

بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای اجزای عملکرد و تجزیه پایداری

عملکرد دانه گندم

پروانه عسگری نیا^۱

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی آثار متقابل ژنوتیپ و محیط برای عملکرد و اجزای عملکرد 10 ژنوتیپ گندم در 8 محیط (ترکیب دوتیمار کود نیتروژن و چهار رژیم آبیاری) در سال زراعی 5-1384 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. نتایج تجزیه واریانس مرکب برای صفات تعداد سنبله در متر مربع، تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه و عملکرد اختلاف معنی داری را بین محیط ها و همچنین تفاوت‌های ژنتیکی معنی داری را بین ارقام نشان داد. ارقام پیشتاز، مغان 1، فلات، داراب و خزر به ترتیب با $9/1$ ، $8/6$ ، $8/55$ و $8/48$ تن در هکتار دارای بیشترین عملکردها بودند. واکنش متفاوت ارقام در محیط های مختلف برای تمام صفات اثر متقابل ژنوتیپ و محیط معنی داری را به وجود آورد. شاخص های پایداری شامل اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا انجام شدند و ارقام برتر تعیین گردیدند. ارزیابی واکنش ارقام بر مبنای اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا گروه بندی یکسانی را از پایداری ارقام ارائه دادند. از بین ارقام پر محصول پیشتاز، فلات و داراب پایدارترین ارقام بودند که رقم پیشتاز به دلیل سهم کمتر در اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بالاترین میزان عملکرد پایداری بیشتری داشت. ارقام امید و روشن نیز کمترین مقدار اکووالانس و واریانس پایداری را داشتند، ولی به دلیل عملکرد پایین پایداری ضعیفی داشتند. ارقام الوند و مغان 1 با دارا بودن بیشترین مقدار اکووالانس و واریانس پایداری ناپایدارترین ارقام بودند. در نهایت بر مبنای نتایج این پژوهش رقم پیشتاز با عملکرد $9/27$ تن در هکتار و واکنش پایداری در همه محیط های مورد مطالعه، به عنوان رقم مناسب برای ورود به برنامه های اصلاحی معرفی شد.

واژگان کلیدی: تجزیه واریانس، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط، تجزیه پایداری و گندم

¹ - مدرس دانشگاه آزاد مرودشت، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

مقدمه

بروز صفات خصوصاً صفات کمی، ناشی از تأثیر عوامل ژنوتیپی، محیطی و اثر متقابل آنهاست [6و5]. اثر متقابل ناشی از عکس العمل متفاوت ژنوتیپ ها به تغییرات محیطی است [22]، لذا لازم است در برنامه های اصلاحی، ارزیابی ژنوتیپ ها در چند محیط انجام شود. همچنین به لحاظ آنکه عملکرد دانه به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی می باشد و از یک سال به سال دیگر یا یک مکان به مکان دیگر تغییر می کند، بهبود پایداری عملکرد در محیط های هدف به عنوان یک موضوع اصلاحی مهم به شمار می رود. جهت بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می توان آزمایشات را در سالها و مکانهای مختلف انجام داد و یا حتی از مدیریت های مختلف زراعی به عنوان محیط بهره جست، زیرا اثر ژنوتیپ همراه با اثر تیمارهای زراعی و یا حتی مدیریت های زراعی تغییر می کند و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را به وجود می آورد [11].

برای انجام آزمایشات مقایسه عملکرد و بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و پایداری ژنوتیپ ها، از روشهای مختلف آماری نظیر تجزیه واریانس، رگرسیون خطی، اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا استفاده می شود. در بین روشهای تجزیه پایداری، روش تجزیه واریانس قدیمی ترین روش بوده، که توسط فیشر [13] در سال 1925 برای تفکیک واریانس کل به یک سری از اجزای به کار گرفته شد.

چوگان [1] در سال 1378 برای بررسی پایداری عملکرد هیبریدهای ذرت دانه ای از معیارهای مختلف پایداری از جمله اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا استفاده کرد. روستایی و همکاران [3] نیز در سال 1375 برای انتخاب ارقام پایدار و پر محصول گندم و جو از پارامترهای پایداری اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا بهره بردند. چاپمن و همکاران [10] نیز در سال 1975 ارقام پایدار گندم نان را با استفاده از اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا شناسایی کردند. هدف از این تحقیق برآورد اثر متقابل ارقام گندم با شرایط مختلف محیطی برای عملکرد و

اجزای عملکرد و تجزیه پایداری عملکرد دانه و شناسایی ژنوتیپ پایدار با استفاده از روشهای اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا بود.

مواد و روش ها

این تحقیق به منظور بررسی اثر متقابل بین ارقام گندم و محیط های مختلف (مدیریت های زراعی) و نحوه تأثیر عوامل محیطی بر عملکرد و اجزای عملکرد در سال زراعی 85-1384 و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان انجام شد. این مزرعه در 40 کیلومتری جنوب غربی شهر اصفهان و در عرض جغرافیایی 32 درجه و 32 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 51 درجه و 33 دقیقه شرقی واقع شده است. ارتفاع این محل از سطح دریا 1630 متر است و طبق تقسیم بندی لوپن دارای اقلیم نیمه لومی، رسی و با جرم مخصوص 1/4 گرم بر سانتی متر مکعب است. متوسط pH خاک مزرعه برابر 7/5، متوسط بارندگی منطقه 140 میلی متر و متوسط دما برابر 14/5 درجه سانتیگراد است [4].

در این آزمایش ده رقم مورد ارزیابی شامل روشن، امید، فلات، پیشتاز، داراب، خزر، سبلان، الوند، سرداری و مغان 1 بودند و محیط ها (8 محیط) بر اساس مدیریت های مختلف زراعی و با اعمال چهار تیمار آبیاری (آبیاری پس از 3±70، 3±90، 3±110 و 3±130 میلی متر تبخیر از تشتک تبخیر کلاس A) و دو تیمار کود نیتروژن (مصرف معادل 50 کیلوگرم در هکتار به صورت تقسیمی در مراحل به ساقه رفتن، تورم غلاف برگ پرچم و گرده افشانی وهمچنین عدم مصرف کود نیتروژن) به صورت فاکتوریل ایجاد شدند. ارقام در هر محیط در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار ارزیابی شدند. هر رقم در 8 ردیف به طول 2 متر با فاصله ردیف 20 سانتی متر کشت شد. مقدار بذر مصرفی 400 بذر در متر مربع بود و کاشت در اواخر آبان 1384 انجام شد.

خصوصیات تعداد سنبله بارور در متر مربع بر مبنای شمارش خوشه ها در یک متر طولی و به طور تصادفی از هر کرت، تعداد دانه در سنبله بر اساس شمارش دانه های ده بوته تصادفی از هر

کرت، وزن هزار دانه (گرم) بر اساس توزین 1000 دانه تصادفی از هر کرت و عملکرد دانه (کیلو گرم در هکتار) بر اساس وزن بذور برداشتی از کل کرت و بعد از حذف حاشیه تعیین گردید.

مدل تجزیه واریانس که جهت بررسی آثار اصلی جمع پذیر مناسب می باشد و یک راهکار برای تجزیه داده های مربوط به اجرای یک آزمایش در چند محیط است، به صورت زیر می باشد [۲۶].

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + E_j + EG_{ij} + e_{ijk}$$

که در آن μ میانگین کل، G_i اثر ژنوتیپ i ، E_j اثر محیط j ، EG_{ij} اثر متقابل ژنوتیپ i و محیط j و e_{ijk} اشتباه مربوط به تکرار k از ژنوتیپ i در محیط j است. بسیاری از محققین ابتدا یک تجزیه واریانس مرکب بر روی داده ها انجام داده و چنانچه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط معنی دار بود، از روشها و پارامترهای متعدد تجزیه پایداری برای تشخیص ژنوتیپ پایدار استفاده می کنند.

ریک [۲۵] سهم هر ژنوتیپ از مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ و محیط را به عنوان معیار پایداری معرفی نمود. برای محاسبه این پارامتر اثر متقابل هر ژنوتیپ با محیط به توان دو می رسد و مجموع آنها برای هر محیط محاسبه می شود.

$$W_i^2 = \sum_j (\bar{y}_{ij} - \bar{y}_i. - \bar{y}_{.j} + \bar{y}_{..})^2$$

در این رابطه W_i^2 شاخص پایداری ریک برای ژنوتیپ i است. \bar{y}_{ij} میانگین عملکرد ژنوتیپ i در محیط j ، $\bar{y}_i.$ میانگین ژنوتیپ i در تمام محیط ها، $\bar{y}_{.j}$ میانگین کلیه ژنوتیپ ها در محیط j و $\bar{y}_{..}$ میانگین کل می باشد. بر اساس این روش مقدار کمتر W_i به مفهوم پایداری بیشتر است و لذا ژنوتیپی که اثر متقابل کمتری با محیط نشان دهد، W_i کوچک تر و پایداری بیشتری دارد. البته این پارامتر فاقد هرگونه توزیع آماری خاص است و لذا امکان آزمون معنی دار بودن آن وجود ندارد.

شوکل [۲۰] پارامتری به نام واریانس پایداری را پیشنهاد کرد که با σ_i^2 نشان داده می شود

و تخمینی ناریب از واریانس اثر متقابل $\bar{e}_{ij} + (ge)_{ijk}$ را برای هر ژنوتیپ ارائه می دهد.

$$s_i^2 = [p / (p-2) (q-1)] \sum_j (y_{ij} - \bar{y}_i - \bar{y}_j + \bar{y}_{..})^2 - SS_{GE} / (p-1)(p-2)(q-1) \sigma$$

$$= [p / (p-2) (q-1)] W_i^2 - SS_{GE} / (p-1)(p-2)(q-1)$$

چون واریانس پایداری شوکلا خود از تفاضل دو میانگین مربعات حاصل می گردد، می تواند منفی شود، که در این مورد برابر صفر در نظر گرفته می شود. بر این اساس ژنوتیپی پایدار است که مقدار σ_i^2 برای آن حداقل باشد.

پس از انجام تجزیه واریانس مرکب داده های 8 محیط برای بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و همچنین مقایسه میانگین آثار اصلی و آثار متقابل معنی دار برای صفات مختلف با آزمون LSD در سطح احتمال 5٪، پارامترهای پایداری اکووالانس ریک [25] و واریانس پایداری شوکلا [20] برای ارقام محاسبه شد و نمودار پراکنش آنها بر مبنای این پارامترها و میانگین، به همراه گروه بندی ارقام از طریق تجزیه خوشه ای به روش وارد بر اساس پارامترهای فوق جهت تفسیر بهتر واکنش پایداری ارقام ترسیم شد. در این مطالعه جهت تجزیه داده ها از نرم افزارهای EXCELL، SAS و SPSS بهره گرفته شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس تعداد سنبله بارور در متر مربع (جدول 1) نشان داد که اثر محیط برای این صفت معنی دار است، زیرا با افزایش کود نیتروژن تعداد پنجه بارور و در نتیجه تعداد سنبله در متر مربع افزایش می یابد. بوکئیت و جانسون [8] و زبارت و شیرد [27] نیز به همین نتایج دست یافتند. همچنین کمبود رطوبت می تواند باعث ایجاد رقابت بین پنجه ها شود که عدم باروری تعدادی از پنجه ها را به همراه داشته و در نتیجه تعداد سنبله کاهش می یابد. روی و مورتی [18] نیز اظهار داشتند که در اثر تنش رطوبتی، تعداد سنبله در متر مربع کاهش یافته است. ژنوتیپ ها در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن با آبیاری پس از 70 میلی متر تبخیر بیشترین تعداد پنجه بارور و شرایط عدم مصرف کود نیتروژن با آبیاری پس از 130 میلی متر تبخیر کمترین تعداد پنجه بارور را داشتند.

جدول 1. تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای آن در ارقام گندم در شرایط محیطی مختلف

میانگین مربعات					
عملکرد	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد سنبله در متر مربع	درجه آزادی	منابع تغییر
۱۷/۶۸**	۴۸/۷*	۱۴۱*	۱۲۷۷۹۲*	۷	محیط
۲/۷۴	۱۵/۰	۳۹	۳۹۷۱۳	۱۶	تکرار در محیط
۲۲/۲۷**	۲۳۸/۸**	۹۵۱**	۶۶۰۴۶۱**	۹	ژنوتیپ
۲/۹۰**	۸/۸**	۹۹**	۱۴۲۱۵۶**	۶۳	ژنوتیپ * محیط
۱/۰۵	۴/۷	۴۶	۶۷۰۷۲	۱۴۴	خطا

* و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال 5 و 1 درصد.

جدول 2. مقایسه میانگین های عملکرد و اجزای عملکرد ارقام مختلف گندم در محیط های مختلف

صفت				عامل آزمایشی
تعداد سنبله در متر مربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد (تن در هکتار)	
				محیط ¹
۹۸۶ b	۴۲/۰ ab	۴۱/۰ ab	۹/۲ a	کود و 70
۱۱۸۷ a	۳۹/۰ bcd	۴۰/۰ abc	۸/۸ ab	بدون کود و 70
۱۰۰۶ b	۴۲/۶ a	۳۹/۰ cd	۸/۵ abc	کود و 90
۱۰۳۶ b	۴۰/۲ abc	۳۸/۰ cd	۸/۰۳ bcd	بدون کود و 90
۱۰۰۵ b	۳۸/۳ cd	۳۷/۸ d	۷/۶ cd	کود و 110
۱۰۳۷ b	۳۸/۰ cd	۳۹/۰ bcd	۷/۲۵ d	بدون کود و 110
۱۰۳۶ b	۳۶/۲ d	۴۱/۳ a	۷/۲۷ d	کود و 130
۹۸۳ b	۳۸/۳ cd	۳۹/۱ bcd	۷/۲۶ d	بدون کود و 130
				رقم
۱۱۰۷ b	۳۵ c	۴۴/۵ a	۷/۷۱ e	روشن
۹۷۵ bc	۴۲ b	۳۹/۷ c	۶/۶ f	امید
۹۲۲ c	۴۳ b	۳۸/۴ de	۸/۶ bc	فلات
۹۹۱ bc	۳۶ c	۳۸/۸ cd	۹/۲۷ a	پیشناز
۹۰۷ c	۴۲ b	۳۶/۳ f	۸/۶ bc	داراب
۱۰۴۶ bc	۳۷ c	۳۷/۰ ef	۸/۴۸ cd	خزر
۱۰۱۶ bc	۳۷ c	۴۱/۰ b	۶/۹ f	سبلان
۹۳۰ c	۵۱ a	۳۸/۹ cd	۷/۹ de	الوند
۱۴۷۴ a	۲۷ d	۴۴/۰ a	۶/۸ f	سرداری
۹۷۷ bc	۴۲ b	۳۴/۶ g	۹/۱ ab	مغان 1

برای محیط ها ، ژنوتیپ ها و هر صفت ، میانگین ها با آزمون LSD در سطح احتمال 5٪ به طور جداگانه مقایسه شده اند و تفاوت میانگین هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند ، معنی دار نیست.

1. مصرف یا عدم مصرف کود سرک و آبیاری پس از 70، 90، 110 و 130 میلی متر تبخیر

تفاوت بین ارقام از نظر این صفت معنی دار بود (جدول 1). این نتیجه حاکی از توان پنجه

زنی متفاوت ارقام است. شاه و همکاران [۱۹] نیز بین ژنوتیپ های مختلف از نظر تعداد سنبله در متر

مربع اختلاف معنی داری گزارش کردند. بر طبق نتایج جدول 2 ارقام سرداری، روشن، خزر، سبلان،

امید و پیش‌تاز میانگین تعداد پنجه بارور بیشتری را در بین ژنوتیپ‌ها داشتند و داراب کمترین تعداد پنجه بارور را تولید کرد.

اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نیز برای تعداد سنبله بارور معنی‌دار بود، یعنی تفاوت توان پنجه زنی ارقام در محیط‌های مختلف یکسان نیست. به طور کلی اثر محیط 3 درصد، اثر ژنوتیپ 22 درصد و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط 34 درصد از مجموع مربعات کل را به خود اختصاص داده اند (جدول 1).

نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که میانگین مربعات محیط در سطح احتمال 5 درصد، رقم و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در سطح احتمال 1 درصد برای تعداد دانه در سنبله معنی‌دار می‌باشند (جدول 1). در بین محیط‌های مورد بررسی، در شرایط مصرف کود نیتروژن و آبیاری پس از 70 و 90 میلی‌متر تبخیر بالاترین تعداد دانه در سنبله تشکیل شد و در شرایط آبیاری پس از 130 و 110 میلی‌متر تبخیر با مصرف کود و عدم مصرف کود نیتروژن، کمترین تعداد دانه در سنبله حاصل گشت (جدول 2). بنابراین تفاوت تعداد دانه در سنبله در ارقام مختلف علاوه بر اینکه به خصوصیات ژنتیکی آنها بر می‌گردد، تحت تأثیر عوامل محیطی و شرایط موجود در زمان تشکیل آنها نیز قرار می‌گیرد، به طوری که مصرف کود نیتروژن باعث افزایش گل‌های بارور در گیاه و در نتیجه افزایش تعداد دانه در سنبله می‌شود [۲۱].

در بین ارقام مورد بررسی (جدول 2) الوند بیشترین میانگین و رقم سرداری کمترین تعداد دانه در سنبله را داشت. مقدم و همکاران [۱۵] و ویلاریال و همکاران [۲۳] نیز طی مطالعات جداگانه نشان دادند تعداد دانه در سنبله در ژنوتیپ‌های مختلف کاملاً متفاوت است. نتایج تحقیق دیگری [۱۶] نیز نشان داد که افزایش کود نیتروژن، باعث افزایش تعداد دانه در سنبله می‌شود. به نظر می‌رسد هر چه تعداد سنبله بارور در متر مربع افزایش یابد، تعداد دانه در سنبله کاهش می‌یابد و یک همبستگی منفی بین این دو صفت برقرار است. همچنین عکس‌العمل ارقام در محیط‌های مختلف نیز متفاوت بود.

جدول 3. میانگین های اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای تعداد سنبله در متر مربع

رقم										
مغزان 1	سرداری	الوند	سیلان	خزر	داراب	پیشتاز	فلات	امید	روشن	محیط 1
۱۰۸۰	۱۵۹۸	۱۰۸۸	۸۵۲	۱۱۹۶	۷۴۲	۱۰۰۰	۸۶۸	۵۹۲	۸۴۲	کود و 70
۱۲۳۰	۱۷۵۰	۱۳۷۲	۱۲۷۲	۹۸۴	۱۴۰۲	۸۵۰	۱۰۳۶	۷۹۴	۱۱۷۶	بدون کود و 70
۸۹۲	۱۷۱۲	۹۱۴	۱۰۸۰	۱۰۱۶	۷۹۸	۱۲۵۰	۷۵۰	۷۹۲	۸۵۸	کود و 90
۷۷۲	۹۷۶	۱۰۰۴	۹۵۶	۹۱۴	۸۴۶	۱۰۶۸	۱۱۰۶	۱۳۸۲	۱۳۳۶	بدون کود و 90
۱۱۷۰	۱۱۴۴	۷۸۶	۶۹۲	۱۴۰۸	۷۱۲	۸۳۸	۹۰۴	۱۳۱۶	۱۰۸۴	کود و 110
۱۰۱۶	۱۴۵۴	۷۷۴	۹۸۶	۸۷۶	۹۵۲	۱۱۳۰	۸۵۰	۹۰۴	۱۴۲۸	بدون کود و 110
۱۰۱۴	۱۵۶۶	۶۰۲	۱۰۷۶	۹۹۰	۸۷۸	۱۰۳۲	۱۱۱۰	۱۲۲۸	۸۶۸	کود و 130
۶۴۰	۱۵۹۶	۹۰۰	۱۲۱۰	۹۸۲	۹۳۰	۷۶۲	۷۵۴	۷۹۴	۱۲۶۲	بدون کود و 130

مقدار LSD جهت مقایسه میانگین های اثر متقابل برابر 418 می باشد .
1. مصرف و عدم مصرف کود سرک و آبیاری پس از 70، 90، 110 و 130 میلی متر تبخیر

جدول 4. میانگین های اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای تعداد دانه در سنبله

رقم										
مغزان 1	سرداری	الوند	سیلان	خزر	داراب	پیشتاز	فلات	امید	روشن	محیط
۴۶	۲۸	۵۶	۴۲	۴۱	۴۲	۴۲	۳۲	۳۲	۴۸	کود و 70
۳۱	۳۱	۳۳	۳۹	۴۱	۴۴	۳۳	۵۶	۵۶	۳۲	بدون کود و 70
۴۳	۲۳	۵۸	۳۷	۵۰	۴۳	۴۴	۵۳	۵۳	۳۷	کود و 90
۵۰	۲۱	۵۶	۴۵	۳۶	۴۶	۳۴	۴۵	۴۵	۳۰	بدون کود و 90
۴۴	۲۶	۵۳	۳۴	۳۱	۴۴	۳۹	۳۳	۳۳	۳۵	کود و 110
۳۷	۲۸	۵۶	۳۴	۲۹	۴۱	۳۵	۳۷	۳۷	۳۵	بدون کود و 110
۴۱	۲۸	۴۸	۳۴	۳۹	۳۴	۳۲	۳۵	۳۵	۳۱	کود و 130
۴۶	۳۰	۴۷	۳۵	۳۴	۴۳	۳۲	۴۳	۴۳	۳۵	بدون کود و 130

مقدار LSD جهت مقایسه میانگین های اثر متقابل برابر 11 می باشد .
1. مصرف و عدم مصرف کود سرک و آبیاری پس از 70، 90، 110 و 130 میلی متر تبخیر

اثر محیط 4 درصد، اثر ژنوتیپ 37 درصد و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط 27 درصد از مجموع مربعات کل را به خود اختصاص دادند (جدول 1).

تفاوت بین محیط ها از نظر وزن هزار دانه در سطح احتمال 5 درصد و تفاوت بین ارقام و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در سطح احتمال 1 درصد معنی دار بودند (جدول 1). میانگین وزن هزار دانه در شرایط مصرف کود نیتروژن و آبیاری پس از 70 و 130 میلی متر تبخیر بیشترین مقدار بود و در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن به طور جزئی کاهش یافت. این نتایج حاکی از اختلافات ژنتیکی زیاد ارقام از نظر وزن هزار دانه است که به شدت تحت تأثیر عوامل محیطی قرار می گیرد. در مطالعه دیگری نیز نشان داده شد که با افزایش کود نیتروژن، وزن دانه افزایش می یابد و دلیل این امر افزایش مقدار ماده خشک و دوام سطح فتوسنتز کننده گیاه در شرایط مصرف کود نیتروژن می باشد [۱۶].

ارقام روشن و سرداری وزن هزار دانه بسیار بالایی داشتند و در نقطه مقابل ارقام مغان، داراب و خزر وزن هزار دانه بسیار کمی را دارا بودند (جدول 2). موریس و پالسن [۱۶] نیز گزارش کردند که ارقام پابلند نسبت به ارقام پاکوتاه وزن هزار دانه بیشتری دارند و دلیل این امر را بیشتر بودن نیتروژن در قسمت رویشی ارقام پابلند و در نتیجه بیشتر بودن دوام سطح فتوسنتز کننده آنها در زمان پر شدن دانه مطرح کردند. وزن هزار دانه آخرین جزء تشکیل دهنده عملکرد در بین اجزای عملکرد است و تا حدی قابل جبران بوده و با ثبات ترین جزء عملکرد می باشد [۲۳].

اثر محیط 7، اثر متقابل ژنوتیپ و محیط 14 و اثر ژنوتیپ 54 درصد از مجموع مربعات کل این صفت را شامل شدند (جدول 1).

نتایج تجزیه واریانس داده ها (جدول 1) نشان داد که اثر محیط، اثر رقم و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای عملکرد دانه در سطح احتمال 1 درصد معنی دار است. در بین محیط های مورد بررسی (جدول 2)، در شرایط آبیاری پس از 70 میلی متر تبخیر و مصرف کود سرک بیشترین عملکرد دانه حاصل شد. در شرایط آبیاری پس از 110 و 130 میلی متر تبخیر چه در شرایط مصرف کود و چه

در شرایط عدم مصرف کود نیتروژن کمترین عملکردها به دست آمدند. بنابراین علاوه بر ساختار ژنتیکی متفاوت ارقام، شرایط محیطی نیز به شدت بر روی عملکرد دانه گندم تأثیر می گذارند. نیتروژن بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسنتز، تجمع ماده خشک، تعداد پنجه و اجزای عملکرد موثر است. نتایج سایر تحقیقات نیز بر افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف کود نیتروژن تأکید دارد [۲۴، ۱۷، ۱۴، ۹].

جدول 5. میانگین های اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای وزن هزار دانه (گرم)

رقم	روشن	امید	فلات	پیشتاز	داراب	خزر	سبلان	الوند	سرداری	مغان 1
کود و 70	۴۶/۲	۴۳/۲	۳۶/۵	۴۴/۰	۳۷/۶	۳۸/۶	۴۱/۴	۴۱/۹	۴۵/۰	۳۵/۱
بدون کود و 70	۴۴/۸	۴۱/۰	۴۰/۳	۴۱/۱	۳۴/۴	۳۷/۹	۴۲/۶	۳۸/۸	۴۵/۶	۳۳/۹
کود و 90	۴۴/۱	۳۸/۴	۳۷/۱	۳۷/۰	۳۶/۵	۳۵/۱	۴۲/۴	۳۹/۳	۴۳/۸	۳۳/۹
بدون کود و 90	۴۲/۸	۳۹/۱	۳۴/۶	۳۷/۵	۳۵/۶	۳۲/۴	۴۱/۴	۳۸/۱	۴۴/۴	۳۳/۶
کود و 110	۴۲/۱	۳۶/۱	۳۸/۱	۳۸/۷	۳۴/۷	۳۸/۰	۴۰/۱	۳۶/۸	۴۱/۲	۳۲/۸
بدون کود و 110	۴۴/۱	۳۹/۴	۴۰/۳	۳۴/۸	۳۶/۹	۳۵/۲	۴۱/۱	۴۰/۲	۴۵/۰	۳۳/۳
کود و 130	۴۷/۰	۴۲/۱	۴۰/۳	۳۹/۷	۳۸/۸	۴۰/۸	۴۱/۹	۳۸/۱	۴۷/۰	۳۷/۱
بدون کود و 130	۴۴/۸	۳۸/۰	۴۰/۱	۳۷/۸	۳۶/۱	۳۹/۷	۳۷/۹	۳۸/۰	۴۱/۰	۳۷/۵

مقدار LSD جهت مقایسه میانگین های اثر متقابل برابر 3/5 می باشد.

1. مصرف و عدم مصرف کود سرک و آبیاری پس از 70، 90، 110 و 130 میلی متر تبخیر

رقم پیشتاز (رقمی زود رس و پا کوتاه) بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد و ارقام امید (دیررس و پا بلند)، سرداری و سبلان به ترتیب عملکرد کمتری را داشتند (جدول 2). موریس و پالسن [۱۶] نیز گزارش نمودند که ارقام پابلند در مقایسه با ارقام پاکوتاه در مقادیر بالاتر کود ازت عملکرد کمتری تولید می کنند و علت آن خوابیدگی ساقه در ارقام پابلند است. به طور کلی در ارقام پاکوتاه و زودرس بیشتر مواد غذایی صرف تشکیل دانه می شود و عملکرد افزایش می یابد، اما در ارقام پابلند و دیر رس بخش عمده ای از ذخیره گیاهی صرف تولید بخش رویشی گیاه گردیده و عملکرد کاهش پیدا می کند [7]. قابل ذکر است که اگر مصرف کود نیتروژن در ارقام پابلند باعث

خواهیدگی نشود، عملکرد ارقام پابلند نیز افزایش می یابد، خصوصاً اینکه بیشتر بودن نیتروژن در قسمت‌های رویشی ارقام پابلند باعث افزایش دوام سطح فتوسنتز کننده در زمان پر شدن دانه می شود. اگر چه انتظار می رود که ارقام دیررس عملکرد بیشتری داشته باشند، ولی در شرایط تنش ژنوتیپ هایی که بتوانند دوره رشد خود را سریع تر تکمیل کنند، در مرحله پر شدن دانه با کمبود رطوبت کمتری مواجه خواهند بود و از عملکرد بالاتری برخوردار می باشند [۲].

با توجه به جدول 1 معلوم می گردد که اثر محیط 17/5، اثر ژنوتیپ 2/8 و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط 26/5 درصد از مجموع مربعات کل را شامل می شوند. بنابراین سهم اثر متقابل ژنوتیپ و محیط در عملکرد از سهم اثرات اصلی محیط و ژنوتیپ بیشتر است و ژنوتیپ ها عکس العمل متفاوتی در محیط های مختلف از نظر عملکرد دارند. دهلرت و همکاران [۱۲] نیز اظهار داشتند که برای صفت عملکرد همواره اثر متقابل ژنوتیپ و محیط بالاترین سهم را در بیان تغییرات کل دارا می باشند.

جدول 6. میانگین های اثر متقابل ژنوتیپ و محیط برای عملکرد دانه (تن در هکتار)

رقم	روشن	امید	فلات	پیش‌تاز	داراب	خزر	سبلان	الوند	سرداری	مغان 1
کود و 70	۸/۶۱	۸/۲۳	۹/۲۰	۱۱/۳۱	۸/۸۰	۱۱/۴۶	۶/۶۸	۱۰/۲۳	۷/۵۶	۱۰/۰۰
بدون کود و 70	۷/۸۸	۶/۶۹	۸/۶۱	۹/۹۳	۹/۰۲	۱۰/۰۱	۸/۴۷	۱۰/۵۲	۷/۹۰	۹/۱۴
کود و 90	۷/۹۲	۷/۰۷	۹/۳۵	۸/۷۵	۹/۱۸	۸/۵۱	۸/۷۱	۸/۸۰	۶/۶۲	۱۰/۲۲
بدون کود و 90	۷/۴۵	۶/۲۵	۸/۷۶	۸/۸۱	۸/۲۴	۷/۶۱	۸/۵۵	۸/۸۴	۵/۸۲	۱۰/۰۰
کود و 110	۷/۹۳	۵/۵۱	۸/۷۸	۹/۸۸	۷/۵۱	۸/۲۳	۵/۷۵	۵/۹۴	۵/۵۳	۱۱/۲۳
بدون کود و 110	۷/۸۷	۶/۳۰	۸/۹۴	۸/۶۷	۸/۶۸	۷/۶۰	۵/۵۳	۵/۵۹	۶/۶۴	۶/۷۵
کود و 130	۷/۸۰	۶/۸۳	۸/۴۱	۸/۰۰	۹/۰۸	۶/۹۴	۵/۰۴	۶/۱۲	۶/۴۴	۸/۰۶
بدون کود و 130	۶/۲۱	۶/۰۹	۶/۸۶	۸/۸۳	۷/۹۸	۷/۴۵	۶/۵۳	۷/۴۷	۷/۹۹	۷/۴۳

مقدار LSD جهت مقایسه میانگین های اثر متقابل برابر 1/66 می باشد.

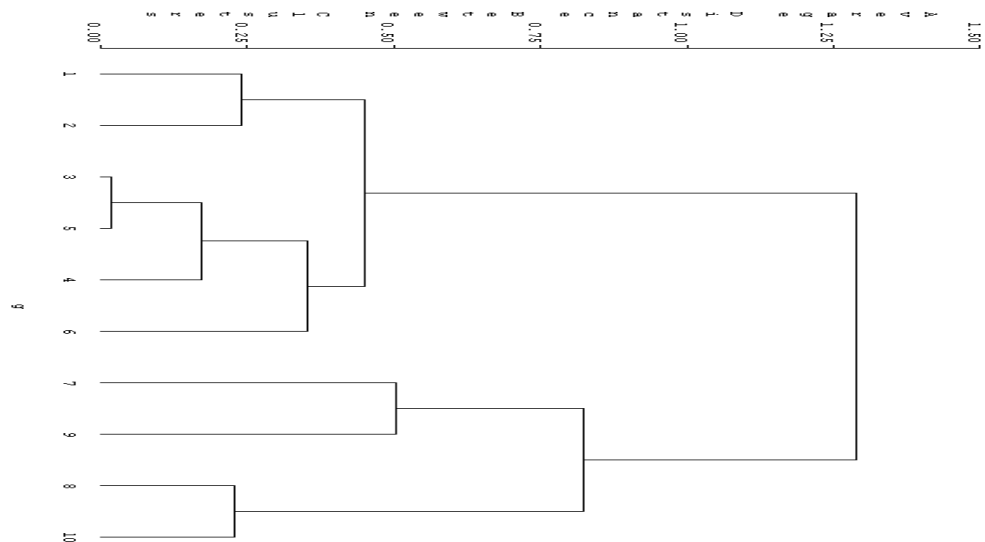
1. مصرف و عدم مصرف کود سرک و آبیاری پس از 70، 90، 110 و 130 میلی متر تبخیر

پارامتر پایداری اکووالانس ریک (W_i^2) در جدول 7 آورده شده است. تجزیه خوشه ای ارقام بر اساس اکووالانس و میانگین عملکرد (شکل های 1 و 2) آنها را به پنج گروه تقسیم کرد. در گروه اول ارقام امید و روشن قرار گرفتند که کمترین اکووالانس را داشتند و عملکرد آنها کمتر از متوسط بود. ارقام این گروه دارای سازگاری عمومی ضعیفی هستند. در گروه دوم ارقام پیشتاز، فلات، داراب و خزر جای گرفتند که اکووالانس کم و عملکرد بالاتر از متوسط داشتند. ارقام این گروه نسبت به گروه قبلی پایدارترند، که در بین آنها رقم پیشتاز با کمترین اکووالانس و بالاترین میانگین عملکرد به عنوان رقم پایدار و با سازگاری مطلوب شناخته شد. رقم سرداری با اکووالانس در حد متوسط و عملکرد بسیار پایین گروه مجزایی به خود اختصاص داد، که می توان آن را رقمی ناپایدار معرفی کرد. رقم سبلان با اکووالانس بالا و عملکرد پایین نیز گروه مجزایی را تشکیل داد و به عنوان رقم با سازگاری به محیط های نامساعد شناخته می شود. ارقام مغان 1 و الوند با اکووالانس بسیار بالا و عملکرد نزدیک به متوسط گروه آخر را تشکیل دادند. این ارقام بیشترین سهم از اثر متقابل را به خود اختصاص دادند و به سبب داشتن عملکرد متوسط، به عنوان ارقام با سازگاری خصوصی با محیط های مطلوب شناخته شدند (شکل 2).

واریانس پایداری شوکلا (S_i^2) برای ارقام مختلف در جدول 7 آورده شده است. با توجه به اینکه در واقع اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا بیانگر سهم هر ژنوتیپ از مجموع مربعات اثر متقابل ژنوتیپ و محیط می باشند، تجزیه خوشه ای ژنوتیپ ها بر مبنای اکووالانس (شکل 2) و واریانس پایداری شوکلا (شکل 3)، دقیقاً گروه بندی یکسانی را نشان دادند که با نتایج دیگر تحقیقات مطابقت می کند [۱۰، ۳، ۱]. بر این اساس ارقام امید، روشن و پیشتاز با کمترین واریانس پایداری پایدارترین ارقام بودند و ارقام مغان 1 و الوند با بیشترین واریانس پایداری، ناپایدار بودند.

جدول 7. عملکرد دانه و پارامترهای پایداری اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا برای ارقام مختلف گندم

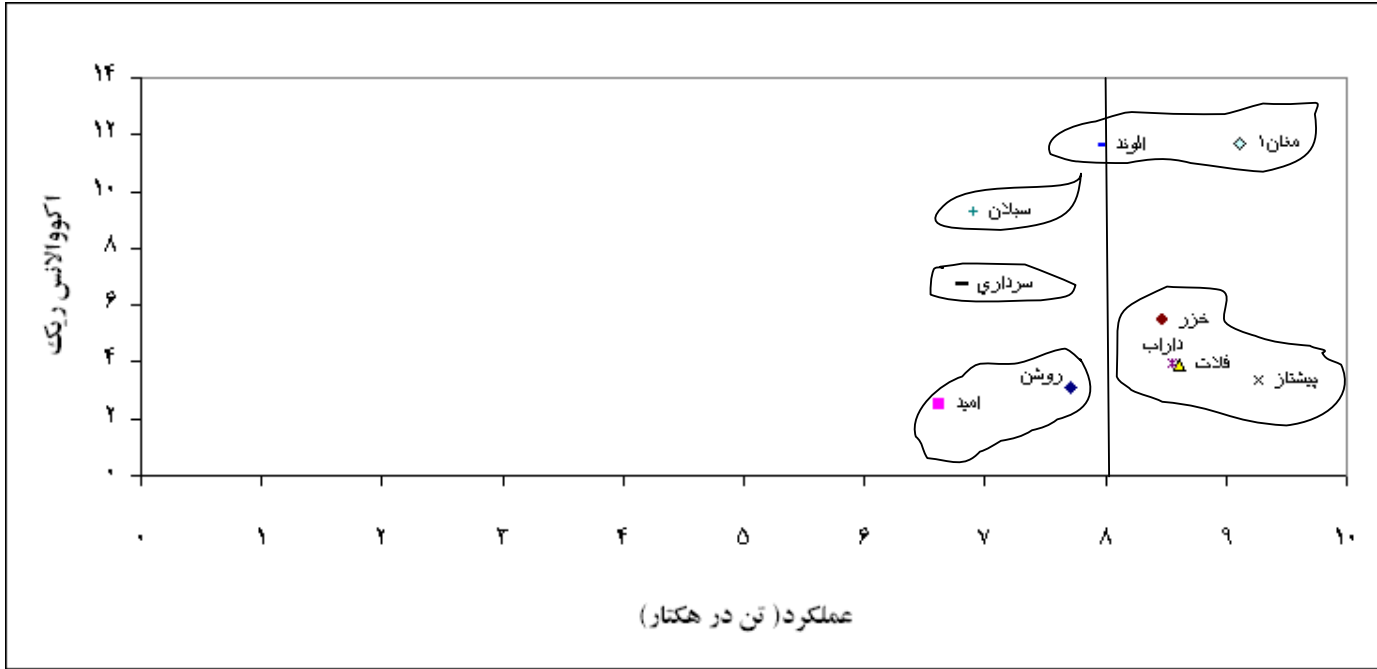
رقم	میانگین عملکرد (تن در هکتار)	اکووالانس ریک	واریانس پایداری شوکلا
روشن	۷/۷۱ e	۳/۱۳	۰/۱۹
امید	۶/۶ f	۲/۵۴	۰/۰۸۶
فلات	۸/۶ bc	۳/۸۹	۰/۳۳
پیشتاز	۹/۲۷ a	۳/۳۸	۰/۲۴
داراب	۸/۶ bc	۳/۹۷	۰/۳۴
خزر	۸/۴۸cd	۵/۴۸	۰/۶۱
سیلان	۶/۹ f	۹/۳۰	۱/۲۹
الوند	۷/۹ de	۱۱/۶۲	۱/۷۱
سرداری	۶/۸ f	۶/۷۰	۰/۸۳
مغان 1	۹/۱ ab	۱۱/۶۶	۱/۷۱



شکل 1. تجزیه خوشه ای ارقام بر مبنای اکووالانس ریک و میانگین عملکرد

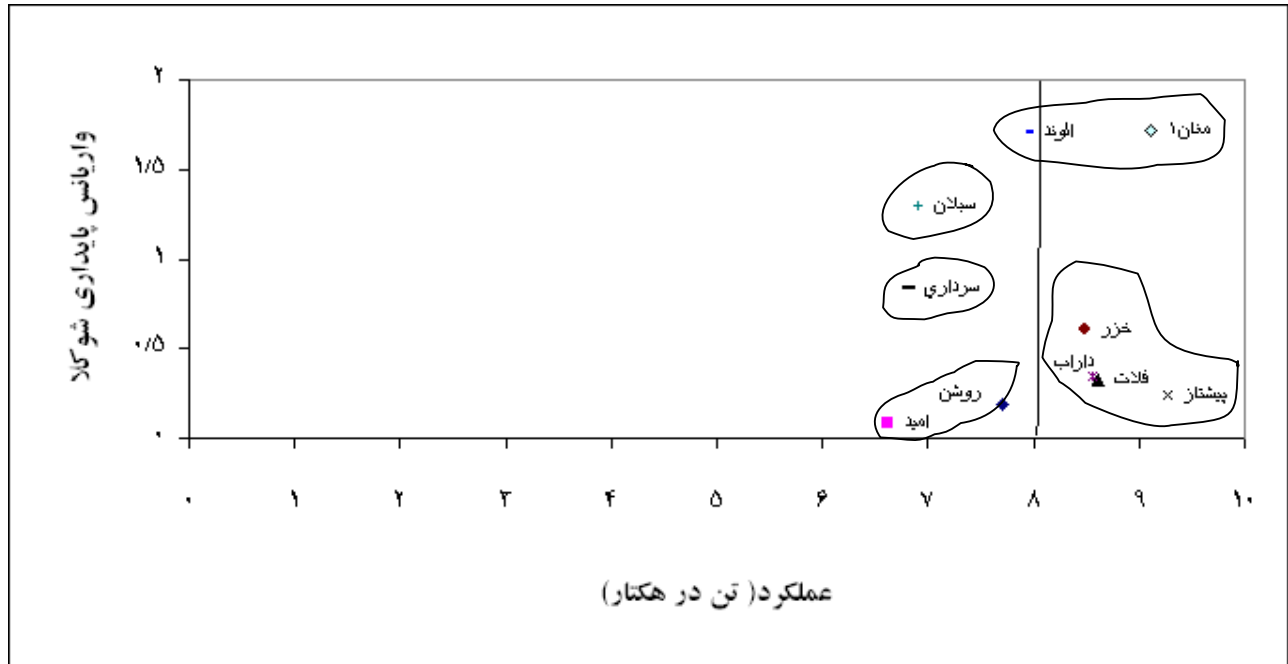
ارقام به ترتیب شماره عبارتند از : 1-روشن ، 2-امید ، 3-فلات ، 4-پیشتاز ، 5-داراب

6-خزر ، 7-سیلان ، 8-الوند ، 9-سرداری و 10-مغان 1



شکل 2. پراکنش ارقام بر اساس میانگین عملکرد و اکووالانس ریک

خطوط به هم پیوسته گروهبندی حاصل از تجزیه خوشه ای ارقام بر مبنای اکووالانس ریک و میانگین عملکرد را نشان می دهند .



شکل 3. پراکنش ارقام بر اساس میانگین عملکرد و واریانس پایداری شوکلا

خطوط به هم پیوسته گروه‌بندی حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام بر مبنای واریانس پایداری شوکلا و میانگین عملکرد را نشان می‌دهند.

نتیجه نهایی اینکه به جهت عملکرد متفاوت ارقام در محیط‌ها و شرایط مختلف، بررسی اثر متقابل ژنوتیپ و محیط جهت تولید ارقام اصلاح شده برای اهداف یا مناطق خاص کاملاً ضروری می‌باشد و روش‌های متنوع تجزیه پایداری مانند اکووالانس ریک و واریانس پایداری شوکلا در راستای مطالعه ثبات و پایداری عملکرد ژنوتیپ‌ها و انتخاب ژنوتیپ‌های پایدارتر مفید و موثر می‌باشند.

منابع

- [۱] چوگان، ر.، 1378. بررسی پایداری عملکرد هیبریدهای ذرت دانه ای با استفاده از معیارهای مختلف پایداری، *نشریه نهال و بذر*، 15: 170-183.
- [۲] راشد محصل، م.، م. حسینی، م. عبدی و ع. ملافیلابی، 1376. *زراعت غلات* (ترجمه)، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.
- [۳] روستایی، م.، م. مقدم و س. محفوظی، 1375. مقایسه روشهای برآورد پارامترهای پایداری برای انتخاب در ارقام پایدار و پر محصول گندم و جو دیمزارهای ایران، *چکیده مقالات چهارمین کنگره علوم زراعت و اصلاح نباتات ایران*، دانشگاه صنعتی اصفهان، ص 252.
- [۴] کریمی، م.، 1366. *آب و هوای منطقه مرکزی ایران*، انتشارات جهاد دانشگاه صنعتی اصفهان. ص 97.

- [5] Ali Hussein, M., A. Bjornstad and A. H. Astveit. 2000. SAS G×E STAB: A SAS program for computing genotype * environment stability statistics. *Agron. J.* 92:454-459.
- [6] Allard, R. W. and A. D. Bradshaw. 1964. Implications of genotype – environment interactions in applied plant breeding. *Crop Sci.* 4: 503-508.
- [7] Arzani, A. 2002. Grain quality of durum wheat germplasm as affected by heat and drought stress at grain filling period. *Wheat Inf. Serv.* 94:9- 14.
- [8] Boquet, D. J. and C. C. Johnson. 1978. Fertilizer effects on yield, grain composition and foliar disease of double crop soft red winter wheat. *Agron. J.* 79: 135- 171.
- [9] Camberato, J. J. and B. R. Bock. 1990. Spring wheat response to enhanced ammonium supply. I. Dry matter and nitrogen content. *Agron. J.* 82: 463- 467.
- [10] Chapman, V., T. E. Miller and R. Riley. 1976. Equivalence of the A genome of bread wheat. *Gent. Res.* 27: 69-70.
- [11] Crossa, J. 1990. Statistical analysis of multilocational trails. *Adv. Agron.* 44: 55-58.

- [12] Dohlert, D. C., M. S. McMullen and J. I. Hammond. 2001. Genotype and environmental effects on grain quality of oat grown in North Dakota. *Crop Sci.* 41: 1066- 1072.
- [13] Fisher, R. A. 1925. Statistical methods for research workers, Oliver and Boyd. P. N. Fox and A. A. Rosielle. Reference sets of genotypes and selection for yield in unpredictable environments. *Crop Sci.* 22: 1171-1175.
- [14] Meneal, F. H. and D. J. Davis. 1954. Effect of nitrogen fertilization on yield, culm number and protein content of certain spring wheat varieties. *Agron. J.* 46: 357- 378.
- [15] Moghaddam, M., B. Ehdaie and J. H. Waines. 1997. Genetic variation and interrelationships of agronomic characters in land races of bread wheat from southern Iran. *Euphytica* 95: 361- 369.
- [16] Morris, C. F. and G. M. Paulsen. 1985. Development of hard winter wheat after anthesis as affected by nitrogen nutrition. *Crop Sci.* 25: 1007-1010.
- [17] Rohde, C. R. 1963. Effect of nitrogen fertilization on yield, component of yield and other agronomic characteristics in winter wheat. *Agron. J.* 55: 455- 458.
- [18] Roy, N. N. and B. R. Murty. 1970. A selection procedure in wheat for stress environment. *Euphytica* 19: 509- 521.
- [19] Shah, S. A., S. A. Harison, D. J. Boquet, C. Colyer and S. H. Moore. 1994. Management effects on yield components of late planted wheat. *Crop Sci.* 34: 1298- 1303.
- [20] Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspect of partitioning genotype environment components of variability. *Heredity* 29: 237-245.
- [21] Spierts, J. H. J. and N. M. Devos. 1983. Agronomical and physiological aspects of the role of nitrogen in yield formation of cereals. *Plant and Soil.* 75: 379- 391.
- [22] Vargas, M. J., F. A. Crossa, K. D. Van Eeuwijk, K. Sayre and M. P. Reynolds. 2001. Interpreting treatment * environment interaction in agronomy trials. *Agron. J.* 93: 949-960.
- [23] Villareal, R. L., A. Bonados and M. Razi. 1997. Agronomic performance of related durum wheat stocks possessing the chromosome substitution TIBL. *Crop Sci.* 37: 1735-1740.
- [24] Weleh, L. F., P. E. Johnson, J. W. Pendleton and B. Miller. 1966. Efficiency of fall versus spring applied nitrogen for winter wheat. *Agron. J.* 58: 271- 274.
- [25] Wricke, G. 1962. Uber eine methode zur erfassung der okologischen stereubreite in Feldversuchen. *Z. Pflanzenzuecht* 47: 92- 96.
- [26] Wright, A. J. 1971. The analysis and prediction of some two factor interactions in grass breeding. *J. Agric. Sic. Camb.* 76: 301-306.

- [27] Zebarth, B. J. and R. W. Sheard. 1992. Influence of rate and timing of nitrogen fertilization on yield and quality of hard red winter wheat in Ontario. *Can. J. Plant Sci.* 72: 13- 19.