

مطالعه روش‌های پایداری ناپارامتری در ۲۸ ژنوتیپ گندم نان در برخی مناطق گرمسیری

مهران خاکی^۱، علیرضا فخر واعظی^۲، وحیده علی پور استخری^۳، رضا نوروزی^۴

۱- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

۲- مربی پژوهشی، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

۳ و ۴- کارشناس پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.

* ایمیل نویسنده مسئول: m.khaki@areeo.ac.ir

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۲۲ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۴)

چکیده

مطالعه اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و پایداری عملکرد گندم نان (*Triticumaestivum*) با ساختار ژنتیکی متفاوت و انتخاب ژنوتیپ‌های پایدار و پر محصول در ۲۸ ژنوتیپ گندم نان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در ایستگاه‌های تحقیقاتی به مدت دو سال (۹۵-۹۶ و ۹۴-۹۵) مورد ارزیابی قرار گرفت. مقایسه و استفاده از روش‌های پایداری غیر پارامتری از اهداف مطالعه بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب ANOVA در سطح احتمال یک درصد معنی‌داری حاکی از واکنش متفاوت ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف را نشان داد. براساس نتایج حاصل از دو آماره ناپارامتری نثار و هان S_1 و S_2 ژنوتیپ‌های ۱۶، ۲۵، ۲۷، ۱۵ با مقادیر پایین به عنوان پایدارترین ژنوتیپ و در دو معیار پایداری S_6 و S_3 ژنوتیپ‌هایی با کمترین مقدار به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها، ۱۵، ۱۶، ۲۷ شناخته شدند. همچنین نتایج نشان داد، همبستگی بالای آماره S با عملکرد دانه و سایر روش‌های پایداری غیرپارامتری با میانگین عملکرد همبستگی مثبت ندارند که یک مفهوم استاتیک را نشان می‌دهد. با بررسی معیارهای NP_1 ، NP_2 ، NP_3 ، NP_4 مشاهده می‌شود که ژنوتیپ شماره ۲۷ در هر چهار معیار به عنوان ژنوتیپ پایدار معرفی شد. نتایج حاصل از تجزیه مولفه اصلی PC و تجزیه و تحلیل همبستگی آماری و عملکرد پایداری غیر پارامتری نشان داد که رتبه بندی برای انتخاب همزمان برای عملکرد و ثبات بالا مفید است.

واژه‌های کلیدی: اثرات متقابل، ژنوتیپ محیط، گندم نان، پایداری، روش‌های ناپارامتری

مقدمه

روش‌های ناپارامتری مزایایی نسبت به پایداری پارامتری دارد، حذف یک ژنوتیپ یا اضافه کردن ژنوتیپ تغییری در نتایج ایجاد نمی‌کند. روش‌های پارامتریک با فرض توزیع و یکنواختی واریانس صورت می‌گیرد، در ناپارامتری نیازی به مفروضات اولیه تجزیه واریانس نیست، بر مبنای درجه بندی صورت می‌گیرد که شامل روش‌های رتبه بندی است و بر اساس داده‌های اندازه‌گیری نیست. از طرفی توزیع صفت یا خصوصیات مورد مطالعه در جامعه مشخص می‌باشد. در روش‌های غیر پارامتری ژنوتیپی که رتبه‌اش در محیط‌های گوناگون ثابت باشد پایدار است. هان و نصار، چهار روش پایداری غیر پارامتری را پیشنهاد کردند، میانگین اختلافات رتبه را S_1 که اختلافات ناشی از رتبه را اندازه‌گیری می‌کند و واریانس رتبه را با S_2 که انحراف استاندارد را برای رتبه‌های ژنوتیپ در محیط مورد نظر نشان می‌دهد، انتخاب بر اساس معیار S_3 پایداری و عملکرد ارقام بالا را نشان می‌دهد. معیار S_6 شبیه معیار S_3 فقط طریقه محاسبه آن متفاوت است. کنگ (Kang, 1988) از روش‌های ناپارامتری مجموع - رتبه که ترکیبی از روش‌های واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972) و عملکرد است به عنوان شاخص انتخاب استفاده کرد. در این روش ژنوتیپ‌های با بیشترین عملکرد رتبه یک و ژنوتیپ‌هایی با کمترین واریانس پایداری رتبه یک دریافت می‌کنند، به همین ترتیب ژنوتیپ‌ها رتبه‌بندی و رتبه‌های عملکرد و واریانس پایداری برای هر ژنوتیپ جمع می‌شود، ژنوتیپ‌های با کمترین مجموع رتبه به عنوان مطلوب‌ترین ژنوتیپ انتخاب می‌شوند. معیار

ناپارامتری، در این روش رتبه‌بندی بر اساس عملکرد ژنوتیپ‌ها در هر مکان صورت می‌گیرد و سپس بر اساس در صد قرارگیری ژنوتیپ‌ها در بالا، متوسط و پائین شاخص‌های برتری ناپارامتری فاکس با سه پارامتر TOP، MID، LOW توصیف می‌شوند (Fox et al., 1990)، شاخص برتری ناپارامتری TOP که در آن درصد قرارگیری ژنوتیپ‌ها برتر در بین ژنوتیپ مورد مطالعه، هر چه مقدار پارامتر TOP یک ژنوتیپ بیشتر باشد، میزان پایداری و مطلوبیت آن نیز بیشتر است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار، با استفاده از ۲۸ ژنوتیپ گندم، ۲۶ لاین با ۲ شاهد در طی سالهای ۹۵-۹۶ و ۹۵-۹۶ در مزرعه تحقیقاتی اهواز، داراب، دزفول، ایرانشهر، زابل و خرم‌آباد انجام گردید. پس از یادداشت برداری محاسبات آماری مقدماتی شامل آزمون بارتلت به منظور بررسی یکنواختی واریانس اشتباهات آزمایشی و تجزیه واریانس مرکب برای تعیین اثرات اصلی (سال، مکان و ژنوتیپ) اثرات متقابل دو جانبه (سال × مکان، ژنوتیپ × مکان) و اثرات متقابل سه جانبه (ژنوتیپ × سال × مکان) بر روی داده‌ها انجام گرفت. عملکرد دانه و اجزای آن از جمله عملکرد دانه و سنبله، عملکرد بیولوژیک، وزن هزار دانه، ارتفاع بوته، طول سنبله و طول ریشه مورد بررسی قرار گرفت. جهت محاسبه پایداری به روش ناپارامتری با استفاده از روش‌های میانگین رتبه و انحراف معیار رتبه (Ketata, 1988) معیارهای هان (Huehn, 1979) نصار و هان (Nassar & Huehn, 1987) تنارازو (Thennarasu, 1995) مجموع رتبه

اندازه می‌گیرد، و مشابه آن پایداری بیولوژیکی را نشان می‌دهد. واریانس رتبه

$$S_i^{(2)} = \sum_{j=1}^n (r_{ij}^* - \bar{r}_{i.}^*)^2 / (n-1)$$

$S_i^{(2)}$ پارامتری است که انحراف استاندارد را برای رتبه‌های یک ژنوتیپ نشان می‌دهد.

آزمون آماره‌های S_i^1 و S_i^2 توسط هان و نصار (Nassar, & Huehn, 1987) به صورت زیر پیشنهاد شده است. برای کلیه ژنوتیپ‌هایی که پایداری یکسان هستند از آزمون معنی دار شدن بر مبنای توزیع نرمال استفاده کرد.

$$Z_i^{(m)} = \frac{[S_i^{(m)} - E(S_i^{(m)})]^2}{Var[S_i^{(m)}]}$$

$$S^{(m)} = \sum_{i=1}^I Z_i^{(m)}, m=1, 2$$

Z_i و S^m دارای توزیع تقریبی آماره X^2 با درجه آزادی یک می‌باشند.

$$E(S_i^{(m)}) \text{ میانگین } S_i^{(c)}, \text{ واریانس } S_i^{(m)}$$

روش هان (۱۹۷۹):

$$r_{ij} S_i^{(6)} = \frac{\sum_{j=1}^n |r_{ij} - \bar{r}_{i.}|}{\bar{r}_{i.}} \quad S_i^{(3)} = \frac{\sum_{j=1}^n (r_{ij} - \bar{r}_{i.})^2}{\bar{r}_{i.}}$$

ژنوتیپ $\bar{r}_{i.}$ در محیط $\bar{r}_{i.}$ و میانگین رتبه ژنوتیپ $\bar{r}_{i.}$ می‌باشد.

انتخاب بر اساس معیار $S_i^{(3)}$ پایداری و عملکرد ارقام بالا را نشان می‌دهد. معیار $S_i^{(6)}$ شبیه معیار $S_i^{(3)}$ فقط طریقه محاسبه آن متفاوت است.

کنگ (Kang, 1988) و تکنیک‌های طبقه بندی (Fox et al., 1990). ژنوتیپ‌های مورد استفاده ۱- چمران ۲- پیشتاز ۳- آتیلا ۴- کایوز/ لیوکو ۵- ایرینا ۶- بی کارد می‌باشد. معرفی گندم‌های برتر به کشاورزان مستلزم پذیرش توسط آنان بوده که کشاورزان با ارقام معرفی شده به سازگاری و پایداری عملکرد برتر و مطلوب‌تری نسبت به ارقام بومی داشته باشند. لذا در برنامه‌های به نژادی موسسه تحقیقات کشاورزی از ارقامی استفاده می‌کنند که از توده‌های بومی کشور و قابل ارائه به مناطق مختلف باشند. از نرم افزارهای Excel به منظور انجام محاسبات ساده‌تر بر روی داده‌ها و نقل و انتقال داده‌ها استفاده گردید. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم افزارهای SPSS، SAS استفاده شد.

روش‌های هان و نصار (۱۹۸۷):

میانگین اختلافات رتبه را S_i^1 که اختلافات ناشی از رتبه را اندازه‌گیری می‌کند و واریانس رتبه را با S_i^2 که انحراف استاندارد را برای رتبه‌های ژنوتیپ در محیط مورد نظر نشان می‌دهد، برای محاسبه S_i^1 و S_i^2 ابتداء باید مقادیر X_{ij} که عبارتند از ارزش فنوتیپی می‌باشد باید تبدیل و تصحیح شود زیرا تفاوت‌های بین ژنوتیپ‌ها بر روی اندازه پایداری آمارها اثر می‌گذارد و ممکن است باعث تفاوت در ژنوتیپ‌ها شود.

$$X_{ijk}^* = X_{ijk} - \left(\bar{X}_{i00} - \bar{X}_{000} \right)$$

$$S_i^{(1)} = 2 \sum_{j=1}^{n-1} \sum_{j'=j+1}^n |r_{ij}^* - r_{ij'}^*| / [n(n-1)]$$

میانگین اختلاف رتبه S_i^1 مفهوم واریانس محیطی را دارد، در واقع اختلاف رتبه i را روی تمام محیط‌ها

معیار ناپارامتری تنارازو:

تنارازو (۱۹۹۵) از چهار پارامتر پایداری زیر برای تجزیه ناپارامتری پایداری استفاده نمود (Thennarasu, K. 1995).

$$NP_i^{(1)} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |r_{ij}^* - M_{di}^*|$$

$$NP_i^{(2)} = \frac{1}{n} \left[\sum_{j=1}^n |r_{ij}^* - M_{di}^*| / M_{di} \right]$$

$$NP_i^{(3)} = \frac{\sqrt{\sum (r_{ij}^* - \bar{r}_{i.}^*)^2 / n}}{\bar{r}_{i.}}$$

در روابط:

r_{ij}^* رتبه عملکرد تصحیح شده، χ_{ij}^* ، $\bar{r}_{i.}^*$ ، M_{di}^* ، میانگین رتبه های تصحیح شده ژنوتیپ i ام.

$\bar{r}_{i.}$ ، M_{di} میانگین رتبه تصحیح نشده ژنوتیپ i ام.

معیار مجموع رتبه

این روش‌ها بر مبنای رتبه ژنوتیپ‌ها در محیط است. پایداری رتبه به معنی مقاومت محیطی یا قابلیت ژنوتیپ برای ثابت ماندن در محیط‌های مختلف است. (Huehn, 1979) اگر رتبه آن در محیط‌های مختلف یکسان باشد دارای پایداری است. معیار مجموع رتبه کنگ (۱۹۸۸) یک معیار ناپارامتری است که ترکیبی از واریانس پایداری شوکلا (Shukla, 1972) و میانگین عملکرد ژنوتیپ بوده که به عنوان شاخص انتخاب استفاده می‌شود (Kang, 1991).

نتایج و بحث

روش‌های ناپارامتری تجزیه پایداری هان، نصار و هان و تنارازو رتبه بندی طبقه بندی شده فاکس و

همکاران و مجموعه رتبه کنگ، می‌باشند. آماره‌های ناپارامتری مورد مطالعه برای گزینش ژنوتیپ‌های پایدار در جدول ۲ ارائه شده است، معیار پیشنهادی هان (Huehn, 1979) نصار و هان (Nassar, & Huehn, 1989) تنارازو (Thennarasu, 1995) روش رتبه بندی فاکس و همکاران (Fox et al., 1990)، روش مجموع رتبه کنگ (Kang, 1993) می‌باشد. مجموع Z_1 برابر ۳۰/۴۹۲ و مجموع Z_2 برابر ۲۶/۴۳۹، با توجه به اینکه مجموع Z_1 و Z_2 کمتر از مقدار X^2 (5%df=41.3) است بنابراین اختلاف معنی داری از نظر Z_1 و Z_2 در پایداری رتبه ۲۸ ژنوتیپ مورد مطالعه مشاهده نگردید.

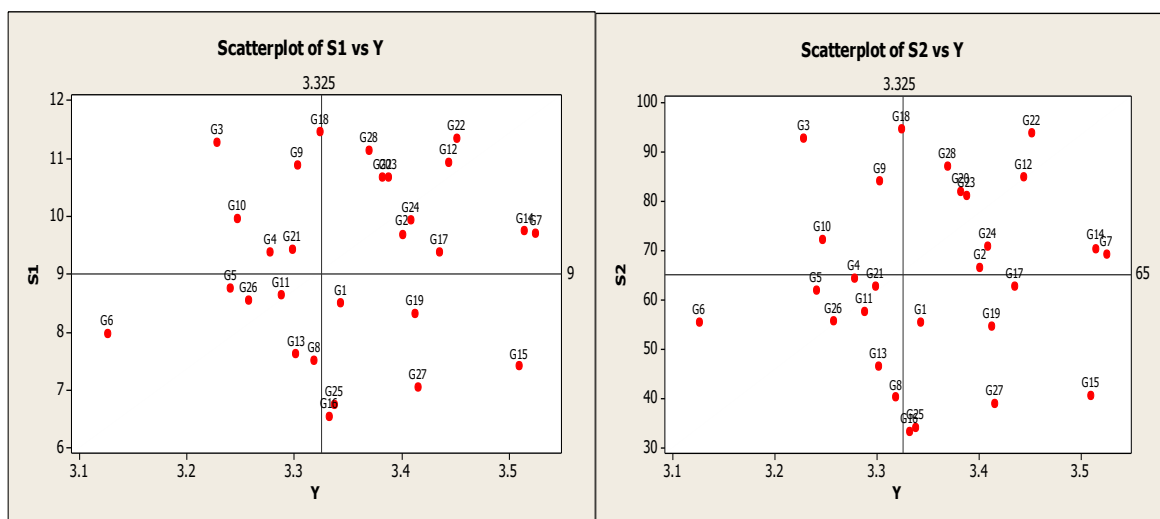
برای آزمون پایداری Z_1 و Z_2 صورت انفرادی برای هر ژنوتیپ توسط هان و نصار (۱۹۸۷) پیشنهاد گردید در بررسی انفرادی مقادیر Z مشاهده گردید که ژنوتیپ شماره ۱۶ به طور معنی داری ناپایدار هستند زیرا این ژنوتیپ از مقدار Z بالاتری در مقایسه X^2 جدول (5%df=3.84) برخوردار هستند. براساس نتایج حاصل از دو آماره ناپارامتری نصار و هان S_1S_2 شکل ۱ ژنوتیپ‌های ۱۶، ۲۵، ۲۷، ۱۵ با داشتن مقادیر پایین S_1S_2 و عملکرد بالاتر از میانگین عملکرد کل به عنوان پایدارترین ژنوتیپ انتخاب شدند. از آنجایی که آماره های ناپارامتری بر اساس رتبه ژنوتیپ‌ها در تمام محیط‌ها می‌باشند، بنابراین ژنوتیپ‌هایی با تغییرات کمتر از رتبه به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار تر شناسایی می‌شوند (Becker, & Leon, 1988) ژنوتیپ‌های ۱۳ و ۶ با داشتن مقادیر پایینی S_1S_2 عملکرد پایین از متوسط عملکرد به عنوان ژنوتیپ پایدار شناخته نشدند. ژنوتیپ‌هایی که عملکرد بالایی از میانگین عملکرد

۴- ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل و مقادیر پایین S_1 در ناحیه چهارم قرار دارند. تنها ناحیه اول برای توصیه ژنوتیپ‌های مطلوب و پایدار می باشند. توزیع پراکنش ژنوتیپ‌های S_2 در شکل ۱ مشابه توزیع پراکنش ژنوتیپ‌ها S_1 می باشند با توجه به شکل‌ها ژنوتیپ ۱۵، ۱۹، ۱، ۲۵، ۱۶، ۲۷ به عنوان پایدارترین ژنوتیپ می باشد که در ناحیه اول واقع هستند. در ناحیه دوم که نشان دهنده حساسیت بیشتر ژنوتیپ‌ها به تغییرات محیطی بوده و عملکرد بالایی در محیط‌های با شرایط مناسب دارند، ژنوتیپ‌های ۲، ۱۷، ۱۴، ۷، ۲۴، ۱۲، ۲۲، ۲۸، ۲۰، ۲۳ قرار دارند. در ناحیه سوم ژنوتیپ‌های ۱۸، ۹، ۱۰، ۳، ۴، ۲۱ قرار دارد و در گروه ارقام پایدار قرار نگرفت، در ناحیه چهارم ژنوتیپ‌های ۸، ۱۳، ۱۱، ۲۶، ۵، ۶ قرار دارند. در دو معیار پایداری S_3S_6 ژنوتیپ‌هایی با کمترین مقدار به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته می شوند (Kaya, & Taner, 2003) ژنوتیپ‌های ۱۵، ۱۶، ۲۷ پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته می شوند. ژنوتیپ‌های ۱۵، ۱۶، ۲۷ با مراجعه به شکل ۱ با داشتن کمترین مقدار آماره های S_3S_6 پایدارترین ژنوتیپ‌ها معرفی می شوند.

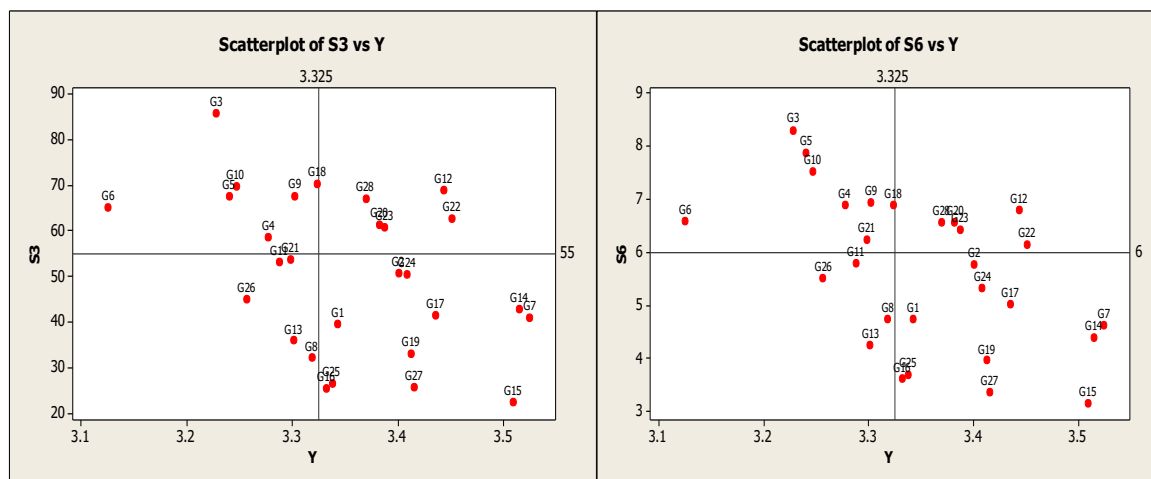
و مقادیر بالایی S_1 باشند حساسیت بلایی به تغییرات محیط بوده و در نتیجه عملکرد بسیار بالایی در محیط های مناسب دارند که ژنوتیپ‌هایی ۲۰، ۲۲، ۲۴، ۲۸ بودند. ژنوتیپ شماره ۲ با مقادیر بالایی S_1S_2 و میانگین عملکرد کمتر از میانگین عملکرد کل در گروه ارقام پایدار قرار نمی گیرد. با توجه به میانگین و واریانس آماره های S_1S_2 می توان گفت ژنوتیپ‌هایی با مقادیر کمتر از میانگین ۹/۲۴؛ در گروه ارقام پایدار قرار دارند و مقادیر بیشتر از میانگین در گروه ارقام نا پایدار قرار دارند دقت آماره S_1 بیشتر S_2 است، مقدار واریانس و میانگین این دو آماره S_1S_2 و محاسبه ضریب تغییرات آنها می توان گفت دقت آماره S_1 در انتخاب ژنوتیپ پایدار بیشتر S_2 است زیرا امید ریاضی S_1 بزرگتر S_2 و واریانس S_1 کوچکتر از واریانس S_2 است، لذا S_2 حساس تر و دقیق از S_2 است و احتمال معنی دار شدن بیشتر است. توزیع پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین S_1S_2 در شکل ۱ آمده است، چهار ناحیه در شکل قابل تشخیص است (Kaya, & Taner, 2003).

۱- ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل و مقادیر پایین S_1 در ناحیه اول قرار دارند.
۲- ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل و مقادیر بالای S_1 در ناحیه دوم قرار دارند.
۳- ژنوتیپ‌هایی که دارای عملکرد بالاتر از میانگین کل و مقادیر بالای S_1 در ناحیه سوم قرار دارند.

خاکی و همکاران: مطالعه روش‌های پایداری نا پارامتری در ۲۸ ژنوتیپ گندم نان... ۵۵



شکل ۱- نمودار پراکنش میانگین عملکرد S_1 و S_2



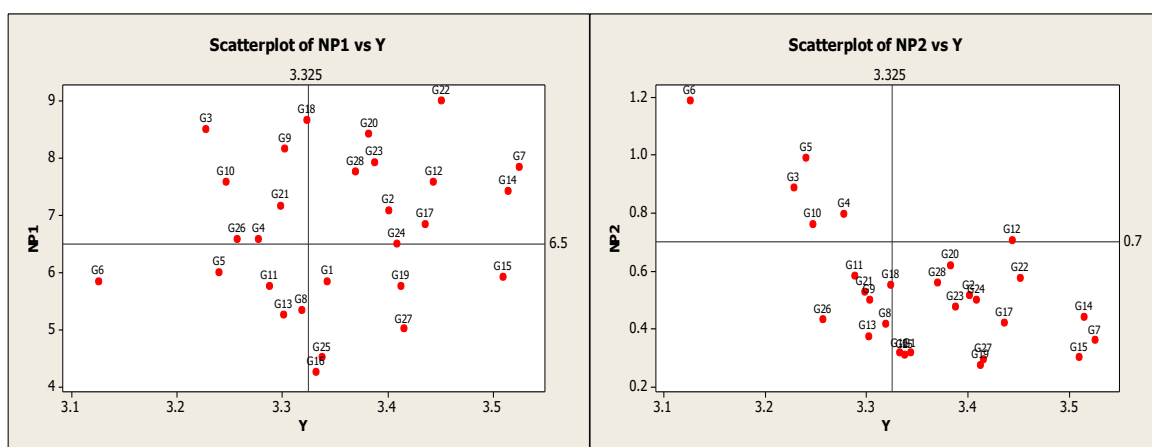
شکل ۲- نمودار پراکنش میانگین عملکرد S_3 و S_6

در بررسی معیار NP_4 ژنوتیپ‌های ۱۵، ۲۷، ۱۶، ۱۹ با کمترین مقدار به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها معرفی شدند و ژنوتیپ‌های ۳، ۵، ۱۰، ۶ به عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ شناخته شدند. با بررسی معیارهای NP_1 ، NP_2 ، NP_3 ، NP_4 مشاهده می‌شود که ژنوتیپ شماره ۲۷ در هر چهار معیار ژنوتیپ‌های شماره ۱۵، ۲۷، ۱۸ در سه معیار به عنوان ژنوتیپ پایدار معرفی شده‌اند، ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها بر اساس چهار معیار، ژنوتیپ‌های شماره ۳ در تمام معیارها و ژنوتیپ‌های ۳، ۵، ۶ در سه

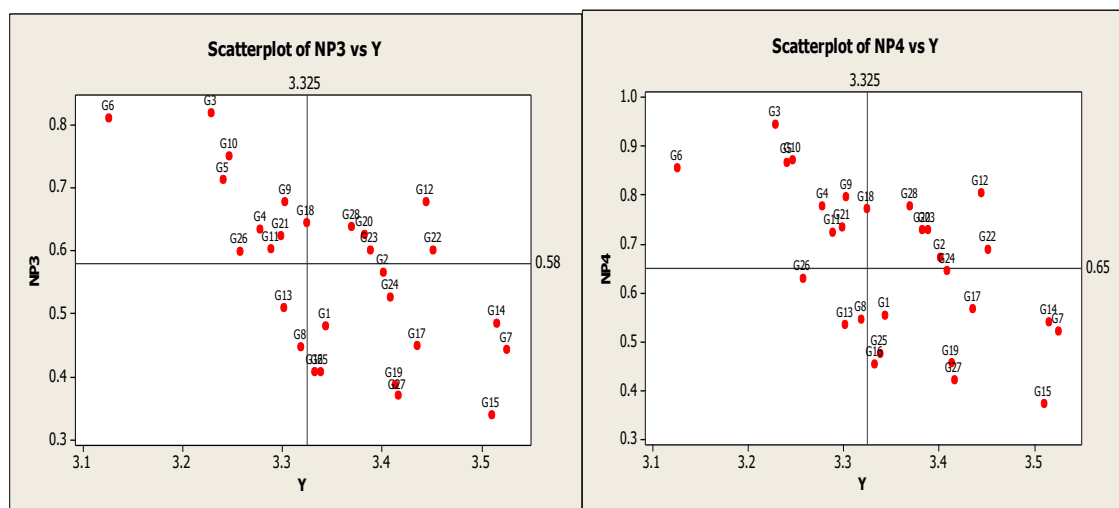
با توجه به جدول در بررسی معیار NP_1 ژنوتیپ‌های ۱۶، ۲۵، ۲۷، ۱۳ به ترتیب به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها شناخته شدند و ژنوتیپ‌های ۲۲، ۱۸، ۳، ۲۰ به عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ معرفی شدند، در بررسی معیار NP_2 ژنوتیپ‌های ۱۹، ۲۷، ۱۵، ۲۵ به عنوان پایدارترین ژنوتیپ‌ها معرفی شدند و ژنوتیپ‌های ۶، ۵، ۳، ۴ به عنوان ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها معرفی شدند. با بررسی معیار NP_3 پایدارترین ژنوتیپ‌ها ۱۵، ۱۹، ۲۷، ۱۶ و ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها ۳، ۶، ۱۱، ۵ شناخته شدند،

شده‌اند، توزیع پراکنش ژنوتیپ‌ها در شکل ۳ نشان می‌دهد که ژنوتیپ‌های ۲؛ ۱۶؛ ۲۷ در ناحیه اول؛ ژنوتیپ‌های ۲۸؛ ۲۰؛ ۱۴ در ناحیه دوم؛ ژنوتیپ‌های ۹؛ ۱۰؛ ۴ در ناحیه سوم؛ ژنوتیپ‌های ۶؛ ۵؛ ۱۱ در ناحیه چهارم قرار دارند، نتیجه اینکه در آماره‌های ناپایداری هان و نصار ژنوتیپ‌های پایدار بر اساس این روش‌ها از عملکرد بالایی برخوردار نیستند و جزء مفهوم ایستایی هستند.

معیار به عنوان ژنوتیپ ناپایدار شناسایی شدند. ژنوتیپ‌های شماره ۲۲، ۱۶ که عملکرد بالایی داشتند به عنوان ژنوتیپ ناپایدار معرفی شدند، توزیع پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس میانگین و NP_1 ، NP_2 ، NP_3 ، NP_4 در شکل ۳ و ۴ آورده شده است، چهار ناحیه قابل مشاهده است، ژنوتیپ‌هایی با عملکرد بالا و مقادیر پایین NP_1 در ناحیه اول قرار دارند که به عنوان ژنوتیپ‌های پایدار معرفی



شکل ۳- نمودار پراکنش میانگین عملکرد NP_1 و NP_2



شکل ۴- نمودار پراکنش میانگین عملکرد NP_3 و NP_4

درصد قرارگیری ژنوتیپ‌های برتر در بین ژنوتیپ مورد مطالعه، ژنوتیپ شماره ۵، ۶ و ۸ پایدارترین ژنوتیپ‌ها در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه هستند زیرا هر چه مقدار پارامتر

شاخص‌های برتری ناپارامتری فاکس دارای سه پارامتر LOW ، MID ، TOP و مجموعه رتبه گنگ که در جدول ۲ آمده است، شاخص برتری ناپارامتری TOP که در آن

TOP یک ژنوتیپ بیشتر باشد میزان پایداری و مطلوبیت آن نیز بیشتر است، ژنوتیپ‌های ۱۹، ۱۴ و ۱۵ بر اساس آماره نا پارامتری TOP ناپایدارترین ژنوتیپ مورد مطالعه بودند. در مطالعه فوق آماره TOP همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد میانگین عملکرد نشان داد که در برخی مطالعات چنین نتیجه‌ای مشاهده شده است. براساس آماره نا پارامتری MID طبق جدول ۲ ژنوتیپ‌های ۳،۶،۱۰ و ۲۰ پایدارترین ژنوتیپ‌ها بودند، در آماره‌های نا پارامتری (Fox *et al.*, 1990) ژنوتیپ‌های پایداری معرفی شدند. نتایج ما در راستای نتایج تعداد زیادی از محققین و از جمله کنگ و پالم بود. آنها در بررسی‌های خود مشاهده کردند که روش‌های معیار مجموع رتبه و شاخص برتری لین و بینز با یکدیگر همبسته و دارای ارتباط مثبت و بالا با میانگین عملکرد بودند. بر اساس آماره‌های مجموع گنگ ژنوتیپ‌های پایدار کمترین مقدار مجموع رتبه را به خود اختصاص می‌دهند، که ژنوتیپ‌های ۷، ۱۵ و ۲۷ با کمترین مقدار رتبه به عنوان ژنوتیپ پایدار معرفی شدند. ناپایدارترین ژنوتیپ‌ها شماره ۳،۶ و ۱۰ که بیشترین مقدار رتبه را به خود اختصاص داده‌اند، معرفی می‌شوند.

خاکی و همکاران: مطالعه روش‌های پایداری نا پارامتری در ۲۸ ژنوتیپ گندم نان... ۵۷

جدول ۱- آماره‌های ناپارامتری پایداری برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان مورد مطالعه در شش محیط

ژنوتیپ	میانگین عملکرد	اماره های هان و نصار هان						اماره های تنارازو				طبقه بندی فاکس و همکاران			مجموعه رتبه گنگ
		$S_i^{(1)}$	$Z_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$Z_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	$NP_1^{(1)}$	$NP_1^{(2)}$	$NP_1^{(3)}$	$NP_1^{(4)}$	TOP	MID	LOW	RS
۱	۳/۳۴۳۵	۴۸۴۸/۸	۳۶۴۸۶/۰	۱۵۱۵/۵۵	۲۹۳۶۷/۰	۶۶۶/۳۹	۷۳۹۱۳/۴	۶/۸۹۳۳۳	۰/۳۱۴۲۹	۰/۴۸۰۲۳	۰/۵۵۳۳۶	۱۴	۶	۸	۱۲
۲	۳/۴۱۰۳	۶۱۱۸/۹	۰۶۵۸۵/۰	۴۴۷۰/۶۶	۰۰۴۱۳/۰	۶۹۹/۵۰	۷۵۷۲۳/۵	۷/۰۸۳۳۳	۰/۵۱۲۳۵	۰/۵۶۴۵۵	۰/۶۷۱۵۷	۸	۲۳	۱۹	۱۵
۳	۳/۲۲۶۶	۲۵۵۷/۱۱	۹۰۰۷۳/۱	۶۲۸۸/۹۲	۱۵۸۶۲/۲	۵۰۳۵/۸۵	۲۹۳۷۱/۸	۸/۵۰۰۰	۰/۸۸۵۹۶	۰/۸۱۸۸۶	۰/۹۴۴۶۹	۸	۲۷	۲۳	۲۸
۴	۲۷۸۰/۳	۳۷۸۸/۹	۰۰۱۶۷/۰	۲۶۶۲/۶۴	۰۰۲۷۹/۰	۵۰۳۴/۵۸	۸۸۲۷۶/۶	۶/۶۸۳۳۳	۰/۷۹۶۳۰	۰/۶۳۳۳۹	۰/۷۷۶۱۷	۱۴	۲۳	۲۳	۱۳
۵	۲۴۰۷/۳	۷۴۲۴/۸	۱۶۹۹۸/۰	۷۱۹۷/۶۱	۰۳۵۸۹/۰	۳۳۰۶/۶۷	۸۶۷۷۷/۷	۶/۰۰۰۰	۰/۹۸۸۱۰	۰/۷۱۳۲۳	۰/۸۶۷۰۱	۲۶	۱۴	۲۷	۲۴
۶	۱۲۶۱/۳	۹۶۹۷/۷	۰۹۲۶۴۵/۰	۱۵۱۵/۵۵	۲۹۳۶۷/۰	۰۰۰۰/۶۵	۵۷۱۴۳/۶	۵/۸۳۳۳۳	۱/۱۸۷۵۰	۰/۸۱۰۴۸	۰/۸۵۳۸۹	۲۶	۲۷	۲۸	۲۶
۷	۵۲۵۲/۳	۶۹۷۰/۹	۰۷۱۵۱/۰	۱۵۱۵/۶۹	۰۴۳۸۳/۰	۷۵۰۰/۴۰	۶۰۷۱۴/۴	۷/۸۳۳۳۳	۰/۳۵۸۳۳	۰/۴۴۱۴۰	۰/۵۱۹۴۸	۲	۱۴	۶	۱
۸	۳۱۸۷/۳	۵۰۰۰/۷	۶۸۲۱۶/۱	۰۲۲۷/۴۰	۸۳۲۶۸/۱	۰۱۸۲/۳۲	۷۲۷۲۷/۴	۵/۳۳۳۳۳	۰/۴۱۶۶۷	۰/۴۶۶۸۴	۰/۵۴۵۴۵	۲۶	۶	۱۹	۱۰
۹	۳۰۳۰/۳	۸۷۸۸/۱۰	۲۲۹۷۶/۱	۸۷۸۸/۸۳	۹۹۹۳۵/۰	۵۱۲۲/۶۷	۹۲۶۸۳/۶	۸/۱۶۶۶۷	۰/۵۰۰۰۰	۰/۶۷۶۴۷	۰/۷۹۶۰۰	۸	۱۴	۱۵	۲۲
۱۰	۲۴۷۱/۳	۹۵۴۵/۹	۲۰۳۲۴/۰	۰۸۳۳/۷۲	۱۳۴۴۷/۰	۴۵۲۶/۶۹	۵۱۸۲۵/۷	۷/۵۸۳۳۳	۰/۷۵۸۳۳	۰/۷۴۹۳۴	۰/۸۷۱۹۳	۱۴	۲۳	۲۳	۲۷
۱۱	۲۸۸۶/۳	۶۲۱۲/۸	۲۴۸۶/۰	۳۵۶۱/۵۷	۱۷۹۴۵/۰	۹۴۴۱/۶۲	۷۷۶۲۲/۵	۵/۷۵۰۰۰	۰/۵۸۳۳۳	۰/۶۰۲۶۵	۰/۷۲۳۴۵	۲۰	۱۴	۲۳	۱۷
۱۲	۴۴۴۰/۳	۹۲۴۲/۱۰	۳۰۲۵۹/۱	۸۱۰۶/۸۴	۱۰۱۱۸/۱	۶۸۱۰/۶۸	۷۸۵۲۸/۶	۷/۵۸۳۳۳	۰/۷۰۲۹۰	۰/۶۷۶۸۲	۰/۸۰۴۲۳	۱۴	۱۴	۱۹	۱۵
۱۳	۳۰۱۹/۳	۶۲۱۲/۷	۴۶۵۲۷/۱	۳۸۶۴/۴۶	۰۲۴۷۰/۱	۸۰۷۰/۳۵	۲۴۵۶۱/۴	۵/۲۵۰۰۰	۰/۳۷۰۹۷	۰/۵۰۹۶۴	۰/۵۳۴۸۲	۲۰	۱	۳	۱۸
۱۴	۵۱۵۰/۳	۷۴۲۴/۹	۰۸۹۸۷/۰	۲۵۵۲/۷۰	۰۷۲۴۳/۰	۷۴۱۹/۴۲	۳۶۸۶۶/۴	۷/۴۱۶۶۷	۰/۴۴۰۱۷	۰/۴۸۳۳۸	۰/۵۳۸۷۵	۲	۱۰	۳	۸
۱۵	۵۰۹۸/۳	۳۹۳۹/۷	۸۸۳۷۶/۱	۳۳۳۳/۴۰	۷۸۸۸۳/۱	۳۶۹۷/۲۲	۱۴۲۸۶/۳	۵/۹۱۶۶۷	۰/۲۹۸۴۵	۰/۳۳۹۱۴	۰/۳۷۲۸۰	۲	۶	۱	۱
۱۶	۳۳۲۶/۳	۵۳۰۳/۶	۹۵۰۰۴/۳	۱۷۴۲/۳۳	۹۵۲۷۹/۲	۳۱۲۱/۲۵	۵۹۵۳۸/۳	۴/۲۵۰۰۰	۰/۳۱۴۸۱	۰/۴۰۶۸۸	۰/۴۵۲۹۶	۲۰	۳	۸	۶
۱۷	۴۳۵۷/۳	۳۷۸۸/۹	۰۰۱۶۷/۰	۴۴۷۰/۶۲	۰۲۲۶۳/۰	۴۲۲۱/۴۱	۰۰۵۰۳/۵	۶/۸۳۳۳۳	۰/۴۱۹۱۹	۰/۴۴۹۴۶	۰/۵۵۵۵۵	۵	۱۰	۶	۴
۱۸	۳۲۴۱/۳	۴۵۴۵/۱۱	۳۰۷۱۳/۲	۱۵۵۲/۹۴	۴۶۶۳۲/۲	۰۸۹۹/۷۰	۸۷۶۴۰/۶	۸/۶۶۶۶۷	۰/۵۴۸۳۹	۰/۶۴۳۸۹	۰/۷۷۲۲۱	۴	۱۴	۸	۲۲
۱۹	۴۱۲۹/۳	۳۰۳۰/۸	۵۲۵۸۷/۰	۱۵۵۲/۵۴	۳۳۱۸۵/۰	۰۰۹۲/۳۳	۹۴۴۹۵/۳	۵/۷۵۰۰۰	۰/۲۷۳۸۱	۰/۳۸۶۲۷	۰/۴۵۷۰۴	۱	۲۴	۳	۹
۲۰	۳۸۲۷/۳	۶۶۶۷/۱۰	۹۱۷۵۷/۰	۶۹۷۱/۸۱	۷۷۸۹۷/۰	۲۷۲۷/۶۱	۵۴۵۴۵/۶	۸/۴۱۶۶۷	۰/۶۱۵۳۸	۰/۶۲۵۵۹	۰/۷۲۷۲۷	۸	۲۳	۱۹	۱۰
۲۱	۲۹۸۹/۳	۴۲۴۲/۹	۰۰۵۳۶/۰	۱۵۵۲/۶۲	۰۲۱۵۴/۰	۵۸۴۴/۵۳	۲۳۳۷۷/۶	۷/۱۶۶۶۷	۰/۵۲۵۶۴	۰/۶۲۳۲۴	۰/۷۳۴۳۵	۲۰	۶	۱۵	۱۴
۲۲	۴۵۱۶/۳	۳۳۳/۱۱	۰۵۲۳۸/۲	۷۲۷۳/۹۳	۳۳۵۳۱/۲	۴۸۴۸/۶۲	۱۲۱۲۱/۶	۹/۰۰۰۰	۰/۵۷۴۷۱	۰/۶۰۰۹۰	۰/۶۸۶۸۶	۵	۱۴	۸	۶
۲۳	۳۸۸۰/۳	۶۶۶۷/۱۰	۹۱۷۵۷/۰	۹۶۹۷/۸۰	۷۱۱۶۰/۰	۷۲۷۳/۶۰	۴۰۹۰۹/۶	۷/۹۱۶۶۷	۰/۴۷۴۷۵	۰/۵۹۹۶۶	۰/۷۲۷۲۷	۸	۱۴	۱۵	۱۹
۲۴	۴۰۸۷/۳	۹۲۴۲/۹	۱۸۴۲۵/۰	۶۲۸۸/۷۰	۰۸۳۳۱/۰	۳۹۴۶/۵۰	۳۰۸۱۱/۵	۶/۵۰۰۰	۰/۵۰۰۰۰	۰/۵۲۴۸۵	۰/۶۴۳۷۳	۸	۱۰	۸	۲۱
۲۵	۳۳۸۰/۳	۷۲۷۳/۶	۴۱۲۲۰/۳	۹۶۹۷/۳۳	۸۱۷۶۶/۲	۳۷۶۵/۲۶	۶۷۰۵۹/۳	۴/۵۰۰۰۰	۰/۳۰۹۵۲	۰/۴۰۷۳۷	۰/۴۷۴۸۶	۲۰	۳	۸	۵
۲۶	۲۵۷۳/۳	۵۳۰۳/۸	۳۱۷۳۵/۰	۵۳۷۹/۵۵	۲۷۱۶۳/۰	۹۷۵۵/۴۴	۹۷۵۵/۴۴	۵/۴۹۶۹۳	۶/۵۸۳۳۳	۰/۴۲۹۲۹	۰/۵۹۸۴۳	۲۰	۳	۸	۲۴
۲۷	۴۱۵۹/۳	۰۳۰۳/۷	۶۶۱۵۹/۲	۷۸۷۹/۳۸	۰۱۶۴۹/۲	۶۰۰۰/۲۵	۳۶۰۰۰/۳	۵/۰۰۰۰۰	۰/۲۹۴۱۲	۰/۳۶۸۶۴	۰/۴۲۱۸۱	۱۴	۱	۱	۳
۲۸	۳۶۹۹/۳	۱۲۱۲/۱۱	۶۴۲۴۲/۱	۹۶۹۷/۸۶	۳۵۸۴۸/۱	۷۴۴۲/۶۶	۵۵۸۱۴/۶	۷/۷۵۰۰۰	۰/۵۵۹۵۲	۰/۶۳۶۹۶	۰/۷۷۵۸۹	۱۴	۱۰	۱۵	۱۹
مجموع						۳۰/۴۹۲		۲۶/۴۳۹							

جدول ۲- رتبه بندی برای عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم نان مورد مطالعه در شش محیط

ژنوتیپ	میانگین عملکرد	آماره های هان، نصار و هان													RS
		$S_i^{(1)}$	$Z_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$Z_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	آماره‌های تنارازو	طبقه بندی فاکس و همکاران	مجموعه رتبه کنگ	$NP_1^{(4)}$	TOP	MID	LOW	
۱	۱۵	۹	۱۲	۸	۱۲	۸	۱۰	۸	۵	۹	۱۰	۱۴	۶	۸	۱۲
۲	۱۹	۱۶	۴	۱۶	۲	۱۴	۱۴	۱۶	۱۶	۱۳	۱۴	۸	۲۳	۱۹	۱۵
۳	۲	۲۶	۲۳	۲۶	۲۴	۲۸	۲۸	۲۶	۲۶	۲۸	۲۸	۸	۲۷	۲۳	۲۸
۴	۶	۱۳/۵	۱	۱۵	۱	۱۷	۲۴	۱۳	۲۵	۲۰	۲۲	۱۴	۲۳	۲۳	۱۳
۵	۳	۱۲	۷	۱۲	۵	۲۳	۲۷	۱۱	۲۷	۲۵	۲۶	۲۶	۱۴	۲۷	۲۴
۶	۱	۷	۱۶	۹	۱۳	۲۱	۲۱	۹	۲۸	۲۷	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۶
۷	۲۸	۱۷	۵	۱۷	۶	۹	۸	۲۲	۷	۶	۶	۲	۱۴	۶	۱
۸	۱۱	۵	۲۱	۴	۲۲	۵	۹	۵	۹	۷	۹	۲۶	۶	۱۹	۱۰
۹	۱۰	۲۳	۱۷	۲۳	۱۷	۲۴	۲۵	۲۴	۱۴	۲۳	۲۳	۸	۱۴	۱۵	۲۲
۱۰	۴	۲۰	۹	۲۰	۹	۲۶	۲۶	۱۹	۲۴	۲۶	۲۷	۱۴	۲۳	۲۳	۲۷
۱۱	۷	۱۱	۱۰	۱۱	۱۰	۱۵	۱۵	۶	۲۱	۱۷	۱۶	۲۰	۱۴	۲۳	۱۷
۱۲	۲۴	۲۴	۱۸	۲۴	۱۹	۲۵	۲۲	۲۰	۲۳	۲۴	۲۴	۱۴	۱۴	۱۹	۱۵
۱۳	۹	۶	۱۹	۶	۱۸	۷	۶	۴	۸	۱۱	۷	۲۰	۱	۳	۱۸
۱۴	۲۷	۱۸	۶	۱۸	۷	۱۱	۷	۱۸	۱۲	۱۰	۸	۲	۱۰	۳	۸
۱۵	۲۶	۴	۲۲	۵	۲۱	۱	۱	۱۰	۴	۱	۱	۲	۶	۱	۱
۱۶	۱۳	۱	۲۸	۱	۲۸	۲	۳	۱	۶	۴	۳	۲۰	۳	۸	۶
۱۷	۲۳	۱۳/۵	۲	۱۳	۴	۱۰	۱۱	۱۵	۱۰	۸	۱۱	۵	۱۰	۶	۴
۱۸	۱۲	۲۸	۲۵	۲۸	۲۶	۲۷	۲۳	۲۷	۱۸	۲۲	۲۰	۵	۱۴	۸	۲۲
۱۹	۲۱	۸	۱۳	۷	۱۴	۶	۵	۷	۱	۳	۴	۱	۱۴	۳	۹
۲۰	۱۷	۲۱/۵	۱۴	۲۲	۱۶	۱۹	۱۹	۲۵	۲۲	۱۹	۱۷	۸	۲۳	۱۹	۱۰
۲۱	۸	۱۵	۳	۱۴	۳	۱۶	۱۷	۱۷	۱۷	۱۸	۱۹	۲۰	۶	۱۵	۱۴
۲۲	۲۵	۲۷	۲۴	۲۷	۲۵	۲۰	۱۶	۲۸	۲۰	۱۶	۱۵	۵	۱۴	۸	۶
۲۳	۱۸	۱۵/۵	۱۵	۲۱	۱۵	۱۸	۱۸	۲۳	۱۳	۱۵	۱۸	۸	۱۴	۱۵	۱۹
۲۴	۲۰	۱۹	۸	۱۹	۸	۱۳	۱۲	۱۲	۱۵	۱۲	۱۳	۸	۱۰	۸	۲۱
۲۵	۱۴	۲	۲۷	۲	۲۷	۴	۴	۲	۴	۵	۵	۲۰	۳	۸	۵
۲۶	۵	۱۰	۱۱	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۱	۱۴	۱۲	۲۰	۳	۸	۲۴
۲۷	۲۲	۳	۲۶	۳	۲۳	۳	۲	۳	۲	۲	۲	۱۴	۱	۱	۳
۲۸	۱۶	۲۵	۲۰	۲۵	۲۰	۲۲	۲۰	۲۱	۱۹	۲۱	۲۱	۱۴	۱۰	۱۵	۱۹

خاکی و همکاران: مطالعه روش‌های پایداری نا پارامتری در ۲۸ ژنوتیپ گندم نان... ۵۹

جدول ۳ - همبستگی رتبه اسپیرمن، آماره‌های ناپارامتری پایداری با میانگین عملکرد در ۲۸ ژنوتیپ گندم نان

	Y	$S_i^{(1)}$	$S_i^{(2)}$	$S_i^{(3)}$	$S_i^{(6)}$	NP	NP	NP	NP	LOW	MID	TOP	RS
Y	۱												
$S_i^{(1)}$	-۰/۰۹	۱											
$S_i^{(2)}$	-۰/۰۷۸	۰/۹۹۷**	۱										
$S_i^{(3)}$	۰/۴۰۳*	۰/۸۲۱**	۰/۸۳۳**	۱									
$S_i^{(6)}$	۰/۵۵۷**	۰/۶۹۸**	۰/۷۱۳**	۰/۹۵۷**	۱								
NP	۰/۱۲۸	۰/۹۴۲**	۰/۹۴۴**	۰/۷۴۴**	۰/۶۸۳**	۱							
NP	۰/۵۲۰**	۰/۵۸۰**	۰/۶۰۹**	۰/۸۷۰**	۰/۸۹۶**	۰/۵۰۴**	۱						
NP	۰/۶۰۱**	۰/۶۷۲**	۰/۶۶۷**	۰/۹۵۵**	۰/۹۶۲**	۰/۵۰۷**	۰/۸۳۱**	۱					
NP	۰/۵۷۸**	۰/۶۵۲**	۰/۶۶۸**	۰/۹۴۹**	۰/۹۸۴**	۰/۵۷۳**	۰/۹۲۳**	۰/۹۸۲**	۱				
LOW	۰/۶۷۲**	۰/۲۸۳	۰/۳۰۱	۰/۶۷۲**	۰/۷۹۴**	۰/۲۱۳	۰/۸۴۶**	۰/۷۹۲**	۰/۸۲۸**	۱			
MID	۰/۲۲۴	۰/۵۷۵**	۰/۶۰۱**	۰/۷۱۹**	۰/۷۲۸**	۰/۵۷۶**	۰/۷۴۹**	۰/۶۸۰**	۰/۷۰۸**	۰/۶۷۲**	۱		
TOP	۰/۷۰۱**	-۰/۴۴۴*	-۰/۴۴۰*	-۰/۰۰۵	۰/۱۳۶	-۰/۵۲۰*	۰/۲۴۱	۰/۲۷۳	۰/۲۱۶	۰/۵۰۳**	-۰/۲۳۸	۱	
RS	۰/۷۴۰**	۰/۴۰۸*	۰/۴۱۶*	۰/۷۴۰**	۰/۷۶۲**	۰/۲۸۹	۰/۶۶۷**	۰/۸۱۵**	۰/۷۸۸**	۰/۶۴۲**	۰/۴۳۲	۰/۴۳۹	۱

*** ns به ترتیب معنی دار در سطح ۰/۰۱ و ۰/۰۵ و غیر معنی دار

$Y, S_i^{(1)}, S_i^{(2)}, S_i^{(3)}, S_i^{(6)}, NP_1, NP_2, NP_3, NP_4$ ، به ترتیب عبارتند از: میانگین عملکرد، آماره های هان، نصارو هان. آماره های تنارازو. تکنیک های طبقه بندی فاکس و همکاران و مجموعه رتبه کنگ

آماره $NP_1^{(3)}$ همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با $NP_1^{(4)}$, MID, LOW, RS نشان داده است.

آماره $NP_1^{(4)}$ همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد با MID, LOW, RS نشان داده است. میانگین عملکرد (y) همبستگی رتبه معنی‌داری بار بسیاری از آماره‌های ناپارامتری از جمله $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ نداشت و این بیانگر این است که ژنوتیپ‌های پایدار انتخاب شده بر اساس آماره‌های $S_i^{(1)}$ و $S_i^{(2)}$ از عملکرد بالایی برخوردار نیستند.

میانگین عملکرد همبستگی رتبه مثبت و معنی‌داری با MR و TOP و RS در سطح احتمال یک درصد داشت (جدول ۳) که این حاکی از پتانسیل بالایی آماره‌های برای انتخاب ژنوتیپ پایدار با عملکرد بالا می‌باشد (Mohammadi et al., 2007; Sabaghia et al., 2006)

نتیجه‌گیری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اختلاف معنی‌داری میان ژنوتیپ‌ها، محیط و اثر متقابل وجود دارد. که نشان دهنده عکس العمل متفاوت ژنوتیپ‌ها در مکان و سال‌های مختلف است و عمده تغییرات مربوط به محیط می‌باشد. بر اساس میانگین رتبه ژنوتیپ ۵ کمترین و ژنوتیپ ۱۵ بیشترین رتبه را به خود اختصاص داده‌اند و از نظر عملکرد ژنوتیپ‌ها، در سال اول شهر اهواز ژنوتیپ شماره ۲۲، کمترین و ژنوتیپ ۷، بیشترین عملکرد را نشان داد، در شهرهای دیگر زابل به ترتیب ژنوتیپ ۶ و ۳، داراب ۹ و ۱۴، دزفول ۳ و ۱۲، خرم‌آباد ۳ و ۲، ایرانشهر ۱۰ و ۲۴ نشان دادند. در سال دوم اهواز به ترتیب ۱۲ و ۲۲، زابل ۲۴ و ۱۲، داراب ۲۴ و ۵، دزفول ۹ و ۱۵، خرم‌آباد ۱۳ و ۱۱،

در ادامه تجزیه و تحلیل داده‌های به دست آمده، روش تجزیه همبستگی اسپیرمن انجام و نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است، میانگین عملکرد همبستگی مثبت و معنی‌داری با آماره‌های $S_i^{(6)}$, $NP_1^{(2)}$, $NP_1^{(3)}$, $NP_1^{(4)}$, RS, TOP, LOW در سطح یک درصد و با آماره $S_i^{(3)}$ در سطح پنج درصد نشان داده است.

همبستگی آماره $S_i^{(1)}$ با آماره‌های $S_i^{(2)}$, $S_i^{(3)}$, $S_i^{(6)}$, $NP_1^{(1)}$, $NP_1^{(2)}$, $NP_1^{(3)}$, $NP_1^{(4)}$, MID در سطح یک درصد و با آماره RS در سطح پنج درصد معنی‌دار است. و با آماره TOP در سطح احتمال پنج درصد همبستگی منفی و معنی‌داری دارد. همبستگی آماره $S_i^{(2)}$ با آماره‌های $S_i^{(3)}$, $S_i^{(6)}$, $NP_1^{(1)}$, $NP_1^{(2)}$, $NP_1^{(3)}$, $NP_1^{(4)}$, MID در سطح یک درصد و با آماره RS در سطح پنج درصد معنی‌دار است. و با آماره TOP در سطح احتمال پنج درصد همبستگی منفی و معنی‌داری نشان داده شد.

همبستگی آماره $S_i^{(3)}$ در سطح احتمال یک درصد با آماره‌های $S_i^{(6)}$, $NP_1^{(2)}$, $NP_1^{(3)}$, $NP_1^{(4)}$, LOW, MID, RS نشان داده است.

همبستگی آماره $S_i^{(6)}$ در سطح احتمال یک درصد با آماره‌های $NP_1^{(1)}$, $NP_1^{(2)}$, $NP_1^{(3)}$, $NP_1^{(4)}$, LOW, MID, RS نشان داده است.

آماره $NP_1^{(1)}$ همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد با آماره $NP_1^{(2)}$, $NP_1^{(3)}$, $NP_1^{(4)}$ و MID نشان می‌دهد و با آماره TOP همبستگی منفی و معنی‌داری در سطح یک درصد نشان داد.

همبستگی مثبت و معنی‌داری آماره $NP_1^{(2)}$ در سطح یک درصد با $NP_1^{(3)}$, $NP_1^{(4)}$, MID, LOW, RS نشان داده است.

ایران‌شهر ۲۸ و ۱۴ نشان دادند. ژنوتیپ‌های ۱۵، ۱۶، ژنوتیپ‌های پایدار نشان داده شده‌اند.
۲۵، ۲۷ در اکثر روش‌های ناپارامتری به عنوان

REFERENCES

- Becker, H. C., and Leon, J. 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*. 101: 1-23.
- Fox, P. N., Skovmand, B., Thompson, B. K., Braun, H. J. and Cormier, R. 1990. Yield and adaptation of hexaploid spring triticale. *Euphytica*, 47: 57-64.
- Huhn, M. and Nassar, R. (1989). On tests of significance for nonparametric measures of phenotypic stability. *Biometrics*, 45 :997-1000.
- Huehn, V. M. 1979. Beitrage zur erfassung der phanotypischen stabilitat. *Edv. Med. Biol.*, 10: 112-117.
- Kang, M. S. 1988. A rank-sum method for selecting high-yielding, stable corn genotypes. *Cereal Research Communications*. 16: 113-115.
- Kang, M. S. 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for growers. *Agronomy Journal*. 85: 754-757.
- Kang, M.S. and H.N. Pham, 1991. Simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. *Agron. J.*, 83: 161-165.
- Kang, M. S. 1988. A rank-sum method for selecting high-yielding, stable corn genotypes. *Cereal Research Communications*. 16: 113-115.
- Kaya, Y., and Taner, S. 2003. Estimating genotypic ranks by nonparametric stability analysis in bread wheat. *Central Europe Agriculture Journal*. 4: 47-53.
- Ketata H. 1988. Genotype $\times$ environment interaction. ICARDA. Proceeding of the workshop on biometrical techniques for cereal breeders. *ICARDA, Aleppo, Syria*. 16-32.
- Mohammadi, R., Abdulahi, A., Haghpour, R., Aghaee, M., and Rostaei, M. 2007. Nonparametric methods for evaluating of winter wheat genotypes in multi-environment trials. *World Journal of Agricultural Sciences*. 3 (2): 137-242.
- Nassar, R., and Huehn, M. 1987. Studies on estimation of phenotypic stability: Tests of significance for non-parametric measures of phenotypic stability. *Biometrics*. 43: 45-53.
- Shukla, G. K. 1972. Some statistical aspects of partitioning genotype-environmental components of variability. *Heredity*. 29: 237-245.
- Sabaghnia, N., Dehghani, H., and Sabaghpour, S. H. 2006. Nonparametric methods for interpreting genotype $\times$ environment interaction of lentil genotypes. *Crop Science*. 46: 1100-1106.
- Thennarasu, K. 1995. On certain non-parametric procedures for studying genotype environment interactions and yield stability. *Ph.D. Thesis, P. J. School, IARI, New Delhi, India*.



The Study of Non-Parametric Stability Methods in 28 Wheat Genotypes in Some Tropical Regions

Mehran Khaki¹, Aliraza Fakhr Vaezi², Wahideh Alipour Istakhori³, Reza Norouzi⁴

¹ Research Assistant Professor, Agricultural and Horticultural Research Department, Qazvin Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Qazvin, Iran.

² Research Instructor, Agricultural and Horticultural Research Department, Qazvin Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Qazvin, Iran.

³⁻⁴ Research Expert, Qazvin Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Qazvin, Iran

* Corresponding Author's Email: m.khaki@areeo.ac.ir
(Received: August. 12, 2024 – Accepted: February. 2, 2025)

ABSTRACT

The study assessed the interaction effect of genotype and environment and the stability of yield in bread wheat (*Triticum aestivum*) with different genetic structures. It involved the selection of stable and high-yielding genotypes among 28 bread wheat genotypes using a completely randomized block design in four replications over two years (2015-2016 and 2016-2017) at research stations. Comparing and utilizing non-parametric stability methods were among the study's objectives. The results of the combined ANOVA analysis showed significant differences at a 1% probability level, indicating the varied responses of genotypes across different environments. According to results obtained from the two non-parametric statistics, Nassar and Hall, genotypes 16, 25, 27, and 15, with lower values, were identified as the most stable genotypes. In both stability criteria, genotypes with the lowest values, specifically 15, 16, and 27, were recognized as the most stable. High correlation of the stability statistic 's' with grain yield and other non-parametric stability methods did not show a positive correlation with average yield, indicating a static concept. Tanaro (1995) utilized four parameters of stability for non-parametric stability analysis. Upon examining the criteria, it was observed that genotype number 27 was identified as stable across all four criteria. The results from principal component analysis (PCA) and statistical correlation analysis indicated that ranking for simultaneous selection based on yield and high stability is beneficial.

Keywords: Environmental genotype interactions; Bread wheat, Stability, Nonparametric methods