Razi University

Cereal Biotechnology and Biochemistry

Online ISSN: 2783-5170

Homepage: https://cbb.razi.ac.ir

Comparison of Performance and Quality Traits of Promising Wheat Lines with the Local Control Mehrgan under Farmers' Conditions in Darab and Fasa, Fars Province

Alireza Askari kelestani[1] ✉, Hassan Zali[1] & Ebrahim Mamnoie[2]

[1] Crop and Horticultural Science Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Darab, Iran.

[2] Plant Protection Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Darab, Iran.

✉ Corresponding author. E-mail: ar.askary@areeo.ac.ir

ABSTRACT

Introduction: Breeding experiments initiated with the examination of segregating generations serve as a significant source for creating genetic diversity, continuing with comparing genotypes in preliminary, advanced, and adaptability performance trials. Superior lines require further investigation under real farm conditions. Selected lines, along with common regional varieties, were assessed in performance comparison experiments, categorized as On-farm trials. These comparisons aim to evaluate new lines against traditional varieties concerning higher grain yield, disease resistance, early maturity, and lower water consumption outside of the research station areas. Additionally, conducting these trials on farmers' fields enhances the awareness of farmers, experts, and extension agents regarding the characteristics of new lines.

Materials and methods: This study aimed to compare the agronomic and quality traits of three promising bread wheat lines (S-98-7, S-98-11, and S-98-22) with the local control variety Merghan in the warm climates of Fasa and Darab during the cropping season 2022-2023. The seed rate was set at 400 seeds per square meter (equivalent to 180 kg per hectare) over 2000 square meters. Data on days to germination, spike emergence, physiological maturity, number of grains per spike, number of spikes per square meter, sensitive to shedding, plant height, lodging, grain yield, thousand-grain weight, and major plant diseases (yellow rust, stem rust, brown rust, septoria leaf blotch, and septoria strip blotch) were recorded. Quality traits related to baking (protein content, Zeleny mix volume, hardness index, wet gluten percentage, gluten index, SDS sedimentation, and hectoliter weight) were analyzed to examine the nutritional value.

Results: Results indicated no significant differences in the number of days to physiological maturity among the tested genotypes. Based on the results from Darab, Fasa, and the average of both experiments, Line S-98-22 yielded the highest grain production (10,006; 9,880; and 9,943 kg per hectare, respectively) compared to the control yield (Darab: 9,947 kg per hectare, Fasa: 8,571 kg per hectare, and average of both regions: 9,259 kg per hectare). Observations in both regions indicated no lodging or the presence of leaf blotch diseases (septoria leaf blotch, bacterial strip blotch, yellow rust, brown rust, and stem rust), with only 5% yellow rust reported in the control variety in the Fasa trial and 5% lodging in the control variety in the Darab trial. Ultimately, the Selection Index of Ideal Genotype Index (SIIG) identified Line S-98-22 as the best line based on the evaluated traits across both regions. Regarding quality traits, Line S-98-22 exhibited the highest wet gluten, gluten index, protein content, and suitable Zeleny volume, indicating the best baking quality. Other genotypes also fell within the range of desirable baking quality genotypes.

Conclusion: Given its favorable agronomic traits, including high grain yield and drought stress tolerance at the end of the season, along with quality characteristics, Line S-98-22 can be introduced as a new bread wheat variety for warm and dry regions.

Keywords: Farmer's field, Grain yield, Bread wheat, Promising lines.

Article Type: Research Article

Article history: Received: 31 Jan 2024, **Revised:** 12 Mar 2024, **Accepted:** 08 May 2024, **Published online:** 21 Jun 2024

Cite this article: Askari kelestani, A., Zali, H. & Mamnoie, E. (2024). Comparison of Performance and Quality Traits of Promising Wheat Lines with the Local Control Mehrgan under Farmers' Conditions in Darab and Fasa, Fars Province. *Cereal Biotechnology and Biochemistry*, *3*(2), 272-290. DOI: 10.22126/cbb.2024.11180.1085

© The Author(s).

10.22126/cbb.2024.11180.1085

Publisher: Razi University

بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات
شاپا الکترونیکی: ۵۱۷۰-۲۷۸۳
Homepage: https://cbb.razi.ac.ir

مقایسه عملکرد دانه و خصوصیات کیفی لاین‌های امیدبخش گندم نان با شاهد مهرگان تحت شرایط کشاورزان مناطق داراب و فسا استان فارس

علیرضا عسکری کلستانی[۱]✉، حسن زالی[۱] و ابراهیم ممنوعی[۲]

[۱] بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، داراب، ایران.
[۲] بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی (AREEO)، داراب، ایران.
✉نویسنده مسئول. رایانامه: ar.askary@areeo.ac.ir

چکیده

مقدمه: آزمایش‌های به‌نژادی با بررسی نسل‌های در حال تفرق به‌عنوان منبع مهم ایجاد تنوع ژنتیکی شروع شده و با مقایسه ژنوتیپ‌ها در آزمایش‌های مقایسه عملکرد مقدماتی، پیشرفته و سازگاری ادامه می‌یابد. لاین‌های برتر برای بررسی بیشتر نیاز به بررسی تحت شرایط واقعی مزرعه دارند. لاین‌های انتخابی به‌همراه رقم‌های رایج منطقه، در آزمایش بررسی مقایسهٔ عملکرد، تحت عنوان آزمایش‌های تحقیقی و ترویجی مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش‌های مقایسه عملکرد به منظور بررسی تفاوت لاین‌های جدید با رقم‌ها رایج از نظر عملکرد دانه، مقاومت به بیماری، زودرسی و مصرف کمتر آب در خارج از ایستگاه‌های تحقیقاتی منطقه انجام می‌گیرد. همچنین این آزمایش در مزارع کشاورزان، سبب آشنایی بیشتر کشاورزان، کارشناسان و مروجین با اطلاعات و خصوصیات لاین‌های جدید می‌گردد.

مواد و روش‌ها: این پژوهش به‌منظور مقایسه خصوصیات زراعی و کیفی سه لاین امیدبخش گندم نان S-98-7، S-98-11 و S-98-22 با رقم مهرگان به‌عنوان شاهد محلی در در شهرستان‌های فسا و داراب که دارای آب و هوای گرم است در فصل زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. مقدار بذر مصرفی بر اساس ۴۰۰ عدد بذر در مترمربع (معادل ۱۸۰ کیلوگرم در هکتار) و مساحت ۲۰۰۰ مترمربع در نظر گرفته شد. داده‌های روز تا سبز شدن، ظهور سنبله و رسیدگی فیزیولوژیک، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در متر مربع، حساسیت به ریزش دانه، ارتفاع بوته، خوابیدگی بوته، عملکرد دانه، وزن هزاردانه و بیماری‌های مهم گیاهی (زنگ زرد، زنگ ساقه، زنگ قهوه‌ای، لکه برگی سپتوریایی، لکه نواری سپتوریایی) ثبت شدند. به‌منظور بررسی ارزش غذایی، خصوصیات کیفی نانوایی آنها (میزان پروتئین، حجم رسوب زلنی، شاخص سختی، درصد گلوتن مرطوب، اندیس گلوتن، رسوب SDS و وزن هکتولیتر) تجزیه گردید.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که از نظر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. بر اساس نتایج داراب، فسا و میانگین هر دو آزمایش، لاین S-98-22 بیشترین عملکرد دانه (به‌ترتیب ۱۰۰۰۶ ، ۹۸۸۰ و ۹۹۴۳ کیلوگرم در هکتار) را به‌خود اختصاص داد و در مقایسه با عملکرد شاهد (داراب (۹۹۴۷ کیلوگرم در هکتار)، فسا (۸۵۷۱ کیلوگرم در هکتار) و میانگین دو منطقه (۹۲۵۹ کیلوگرم در هکتار) بیشتر بود. بر اساس مشاهدات انجام شده، در هر دو منطقه، خوابیدگی، بیماری‌های لکه‌برگی سپتوریایی، لکه نواری باکتریایی، زنگ زرد، زنگ قهوه‌ای و زنگ ساقه مشاهده نگردید و فقط ۵ درصد زنگ زرد در رقم شاهد در آزمایش فسا و ۵ درصد خوابیدگی در رقم شاهد در آزمایش داراب گزارش شد. در نهایت شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG)، در هر دو منطقه، لاین S-98-22 را به‌عنوان برترین لاین، بر اساس صفات مورد بررسی انتخاب کرد. همچنین با توجه به خصوصیات کیفی، لاین S-98-22 با داشتن بیشترین گلوتن مرطوب، شاخص گلوتن و محتوای پروتئین و حجم رسوب زلنی مناسب، بالاترین کیفیت نانوایی را داشت. البته سایر ژنوتیپ‌ها نیز در محدوده ژنوتیپ‌هایی با کیفیت نانوایی مطلوب قرار داشتند.

نتیجه‌گیری: با توجه به ویژگی‌های زراعی مناسب از جمله عملکرد بالای دانه و تحمل به تنش خشکی آخر فصل و خصوصیات کیفی، می‌توان لاین S-98-22 را به‌عنوان یک رقم جدید گندم نان برای مناطق گرم و خشک معرفی گردد.

واژه‌های کلیدی: مزرعه کشاورز، عملکرد دانه، گندم نان، لاین‌های امیدبخش.

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

نوع مقاله: دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۱ **اصلاح:** ۱۴۰۲/۱۲/۲۲ **پذیرش:** ۱۴۰۳/۰۲/۱۹، **انتشار آنلاین:** ۱۴۰۳/۰۴/۰۱

استناد: عسکری کلستانی، ع.، زالی، ح. و ممنوعی، ا. (۱۴۰۳). مقایسه عملکرد دانه و خصوصیات کیفی لاین‌های امیدبخش گندم نان با شاهد مهرگان تحت شرایط کشاورزان مناطق داراب و فسا استان فارس. *بیوتکنولوژی و بیوشیمی غلات*، ۳(۲)، ۲۷۲-۲۹۰. DOI: 10.22126/cbb.2024.11180.1085

ناشر: دانشگاه رازی
© نویسندگان.

مقدمه

جمعیت تا سال ۲۰۵۰ به ۹/۶ میلیارد نفر در جهان و به ۱۰۱ میلیون نفر در ایران خواهد رسید. بنابراین در طی چهل سال آینده انتظار می‌رود که ۲/۷ میلیارد نفر، معادل ۳۹ درصد به جمعیت جهان (۳۷ درصد به جمعیت ایران) اضافه شود (FAO, 2023). تحقق بخشی از این میزان تقاضا از طریق توسعه رقم‌های اصلاح شده جدید، مشروط بر افزایش ۳۰ تا ۴۰ درصد پتانسیل ژنتیکی این ارقام با استفاده از روش‌های زراعی مناسب امکان‌پذیر می‌باشد (Cassman & Grassini, 2020). علی‌رغم بروز خشک_سالی در سال‌های گذشته، استان فارس در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ با دارا بودن حدود ۳۶۷ هزار هکتار اراضی تحت کشت گندم و با میانگین عملکرد دانه ۵۱۰۷ کیلوگرم در هکتار، یکی از مهم‌ترین استان‌های تولید کننده گندم در کشور به شمار می‌رود Anonymous, (2023). اصلاح رقم‌ها با ویژگی‌های مطلوب می‌تواند نقش مهمی در افزایش عملکرد در استان و کشور ایفا کند. تولید و معرفی رقم‌ها گندم نان با عملکرد بالا ،یکی از راهکارهای اصلی در تأمین امنیت غذایی کشور، به شمار می‌رود، بنابراین، استفاده از برنامه به‌نژادی مطلوب، از مرحله ایجاد تنوع ژنتیکی تا مرحله آزادسازی رقم‌ها ضروری است (Mohmmadi & Haghparast, 2011). برنامه به‌نژادی ژرم‌پلاسم گندم نان در مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر با هدف معرفی رقم‌های پر محصول و سازگار با شرایط اقلیمی هر منطقه طراحی می‌شوند. معمولاً چرخه ژرم‌پلاسم مواد آزمایشی در هر دوره آزمایشی به‌نژادی در ایستگاه‌های هم‌اقلیم کشور، با انتخاب در آزمایش نسل‌های در حال تفکیک و رسیدن به لاین‌های خالص در نسل F6 شروع و ارزیابی‌های بعدی به‌نژادی به‌ترتیب درآزمایشات مقدماتی ایستگاهی (PWSN[1])، مقایسه عملکرد مقدماتی سراسری (PRWYT[2])، مقایسه عمکرد پیشرفته (ARWYT[3]) و آزمایش دو ساله مقایسه عملکرد و سازگاری لاین‌های امیدبخش (ERWYT[4]) به پایان می‌رسد. لاین‌های انتخابی از آزمایشات سازگاری معمولاً سه تا چهار لاین امیدبخش می‌باشد که در آزمایشات تحقیقی و ترویجی در شهرستان‌های مختلف مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (Moayedi, 2012). آزمایشات تحقیقی و ترویجی آخرین مرحله از برنامه به‌نژادی گندم هستند که به منظور معرفی و آزادسازی ارقام دارای ارزش اقتصادی مناسب اجرا می‌شوند. آزمایشات تحقیقی - ترویجی به‌عنوان یک روش ضروری و مؤثر برای توسعه و انتقال نتایج پژوهش‌های کاربردی جدید به مزارع کشاورزان شناخته شده است (Fufa *et al*., 2010). در مزارع شرایط مناسب جهت مدیریت مشارکتی و برای حل مشکلات در مناطق مختلف، توسط محققان، مروجان و کشاورزان ایجاد می‌گردد. انجام چنین طرح‌هایی در شرایط کشاورزان پیشرو، کارشناسان و مروجین به یافته‌های جدید تحقیقاتی دست‌یافته و کشاورزان پیشرو و مروجین با توسعه این یافته‌ها در بین دیگر تولیدکنندگان، موجب

[1] Preliminary Wheat Screening Nursery
[2] Preliminary Regional Wheat Yield Trials
[3] Advance Regional Wheat Yield Trials
[4] Elite Regional Wheat Yield Trials

افزایش تولید می‌شوند (Zolghadri & Mozafari, 1989).

شناسایی ژنوتیپ‌های برتر بر اساس عملکرد دانه و سایر ویژگی‌های مورد بررسی، یکی از اهداف اساسی در عرصه اصلاح نباتات به‌شمار می‌آید. بنابراین یافتن ژنوتیپ‌های مطلوب، براساس روش‌های آماری توصیه شده نظیر شاخص انتخاب ژنوتیپ ایده‌آل (SIIG[5]) امکان‌پذیر است (Zali *et al*., 2015).این روش در ابتدا برای ترکیب و تحلیل روش‌های مختلف تجزیه پایداری معرفی شده است. شاخص SIIG امکان رتبه‌بندی و مقایسه مؤثر ژنوتیپ‌ها را فراهم می‌کند و به محقق کمک می‌کند تا بهترین ژنوتیپ‌ها را شناسایی کرده و فاصله بین آن‌ها را تعیین کند. از مزایای این روش، قابلیت محاسبه با استفاده از شاخص‌های گوناگون و ویژگی‌های مختلف از جمله صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک است که می‌تواند کارآیی انتخاب را به‌طور قابل اعتماد افزایش دهد. با توجه به این که ممکن است هر ژنوتیپ در یک شاخص خاص برتر باشد، افزایش تعداد صفات می‌تواند فرآیند انتخاب ژنوتیپ مناسب را پیچیده‌تر کند. با این حال، به کمک شاخص SIIG، می‌توان تمام شاخص‌های اندازه‌گیری شده را به یک واحد تبدیل کرد و از این رو فرآیند رتبه‌بندی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر به سادگی انجام شود (Zali *et al*., 2023). نتایج آزمایش تحقیقی و ترویجی دست‌فال و همکاران (Dastfal *et al*., 2020) در دو منطقه داراب و فسا نشان داد که عملکرد لاین S-96-15[6] بیشتر از دو لاین دیگر بود. بر اساس میزان عملکرد دانه، لاین‌های S-96-15، S-96-16، رقم سارنگ و لاین S-96-31 به‌ترتیب در رتبه‌های اول تا چهارم قرار داشتند. در آزمایش تحقیقی و ترویجی داراب علائمی از بیماری‌ها مشاهده نشد. اما در فسا رقم سارنگ، لاین‌های S-96-15، S-96-16 و S-96-31 نسبت به بیماری لکه برگی سپتوریایی به‌ترتیب مقاوم، متحمل، حساس و نیمه حساس بودند. همچنین بر اساس نتایج این تحقیق عنوان شد که لاین S-96-15 به دلیل برتری عملکرد دانه و سایر خصوصیات زودرسی و پاکوتاهی، می‌تواند به‌عنوان رقم جدید گندم برای کاشت در اقلیم گرم توصیه گردد (Dastfal *et al*., 2020).

با توجه به تمرکز روزافزون بر بهبود عملکرد در واحد سطح، اهمیت بهبود کیفیت نانوایی نباید از نظر دور بماند. کیفیت نانوایی بالا در ارقام مختلف نه‌تنها بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر اثرگذار است، بلکه به افزایش ماندگاری محصول، کاهش ضایعات و افزایش کارایی در تولید نیز کمک می‌کند. از میان ویژگی‌های کیفی، میزان پروتئین و گلوتن مرطوب دانه نقش کلیدی‌تری ایفا می‌کنند (Sanchez-Garcia *et al*., 2015).در بین شاخص‌های تعیین‌کننده کیفیت نانوایی، آزمون رسوب SDS (سدیم دودسیل سولفات) به‌عنوان ساده‌ترین و مؤثرترین روش برای ارزیابی خواص کیفی نانوایی ژنوتیپ‌های مختلف شناخته می‌شود. این آزمون به‌طور خاص، پروتئین‌های

[5] Selection Index of Ideal Genotype

[6] South

گلوتن را رسوب می‌دهد و اطلاعات دقیقی از کیفیت نان ارائه می‌کند (Axford *et al.*, 1979). به‌طور کلی، شرایط آب‌وهوایی، مواد مغذی خاک و مدیریت زراعی، تأثیر مستقیمی بر پارامترهای مرتبط با کیفیت نانوایی رقم‌های مختلف گندم دارند. تنش‌های ناشی از گرما و خشکی در دوره پرشدن دانه می‌تواند عملکرد دانه و کیفیت پروتئین آن را تحت تأثیر قرار دهد. همچنین، تأثیرات دماهای بالا بر ویژگی‌های رئولوژیکی خمیر و ارزش نانوایی آرد در گندم نان، به‌طور علمی تأئید شده است (Singh *et al.*, 2010).

پژوهش حاضر با هدف مقایسه عملکرد دانه و خصوصیات مهم زراعی و کیفی لاین‌های امیدبخش گندم نان با شاهد منطقه و همچنین به منظور آشنایی کارشناسان ترویج و کشاورزان و بهره‌برداران با خصوصیات لاین‌های جدید و در دست معرفی، در مزارع کشاورزان اقلیم گرم استان فارس انجام شد.

مواد و روش‌ها

طرح‌های تحقیقی و ترویجی در شرایط واقعی کشاورزی اجرا می‌شوند. بنابراین، مکان‌یابی این پژوهش با همکاری مدیریت ترویج کشاورزی استان فارس در شهرستان‌های داراب (مزرعه‌ی غلامرضا معصومی) و فسا (مزرعه‌ی حمیدرضا قاسم‌پور) (از کشاورزان پیش‌رو) و در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲ انجام شد. در این پژوهش سه لاین امیدبخش گندم نان حاصل از آزمایشات سازگاری سال ۱۳۹۸، شامل لاین‌های S-98-7، S-98-11 و S-98-22همراه با رقم شاهد منطقه گرم (رقم مهرگان) در قالب یک آزمایش مشاهده‌ای بدون تکرار در شرایط کشاورزان منطقه مورد ارزیابی قرار گرفتند . رقم مهرگان (S-87-20) در آزمایشات سراسری با میانگین عملکرد ۵۶۹۰ کیلوگرم در هکتار در دو سال زراعی و شش مکان در مقایسه با شاهد چمران با میانگین ۵۴۷۲ کیلوگرم در هکتار برتری داشت. این رقم برای کشت در مناطق گرم جنوب به خصوص مناطقی که فشار بیماری‌ها و به ویژه زنگ زرد در آن مناطق عامل محدودکننده بود از جمله استان خوزستان، مناطق جنوبی استان فارس، مناطق گرم استان‌های لرستان، کرمان و کرمانشاه در سال ۱۳۹۴ معرفی گردید (Smailzadeh Moghadam *et al.*, 2017). شجره ژنوتیپ‌های مورد بررسی در جدول یک نشان داده شده است. مساحت کرت‌های آزمایشی ۲۰۰۰ مترمربع بود و کاشت بذر با دستگاه بذرکار-کودکار (شرکت برزگر همدان مدل SPDE 3000/16) غلات بر اساس ۴۰۰ عدد بذر در مترمربع با فاصله خطوط کاشت ۱۵سانتی‌متر در تاریخ‌های ۱۵ آذرماه (داراب) و ۲۶ آذر (فسا) انجام شد. آماده‌سازی بستر کاشت در دو منطقه با استفاده از شخم و دیسک انجام شد. کوددهی بر اساس آزمون خاک بود، بطوری‌که یک سوم مقدار توصیه شده کود نیتروژن (کود اوره ۴۶ درصد) همراه با کاشت و باقیمانده طی دو مرحله ساقه‌روی و اوایل خوشه‌دهی همراه با آبیاری مصرف گردید. آبیاری بصورت تحت فشار با نوار تیپ‌های با فاصله قطرچکان‌های ۲۰ سانتی‌متری صورت گرفت. بذورها قبل از کاشت با قارچ‌کش راکسیل

(تیوکونازول ۲درصد DS) به مقدار (یک و نیم در هزار) ضدعفونی شدند. جهت کنترل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ به‌ترتیب از علف‌کش‌های آکسیال و توفوردی در مرحله ۳-۴ برگی علف‌های هرز و در مرحله پنجه‌زنی گندم انجام شد.

جدول ۱-شجره ژنوتیپ‌های گندم نان مورد بررسی

Table 1- The pedigree of evaluated bread wheat genotypes

ژنوتیپ Genotype	شجره Pedigree
S-98-7	PASTOR/3/KAUZ*2/OPATA//KAUZ/4/FISCAL
S-98-11	BAVIS #1/5/W15.92/4/PASTOR//HXL7573/2*BAU/3/WBLL1
S-98-22	CROC_1/AE.SQUARROSA (224)//OPATA/3/PASTOR/4/2*SOKOLL/3/PASTOR//HXL7573/2*BAU
Mehregan	OASIS/SKAUZ//4*BCN/3/2*PASTOR

جدول ۲- داده های ماهانه هواشناسی در مناطق داراب و فسا در سال زراعی ۱۴۰۱-۱۴۰۲

Table 2- Monthly meteorological data of the Darab and Fasa regions in 2022–2023 cropping year

		فسا Fasa				داراب Darab			
		بارندگی (میلی‌متر)	دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (°C)			بارندگی (میلی‌متر)	دما (درجه سانتی‌گراد) Temperature (°C)		
ماه	Month	Rainfall (mm)	کمینه Min	بیشینه Max	میانگین Mean	Rainfall (mm)	کمینه Min	بیشینه Max	میانگین Mean
مهر	Oct	0	13.87	23.47	19.2	0.00	16.93	30.17	24.30
آبان	Nov	12	7.43	17.43	12.97	23.00	10.87	21.40	16.87
آذر	Dec	25	2.33	10.53	6.83	7.00	5.03	16.53	11.37
دی	Jan	86	-1.43	5.47	3.17	0.00	5.83	15.97	11.90
بهمن	Feb	26	-0.23	8.5	4.93	40.00	5.63	15.10	11.37
اسفند	Mar	46	4.76	15.07	10.31	72.00	5.41	16.59	11.76
فروردین	Apr	21	6.26	17.68	13.06	133.00	9.68	20.06	15.35
اردیبهشت	May	33	12.29	22.97	18.35	47.00	13.61	24.84	20.00
خرداد	June	3	18.55	30.03	25.39	0.00	21.29	35.19	29.39

اطلاعات داده‌های هواشناسی مربوط به دو منطقه در جدول دو نشان داده شده است. یادداشت‌برداری‌های زراعی و فنولوژیکی در طول دوره رشد شامل تعداد روز تا سبز شدن، تعداد روز تا ظهور سنبله، رسیدگی فیزیولوژیک، درصد خوابیدگی بوته و ارتفاع بوته انجام شد. پس از برداشت محصول ، صفات حساسیت ریزش دانه، تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله در مترمربع، وزن هزار دانه، طول دوره پر شدن، سرعت پر شدن دانه و عملکرد دانه مورد بررسی قرار گرفتند. برداشت عملکرد دانه در سطح ۲۰۰۰ متر مربع برای هر ژنوتیپ و در رطوبت ۱۴

درصد با دستگاه کمباین نیوهلند مدل TC4.90 ساخت شرکت IVECO انجام گرفت. طول دوره پر شدن دانه از تفاضل تعداد روز خوشه‌دهی از تعداد روز تا رسیدگی بدست آمد. همچنین سرعت پر شدن دانه از طریق تقسیم حداکثر وزن دانه بر طول دوره پر شدن دانه حاصل گردید (Egli, 2004). در مورد واکنش ژنوتیپ‌های مورد آزمایش به بیماری‌های رایج، درصد آلودگی به بیماری‌های زنگ زرد، زنگ ساقه، زنگ قهوه‌ای، لکه برگی سپتوریایی، لکه نواری سپتوریایی ثبت شد. جهت بررسی و انتخاب ژنوتیپ‌ها بر اساس تنوع فنوتیپی و ادغام صفات مورفو-فنولوژیک، براساس روش SIIG که در پایین شرح داده شده، استفاده گردید (Zali *et al*., 2015):

محاسبه فاصله از ژنوتیپ‌های ایده‌آل و ضعیف: برای هر ژنوتیپ، فاصله از ژنوتیپ ایده‌آل (d_i^+) و فاصله از ژنوتیپ ضعیف (d_i^-) با استفاده از روابط ۱ و ۲ محاسبه می‌شود.

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}(r_{ij} - r_j^+)^2} \qquad i = 1, \dots, n$$

رابطه (۱)

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{m}(r_{ij} - r_j^-)^2} \qquad i = 1, \dots, n$$

رابطه (۲)

r_{ij} مقدار نرمال شده ژنوتیپ iام ($i = 1, 2, \dots n$) در رابطه با شاخص (صفت) jام ($j = 1, 2, \dots m$) است.

۵-محاسبه شاخص SIIG: در مرحله نهایی، برای محاسبه SIIGمربوط به هر ژنوتیپ، از رابطه ۳ استفاده گردید. در این رابطه، (d_i^+) نمایان‌گر فاصله از ژنوتیپ ایده‌آل و (d_i^-) فاصله از ژنوتیپ ضعیف است. مقدار بدست آمده برای SIIG بین صفر و یک تغییر می‌کند و هرچه یک ژنوتیپ به ایده‌آل نزدیک‌تر باشد، مقدار SIIG آن نیز به یک نزدیک‌تر خواهد بود. بر اساس این روش، بهترین ژنوتیپ به‌عنوان نزدیک‌ترین به ژنوتیپ ایده‌آل و دورترین از ژنوتیپ ضعیف شناخته می‌شود (Zali *et al*., 2015).

$$SIIG_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} \quad i = 1, 2 \dots, n, \qquad 0 \le SIIG_i \le 1$$

رابطه (۳)

به‌منظور انجام آزمون‌های فیزیک‌وشیمیایی مربوط به کیفیت گندم نان، یک کیلوگرم از نمونه‌های منتخب تهیه و به واحد شیمی و تکنولوژی غلات در بخش تحقیقات غلات مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر منتقل شد. این آزمایشات مطابق با استانداردهای مربوط به انجمن بین‌المللی علوم و تکنولوژی غلات انجام گردید (Cauvain *et al*., 2009).

به‌منظور ارزیابی و رتبه‌بندی لاین‌ها و ژنوتیپ شاهد در هر دو منطقه از شاخص SIIG استفاده شد. برای محاسبه شاخص SIIG از برنامه تهیه شده در نرم‌افزار R بسته استفاده گردید (Zali *et al*., 2023)..

نتایج و بحث

عملکرد دانه و صفات زراعی در دو منطقه مورد آزمایش

عملکرد دانه

عملکرد لاین S-98-22 در هر دو منطقه داراب و فسا نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها بیشتر بود. در منطقه داراب، لاین S-98-22 با عملکرد ۱۰۰۰۶ کیلوگرم در هکتار بیشترین عملکرد را داشت که نسبت به شاهد مهرگان با عملکرد ۹۹۴۶ کیلوگرم در هکتار ۱ درصد افزایش عملکرد داشت. همچنین، لاین‌های S-98-7 و S-98-11 به ترتیب با عملکردهای دانه ۷۷۳۳ و ۸۸۳۳ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد مهرگان به ترتیب ۲۳ و ۱۲ درصد کاهش عملکرد نشان دادند. از سوی دیگر، در فسا، لاین‌های S-98-22 و S-98-11 به ترتیب با عمکرد ۹۸۸۰ و ۹۱۰۷ کیلوگرم در هکتار نسبت به شاهد به ترتیب ۱۵ و ۶ درصد افزایش نشان دادند (جدول ۳).

شناسایی و ارزیابی مهم‌ترین صفات تأثیرگذار بر عملکرد دانه و همبستگی آن‌ها، به کشف و انتخاب رقم‌ها با عملکرد بهتر در راستای افزایش بهره‌وری کمک می‌کند و بهبودهایی در تولید گندم و دیگر غلات را امکان‌پذیر می‌سازد. افزایش سطح زیر کشت و ارتقاء عملکرد دانه محصولات در واحد سطح، دو استراتژی کلیدی برای بهبود تولید گیاهان به‌شمار می‌روند (Baye *et al.*, 2020).

اجزای عملکرد دانه

ژنوتیپ‌های مورد بررسی در دو منطقه از نظر صفت تعداد سنبله در متر مربع نتایج متفاوتی را نشان دادند. در منطقه داراب، لاین S-98-7 بیشترین تعداد سنبله در متر مربع را دارا بود. لاین S-98-11 با ۴۰۱ سنبله در متر مربع کمترین تعداد را به‌خود اختصاص داد. لاین S-98-22 و رقم شاهد به‌ترتیب ۴۵۰ و ۴۳۰ سنبله در مترمربع را دارا بودند. در منطقه فسا، لاین S-98-22 با ۴۸۵ تعداد سنبله در متر مربع بیشترین تعداد را دارا بود. لاین S-98-11 با ۴۶۰ سنبله در متر مربع، کمترین تعداد را به‌خود اختصاص داد. لاین S-98-7 و رقم شاهد به‌ترتیب ۴۴۵ و ۴۲۵ سنبله در مترمربع را دارا بودند (جدول ۳).

تعداد سنبله در واحد سطح از مؤلفه‌های کلیدی عملکرد دانه به شمار می‌رود. بنابراین، در شرایط مناسب، با افزایش تعداد سنبله در واحد سطح، می‌توان انتظار داشت عملکرد دانه افزایش یابد. همچنین، عملکرد گندم به طور قابل توجهی به پنجه‌های زایا وابسته است. از سوی دیگر، روزهای کوتاه و هوای خنک می‌تواند به تحریک تعداد پنجه‌ها منجر شود. در نتیجه، با طولانی‌تر شدن فصل رشد، تولید پنجه‌ها افزایش خواهد یافت (Koochaki & Sarmadnia, 2000). ژنوتیپ‌های مختلف از نظر تعداد دانه در سنبله مشابه بودند. به طوری که تعداد دانه در سنبله در منطقه داراب و فسا به ترتیب در لاین S-98-22 (۳۹ و ۴۱ دانه)، شاهد مهرگان (۳۵ و ۳۹ دانه)، لاین S-98-11 (۳۴ و ۳۶ عدد)، S-99-7 (۲۹ و ۳۵ عدد) بودند. بین ژنوتیپ‌ها تفاوت زیادی از نظر وزن هزاردانه مشاهده نشد، با این وجود، وزن هزاردانه لاین S-98-7 و S-98-22 در داراب و فسا با ۴۹ گرم بیشترین وزن هزاردانه را نشان دادند (جدول ۳). سهم تخصیص مواده پرورده به دانه در لاین S-98-7 با تعداد دانه در خوشه کمتر، بیشتر به نظر می‌رسید. در این ارتباط، کروپنووا (۲۰۱۰) گزارش کرد که عواملی که منجر به افزایش تعداد دانه در گیاه می

شوند از طریق کاهش تخصیص مواد فتوسنتزی منجر به کاهش وزن دانه م می‌شوند. با این وجود، این ویژگی برای همه رقم‌ها صدق نمی‌کند، به طوری که لاین S-98-22 که بیشترین تعداد وزن دانه در خوشه دارد، اما از وزن هزاردانه بیشتری نیز برخوردار است. به نظر می‌رسد، رابطه مبدا و مقصدهای فیزیولوژیک نقش تعیین کننده‌ای در این راستا داشته باشند، به طوری که با افزایش تعداد مقصدهای فیزیولوزیک (دانه) تقاضا برای تولید مواد فتوسنتزی افزایش یافته، به دنبال آن صدور مواد فتوسنتزی به دانه افزایش، که سبب افزایش وزن هزاردانه می‌گردد. در این ارتباط گزارش شده که رابطه مثبت بین وزن دانه و تعداد دانه وجود دارد. با این وجود، همبستگی منفی بین وزن هزار دانه و تعداد دانه در سایر مطالعات نیز گزارش شده است (Reynolds *et al*., 2005).

عملکرد دانه در گندم تابع تعداد دانه‌ها در سنبله، وزن هزار دانه و تعداد سنبله‌ها در مترمربع می‌باشد و این پارامترها نیز تابع ژنوتیپ گیاه و شرایط محیطی و مدیریت زراعی است. بنابراین، انتخاب ژنوتیپ مناسب نقش مؤثری در افزایش تولید خواهد داشت. از سوی دیگر، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع قبل از گلدهی مشخص می‌شوند، در مقابل، وزن هزاردانه بعد از گلدهی تعیین می‌گردد. با افزایش تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله قبل از گلدهی، می‌توان از طریق روش‌های زراعی مناسب عملکرد گندم را افزایش داد. افزایش دما یکی از چالش‌های عمده در تولید گندم در بسیاری از کشورها به شمار می‌رود. افزایش دما به ویژه در مراحل زایشی و پر شدن دانه‌ها، خسارت زیادی برای تولید گندم به دنبال دارد. به طوری که، بیشتر تحقیقات بر روی اثرات تنش‌های گرمایی پس از ظهور سنبله و تأثیر آن‌ها بر عملکرد متمرکز هستند (Farhad *et al*., 2023; Mishra *et al*., 2021). در این تحقیق، هوای خنک در انتهای فصل به دلیل بارش و دماهای پایین‌تر در هر دو منطقه، مانع از بروز تنش خشکی در پایان فصل شد. این موضوع به بهبود پر شدن دانه و افزایش وزن هزاردانه کمک کرده است (جدول ۱). در این ارتباط، جعفرزاده (Jafarnezhad, 2009) نشان داد که میان اجزای عملکرد دانه یک رابطه جبرانی وجود دارد، به طوری که کاهش یک جزء عملکرد می‌تواند با افزایش اجزای دیگر عملکرد تا حدی جبران شود. با این وجود، در شرایطی رشد کوتاه فصل، توانایی جبرانی کاهش می‌یابد. همچنین در گزارش دیگری بیان شده که کشت زودهنگام گندم قادر است تعداد سنبله در واحد سطح را افزایش دهد، اما سبب کاهش تعداد دانه در سنبله می‌گردد. بر این اساس طول روز بر تعداد سنبلچه و تعداد دانه مؤثر است. به طوری که، روزهای کوتاه موجب طولانی‌تر شدن دوره رشد سنبله و افزایش تعداد دانه در سنبلچه می‌گردد (Knapp & Knapp, 1978).

ارتفاع بوته

نتایج نشان داد ارتفاع بوته در داراب برای ژنوتیپ‌های S-98-11، S-98-7، S-98-22 و مهرگان به‌ترتیب ۱۰۵، ۱۰۱، ۹۸ و ۹۸ سانتی‌متر بود. در فسا ارتفاع بوته ژنوتیپ-ها بین ۹۵-۱۰۱ سانتی‌متر بود. در مجموع میانگین ارتفاع

بوته در دو منطقه نشان داد بین لاین‌های مورد بررسی و رقم مهرگان تفاوت چندانی از نظر ارتفاع بوته وجود ندارد. در هر دو منطقه، ارتفاع بوته همه ژنوتیپ‌ها در دامنه مناسب قرار داشت (۹۸ الی ۱۰۵ سانتی‌متر) (جدول ۳).

سرعت پر شدن دانه و دوره پر شدن دانه

نتایج داراب نشان داد که بیشترین و کمترین دوره پر شدن دانه به ترتیب مربوط به لاین‌های S-98-11 و S-98-22 به ترتیب ۳۸ و ۳۴ روز بود. در مقابل، سرعت پر شدن دانه در شاهد مهرگان بیشترین و در لاین S-98-11 کمترین مقدار را نشان داد. از سوی دیگر در فسا ، بیشترین و کمترین دوره پر شدن دانه به ترتیب در لاین‌های S-98-7 و S-98-22 با ۵۱ و ۴۸ روز بود. همچنین، سرعت پر شدن دانه در شاهد بیشترین و در لاین S-98-22 کمترین مقدار را داشتند (جدول ۳). به نظر می‌رسد، در گیاهان دیررس، زمان بیشتری برای پر شدن و بلوغ دانه نیاز است. بنابراین، تنش‌های حرارتی و خشکی در انتهای فصل می‌تواند باعث تسریع در مراحل پر شدن دانها گردد. این پدیده می‌تواند روی مؤلفه‌های اجزای دانه، کمیت و کیفیت دانه مؤثر باشد (McIntyre *et al.*, 2010).

تعداد روز تا سنبله‌دهی و روز تا رسیدگی

تعداد روز تا سبز شدن در لاین‌های مورد ارزیابی، ۸ و ۹ روز به‌ترتیب در داراب و فسا پس از خاکاب (اولین آبیاری بعد از کاشت) اتفاق افتاد. در منطقه داراب، ظهور سنبله در لاین S-98-11 اندکی زودتر از سایر ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. از نظر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش تفاوت زیادی مشاهده نشد. نتایج آزمایش نشان داد که لاین‌های S-98-7 و S-98-11 به‌ترتیب دو و یک روز زودرس‌تر از شاهد مهرگان بودند و لاین S-98-22 یک روز دیررس‌تر از شاهد بودند. نتایج آزمایش فسا نشان داد که ظهور سنبله در لاین S-98-7 و S-98-11 اندکی زودتر از سایر ژنوتیپ‌ها مشاهده شد. از نظر تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیک در بین ژنوتیپ‌های مورد آزمایش تفاوت زیادی مشاهده نشد. نتایج آزمایش نشان داد که لاین S-98-22، یک روز زودرس‌تر از شاهد مهرگان بود (جدول ۳). منطقه فسا نسبت به داراب از آب و هوای خنک‌تری برخوردار است، بنابراین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در شهرستان فسا دارای طول رشد بیشتری داشتند و میانگین عملکرد دانه در این شهرستان بیشتر از داراب بود (جدول ۲).گزارش‌های جلال کمالی و همکاران (Kamali *et al.*, 2008) و همچنین جلال کمالی و شریفی(Kamali & Sharifi, 2010) به وضوح نشان می‌دهند که تنوع در تیپ‌های مختلف گندم نان، از جمله تیپ‌های زمستانه، بینابین و بهاره، تأثیر قابل توجهی بر طول دوره و مراحل نمو آن‌ها دارد. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از سازگاری‌های مختلف این رقم‌ها با شرایط آب و هوایی باشد. همچنین، یافته‌ها حاکی از آن است که اثر طول مراحل مختلف نمو بر عملکرد دانه یکسان نیست و این متغیر می‌تواند همبستگی‌های معنی‌داری (چه مثبت و چه منفی) با عملکرد دانه و اجزای آن داشته باشد. این مسئله می‌تواند برای بهینه‌سازی برنامه‌های کشت و مدیریت زراعی بسیار مهم باشد.

سایر صفات

بر اساس مشاهدات انجام شده، در هر دو منطقه، خوابیدگی، بیماری‌های لکه‌برگی سپتوریایی، لکه نواری باکتریایی، زنگ زرد، زنگ قهوه‌ای و زنگ ساقه مشاهده نشد، فقط در فسا ۵ درصد زنگ زرد در رقم شاهد و در داراب ۵ درصد خوابیدگی در رقم شاهد گزارش گردید (جدول ۳). بر اساس آمار بارندگی و دما سالیانه دو منطقه آزمایش (جدول ۲)؛ انتظار می‌رود درصد بیماری‌های گیاهی افزایش یابد، ولی نتایج حاکی از کم بودن درصد بیماری‌ها در ژنوتیپ شاهد و لاین‌های اصلاحی بود. به نظر می‌رسد، لاین‌های جدید مقاوم به بیماری است؛ همچنین، مصرف کمتر بذر در واحد سطح باشد. به طوری که در شرایطی که مقدار بذر به صورت بهینه استفاده شود، و نسبت به شرابط زارعین بذر و تراکم بوته کمتری ایجاد شده که بدنبال آن شرایط بروز بیماری‌های گیاهی کاهش یافته است، هرچند این مطلب نیاز به انجام آزمایش دارد.

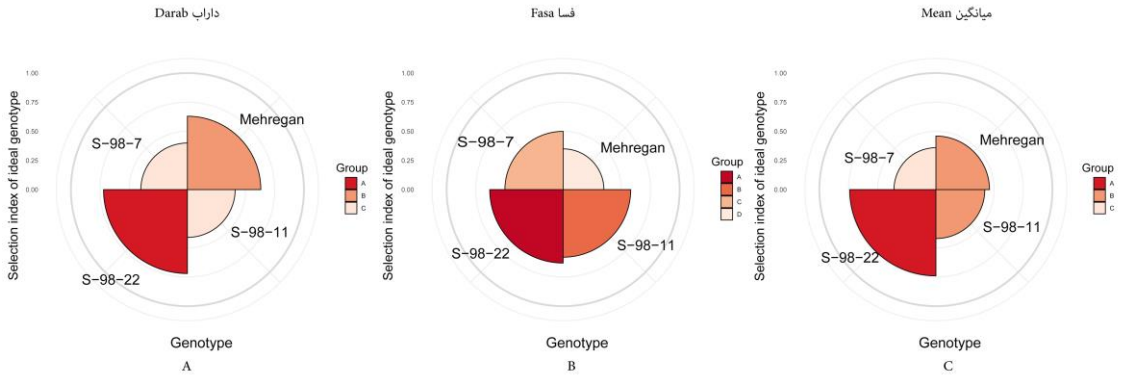
میانگین عملکرد دانه و صفات زراعی در دو منطقه مورد آزمایش

بر اساس میانگین عملکرد دانه در دو منطقه داراب و فسا نسبت به شاهد مهرگان، عملکرد لاین S-98-22، ۸ درصد افزایش داشت. از نظر رتبه‌بندی میانگین عملکرد دانه دو منطقه، لاین S-98-22 بیشترین عملکرد دانه داشت، پس آن به ترتیب شاهد مهرگان، لاین S-98-11، S-98-7 در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند. همچنین نتایج نشان داد در هیچ یک از ژنوتیپ‌های آزمایش در دو منطقه، علائم بیماری‌های لکه‌برگی سپتوریایی، لکه نواری باکتریایی، زنگ زرد (به جز رقم شاهد با ۲/۵ درصد)، زنگ قهوه‌ای و زنگ ساقه مشاهده نشد (جدول ۵). در مجموع، لاین S-98-22علاوه بر عملکرد دانه، به دلیل ویژگی‌های مطلوبی نظیر زودرسی، وزن هزاردانه، ارتفاع، تعداد سنبله در هر متر مربع، تعداد دانه در هر متر مربع، سرعت پر شدن دانه و دوره طولانی‌تر پر شدن دانه نسبت به شاهد مهرگان نشان داد. همچنین، لاین S-98-11 نیز با ویژگی‌های زراعی مناسب، توانست میانگین عملکردی بسیار نزدیکی به شاهد نشان دهد. همچنین، لاین S-98-11 از نظر تعداد دانه در سنبله، تعداد سنبله بارور در متر مربع، زودرسی و ارتفاع بوته نسبت به شاهد مهرگان برتری داشت، اما وزن هزار دانه نسبت به شاهد مهرگان کمتر بود (جدول ۳).

شاخص SIIG

به‌منظور شناسایی فاصله میان لاین‌های بررسی‌شده و ژنوتیپ شاهد گندم نان، همچنین انتخاب بهترین لاین از نظر عملکرد دانه و صفات سرعت پر شدن دانه، دوره پر شدن، وزن هزار دانه، تعداد روز تا رسیدگی، تعداد روز تا سنبله‌دهی، ارتفاع بوته، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در هر متر مربع، از شاخص SIIG استفاده شد (جدول۳ و شکل ۱). این شاخص با ترکیب صفات مختلف، به یک شاخص واحد تبدیل می‌شود که می‌تواند فرآیند تصمیم‌گیری را بهبود بخشد. از آنجا که دامنه تغییرات این شاخص بین صفر تا یک قرار دارد، هر چه میزان SIIG برای یک ژنوتیپ به یک نزدیک‌تر باشد،

نشان‌دهنده مطلوبیت بالاتر آن از نظر بیشتر صفات مورد بررسی است. برعکس، هر چه مقدار SIIG به صفر نزدیک‌تر باشد، نشان‌دهنده مطلوبیت کمتری برای ژنوتیپ در ارزیابی صفات مختلف است. در حقیقت، شاخص SIIG به محقق این امکان را می‌دهد که تصمیم نهایی مؤثرتری را در انتخاب بهترین و ضعیف‌ترین ژنوتیپ‌ها از جنبه صفات مورد بررسی اتخاذ نماید (Zali *et al.*, 2023; Zali *et al.*, 2015). در این تحقیق نتایج شاخص SIIG در شهرستان داراب نشان داد لاین S-98-22 با بیشترین مقدار SIIG (۰/۷۲) در رتبه اول قرار دارد و بعد از آن ژنوتیپ‌های مهرگان، S-98-11 و S-98-7 با مقادیر ۰/۶۳، ۰/۴۱ و ۰/۴۰ قرار گرفتند. در شهرستان فسا نتایج شاخص SIIG نشان داد که سه لاین مورد بررسی نسبت به شاهد برتری داشتند. لاین‌های S-98-22، S-98-11، S-98-7 و ژنوتیپ شاهد به ترتیب ۰/۶۳، ۰/۵۸، ۰/۵۰ و ۰/۳۵ دارای مقادیر شاخص SIIG بودند. نتایج شاخص SIIG در میانگین دو منطقه نشان داد لاین S-98-22 با بیشترین مقدار SIIG (۰/۷۴) در رتبه اول قرار دارد و بعد از آن ژنوتیپ‌های مهرگان، S-98-11 و S-98-7 با مقادیر ۰/۴۶، ۰/۴۲ و ۰/۳۶ قرار گرفتند (جدول ۳ و شکل ۱). تفاوت قابل ملاحظه میانگین شاخص SIIG در لاین S-98-22 با سایر لاین‌ها و ژنوتیپ شاهد، نشان از برتری لاین S-98-22 در بسیاری از صفات نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها دارد. بنابراین این لاین قابلیت معرفی به‌عنوان رقم جدید و قابل توصیه برای کشت در اقلیم گرم استان فارس و نواحی دیگر کشور با اقلیم مشابه را دارا می‌باشد.



شکل ۱- رتبه‌بندی لاین‌های انتخابی بر اساس شاخص SIIG در مناطق داراب (A)، فسا (B) و میانگین دو منطقه (C)

Figure 1- Ranking of selected lines based on SIIG index in Darab (A), Fasa (B) and the average of two regions (C)

جدول ۳- نتایج آزمایش تحقیقی و ترویجی لاین‌های امیدبخش گندم نان با شاهد مناطق داراب، فسا و میانگین دو منطقه

Table 3- The results of the On-farm experiment of promising lines of bread wheat with the control of Darab, Fasa and the average of two regions

Mean میانگین				Fasa فسا				Darab داراب					
Genotype ژنوتیپ				Genotype ژنوتیپ				Genotype ژنوتیپ					
S-98-22	S-98-11	S-98-7	Mehregan	S-98-22	S-98-11	S-98-7	Mehregan	S-98-22	S-98-11	S-98-7	Mehregan	Traits	صفات
107	103.5	104	106	111	110	110	111	103	97	98	101	Day to heading (Day)	روز تا سنبله‌دهی (روز)
148	147.5	147.5	148	159	160	161	160	137	135	134	136	Day to maturity (Day)	روز تارسیدگی (روز)
41	44	43.5	42	48	50	51	49	34	38	36	35	Seed filling period (Day)	دوره پر شدن دانه (روز)
1.16	1.04	1.12	1.12	0.82	0.92	0.94	0.94	1.36	1.19	1.36	1.37	Seed filling ratio (Mg/Day)	سرعت پر شدن دانه (میلی‌گرم/روز)
98.5	101.5	98	99.5	99	98	95	101	98	105	101	98	Height (cm)	ارتفاع (سانتی‌متر)
0	0	0	2.5	0	0	0	0	0	0	0	5	Lodging of stem (%)	خوابیدگی (٪)
47.78	45.80	48.75	47.25	49.25	46.32	48.25	46.26	46.32	45.29	49.25	48.25	Thousand kernel weight (g)	هزار دانه (گرم)
50	46.5	42	45.5	41	39	35	36	39	34	29	35	Number seed per spike	تعداد دانه در سنبله
470	430.5	467	427.5	485	460	445	425	455	401	489	430	Number spike per m^2	بوته در متر مربع
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Susceptibility seed drop (%)	حساسیت به ریزش (٪)
9943.80	8970	8569	9259	9880	9107	9404	8571	10006	8833	7733	9947	Yield (Kg/ha)	عملکرد دانه (کیلوگرم/هکتار)
108	97	93.5	100	115	106	110	100	101	88	77	100	Yield compared check (%)	عملکرد دانه نسبت به شاهد (٪)
0.74	0.42	0.36	0.46	0.63	0.58	0.50	0.35	0.72	0.41	0.40	0.63	SIIG index	شاخص SIIG
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Septoriosis (%)	لکه برگی سپتوریایی (٪)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Bactrial Strip (%)	لکه نواری باکتریایی (٪)
0	0	0	2.5	0	0	0	5	0	0	0	0	Yellow rust (%)	زنگ زرد (٪)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Brown rust (%)	زنگ قهوه‌ای (٪)
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Stem rust (%)	زنگ ساقه (٪)

ارزیابی خصوصیات کیفی

نتایج ارزیابی مربوط به خصوصیات کیفی گندم نان برای لاین‌های مورد بررسی به همراه شاهد مهرگان در جدول ۴ گزارش شده است.

میزان پروتئین

اندازه‌گیری سطح پروتئین در غلات به دلایل تغذیه‌ای، اقتصادی و ارزیابی ویژگی‌های عملکردی آرد گندم از اهمیت زیادی برخوردار است. بر اساس نتایج، لاین S-98-11با ۱۲/۸ درصد پروتئین، بالاترین میزان را در مقایسه با شاهد و دو لاین دیگر نشان داد. همچنین میزان پروتئین ژنوتیپ‌های شاهد و S-98-22 و S-98-7 به‌ترتیب با ۱۲/۷، ۱۲/۶ و ۱۲/۵ درصد پروتئین بود (جدول ۴). طبق استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴ در زمینه درجه‌بندی گندم، دانه‌های گندم با پروتئین حداقل ۱۲ درصد به‌عنوان درجه یک، ۱۱ درصد به‌عنوان درجه دو و ۹/۵ درصد به‌عنوان درجه سه شناخته می‌شوند که همگی برای مصرف انسانی مناسب هستند (INSO, 2012). بر این اساس، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که لاین‌های بررسی‌شده در این مطالعه، از نظر کیفی در دسته گندم‌های درجه یک قرار می‌گیرند. بنابراین، با معرفی و تولید انبوه یکی از این لاین‌ها و ترکیب آن با دانه‌های گندم نان از سایر مناطق، می‌توان به بهبود کمیت پروتئین آن مناطق دست یافت.

حجم رسوب زلنی

مقایسه حجم رسوب زلنی لاین‌های مورد بررسی با رقم شاهد مورد ارزیـابی نشان داد که لاین S-98-11 با مقدار ۲۶ میلی‌لیتر رتبه اول، لاین S-98-22 و رقم شاهد به‌طور مشترک در رتبه دوم (۲۵ میلی‌لیتر) و لاین S-98-7 در رتبه آخر با مقدار ۲۴ میلی‌لیتر قرار گرفتند (جدول ۴). در گذشته، تعیین کیفیت دانه گندم تنها به اندازه‌گیری محتوای پروتئین کل محدود می‌شد. اما با توجه به این‌که نه تمامی پروتئین‌های موجود در دانه گندم برای نانوایی مناسب هستند و نه همه آن‌ها بر کیفیت نان تأثیرگذارند، تمرکز به ارزیابی کیفیت پروتئین تغییر کرد. در آزمایش زلنی، پروتئین‌های گلوتنی با وزن مولکولی بالا دچار تورم شده و رسوب می‌کنند. بنابراین، میزان تورم این زیرواحدها، به‌عنوان معیاری برای ارزیابی کیفیت پروتئین آرد به کار می‌رود (Peighambardoust, 2017).

شاخص سختی

نتایج تجزیه خصوصیات کیفیت گندم نان لاین‌های مورد بررسی در مورد صفت شاخص سختی نشان داد که لاین شماره S-98-7 (۵۴) نسبت به شاهد و دو لاین دیگر بیشترین سختی دانه را به‌خود اختصاص داد و شاهد، S-98-22 و S-98-11 به‌ترتیب ۵۳، ۵۲ و ۵۱ در رتبه‌ها بعدی قرار گرفتند (جدول ۴). سختی دانه یکی از شاخص‌های کلیدی در سنجش کیفیت دانه به‌شمار می‌آید و بسیاری از کشورها از آن برای طبقه‌بندی تجاری رقم‌ها گندم نان استفاده می‌کنند. این ویژگی به‌عنوان یک شاخص ژنتیکی، نمایانگر تراکم و فشردگی گرانول‌های نشاسته در آندوسپرم دانه است. به‌طور کلی، گندم‌های سخت معمولاً دارای مقدار و کیفیت پروتئین بالاتری هستند، آندوسپرم آن‌ها سخت و شیشه‌ای بوده و در

فرآیند آسیاب، میزان استخراج آرد بیشتری را فراهم می‌کنند، که به طبیعت زبر آرد منجر می‌شود .همچنین، میزان نشاسته آسیب‌دیده مکانیکی در آرد گندم‌های سخت بیش از گندم‌های نرم است. در نتیجه، خواص نانوایی گندم‌های سخت به مراتب بهتر از گندم‌های نرم است (Peighambardoust, 2017). کتینیوداکی و همکاران (Ktenioudaki *et al*., 2010) نیز نشان دادند که انتخاب رقم‌ها گندم نان با سختی بالاتر می‌تواند به افزایش حجم و نرمی بافت داخلی نان منجر شود.

درصد گلوتن مرطوب، انـــدیس گلـــوتن و رسوب SDS[7]

بیشترین درصد گلوتن مرطوب مربوط به لاین‌های S-98-22 و مهرگان با ۳۰ درصد بود و بعد از آنها دو لاین دیگر قرار گرفتند که هر کدام ۲۵ درصد گلوتن مرطوب را نشان دادند. همچنین بـــرای انـــدیس گلـــوتن کـــه از صـــفات مهـــم تعیـــین کننده کیفیـت نـانوایی اسـت، در لاین S-98-22 بیشترین مقدار (۴۶) و در لاین شاهد کمترین مقدار (۱۳) را نشان داد. از نظر ارتفاع رسوب بـا SDS که از صفات مهم در ارزیابی‌های کیفی است به ترتیب شاهد، لاین‌های S-98-22، S-98-11 و S-98-7 دارای ۸۵، ۸۴، ۸۲ و ۸۲ میلی‌متر بودند (جدول ۴).

میزان گلوتن مرطوب معمولاً با افزایش دما در دوره پر شدن دانه‌ها در مناطق گرم، افزایش می‌یابد. پژوهش‌ها نشان داده‌اند که دماهای بالا در هنگام پر شدن دانه‌ها تأثیرات متفاوتی بر سنتز پروتئین‌های گلوتنین و گلیادین دارند، به‌طوری‌که تولید گلیادین بیشتر از گلوتنین است. این وضعیت منجر به کاهش قدرت و استحکام خمیر می‌شود (Ahmed, 2015). سودمندی SDS به رسوب پروتئین‌های گلوتنین کمک می‌کند و اندازه‌گیری ارتفاع رسوب آن به عنوان یک معیار برای ارزیابی میزان پروتئین‌های گلوتنین دانه مورد استفاده قرار می‌گیرد (Axford *et al*., 1979) افزون بر این، رابطه معکوس بین عملکرد دانه و میزان پروتئین آن توسط محققان دیگری نیز تأیید شده است (Blanco *et al*., 2012; Silva *et al*., 2014). پروتئین دانه گندم شامل دو نوع ساختار است: مونومری (آلبومین‌ها، گلوبولین‌ها و گلیادین‌ها) و پلیمری (گلوتنین‌ها) (Hurkman *et al*., 2009). خواص رئولوژیکی خمیر حاصل از آرد گندم به‌ویژه به خصوصیات چسبندگی و کشش گلوتن بستگی دارد. خاصیت ارتجاعی گلوتن وابسته به وجود دو نوع پروتئین ذخیره‌ای در دانه گندم، یعنی گلوتنین و گلیادین، است که این پروتئین‌ها تنوع پروتئینی را از نظر کمیت، کیفیت و ترکیب در رقم‌ها مختلف گندم ایجاد می‌کنند (Carrillo *et al*., 1990). در حالی که گلیادین‌ها نقش مهمی در چسبندگی خمیر ایفا می‌کنند، گلوتنین‌ها به‌طور کلی ویژگی‌های کشش‌پذیری خمیر را تعیین می‌کنند. نسبت این دو نوع پروتئین به‌طور کلی خصوصیات رئولوژیکی خمیر را مشخص می‌کند (Labuschagne *et al*., 2009).

وزن هکتولیتر

[7] Sodium Dodecyl Sulfate

وزن هکتولیتر یک صفت مهم که با وزن هزار دانه، شکل دانه و اندازه آن مرتبط است. در این تحقیق لاین S-98-22 بیشترین وزن هکتولیتر (۸۱/۲۰ کیلوگرم/هکتولیتر) را دارا بود، بعد از آن لاین‌های S-98-11، S-98-7 و شاهد مهرگان به ترتیب ۸۰، ۷۶/۲۰ و ۷۶/۲۰ کیلوگرم/هکتولیتر در رتبه‌های بعد قرار گرفتند (جدول ۴). این خصوصیت دانه بستگی به شکل دانه، یکنواخت بودن و چگالی آن دارد. دانه‌های نارس و دانه‌هایی که در اثر خشکسالی و بیماری چروکیده شده‌اند معمولا وزن هکتولیتر پایینی دارند (Peighambardoust, 2007).

جدول ۴- نتایج ارزیابی‌های مربوط به خصوصیات کیفی گندم نان

Table 4- The results of evaluations related to the qualitative characteristics of bread wheat

وزن هکتولیتر (کیلوگرم/هکتولیتر) Hectoliter Weight (Kg/hL)	پروتئین (درصد) Protein (%)	حجم رسوب زلنی (میلی‌لیتر) Zeleny Sedimentation Volume (ml)	شاخص سختی Hardness Index	گلوتن مرطوب (درصد) Wet Gluten (%)	شاخص گلوتن Gluten Index	ارتفاع SDS (میلی‌متر) Sedimentation Height (mm)	ژنوتیپ Genotype
76.90	12.5	24	54	29	40	82	**S-98-7**
80.00	12.8	26	51	29	20	82	**S-98-11**
81.20	12.6	25	52	30	46	84	**S-98-22**
76.90	12.7	25	53	30	13	85	**Mehregan**

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که در میانگین دو منطقه لاین S-98-22 بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص داد و در عین حال با دوره رسیدگی ۱۴۸ روزه با سایر ژنوتیپ‌های تفاوت چندانی نداشت. شاهد مهرگان در رتبه بعد بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد و با دوره رسیدگی ۱۴۸ روزه مشابه با لاین S-98-22 بود. بر اساس نتایج حاصله، لاین S-98-22 با عملکرد دانه و دوره رسیدگی مناسب و بیشترین مقدار شاخص SIIG، از مزیت نسبی مناسب جهت معرفی شدن برای اقلیم گرم و خشک برخوردار است. این لاین دارای ارتفاع بوته استاندارد، وزن هزاردانه بیش از ۴۰ گرم، خوابیدگی بوته در حد صفر درصد و واکنش به بیماری لکه نواری در حد متحمل بود. همچنین از نظر خصوصیات کیفی، لاین S-98-22 با داشتن بیشترین گلوتن مرطوب، شاخص گلوتن و محتوای پروتئین و حجم رسوب زلنی مناسب بالاترین کیفیت نانوایی را داشت. البته سایر ژنوتیپ‌ها نیز در محدوده ژنوتیپ‌هایی با کیفیت نانوایی مطلوب قرار داشتند. در نهایت، می‌توانلاین S-98-22 را با توجه به پارامترهای کمی و کیفی مناسب، به‌عنوان رقم جدید گندم و به منظور تنوع بخشیدن به رقم‌ها موجود، جهت کاشت در اقلیم گرم و خشک جنوب مناسب دانست.

سپاس‌گزاری

این مقاله حاصل اجرای پروژه تحقیقی ترویجی مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر و موسسه آموزش و ترویج کشاورزی با شماره مصوب ۳-۵۰-۰۱۰۳-۰۷۸-۰۱۰۷۹۷ است. بدین‌وسیله از همکاران ترویجی در مرکز خدمات شهرستان ششده و قره بلاغ فسا و جهاد کشاورزی داراب و

همچنین از کشاورزان محترم آقایان غلامرضا معصومی و

حمیدرضا قاسمپور که در تحقق این پروژه ما را یاری

کردند، صمیمانه سپاس‌گذاری می‌نماییم.

References

Ahmed, M. 2015. Response of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) quality traits and yield to sowing date. PloS one, 10(4), e0126097. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0126097

Anonymous. 2023. Statistical year book of agricultural crops. 1st Volume: Filed Crops. Ministry of Jihad-eAgriculture, Tehran, Iran, 103 pp. (In Persian)

Axford, D. W. E., McDermott E. E. & Redman. D. G. 1979. Note on the sodium dodecyl sulfate test of bread making quality: comparison with Pelshenke and Zeleny test. Cereal Chemestry, 56: 582-584.

Baye, A., Berihun, B., Bantayehu, M., & Derebe, B. 2020. Genotypic and phenotypic correlation and path coefficient analysis for yield and yield-related traits in advanced bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines. Cogent Food & Agriculture, 6(1), 1752603. https://doi.org/10.1080/23311932.2020.1752603

Blanco, A., Mangini, G., Giancaspro, A., Giove, S., Colasuonno, P., Simeone, R., Signorile, A., De Vita, P., Mastrangelo, A. & Cattivelli, L. 2012. Relationships between grain protein content and grain yield components through quantitative trait locus analyses in a recombinant inbred line population derived from two elite durum wheat cultivars. Molecular Breeding, 30, 79-92. https://doi.org/10.1007/s11032-011-9600-z

Carrillo, J., Rousset, M., Qualset, C. & Kasarda, D. 1990. Use of recombinant inbred lines of wheat for study of associations of high-molecular-weight glutenin subunit alleles to quantitative traits: 1. Grain yield and quality prediction tests. Theoretical and Applied Genetics, 79, 321-330. https://doi.org/10.1007/BF01186074

Cassman, K. G., & Grassini, P. 2020. A global perspective on sustainable intensification research. Nature sustainability, 3(4), 262-268. https://doi.org/10.1038/s41893-020-0507-8

Cauvain, S.P., Poms, R., & Taylor, J. 2009. The International Association for Cereal Science and Technology: its history and activities. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods 1, 3-8. https://doi.org/10.1111/j.1757-837X.2009.00003.x

Dastfal, M., Askari, A. R. & Zali, H. 2020. Comparison of the Performance of Promising Wheat Lines (from the ER96 Series) with the Control Variety under Farmer Conditions in the Darab Region. Final Report of the Research Project. Agricultural and Natural Resources Research and Education Center of Fars, Seed and Seedling Improvement Research Section, 25 pages.

Egli, D. B. 2004. Seed-fill uration and yield of grain crops. Advances in Agronomy, 83, 243. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(04)83005-0

FAO.2023.https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/1f66b67b-1e45-45d1-b003-86162fd35dab/content.

Farhad, M., Kumar, U., Tomar, V., Bhati, P. K., Krishnan J, N., Barek, V., Brestic, M. & Hossain, A. 2023. Heat stress in wheat: a global challenge to feed billions in the current era of the changing climate. Frontiers in Sustainable Food Systems, 7, 1203721. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1203721

Fufa, F., Grando, S., Kafawin, O., Shakhatreh, Y. & Ceccarelli, S. 2010. Efficiency of farmers' selection in a participatory barley breeding programme in Jordan. Plant Breeding, 129, 156-161

Hurkman, W. J., Vensel, W. H., Tanaka, C. K., Whitehand, L. & Altenbach, S. B. 2009. Effect of high temperature on albumin and globulin accumulation in the endosperm proteome of the developing wheat grain. Journal of Cereal Science, 49(1), 12-23. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2008.06.014

INSO (Iran National Standards Organization). 2012. Standard No. 104. Cereal and cereal products: Wheat Specification and Test methods. Available online at: http://standard. isiri. gov.ir /Standard View.aspx?Id =36452.

Jafarnezhad, A. 2009. Determination of optimum sowing date for bread wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars with different flowering habits in Neishabour. Seed and Plant Production Journal, 25(2), 117-135. ([In Persian). https://doi.org/10.22092/sppj.2017.110368.

Kamali, M. J., Sharifi, H., Khodarahmi, M., Joukar, R., Torkamaan, H. & Ghavidel, N. 2008. Variation in developmental stages and its relationship with yield and yield components of bread wheat cultivars under field conditions: I. phenology. (In Persian). https://doi.org/ 10.22092/spij.2017.110761.

Kamali, M. J. & Sharifi, H. 2010. Variation in Developmental Stages and its Relationships with Yield and Yield Components of Bread Wheat Cultivars Under Field Conditions: II-Yield and Its Components. Seed and Plant Production Journal, 26(1), 1-23. (In Persian). https://doi.org/ 10.22092/sppj.2017.110391.

Knapp, W. & Knapp, J. 1978. Response of Winter Wheat to Date of Planting and Fall Fertilization 1. Agronomy Journal, 70(6), 1048-1053. https://doi.org/10.2134/agronj1978.00021962007000060037x

Koochaki, A., & Sarmadnia, G. 2000. Crop plant physiology. Mashhad University. In. [In Persian]

Krupnova, O.V. 2010. Relation between grain weight and falling number in soft springwheat. Russian Agricultural Sciences. 36(5): 321-323.

Ktenioudaki, A., Butler, F. & Gallagher, E. 2010. Rheological properties and baking quality of wheat varieties from various geographical regions. Journal of Cereal Science, 51(3), 402-408. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.02.009

Labuschagne, M., Elago, O. & Koen, E. 2009. Influence of extreme temperatures during grain filling on protein fractions, and its relationship to some quality characteristics in bread, biscuit, and durum wheat. Cereal Chemistry, 86(1), 61-66. https://doi.org/10.1094/CCHEM-86-1-0061

McIntyre, C. L., Mathews, K. L., Rattey, A., Chapman, S. C., Drenth, J., Ghaderi, M., Reynolds, M. & Shorter, R. 2010. Molecular detection of genomic regions associated with grain yield and yield-related components in an elite bread wheat cross evaluated under irrigated and rainfed conditions. Theoretical and Applied Genetics, 120, 527-541. https://doi.org/10.1007/s00122-009-1173-4

Mishra, D., Shekhar, S., Chakraborty, S. & Chakraborty, N. 2021. High temperature stress responses and wheat: impacts and alleviation strategies. Environmental and experimental botany, 190, 104589. https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2021.104589

Moayedi, A. 2012. Evaluation of Durum Wheat Promising Lines Using on-Farm Research in Farmer's Fields. Journal of Applied Environmental and Biological Sciences , 2(4): 172-176.

Mohammadi, R. & Haghparast, R. 2011. Evaluation of promising rainfed wheat breeding lines on farmer's fields of Iran. International Journal of Plant Breeding, 5: 30-36.

Peighambardoust, S. 2017. Rheology test methods: wheat, flour and dough. In: Amidi Publications. [In Persian]

Reynolds, M., Pellegrineschi, A. & Skovmand, B. 2005. Sink-limitation to yield and biomass: a summary of some investigations in spring wheat. Annals of Applied Biology, 146(1), 39-49. https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.2005.03100.x

Sanchez-Garcia, M., Álvaro, F., Peremarti, A., Martín-Sánchez, J. A. & Royo, C., 2015. Changes in bread-making quality attributes of bread wheat varieties cultivated in Spain during the 20th century. European Journal of Agronomy 63: 79-88. doi: https://doi.org/10.1016/j.eja.2014.11.006

Silva, R. R., Benin, G., Almeida, J. L. d., Fonseca, I. C. d. B. & Zucareli, C. 2014. Grain yield and baking quality of wheat under different sowing dates. Acta Scientiarum. Agronomy, 36, 201-210. https://doi.org/10.4025/actasciagron.v36i2.16180

Singh, S., Gupta, A. K., Gupta, S. K. & Kaur, N., 2010. Effect of sowing time on protein quality and starch pasting characteristics in wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes grown under irrigated and rain-fed conditions. Food Chemistry. 122: 559-565. doi: 10.1016/j.foodchem.2010.03.010

Zali, H., Barati, A., Pour-Aboughadareh, A., Gholipour, A., Koohkan, S., Marzoghiyan, A., Bocianowski, J., Bujak, H. & Nowosad, K. 2023. Identification of superior barley

genotypes using selection index of ideal genotype (SIIG). Plants, 12(9), 1843. https://doi.org/10.3390/plants12091843

Zali, H., Sofalian, O., Hasanloo, T., Asgharii, A. & Hoseini, S. M., 2015. Appraising of drought tolerance relying on stability analysis indices in canola genotypes simultaneously, using selection index of ideal genotype (SIIG) technique: Introduction of new method. Biological Forum. doi: 10.29252/jcb.11.29.117.

Zolghadri, M. & Mozafari, J. 1989. A Study and Comparison of the Performance of Quds and Cross Omid Barley Varieties with Existing Varieties under Farmer Conditions. Agricultural Promotion Organization Publications. 28 pages.