

## بررسی رابطه بین عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌های طالبی بومی ایران

رسول محمدی<sup>۱</sup>، حمید دهقانی<sup>۲\*</sup>، قاسم کریم‌زاده<sup>۳</sup>، Fenny Dane<sup>۴</sup> و محمود اکرمی<sup>۵</sup>  
۱. ۵. ۳. ۲. دانشجوی سابق دکتری، دانشیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس  
۴. استاد دانشگاه Auburn آمریکا  
( تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۱۲ - تاریخ تصویب: ۹۱/۲/۶ )

### چکیده

بررسی رابطه بین عملکرد و اجزای عملکرد، راندمان برنامه‌های اصلاحی را با تعیین معیار انتخاب مناسب، بهبود می‌بخشد. در این پژوهش، ارتباط بین عملکرد و اجزای آن در طالبی، با استفاده از تجزیه ضرایب مسیر ترتیبی بررسی شد. برای تعیین اجزای مهم عملکرد در طالبی، ۴۹ ژنوتیپ تولیدشده در یک طرح تلاقی دی‌آلل ۷×۷، در قالب یک طرح لاتیس ساده با سه تکرار ارزیابی شدند. بیشترین مقدار همبستگی بین صفات وزن میوه و تعداد میوه با عملکرد مشاهده شد. از روش رگرسیون چندگانه گام‌به‌گام برای قراردادن صفات پیش‌بینی کننده در مسیرهای رتبه اول، دوم و سوم براساس سهم صفات در توجیه تنوع موجود در عملکرد و نیز حداقل هم‌راستایی انجام شد. براساس مقادیر تورم واریانس و بزرگی اثرات مستقیم، صفات میانگین وزن میوه‌ها و تعداد میوه به‌منزله متغیرهای رتبه اول انتخاب و ۹۶ درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند. آزمون *t* با استفاده از مقادیر اشتباه معیار به‌دست‌آمده از تحلیل بوت استرپ<sup>۱</sup> انجام شد که نشان‌دهنده معنادار بودن تمامی اثرات مستقیم بود. نتایج همچنین نشان داد که دو صفت میانگین وزن و تعداد میوه‌ها می‌توانند به‌عنوان شاخص انتخاب برای افزایش عملکرد در طالبی در نظر گرفته شوند.

**واژه‌های کلیدی:** بوت استرپ، تجزیه ضرایب مسیر ترتیبی، طالبی، همبستگی.

### مقدمه

(Robinson & Decker Walters, 1997). بهبود عملکرد در طالبی از اهداف اولیه اصلاح این گیاه است. عملکرد جزء صفاتی است که در اکثر گیاهان توارث کمی دارد و به‌طور گسترده‌ای تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرد (Duhoon *et al.*, 1982; Brandle & McVetty, 1989). از این‌رو متخصصان اصلاح نباتات معمولاً انتخاب به‌طور غیرمستقیم و با استفاده از صفات مرتبط با عملکرد را ترجیح می‌دهند (Falconer *et al.*, 1996; Kearsey & Pooni, 1996).

بررسی روابط بین عملکرد و اجزای آن کارایی برنامه‌های اصلاحی را از طریق انتخاب شاخص‌های

طالبی (*Cucumis melo* L.) گیاهی است از خانواده کدوئیان (Cucurbitaceae)، دیپلوئید ( $2n = 2x = 24$ ) (Kerje & Grum, 2000; Karimzadeh *et al.*, 2010). دارای میوه‌های معطر و با اندازه کوچک، و پوست مشبک، که هنگام رسیدگی از دم جدا می‌شوند (Robinson & Decker Walters, 1997). در ایران که مرکز ثانویه تنوع و اهلی شدن خربزه و طالبی محسوب می‌شود، امروزه انواع مختلف آن در سطح وسیع کشت می‌شوند. براساس گروه‌بندی موجود طالبی و گرمک به گروه کانتالوپنسیس (*Cantaloupensis*) تعلق دارند

همبستگی‌های فنوتیپی، وراثت‌پذیری و تعداد فاکتور مؤثر بر روی این صفات را بررسی کردند.

در اکثر مطالعات تجزیه ضرایب مسیر پژوهشگران صفات پیش‌بینی کننده را به صورت صفات رتبه اول در نظر گرفته و اثر آن را با صفات وابسته‌ای مانند عملکرد محاسبه کرده‌اند. این روش ممکن است به هم‌راستایی بین صفات منجر شود که در نتیجه تفسیر سهم هر کدام از صفات با مشکل مواجه می‌شود. مهم‌ترین فرض زمانی که رگرسیون چندگانه انجام می‌شود آن است که صفات پیش‌بینی کننده مستقل از یکدیگر باشند، ولی واقعیت آن است که صفات وابسته به عملکرد با یکدیگر مرتبط هستند. در تجزیه ضرایب مسیر ترتیبی متغیرها در رتبه‌های مختلف قرار می‌گیرند (Samonte *et al.*, 1998). استفاده از رگرسیون گام‌به‌گام که در آن صفات با تأثیر غیرمعدنار حذف می‌شوند، می‌تواند میزان هم‌راستایی بین صفات باقی‌مانده را کاهش دهد. با این حال این رویه می‌تواند منجر به از دست رفتن بخشی از اطلاعات شود. بنابراین، راهبرد بهتر می‌تواند استفاده از یک رگرسیون گام‌به‌گام ترتیبی باشد که در آن صفاتی که از تجزیه ضرایب مسیر رتبه اول حذف می‌شوند، دوباره برای رتبه بعدی بررسی شوند که این روش اساس تجزیه ضرایب مسیر ترتیبی را تشکیل می‌دهد. در این روش صفات رتبه اول براساس داشتن بیشترین اثر مستقیم و حداقل هم‌راستایی بر روی صفت وابسته تعیین می‌شوند و سپس اثر سایر متغیرها بر روی صفات رتبه اول بررسی و متغیرهای تأثیرگذار بر روی این صفات مشخص می‌شوند. سپس صفات اثرگذار بر روی صفات رتبه اول به‌منزله متغیرهای رتبه دوم برای صفت وابسته اصلی در نظر گرفته می‌شوند. این رویه می‌تواند در رتبه‌های بعدی نیز ادامه داشته باشد تا زمانی که روابط بین صفات به‌طور کامل مشخص شود.

اگرچه چندین گزارش درباره تحلیل همبستگی و تجزیه ضرایب مسیر در خربزه و طالبی وجود دارد (Zalapa *et al.*, 2008; Feyzian *et al.*, 2009)، ولی مطالعات بسیار کمی در این خصوص انجام شده است. بنابراین، هدف ما از این مطالعه تحلیل همبستگی بین عملکرد و اجزای آن در طالبی و همچنین تعیین برتری نسبی تحلیل مسیر ترتیبی نسبت به آنالیز ترتیبی

مناسب افزایش می‌دهد. از روش‌های بسیار مفید برای شناسایی این روابط، تجزیه همبستگی‌های فنوتیپی و پی‌بردن به اثرات مستقیم و غیرمستقیم با استفاده از تجزیه و تحلیل ضرایب مسیر<sup>۱</sup> است. از روش تجزیه ضرایب مسیر برای تحلیل ماهیت روابط بین عملکرد و اجزای آن در اصلاح نباتات به‌طور گسترده‌ای استفاده شده است. برای اولین بار Wright (1921) روشی ارائه کرد که آن را تجزیه ضرایب مسیر نام نهاد و همبستگی‌های تخمین زده شده را به اثرات مستقیم و غیرمستقیم تسهیم کرد. با استفاده از این روش میزان مشارکت واقعی هر صفت در توجیه صفت وابسته تخمین زده می‌شود (Dewey & Lu, 1959).

در طالبی عملکرد با صفاتی همچون روز تا گل‌دهی، تعداد میوه در بوته، میانگین وزن میوه‌های هر بوته، تعداد ساقه اصلی، تعداد گره در ساقه اصلی، طول ساقه، طول میان‌گره و شاخص شکل میوه در ارتباط است (Lippert & Hall, 1982; Vijay, 1987; Abdalla & Aboul-Nasr, 2002; Taha *et al.*, 2003). در پژوهشی نوع عمل ژن بر روی صفات وابسته به عملکرد در طالبی بررسی شد و گزارش دادند که هر دو جزء واریانس افزایشی و غیرافزایشی در کنترل ژنتیکی صفات مربوط به عملکرد تأثیرگذارند (Lippert & Legg, 1972). در آزمایشی دیگر قابلیت ترکیب‌پذیری، هتروزیس و واریانس ژنتیکی عملکرد، رسیدگی و کیفیت میوه بر روی شش والد در یک آزمایش دی‌آلل، ارزیابی قرار گرفت و گزارش شد که واریانس GCA<sup>۲</sup> نسبت به واریانس SCA<sup>۳</sup> برای تمامی صفات بیشتر بود (Kalb & Davis, 1984a, b).

در پژوهشی Taha *et al.* (2003) با ارزیابی ۱۳ لاین مختلف از انواع خربزه و طالبی، نتیجه گرفتند که ارتباط مثبت و معدناری بین تعداد میوه با تعداد ساقه اصلی اولیه و بین وزن میوه با طول میوه وجود دارد. همچنین Zalapa و همکاران (2006, 2007, 2008) با استفاده از روش تجزیه میانگین نسل‌ها، تجزیه F<sub>3</sub> و نقشه‌یابی QTL، وراثت برخی صفات وابسته به عملکرد در طالبی،

1. Path coefficient analysis  
2. General Combining Ability

(فاصله تشکیل میوه از طوقه تقسیم بر تعداد کل میوه‌های هر بوته) و تعداد ساقه اصلی برای هر بوته اندازه‌گیری شد.

### تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا آزمون نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون کولموگروف-سیمروف<sup>۲</sup> با استفاده از نرم‌افزار SPSS 19 (SPSS, 2010) ارزیابی شدند. سپس ضرایب همبستگی فوتویی بین صفات مختلف محاسبه شد. ابتدا از تجزیه مسیر متداول برای بررسی صفات وابسته به عملکرد استفاده شد (Dewey & Lu, 1959). در این روش تمام صفات وابسته به عملکرد به‌عنوان صفات پیش‌بینی کننده رتبه اول برای صفت عملکرد در نظر گرفته شدند. سپس از روش تجزیه رگرسیون چندگانه به روش گام‌به‌گام برای قراردادن صفات پیش‌بینی کننده در مسیرهای رتبه اول، دوم و سوم استفاده شد. این رتبه‌بندی براساس سهم صفات در میزان توجیه صفت وابسته عملکرد و نیز حداقل هم‌راستایی<sup>۳</sup> انجام شد. میزان هم‌راستایی بین صفات در هر قسمت از مسیر با استفاده از شاخص عامل تورم واریانس<sup>۴</sup> و معکوس آن، ضریب تحمل<sup>۵</sup>، اندازه‌گیری شد (Hair et al., 1995). بر این اساس مقادیر عامل تورم واریانس بالاتر از ۱۰ و ضریب تحمل کمتر از ۰/۱ نشانه هم‌راستایی بالا هستند. برای این تجزیه از نرم‌افزار SPSS (SPSS, 2010) استفاده شد. براساس مقادیر عامل تورم واریانس، ضریب تحمل و نیز بزرگی اثرات مستقیم، صفات میانگین وزن میوه‌ها و تعداد میوه به‌عنوان متغیرهای رتبه اول در توجیه صفت وابسته عملکرد انتخاب شدند. این رویه سپس به‌طور مجزا برای دو صفت میانگین وزن میوه‌ها و تعداد میوه به‌عنوان صفات وابسته انجام شد تا متغیرهای رتبه اول توجیه‌کننده صفات مذکور مشخص شوند. بعد از تعیین صفات رتبه اول، این متغیرها به‌منزله صفات رتبه دوم برای عملکرد در نظر گرفته شدند. این رویه برای صفات رتبه دوم نیز انجام شد و بدین ترتیب صفات رتبه سوم مشخص شدند. سپس اثرات مستقیم از طریق

متداول در شناسایی صفات مفید و مؤثر در اصلاح ژنوتیپ‌های پرمحصول در طالبی بود.

### مواد و روش‌ها

هفت توده بومی طالبی ایرانی شامل ساوه‌ای، دستجردی، شاه‌آبادی، سمسوری، تیل‌طرق، مگسی نیشابور و ریش‌بابا از گروه کانتالوپنسیس ابتدا در قالب یک طرح تلاقی دی‌آلل کامل تلاقی داده شدند. بذور مواد ژنتیکی شامل ۴۹ نتاج (۲۱ تلاقی مستقیم، ۲۱ تلاقی معکوس و ۷ والد) برای بررسی در این آزمایش در اردیبهشت‌ماه ۱۳۹۰ در قالب طرح لاتیس ساده<sup>۱</sup> با سه تکرار در مزرعه دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس کشت شدند. فاصله بین جوی‌ها ۲ متر و فاصله ما بین گیاهان ۵۰ سانتی‌متر بود (میزان تراکم ۱۰ هزار بوته در هکتار). در طول فصل رشد، یادداشت‌برداری از صفات مرفولوژیکی و زراعی بر روی ۵ بوته انجام گرفت و از میانگین آن‌ها به‌عنوان داده در تجزیه‌های آماری استفاده شد. وجین علف‌های هرز با دست انجام شد و میوه‌های رسیده هر بوته به مرور زمان برداشت شد.

صفات طول و عرض برگ (طول و عرض سه عدد از بزرگ‌ترین برگ‌های هر بوته)، قطر طوقه (قطر طوقه ۸۰ روز پس از کشت)، تعداد میوه‌های هر بوته، روز تا گل‌دهی میوه‌ها تقسیم بر تعداد کل میوه‌ها برای هر بوته، روز تا رسیدگی میوه‌های هر بوته (مجموع روز تا رسیدگی میوه‌ها تقسیم بر تعداد کل میوه‌ها برای هر بوته)، عملکرد کل (وزن تمام میوه‌های برداشت‌شده با حداقل ۱۰ سانتی‌متر عرض)، میانگین وزن میوه (وزن کل میوه‌های هر بوته به تعداد کل میوه‌ها)، طول و عرض میوه‌ها (طول و عرض کل میوه‌های هر بوته تقسیم بر تعداد کل میوه‌ها)، میانگین طول و عرض حفره وسط میوه‌ها (طول و عرض حفره کل میوه‌های هر بوته تقسیم بر تعداد کل میوه‌ها)، شاخص شکل میوه (نسبت طول به عرض میوه)، ضخامت پوست و ضخامت گوشت (ضخامت پوست و گوشت میوه‌ها تقسیم بر تعداد کل میوه‌های هر بوته)، فاصله تشکیل میوه‌ها از طوقه

2. Kolmogorov-Smirnov  
3. Collinearity  
4. Variance Inflation Factor  
5. Tolerance

1. Simple lattice

ژنوتیپ‌های استفاده‌شده، با حذف یک میوه از بوته، میوه دیگر شروع به رشد می‌کرد. در نتیجه با افزایش تعداد میوه در بوته، وزن میوه کاهش نمی‌یافت. در پژوهشی Zalapa و همکاران (2007) نیز از طریق تجزیه QTL دو مکان برای تعداد میوه و یک مکان برای میانگین وزن میوه گزارش کردند که اثر مستقل از یکدیگر دارند و می‌توان از آن‌ها در انتخاب از طریق نشانگر بهره گرفت.

#### تجزیه مسیر متداول و تجزیه مسیر ترتیبی

در این مطالعه ابتدا از یک مدل تجزیه مسیر متداول استفاده شد که در آن تمام صفات به‌عنوان توجیه‌کننده صفت وابسته عملکرد مد نظر قرار گرفتند (Dewey & Lu, 1959). در این حالت میزانی از هم‌راستایی بین صفات وابسته به عملکرد مشاهده شد، که نشانگر عدم کفایت این مدل (مدل اول) در نشان‌دادن سهم واقعی هر کدام از صفات وابسته به عملکرد بود. تحلیل هم‌راستایی صفات و همچنین تخمین اثرات مستقیم از طریق تجزیه مسیر متداول به‌گونه‌ای که تمام صفات وابسته به عملکرد در رتبه اول با آن در نظر گرفته شدند، در جدول ۲ ارائه شده است. هم‌راستایی بالا بین برخی صفات به‌ویژه آن‌هایی که اثرات مستقیم بالایی روی عملکرد داشتند، مشاهده شد. مثلاً مقدار عامل تورم واریانس برای طول میوه و عرض میوه به‌ترتیب ۸۵/۶۶ درصد و ۹۷/۷۵ درصد بود. دلیل این هم‌راستایی بالا همبستگی بالای طول و عرض میوه با میانگین وزن میوه‌ها بود، که در نتیجه آن عدم اطمینان در توجیه تنوع عملکرد به‌دلیل اختلاط اثرات، حاصل شد. با استفاده از روش تجزیه مسیر ترتیبی میزان هم‌راستایی بین صفات در این مطالعه کاهش یافت (جدول ۳). در مقایسه با نتایج تجزیه مسیر متداول، تجزیه مسیر ترتیبی روابط بین صفات و سهم آن‌ها در توجیه عملکرد را ساده‌تر بیان کرد.

نتایج مقادیر شاخص عامل تورم واریانس برای متغیرهای پیش‌بینی‌کننده، کاهش قابل ملاحظه مقادیر عامل تورم واریانس برای متغیرهای پیش‌بینی‌کننده، کاهش قابل ملاحظه مقادیر عامل تورم واریانس در مدل اول نسبت به مدل دوم را نشان داد. در این مطالعه تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام میزان هم‌راستایی متغیرها را به حداقل رساند و با کاهش اختلاط اثرات، میزان

روش William و همکاران (1990) محاسبه شد. ضریب تبیین جزء نیز از طریق ضرایب مسیر برای تمام صفات پیش‌بینی‌کننده اندازه‌گیری شد. برای محاسبه خطای استاندارد ضرایب مسیر از آنالیز بوت استرپ (Efron & Tibshirani, 1993) استفاده شد. این تجزیه با نرم‌افزار AMOS 19 (AMOS, 2010) انجام شد. پس از به دست آوردن خطاهای استاندارد، از آزمون  $t$  برای آزمون معناداری ضرایب مسیر استفاده شد.

## نتایج و بحث

### همبستگی‌های فنوتیپی

ضرایب همبستگی بین صفات مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. اکثر صفات به‌جز صفات قطر طوقه، تعداد ساقه اصلی، محل تشکیل میوه، ضخامت پوست، روز تا گل‌دهی، تعداد روز تا رسیدگی و شاخص شکل میوه همبستگی مثبت و معناداری با عملکرد نشان دادند. بیشترین مقدار همبستگی، بین عملکرد و میانگین وزن میوه‌ها ( $r=0/71^{**}$ ) مشاهده شد. Feyzian و همکاران (2009) در یک آزمایش دی‌آلل در خربزه نیز همبستگی مثبت و معناداری بین این دو صفت در شرایط هرس ( $r=0/73^{**}$ ) و بدون هرس ( $r=0/5^{*}$ ) گزارش کردند. بین تعداد میوه و عرض میوه با عملکرد نیز رابطه معناداری (به‌ترتیب  $r=0/7^{**}$  و  $r=0/64^{**}$ ) به دست آمد که با گزارش Feyzian و همکاران (2009) مطابقت داشت. در پژوهش حاضر رابطه غیرمعناداری بین تعداد ساقه اصلی و عملکرد به دست آمد. در مطالعه Feyzian و همکاران (2009) نیز هیچ رابطه‌ای بین دو صفت فوق مشاهده نشد. در حالی که در برخی مطالعات، رابطه مثبت و معناداری بین این دو صفت گزارش شده است (Nerson et al., 1983; Taha et al., 2003; Zalapa et al., 2008). در این پژوهش رابطه غیرمعناداری بین تعداد میوه و میانگین وزن میوه به دست آمد که با دو گزارش Zalapa و همکاران (2006) و Feyzian و همکاران (2009) در خصوص ضریب همبستگی منفی و معنادار بین تعداد میوه و میانگین وزن میوه (به‌ترتیب  $r=-0/58^{**}$  و  $r=-0/59^{**}$ ) مطابقت نداشت. دلیل این امر احتمالاً ماهیت ژنوتیپ‌های استفاده‌شده در این آزمایش است. به‌دلیل تمرکز پایین میوه بر روی بوته در

اول، رتبه دوم و رتبه سوم تقسیم شدند (شکل ۱). براساس مقادیر عامل تورم واریانس، ضریب تحمل و نیز بزرگی اثرات مستقیم، صفات میانگین وزن میوه‌ها و تعداد میوه به‌منزله متغیرهای رتبه اول در توجیه صفات وابسته به عملکرد انتخاب شدند.

مشارکت واقعی هر متغیر در مسیرهای مختلف را به‌درستی مشخص کرد. مزیت آنالیز مسیر ترتیبی نسبت به تحلیل مسیر متداول، در مطالعات دیگری نیز به اثبات رسیده است (Samonte et al., 1998; Mohammadi et al., 2003; Feyzian et al., 2009; Sabaghnia et al., 2010). در این روش صفات به سه دسته صفات رتبه

جدول ۱. ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده در طالبی

صفات	طول برگ	عرض برگ	قطر طوقه	تعداد ساقه <sup>*</sup> محل تشکیل میوه اصلی	محل تشکیل میوه	میانگین وزن میوه	عرض طول میوه	طول حفره	عرض حفره	ضخامت پوست	ضخامت گوشت	تعداد میوه تا گل‌دهی	تعداد روز تا رسیدگی	شاخص شکل
عرض برگ	۰/۸۹**													
قطر طوقه	۰/۲۲**	۰/۳**												
تعداد ساقه اصلی	۰/۲۹**	-۰/۲۱	-۰/۰۶											
محل تشکیل میوه	-۰/۲۳**	-۰/۰۹	۰/۳۲**	-۰/۱۷*										
میانگین وزن میوه	۰/۴۳**	۰/۴۷**	۰/۲۶**	-۰/۱۳	۰/۰۱									
طول میوه	۰/۱۴	۰/۳۳**	۰/۲۸*	-۰/۲*	۰/۴۱**	۰/۷**								
عرض میوه	۰/۴۷**	۰/۴۴**	۰/۲*	-۰/۱۱	-۰/۰۲	۰/۴۸**	۰/۹۱**							
طول حفره	۰/۰۸	۰/۲۹**	۰/۲۹**	-۰/۲*	۰/۴۸**	۰/۹۵**	۰/۵۸**							
عرض حفره	۰/۴۸**	۰/۳۹**	۰/۲*	-۰/۰۵	-۰/۰۶	۰/۳۷**	۰/۷۸**	۰/۱۶						
ضخامت پوست	۰/۲۲**	۰/۱۱	-۰/۱	۰/۱۳	-۰/۲۵**	-۰/۰۷	-۰/۰۲	-۰/۰۹	۰/۰۶	۰/۳۵**	-۰/۰۴			
ضخامت گوشت	۰/۱۵	۰/۲۷**	۰/۱۹*	-۰/۱۸*	۰/۱۹*	۰/۶۳**	۰/۷*	۰/۵۶**	۰/۰۲	-۰/۰۸	۰/۰۸			
تعداد میوه	۰/۳۱**	۰/۲۶**	-۰/۰۱	۰/۲۹**	-۰/۱	۰/۰۸	۰/۰۳	۰/۰۲	-۰/۰۱	۰/۰۸	-۰/۰۸			
تعداد روز تا گل‌دهی	-۰/۴۴**	-۰/۳**	-۰/۰۷	-۰/۱۶	۰/۰۹	۰/۰۰	-۰/۳۷**	-۰/۴۹**	۰/۰۰	-۰/۰۳	-۰/۰۳	-۰/۰۸		
تعداد روز تا رسیدگی	-۰/۳۳**	-۰/۱۲	-۰/۰۹	-۰/۰۱	۰/۳۹**	-۰/۱۵	-۰/۲۵**	۰/۳۲**	-۰/۳۵**	-۰/۴۴**	-۰/۰۵	-۰/۰۶	۰/۵۸**	
شاخص شکل	-۰/۳۲**	-۰/۰۸	-۰/۱۲	-۰/۱۴	۰/۴۷**	-۰/۰۹	۰/۶**	۰/۶۷**	-۰/۴۱**	-۰/۵۵**	-۰/۲*	۰/۱۱	۰/۴۶**	۰/۵۹**
عملکرد کل	۰/۵۱**	۰/۵۱**	۰/۱۲	۰/۱۱	۰/۰۰	۰/۷۱**	۰/۵۵**	۰/۴۳**	۰/۶۳**	۰/۴۸**	۰/۰۷	۰/۵۳**	۰/۷**	-۰/۰۱

\* و \*\* به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱

جدول ۲. اثرات مستقیم صفات پیش‌بینی کننده عملکرد طالبی و میزان هم‌راستایی در مدل اول (تمام صفات در رتبه اول در نظر گرفته شده‌اند.)

صفت	اثر مستقیم <sup>*</sup>	ضریب تحمل <sup>**</sup>	عامل تورم واریانس <sup>***</sup>
طول برگ	-۰/۰۵۳	۰/۱۰۷	۹/۳۱۵
عرض برگ	۰/۰۴۶	۰/۱۲۹	۷/۷۴۱
قطر طوقه	۰/۰۰۴	۰/۷۳۷	۱/۳۵۷
تعداد ساقه اصلی	۰/۰۰۱	۰/۷۴۹	۱/۳۳۴
محل تشکیل میوه	-۰/۰۱۴	۰/۵۲۶	۱/۹۰۳
میانگین وزن میوه	۰/۵۴۳	۰/۰۷۵	۱۳/۲۸۴
طول میوه	۰/۱۴۶	۰/۰۱۲	۸۵/۶۶۳
عرض میوه	۰/۰۴۰	۰/۰۱۰	۹۷/۷۵۰
طول حفره	۰/۰۲۳	۰/۰۶۷	۱۴/۹۳۹
عرض حفره	-۰/۰۱۳	۰/۰۵۳	۱۸/۷۳۰
ضخامت پوست	۰/۰۰۲	۰/۷۲۱	۱/۳۸۸
ضخامت گوشت	-۰/۰۰۱	۰/۲۱۶	۴/۶۲۰
تعداد میوه	۰/۶۸۳	۰/۷۱۴	۱/۴۰۰
روز تا گل‌دهی	-۰/۰۱۶	۰/۴۱۷	۲/۴۰۰
روز تا رسیدگی	۰/۰۳۶	۰/۴۱۷	۲/۳۹۷
شاخص شکل	-۰/۱۲۸	۰/۰۱۶	۶۴/۰۹۲

\* Direct effect  
 \*\* Tolerance  
 \*\*\* Variance Inflation Factor (VIF)

جدول ۳. مقادیر عامل تورم واریانس و ضریب تحمل برای صفات پیش‌بینی‌کننده عملکرد طالبی در مدل اول (تمام صفات به‌منزله متغیرهای رتبه اول در نظر گرفته شده‌اند.) و مدل دوم (متغیرها به‌صورت متغیرهای رتبه اول، دوم و سوم گروه‌بندی شده‌اند.)

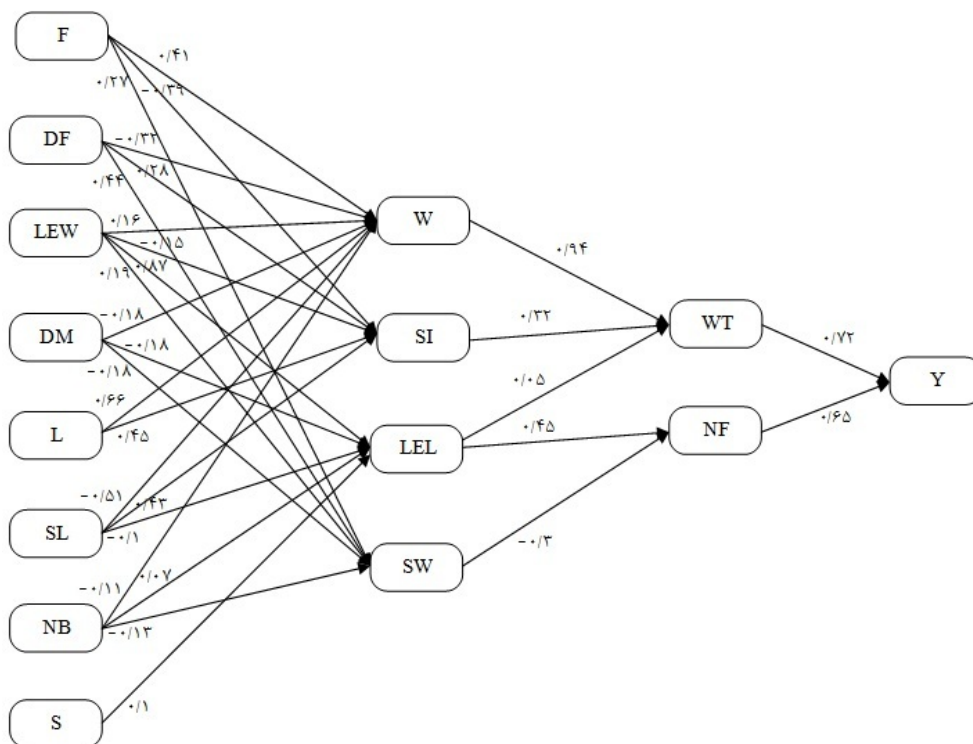
عامل تورم واریانس		ضریب تحمل		صفت وابسته	صفت پیش‌بینی‌کننده
مدل دوم	مدل اول	مدل دوم	مدل اول		
۱/۰۰۱	۱۳/۲۸۴	۰/۹۹۹	۰/۰۷۵	عملکرد کل	میانگین وزن میوه
۱/۰۰۱	۱/۴۰۰	۰/۹۹۹	۰/۷۱۴		تعداد میوه
۱/۴۲۲	۹۷/۷۵۰	۰/۷۰۳	۰/۰۱۰	میانگین وزن میوه	عرض میوه
۱/۳۲۸	۶۴/۰۹۲	۰/۸۱۴	۰/۰۱۶		شاخص شکل
۱/۳۲۴	۹/۳۱۵	۰/۷۵۵	۰/۱۰۷		طول برگ
۱/۲۹۸	۹/۳۱۵	۰/۷۷۱	۰/۱۰۷	تعداد میوه	طول برگ
۱/۲۹۸	۱۸/۷۳۰	۰/۷۷۱	۰/۰۵۳		عرض حفره
۲/۱۰۰	۴/۶۲۰	۰/۴۷۶	۰/۲۱۶	عرض میوه	ضخامت گوشت
۱/۷۰۳	۲/۴۰۰	۰/۵۸۷	۰/۴۱۷		روز تا گل‌دهی
۱/۳۵۶	۷/۷۴۱	۰/۷۳۸	۰/۱۲۹		عرض برگ
۱/۸۰۲	۲/۳۹۷	۰/۵۵۵	۰/۴۱۷		روز تا رسیدگی
۱۴/۹۹۸	۸۵/۶۶۳	۰/۰۶۷	۰/۰۱۲		طول میوه
۱۲/۳۷۷	۱۴/۹۳۹	۰/۰۸۱	۰/۰۶۷		طول حفره
۱/۱۶۱	۱/۳۳۴	۰/۸۶۲	۰/۷۴۹		تعداد ساقه اصلی
۱۲/۳۶۳	۱۴/۹۳۹	۰/۰۸۱	۰/۰۶۷	شاخص شکل	طول حفره
۱/۶۹۰	۲/۴۰۰	۰/۵۹۲	۰/۴۱۷		روز تا گل‌دهی
۲/۰۸۶	۴/۶۲۰	۰/۴۷۹	۰/۲۱۶		ضخامت گوشت
۱/۲۵۷	۷/۷۴۱	۰/۷۹۶	۰/۱۲۹		عرض برگ
۱/۷۹۷	۲/۳۹۷	۰/۵۵۷	۰/۴۱۷		روز تا رسیدگی
۱۴/۹۷۸	۸۵/۶۶۳	۰/۰۶۷	۰/۰۱۲		طول میوه
۱/۳۲۴	۷/۷۴۱	۰/۷۸۵	۰/۱۲۹	طول برگ	عرض برگ
۱/۱۷۹	۲/۳۹۷	۰/۸۴۸	۰/۴۱۷		روز تا رسیدگی
۱/۰۳۶	۱/۳۸۸	۰/۹۶۶	۰/۷۲۱		ضخامت پوست
۱/۳۸۱	۱۴/۹۳۹	۰/۷۲۴	۰/۰۶۷		طول حفره
۱/۱۴۰	۱/۳۳۴	۰/۸۷۷	۰/۷۴۹		تعداد ساقه اصلی
۱/۶۶۵	۲/۴۰۰	۰/۶۰۰	۰/۴۱۷	عرض حفره	روز تا گل‌دهی
۱/۱۵۳	۴/۶۲۰	۰/۸۶۸	۰/۲۱۶		ضخامت گوشت
۱/۲۶۷	۷/۷۴۱	۰/۷۸۹	۰/۱۲۹		عرض برگ
۱/۵۲۹	۲/۳۹۷	۰/۶۵۴	۰/۴۱۷		روز تا رسیدگی
۱/۱۲۴	۱/۳۳۴	۰/۸۹۰	۰/۷۴۹		تعداد ساقه اصلی

در پژوهشی Feyzian و همکاران (2009) با استفاده از روش تجزیه مسير ترتیبی در یک آزمایش دی‌آلل در خربزه نشان دادند که دو صفت تعداد میوه و میانگین وزن میوه‌ها در هر دو شرایط هرس و بدون هرس بیشترین اثر مستقیم را روی عملکرد دارند و این دو صفت را به‌عنوان متغیرهای رتبه اول برگزیدند. آن‌ها همچنین گزارش کردند که دو صفت تعداد میوه و میانگین وزن میوه‌ها به‌منزله متغیرهای رتبه اول به‌ترتیب ۹۱درصد و ۹۳درصد از تغییرات عملکرد را در شرایط هرس و بدون هرس توجیه کردند. در پژوهش‌های دیگری نیز همبستگی مثبت و بالا بین تعداد میوه و وزن میوه‌ها با عملکرد گزارش شده است (Lippert & Hall, 1982; Vijay, 1987; Zalapa et al., 2006; Zalapa et al., 2008). تجزیه مسير برای صفات رتبه دوم نشان داد که سه صفت عرض میوه، شاخص شکل و طول برگ بر روی میانگین وزن میوه‌ها تأثیر مثبت داشته است و در مجموع ۹۳درصد تغییرات این

این رویه سپس به‌طور مجزا برای دو صفت میانگین وزن میوه‌ها و تعداد میوه به‌منزله صفات وابسته انجام شد که در نتیجه، متغیرهای رتبه دوم برای صفت عملکرد مشخص شدند. برای تعیین صفات رتبه سوم، متغیرهای رتبه دوم به‌منزله صفات وابسته در تجزیه رگرسیون گام‌به‌گام در نظر گرفته شدند. میانگین اثرات مستقیم که از ۲۰۰ نمونه بوت استرپ به دست آمد، توافق نزدیکی با اثرات مستقیم مشاهده‌شده نشان داد (جدول ۴). پایین‌بودن اشتباه معیار و میزان اریب همه اثرات مستقیم، قدرت تحلیل مسير ترتیبی را در نشان‌دادن سهم واقعی هر کدام از صفات در توجیه عملکرد نشان داد. آزمون  $t$ ، که با استفاده از مقادیر اشتباه معیار به‌دست‌آمده از تحلیل بوت استرپ انجام شد، نشان‌دهنده معناداربودن تمامی اثرات مستقیم بود. اثرات مستقیم متغیرها در جدول ۴ ارائه شده است. میانگین وزن میوه‌ها و تعداد میوه به‌عنوان متغیرهای رتبه اول ۹۶درصد از تغییرات عملکرد را توجیه کردند.

صفت را توجیه کردند. اثر مستقیم قابل ملاحظه صفت عرض میوه بر روی میانگین وزن میوه‌ها (۰/۹۴) نشانگر کارایی این صفت به‌عنوان یک شاخص انتخاب در افزایش میانگین وزن میوه‌هاست. در پژوهشی دیگر نیز بر اهمیت دو صفت عرض میوه و شاخص شکل در توجیه تغییرات وزن میوه در خربزه در هر دو شرایط هرس و بدون هرس تأکید شده است ( Feyzian et al., 2009). طول برگ و عرض حفره به‌صورت مثبت بر روی تعداد میوه تأثیر داشته و در مجموع ۱۸ درصد از تغییرات کل این صفت را توجیه کردند. در آزمایش Feyzian و همکاران (2009)، عرض حفره در شرایط هرس و طول برگ در شرایط بدون هرس بر روی تعداد میوه در خربزه، مؤثر بود.

شکل ۱. تجزیه مسیر ترتیبی که نشانگر رابطه بین عملکرد و اجزای آن در طالبی است.



شکل ۱. تجزیه مسیر ترتیبی که نشانگر رابطه بین عملکرد و اجزای آن در طالبی است.

علائم اختصاری: Y: عملکرد کل هر بوته، WT: میانگین وزن میوه‌ها، NF: تعداد میوه، W: عرض میوه، SI: شاخص شکل میوه، LEL: طول برگ، SW: عرض حفره، F: ضخامت گوشت، DF: روز تا گل‌دهی، LEW: عرض برگ، DM: روز تا رسیدگی، L: طول میوه، SL: طول حفره، NB: تعداد ساقه اصلی، S: ضخامت پوست

هنگامی که متغیرهای رتبه سوم به‌عنوان پیش‌بینی کننده و صفات رتبه دوم به‌منزله وابسته در نظر گرفته شدند، نتایج نشان داد که ۷۰ درصد از تنوع موجود در عرض میوه به‌وسیله هفت صفت ضخامت گوشت، روز تا گل‌دهی، عرض برگ، روز تا رسیدگی، طول میوه، طول حفره و تعداد ساقه اصلی توجیه شدند. اثرات مستقیم ضخامت گوشت، عرض برگ و طول حفره مثبت، ولی ارتباط مستقیم روز تا گل‌دهی، روز تا رسیدگی، طول حفره و تعداد ساقه اصلی منفی بود. بیشترین اثر

مستقیم مثبت برای طول میوه (۰/۶۶) و بیشترین ارتباط مستقیم منفی برای طول حفره (۰/۵۱-) به ثبت رسید. تجزیه مسیر برای شاخص شکل نشان داد که ۷۵ درصد از تنوع موجود در این صفت توسط شش صفت طول حفره، روز تا رسیدگی، ضخامت گوشت، عرض برگ، روز تا رسیدگی و طول میوه توجیه شد. اثرات مستقیم طول حفره، روز تا گل‌دهی، روز تا رسیدگی و طول میوه مثبت، ولی اثرات مستقیم ضخامت گوشت و عرض برگ منفی بود. در مسیر رتبه سوم برای طول

موجود در عرض حفره را توجیه کردند. برخی پژوهشگران نیز همبستگی بین اجزای عملکرد در طالبی و خریزه را بررسی کرده‌اند. در این مطالعات صفات تعداد ساقه اصلی، تعداد میوه در هر بوته، وزن میوه، طول و عرض میوه و شاخص شکل میوه بیشتر مورد توجه بوده‌اند (Lippert & Hall, 1982; Taha *et al.*, 2003; Zalapa *et al.*, 2006).

برگ، ۸۷ درصد از تنوع موجود به وسیله پنج صفت عرض برگ، روز تا رسیدگی، ضخامت پوست، طول حفره و تعداد ساقه اصلی توجیه شد. اثر مستقیم عرض برگ، ضخامت پوست و تعداد ساقه اصلی مثبت، ولی ارتباط مستقیم روز تا رسیدگی و طول حفره منفی بود. روز تا گل‌دهی، روز تا رسیدگی و تعداد ساقه اصلی به صورت منفی و ضخامت گوشت و عرض برگ به صورت مثبت بر روی عرض حفره تأثیرگذار بود و ۵۱ درصد تغییرات

جدول ۴. تخمین مقادیر خطای استاندارد ضرایب مسیر در طالبی از طریق تحلیل بوت استرپ

خطای استاندارد	بوت استرپ*		اثر مستقیم	ضریب تبیین تصحیح شده	صفت وابسته	صفت پیش‌بینی کننده
	اریب	میانگین				
۰/۰۳۸	-۰/۰۰۲	۰/۷۱۴	۰/۷۱۵	۰/۹۶	عملکرد کل	میانگین وزن میوه
۰/۰۳۸	۰/۰۰۴	۰/۶۵۷	۰/۶۵۳			تعداد میوه
۰/۰۳۲	۰/۰۰۲	۰/۹۳۹	۰/۹۳۸	۰/۹۳	میانگین وزن میوه	عرض میوه
۰/۰۳۱	۰/۰۰۵	۰/۳۲۲	۰/۳۱۷			شاخص شکل
۰/۰۲۷	۰/۰۰۲	۰/۰۵۶	۰/۰۵۴			طول برگ
۰/۰۷۴	-۰/۰۱۵	۰/۴۳۵	۰/۴۵۰	۰/۱۸	تعداد میوه	طول برگ
۰/۰۸۱	۰/۰۰۹	-۰/۲۸۹	-۰/۲۹۸			عرض حفره
۰/۰۷۶	۰/۰۰۳	۰/۴۱۱	۰/۴۰۸	۰/۷	عرض میوه	ضخامت گوشت
۰/۰۵۹	۰/۰۰۹	-۰/۳۰۷	-۰/۳۱۷			روز تا گل‌دهی
۰/۰۵۶	-۰/۰۰۲	۰/۱۶۰	۰/۱۶۱			عرض برگ
۰/۰۷۳	-۰/۰۱۲	-۰/۱۹۲	-۰/۱۸۰			روز تا رسیدگی
۰/۲۰۹	-۰/۰۰۹	۰/۶۵۴	۰/۶۶۳			طول میوه
۰/۱۸۴	۰/۰۱۸	-۰/۴۸۹	-۰/۵۰۶			طول حفره
۰/۰۵۵	-۰/۰۰۲	-۰/۱۰۶	-۰/۱۰۵			تعداد ساقه اصلی
۰/۱۶۲	-۰/۰۱۱	۰/۴۲۱	۰/۴۳۱	۰/۷۵	شاخص شکل	طول حفره
۰/۰۶۰	-۰/۰۰۶	۰/۲۷۸	۰/۲۸۴			روز تا گل‌دهی
۰/۰۷۸	-۰/۰۰۵	-۰/۳۹۵	-۰/۳۸۹			ضخامت گوشت
۰/۰۵۲	۰/۰۰۳	-۰/۱۴۶	-۰/۱۴۹			عرض برگ
۰/۰۶۱	۰/۰۰۹	۰/۱۷۴	۰/۱۶۴			روز تا رسیدگی
۰/۱۸۶	۰/۰۰۸	۰/۴۶۱	۰/۴۵۳			طول میوه
۰/۰۲۸	-۰/۰۰۱	۰/۸۷۴	۰/۸۷۵	۰/۸۷	طول برگ	عرض برگ
۰/۰۳۰	-۰/۰۰۴	-۰/۱۸۶	-۰/۱۸۳			روز تا رسیدگی
۰/۰۲۹	۰/۰۰۱	۰/۱۰۱	۰/۱۰۰			ضخامت پوست
۰/۰۲۹	۰/۰۰۳	-۰/۰۹۳	-۰/۰۹۶			طول حفره
۰/۰۳۴	۰/۰۰۰	۰/۰۶۵	۰/۰۶۵			تعداد ساقه اصلی
۰/۰۷۶	۰/۰۰۹	-۰/۴۲۶	-۰/۴۲۶	۰/۵۱	عرض حفره	روز تا گل‌دهی
۰/۰۶۵	۰/۰۰۲	۰/۲۷۳	۰/۲۷۰			ضخامت گوشت
۰/۰۶۷	۰/۰۰۲	۰/۱۹۵	۰/۱۹۳			عرض برگ
۰/۰۸۱	-۰/۰۱۱	-۰/۱۹۳	-۰/۱۸۲			روز تا رسیدگی
۰/۰۶۸	-۰/۰۰۶	-۰/۱۴۰	-۰/۱۳۴			تعداد ساقه اصلی

\* Bootstrap

اصلی و عملکرد مشاهده نشد. دلیل این امر احتمالاً ماهیت ژنوتیپ‌های استفاده شده در این آزمایش است، چون اکثر توده‌های بومی طالبی ایرانی پتانسیل تولید میوه‌های بزرگ را دارند و اجزای عملکرد در آنها به

در اکثر مطالعات از تعداد ساقه اصلی به منزله یک عامل مهم در عملکرد طالبی یاد شده است (Nerson *et al.*, 1983; Taha *et al.*, 2003; Zalapa *et al.*, 2006). ولی در این پژوهش رابطه معناداری بین تعداد ساقه



طالبی‌های بزرگ را می‌پسندند. با توجه به اینکه در این مطالعه هیچ رابطه‌ای بین تعداد میوه و متوسط وزن میوه‌ها مشاهده نشد، تولید رقم‌هایی که چند میوه دارند و هم‌زمان میوه آن‌ها درشت و قابل قبول باشد ممکن به نظر می‌رسد. در پژوهش Zalapa و همکاران (2007) نیز از طریق تجزیه QTL دو مکان برای تعداد میوه و یک مکان برای میانگین وزن میوه گزارش شده است که اثر مستقل از یکدیگر دارند و می‌توان از آن‌ها در انتخاب از طریق نشانگر بهره گرفت. اما علاوه بر عملکرد، شاخص‌های مهم دیگری نیز وجود دارند که هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهند و درآمد حاصل از واحد سطح را افزایش می‌دهند. این عوامل شامل همرسی، زودرسی و کوتاه‌شدن طول دوره برداشت است. زودرسی هزینه‌های تولید را به‌علت کوتاه‌شدن طول دوره کاشت، کاهش می‌دهد. همرسی و برداشت یکباره محصول نیز از نظر یکنواختی در اندازه میوه، حمل و نقل میوه‌ها و کاهش طول دوره برداشت محصول تأثیر مثبت در سیستم تولید محصول دارد. تولید میوه‌های متمرکز برای برداشت یکباره، و تراکم بالای کشت یک هدف عمده تولید محسوب می‌شود. در این پژوهش صفت روز تا رسیدگی با تعداد میوه و میانگین وزن میوه‌ها رابطه منفی نشان داد. با توجه به این موضوع می‌توان این صفت را به‌منزله یک شاخص انتخاب مستقل در راستای اصلاح ارقام مختلف طالبی در نظر گرفت.

در پژوهش حاضر تنها رابطه بین صفات کمی به‌منظور افزایش عملکرد طالبی ارزیابی شد، درحالی‌که توجه به صفات کیفی از جمله میزان قند و بتاکاروتن نیز در امر اصلاح طالبی حائز اهمیت است که در مطالعات بعدی باید مورد توجه قرار گیرد.

تعداد میوه که یکی از دلایل افزایش آن، افزایش تعداد ساقه اصلی است کمتر وابسته هستند. علاوه بر این ژنوتیپ‌های مطالعه‌شده تفاوت چندانی از نظر تعداد ساقه اصلی نداشتند. محل تشکیل میوه و فاصله آن از طوقه نیز از دو جنبه قابل بررسی است. از یک طرف میوه‌هایی که نزدیک طوقه تشکیل می‌شوند از هوای معتدل ابتدای فصل رشد و نیز برگ‌های سالم که هنوز به آفات و بیماری‌ها مبتلا نشده‌اند استفاده می‌کنند و مدت‌زمان طولانی‌تری را برای افزایش وزن در اختیار دارند. از طرف دیگر میوه‌هایی که پس از تشکیل چند میان‌گره شکل می‌گیرند از منبع برگی قوی‌تری برخوردار هستند. این‌که از این دو عامل کدام یک نقش بیشتری ایفا کند به محدودیت گرمایی ایجادشده در آخر فصل و نیز نحوه کنترل آفات و بیماری‌ها بستگی دارد. در پژوهش حاضر هیچ رابطه‌ای بین محل تشکیل میوه و میانگین وزن میوه‌ها مشاهده نشد ولی نتایج Zalapa و همکاران (2008) نشان دادند که میوه‌های نزدیک طوقه وزن بیشتری دارند. ولی برای اطمینان از این موضوع بهتر است آزمایش‌ها در چند منطقه انجام گیرد و علاوه بر این اثر متقابل ژنوتیپ‌ها با محل نگهداری میوه روی ساقه نیز مد نظر قرار گیرد.

#### نتیجه‌گیری کلی

در این پژوهش با استفاده از یک مدل تجزیه علیت ترتیبی، به‌طوری‌که هم‌راستایی بین صفات منجر به اختلال اثر صفات نشود، صفات تأثیرگذار بر روی عملکرد مشخص شدند. تعداد و میانگین وزن میوه‌ها به‌منزله مهم‌ترین صفات تأثیرگذار، که بیشترین اثر مستقیم را بر روی عملکرد داشتند به‌عنوان دو معیار مهم گزینشی برای افزایش عملکرد معرفی شدند. در ایران مردم

## REFERENCES

1. Abdalla, M. M. A. & Aboul-Nasr, M. H. (2002). Estimation of heterosis for yield and other economical characters of melon (*Cucumis melo* L.) in upper Egypt. In: Proceedings of Cucurbitaceae, Maynard, D. N. (Ed.). 8-12 Dec., Naples, Florida, pp. 11-16.
2. AMOS. (2010). AMOS 19. Users Guided. Chicago, IL, USA.
3. Brandle, J. E. & Mcvetty, P. B. E. (1989). Heterosis and combining ability in hybrids derived from oilseed rape cultivars and inbred lines. *Crop Science*, 29, 1191-1195.
4. Dewey, D. & Lu, K. (1959). A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agronomy Journal*, 51, 515-518.
5. Duhoon, S. S. Chandra, S. Basu, A. K. & Makhija, O. P. (1982). Components of genetic variation for yield and its attributes in a diallel cross of yellow-seeded Indian colza. *Indian Journal of Agricultural Science*, 52, 154-158.

6. Efron, B. & Tibshirani, R. (1993). *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman and Hall, London.
7. Falconer, D. S. Mackay, T. F. C. & Frankham, R. (1996). *Introduction to Quantitative Genetics* (4<sup>th</sup> edn). Longman, Harlow, UK.
8. Feyzian, E. Dehghani, H. Rezai, A. & Jalali, M. (2009). Correlation and sequential path model for some yield-related traits in Melon (*Cucumis melo* L.). *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 11, 341-353.
9. Hair, J. F. Anderson, R. E. Tatham, R. L. & Black, W. C. (1995). *Multivariate Data Analysis: with Readings*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
10. Kalb, T. J. & Davis, D. W. (1984a). Evaluation of combining ability, heterosis, and genetic variance for fruit quality characteristics in bush muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109(3):411-415.
11. Kalb, T. J. & Davis, D. W. (1984b). Evaluation of combining ability, heterosis, and genetic variance for yield, maturity, and plant characteristics in bush muskmelon. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 109(3), 416-419.
12. Karimzadeh, G., Mousavi, S. H., Jafarkhani-Kermani, M. and Jalali-Javaran, M. (2010). Karyological and nuclear DNA variation in Iranian endemic muskmelon (*Cucumis melo* var. *Inodorus*). *Cytologia*, 75(4), 451-461.
13. Kearsey, M. J. & Pooni, H. S. (1996). *The genetic analysis of quantitative traits*. Stanley Thornes Ltd., Cheltenham, Great Britain.
14. Kerje, T. & Grum, M. (2000). The origin of melon, *Cucumis melo*: a review of the literature. pp. 37-44.
15. Lippert, L. F. & Hall, M. O. (1982). Heritabilities and correlations in muskmelon from parent offspring regression analyses. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 107, 217-221.
16. Lippert, L. F. & Legg, P. D. (1972). Diallel analysis for yield and maturity characteristics in muskmelon cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 97, 87-90.
17. Mohammadi, S. A. Prasanna, B. M. & Singh, N. N. (2003). Sequential path model for determining interrelationships among grain yield and related characters in maize. *Crop Science*, 43(5), 1690-1697.
18. Monforte, A. J. Oliver, M. Gonzalo, M. J. Alvarez, J. M. Dolcet-Sanjuan, R. & Arus, P. (2004). Identification of quantitative trait loci involved in fruit quality traits in melon (*Cucumis melo* L.). *TAG Theoretical and Applied Genetics*, 108(4), 750-758.
19. Nerson, H. Paris, H. S. & Karchi, Z. (1983). Characteristics of birdsnest-type muskmelons. *Scientia Horticulturae*, 21(4), 341-352.
20. Robinson, R. W. & Decker Walters, D. S. (1997). *Cucurbits*. University Press. USA.
21. Sabaghnia, N. Dehghani, H. Alizadeh, B. & Mohghaddam, M. (2010). Interrelationships between seed yield and 20 related traits of 49 canola (*Brassica napus* L.) genotypes in non-stressed and water-stressed environments. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 8(2), 356-370.
22. Samonte, S. O. P. Wilson, L. T. & Mcclung, A. M. (1998). Path analyses of yield and yield-related traits of fifteen diverse rice genotypes. *Crop Science*, 38, 1130-1136.
23. Silberstein, L. Kovalski, I. Huang, R. Anagnostou, K. Kyle Jahn, M. M. & Perl-Treves, R. (1999). Molecular variation in melon (*Cucumis melo* L.) as revealed by RFLP and RAPD markers. *Scientia Horticulturae*, 79(1-2), 101-111.
24. SPSS, I. (2010). SPSS 19. Users Guied. Chicago, IL, USA.
25. Taha, M. Omara, K. & El Jack, A. (2003). Correlation among growth, yield, and quality characters in *Cucumis melo* L. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*, 26, 9-11.
26. Vijay, O. P. (1987). Genetic variability, correlation and path-analysis in muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Indian Journal of Horticulture*, 44, 233-238.
27. Williams, W. Jones, M. & Demment, M. (1990). A concise table for path analysis statistics. *Agronomy Journal*, 82(5), 1022-1024.
28. Wright, S. (1921). Correlation and causation. *Journal of Agricultural Research*, 20(7), 557-585.
29. Zalapa, J. E. Staub, J. E. & McCreight, J. D. (2006). Generation means analysis of plant architectural traits and fruit yield in melon. *Plant Breeding*, 125(5), 482-487.
30. Zalapa, J. E. Staub, J. E. & McCreight, J. D. (2007). Mapping and QTL analysis of plant architecture and fruit yield in melon. *Theoretical and Applied Genetics*, 114, 1185-1201.
31. Zalapa, J. E. Staub, J. E. & McCreight, J. D. (2008). Variance component analysis of plant architectural traits and fruit yield in melon. *Euphytica*, 162(1), 129-143.