکاران (٢٠٠٣)، اشرف و همکاران (٢٠٠٢)، ولی‌زاده کامران (١٣٨٢) و مقدم و اهدائی (١٩٩٧) نیز در بررسی‌های خود به چنین نتایجی دست یافتند.

توده‌های ٣٩، ١٥ و ٣٢ به‌ترتیب دارای بلندترین ارتفاع ساقه بودند. توده ٣٩ در عین حال، بیشترین مقدار وزن دانه در بوته و کمترین تعداد پنجه بارور را دارا بود. توده ١٥ دارای بیشترین عملکرد دانه (جدول٣) و وزن هزار دانه بود. همبستگی ساده بین ارتفاع بوته با تعداد پنجه بارور منفی و غیر معنی‌دار و با عملکرد دانه کل و وزن دانه بوته اصلی مثبت و معنی‌دار و با وزن هزار دانه مثبت و غیر معنی‌دار بود (جدول٨). توده‌های ٤٥، ١٠، ٤٠ و ٣٧ به‌ترتیب کم ارتفاع‌ترین ژنوتیپ‌ها در مقایسه با سایرین بودند. توده ٢٠ از کمترین تعداد روز تا رسیدگی برخوردار بود. همبستگی ارتفاع بوته با تعداد روز تا رسیدگی و طول سنبله مثبت و غیر معنی‌دار بود. هم‌چنین همبستگی آن با شاخص برداشت منفی و غیر معنی‌دار بود (جدول٨). با توجه به این نتایج می‌توان چنین استنباط کرد که افزایش ارتفاع بوته احتمالاً سبب شده است که سطح فتوسنتزکننده افزایش یافته و در نهایت وزن دانه بالا رود (١٥). از طرفی، با افزایش ارتفاع بوته و سطح برگ عملکرد بیولوژیک گیاه نیز افزایش می‌یابد در نتیجه باعث کاهش شاخص برداشت در این توده‌ها شده است. که مطابق با نتایج بررسی‌های ولی‌زاده کامران (١٣٨٢) روی جو و مقدم و اهدائی (١٩٩٧) روی گندم می‌باشند.

بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله به‌ترتیب متعلق به توده‌های ٢٢، ٣٠ و ٣٢ بود و توده‌های ٣٧، ٢٧ و ٣٤ به ترتیب دارای کمترین تعداد سنبلچه در سنبله بودند. با توجه به این نتایج می‌توان بیان کرد که سنبله‌ها اصولاً حاوی تعداد بیشتری سنبلچه بوده و تعداد زیادی دانه را نیز در بر می‌گیرند. اما حداکثر عملکردی که در یک شرایط محیطی می‌توان تولید کرد با توجه به جبران پذیری اجزای عملکرد، دارای سقفی است که از آن سقف نمی‌توان تجاوز کرد. بنابراین افزایش تعداد دانه کاهش وزن دانه را به همراه خواهد داشت و عکس آن نیز

1. Ahmad

صادق است (۳). این نتایج مطابق نتایج ریزا (۲۰۰۳) و ولی‌زاده کامران (۱۳۸۲) می‌باشد.

**تجزیه رگرسیون چند گانه**

به منظور تعیین مطلوب‌ترین معادله رگرسیونی و تعیین متغیرهایی که تأثیر زیادی بر متغیر وابسته دارند و به عبارت دیگر به منظور شناسایی صفات توجیه‌کننده شاخص برداشت به عنوان مهم‌ترین عامل کمیت، از تجزیه رگرسیون چندگانه استفاده شد. برای این منظور با استفاده از تجزیه رگرسیونی گام به گام، سهم هر یک از صفات مورد مطالعه به عنوان متغیرهای مستقل در شاخص برداشت، مشخص گردید. نتایج تجزیه رگرسیون در جداول (۶و۷) نشان داده شده‌اند. عملکرد بیولوژیک اولین صفتی بود که در مدل وارد شد و ۲۸/۲ درصد از تغییرات شاخص برداشت را توجیه کرد. صفت بعدی که در مدل قرار گرفت عملکرد دانه بود و مجموع این دو صفت ۹۳/۷ درصد از تغییرات شاخص برداشت را توجیه کردند. وجود ضریب تبیین بالا ($R^2$= ٪۹۳/۷) برای معادله رگرسیونی فوق نشان دهنده تاثیر بالای این دو صفت در افزایش شاخص برداشت است. رگرسیون صفت عملکرد دانه به عنوان متغیر وابسته، روی سایر صفات زراعی به عنوان متغیرهای مستقل، نشان داد که ارتفاع بوته و تعداد سنبلچه در سنبله مجموعاً ٤٤/۷ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کردند.

**تجزیه علّیت شاخص برداشت با صفات مؤثر**

از آن‌جایی که شاخص برداشت از نسبت عملکرد اقتصادی (دانه) به عملکرد بیولوژیک به دست می‌آید، انتظار می‌رود که عملکرد دانه اثر مثبت و عملکرد بیولوژیک اثر منفی روی شاخص برداشت داشته باشند. با توجه به نمودار۱ مشاهده می‌شود که اثر مستقیم عملکرد دانه روی شاخص برداشت مثبت و زیاد (۱/۳۹۱) است، یعنی با ثابت نگه داشتن عملکرد بیولوژیک، افزایش عملکرد دانه سبب افزایش شاخص برداشت می‌شود. اثر غیر مستقیم این صفت از طریق عملکرد بیولوژیک منفی و در عین حال قابل توجه بود (۱/۳۷۵–). اثر مستقیم عملکرد بیولوژیک روی شاخص برداشت زیاد و منفی بود (۱/۷۱۵–)، این موضوع نشان می‌دهد که عملکرد بیولوژیک مستقیماً باعث کاهش شاخص برداشت می‌گردد. در عین حال این اثر منفی تا حد زیادی به واسطه اثر غیر مستقیم مثبت این صفت از طریق عملکرد دانه (۱/۱۷۰) خنثی شده است. کمی اثر باقی‌مانده برای صفت شاخص برداشت (۰/۲٤۷) نشان می‌دهد که نقش سایر عوامل در تغییرات شاخص برداشت کم‌تر بوده است. از طرف دیگر، زیاد بودن ضریب تبیین ($R^2$ =۰/۹۳۷) بیانگر تأثیر زیاد این دو صفت در توجیه تغییرات شاخص برداشت می‌باشد. بنابراین می‌توان شاخص برداشت را با افزایش عملکرد دانه هم‌زمان با عملکرد بیولوژیک و یا باثابت نگه داشتن آن، افزایش داد. ولی‌زاده کامران (۱۳۸۲) در تجزیه علّیت این صفت در جوهای لخت نیز به نتایج مشابهی دست یافت.

**تجزیه علّیت عملکرد دانه با صفات مؤثر**

نتایج حاصل از این تجزیه در جدول ۹ نشان داده شده است. اثر مستقیم صفت ارتفاع بوته بر روی عملکرد دانه مثبت و زیاد (۰/۵۵۱) و تقریباً بخش زیادی از همبستگی را شامل شد. اثر غیر مستقیم این صفت از طریق تعداد سنبلچه در سنبله نیز مثبت و کم بود (۰/۰۳۷). با توجه به این نتایج می‌توان گفت که اثر مستقیم ارتفاع بوته در افزایش عملکرد دانه را باید توأم با اثر غیر مستقیم آن از طریق تعداد سنبلچه در سنبله در نظر گرفت. با توجه به همبستگی مثبت و معنی‌دار ارتفاع بوته با عملکرد دانه (r=۰/۵۸۸) و تعداد سنبلچه در سنبله (r =۰/٤۱۹)، این نتایج منطقی به نظر می‌رسد. اثر مستقیم تعداد سنبلچه در سنبله مثبت و متوسط بود (۰/۳٦٤). اثر غیر مستقیم این صفت از طریق ارتفاع بوته نیز مثبت و کم بود (۰/۰۵۵). بنابراین با ثابت نگه داشتن ارتفاع بوته، افزایش تعداد سنبلچه در سنبله سبب افزایش عملکرد دانه می‌شود. پولمن و اسلپر[1] (۱۹۹۵) در تجزیه علیت بر روی ۱۱ صفت در لاین‌ها و واریته‌های برنج و کاشف و خالق[2] (۲۰۰٤) در تجزیه علّیت این صفت در گندم نان، بیشترین اثر مستقیم روی عملکرد دانه را متعلق به تعداد سنبلچه در سنبله دانسته‌اند. مقدار تقریباً زیاد اثرات باقی‌مانده (۰/۷۲۹) بیانگر این نکته است که احیاناً صفات دیگری روی عملکرد دانه می‌توانند مؤثر باشند که در این آزمایش اندازه‌گیری نشده‌اند. ضریب تبیین این دو صفت تقریباً ٤۵٪ از تغییرات عملکرد دانه را توجیه کرد و ۵۵٪ نیز به تغییرات ناشی از سایر عوامل بستگی داشت.

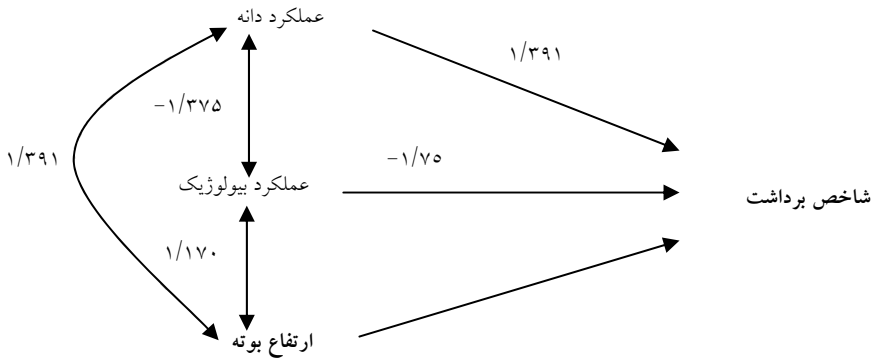
1. Poehlman and Sleper
2. Kashif and Khaliq

## نتیجه‌گیری کلی

تجزیه علّیت شاخص برداشت و صفات مؤثر بر آن نشان داد که عملکرد بیولوژیک و عملکرد دانه به ترتیب مؤثرترین صفات در افزایش شاخص برداشت هستند. تجزیه علّیت عملکرد بیولوژیک نشان داد که مؤثرترین صفات در تغییرات عملکرد بیولوژیک ارتفاع بوته است. تجزیه علّیت عملکرد دانه نیز نشان داد که ارتفاع بوته و تعداد سنبلچه در بوته مؤثرترین صفات در افزایش عملکرد دانه می‌باشند.

**جدول ۱- شماره، کد و مبداء نمونه‌های گندم انتخابی از بانک ژن ملی گیاهی ایران**

| ردیف | کد شناسایی K.c | مبدا | ردیف | کد شناسایی K.c | مبدا | ردیف | کد شناسایی K.c | مبدا |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۰۷۳ | کردستان | ۱۶ | ۳۲۷ | اردبیل | ۳۱ | ۲۱۵۵ | اردبیل |
| ۲ | ۱۰۷۵ | کردستان | ۱۷ | ۳۲۹ | اردبیل | ۳۲ | ۳۰۷۶ | خراسان |
| ۳ | ۱۹۵۹ | کردستان | ۱۸ | ۳۲۰ | اردبیل | ۳۳ | ۳۰۷۸ | خراسان |
| ٤ | ٤١٤٤ | کردستان | ۱۹ | ۳۳۱ | اردبیل | ۳٤ | ۳۰۷۹ | خراسان |
| ٥ | ٤١٧١ | کردستان | ۲۰ | ۲۱٤۱ | اردبیل | ۳٥ | ۳۰۸۱ | خراسان |
| ٦ | ٤١٧٢ | کردستان | ۲۱ | ۲۱٤۲ | اردبیل | ۳٦ | ۳۰۸۳ | خراسان |
| ۷ | ٤١٧٣ | کردستان | ۲۲ | ۲۱٤۳ | اردبیل | ۳۷ | ۳۰۸٥ | خراسان |
| ۸ | ٤١٧٥ | کردستان | ۲۳ | ۲۱٤٤ | اردبیل | ۳۸ | ۳۰۸٦ | خراسان |
| ۹ | ٤١٧٦ | کردستان | ۲٤ | ۲۱٤٦ | اردبیل | ۳۹ | ۳۰۸۹ | خراسان |
| ۱۰ | ٤١٧٧ | کردستان | ۲٥ | ۲۱٤۷ | اردبیل | ٤۰ | ۳۰۹٥ | خراسان |
| ۱۱ | ۳۱۰ | اردبیل | ۲٦ | ۲۱٤۸ | اردبیل | ٤۱ | ۳۰۹۹ | خراسان |
| ۱۲ | ۳۱۱ | اردبیل | ۲۷ | ۲۱٤۹ | اردبیل | ٤۲ | ۱۷۰۹ | خراسان |
| ۱۳ | ۳۱٦ | اردبیل | ۲۸ | ۲۱٥۱ | اردبیل | ٤۳ | ۱۷۱۱ | خراسان |
| ۱٤ | ۳۲۰ | اردبیل | ۲۹ | ۲۱٥۳ | اردبیل | ٤٤ | ۱۷۱۳ | خراسان |
| ۱٥ | ۳۲٥ | اردبیل | ۳۰ | ۲۱٥٤ | اردبیل | ٤٥ | ۱۷۱۷ | خراسان |




**نمودار ۱- دیاگرام علیت شاخص برداشت**

جدول۲- میانگین مربعات صفات اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های گندم مورد بررسی

| منابع تغییرات | درجه آزادی | میانگین مربعات | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ارتفاع بوته | تعداد پنجه | تعداد سنبله در خوشه | تعداد دانه در سنبله | تعداد پنجه بارور | وزن هزار دانه | وزن خشک | وزن دانه در بوته | پروتئین دانه | عملکرد دانه | عملکرد بیولوژیک | روز رسیدگی |
| تکرار | ۲ | ۵۳۸/۳۲۱$^{**}$ | ۰/۰۷۸ | ۲/٦٤۱$^{*}$ | ۸۹/۲٤۰$^{**}$ | ۰/٥۱٤ | ۰/۸٤۳ | ۰/۱۷۸$^{*}$ | ۰/۰۸۹$^{**}$ | ۰/۰۰۲$^{**}$ | ٥۱۲٤/٤٤۳$^{**}$ | ٤٦۲۸۱/۳۲۳$^{**}$ | ۲٤/۰۰٤ |
| ژنوتیپ | ٤٤ | ۱۸۲/٥۱۲$^{**}$ | ۱۱/۲۱۰$^{**}$ | ۷/۲۹۱$^{**}$ | ۱۱۲/۰۲۲$^{**}$ | ٤/٦٤۰$^{**}$ | ٥۲/۰۸۱$^{**}$ | ۱/٦٤۸$^{**}$ | ۰/۲۳۹$^{**}$ | ۰/۰۰۱$^{**}$ | ۲۹۲۸/٦۹۸$^{**}$ | ٤۲۰۱٤/۹٦۲$^{**}$ | ۲٤۰/۹۸۱$^{**}$ |
| خطا | ۸۸ | ٤٦/۹۷٤ | ۲/٤۲۸ | ۰/۸۹۳ | ٥/۹۷٤ | ۰/٦٦٦ | ۳/۰٤ | ۰/۰٦٥ | ۰/۰۱٥ | ۰/۰۰۳ | ٥۸۲/٦۱٤ | ٤۰۰۱/۳٤۲ | ٥/۸۷۱ |
| ضریب تغییرات | – | ٪۷/۲٤ | ٪۲۱/۰٤ | ٪٦/٥۸ | ٪۸/٤۲ | ٪۱٦/۹۱ | ٪٤/۲۰ | ٪۹/٤۱ | ٪۱۲/۷۸ | ٪۱/۹٤ | ٪۱٥/۹۳ | ٪۱۱/۸۷ | ٪۰/۹۹ |

$^{**}$و $^{*}$، به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵

**جدول ۳- مقایسه میانگین توده‌های مورد بررسی از نظر عملکرد دانه**

| کد شناسایی توده | ۱۵ | ۱۸ | ۱۳ | ۱٤ | ٤٤ | ۱۲ | ۲۷ | ٤٥ | ۲۳ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد دانه | ۲۰۸٤ | ۲۰۲۱ | ۱۹۸٤ | ۱۹٤۷ | ۱۹٤۷ | ۱۹۰۲ | ۱۸۹۷ | ۱۸۷٦ | ۱۸٤۱ |
| | a | ab | abc | abcd | abcde | bcde | bcdef | bcdefg | bcdefgh |
| کد شناسایی توده | ۲۱ | ۳۲ | ۲۹ | ۳۳ | ٤ | ۳۸ | ٤۲ | ۲٥ | ۷ |
| عملکرد دانه | ۱۷۹٦ | ۱۷٥٥ | ۱۷۱۲ | ۱۷۰۷ | ۱٦٤٤ | ۱٦٤۱ | ۱٦۳۰ | ۱٥۹۳ | ۱٥۹۱ |
| | cdefghi | cdefghij | cdefghij | cdefghijk | cdefghijk | defghijk | defghijk | defghijkl | defghijkl |
| کد شناسایی توده | ۱۰ | ۳٦ | ۱٦ | ۱۹ | ۲ | ۳۹ | ٤۱ | ۳ | ۱۱ |
| عملکرد دانه | ۱٥۸٦ | ۱٥۷٦ | ۲۳٥٤ | ۱٥۰٥ | ۱٤٦۸ | ۱٤۲۷ | ۱٤۲۰ | ۱٤۱۹ | ۱۳۷٦ |
| | efghijklm | efghijklmo | efghijklmo | fghijklmo | fghijklmop | fghijklmop | ghijklmop | ghijklmop | hijklmopq |
| کد شناسایی توده | ٦ | ٥ | ٤۰ | ۳۰ | ۳٥ | ۲۰ | ۲٤ | ۱۷ | ۲٦ |
| عملکرد دانه | ۱۳۷٥ | ۱۳٦٤ | ۱۳٤۹ | ۱۳٤۰ | ۱۲۹۱ | ۱۲٦٤ | ۱۲٦٤ | ۱۲٥۹ | ۱۲٥۹ |
| | ijklmopq | jklmopqr | klmopqr | klmopqrs | lmopqrs | mopqrs | mopqrs | opqrs | pqrs |
| کد شناسایی توده | ۱ | ۸ | ۲۲ | ۹ | ۳۱ | ٤۳ | ۲۸ | ۳٤ | ۳۷ |
| عملکرد دانه | ۱۲٥٦ | ۱۲٤٤ | ۱۲۳۸ | ۱٥۰۷ | ۱۲۳۸ | ۱۲۲٥ | ۱۱٦۸ | ۱۱۳٥ | ۱۰۱۲ |
| | pqrs | qrs | qrs | qrs | qrs | qrs | rs | rs | s |

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۰/۰۱ ندارند.

**جدول ٤- مقایسه میانگین توده‌های مورد بررسی از نظر عملکرد بیولوژیک (گرم در متر مربع)**

| کد شناسایی توده | ۱٤ | ۲۲ | ۲۷ | ۳۲ | ۱۱ | ۱۳ | ۳۱ | ۱۸ | ٤۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| عملکرد بیولوژیک | ۷۸٥/۲۰۰ | ۷۱۹/۱۰۰ | ٦۹٥/٤۰۰ | ٦٦٦/۸۰۰ | ٦٦٥/۱۰۰ | ٦٦٥/٤۰۰ | ٦٦٤/۲۰۰ | ٦۳۰/۷۰۰ | ٦۳۰/۰۰۰ |
| | a | ab | abc | bc | bc | bc | bc | bcd | bcd |
| کد شناسایی توده | ۲۱ | ۳۸ | ۱۲ | ۳٥ | ۱٥ | ۲٦ | ۱۷ | ۱٦ | ۱۹ |
| عملکرد بیولوژیک | ٦۱٥/۲۰۰ | ٦۱٤/۳۰۰ | ٦۰۹/۱۰۰ | ٦۰٦/٤۰۰ | ٥۹٤/۲۰۰ | ٥۹۳/۸۰۰ | ٥۸۷/۰۰۰ | ٥٦٦/۷۰۰ | ٥٥۸/٦۰۰ |
| | bcde | bcde | bcde | bcde | bcdef | bcdefg | cdefgh | cdefgh | cdefgh |
| کد شناسایی توده | ۳۳ | ۲٥ | ۲ | ۳ | ۳۰ | ٥ | ۲۹ | ۲۳ | ٤ |
| عملکرد بیولوژیک | ٥۲۹/۱۰۰ | ٥۱٤/۲۰۰ | ٥۰٤/۸۰۰ | ٥۰۲/٦۰۰ | ٤۹۸/۱۰۰ | ٤۹٦/۱۰۰ | ٤۹۳/۹۰۰ | ٤۹۳/٦۰۰ | ٤۷٤/۲۰۰ |
| | defghi | defghi | efghi | efghij | efghijk | efghijk | efghijkl | efghijkl | fghijkl |
| کد شناسایی توده | ٦ | ۳۷ | ۲۰ | ۷ | ۱ | ٤٥ | ۱۰ | ۲٤ | ۹ |
| عملکرد بیولوژیک | ٤۷۱/۰۰۰ | ٤۷۰/۹۰۰ | ٤۷۰/٥۰۰ | ٤٦۸/٦۰۰ | ٤٦٦/۲۰۰ | ٤٦٥/۰۰۰ | ٤٦٤/٦۰۰ | ٤٥۹/۸۰۰ | ٤۰۳/۰۰۰ |
| | fghijklm | fghijklm | fghijklm | ghijklm | hijklmn | hijklmn | hijklmn | hijklmno | ijklmno |
| کد شناسایی توده | ٤۰ | ۸ | ٤۲ | ۳٤ | ٤۳ | ۳۹ | ۳٦ | ٤٤ | ۲۸ |
| عملکرد بیولوژیک | ۳۹٦/٦۰۰ | ۳۸۲/٤۰۰ | ۳۸۰/۰۰۰ | ۳۷۷/۳۰۰ | ۳٦۷/۷۰۰ | ۳٤۷/۱۰۰ | ۳۳۹/۷۰۰ | ۳۳۹/۱۰۰ | ۳۳۰/۸۰۰ |
| | jklmno | klmno | klmno | klmno | lmno | mno | no | no | o |

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۰/۰۱ ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین توده‌های مورد بررسی از نظرشاخص برداشت

| کد شناسایی توده | ۳۲ | ۳۷ | ۲۹ | ۳۸ | ۳۶ | ۵ | ۲۴ | ۸ | ۴۳ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاخص برداشت | ۰/۳۸۰ | ۰/۳۶۰ | ۰/۳۵۶ | ۰/۳۵۰ | ۰/۳۴۸ | ۰/۳۴۸ | ۰/۳۳۷ | ۰/۳۳۶ | ۰/۳۳۳ |
| | a | ab | abc | abcd | abcde | abcde | abcdef | abcdefg | abcdefgh |
| کد شناسایی توده | ۳۹ | ۲۰ | ۱۳ | ۱۶ | ۱۱ | ٤ | ۱۵ | ۱۰ | ۱ |
| شاخص برداشت | ۰/۳۳۰ | ۰/۳۲۳ | ۰/۳۱۹ | ۰/۳۱۶ | ۰/۳۱۳ | ۰/۳۱۱ | ۰/۳۱۱ | ۰/۳۰٤ | ۰/۳۰۰ |
| | abcdefgh | bcdefghi | bcdefghij | bcdefghij | bcdefghijk | cdefghijk | cdefghijk | defghijkl | efghijklm |
| کد شناسایی توده | ۳۳ | ۲۵ | ۹ | ٤۵ | ۲۱ | ۱۹ | ٤۲ | ۲ | ۳۸ |
| شاخص برداشت | ۰/۲۹۸ | ۰/۲۹٦ | ۰/۲۹۰ | ۰/۲۸۲ | ۰/۲۸۰ | ۰/۲۷۷ | ۰/۲۷۵ | ۰/۲۷۲ | ۰/۲۷۰ |
| | fghijklm | fghijklm | fghijklm | ghijklm | ghijklmn | hijklmn | hijklmn | ijklmn | ijklmno |
| کد شناسایی توده | ۱۷ | ۲۳ | ۳ | ٤٤ | ۷ | ٤۰ | ۱۸ | ۱٤ | ۲٦ |
| شاخص برداشت | ۰/۲٦٦ | ۰/۲٦۵ | ۰/۲٦۰ | ۰/۲۵۸ | ۰/۲۵٤ | ۰/۲۵۱ | ۰/۲٤۹ | ۰/۲٤۵ | ۰/۲٤۱ |
| | jklmno | jklmno | jklmnop | klmnop | klmnopq | lmnopq | mnopq | mnopq | mnopqr |
| کد شناسایی توده | ۳٤ | ٤۱ | ۲۷ | ۳۵ | ۱۲ | ٦ | ۳۱ | ۲۲ | ۲۸ |
| شاخص برداشت | ۰/۲۳۸ | ۰/۲۳۲ | ۰/۲۲۹ | ۰/۲۲۵ | ۰/۲۲۲ | ۰/۲۲۱ | ۰/۲۱۹ | ۰/۲۱۸ | ۰/۲۱٦ |
| | mnopqrs | nopqrs | opqrs | pqrs | qrs | qrs | qrs | rs | r |

* میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری از لحاظ آماری در سطح احتمال ۰/۰۱ ندارند.

جدول٦- رگرسیون چندگانه به روش توأم (دو متغیره) شاخص برداشت به عنوان متغیر وابسته در توده های مورد بررسی گندم

| معادله | ضریب تبیین $R^2$ | ضریب تبیین تصحیح شده $R^2$ | دوربین واتسون |
|---|---|---|---|
| $y = -۵۰/۴۱۲ + ۲/۹۸۳x_۱ + ۱۸/۵۵x_۲$ | ۰/۱٦۹ | ۰/۱۳۰ | ۱/٤۷ |

جدول ۷– رگرسیون چندگانه به روش توأم (دو متغیره) عملکرد دانه بعنوان متغیر وابسته در توده های مورد بررسی گندم

| معادله | ضریب تبیین $R^2$ | ضریب تبیین تصحیح شده $R^2$ | دوربین واتسون |
|---|---|---|---|
| $y = ۲۹۵/۲۴۵ + ۱۲/۰۰x_۱ + ۶/۶۳x_۲$ | ۰/۰۷۷ | ۰/۰۳٤ | ۲/۱۹۸ |

جدول ۸- همبستگی ساده بین صفات مورد مطالعه در ٤٥ توده گندم

| صفات | روز ظهور سنبله | تعداد پنجه | ارتفاع گیاه (سانتی متر) | تعداد پنجه بارور | روز رسیدگی | عملکرد بیولوژیک بوته اصلی | عملکرد بوته اصلی | عملکرد کل دانه | عملکرد کل بیولوژیک | درصد HI کل | طول سنبله (cm) | سنبلچه در خوشه | تعداد دانه در سنبله | وزن هزار دانه | درصد پروتئین دانه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| تعداد پنجه | ۰/۱۳۵ | ۱ | | | | | | | | | | | | | |
| ارتفاع گیاه | ۰/۳٤٤* | -۰/۲۰۸ | ۱ | | | | | | | | | | | | |
| تعداد پنجه بارور | -۰/۰۳۸ | ۰/۵۳۲** | -۰/۱۷۱ | ۱ | | | | | | | | | | | |
| روز رسیدگی | -۰/۰۳٦ | -۰/۰۲۵ | ۰/۲٦۲ | ۰/۰٦٦ | ۱ | | | | | | | | | | |
| عملکرد بیولوژیک بوته اصلی | ۰/۱۵۸ | ۰/۱۹۹ | ۰/۵٦۳** | -۰/۱۰٦ | ۰/۳۱۰* | ۱ | | | | | | | | | |
| عملکرد بوته اصلی | ۰/۱٦۷ | -۰/۱۵۸ | ۰/۵۰٤** | ۰/۱۱۳ | ۰/۳۱٤* | ۰/۹۰۰* | ۱ | | | | | | | | |
| عملکرد دانه | ۰/۱۵٦ | -۰/۲۲۵ | ۰/۵۸۸** | -۰/۱۱۸ | ۰/۲۱۰ | ۰/٤۳۷** | ۰/٤٤۲** | ۱ | | | | | | | |
| عملکرد بیولوژیک کل | ۰/۳۰۸* | -۰/۲۵۸ | ۰/۵٦۳** | -۰/۰۲۹ | ۰/۲۲۰ | ۰/٤۸۸** | ۰/۳۵۸* | ۰/۸۵۲** | ۱ | | | | | | |
| درصد HI کل | -۰/۳۱٤* | ۰/۱٤۰ | -۰/۱۱۱ | ۰/۰۹٤ | -۰/۰۸۷ | -۰/۲۲٦ | -۰/۰۰۵ | ۰/۰۱٦ | -۰/۵٤۵** | ۱ | | | | | |
| طول سنبله | ۰/۰۲۲ | -۰/۰۵۲ | ۰/۱۹٦ | -۰/۱٦۸ | ۰/۰۹۰ | ۰/۳۲۵* | ۰/۳۲۹* | ۰/٤۳۳** | ۰/۲۹۰** | -۰/۰٦۱ | ۱ | | | | |
| تعداد سنبلچه در سنبله | -۰/۰۱٤ | -۰/۱۵٤ | ۰/۱۲۰ | ۰/۰۲۹ | ۰/۰٦٦ | ۰/۲۲۱ | ۰/۳۰۲* | ۰/٤۱۹** | ۰/۳۰۷* | ۰/۱۰٦ | ۰/٤۳۲** | ۱ | | | |
| تعداد دانه در سنبله | ۰/۰۷۷ | -۰/۱٤۲ | ۰/٤٤۳** | -۰/۰۱۲ | ۰/۱۵۹ | ۰/۵۷۱** | ۰/۵۹۵** | ۰/٤۷۷** | ۰/٤۳۸** | -۰/۰٦٦ | ۰/٤۷۵** | ۰/٦۹۷** | ۱ | | |
| وزن هزار دانه | -۰/۳۰۸* | ۰/۱۲۹ | ۰/۱۲۸ | ۰/۰۲۹ | ۰/۱۸۷ | ۰/۰۹۰ | ۰/۱٦۵ | ۰/۲۰۰ | -۰/۱۰٤ | ۰/٤٦۰** | -۰/۰٦۸ | -۰/۱۵۸ | -۰/۱۹۸ | ۱ | |
| درصد پروتئین دانه | ۰/۲۸۰* | -۰/۱۱۱ | -۰/۳۸۳** | -۰/۰۲۷ | -۰/۲۷۸ | -۰/۲۰٤ | -۰/۱۷۹ | -۰/۳۵۱* | -۰/۲۰۷ | -۰/۱۳٦ | -۰/۱٦٦ | -۰/۰۳۳ | -۰/۱٦٦ | -۰/۵۲۲** | ۱ |

جدول ۹- تجزیه علّیت عملکرد دانه با اجزای آن در توده‌های گندم مورد بررسی

| ردیف | اثرات | |
|---|---|---|
| ۱ | ارتفاع بوته | |
| | - اثر مستقیم | ۰/۵۵۱ |
| | - اثر غیر مستقیم از طریق: | |
| | تعداد سنبلچه در سنبله | ۰/۰۳۷ |
| | کل همبستگی | ۰/۵۸۸ |
| ۲ | تعداد سنبلچه در سنبله | |
| | - اثر مستقیم | ۰/۳٦٤ |
| | - اثر غیر مستقیم از طریق: | |
| | ارتفاع بوته | ۰/۰۵۵ |
| | کل همبستگی | ۰/٤۱۹ |
| | اثرات باقیمانده | ۰/۷۲۹ |
| | $R^2$ ضریب تبیین(تصحیح شده) | ۰/٤٤۷ |

## منابع


١– خدابنده، ن. ١٣٨٦. غلات. انتشارات دانشگاه تهران، ٣١٠ ص.

٢– دیدار، ر. ١٣٧٤. بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی گندم بهاره در آذربایجان‌شرقی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ٨٩ ص.

٣– سرمدنیا، غ. و کوچکی، ع. ١٣٨٥. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم (ترجمه). انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه فردوسی مشهد.، ١٢٠ ص.

٤– کوچکی، ع.، راشد محصل، م .ح.، نصیری، م. و صدرآبادی، ر. ١٣٨٠. مبانی فیزیولوژیکی رشد و نمو گیاهان زراعی (ترجمه). انتشارات آستان قدس مشهد، ١٨١ ص.

٥– گل پرور، ا.، قنادها، م.ر.، زالی، ع. ع. و احمدی، ع. ١٣٨١. ارزیابی برخی صفات مورفولوژیک به‌عنوان معیارهای انتخاب گندم نان. مجله علوم زراعی ایران، ٤ (٣): ٢٠٨–٢٠٢.

٦– ولی‌زاده کامران، ر. ١٣٨٢. بررسی تنوع ژنتیکی ٤٩ لاین مختلف جو لخت. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز، ١١٠ ص.

٧– هنرنژاد، ر. ١٣٨١. بررسی همبستگی بین برخی از صفات کمّی برنج (*Oryza Sativa* L.) با عملکرد دانه از طریق تجزیه علیت. مجله علوم زراعی ایران، ٤ (١): ٣٥–٢٥.

8. Ahmed, H. M., Khan, B. M., Khan, S., Kissana, N. S., and Laghari, S. 2003. Path coefficient analysis in bread wheat. Asian Journal of Plant Science 2(6): 491-494.
9. Ashraf, M., Ghafoor, A., Khan, N. A., and Yousaf, M. 2002. Path coefficient in wheat under- rain fed conditions. Pakistan Journal of Agricultural Research 17: 1-6.
10. Del Blanco, I. A., Rajaram, S., and Kronstad, W. E. 2001. Agronomic Potential of synthetic hexaploid wheat-derived populations. Crop Science 41:670-674.
11. Donaldson, E., Schilinger, W. F., and Dofing, S. M. 2001. Straw production and grain yield relationships in winter wheat. Crop Science 41:100-106.
12. Doffing, S. M., and Knight, C. W. 1992. Alternative model for path analysis of small-grain yield. Crop Science 32: 487-489.
13. Kashif, M., and Khaliq, I. 2004. Heritability, correlation and Path coefficient analysis for some metric traits in wheat. International Journal of Agriculture and Biology 6(1): 138-142.
14. Mahmood. A., and Shahidi, M. 1993. Inheritance and interrelationships studies of some quantitative characteristics in wheat. Pakistan Journal of Agricultural Research 14: 121-125.
15. Moghaddam, M., Ehdaie, B., and Waines, J. D. G. 1997. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in landraces of bread wheat from southeastern Iran. Euphytica 95: 361-369.
16. Nachit, M. M., Kwtata, H., and Acevedo, E. 1991. Selection of morpho-physiological traits for multiple abiotic stresses resistance in durum wheat. Physiology breeding of winter cereal for stressed mediterranean environments, Pp: 391-400.
17. Ortiz, J., and longie, H. 1997. Path analysis and ideotyps for plant breeding. Agronomy Journal 89: 988- 994.
18. Poehlman, J. M., and Sleper, D. A. 1995. Breeding field crops, (forth nd edition). Henry Holt Publisher, New York.
19. Riza, R., and Chowdhry, M. A. 2003. Genetic analysis of some economic traits of wheat under drought condition. Asian Japan Science 2(10):790-796.
20. Rharrabti, Y., Elhani, S., Martos Nunez, V., and Garcia Del Moral, L. F. 1998. Relationship between some quality traits and yield of durum wheat under southern Spain conditions. CIHEAM- Option Mediterraneennes, Pp. 529-531.
21. Slafer, G. A., and Andrade, F. H. 1991. Changes in physiological attributes of the dry matter economy of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) through genetic improvement of grain yield potential at different regions of the world. Euphytica 58: 37-49.
22. Subhani. G. M., and Chowdhry, M. A. 2000. Correlation and path coefficient analysis in bread wheat under drought stress and normal conditions. Parkistan Journal of Biological Science 3: 72-77.