



بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در گندم با استفاده از روش رگرسیون و تجزیه ضرایب مسیر

* پروانه عسگری نیا^۱، قدرت‌اله سعیدی^۲ و عبدالمجید رضایی^۳

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته اصلاح نباتات دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان،
^۲ به‌ترتیب دانشیار و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان
تاریخ دریافت: ۱۳۸۶/۱۱/۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۸۷/۲/۳۰

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای عملکرد و اجزای عملکرد ۱۰ رقم گندم در ۸ محیط (ترکیب دو سطح کود نیتروژن و چهار رژیم آبیاری) در سال زراعی ۱۳۸۴-۵ در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. بررسی پایداری عملکرد دانه بر اساس پارامترهای برهاریت و راسل نشان داد که ارقام پیشتاز و مغان ۱ با عملکرد بالاتر از میانگین همه ارقام و ضریب رگرسیون خطی نزدیک به یک دارای سازگاری عمومی مطلوب بودند، در حالی که ارقام خزر و الوند با محیط‌های مساعد و ارقام فلات، داراب و روشن با محیط‌های نامساعد سازگاری خصوصی نشان دادند. تجزیه علیت آثار متقابل به روش تای نشان داد جزء ۷۱ که منعکس‌کننده همبستگی تعداد سنبله در مترمربع با عملکرد می‌باشد، تنها برای ارقام ناپایدار بسیار بالا و معنی‌دار بود و همچنین معیار مناسبی برای گزینش جهت پایداری نمی‌باشد. مقایسه اجزای محیطی نیز نشان داد که مراحل تلقیح و تشکیل دانه حساس‌ترین مراحل رشد ارقام به عوامل محیطی بودند، بنابراین انتخاب براساس این شاخص (۷۲) ممکن است فاقد کارایی لازم باشد. جزء ژنوتیپی ۷۳ (وزن دانه) به‌عنوان مهمترین جزء تأثیر گذار بر عملکرد دانه و پایداری بود و براساس این روش رقم پیشتاز با دارا بودن بیشترین مقدار ۷۳، پایدارترین رقم پرمحصول شناخته شد. به‌طور کلی بر مبنای نتایج این پژوهش رقم پیشتاز با عملکرد ۹/۲۷ تن در هکتار دارای پایداری بیشتری در همه محیط‌ها بود و به‌عنوان رقم مناسب شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: اثر متقابل، ژنوتیپ×محیط، پایداری، ضرایب مسیر، گندم.

* - مسئول مکاتبه: parvanehaskarinia@yahoo.com

بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در گندم با استفاده از...

مقدمه

عملکرد گیاهان زراعی در محیط‌های مختلف دارای تغییرات می‌باشد، بنابراین اصلاح ارقام دارای پایداری برای عملکرد دانه ضروری به نظر می‌رسد. تفاوت عمده در پایداری ژنوتیپ‌ها به علت وجود اثر متقابل متقاطع ژنوتیپ و محیط یعنی تغییر در رتبه آنها در شرایط محیطی مختلف است و روش‌های متنوعی برای تجزیه پایداری و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط وجود دارد. در تجزیه پایداری، ژنوتیپ‌های مختلف در محیط‌های متفاوت ارزیابی شده تا تأثیر عوامل محیطی مشخص گردد. بسیاری از محققین ابتدا از تجزیه واریانس استفاده نموده و چنانچه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط معنی‌دار باشد، از پارامترهای تجزیه پایداری برای تشخیص ژنوتیپ‌های پایدار استفاده می‌کنند (فریمان، ۱۹۷۳).

بسیاری از محققین از جمله ابره‌ه‌ارت و راسل (۱۹۶۶) فی‌نلی و ویلکینسون (۱۹۶۳)، فریمن و پرکینز (۱۹۷۱) و شوکلا (۱۹۷۲) اظهار داشته‌اند که ارتباط بین عملکرد ژنوتیپ‌ها و میانگین عملکرد محیط‌ها یا شاخص محیطی در بسیاری موارد به وسیله یک رابطه رگرسیون خطی توجیه می‌گردد. ابره‌ه‌ارت و راسل (۱۹۶۶) پاسخ قابل پیش‌بینی ژنوتیپ‌ها را در شرایط محیطی مختلف با پارامتر پایداری ضریب رگرسیون خطی و پاسخ غیرقابل پیش‌بینی آنها را با پارامتر انحراف از رگرسیون خطی نشان دادند و ارقام با سازگاری عمومی و خصوصی را برای هر منطقه شناسایی کردند.

لال‌باچان (۱۹۹۴) اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را برای عملکرد دانه در برنج معنی‌دار گزارش کرد و با استفاده از روش ابره‌ه‌ارت و راسل ژنوتیپ‌های پایدار را معرفی نمود و این روش را برای تعیین پایداری ارقام مناسب تشخیص داد. یاهایا و همکاران (۲۰۰۵) نیز با بررسی ۹۰ ژنوتیپ ارزن مرواریدی به نتایج مشابهی دست یافتند.

توماس و همکاران (۱۹۷۱) روشی را برای مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط ارائه نمودند و اظهار داشتند که رشد و نمو یک گیاه زراعی یک نظام تک‌بونی پیچیده است و عملکرد دانه ناشی از آثار تجمعی اجزای تشکیل‌دهنده آن می‌باشد. لذا شناسایی این اجزاء و رابطه آنها با عملکرد دانه می‌تواند در گزینش ارقام پرمحصول و پایدار مؤثر باشد. هر یک از اجزاء این نظام نیز تحت تأثیر ژنوتیپ گیاه، شرایط محیطی و اثر متقابل آنها قرار می‌گیرند و عوامل محیطی تأثیر متفاوتی را بر آنها دارند.

تای (۱۹۷۵) نیز در مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای هفت رقم سیب‌زمینی در دو سری آزمایش با شرایط اقلیمی و زراعی متفاوت و بر مبنای تجزیه ضرایب مسیر گزارش نمود که

پروانه عسگری نیا و همکاران

عکس العمل ارقام در طی مراحل رشد به عوامل محیطی یکسان نیست و از آنجا که عوامل محیطی موثر بر وزن غده بیشترین تأثیر را بر عملکرد دارند، استنباط کرد که فراهم نمودن شرایط محیطی مناسب برای رشد غده‌ها در مرحله حجیم شدن آنها ضروری است. تای (۱۹۹۴) همچنین با استفاده از تجزیه ضرایب مسیر نتیجه گرفت که آخرین مرحله دوره رشد در سیب‌زمینی یعنی مرحله حجیم شدن غده‌ها بیشترین تأثیرپذیری را از عوامل محیطی دارد.

هدف از این پژوهش بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای عملکرد دانه گندم با استفاده از روش ابره‌ارت و راسل (۱۹۶۶) و همچنین تعیین سهم هر یک از عوامل محیطی در ایجاد اثر متقابل ژنوتیپ و محیط با استفاده از روش تجزیه ضرایب مسیر تای (۱۹۷۵) بود.

مواد و روش‌ها

این تحقیق به منظور بررسی اثر متقابل بین ارقام گندم و محیط‌های مختلف (مدیریت‌های زراعی) و نحوه تأثیر عوامل محیطی بر خصوصیات زراعی و اجزای عملکرد در سال زراعی ۸۵-۱۳۸۴ و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. این مزرعه در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی شهر اصفهان و در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه شرقی واقع شده است. ارتفاع محل از سطح دریا ۱۶۳۰ متر است و طبق تقسیم‌بندی کوپن دارای اقلیم نیمه لومی، رسی و با جرم مخصوص ۱/۴ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد. متوسط pH خاک مزرعه برابر ۷/۵، متوسط بارندگی منطقه ۱۴۰ میلی‌متر و متوسط دما برابر ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است (۳).

در این آزمایش ده رقم شامل روشن، امید، فلات، پشتتاز، داراب، خزر، سبلان، الوند، سرداری و مغان ۱ در محیط‌های مختلف (۸ محیط) که بر اساس مدیریت‌های زراعی و با اعمال چهار تیمار آبیاری (آبیاری پس از ۳±۷۰، ۳±۹۰، ۳±۱۱۰ و ۳±۱۳۰ میلی‌متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و دو تیمار کود نیتروژن (مصرف معادل ۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت تقسیمی در مراحل به ساقه رفتن، تورم غلاف برگ پرچم و گرده‌افشانی و همچنین عدم مصرف کود نیتروژن) به صورت فاکتوریل ایجاد شدند، مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارقام در هر محیط در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار کشت شدند. هر واحد آزمایشی شامل ۸ ردیف به طول ۲ متر و با فاصله ردیف ۲۰ سانتی‌متر بود. مقدار بذر مصرفی ۴۰۰ بذر در متر مربع بود و کاشت در اواخر آبان ۱۳۸۴ انجام شد.

خصوصیات تعداد سنبله بارور در متر مربع بر مبنای شمارش خوشه‌ها در یک متر طولی و به‌طور تصادفی از هر کرت، تعداد دانه در سنبله بر اساس شمارش دانه‌های ده بوته تصادفی از هر کرت، وزن هزار دانه (گرم) بر اساس توزین ۱۰۰۰ دانه تصادفی از هر کرت و عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار) بر اساس وزن بذور برداشتی از کل کرت و بعد از حذف حاشیه تعیین گردید.

روش ابرهارت و راسل (۱۹۶۶) برای تجزیه پایداری عملکرد دانه به کار گرفته شد و مجموع مربعات محیط و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط با یکدیگر ترکیب شده و به محیط (خطی)، اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (خطی) و انحراف از خطی و بر اساس مدل ذیل تفکیک شدند:

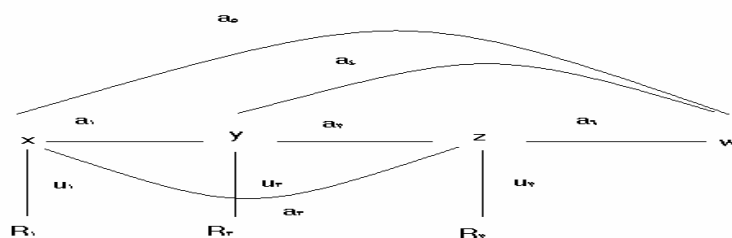
$$Y_{ij} = \mu_i + b_i (\bar{y}_{.j} - \bar{y}) + \sigma_{ij} = \mu_i + \beta_i I_j + \sigma_{ij}$$

با استفاده از تجزیه ضرایب مسیر روش تای (۱۹۷۵) و بر اساس نمودار مربوطه (شکل ۱) نیز سهم اجزای عملکرد در بیان اثر متقابل ژنوتیپ و محیط تعیین گردید. در این روش فرض بر این است که ترتیب زمانی تکوین اجزاء از X (تعداد سنبله در متر مربع) به Y (تعداد دانه در سنبله) به Z (وزن هزار دانه) می‌باشد و عملکرد دانه از حاصل ضرب این اجزاء حاصل می‌شود ($W=X.Y.Z$). در روش تای (۱۶) عملکرد ژنوتیپ I در محیط J به صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$W_{ij} = \mu_{wi} + V_{1i} I_{1j} + V_{2i} I_{2j} + V_{3i} I_{3j} + e_{ij}$$

که در آن $V_{gi} = V_{gi}' \sigma_{wi}$ و σ_{wi} انحراف معیار عملکرد ژنوتیپ I می‌باشد. در مدل فوق عملکرد یک ژنوتیپ در یک محیط (W_{ij}) حاصل اثر میانگین ژنوتیپ در محیط‌های مختلف (μ_{wi})، سه اثر ضرب پذیر آثار متقابل ژنوتیپ و محیط که به وسیله سه جزء ژنوتیپی V_{1i} ، V_{2i} و V_{3i} نشان داده می‌شود، سه جزء محیطی I_{1j} ، I_{2j} و I_{3j} و خطا (e_{ij}) می‌باشد.

جهت بررسی آثار متقابل با استفاده از روش تجزیه مسیر، ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای عملکرد (تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه) برای ژنوتیپ‌های مختلف به‌طور مجزا تعیین و سپس آثار مستقیم اجزای عملکرد بر عملکرد، آثار منابع محیطی بر عملکرد و اجزای آن برای هر رقم محاسبه گردیدند. در نهایت اجزای ژنوتیپی پایداری برای اجزای عملکرد هر ژنوتیپ و اجزای محیطی تأثیرگذار بر آنها در طی مراحل رشد تعیین شدند. در این مطالعه جهت تجزیه داده‌ها از نرم‌افزارهای SAS و MATLAB استفاده شد.



شکل ۱- نمودار ضرایب مسیر تای در تجزیه آثار متقابل ژنوتیپ و محیط برای متغیر تابع عملکرد (W).
 X, Y, Z اجزای عملکرد، R_1, R_2, R_3 و منابع محیطی a_1, a_2, a_3 و ضرایب علیت اجزای عملکرد
 و u_1, u_2, u_3 ضرایب علیت محیطی می باشند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر محیط برای اجزای عملکرد و عملکرد دانه معنی دار بود، تفاوت بسیار معنی داری بین ارقام مختلف از نظر صفات مورد مطالعه مشاهده شد و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نیز برای کلیه صفات بسیار معنی دار بود (جدول ۱). سهم اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در عملکرد نسبت به آثار اصلی محیط و ژنوتیپ بسیار بیشتر بود و ارقام عکس العمل متفاوتی را در محیط‌های مختلف از نظر عملکرد نشان دادند. دو هلرت و همکاران (۲۰۰۱) نیز در مطالعه خود دریافتند که اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بیشترین سهم را در توجیه تغییرات عملکرد دانه یولاف داشته است.

نتایج تجزیه واریانس برای عملکرد دانه و به روش ابرهات و راسل (۱۹۶۶) نشان داد که منابع تغییر ژنوتیپ، محیط، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، اثر محیط (خطی)، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (خطی) و انحراف مرکب بسیار معنی دار بودند (جدول ۲). معنی دار بودن اثر محیط (خطی) بیانگر این است که یک رابطه خطی برای تنوعات محیطی یا تغییرات عملکرد محیط‌ها (شاخص‌های محیطی) وجود دارد. همچنین معنی دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (خطی) حاکی از این است که بین ارقام از نظر شیب خط رگرسیون تفاوت معنی داری وجود دارد و ارقام از نظر سازگاری دارای تفاوت ژنتیکی می باشند. معنی دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (خطی) همچنین بیانگر این نکته است که بعضی از ارقام دارای یک واکنش قابل پیش بینی نسبت به عوامل محیطی هستند و پاسخ خطی همه

بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در گندم با استفاده از...

ارقام به شاخص محیطی یکسان نیست. معنی دار بودن انحراف مرکب (جدول ۲) حاکی از این است که انحراف از رگرسیون خطی برای برخی از ارقام معنی دار بوده و لذا بعضی از ارقام دارای یک واکنش غیر قابل پیش بینی نسبت به تغییرات محیطی بودند.

بر اساس پارامترهای پایداری در روش ابرهارت و راسل (۱۹۶۶)، ارقام روشن، امید، فلات، داراب و سرداری دارای ضرایب رگرسیون کوچکتر از یک، ارقام خزر، سبلان و الوند ضرایب رگرسیون بالاتر از یک و ارقام پیشتاز و مغان ۱ دارای ضرایب رگرسیون نزدیک به یک بودند (جدول ۳). بنابراین با توجه به این پارامتر پایداری، رقم پیشتاز که دارای ضریب رگرسیون نزدیک به یک بود و میانگین عملکرد بالایی نیز داشت، بیشترین سازگاری عمومی را در بین ارقام مورد بررسی دارا بود. اشرف و همکاران (۲۰۰۱) نیز در بررسی سیزده لاین پیشرفته و سه رقم گندم در ۹ مکان مختلف روش ابرهارت و راسل را جهت تعیین ژنوتیپ های پایدار مناسب تشخیص دادند و ارقامی که دارای ضریب رگرسیون نزدیک یک و انحراف از رگرسیون کوچک بودند را به عنوان ارقام پایدار معرفی کردند. به منظور مطالعه واکنش ارقام در محیط های مختلف، نمودار سازگاری آنها با استفاده از اطلاعات جدول ۳ ترسیم گردید (شکل ۲). در این نمودار اگر رقمی روی خط $b=1$ قرار گیرد، دارای سازگاری عمومی است و چنانچه عملکرد آن نیز بالا باشد و انحراف از رگرسیون خطی آن کوچک و معنی دار نباشد، دارای سازگاری عمومی مطلوب خواهد بود.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای آن در ارقام گندم در شرایط محیطی مختلف.

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات		وزن هزار دانه	عملکرد
		تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله		
محیط	۷	۱۲۷۷۹۲*	۱۴۱*	۴۸۷*	۱۷/۶۸**
تکرار در محیط	۱۶	۳۹۷۱۳	۳۹	۱۵/۰	۲/۷۴
ژنوتیپ	۹	۶۶۰۴۶۱**	۹۵۱**	۲۳۸/۸**	۲۲/۲۷**
ژنوتیپ×محیط	۶۳	۱۴۲۱۵۶**	۹۹**	۸/۸**	۲/۹۰**
خطا	۱۴۴	۶۷۰۷۲	۴۶	۴/۷	۱/۰۵

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

بنابراین رقم پیشتاز تقریباً روی خط $b=1$ قرارگرفت (شکل ۲) و دارای سازگاری عمومی خوبی است. همچنین واریانس انحراف از رگرسیون که پارامتر پایداری دیگر در روش ابرهارت و راسل (۱۹۶۶) می باشد، برای رقم پیشتاز معنی دار نبود (جدول ۳).

پروانه عسگری نیا و همکاران

ارقام روشن، امید، سرداری، فلات و داراب دارای ضریب رگرسیون کوچکتر از صفر بودند. ولی در بین این ارقام، فلات و داراب دارای عملکرد بالاتر از متوسط و واریانس انحراف از رگرسیون رقم داراب کمترین و معنی دار نبود (جدول ۳). همچنین به نظر می‌رسد رقم داراب یک رقم با سازگاری خصوصی برای محیط‌های نامساعد است. ارقام خزر، الوند و سبلان دارای ضرایب رگرسیون بالاتر از یک بودند و در بین آنها رقم خزر عملکرد بالایی داشت. بنابراین استنباط می‌شود که رقم خزر دارای سازگاری خصوصی برای محیط‌های مساعد است. لالباچان (۱۹۹۴) نیز با استفاده از روش ابرهارت و راسل و پارامترهای پایداری ضریب رگرسیون و انحراف از رگرسیون خطی، ژنوتیپ‌های پایدار برنج را معرفی کرد و نتیجه‌گیری نمود که معیارهای پایداری ابرهارت و راسل برای تعیین ارقام پایدار مناسب می‌باشند. آکورا و همکاران (۲۰۰۵) نیز در گندم نان به نتایج مشابه دست یافتند

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای عملکرد دانه ارقام گندم بر اساس روش ابرهارت و راسل.

F	میانگین مربعات	درجه آزادی	منابع تغییر
۹/۶۰**	۷/۴۲	۹	ژنوتیپ
۶/۴۷**	۵/۸۹	۷	محیط
۲/۸۰**	۰/۹۸	۶۳	ژنوتیپ × محیط
	۱/۴۷	۷۰	محیط + ژنوتیپ × محیط
۴۹/۷۰**	۳۸/۳۰	۱	محیط (خطی)
۲/۶۵*	۲/۰۴	۹	ژنوتیپ × محیط (خطی)
۲/۳۰**	۰/۷۷	۶۰	انحراف مرکب
۱/۰۳ns	۰/۳۶	۶	روشن
۱/۰۸ns	۰/۳۸	۶	امید
۱/۴۳ns	۰/۵۰	۶	فلات
۱/۶۰ns	۰/۵۶	۶	پیش‌تاز
۰/۹۸ns	۰/۳۴	۶	داراب
۱/۳۴ns	۰/۴۷	۶	خزر
۴/۳۰**	۱/۵۱	۶	سبلان
۲/۲۰*	۰/۷۷	۶	الوند
۲/۵۰*	۰/۸۸	۶	سرداری
۵/۴۳**	۱/۹۰	۶	مغان
	۰/۳۵ ^a	۱۴۴	خطا

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد. ns معنی دار نمی‌باشد.

a. خطای مناسب برای آزمون انحراف مرکب هر ژنوتیپ از طریق تقسیم میانگین مربعات خطا در جدول تجزیه واریانس مرکب به تعداد تکرار آزمایش محاسبه شد.

بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در گندم با استفاده از...

جدول ۳- عملکرد و پارامترهای پایداری ارقام گندم در روش رگرسیون ابرهارت و راسل.

رقم	عملکرد (تن در هکتار)	ضریب رگرسیون ^۱	انحراف از رگرسیون خطی ^۲	ضریب تبیین (درصد)	عرض از مبدأ
روشن	۷/۷۱e	۰/۵۲ns	۰/۳۶ns	۳۳/۶۵	۷/۷۱
امید	۶/۶f	۰/۷۵*	۰/۳۸ns	۵۰/۴۶	۶/۶۲
فلات	۸/۶bc	۰/۵۳ns	۰/۵۰ns	۲۸/۰۷	۸/۶۱
پیشناز	۹/۲۷a	۱/۰۲*	۰/۵۶ns	۵۵/۶۶	۹/۲۷
داراب	۸/۶bc	۰/۳۲ns	۰/۳۴ns	۱۶/۸۸	۸/۵۵
خزر	۸/۴۸cd	۱/۸**	۰/۴۷ns	۸۲/۶۷	۸/۶
سبلان	۶/۹f	۱/۲۳ns	۱/۵۱**	۴۰/۷۲	۶/۹
الوند	۷/۹de	۲/۳۰**	۰/۷۷*	۸۲/۴۶	۷/۹۴
سرداری	۶/۸f	۰/۴۰ns	۰/۸۸*	۱۱/۵۷	۶/۸
مغان ۱	۹/۱ab	۱/۱۲ns	۱/۹۰**	۳۰/۹۸	۹/۱

میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک دارای تفاوت معنی دار با استفاده از آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد نمی‌باشند. * و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد و ns: معنی دار نمی‌باشد.

۱: نتیجه آزمون t برای فرض $b=0$ و ۲: نتیجه آزمون t برای فرض $sdi=0$

شکل (۳) پراکنش ارقام را بر مبنای میانگین عملکرد دانه هر رقم و پارامتر دوم پایداری ابرهارت و راسل (واریانس انحراف از رگرسیون خطی) و همچنین گروه‌بندی آنها را بر اساس تجزیه خوشه‌ای به روش وارد و بر مبنای این دو پارامتر نشان می‌دهد. بر اساس این روش ارقام به ۴ گروه تقسیم شدند. در گروه اول ارقام روشن و الوند قرار گرفتند که انحراف از رگرسیون پایین داشتند، عملکرد آنها نیز در حد متوسط بود و این گروه را می‌توان ارقام با سازگاری خوب تا متوسط دانست. در گروه دوم ارقام داراب، خزر، فلات و پیشناز قرار گرفتند که کمترین انحراف از رگرسیون و عملکرد متوسط و یا بالایی داشتند و جزء گروه با سازگاری خوب محسوب می‌شوند. در بین این ارقام، پیشناز با داشتن بالاترین عملکرد، سازگاری عمومی مطلوب و بالایی داشت و با استفاده از این پارامتر به‌عنوان پایدارترین رقم شناخته شد. در گروه سوم ارقام امید، سرداری و سبلان قرار گرفتند و عملکرد آنها از سایر ارقام کمتر بود و انحراف از رگرسیون ارقام سرداری و سبلان از دیگر ارقام بیشتر بود. لذا این

ارقام دارای سازگاری عمومی ضعیف می‌باشند. در گروه آخر رقم مغان ۱ قرار گرفت که انحراف از رگرسیون بسیار بالا و عملکرد بالاتر از متوسط داشت، لذا دارای سازگاری خصوصی می‌باشد.

ضرایب همبستگی و ضرایب مسیر

ضرایب همبستگی بین صفات (جدول ۴) نشان داد که بیشترین همبستگی بین تعداد سنبله در متر مربع و عملکرد دانه در رقم الوند ($r = 0.88^{**}$) مشاهده شد و این همبستگی در رقم سرداری نیز معنی دار و بالا بود ($r = 0.78^*$). بیشترین ضریب همبستگی بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله ($r = 0.71^*$) در رقم سرداری و بیشترین ضریب همبستگی بین وزن دانه و عملکرد دانه در رقم امید ($r = 0.82^{**}$) مشاهده گردید. در رقم پیشناز نیز همبستگی بالا و معنی‌داری بین عملکرد دانه و تعداد دانه در سنبله ($r = 0.75^*$) وجود داشت. وجود همبستگی بالا بین هر کدام از صفات تعداد دانه در سنبله و وزن دانه با عملکرد در بیشتر ارقام نشانگر اهمیت بیشتر این دو جزء در تعیین عملکرد دانه بود. صفت تعداد سنبله در واحد سطح نیز با عملکرد دانه بعضی ارقام دارای همبستگی مثبت و بالا بود (جدول ۴). ضریب همبستگی تعداد سنبله در واحد سطح با هر کدام از صفات تعداد دانه در سنبله و وزن دانه در هیچ کدام از ارقام معنی‌دار نبود (جدول ۴). ضریب همبستگی تعداد دانه در سنبله با وزن دانه نیز فقط در رقم سرداری بسیار معنی‌دار بود. همبستگی تعداد سنبله در واحد سطح با وزن دانه نیز در اکثر ارقام منفی و غیر معنی‌دار بود. این روابط منفی بیانگر نقش تعادلی اجزاء عملکرد از جمله وزن دانه در ارتباط با تعداد دانه در سنبله می‌باشند. به عبارت دیگر افزایش تعداد دانه در سنبله و ایجاد مخازن فتوسنتزی متعدد از یک طرف و محدودیت در تأمین مواد فتوسنتزی از طرف دیگر ممکن است از دلایل کاهش وزن دانه در اثر افزایش تعداد دانه در سنبله باشد و به همین علت رقمی مانند سرداری که تعداد دانه کمتری داشت، دارای وزن دانه بالایی بود. دوکویو و آکایا (۱۹۹۹) نیز به همین نتایج دست یافتند.

نتایج تجزیه ضرایب مسیر تای (۱۹۷۵) به منظور تعیین سهم اجزای عملکرد در آثار متقابل ژنوتیپ و محیط در جدول‌های ۵ و ۶ آورده شده‌اند. بیشترین و کمترین اثر مستقیم مربوط به اثر مستقیم وزن دانه بر عملکرد دانه (26) بود و به ترتیب به ارقام داراب و خزر تعلق داشت. همچنین مشاهده شد که در ارقام پر محصول و با پایداری مطلوب، افزایش عملکرد به‌طور مستقیم از طریق افزایش تعداد دانه

بررسی اثر متقابل ژئوتیپ و محیط در گندم با استفاده از...

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین عملکرد و اجزای آن در ارقام مختلف گندم.

مغز	رقم								
	سرداری	الوند	سیلان	خزر	داراب	پیشاز	فلات	امید	روشن
									همبستگی عملکرد دانه با صفات
۰/۳۱ ns	۰/۸۸*	۰/۸۸**	۰/۳۵ ns	۰/۳۷ ns	۰/۳۵ ns	-۰/۳۱ ns	۰/۱۲ ns	-۰/۶۴ ns	۱- تعداد سنبله در متر مربع -۰/۴۹ ns
۰/۳۱ ns	۰/۸۱*	-۰/۳ ns	۰/۶۶ ns	۰/۳۹ ns	-۰/۴۱ ns	۰/۴۴ ns	۰/۴ ns	-۰/۰۵ ns	۲- تعداد دانه در سنبله ۰/۴۷ ns
-۰/۰۵ ns	۰/۰۶۷ ns	۰/۴۳ ns	۰/۳۸ ns	۰/۰۹۴ ns	۰/۴۹ ns	۰/۷۵*	-۰/۴۵ ns	۰/۸۲**	۳- وزن دانه ۰/۱۴ ns
									همبستگی تعداد سنبله در متر مربع با صفات
-۰/۶۵ ns	۰/۶۱ ns	-۰/۵۲ ns	-۰/۰۶ ns	-۰/۱ ns	۰/۰۵ ns	۰/۴۹ ns	۰/۲۰ ns	-۰/۲۲ ns	۱- تعداد دانه در سنبله -۰/۴۷ ns
-۰/۴۷ ns	۰/۲۸ ns	۰/۲۹ ns	۰/۰۷ ns	۰/۳۴ ns	-۰/۳۸ ns	-۰/۳۵ ns	-۰/۱۰ ns	-۰/۳۹ ns	۲- وزن دانه -۰/۵۷ ns
									ضریب همبستگی تعداد دانه در سنبله با
۰/۲۲ ns	۰/۰۹ ns	۰/۲۷ ns	۰/۳۰ ns	-۰/۰۴ ns	-۰/۸۹**	۰/۱۶ ns	۰/۲۷ ns	-۰/۱۵ ns	۱- وزن دانه -۰/۳ ns

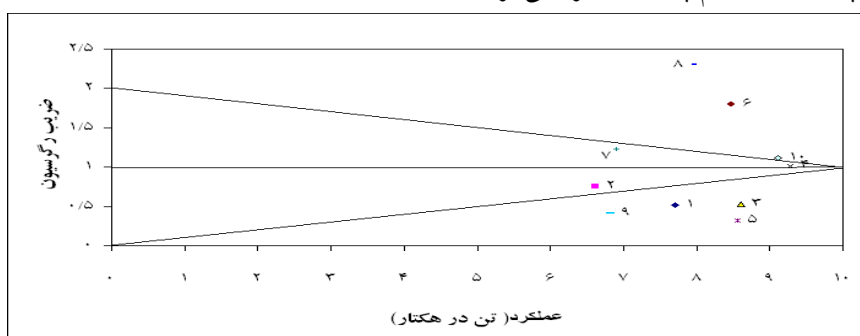
* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد، ns معنی دار نمی باشد.

در سنبله و وزن دانه انجام شده است. آثار مستقیم تعداد سنبله در متر مربع و وزن دانه بر عملکرد تقریباً یکسان بود (جدول ۵).

بر اساس ضرایب اجزای ژنوتیپی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط (جدول ۷)، واکنش پایداری ژنوتیپ‌ها از نظر اجزای مختلف ژنوتیپی عملکرد متفاوت بود. پایداری ارقام پیشتاز، خزر، سبلان و مغان ۱ بیشتر مربوط به جزء تعداد دانه در سنبله می‌باشد. ارقام پیشتاز، مغان ۱ و خزر از ارقام با عملکرد بالا و نسبتاً پایدار بودند که در بین آنها رقم مغان ۱ بیشترین مقدار V_2 را به خود اختصاص داد. بنابراین رقم مغان ۱ دارای سازگاری اختصاصی می‌باشد و در صورتی که شرایط زراعی و محیطی مناسب در مراحل تلقیح و گرده افشانی فراهم شود، دارای عملکرد مناسبی خواهد بود. بیشترین مقدار جزء V_1 نیز مربوط به رقم الوند بود، که نشان می‌دهد این رقم به شرط تأمین شرایط لازم برای پنجه‌زنی بیشتر، دارای عملکرد نسبتاً مطلوبی خواهد بود.

بزرگتر بودن مقدار V_g برای هر رقم نشان دهنده نقش بیشتر آن جزء عملکرد در بیان اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می‌باشد، زیرا آن جزء در مرحله تکوینی خود اثر متقابل بیشتری را با عوامل محیطی نشان داده است. به‌طور مثال برای رقم سرداری بیشتر بودن مقدار V_1 نشان می‌دهد که تعداد سنبله در متر مربع اصلی‌ترین جزء عملکرد در ایجاد اثر متقابل ژنوتیپ با محیط برای عملکرد می‌باشد و این نتیجه برای رقم امید نیز که آن هم رقمی پابند و دیر رس است مشاهده شد (جدول ۷).

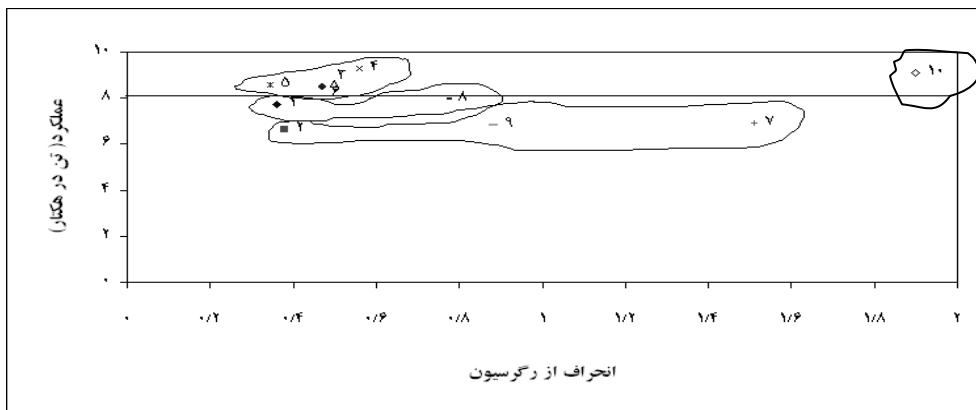
از آنجایی که تعداد دانه در سنبله بسیار وابسته به شرایط محیطی مرحله تلقیح و گرده افشانی در گیاه می‌باشد، در صورت برخورد گیاه با شرایط نامساعد مثل کمبود آب مورد نیاز در این مرحله، میزان باروری کاهش می‌یابد. بنابراین ایجاد شرایط مطلوب در زمان تلقیح و گرده افشانی سبب افزایش پایداری در ارقام پیشتاز و خزر می‌گردد.



شکل ۲- پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین عملکرد ارقام و ضریب رگرسیون خطی ارقام

به ترتیب شماره عبارتند از: روشن، امید، فلات، پیشتاز، داراب، خزر، سبلان، الوند، سرداری، مغان ۱.

بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در گندم با استفاده از...



شکل ۳- پراکنش ژنوتیپ ها بر اساس میانگین عملکرد و انحراف از رگرسیون.

ارقام به ترتیب شماره عبارتند از: روشن، امید، فلات، پیشناز، داراب، خزر، سیلان، الوند، سرداری، مغان ۱ و خطوط به هم پیوسته گروه بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌ها بر مبنای انحراف از رگرسیون و میانگین عملکرد را نشان می‌دهد.

به‌طور کلی به نظر می‌رسد در ارقام ناپایدار بیشترین سهم اثر متقابل ژنوتیپ و محیط ناشی از تعداد سنبله در واحد سطح می‌باشد. چون عوامل زراعی و اقلیمی در مراحل اولیه رشد بیشترین اثر را بر رشد و خصوصیات گیاه اعمال می‌کنند، آن دسته از ویژگی‌های گیاه که در این مراحل تکوین می‌یابند در صورت مواجه شدن با شرایط نامطلوب زراعی و اقلیمی به شدت تحت تأثیر قرار می‌گیرند و باعث کاهش عملکرد و ناپایداری ارقام می‌گردند و ارقام سرداری و امید به خوبی این نتیجه‌گیری را نشان دادند.

اجزای محیطی آثار متقابل ژنوتیپ و محیط (جدول ۸) نشان داد که همانند سهم متفاوت ارقام در بیان اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، سهم محیط‌ها نیز در بیان آن نسبتاً متفاوت بود. برای اکثر محیط‌ها (مصرف و عدم مصرف کود نیتروژن با آبیاری پس از ۷۰ و ۹۰ میلی‌متر تبخیر و مصرف کود نیتروژن با آبیاری پس از ۱۱۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر) بیشترین حساسیت محیطی در مرحله تلقیح و گرده افشانی (I₂) مشاهده گردید. محیط‌های عدم مصرف کود نیتروژن با آبیاری پس از ۱۱۰ و ۱۳۰ میلی‌متر تبخیر بیشترین حساسیت محیطی را در مرحله I₃ داشتند. این نشان می‌دهد که به‌طور کلی ارقام گندم در مرحله تلقیح گل و تشکیل دانه حساسیت محیطی زیادی را از خود نشان می‌دهند و وقوع تنش در این مراحل تأثیر قابل توجهی را بر عملکرد خواهد داشت.

مرحله پنجه زنی (I1) در اکثر محیطها با کمترین حساسیت مواجه شد و به این مفهوم است که تنش اعمال شده در این مرحله بر عملکرد دانه تأثیر چندانی ندارد. کمترین مقدار I3 نیز در محیط عدم مصرف کود نیتروژن با آبیاری پس از ۹۰ میلی متر تبخیر مشاهده شد.

بر اساس روش تای (جدول ۷) در مرحله پرشدن دانه، بیشترین مقدار جزء ژنوتیپی V3 مربوط به رقم پیشناز بود (پایدارترین رقم) که عملکرد مطلوب و بالایی نیز داشت. ارقام دیررس و ناپایدار سرداری و امید دارای V1 بسیار زیادی بودند و چون V1 منعکس کننده همبستگی تعداد سنبله در متر مربع با عملکرد دانه می باشد و این همبستگی در ارقام ناپایدار بسیار بالا و معنی دار بود، لذا پارامتر V1 به عنوان معیار مناسب برای گزینش جهت پایداری نمی باشد. به نظر می رسد به سبب تأثیرپذیری محیطی بیشتر ارقام در مرحله تلقیح و تشکیل دانه، انتخاب بر اساس شاخص V2 نیز فاقد کارایی لازم باشد و جزء ژنوتیپی V3 می تواند به عنوان معیار مناسب تری جهت گزینش ارقام پایدار معرفی گردد. در بررسی محیطها نیز تنش در مرحله I2 (تلقیح و گرده افشانی) تأثیر بیشتری بر عملکرد داشت. محمدی نژاد و رضایی (۴) نیز در ارزیابی ارقام یولاف با استفاده از روش تای نشان دادند که جزء ژنوتیپی وزن دانه بیشترین سهم را در بیان اثر متقابل ژنوتیپ و محیط داشت و مرحله تلقیح و تشکیل دانه را حساس ترین مرحله رشد ژنوتیپها به عوامل محیطی معرفی کردند.

تجزیه خوشه ای بر مبنای جزء ژنوتیپی V3 و میانگین عملکرد، ارقام را به چهار دسته تقسیم کرد (شکل ۴). رقم پیشناز با بالاترین مقدار V3 و میانگین عملکرد بالا در گروه یک جای گرفت و به عنوان پایدارترین رقم شناخته شد. در گروه دوم ارقام مغان ۱، فلات، خزر و داراب قرار گرفتند که به جز رقم داراب بقیه مقدار V3 کم و عملکرد دانه زیر حد متوسط داشتند، لذا این ارقام از نظر این جزء عملکرد دارای پایداری عمومی ضعیفی بودند. در گروه سوم ارقام الوند و روشن جای گرفتند که V3 آنها در حد متوسط بود و عملکرد نزدیک به متوسط داشتند، بنابراین این گروه دارای پایداری متوسط بودند. در گروه آخر ارقام امید، سیلان و سرداری قرار گرفتند که کمترین مقدار V3 را به خود اختصاص دادند و ناپایدارترین ارقام شناخته شدند. این نتایج در فراهم آوردن اطلاعات کاملتر در زمینه بررسی اثر متقابل سودمند می باشند.

بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در گندم با استفاده از...

جدول ۵- ضرایب مسیر عملکرد دانه و اجزای عملکرد در ارقام گندم.

رقم	a1	a2	a3	a4	a5	a6
روشن	-۰/۴۷	-۰/۴۸	۰/۰۷۸	-۰/۴۳	۰/۳۲	-۰/۱۸
امید	-۰/۲۲	-۰/۴۴	-۰/۲۴	-۰/۴۰	-۰/۰۵	۰/۶۶
فلات	۰/۱۹	-۰/۱۵	۰/۲۵	-۰/۰۴	۰/۵۴	-۰/۵۸
پیشتاز	۰/۴۹	-۰/۵۶	۰/۴۴	-۰/۴۰	۰/۵۴	۰/۵۲
داراب	۰/۰۵	-۰/۳۴	-۰/۷۸	۰/۷۹	۰/۴۹	۱/۱۹
خزر	-۰/۱۰	۰/۳۴	-۰/۰۰۳	۰/۳۲	۰/۴۲	-۰/۰۳
سیلان	-۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۳۰	۰/۳۸	۰/۶۳	۰/۱۷
الوند	-۰/۵۲	۰/۵۹	۰/۵۸	۰/۹۳	۰/۱۵	۰/۱۲
سرداری	۰/۶۱	۰/۳۶	-۰/۱۲	۰/۵۹	۰/۳۷	-۰/۱۴
مغان ۱	-۰/۶۵	-۰/۵۶	-۰/۱۴	۰/۶۸	۰/۸۳	-۰/۳۶

۱- a تا a₆ طبق شکل ۱ به ترتیب ضرایب مسیر تعداد سنبله در متر مربع با تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع با وزن دانه، تعداد دانه در سنبله با وزن دانه، تعداد سنبله در متر مربع با عملکرد دانه، تعداد دانه در سنبله با عملکرد دانه و وزن دانه با عملکرد دانه می‌باشند.

جدول ۶- ضرایب مسیر منابع محیطی به اجزای عملکرد و عملکرد دانه در ارقام گندم.

رقم	u ₁	U ₂	u ₃	v ₁	v ₂	v ₃
روشن	۱/۰۰	۰/۸۸۳	۰/۸۵۳	-۰/۴۹۰	۰/۲۷۴	-۰/۱۵۲
امید	۱/۰۰	۰/۹۷۶	۰/۸۹	-۰/۶۴۵	-۰/۲۰۲	۰/۵۸۸
فلات	۱/۰۰	۰/۹۸۰	۰/۹۶۴	۰/۱۲۲	۰/۳۸۴	-۰/۵۵۷
پیشتاز	۱/۰۰	۰/۸۷۲	۰/۸۵۷	-۰/۳۱۱	۰/۶۷۴	۰/۴۴۸
داراب	۱/۰۰	۰/۹۹۹	۰/۴۹۸	۰/۳۵۵	-۰/۴۳۲	۰/۵۹۲
خزر	۱/۰۰	۰/۹۹۵	۰/۹۴۱	۰/۳۶۶	۰/۴۲۰	-۰/۰۳۱
سیلان	۱/۰۰	۰/۹۹۸	۰/۹۵۱	۰/۳۵۲	۰/۶۸۴	۰/۱۶۱
الوند	۱/۰۰	۰/۸۵۳	۰/۸۱۹	۰/۸۸۹	۰/۱۸۹	۰/۰۹۶
سرداری	۱/۰۰	۰/۷۹۵	۰/۹۵۲	۰/۷۷۶	۰/۳۰۶	-۰/۱۳۲
مغان ۱	۱/۰۰	۰/۷۶۲	۰/۸۷۹	۰/۳۱۰	۰/۶۷۶	-۰/۳۲۱

u₁ تا u₃ طبق شکل ۱ به ترتیب ضرایب مسیر منابع محیطی R₁ تا R₃ به اجزای عملکرد و v₁ تا v₃ ضرایب مسیر منابع محیطی R₁ تا R₃ به عملکرد دانه می‌باشند.

پروانه عسگری نیا و همکاران

جدول ۷ - اجزای ژنوتیپی آثار متقابل ژنوتیپ و محیط.

رقم	μ_i	σ_{wi}	V_1	V_2	V_3
روشن	۷/۷۱	۰/۶۸	-۰/۳۳	۰/۱۹	-۰/۱۰
امید	۶/۶۲	۰/۸۱	-۰/۵۲	-۰/۱۶	۰/۴۸
فلات	۸/۶۱	۰/۷۷	۰/۰۹	۰/۳۰	-۰/۴۳
پیشناز	۹/۲۷	۱/۰۴	-۰/۳۲	۰/۷۰	۰/۴۷
داراب	۸/۵۶	۰/۵۹	-۰/۲۱	-۰/۲۶	۰/۳۵
خزر	۸/۴۸	۱/۵۲	۰/۵۶	۰/۶۴	-۰/۰۵
سبلان	۶/۹۱	۱/۴۸	۰/۵۲	۱/۰۱	۰/۲۴
الوند	۷/۹۴	۱/۹۴	۱/۷۳	۰/۳۷	۰/۱۹
سرداری	۶/۸۱	۰/۹۲	۰/۷۲	۰/۲۸	-۰/۱۲
مغان ۱	۹/۱۱	۱/۵۵	۰/۴۸	۱/۰۵	-۰/۵۰

σ_{wi} , μ_i به ترتیب میانگین و انحراف معیار عملکرد ژنوتیپ I و V_1, V_2, V_3 اجزای ژنوتیپی پایداری می باشند.

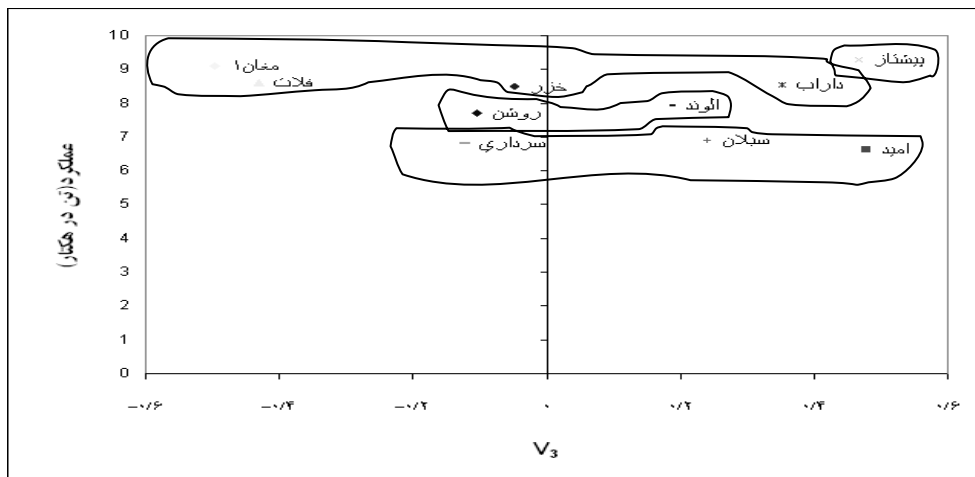
جدول ۸ - اجزاء محیطی آثار متقابل ژنوتیپ و محیط برای محیطها^۱.

محیط	I_1	I_2	I_3
کود و ۷۰	-۰/۰۳	۱/۰۶	۰/۳۷
بدون کود و ۷۰	۱/۲۷	۱/۳۵	۰/۹۳
کود و ۹۰	۰/۲۶	۰/۶۸	-۰/۲۸
بدون کود و ۹۰	۰/۳۳	۱/۵۲	۰/۰۹
کود و ۱۱۰	-۱/۱۹	۱/۸۶	-۱/۲۶
بدون کود و ۱۱۰	-۱/۰۲	-۰/۸۵	-۱/۰۵
کود و ۱۳۰	-۰/۸۹	-۱/۵۱	-۱/۲۳
بدون کود و ۱۳۰	۰/۸۵	۰/۸۴	۱/۱۴

I_1 تا I_3 به ترتیب اجزاء محیطی تأثیر گذار بر تعداد سنبله، تعداد دانه در سنبله و وزن دانه می باشند.

۱- مصرف و عدم مصرف کود سرک و آبیاری پس از ۷۰، ۹۰، ۱۱۰، ۱۳۰ میلی متر تبخیر.

بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در گندم با استفاده از...



شکل ۴- پراکنش ارقام بر اساس میانگین عملکرد و جزء ژنوتیپی V_3 خطوط پیوسته گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام را بر اساس جزء ژنوتیپی V_3 و میانگین عملکرد دانه نشان می‌دهد.

فهرست منابع

- Akcura, M., Kaya, Y and Taner, S. 2005. Genotype-environment interaction and phenotypic stability analysis for grain yield of durum wheat in the central Anatolian region. *J. Agric.* 29: 369- 375.
- Ashraf, M., Qureshi, A.S. and Khan, N.A. 2001. Genotype – environment interaction in wheat. *J. Biol. Sci.* 1: 356- 357.
- Dohlert, D.C., McMullen, M.S. and Hammond, J.I. 2001. Genotype and environmental effects on grain quality of oat grown in North Dakota. *Crop Sci.* 41: 1066-1072.
- Dokuyuky, T. and Akkaya, A. 1999. Path coefficient analysis and correlation of grain yield components of wheat genotype. *Rachis* 18: 17-20.
- Eberhart, S.A. and Russel, W.A. 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6: 36-40.
- Finlay, K.W. and Wilkinson, G.N. 1963. The analysis of adaptation in a plant breeding program. *Aust. J. Agric. Res.* 14: 742-754.
- Freeman, G.H. 1973. Statistical methods for the analysis of genotype– environment interaction *Heredity* 31: 339-54.
- Freeman, G.H. and Perkins, J.M. 1971. Environmental and genotype-environmental components of variability. VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments *Heredity* 27: 15-23.

- Hayward, M.D., Bosemork, N.O., and Romagosa. I. 1993. Plant breeding principals and prospects, Chapman and Hall, London, U.K.
- Lalbachan, V. 1994. Analysis of genotype – environment interactions for yield in irrigated rice. College Laguna J. Philipine.
- Shukla, G.K. 1972. Some statistical aspect of partitioning genotype environment components of variability. *Heredity* 29: 237-245.
- Tai, G.C.C. 1975. Analysis of genotype environment interactions based on the method of path coefficient analysis. *Can. J. Gent. Cytol* 17: 141- 149.
- Tai, G.C.C., Lary, D., and Coleman, W.K. 1994. Path analysis of genotype – environment interaction of potatoes exposed to increasing warm-climate constrains. *Euphytica* 75: 49-61.
- Thomas, T.L., Grafius, J.E., and Hahn, S.K. 1971. Genetic analysis of correlated sequential characters. *Heredity* 26: 177-188.
- Yahaya, Y., Eehekwu, C.A., and Mohammed, S.G. 2005. Yield stability analysis of pearl millet hybrids in Nigeria. *J. Biotechnology* 5: 249- 253.



Assessment Genotype*Environment Interaction in Ten Wheat Cultivars with Regression and Path Coefficient Analysis

***P. Askarinia¹, G. Saeidi² and A. Rezaei³**

¹M.Sc. student Dept. of Plant Breeding, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Iran, ^{2&3}Associate Prof. and Professor Dept. of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Respectively, Isfahan University of Technology, Iran

Abstracts

This study was conducted to investigate the genotype×environment interaction effects on yield and yield components of wheat. Ten cultivars of wheat were evaluated in 8 environments (combinations of two levels of nitrogen and four irrigation regimes) in growing season of 2006-2007 at the Research Farm of Isfahan University of Technology. Based on the stability parameters of Eberhart and Russel, Pishtaz and Moghan₁ that had higher yield than the average and regression coefficient of 1 (approximately), were more adapted cultivars. However, Khazar and Alvand cultivars showed specific adaptation to better and Falat, Darab and Roshan cultivars to poor environments. Path analysis of genotype×environment interaction (Tai's method) showed v_1 component that indicated the correlation of fertile panicles/m² with grain yield, was high and significant only for unstable cultivars, therefore, this component is not a suitable criterion for selection of stability. The environmental components showed that fertility and grain filling periods were the most sensitive growth stages of cultivars to the environmental conditions, therefore, it seems that selection for stability based on this component (v_2) may not be effective. Genotypic component of v_3 (seed weight) was the most effective component of yield stability and based on this component, Pishtaz was the highest yielding and stable cultivar. In general, according to the results of this study, Pishtaz with grain yields of 9.27 t/ha and with the highest stability was determined as the suitable cultivar.

Keywords: Interaction; Genotype*Environment, Stability; Path coefficients; Wheat.

*- Corresponding Author. Email: parvanehaskarinia@yahoo.com