

همبستگی بین صفات و تجزیه علیت برای عملکرد دانه در سورگوم

محمود تورچی و عبدالمجید رضائی

مری دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ پذیرش مقاله ۷۵/۷/۴

خلاصه

نوزده تاپ کراس سورگوم، والد پدری و ۱۹ والد نر بارور مادری به منظور مطالعه همبستگی ما بین صفات و تجزیه علیت برای دستیابی به الگوی مناسبی جهت انتخاب برای عملکرد دانه بر مبنای سایر خصوصیات، در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان در دو محیط مساعد و نامساعد، و در دو تاریخ کاشت (۱۱ و ۲۶ اردیبهشت) و دو فاصله کاشت (۱۰ و ۲۰ سانتیمتر بین بوته ها روی ردیف) ارزیابی گردیدند. تفاوت بین محیطها برای کلیه صفات بجز وزن حجمی و متوسط وزن خوشه معنی دار بود. میانگین مربعات ژنوتیپها در هر یک از محیطها و در تجزیه مرکب آنها برای کلیه صفات و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ با محیط برای تمامی صفات بجز متوسط طول خوشه معنی دار گردید. ضرایب همبستگی ژنتیکی بین عملکرد دانه و طول خوشه، ارتفاع بوته، وزن حجمی و متوسط وزن خوشه مثبت و معنی دار و بین عملکرد دانه و زمان ۵۰ درصد گلدهی منفی و معنی دار بود. نتایج تجزیه علیت و رگرسیون چند متغیره خطی نشان داد که در محیط مساعد اثر مستقیم وزن خوشه بر عملکرد دانه مثبت و بالا است. وزن حجمی و ارتفاع گیاه فقط اثرات غیر مستقیم مثبت و بالایی را از طریق وزن خوشه بر عملکرد دانه اعمال کردند. در محیط نامساعد تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی به جای ارتفاع بوته توجیه مناسبتری را از تغییرات عملکرد دانه داشت. در این محیط نیز اثر مستقیم وزن خوشه بر عملکرد دانه بسیار بالا و مثبت، ولی اثر غیر مستقیم آن از طریق وزن حجمی منفی و نسبتاً بالا بود. زمان گلدهی تنها بطور غیر مستقیم و از طریق وزن خوشه اثر منفی و بالایی بر عملکرد دانه داشت. اثر مستقیم وزن حجمی بر عملکرد دانه منفی، ولی برخلاف محیط مساعد نسبتاً بالا بود. در این محیط نیز اثر غیر مستقیم وزن حجمی بر عملکرد دانه از طریق وزن خوشه مثبت و بسیار بالا بود. بنابراین، وزن خوشه مهمترین جزء عملکرد دانه در سورگوم محسوب شده و افزایش عملکرد دانه از طریق گزینش برای آن امکان پذیر است.

واژه های کلیدی: اثر متقابل ژنوتیپ و محیط اجزاء عملکرد تاپ کراس، تجزیه مرکب تراکم و تاریخ کاشت،

ذرت خوشه ای، محیطهای مساعد و نامساعد، همبستگی های ژنتیکی و فنوتیپی

مقدمه

در اصلاح نباتات ضریب همبستگی که درجه ارتباط ژنتیکی یا غیر ژنتیکی مابین دو یا چند صفت را اندازه گیری می کند، از اهمیت ویژه ای برخوردار است. علت همبستگی می تواند ژنتیکی و یا محیطی باشد. بعبارت دیگر همبستگی فنوتیپی به دو بخش ژنتیکی و

محیطی تفکیک می شود (۱۲، ۱۶ و ۲۷). انتخاب برای یک صفت خاص بعلاوه واکنش های همبسته موجب تغییر در سایر صفات می شود. بنابراین، اطلاع از چگونگی عکس العمل جامعه نسبت به انتخاب برای یک صفت خاص از اهمیت ویژه ای برخوردار است. مطالعات متعددی برای تعیین میزان همبستگی بین صفات مختلف سورگوم^۱

انجام شده است (۶، ۷، ۱۵، ۱۸، ۲۲ و ۲۸). برامل - کاکس و همکاران (۵) گزارش نموده‌اند که گزینش مجزا برای تک تک صفات قادر به شناسایی جمعیت‌های با عملکرد بالا و تاریخ گلدهی مطلوب نبوده است. طبق گزارش کروک و کاسادی (۷) در سورگوم عملکرد دانه با تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع، تعداد خوشه در گیاه و وزن حجمی همبستگی مثبتی داشته است. لذا انتخاب برای عملکرد دانه، سایر صفات را تحت تاثیر قرار خواهد داد. اکییل و همکاران (۱۰) در سه جامعه سورگوم، همبستگی‌های ژنتیکی بالایی را بین عملکرد دانه در واحد سطح و وزن خوشه و ارتفاع گیاه بدست آوردند. لاتروپ و همکاران (۲۳) همبستگی ژنتیکی عملکرد دانه با تعداد دانه در خوشه را بالا، با وزن ۱۰۰ دانه را متغیر و با تعداد خوشه در گیاه را پایین گزارش نموده‌اند. براساس پژوهش این محققین انتخاب مستقیم برای عملکرد در محیط‌های مساعد موجب افزایش قابل قبول در همه اجزای عملکرد گردیده، ولی در محیط‌های نامساعد بر وزن ۱۰۰ دانه تاثیری نداشته است. از طرف دیگر اطلاع از ارتباط بین اجزای عملکرد و همبستگی آنها با عملکرد دانه در طرح‌ریزی برنامه‌های گزینش اهمیت دارد (۱۳). اکثراً مشاهده می‌شود که یک متغیر مستقل علاوه بر اثر مستقیم بر متغیر تابع، از طریق متغیر یا متغیرهای مستقل دیگر نیز بطور غیرمستقیم بر آن اثر می‌گذارد. بنابراین شناسایی صفت یا صفاتی که بطور مستقیم و غیرمستقیم بر عملکرد اثر می‌گذارند و تعیین ماهیت و میزان تاثیر آنها ضروری است (۲۶). تجزیه علیت یکی از روش‌هایی است که در چنین مواردی و در صورت وجود رابطه علت و معلولی بین متغیرها بکاربرده می‌شود (۲۰). این روش به شناسایی اثرات مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای مستقل بر متغیر تابع کمک موثری نموده و مسیرهای تاثیر یک متغیر مستقل بر متغیر تابع از طریق متغیرهای مستقل دیگر را ارائه می‌دهد (۲۶).

این پژوهش با توجه به موارد ذکر شده، به منظور تعیین همبستگی ما بین صفات مورد مطالعه و انجام تجزیه علیت برای دستیابی به الگوی مناسبی جهت انتخاب برای عملکرد دانه بر مبنای سایر صفات طرح‌ریزی شد. به منظور حصول نتایج جامع‌تر، این مطالعه در شرایط متفاوت محیطی و زراعی پیاده گردید.

مواد و روشها

مواد مورد بررسی شامل ۱۹ تاپ کراس سورگوم بود که

بطور تصادفی از بین مواد بیشتری که در سال ۱۳۶۹ تهیه شده بودند انتخاب گردید. به منظور تهیه تاپ کراسها، در یک منطقه ایزوله تعداد زیادی لاین نر عقیم سورگوم (لاین A) در ردیف‌هایی بطول ۴ متر و در سه تکرار کشت گردیدند. والد‌گرده دهنده در اطراف مزرعه و همچنین پس از دو ردیف والد مادری کاشته شد. والد پدری از مخلوط مساوی بذر از حدود ۱۰۰ لاین برگرداننده باروری (لاین R) بدست آمد. هر تاپ کراس نیز از مخلوط مساوی بذر حاصل از گرده افشانی همه بوت‌های سه تکرار تولید شد.

در سال ۱۳۷۰، نوزده تاپ کراس، والد پدری (به عنوان شاهد) و ۱۹ والد مادری (لاین‌های B که از نظر ژنتیکی کاملاً شبیه به لاین‌های A بوده ولی نر بارور هستند) در قالب طرح کرت‌های دوبار خرد شده در دو محیط مساعد و نامساعد با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان ارزیابی گردیدند. در هر محیط دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۶ اردیبهشت در کرت‌های اصلی، دو تراکم کاشت ۱۰ و ۲۰ سانتیمتر بین بوته‌ها در روی ردیف کاشت در کرت‌های فرعی اول و ژنوتیپها در کرت‌های فرعی دوم منظور شدند. اختصاص عوامل آزمایشی به کرت‌ها بطور تصادفی انجام شد. زمین محل آزمایش در سال قبل زیر کشت گندم بود. عملیات تهیه زمین شامل شخم پائیزه، دیسک بهاره، کودپاشی به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار فسفات آمونیم و تهیه جوی و پشته‌ها بود. کشت به صورت هیرم‌کاری انجام شد. هر ژنوتیپ در یک ردیف بطول ۶ متر کشت گردید. در محیط مساعد عملیات و مواظبت‌های معمول زراعی از جمله دادن ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود اوره در دو نوبت، آبیاری براساس نیاز آبی گیاه و تا رسیدن به حد ظرفیت زراعی صورت گرفت. مبارزه مطلوب با علف‌های هرز بادست و برای ۲ تا ۳ مرتبه انجام گردید. محیط نامساعد شرایط نامطلوب تری را بدلیل داشتن محل نامناسب تر در مزرعه و انجام بخشی از عملیات زراعی انجام شده در محیط مناسب و بطور نامنظم دارا بود. صفات مورد مطالعه عبارت بودند از: (۱) تاریخ ۵۰ درصد گلدهی بر حسب تعداد روز از کاشت تا وقتی که ۵۰ درصد از خوشه‌های هر کرت بطور کامل خارج شدند، (۲) طول گیاه بر حسب سانتیمتر از سطح زمین تا انتهای خوشه اصلی، (۳) متوسط طول خوشه بر حسب سانتیمتر، (۴) عملکرد دانه در کرت پس از حذف حاشیه بر حسب تن

خصوصیات مورد مطالعه بجز وزن حجمی و متوسط وزن خوشه معنی دار است (جدول ۱). متوسط عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مساعد و نامساعد بترتیب برابر ۷/۴۷ و ۵/۸۴ تن در هکتار بود (جدول ۲). تفاوت بین ژنوتیپ‌ها در هر یک از محیط‌ها و در تجزیه مرکب آنها برای کلیه صفات و همچنین اثر متقابل ژنوتیپ با محیط برای کلیه صفات بجز متوسط طول خوشه معنی دار بود. با توجه به تنوع زیاد ژنوتیپ‌های مورد بررسی چنین نتیجه‌ای مورد انتظار بود. معنی دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ با محیط نشان داد که روند تغییرات ژنوتیپ‌ها از نظر تمامی صفات مورد بررسی بجز طول خوشه در دو محیط متفاوت است. بعبارت دیگر برخی از ژنوتیپ‌ها در محیط مساعد و برخی دیگر در محیط نامساعد نمود خوبی داشته‌اند. معنی دار شدن اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای اکثر صفات مورد مطالعه لزوم ارزیابی ژنوتیپ‌ها در چند محیط را بدیهی می‌سازد (۲۱).

در محیط مساعد اثر تاریخ کاشت بر عملکرد دانه از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۲). عدم مشاهده تفاوت معنی دار بین تاریخهای مختلف کاشت از لحاظ عملکرد دانه به دلیل وجود اثر متقابل معنی دار ژنوتیپ و تاریخ کاشت بود (جدول تجزیه واریانس برای هر محیط ارائه نشده است). بعبارت دیگر روند تغییرات عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در دو تاریخ کاشت یکسان نبوده است. متوسط عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت ۱۱ اردیبهشت برابر با ۷/۵۲ تن در هکتار بود که با تاخیر در کاشت اندکی کاهش یافت (جدول ۲). لازم به ذکر است که متوسط درجه روز رشد لازم برای رسیدن به مرحله ۵۰ درصد گلدهی در دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۶ اردیبهشت بترتیب ۱۷۲۶/۱ و ۱۲۸۸/۵ بود. بعبارت دیگر زمان وقوع مرحله ۵۰ درصد گلدهی به ازاء پانزده روز تاخیر در کاشت کوتاهتر گردیده است. کاهش زمان وقوع گلدهی از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). بنظر می‌رسد که اثرات توأم درجه حرارت و طول روز موجب وقوع زودتر مرحله ۵۰ درصد گلدهی شده‌اند. در محیط مساعد میانگین مربعات اثر متقابل ژنوتیپ و تاریخ کاشت علاوه بر عملکرد دانه برای متوسط وزن خوشه نیز معنی دار بود. متوسط وزن خوشه ژنوتیپ‌ها در تاریخ کاشت ۱۱ اردیبهشت ۴۶/۲ گرم بود که با تاخیر در کاشت افزایش یافت (جدول ۲).

در هکتار (۵) وزن حجمی یا وزن ۵۰۰ سانتیمتر مکعب که پس از محاسبات آماری به هکتولتر تبدیل شد و (۶) متوسط وزن خوشه برحسب گرم.

همبستگی ژنتیکی برای تاپ کراسها با استفاده از برآورد میانگین حاصلضربهای ژنتیکی در تجزیه کوواریانس و واریانس ژنتیکی در تجزیه واریانس داده‌ها در هر یک از محیط‌های مساعد و نامساعد و باتوجه به فرمول زیر محاسبه گردید (۱۲).

$$r_g = \frac{\hat{\sigma}_{gxy}}{\sqrt{(\hat{\sigma}_{gy}^2)(\hat{\sigma}_{gx}^2)}}$$

در این فرمول σ_{gxy} کوواریانس ژنتیکی بین صفات X و Y و σ_{gx}^2 واریانس ژنتیکی فامیل‌های برادر - خواهری ناتنی برای صفت X و σ_{gy}^2 واریانس ژنتیکی فامیل‌های برادر - خواهری ناتنی برای صفت Y می‌باشد. همبستگی‌های فنوتیپی برای دو محیط نیز به روش مشابه و با فرمول زیر برآورد گردیدند:

$$r_{ph} = \frac{\sigma_{phxy}}{\sqrt{(\sigma_{phx}^2)(\sigma_{phy}^2)}}$$

به این منظور برآوردهای واریانس فنوتیپی براساس میانگین

ژنوتیپ و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شدند:

$$\sigma_{ph}^2 = \frac{\sigma_e^2}{rab} + \sigma_g^2$$

در این فرمول‌ها r = تعداد تکرار، a = تعداد تاریخ کاشت،

b = تعداد تراکم کاشت و σ_e^2 واریانس خطای آزمایشی در جدول

تجزیه واریانس جداگانه در دو محیط می‌باشد. ضرایب علیت (P_{ij}) با

استفاده از ضرایب همبستگی ژنتیکی (r_{ij}) از حل همزمان معادلات

زیر بدست آمدند (۸ و ۳۰):

$$r_{14} = P_{14} + r_{12}P_{24} + r_{13}P_{34}$$

$$r_{24} = P_{24} + r_{12}P_{14} + r_{23}P_{34}$$

$$r_{34} = P_{34} + r_{13}P_{14} + r_{23}P_{24}$$

اثرات باقیمانده از معادله زیر محاسبه گردید:

4.

$$1 = P_{x4}^2 + P_{14}^2 + P_{24}^2 + P_{34}^2 + 2P_{14}r_{12}P_{24} + 2P_{14}r_{13}P_{34} + 2P_{24}r_{23}P_{34}$$

در این معادلات اندیس ۴ برای متغیر تابع و اندیس‌های ۱، ۲، ۳ و

۳ برای متغیرهای مستقل در نظر گرفته شده‌اند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که اثر محیط بر کلیه

جدول ۱ - تجزیه واریانس مرکب عملکرد دانه و سایر خصوصیات زنوتیپ‌های سورگوم در تاریخها و تراکم‌های مختلف کاشت در دو محیط مساعد و نامساعد

منابع تغییرات		میانگین مربعات					درجات		منابع تغییرات	
متوسط	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	وزن حجمی	ارتفاع گیاه	متوسط طول خوشه	عملکرد دانه	آزادی	خطا (a)	تراکم کاشت	تاریخ کاشت	
۸۲۱/۷۹	۲۰۹۱/۰۳**	۲۸۲/۰۲	۶۰۸۰۳/۳۵**	۴۷۱/۴۷*	۶۲۳/۱۷**	۱	خطا (b)	تراکم کاشت	تاریخ کاشت × محیط	
۹۵۲/۵۸	۴۳/۴۱	۱۲۹/۸۵	۲۳۴۵/۲۸	۳۱/۴۹	۱۰/۶۹	۴	تراکم کاشت × محیط	تراکم کاشت × تاریخ کاشت	تکرار در محیط	
۱۳۵/۷۸	۱۳۵۱۷/۳۶*	۱۱/۴۰	۹۲۲۲/۰۶*	۹/۴۲	۵/۱۲	۱	تراکم کاشت × تاریخ کاشت	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت	
۴۰۸۲/۷۸	۳۲/۷۲	۱۴/۵۱	۵/۲۴	۰/۷۷	۰/۴۹	۱	خطا (a)	تراکم کاشت	تاریخ کاشت × محیط	
۴۱۸۴/۳۹	۱۳۹/۴۸	۱۶۳/۳۳	۱۳۵۹/۶۸	۱۲/۱۲	۶۶/۱۰	۴	تراکم کاشت	تراکم کاشت × تاریخ کاشت	تاریخ کاشت × محیط	
۱۳۵۰۵/۸۱**	۳۹/۸۰	۱۵/۹۵	۱۹۵/۷۱	۲۱۹/۵۳	۴۵/۲۵	۱	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت	تاریخ کاشت × محیط	
۵/۶۸	۳۳/۴۷	۲/۶۸	۴۴۸/۶۲	۲/۷۵	۱۰/۶۸	۱	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × محیط	
۷۳۹/۵۲	۴۴/۰۳	۲۱۲/۵۰	۱۴۶۱۰/۲۶	۳۸/۲۰	۳۲/۲۲	۱	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۸۲۶۸/۸۴**	۴۲۸/۰۹**	۹۰۱/۵۶*	۶۸۱۶/۹۶	۱۱۵/۱۵**	۶۴/۰۹	۱	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۳۷۳/۶۸	۲۴/۵۵	۱۱۴/۷۲	۲۰۴۶/۶۵	۹/۱۷	۱۷/۶۷	۸	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۳۱۴۰/۲۳**	۵۱۶/۴۶**	۱۴۱/۲۵**	۲۲۷۹۰/۲۵**	۱۱۲/۱۲**	۷۰/۰۵**	۳۸	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۲۰۰/۹۶**	۱۹/۰۸**	۱۵/۰۸*	۵۴۴/۹۵**	۴/۰۴	۹/۸۸**	۳۸	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۱۵۸/۰۹**	۱۸/۳۵	۵/۴۵	۱۴۱/۲۷	۳/۵۸*	۳/۲۸	۳۸	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۱۲۷/۴۲	۱۱/۰۷	۱۳/۲۲	۸۹/۹۹	۱/۹۷	۳/۷۸**	۳۸	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۷۹/۷۱	۱۳/۵۰**	۹/۹۴	۸۶/۵۵	۳/۴۹	۴/۶۸	۳۸	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۱۱۰/۱۹	۵/۵۳	۱۲/۴۶	۱۱۲/۷۷	۴/۳۳*	۳/۰۶	۳۸	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۱۳۲/۳۸*	۱۴/۴۸	۱۱/۰۲	۱۴۶/۴۵	۲/۸۰	۲/۱۰	۳۸	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۸۸/۰۴	۱۰/۵۹	۶/۸۴	۱۰۰/۰۴	۲/۵۶	۲/۷۳	۳۸	خطا (b)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	
۹۱/۶۲	۱۱/۲۹	۱۰/۰۳	۱۰۵/۴۱	۳/۰۴	۲/۱۰	۶۰۸	خطا (c)	تراکم کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × تاریخ کاشت × محیط	

* و **: بترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲- مقایسه⁺ میانگین های عملکرد دانه، متوسط وزن خوشه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی، ارتفاع بوته، وزن حجمی و متوسط طول خوشه در شرایط مختلف بررسی.

منابع تغییرات		عملکرد دانه (تن در هکتار)		متوسط وزن خوشه (گرم)		تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	
میانگین	محیط مساعد	میانگین	محیط مساعد	میانگین	محیط مساعد	میانگین	محیط مساعد
تاریخ کاشت							
۱۱ اردیبهشت	۷/۵۲ a	۶/۷۳ a	۵/۹۴ a	۴۸/۵ a	۴۶/۲ a	۴۷/۳ a	۹۷/۸ a
۲۶ اردیبهشت	۷/۴۲ a	۶/۵۸ a	۵/۷۴ a	۴۳/۵ a	۴۹/۶ a	۴۶/۵ a	۹۰/۶ b
فاصله بوته روی ردیف							
۱۰ سانتیمتر	۷/۸۰ a	۶/۸۸ a	۵/۹۵ a	۴۲/۳ a	۴۴/۰ a	۴۳/۱ a	۹۳/۸ a
۲۰ سانتیمتر	۷/۱۴ a	۶/۴۴ a	۵/۷۳ a	۴۹/۷ b	۵۱/۷ b	۵۰/۷ b	۹۴/۶ a
میانگین	۷/۴۷ A	۵/۸۴ B	۵/۸۴ B	۴۶/۰ A	۴۷/۹ A	۴۶/۰ A	۹۴/۲ A
متوسط طول خوشه (سانتیمتر)			ارتفاع بوته (سانتیمتر)			وزن حجمی (هکتولیترا)	
میانگین	محیط مساعد	میانگین	محیط مساعد	میانگین	محیط مساعد	میانگین	محیط مساعد
۲۵/۹ a	۱۶۱/۹ a	۱۵۳/۸ a	۱۴۵/۷ a	۷۲/۰ a	۷۳/۳ a	۷۲/۷ a	۲۶/۷ a
۲۵/۷ a	۱۶۸/۱ a	۱۶۰/۱ b	۱۵۲/۱ a	۷۲/۵ a	۷۳/۳ a	۷۲/۹ a	۲۶/۴ a
۲۵/۳ a	۱۶۵/۲ a	۱۵۶/۵ a	۱۴۷/۷ a	۷۲/۱ a	۷۳/۳ a	۷۲/۷ a	۲۶/۰ a
۲۶/۳ a	۱۶۴/۸ a	۱۵۷/۴ a	۱۵۰/۰ a	۷۲/۴ a	۷۳/۴ a	۷۲/۹ a	۲۷/۱ b
میانگین	۱۶۵/۰ A	۱۴۸/۹ B	۱۴۸/۹ B	۷۲/۲ A	۷۳/۳ A	۷۳/۳ A	۲۶/۵ A

+ : میانگین ها با آزمون حداقل تفاوت معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شده اند و برای هر منبع تغییرات در هر محیط تفاوت بین هر دو میانگین که دارای یک حرف مشابه هستند از نظر آماری معنی دار

نیست.

عملکرد دانه در واحد سطح در تراکم زیاد علیرغم وجود تعداد بوته بیشتر، ولی بخاطر کاهش وزن خوشه و احتمالاً سایر اجزاء عملکرد، تقریباً مساوی متوسط عملکرد در تراکم کم بود.

در محیط مساعد اثر تراکم کاشت بر متوسط طول خوشه نیز از نظر آماری در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بود (جدول ۲). میانگین مربعات اثر متقابل ژنوتیپ و تراکم کاشت در دو محیط مساعد و نامساعد برای عملکرد دانه معنی دار بود. بعبارت دیگر روند تغییرات عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها در تراکم‌های مختلف کاشت متفاوت بوده است. این اثر متقابل در محیط مساعد علاوه بر عملکرد دانه برای متوسط طول خوشه نیز معنی دار شد. متوسط طول خوشه ژنوتیپ‌ها در تراکم بالا برابر $26/0$ سانتیمتر بود که با کاهش تراکم به $27/1$ سانتیمتر افزایش یافت (جدول ۲). احتمالاً استفاده بهتر گیاهان از آب و مواد غذایی در این تراکم دلیل افزایش طول خوشه می‌باشد. اثر متقابل تراکم‌ها و تاریخ‌های مختلف کاشت در محیط مساعد بر تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و در محیط نامساعد بر طول خوشه، وزن حجمی، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و متوسط وزن خوشه از نظر آماری معنی دار بود.

همبستگی:

بطور کلی برآوردهای ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی در محیط مساعد بیشتر از محیط نامساعد بود (جدول ۳). در هر دو محیط ضرایب همبستگی ژنتیکی کمی بزرگتر از ضرایب همبستگی فنوتیپی بودند. نزدیک بودن برآوردهای ضرایب همبستگی ژنتیکی و فنوتیپی به یکدیگر دلیلی بر کوچکی واریانس و کوواریانس محیطی می‌باشد (۱۱).

ضرایب همبستگی ژنتیکی ما بین عملکرد دانه با طول خوشه، ارتفاع گیاه، وزن حجمی و متوسط وزن خوشه مثبت و در سطح احتمال ۱ درصد معنی دار بودند. در مطالعات دیگر نیز (۷، ۱۰، ۱۹، ۲۳ و ۲۴) همبستگی عملکرد دانه با ارتفاع گیاه مثبت گزارش شده است. عملکرد دانه در واحد سطح و وزن خوشه همبستگی مثبت و بالایی داشتند. این نتیجه با توجه به اینکه وزن خوشه یک جزء مهم از عملکرد دانه در واحد سطح می‌باشد (۴) قابل انتظار است و با نتایج سایر محققین (۴ و ۱۰) مطابقت دارد. همبستگی بین عملکرد دانه در واحد سطح و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی بسیار کوچک و منفی بود. اکییل و همکاران (۱۰) نیز همبستگی این دو صفت را منفی

در محیط نامساعد اثر تاریخ کاشت تنها بر تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار گردید (جدول ۲). طول دوره کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی برای دو تاریخ کاشت ۱۱ و ۲۶ اردیبهشت به ترتیب $101/2$ و $93/2$ روز طول کشید (جدول ۲). بنابراین در محیط نامساعد تأخیر در کاشت موجب تسریع معنی داری در شروع رشد زایشی گیاه شده است. واریانس اثر متقابل ژنوتیپ و تاریخ کاشت در محیط نامساعد برای هیچیک از خصوصیات مورد مطالعه معنی دار نبود. چنین نتایجی با توجه به معنی دار نشدن میانگین مربعات اثر متقابل تاریخ کاشت و محیط در تجزیه مرکب داده‌های دو محیط نیز قابل استنتاج است (جدول ۱). متوسط تعداد روز از کاشت تا ۵۰ درصد گلدهی برای تاریخ کاشت ۱۱ اردیبهشت و براساس میانگین دو محیط برابر $99/5$ بود که با پانزده روز تأخیر در کاشت به $91/9$ تنزل پیدا کرد (جدول ۲). پائولی و همکاران (۲۵)، و اندرلیب و ارکین (۲۹) و داووز (۵) نیز به نتایج مشابهی دال بر وقوع زودتر مرحله گلدهی در اثر تأخیر در کاشت دست یافته‌اند. فرحبخش (۱) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد سورگوم در همین منطقه گزارش نموده است که تفاوت عملکرد دانه ارقام در دو تاریخ کاشت ۱۰ و ۲۴ اردیبهشت از نظر آماری معنی دار نیست.

اثر تراکم‌های مختلف کاشت و اثر متقابل آنها با تاریخ کاشت در هر دو محیط مساعد و نامساعد و همچنین اثر متقابل تراکم کاشت و محیط بر عملکرد دانه از نظر آماری معنی دار نبود (جدول ۱). میانگین عملکرد دانه در تراکم‌های زیاد و کم (فواصل ۱۰ و ۲۰ سانتی متر بین بوته‌ها روی ردیف) به ترتیب $7/80$ و $7/14$ تن در هکتار در محیط مساعد و $5/95$ و $5/73$ تن در هکتار در محیط نامساعد بود (جدول ۲). در هر دو محیط مورد بررسی متوسط وزن خوشه با افزایش تراکم کاشت بطور معنی داری کاهش یافت (جدول ۲). نتایج مطالعات ابلت و همکاران (۲) و هارپر (۱۷) نشان می‌دهد که اجزاء عملکرد دانه با افزایش تراکم کاهش می‌یابند. در محیط مساعد متوسط وزن خوشه در تراکم‌های زیاد و کم به ترتیب $44/0$ و $51/7$ گرم و در محیط نامساعد نیز به ترتیب $42/3$ و $49/7$ گرم بود (جدول ۲). در تراکم کاشت کم بخاطر رشد زیادتر بوته‌ها و تولید خوشه‌هایی با تعداد و وزن دانه بیشتر، متوسط وزن هر خوشه بطور معنی داری بیشتر از مقادیر مربوط در تراکم زیاد بود. لذا متوسط

جدول ۳- برآورد ضرایب همبستگی ژنتیکی (اعداد بالا) و فنوتیپی (اعداد پایین) صفات مورد مطالعه در محیط‌های مساعد (بالای قطر) و نامساعد (پائین قطر) برای کل ژنوتیپ‌ها.

متوسط وزن خوشه	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	وزن حجمی	ارتفاع گیاه	متوسط		صفت
				طول خوشه	عملکرد دانه	
۰/۹۲۹۶**	-۰/۴۲۹۴**	۰/۸۳۸۶**	۰/۷۶۰۷**	۰/۵۷۰۰**	۰/۵۷۰۰**	عملکرد دانه
۰/۹۰۹۳**	-۰/۴۱۶۳**	۰/۷۹۶۷**	۰/۷۴۰۱**	۰/۵۴۹۴**	۰/۵۴۹۴**	
۰/۵۸۷۷**	-۰/۰۸۰۲	۰/۶۲۴۳**	۰/۷۲۷۳**	۰/۳۱۳۷**	۰/۳۱۳۷**	طول خوشه
۰/۵۶۵۰**	-۰/۰۸۱۶	۰/۵۷۴۰**	۰/۷۱۲۳**	۰/۳۰۹۳**	۰/۳۰۹۳**	
۰/۸۵۴۴**	-۰/۲۳۱۶**	۰/۷۹۸۵**	۰/۶۹۰۵**	۰/۴۷۷۶**	۰/۴۷۷۶**	ارتفاع گیاه
۰/۸۲۶۸**	-۰/۲۲۳۱**	۰/۷۵۰۳**	۰/۶۷۱۷**	۰/۴۶۹۴**	۰/۴۶۹۴**	
۰/۹۳۰۵**	-۰/۵۲۶۷**	۰/۶۰۷۸	۰/۳۹۴۴**	۰/۶۷۰۵**	۰/۶۷۰۵**	وزن حجمی
۰/۸۷۷۴**	-۰/۴۷۹۰**	۰/۵۷۰۹**	۰/۳۷۷۸**	۰/۶۲۷۹**	۰/۶۲۷۹**	
-۰/۵۲۶۹**	-۰/۰۸۰۲	-۰/۳۶۸۵**	-۰/۰۰۳۵	-۰/۰۳۶۴	-۰/۴۶۱۳**	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی
-۰/۵۰۳۹**	-۰/۳۴۴۵**	-۰/۳۴۴۵**	-۰/۰۱۳۲	-۰/۰۴۷۳	-۰/۴۵۰۷**	
	-۰/۴۴۰۷**	۰/۸۷۰۰**	۰/۷۱۳۰**	۰/۴۶۲۳**	۰/۹۰۹۴**	وزن خوشه
	-۰/۴۳۰۳**	۰/۸۱۰۰**	۰/۶۹۲۳**	۰/۴۵۵۳**	۰/۸۸۶۸**	

**/ : معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد.

گزارش نموده‌اند. با اینحال گزارشاتی نیز دال بر مثبت بودن این همبستگی وجود دارد (۴، ۷، ۱۹، ۲۲، ۲۳ و ۲۴) کروک و کاسادی (۷) همبستگی عملکرد دانه با وزن حجمی را مثبت گزارش نموده‌اند که با نتایج این بررسی تطبیق دارد.

طبق نتایج حاصل گیاهان پابلند، دیررستر بوده و گذشته از عملکرد بالا، دارای طول خوشه، وزن حجمی و وزن خوشه بیشتری نیز می‌باشند. وجود همبستگی مثبت بین ارتفاع و زمان رسیدگی در دیگر گزارشات نیز (۴، ۷، ۱۸ و ۲۴) بچشم می‌خورد. کروک و کاسادی (۷) همبستگی مثبت و معنی‌داری را بین ارتفاع و وزن حجمی گزارش نموده‌اند. بیت‌اینگر و همکاران (۴) همبستگی ارتفاع گیاه با وزن خوشه و طول خوشه را همانند نتایج این بررسی مثبت و معنی‌دار یافته‌اند. این نتایج بیانگر آنست که می‌توان عملکرد دانه را از طریق بغیر در صفات دیگر افزایش داد. همچنین استنباط می‌گردد که انتخاب برای عملکرد دانه بر صفات دیگر نیز تأثیر می‌گذارد. شاید گزینش بر مبنای شاخص انتخاب و با در نظر گرفتن وزنه‌های متفاوت برای صفات مختلف راه حل مناسبی در انتخاب لاینهای والدی باشد.

تجزیه علیت:

ارتباط ما بین عملکرد دانه و مؤلفه‌های آن پیچیده است. بدیهی است که برخی از صفات تغییرات عملکرد دانه را بهتر از بقیه توجه می‌کنند. نتایج تجزیه و تحلیل رگرسیون گام به گام طول خوشه، ارتفاع گیاه، وزن حجمی، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و وزن خوشه بعنوان متغیرهای مستقل بر عملکرد دانه بعنوان متغیر تابع (جدول ۴) نشان داد که وزن خوشه مهمترین مؤلفه‌ای است که در هر دو محیط ارتباط نزدیکی را با عملکرد دانه دارد و به تنهایی در محیط‌های مساعد و نامساعد بترتیب ۵۵ و ۵۱ درصد از تغییرات آنرا توجه می‌نماید. در محیط مساعد، پس از وزن خوشه بترتیب وزن حجمی و ارتفاع گیاه به مدل رگرسیون وارد و در نهایت این سه متغیر ۵۹ درصد از تغییرات عملکرد دانه را توجه نمودند. در محیط نامساعد نیز پس از وزن خوشه بترتیب زمان وقوع ۵۰ درصد گلدهی و وزن حجمی به مدل رگرسیون اضافه شدند و در مجموع ۵۴ درصد از تغییرات عملکرد توسط این سه متغیر توجه شد. سایر صفات مورد مطالعه تأثیر معنی‌داری را در مدل رگرسیون نداشتند.

بنابراین علت اساسی اختلاف در عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها را می‌توان به تفاوت آنها در وزن خوشه نسبت داد. قابل ذکر است که مقادیر متوسط ضرائب تبیین^۱ در مدل‌های مزبور حاکی از این است که احتمالاً خصوصیات دیگری که در این مطالعه مورد بررسی قرار نگرفته‌اند، توجیه‌های مناسب‌تری از تغییرات عملکرد دانه را ارائه می‌دهند.

عدم اطلاع کافی از ارتباط بین صفات مختلف و پرداختن به انتخاب یک جانبه برای صفات زراعی موجب عدم پیشرفت یا حصول نتایج نامطلوب می‌گردد. لذا در طراحی برنامه‌های به نژادی لازم است که به همبستگی ما بین صفات مختلف توجه گردد (۳). وجود همبستگی بین صفات زراعی و مورفولوژیکی با عملکرد دانه در اکثر محصولات و از جمله سورگوم گزارش شده است. اگر چه اطلاع از این برآوردها در تعیین اجزاء متشکله صفت پیچیده‌ای مانند عملکرد دانه مهم می‌باشد، ولی تصویر درستی از اهمیت نسبی و تأثیر مستقیم و غیرمستقیم هر مؤلفه بر عملکرد را ارائه نمی‌دهد. در تجزیه علیت سهم مستقیم و غیرمستقیم صفات مختلف در توجه عملکرد با توجه به اهمیت نسبی ضرائب همبستگی آنها تعیین می‌شود.

در این تجزیه و تحلیل از ضرائب همبستگی ژنوتیپی (جدول ۵)

عملکرد دانه با خصوصیاتی که در هر محیط به مدل رگرسیون مرحله‌ای وارد گردیدند استفاده شد. بعبارت دیگر عملکرد دانه بعنوان متغیر برآیند و وزن خوشه، وزن حجمی و ارتفاع گیاه در محیط مساعد و وزن خوشه، تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی و وزن حجمی در محیط نامساعد بعنوان متغیرهای علتی یا سببی در نظر گرفته شدند. نتایج تجزیه علیت و ارتباط بین متغیرهای سببی با متغیر برآیند در محیط‌های مساعد و نامساعد بترتیب در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. خطوط پیکان دوسر ارتباط دو جانبه یا ضرائب همبستگی ژنوتیپی و خطوط یک سر اثرات مستقیم و یک جهت یا ضرائب علیت را نشان می‌دهند. اثر سایر عوامل باقیمانده با P_{x4} نشان داده شده است.

برآوردهای اثرات مستقیم (ضرائب علیت) و غیرمستقیم (حاصلضرب ضرائب علیت در ضرائب همبستگی) برای محیط‌های مساعد و نامساعد نشان داد که در محیط مساعد اثر مستقیم وزن خوشه بر عملکرد دانه مثبت و بالا بود (۱/۲۱۳۳). اثرات غیرمستقیم وزن

جدول ۴- معادلات برآورد عملکرد دانه بر حسب خصوصیات وابسته بر مبنای رگرسیون گام به گام در محیط‌های مساعد و نامساعد.

محیط مساعد		محیط مساعد ⁺	
R ²	معادلات	مرحله R ²	معادلات ⁺
۰/۵۱	$GY = ۱۶۲/۳۹ + ۹/۱۱ (Y/H)$	۱	$GY = ۲۳۸/۹۴ + ۱۰/۳۵ (Y/H)$
۰/۵۳	$GY = ۶۲۲/۹۱ + ۸/۶۲ (Y/H) + ۴/۵۰ (DHB)$	۲	$GY = -۶۴۸/۸۸ + ۸/۳۱ (Y/H) + ۲/۷۳ (TW)$
۰/۵۴	$GY = ۳۰۴/۳۴ + ۸/۰۲ (Y/H) - ۴/۲۵ (DHB) + ۰/۸۸ (TW)$	۳	$GY = -۶۶۹/۴۱ + ۷/۴۲ (Y/H) + ۲/۴۰ (TW) + ۱/۱ (PH)$

+: GY, Y/H, TW, PH و HDB بترتیب میانگین عملکرد دانه در واحد سطح (گرم در مترمربع)، متوسط وزن خوشه (گرم)، وزن حجمی (گرم در ۵۰۰ سانتیمتر مکعب)، ارتفاع گیاه

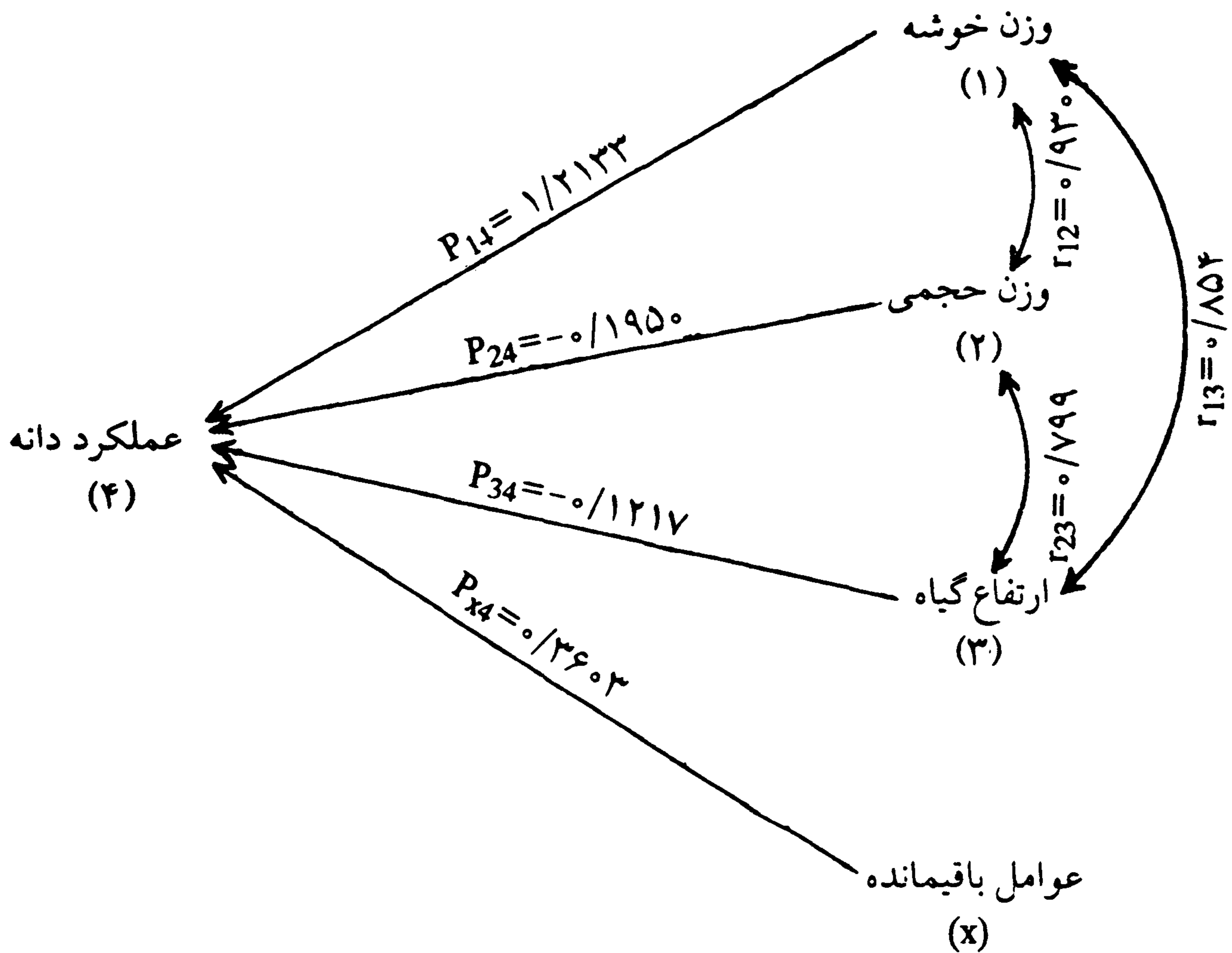
(سانتیمتر) و تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی می‌باشند.

۵۰ درصد گلدهی بر عملکرد دانه منفی و ناچیز (۰/۰۶۶۰-) بود. اثرات غیرمستقیم آن از طریق وزن خوشه منفی و بالا (۰/۵۷۶۶-) و از طریق وزن حجمی مثبت و نسبتاً پایین (۰/۱۸۱۴) بود. بنابراین همبستگی منفی و نسبتاً بالای زمان گلدهی با عملکرد دانه عمدتاً بدلیل اثر غیرمستقیم منفی و بالای آن از طریق وزن خوشه می‌باشد. اثر مستقیم وزن حجمی بر عملکرد دانه منفی و نسبتاً بالا (۰/۴۹۲۲-) بود. اثرات غیرمستقیم این صفت بر عملکرد دانه از طریق وزن خوشه مثبت و بسیار بالا (۱/۱۳۸۳) و از طریق زمان گلدهی مثبت و ناچیز (۰/۰۲۴۳) بودند. لذا همبستگی بالا و مثبت بین وزن حجمی با عملکرد دانه در محیط نامساعد عمدتاً در نتیجه اثر غیرمستقیم آن از طریق وزن خوشه می‌باشد.

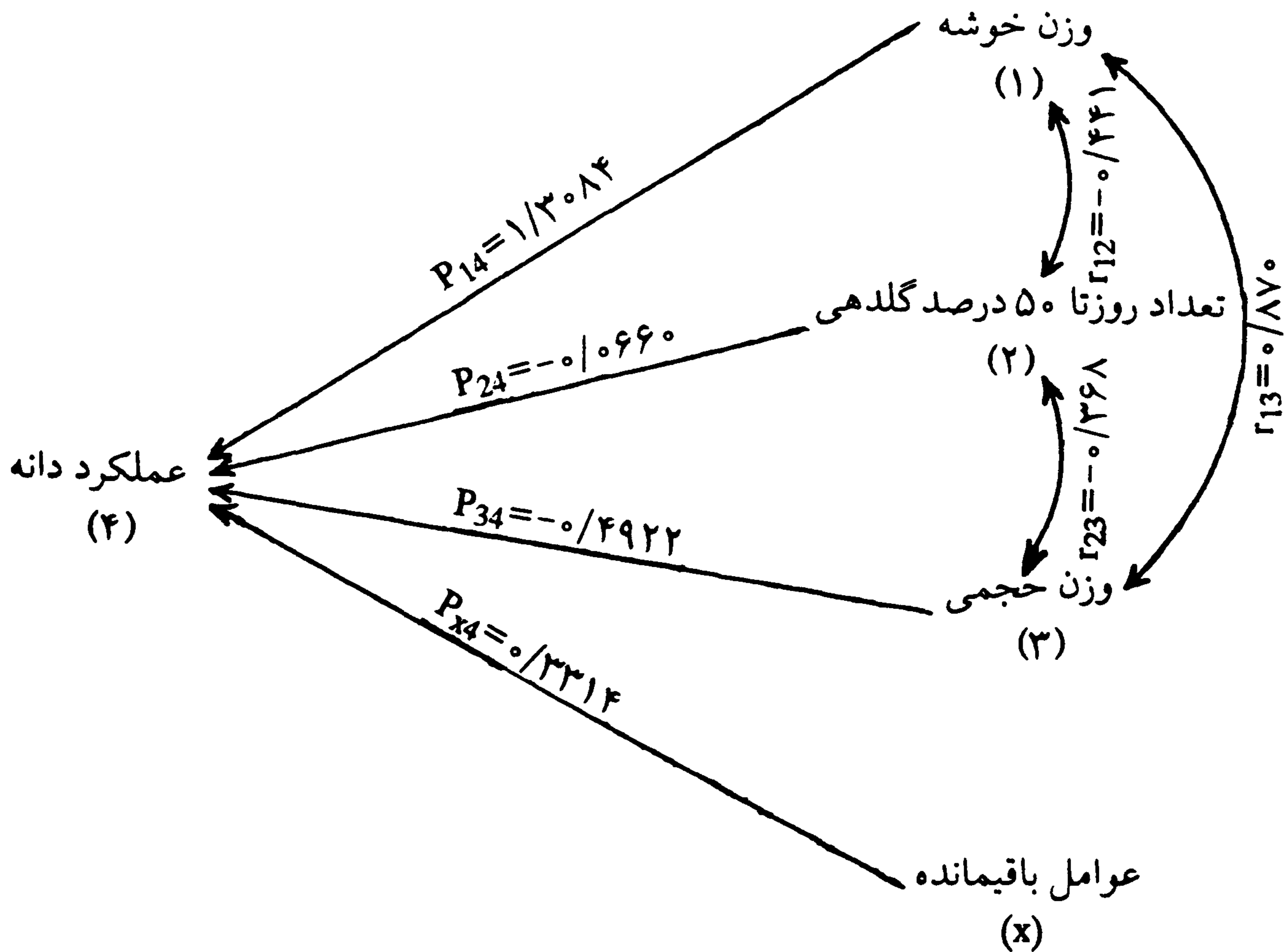
تجزیه علیت تصویر متفاوتی از تجزیه و تحلیل ضرایب همبستگی ساده را ارائه می‌دهد (۳ و ۱۴). بعنوان مثال، تجزیه و تحلیل ضرایب همبستگی ساده در محیط مساعد نشان داد که وزن حجمی و ارتفاع گیاه نقش مهمی را در میزان عملکرد دانه دارند. ولی بر مبنای تجزیه علیت، این دو صفت اثر مستقیمی بر عملکرد دانه نداشته، بلکه اثر آنها بطور غیرمستقیم و از طریق وزن خوشه اعمال می‌شود. در هر دو مورد، تناقض موجود بدین دلیل است که ضرایب همبستگی کل ارتباط دو جانبه و بدون در نظر گرفتن روابط علت و معلول را اندازه‌گیری می‌کنند، در صورتیکه در تجزیه علیت، اهمیت‌های نسبی و سببها تعیین می‌شوند. بنابراین تجزیه علیت پس از محاسبه همبستگی‌های ساده تصویر درستی از ارتباط ژنتیکی بین صفات مختلف را ارائه می‌نماید (۳).

خوشه بر عملکرد دانه از طریق وزن حجمی و ارتفاع بوته منفی و نسبتاً کوچک (بترتیب ۰/۱۸۱۴- و ۰/۱۰۴۰-) بودند. بنابراین همبستگی بسیار بالای وزن خوشه با عملکرد دانه عمدتاً ناشی از اثر مستقیم آن می‌باشد. اثر مستقیم وزن حجمی بر عملکرد دانه نسبتاً پایین و منفی (۰/۱۹۵۰-) بود. وزن حجمی اثر غیرمستقیم مثبت و بسیار بالایی را از طریق وزن خوشه بر عملکرد دانه (۱/۱۲۹۰) اعمال می‌نماید، ولی این اثر از طریق ارتفاع گیاه منفی و ناچیز (۰/۰۹۷۲-) است. لذا همبستگی بالای وزن حجمی و عملکرد دانه ناشی از اثر غیرمستقیم این متغیر از طریق وزن خوشه می‌باشد. اثر مستقیم ارتفاع بر عملکرد دانه منفی و نسبتاً پایین (۰/۱۲۱۷-) بود. اثر غیرمستقیم ارتفاع گیاه بر عملکرد دانه از طریق وزن خوشه مثبت و قوی (۱/۰۳۶۶) می‌باشد، در صورتیکه چنین اثر غیرمستقیمی از طریق وزن حجمی، منفی و نسبتاً پایین (۰/۱۵۵۷-) است، لذا همبستگی بالای ارتفاع گیاه و عملکرد دانه نیز عمدتاً ناشی از اثر غیرمستقیم آن از طریق وزن خوشه می‌باشد. احتمالاً بوته‌های بلند در قسمت خوشه نیز دارای گره‌های بیشتری بوده و در نتیجه خوشه‌های وزین‌تری دارند. همبستگی بالا و مثبت طول خوشه و ارتفاع گیاه توجه دیگری در این خصوص است.

در محیط نامساعد اثر مستقیم وزن خوشه بر عملکرد دانه بسیار بالا و مثبت (۱/۳۰۸۴) و اثرات غیرمستقیم آن از طریق زمان گلدهی مثبت و نسبتاً ناچیز (۰/۰۲۹۱) و از طریق وزن حجمی منفی و نسبتاً بالا (۰/۴۲۸۲-) بودند. بنابراین همبستگی بسیار بالای وزن خوشه و عملکرد دانه در این محیط نیز عمدتاً از طریق اثر مستقیم وزن خوشه بر عملکرد دانه بوده است. اثر مستقیم تعداد روز تا



شکل ۱- نمودار و ضرایب علیت برای صفات مؤثر بر عملکرد دانه در محیط مساعد.



شکل ۲- نمودار و ضرایب علیت برای صفات مؤثر بر عملکرد دانه در محیط نامساعد.

جدول ۵- برآورد ضرایب همبستگی ژنتیکی (اعداد بالای) و فنوتیپی (اعداد پایین) عملکرد دانه و خصوصیات وابسته ناپ کراسرها در محیط‌های مساعد (بالای قطر) و نامساعد (پایین قطر).

متوسط وزن خوشه	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی	وزن حجمی	ارتفاع گیاه	متوسط طول خوشه	عملکرد دانه	صفت
۰/۹۸**	-۰/۱۵*	۰/۹۰**	۰/۶۶**	۰/۵۶۰۰**		عملکرد دانه
۰/۹۵**	-۰/۱۶*	۰/۸۱**	۰/۶۳**	۰/۵۳**		
۰/۵۶**	۰/۵۱**	۰/۷۵**	۰/۷۸**		۰/۳۱**	طول خوشه
۰/۵۳**	۰/۴۶**	۰/۶۴**	۰/۷۵**		۰/۳۰**	
۰/۷۳**	۰/۴۱**	۰/۸۹**		۰/۷۲**	۰/۲۹**	ارتفاع گیاه
۰/۷۰**	۰/۳۹**	۰/۷۷**		۰/۶۷**	۰/۲۸**	
۰/۹۸**	-۰/۰۳**		۰/۷۵**	۰/۶۶**	۰/۶۸**	وزن حجمی
۰/۸۷**	-۰/۰۶		۰/۵۸**	۰/۵۱**	۰/۵۴**	
-۰/۲۰*		۰/۰۲	۰/۴۸**	۰/۳۱**	-۰/۲۴**	تعداد روز تا ۵۰ درصد گلدهی
-۰/۱۹**		۰/۰۰	۰/۴۶**	۰/۲۸**	-۰/۲۴**	
	-۰/۱۷*	۰/۸۶**	۰/۴۹**	۰/۴۰**	۰/۹۹**	وزن خوشه
	-۰/۱۶*	۰/۶۸**	۰/۴۶**	۰/۴۰**	۰/۹۶**	

* و **: بترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

بطور کلی تجزیه و تحلیل همبستگی‌های ساده و علیت در هر دو محیط نشان داد که وزن خوشه مهمترین جزء عملکرد دانه در سورگوم محسوب می‌شود. بیت‌اینگر و همکاران (۴) نیز وزن خوشه را جزء مهم عملکرد دانه در واحد سطح دانسته‌اند. بنابراین افزایش عملکرد دانه از طریق گزینش برای وزن خوشه امکان‌پذیر است.

REFERENCES

مراجع مورد استفاده

- ۱- فرحبخش، ح. ۱۳۷۰. ارزیابی عملکرد و سرعت رشد ۵ رقم سورگوم در سه تاریخ کاشت در منطقه اصفهان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان. دانشکده کشاورزی. ۷۸ صفحه.
- 2- Ablett, G.R., J.C.Schleihauf, and A.D.Mclaren. 1984. Effect of row width and population on soybean yield in south western Ontario. *Can. J.Plant Sci.* 64: 9-15.
- 3- Bhatt, G.M. 1973. Significance of path coefficient analysis in determining the nature of character association *Euphytica* 22:338-343.
- 4- Bittinger, T.S., R.P.Cantrell, J.D.Axtell, and W.E.Nyquist. 1981. Analysis of quantitative traits in PP9 random mating sorghum population. *Crop Sci.* 21: 664-669.
- 5- Bramel-Cox, P.J., M.A.Lauver, and M.E. Witt. 1990. Potential gain from selection in grain sorghum for higher protein digestibility. *Crop Sci.* 30: 521-524.
- 6- Collins. F.C., and R.C.Pickett. 1972. Combining ability for yield, protein, and lysine in an incomplete diallel of *Sorghum bicolor* (L) Moench. *Crop Sci.* 12: 5-6.
- 7- Crook, W.J., and A.J. Casady. 1974. Heritability and interrelationships of grain-protein content with other agronomic traits of sorghum. *Crop Sci.* 14: 622-624.
- 8- Dewey, D.R., and K.H.Lu. 1959. A correlation and path-coefficient analysis of components of crested wheatgrass seed production. *Agron. J.* 51: 515-518.
- 9- Downes, R.W. 1972. Effect of temperature on the phenology and grain yield of *Sorghum bicolor*. *Aust. Res.* 23: 585-594.
- 10- Ecke bil, J.P., W.M. Ross, C.O. Gardner, and J.W. Maranville. 1977. Heritability estimates, genetic correlations, and predicted gains from S1 progeny tests in three grain sorghum random-mating populations. *Crop Sci.* 17: 373-377..
- 11- Estilai, A., B.Ehdaie, H.H.Naqvi, D.A.Dierig, D.T.Ray, and A.E.Thompson. 1992. Correlations and path analysis of agronomic traits in guayule. *Crop Sci.* 32: 953-957.
- 12- Falconer. D.S. 1989. Introduction to quantitative genetics. 3rd ed. Longman, New York.
- 13- Fanous, M.S., D.E. Wiebel, and R.D. Morrison. 1971 Quantitative inheritance of some head and seed characteristics in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. *Crop Sci.* 11: 787-789.
- 14- Garcia Del Moral, L.F., J.M.Ramos, M.B. and M.P.Jimenez Tejada. 1991. Ontogenetic approach to grain production in spring barley based on path-coefficient analysis. *Crop Sci.* 31: 1179-1185.
- 15- Gorz, H.J., F.A. Haskins, J.F. Pederson, and W.M. Ross. 1987. Combining ability effects for mineral elements in forage sorghum hybrids. *Crop Sci.* 27: 216-219.
- 16- Hallauer, A.R., and J.B.Miranda, Fo. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa.

- 17– Harper, F. 1983. Principles of arable crop production. Gronada Pub. Lt. London, UK.
- 18– Ibrahim, O.E., W.E. Nuquist. and J.D. Axtell. 1985. Quantitative inheritance and correlations of agronomic and grain quality traits of sorghum. Crop Sci. 25: 649-654.
- 19– Jan–Orn, J., C.O. Gardner, and W.Ross. 1976. Quantitative genetic studies of the NP3R random–mating grain sorghum population. Crop Sci. 16: 489–496.
- 20– Kempthorne, O. 1969. An introduction to genetic statistics. Iowa State University press, Ames, Iowa.
- 21– Laosuwan, P., and R.E. Atkins. 1977. Estimates of combining ability and heterosis in converted exotic sorghums. Crop Sci. 17: 47-50.
- 22– Liang, G.H.L. C.B. Oerley, and A.J. Casady. 1969. Interrelations among agronomic characters in grain sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. Crop Sci. 9: 299-302.
- 23– Lothrop, J.E., R.E. Atkins, and O.S. Smith. 1985. Variability for yield and yield components in IAPIR grain sorghum random–mating population II. Correlations, estimated gain from selection, and correlated responses to selection. Crop Sci. 25: 240-244.
- 24– Niehaus. M.H., and R.C. Pickett. 1966. Heterosis and combining ability in a diallel cross in sorghum vulgare Pers. Crop Sci. 6: 33–35.
- 25– Pauli, A.W., F.C. Stichler. and J.R. Lawless. 1964. Developmental phases of grain sorghum (*Sorghum vulgare* Pers.) as influenced by variety, location, and planting date. Crop Sci. 4: 10–13.
- 26– Rao, G.N. 1983. Statistics for agricultural science. Oxford & IBH Publ. Co., London.
- 27– Robinson, H.F., R.E. Comstock, and P.H. Harvey. 1951. Genotypic and phenotypic correlation in corn and their implications in selection. Agron. J. 43: 282–287.
- 28– Ross, W.M., S.D. Kindler, K.D. Kofoid, G.H. Hookstra, W.D. Guthrie, and R.E. Atkins. 1982. European corn borer resistance in half–sib families from a sorghum random–mating population. Crop Sci. 22: 973–977.
- 29– Vanderlip, R.L. and G.F. Arkin. 1977. Simulation, accumulation and distribution of dry matter in grain sorghum. Agron.J. 69: 917-923.
- 30– Williams, W.A., M.B. Jones, and M.W. Demment. 1990. A concise table for path analysis statistics. Agron.J. 82: 1022-1024.

**Correlation between traits and path analysis for grain yield
in sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench)**

M.TOURCHI AND A.M.REZAI

Instructor , College of Agriculture, University of Tabriz and Professor,

Department of Agronomy , College of Agriculture Isfahan

University of Technology .

Accepted 25 Sep.1996.

SUMMARY

Nineteen topcrosses of sorghum, paternal parent, and 19 male fertile maternal lines were evaluated to study the correlation between traits and path analysis to reach a selection pattern for yield based on different traits. The study was conducted at Isfahan University of Technology Research Farm in 2 planting dates (1st and 16, may), and two within row spacings (10 and 20 cm), in favorable and unfavorable environments. Significant differences were detected between the two environments for all of the traits studied, except test weight and panicle weight. The mean squares due to genotypes for all traits in each environment and genotype \times environment interactions for all traits, except panicle length, were found to be statistically significant. The genetic correlation coefficients of grain yield with panicle length, plant height, test weight and panicle weight were positive and significant. The correlation coefficient of grain yield with number of days to 50% flowering was negative and significant. These results indicated that it is possible to increase grain yield by change in other traits. The results of path analysis and multiple linear regression, indicated that in favorable environment, the direct effect of panicle weight on grain yield was positive and high. The effect of test weight and plant height on grain yield was only indirect via panicle weight. It seems that tall plants have more nodes in panicle and consequently more panicle weight. In unfavorable environment, the number of days to 50% flowering explained more grain yield variation than did plant height. In this environment, also the direct effect of panicle weight on grain yield was positive and very high, but its indirect effect via test weight was negative and high. Number of days to 50% flowering had only a negative and high indirect effect on grain yield via panicle weight. The direct effect of test weight on grain yield in favorable environment was negative, but high. In this environment, also indirect effect of test weight on grain yield via panicle weight was positive and very high. Therefore, panicle weight is the most important grain yield components and it is possible to increase the grain yield of sorghum by selection for this traits.