

## ارزیابی کیفیت دانه لاین‌های تربیتیکاله تحت شرایط تنفس رطوبتی انتهای فصل

ابوالقاسم اکبریان، احمد ارزانی\* و مریم صالحی<sup>۱</sup>

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۱۶)

### چکیده

ایجاد ارقام متحمل به خشکی تحت شرایط اقلیمی خشک و نیمه‌خشک به عنوان مهم‌ترین هدف اصلاحی مطرح می‌باشد. کیفیت دانه، صفت فیزیکی-شیمیایی پیچیده‌ای است که عمدتاً وابسته به ژنتیپ بوده و از محیط و برهمکنش آنها نیز تأثیر می‌پذیرد. به منظور ارزیابی اثر تنفس خشکی انتهای فصل بر کیفیت دانه ۱۸ لاین تربیتیکاله، شامل ۹ لاین دابل‌هالپلوبید و ۹ لاین F<sub>7-8</sub> به همراه دو رقم گندم نان (روشن و کویر)، دو آزمایش جداگانه (بدون تنفس و با تنفس خشکی) در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان طی سال‌های ۱۳۸۶-۸۸ اجرا شد. هر دو طرح آزمایشی تا اواسط مرحله به ساقه رفتن، به طور یکسان و همزمان آبیاری شدند و بعد از آن تنفس خشکی اعمال شد. در این آزمایش، خصوصیاتی نظیر مقدار گلوتونین، گلیادین، نسبت گلیادین/گلوتونین، محتوای گلوتون خشک، حجم SDS، محتوای پروتئین، محتوای کربوهیدرات، محتوای خاکستر، وزن حجمی دانه و عملکرد دانه ارزیابی گردید. نتایج نشان داد که لاین‌های تربیتیکاله تحت شرایط تنفس خشکی از لحاظ عملکرد دانه و ارقام گندم مورد مطالعه از لحاظ صفات مرتبط با کیفیت دانه برتری داشتند. عملکرد دانه هم‌ستگی منفی و معنی‌داری در شرایط بدون تنفس با محتوای پروتئین دانه ( $r = -0.67^{**}$ ) و تحت شرایط تنفس خشکی با وزن حجمی دانه ( $r = -0.56^{**}$ ) داشت. بر همین اساس، ممکن است ژنتیپ‌هایی با وزن حجمی دانه و محتوای پروتئین بیشتر در شرایط تنفس نسبت به سایر ژنتیپ‌ها تأثیر بیشتری از خشکی پذیرفته باشند. به طور کلی، بر اساس نتایج پژوهش حاضر، لاین دابل‌هالپلوبید شماره ۲ تربیتیکاله تحت شرایط تنفس خشکی آخر فصل دارای برترین کیفیت دانه و سازگاری بیوشیمیایی بوده است.

واژه‌های کلیدی: تنفس خشکی، کیفیت دانه، لاین‌های دابل‌هالپلوبید

۱. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

\*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: a\_arzani@cc.iut.ac.ir

## مقدمه

می‌برد، توجه بسیاری از اصلاح کنندگان نبات را به خود جلب نموده است. کار تحقیقی روی تریتیکاله به سمتی متمایل است که غله‌ای به دست آید که با وجود رشد در ارتفاعات مختلف همانند چاودار، محتوای گلوتن و طعم گندم را نیز حفظ نماید (۱۳). یکی از راه‌های بهبود ارزش غذایی و عملکرد غلات، تغییر در ترکیب ژنتیکی آنهاست (۵). ترکیب شیمیایی و کیفیت غذایی تریتیکاله مشابه اجداد آن (گندم و چاودار) می‌باشد (۳۶). تریتیکاله، گلیادین و گلوتنین را از والد مادری (گندم) و سکالین و گلوتنین را از والد پدری (چاودار) دریافت کرده است (۱). آزمایش رسوب، تفاوت‌های ژنتیکی ژنوتیپ‌ها را از نظر کیفیت پروتئین نشان می‌دهد و رابطه نزدیک با استحکام گلوتن و حجم نان دارد و بدین منوال و با توجه به سرعت و سادگی و نیاز مقدار کمی نمونه، این صفت واجد اهمیت خاص برای اصلاح کننده گندم می‌باشد (۹ و ۲۵). وارگا و همکاران (۳۵) نشان دادند که وزن حجمی دانه (وزن هکتوگرام) در ارقام مختلف گندم کاملاً متفاوت است و ارقامی که دانه‌های چروکیده تولید کرده‌اند، از وزن حجمی کمتری برخوردارند.

توانایی گیاه در زنده ماندن تحت شرایط تنفس، به توانایی کربوهیدرات در جذب و نگهداری آب وابسته است که بتواند تکثیر شود (۱۱). طی مطالعه کاثو (۱۴) مشاهده شد که افزایش کربوهیدرات‌های محلول در رقم مقاوم به خشکی در مقایسه با رقم حساس به تنفس خشکی، شاخص مناسبی برای نشان دادن پتانسیل مقاومت به خشکی است.

دابل‌های‌پلوبیدی، نظام واحدی برای تولید لاین‌های کاملاً هموزیگوس از هتروزیگوت در یک نسل را فراهم می‌کند. روش کارآمد کشت دانه گرده و میکروسپور یا دورگ‌گیری بین‌گونه‌ای و نجات جنین برای اغلب غلات ایجاد شده است (۱۸). تریتیکاله پتانسیل بهتری برای اصلاح هیرید و هتروزیس نسبت به گندم دارد. با توجه به بالا بودن دگرگشته، استفاده از مزیت هتروزیس بدون دورگ‌گیری نیز امکان پذیر است (۲۲). اصلاح هیرید و هتروزیس در تریتیکاله در دهه ۱۹۷۰ آغاز شد. سیتوپلاسم گندم تیموفیوی (*Triticum timopheevii*) از گندم

خشکی از جمله تنفس‌های فیزیکی است که به علت تنوع زیاد شرایط بارندگی به عنوان مهمترین عامل محدود کننده رشد و تولید گیاهان زراعی در ایران شناخته شده است (۲۶). تلاش‌های زیادی در زمینه ایجاد غلات جدید با عملکرد و سازگاری بیشتر صورت گرفته است که تنها نمونه موفق آن تاکنون تریتیکاله بوده است (۳۰). تریتیکاله گونه گیاهی ایجاد شده از تلاقی میان گندم و چاودار به وسیله انسان است (۱۸). تولید تجاری تریتیکاله بیش از ۴۰ سال پیش آغاز شده است. این گیاه به عنوان دورگ، حاصل تلاقی گندم و چاودار، از یک سو دارای خصوصیات مطلوب چاودار از جمله رشد سریع، مقاومت در مقابل سرما و امراض و بیماری‌های گیاهی و قابلیت تولید در اراضی فقیر و کم‌بازد و از سوی دیگر خصوصیات برتر کیفی و زراعی گندم از قبیل پتانسیل عملکرد زیاد و کیفیت مطلوب دانه می‌باشد (۱۲). هدف از اصلاح تریتیکاله ایجاد ارقام تجاری تریتیکاله می‌باشد که به عنوان مکمل گندم و سایر غلات دانه‌ای عمل نموده و همچنین گیاهی سودمند با توانایی افزایش تولید غذا در کشورهای در حال توسعه باشد (۵). ارقام اولیه مقادیر پروتئین بیشتری (حدود ۱۷٪) به سبب داشتن دانه‌های چروکیده نسبت به گندم داشتند. در حالی که ارقام جدید دارای دانه‌های چاق‌تر و سطوح پروتئینی مشابه با گندم می‌باشند (۲۷). مشکل باروری و عملکرد کم دانه ارقام قدیمی تر تریتیکاله طی برنامه‌های اصلاحی و انتخاب شدید، افزایش یافته است. به طوری که عملکرد دانه در کمتر از ۲۵ سال افزایش چهار برابری داشته است. ارقام امروزی دارای پتانسیل قابل مقایسه‌ای از نظر عملکرد دانه با گندم تحت شرایط ایده‌آل کشت هستند. در تولید تجاری، تریتیکاله بیشتر در شرایط نامطلوب و تنفس‌ها کشت می‌شود و به طورکلی می‌توان اظهار نمود که در این شرایط نسبت به گندم و چاودار دارای برتری است (۲۱).

تریتیکاله به عنوان غله ایجاد شده از ترکیب ژنوم چاودار و گندم، که ویژگی‌های مطلوب را از هردو والد خود به ارث

جغرافیایی  $23^{\circ} 51'$  شرقی و عرض جغرافیایی  $32^{\circ} 32'$  شمالی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا  $1630$  متر است. بر پایه طبقه‌بندی کوپن (۱۵) این منطقه دارای اقلیم نیمه خشک و دمای خنک، با تابستان‌های خشک است. متوسط بارندگی و دمای منطقه به ترتیب  $140$  میلی‌متر و  $15$  درجه سلسیوس می‌باشد. خاک مزرعه دارای بافت لوم رسی با جرم مخصوص ظاهری  $1/4$  گرم بر سانتی‌متر مکعب و  $pH=7/8$  می‌باشد. این بررسی در قالب دو آزمایش جداگانه به صورت طرح بلوك‌های کامل تصادفی با  $3$  تکرار در دو محیط تنش و غیرتنش رطوبتی، با دو رژیم رطوبتی مختلف شامل آبیاری براساس  $70 \pm 3$  و  $130 \pm 3$  میلی‌متر تبخیر از تشت تبخیر کلاس A انجام شد. عملیات زراعی به طور معمول انجام شد و علف‌های هرز به طور دستی کتrol شدند. صفات در هر کرت آزمایشی با رعایت اثر حاشیه مورد ارزیابی قرار گرفتند. هر کرت شامل  $4$  ردیف کاشت به طول  $3$  متر، با فاصله ردیف  $25$  سانتی‌متر و با تراکم کاشت  $400$  بوته در متر مربع بود. فاصله کرت‌های آزمایشی  $50$  سانتی‌متر در نظر گرفته شد. در زمان به ساقه رفتن بوتهای مقدار  $50$  کیلوگرم در هکتار کود اوره به صورت سرک مورد استفاده قرار گرفت. هر دو طرح آزمایشی تا اواسط مرحله به ساقه رفتن (Mid-joining stage)، به طور یکسان و همزمان آبیاری شدند و بعد از آن آبیاری براساس تبخیر از تشت تبخیر کلاس A انجام شد.

جهت تعیین وزن حجمی دانه، وزن یک لیتر از دانه‌ها با استفاده از استوانه مدرج اندازه‌گیری شد و سپس به کیلوگرم در هکتولیتر تبدیل شد.

محتوای پروتئین، کربوهیدرات و خاکستر نمونه‌های آرد با استفاده از دستگاه NIR (مدل Perten- ۸۲۰۰) اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری حجم رسوب SDS از روش پرستون و همکاران (۲۴) استفاده شد. در این روش، از محلول نشانگر که با  $10$  میلی‌گرم ماده رنگی برموفنل در یک لیتر آب تهیه شد، استفاده گردید. این ماده رنگی باعث تمایز بهتر لایه رسوب و مایع می‌گردد. محلول اسید لاکتیک از حل کردن  $20$  میلی‌لیتر

تریاپلوبیید که نر عقیمی در گندم را نشان می‌دهد، در تریتیکاله هم باعث نر عقیمی می‌شود. در سال ۲۰۰۲ لاین‌های نر عقیم در تریتیکاله زمستانه تهیه و گزارش شدند (۲۱).

تریتیکاله در سال‌های  $49-1348$  به ایران وارد شد و تحقیقات روی لاین‌ها و ارقام مختلف آن از همان سال‌ها در مؤسسه اصلاح بذر کرج و تعدادی از ایستگاه‌های تحقیقاتی دیگر شروع شد. ولی به دلیل چروکیدگی دانه و عملکرد کم مورد توجه قرار نگرفت. در حال حاضر، ارقام موجود این گیاه، در شرایط زراعی مساوی، قدرت رقابت با پرمحصول‌ترین ارقام گندم را داشته و در مواردی نیز نسبت به این ارقام برتری دارند (۳۳). با توجه به اقلیم خشک و نیمه خشک کشور که تنش رطوبتی آخر فصل باعث کاهش شدید عملکرد گیاهان زراعی می‌شود، تریتیکاله می‌تواند به عنوان غله‌ای متتحمل به شرایط ناساعد محیطی از جمله خشکی، گرما و شوری به عنوان محصول دانه‌ای، علوفه‌ای و دو منظوره مورد کاشت قرار گیرد و جایگاه ویژه‌ای را در کشاورزی ایران به خود اختصاص دهد.

آزمایش حاضر به منظور مقایسه لاین‌های F<sub>7-8</sub> با لاین‌های دابل‌هایپلوبید خواهی آنها تحت شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی از لحاظ خصوصیات مرتبط با کیفیت دانه و مقایسه تحمل به خشکی تریتیکاله با دو رقم گندم نان (کویر و روشن) اجرا شده است

## مواد و روش‌ها

این آزمایش به منظور ارزیابی واکنش  $18$  لاین تریتیکاله مشتمل بر  $9$  لاین دابل‌هایپلوبید و  $9$  لاین F<sub>7-8</sub> به همراه دو رقم گندم نان (روشن به عنوان رقم متتحمل به خشکی، کویر به عنوان رقم متتحمل به شوری (۴))، در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی از لحاظ صفات مرتبط با کیفیت دانه، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان طی دو سال زراعی (۸۸-۱۳۸۶) اجرا شد. لاین دابل‌هایپلوبید شماره  $3$  با عنوان رقم الینور در کشور استرالیا آزاد شده است. این مزرعه تحقیقاتی در لورک نجف آباد، در  $40$  کیلومتری جنوب غربی اصفهان، در طول

هر سال به صورت جداگانه و سپس به صورت مرکب انجام شد. مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) محاسبه شد (۳) و به منظور مقایسه لاین‌های دابل‌هاپلویید F<sub>7-8</sub> خواهی آنها از مقایسات متعدد (اورتوگونال) استفاده گردید. به منظور تجزیه مرکب داده‌ها ابتدا آزمون بارتلت برای اطمینان از متجانس بودن خطای آزمایش‌ها انجام شد (۳۷). ضرایب همبستگی فنتویپی بین صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS محاسبه شد.

اسید لاکتیک ۸۸٪ در آب مقطر به دست آمد و حجم محلول به ۱۸۰ میلی‌لیتر رسانده شد. به طوری که نسبت ۱:۸ به دست آید. برای شروع آزمایش، ۱/۱۲۵ گرم آرد در داخل استوانه مدرج درب دار ۲۵ میلی‌لیتری ریخته شد و مراحل اضافه نمودن ۱۲/۵ میلی‌لیتر از محلول اسید لاکتیک – SDS به مواد داخل استوانه برای ۴ بار در بازه‌های زمانی ۱۰۰ ثانیه و حرکت وارون کردن کامل انجام گرفت. بعد از گذشت ۱۰۰ ثانیه چهارم، عمل وارونه کردن برای آخرین مرتبه انجام شد و بعد از گذشت ۱۰ دقیقه حجم رسوب SDS خوانده شد.

## نتایج و بحث

تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشانگر اختلاف معنی‌دار میان تنش خشکی و شرایط بدون تنش برای محتوای کل پروتئین (TSP) بود (جدول ۱). میانگین TSP، گلوتنین، گلیادین و نسبت گلیادین و گلوتنین (گلوتنین/گلیادین) در اثر تنش خشکی افزایش یافت (جدول ۲). میانگین TSP، در دامنه ۰/۴۵۳ برای لاین DH شماره ۴ تا ۰/۵۹۲ برای لاین F<sub>7-8</sub> شماره ۰/۴۵۳ در محیط بدون تنش و از ۰/۴۸۰ برای لاین F<sub>7-8</sub> شماره ۸ تا ۰/۶۸۲ برای لاین F<sub>7-8</sub> شماره ۲ در محیط تنش‌دار، متغیر بود. ساقچی و همکاران (۲۹) محتوای کل پروتئین در آرد گندم را در دامنه ۰/۶۷ - ۰/۳۰ گزارش کردند.

میانگین گلیادین (50PS) اندازه‌گیری شده با روش اسپکتروفوتومتری ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی به ترتیب ۰/۲۹۴ و ۰/۳۲۸ و میانگین گلوتنین - سکالین (50PI) به ترتیب ۰/۲۲۶ و ۰/۲۴۱ بود. ساقچی و همکاران (۲۹) محتوای گلیادین و گلوتنین در گندم را به ترتیب در دامنه ۰/۴۶ - ۰/۳۲ و ۰/۰۶ - ۰/۰۲۳ گزارش کردند. دامنه تغییرات مقدار جذب مطلق گلیادین در شرایط بدون تنش بین ۰/۲۴۳ (لاین دابل‌هاپلویید شماره ۷) و ۰/۳۵۲ (لاین F<sub>7-8</sub> شماره ۴) و در شرایط تنش رطوبتی به ترتیب با میانگین ۰/۲۵۸ (لاین دابل‌هاپلویید شماره ۷) و ۰/۴۰۵ (گندم رقم کویر) متغیر بود. لاین‌های دابل‌هاپلویید شماره ۱ و ۹ با میانگین ۰/۱۷۲ و ۰/۲۶۸ به ترتیب کمترین و بیشترین محتوای گلوتنین

برای اندازه‌گیری مقدار گلیادین از روش ساقچی و همکاران (۲۹) استفاده شد. بدین ترتیب که ۸ میلی‌گرم آرد در داخل لوله‌های ۱/۵ میلی‌لیتری ریخته و به مقدار ۱/۴۴ میلی‌لیتر محلول پروپانول ۰/۵٪ با دمای ۲۵ درجه سلسیوس به آنها اضافه شد. سپس لوله‌ها ورتكس شدند و به مدت ۳۰ دقیقه در دستگاه سانتریفیوز با دور ۱۰۰۰ دور در دقیقه قرار داده شدند. نمونه‌ها دوباره ورتكس شدند و به مدت ۲ دقیقه در دستگاه سانتریفیوز با دور ۱۳۵۰۰ قرار داده شدند و نهایتاً مقدار جذب بخش شناور روی هر لوله در طول موج ۲۸۰ nm با دستگاه اسپکتروفوتومتر خوانده شد. در این بخش از محلول، پروپانول ۵۰٪ به عنوان شاهد استفاده شد. این بخش عمدتاً گلیادین (50PS) را تعیین می‌کند.

مقدار پروتئین کل با روش اسپکتروفوتومتر تعیین شد. بدین منظور، مراحل ذکر شده برای تعیین گلیادین انجام شدند، اما با این تفاوت که از محلول استخراجی پروپانول ۰/۵٪ Dithiothreitol (DTT) در دمای ۵۵ درجه سلسیوس استفاده شد. بعد از اندازه‌گیری محلول شناور بالای در هر لوله، بخش پروتئین کل (TSP) به دست آمد که شامل ۹۰ تا ۹۵ درصد پروتئین‌های آرد است. از تفاضل مقدار کل پروتئین‌های محلول آرد (TSP) و بخش گلیادین (50PS) محتوای گلوتنین و سکالین (50PI) تعیین گردید.

تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی برای هر رژیم رطوبتی در

جدول ۱. تعزیزه و اریانس مرکب صفات مرتبط با کیفیت دانه در ترشیکاله و زنوبیت‌های گندم در شرایط نتش و بدون نتش رطوبتی در دو سال زراعی

میانگین مرتعات		متغیرات						منابع			
وزن صحیحی	dane	وزن حکمی	عمدکرد دانه	حریم	SDS	SDS	SDS	SDS	SDS	SDS	SDS
۱۹۰۸۱/۷	۸۴/۸۵	۰/۰۲۲	۰/۰۲۸	۰/۱۵۲	۰/۰۱۷	۰/۰۵	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۲	۱
۶۲۴۲۹۵۵۲۷**	۴۷۰۵۸۱**	۰/۱۱۵*	۰/۱۱۵*	۷۵/۷۳**	۹۶/۰۰*	۰/۰۶۹**	۰/۰۱۴**	۰/۰۱۵**	۰/۰۱۵**	۰/۰۱۵**	۱
۲۷۷۸۸۰۱۰/۰	۲۲۴۰/۰	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۹	۰/۱۱۱	۰/۰۷۳	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰۲	۱
۱۹۹۱۰۹۲/۰	۳۸۳/۷*	۰/۰۴۳**	۰/۰۴۳**	۰/۱۸۲**	۰/۷۳۳*	۰/۰۰۹	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۱	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۲	۸
۱۰۳۱۰۲۶۴/۴**	۶۴۳۳۳/۵۹**	۰/۳۲۲*	۰/۳۲۲*	۱۷/۰۱**	۹۲/۳۹**	۰/۰۱۴**	۰/۰۱۳**	۰/۰۱۴**	۰/۰۱۳**	۰/۰۱۳**	۱۹
۱/۱۲۲۲۱/۱	۱۰۲۱/۴۴**	۰/۱۲۵**	۰/۱۲۵**	۰/۰۴۸**	۰/۷۵**	۰/۰۴۲**	۰/۰۴۰**	۰/۰۴۰**	۰/۰۴۰**	۰/۰۴۰**	۱۹
۸۹۰۴۴۶۴/۴**	۳۴۵۰/۹۹**	۰/۲۲۴**	۰/۲۲۴**	۰/۰۸۶**	۰/۱۳۸**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۰/۰۰۲**	۱۹
۰/۱۷۹۱۶/۹	۷۵۹/۰۷**	۰/۰۸۴**	۰/۰۸۴**	۰/۰۹۱**	۰/۰۹۱**	۰/۰۰۰۰۷**	۰/۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۱**	۰/۰۰۰۰۱**	۱۹
۱۰۵۵۳۶۸۲	۱۹۰/۱۶	۰/۰۰۰۹	۰/۰۰۰۹	۰/۴۹۱	۰/۴۹۱	۰/۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰۲	۱۵۲
۱۶۴۴۲	۲/۰/۰	۰/۹۴	۰/۹۴	۰/۸۸۲	۰/۹۴	۰/۲۵	۱۰/۰۳۹	۹/۷۷	۹/۷۷	۹/۷۷	۹/۶۶

جدول ۲. میانگین محتوای پرتوپنی لاین های ترتیبل کاله و زنونتپ های گندم تحت شرایط محضی نرمال و نتش شکنی و نسبت تغیرات میانگین این صفات تحت تأثیر نتش شکنی (نرمال / نخشکن)

صفات		رژیومنت آرد										نایف ۷&۸	
گلوتین - سکالپین		بدون تنش (N)					بدون تنش (S)					بدون تنش (N)	
S/N	تنش (S)	بدون تنش (N)	S/N	تنش (S)	بدون تنش (N)	S/N	تنش (S)	بدون تنش (N)	S/N	تنش (S)	بدون تنش (N)	S/N	تنش (S)
۱/۰۲	۱/۳۸i	۱/۳۵e	۱/۰۶	۰/۲۹def	۱/۰۴	۰/۲۲۸d-h	۰/۲۲۰de	۱/۰۵	۰/۵۴۳f-i	۰/۵۱۷fghi	۰/۵۱۷fghi	۱	
۱/۰۲	۱/۲۵h-k	۱/۲۳h-l	۱/۱۶	۰/۳۱۵gh	۰/۳۲۸bc	۱/۱۳	۰/۳۰۳db	۱/۱۵	۰/۵۸۲a	۰/۵۹۲a	۰/۵۹۲a	۲	
۰/۹۲	۱/۱۴klm	۱/۲۴c-h	۰/۹۷	۰/۲۱۷fjkl	۰/۲۸۳gh	۱/۰۷	۰/۲۴۵cd	۱/۰۲	۰/۵۲۰ik	۰/۵۱hij	۰/۵۱hij	۲	
۰/۹۷	۱/۹۸b	۱/۰۴a	۱/۰۱	۰/۳۵2a	۰/۳۵2cde	۱/۰۳	۰/۱۸۰h	۱/۰۳	۰/۵۳۵hij	۰/۵۰fgh	۰/۵۰fgh	۲	
۰/۹۱	۱/۵۷cde	۱/۷۲bc	۱/۰۸	۰/۳۶۳bcd	۰/۳۳۷b	۱/۱۸	۰/۲۳۳cd-g	۱/۱۲	۰/۵۹۷d	۰/۵۳۳def	۰/۵۳۳def	۵	
۱/۱۱	۱/۲۴i-l	۱/۱۲ghi	۱/۱۹	۰/۳۵y-cde	۰/۳۰o-de	۱/۰۸	۰/۲۹b	۱/۱۴	۰/۵۴۵b	۰/۵۴۸b	۰/۵۴۸b	۶	
۱/۰۴	۱/۲۹efg-j	۱/۲۹efg	۱/۱۴	۰/۳۱۳fg	۰/۲۸hhi	۱/۰۹	۰/۲۳۳cd-e	۱/۱۲	۰/۵۵۳efg	۰/۴۹۵j	۰/۴۹۵j	۷	
۱/۰۶	۱/۲۵i-l	۱/۱۸fgh	۱/۰۳	۰/۲۶8kl	۰/۲۶8jk	۰/۹۸	۰/۲۱۳hi	۱/۰۱	۰/۴۸8m	۰/۴۷8k	۰/۴۷8k	۸	
۱/۲۵	۱/۵4def	۱/۲۳h-h	۱/۰۴	۰/۳۳۷ef	۰/۳۹2efg	۰/۹۳	۰/۲۲۲i	۱/۰۵	۰/۵۵8ef	۰/۵۳۰efg	۰/۵۳۰efg	۹	
۰/۹۴	۱/۶۳cd	۱/۷۳b	۱/۱۹	۰/۳۴۷de	۰/۲۹۲efg	۱/۲۷	۰/۲۱۸f-i	۱/۲۳	۰/۵۶۵	۰/۴۶۰kl	۰/۴۶۰kl	۱	
۱/۰۵	۲/۴a	۱/۵5d	۱/۲۴	۰/۳۸۲b	۰/۳۰d	۰/۸۱	۰/۱۶۲k	۱/۰۷	۰/۵۰f-g	۰/۵۰hij	۰/۵۰hij	۲	
۰/۸۹	۱/۱klm	۱/۲۴efg	۱/۰۳	۰/۲۱8ik	۰/۲۷8hi	۱/۱۵	۰/۲۵5c	۱/۰۸	۰/۵۴۰ghi	۰/۵۰ij	۰/۵۰ij	۲	
۱/۱۲	۱/۴2e-h	۱/۲۷efg	۱/۱۷	۰/۲۹۳hij	۰/۲۵3kl	۱/۰۴	۰/۲۰۸i	۱/۱۱	۰/۵۰kl	۰/۴۵3kl	۰/۴۵3kl	۲	
۱/۱۳	۱/۲۲rjkl	۱/۰8hi	۱/۰۸	۰/۲۸8ij	۰/۲۵7ij	۰/۹۶	۰/۲۴۷cd	۱/۰۳	۰/۵۲۷vij	۰/۵۱۳ghi	۰/۵۱۳ghi	۵	
۱/۰۳	۱/۲۴h-l	۱/۲۴c-h	۱/۰۷	۰/۲۸8ij	۰/۲۸8fgh	۰/۹۳	۰/۲۴۵cd	۱/۰۶	۰/۵۲۳efh	۰/۵۲۳efh	۰/۵۲۳efh	۶	
۱/۰۲	۱/۱lm	۱/۰8hi	۱/۰۶	۰/۲۵8l	۰/۲۴۶ml	۱/۰۴	۰/۲۱۳fcd	۱/۰۵	۰/۴۹۳lm	۰/۴۷vkl	۰/۴۷vkl	۷	
۱/۱	۱/۱۲c	۱/۵4cd	۱/۱	۰/۲۸۳abc	۰/۳۳۸b	۰/۹۹	۰/۲۱۸c	۱/۰۲	۰/۵۹۰d	۰/۵۵8bc	۰/۵۵8bc	۸	
۱	۱/۰1m	۱/۰1i	۱/۱۵	۰/۲۱8o	۰/۲۱8oij	۱/۱۸	۰/۲۶8a	۱/۱۷	۰/۶۲۷c	۰/۵۳۰de	۰/۵۳۰de	۹	
۱	۱/۱8ikl	۱/۱8f-i	۱/۱۶	۰/۳۴۳de	۰/۲۹7def	۱/۱۶	۰/۲۱8ab	۱/۱۶	۰/۶۲۸bc	۰/۵۵8cd	۰/۵۵8cd	۱۰	روشن
۱/۱	۱/۴4efg	۱/۳1ef	۰/۲۲۰c	۰/۳۲۲c	۰/۱۶	۰/۲۸8b	۰/۲۴۷b	۱/۲۲	۰/۶۹۲a	۰/۵۹۲b	۰/۵۹۲b	۱۰	کویر
			۰/۵۲	۰/۱۰۱۸						۰/۱۰۱۸			LSD

در هر سنتون، تفاوت بین میانگین‌های که حداقل درای یک حرف مشترک باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ معنی دار نمی‌باشد.

90

و معنی‌داری با عملکرد دانه ( $r = -0.52^*$ ) در شرایط بدون تنفس و همبستگی مثبت و معنی‌داری با وزن حجمی دانه ( $r = 0.69^{**}$ ) در شرایط تنفس خشکی داشت.

گندم رقم "کویر" با میانگین  $17/23$  میلی‌لیتر بیشترین و لاین ۷-۸ شماره ۴ با میانگین  $8/54$  میلی‌لیتر کمترین رسوب SDS را در شرایط بدون تنفس رطوبتی داشتند. در شرایط تنفس رطوبتی، گندم رقم "روشن" با میانگین  $16/43$  میلی‌لیتر بیشترین و لاین ۷-۸ شماره ۱ با میانگین  $6/14$  میلی‌لیتر کمترین رسوب SDS را به خود اختصاص دادند. تاکهور و همکاران (۳۲) گزارش کردند که آزمون رسوب SDS در رقم‌های تریتیکاله بین  $10/5$  تا  $21$  میلی‌لیتر متغیر بوده است. با توجه به اینکه حجم رسوب SDS در تریتیکاله بسیار کم بود، نمی‌توان به تنها ای از آرد آن در تهیه نان استفاده کرد و باید به صورت مخلوط با آرد گندم استفاده شود. لاین‌های F<sub>7-8</sub> و دابل‌هاپلولید از نظر این صفت تفاوت بسیار معنی‌داری در هر دو شرایط محیطی از خود نشان دادند. حجم بالای رسوب SDS نشان دهنده قوی بودن گلوتن و ارتفاع کم نشان دهنده ضعیف بودن آن است (۸).

بنابراین گندم رقم "کویر" در شرایط بدون تنفس و گندم رقم "روشن" در شرایط تنفس خشکی، از کیفیت دانه برتری نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برخوردار بوده‌اند.

محتوای پروتئین دانه از لحاظ کیفیت دانه حائز اهمیت زیادی است (۳۲). نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که تنفس رطوبتی تأثیر بسیار معنی‌داری بر درصد پروتئین داشته است (جدول ۱). میانگین درصد پروتئین در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در شرایط بدون تنفس رطوبتی از  $9/68$  درصد (لاین دابل-هاپلولید شماره ۴) تا  $15/17$  درصد (گندم رقم "کویر") و در شرایط تنفس رطوبتی از  $11/46$  درصد (لاین ۷-۸ شماره ۷) تا  $15/52$  درصد (گندم رقم "کویر") متغیر بود (جدول ۳). در هر دو شرایط محیطی، لاین‌های F<sub>7-8</sub> دارای محتوای پروتئین بیشتری نسبت به لاین‌های دابل‌هاپلولید بودند. کوسیبا (۱۷) و بروس (۲) به اختلاف بسیار معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های تریتیکاله برای صفت محتوای پروتئین دانه اشاره نموده‌اند. تاکهور و

و سکالین را در شرایط بدون تنفس رطوبتی دارا بودند. در شرایط تنفس رطوبتی، محتوای گلوتنین و سکالین با دامنه تغییرات مقدار جذب مطلق  $0/162$  و  $0/317$  به ترتیب متعلق به لاین‌های دابل‌هاپلولید ۲ و ۹ کمترین و بیشترین مقدار جذب را داشتند.

میانگین لاین‌های تریتیکاله و ارقام گندم نان مورد آزمایش برای صفات محتوای پروتئین کل، گلوتنین و گلیادین تحت شرایط تنفس، اختلاف بسیار معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) نشان دادند (جدول ۲). میانگین نسبت گلوتنین/گلیادین از  $1/01$  (لاین دابل‌هاپلولید شماره ۹) تا  $2/04$  (لاین ۷-۸ شماره ۴) و  $1/01$  (لاین دابل‌هاپلولید شماره ۹) تا  $2/04$  (لاین دابل‌هاپلولید شماره ۲) به ترتیب در شرایط بدون تنفس و تنفس متغیر بود (جدول ۲). همبستگی مثبت و معنی‌داری میان محتوای کل پروتئین آرد، میانگین حجم رسوب SDS ( $r = 0.46^*$ ) و وزن حجمی دانه ( $r = 0.54^{**}$ ) تحت شرایط تنفس وجود داشت. همچنین در شرایط تنفس خشکی، همبستگی مثبت و معنی‌داری میان گلوتنین و پروتئین ( $r = 0.46^*$ ) و وزن حجمی دانه ( $r = 0.52^*$ ) وجود داشت.

در هر دو شرایط محیطی، اختلاف بین ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله از نظر محتوای گلوتن خشک در سطح احتمال  $\%1$  معنی‌دار بود. میانگین مقدار گلوتن خشک ژنوتیپ‌های گندم بیشتر از تریتیکاله بود. محتوای گلوتن تریتیکاله به طور کلی کمتر از گندم است، که به علت جایگزینی ژنوم D گندم با ژنوم R چاودار می‌باشد (۳۲). میانگین گلوتن خشک در شرایط بدون تنفس از  $3/72$  درصد برای لاین ۷-۸ شماره ۱ تا  $14/21$  درصد برای گندم رقم "کویر" و در شرایط تنفس خشکی از  $4/81$  درصد برای لاین F<sub>7-8</sub> شماره ۴ تا  $13/26$  درصد برای گندم رقم "کویر" متغیر بود (جدول ۳). میانگین گلوتن خشک ژنوتیپ‌ها به ترتیب  $6/52$  درصد و  $7/56$  درصد در شرایط بدون تنفس و تنفس خشکی بود. همبستگی مثبت و معنی‌داری میان گلوتن، حجم رسوب SDS و درصد پروتئین در هر دو شرایط محیطی وجود داشت. همچنین گلوتن خشک، همبستگی منفی

جدول ۳. میانگین حجم رسوب SDS، گلوتن خشک، پروتئین (%) و کربوهیدرات (%) لاین‌های ترشیکاله و زنوتیپ‌های گندم تحت شرایط محیطی نرمال و نتش خشکی و نسبت تغییرات میانگین این صفات تحت نامه نتش خشک (نرمال/خشک)

S/N	کربوهیدرات (%)	بروتین (%)				SDS (میلی‌لتر)				گلوتن خشک (%)				صفات زنوتیپ‌ها F7&8	
		بدون نتش (N)		S/N		بدون نتش (N)		S/N		بدون نتش (N)		S/N			
		بدون نتش (S)	تنش (S)	بدون نتش (N)	تنش (S)	بدون نتش (N)	تنش (S)	بدون نتش (N)	تنش (S)	بدون نتش (N)	تنش (S)	بدون نتش (N)	تنش (S)		
۰/۹۵	۷۳/۳۸gh	۷۶/۸۰d	۱/۲۹	۱۳/۲۸gh	۱/۰۴	۹/۶۴	۰/۹۵fg	۱/۰۸	۶/۶۹fg	۱/۰۸	۶/۶۹fg	۱/۰۸	۳/۷۲a	۱	
۰/۹۹	۷۴/۰۰eig	۷۴/۵۱ghi	۱/۲۲	۱۳/۳۱ijk	۰/۹۰	۸/۳۳e-h	۰/۲۵igh	۱/۳۸	۷/۷۸c	۰/۲۵	۷/۷۸c	۰/۲۵	۲		
۰/۹۷	۷۴/۳۳hij	۷۴/۰۱i	۱/۰۸	۱۴/۹Vabc	۱/۳۸b	۰/۸۸	۸/۶۲eig	۰/۸۲ef	۹/۲۴c	۱/۲۱	۹/۲۴c	۱/۲۱	۷/۶۳c	۲	
۰/۹۵	۷۲/۸۸h	۷۶/۰۲ef	۱/۰۵	۱۲/۷۴h	۰/۹۲	۰/۹۲	۷/۸۸ej	۰/۵4i	۱/۰۳	۴/۸۱i	۱/۰۳	۴/۸۱i	۱/۰۳	۴	
۰/۹۶	۷۴/۷۷cd	۷۷/۰۵bcd	۰/۹۷	۱۱/۶۵	۱/۰۵igh	۰/۹۹	۹/۸۸d	۰/۹۹de	۹/۵۲f	۱/۳۸	۹/۵۲f	۱/۳۸	۴/۵۵ij	۴	
۰/۹۸	۷۲/۹5h	۷۴/۰۰ij	۱/۰۶	۱۳/۷۳eig	۱/۲/۹۹cd	۰/۹۶	۸/۶۷ef	۰/۰۷ghi	۰/۰۹a	۰/۰۹a	۰/۰۹a	۰/۰۹a	۴/۷۸c	۵	
۰/۹۹	۷۴/۱۱def	۷۵/۱1gh	۰/۰۹	۱۱/۴۹	۱/۲/۹4d	۱/۲/۹۳	۱۲/۱۵c	۱/۰۹e	۹/۹8	۰/۰۹a	۰/۰۹a	۰/۰۹a	۷/۰۲d	۷	
۰/۹۷	۷۳/۳۸fg	۷۵/۰۱gh	۱/۰۲	۱۳/۰۱gh	۱/۱/۶۵hij	۰/۰۸d	۷/۵۱j	۰/۰۸hi	۱/۴5	۰/۰۷gh	۰/۰۷gh	۰/۰۷gh	۲/۳۱jk	۸	
۰/۹۷	۷۴/۷۷def	۷۶/۰۴de	۱/۰۴	۱۲/۰۵hi	۱/۱/۰۴	۰/۰۹	۹/۰۵cd	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۹/۴۲c	۹	
۰/۹۷	۷۴/۷۷cd	۷۷/۰۱bed	۰/۰۷	۱۱/۰۳ik	۱/۱/۰۴	۰/۰۹	۹/۰۳c	۰/۰۹	۱/۰۳c	۱/۰۳c	۱/۰۳c	۱/۰۳c	۴/۹hi	۱	
۰/۹۵	۷۴/۹1bed	۷۷/۰۰cd	۰/۰۷	۱۲/۰۵bcd	۰/۰۹	۰/۰۹	۸/۱۹f-i	۰/۰۹	۱/۰۳d	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹		
۰/۹۵	۷۱/۲1j	۷۵/۲۹fg	۱/۰۶	۱۴/۵۶bcd	۰/۰۸	۰/۰۸	۸/۱۹f	۰/۰۹	۱/۰۳d	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۲
۱/۰۰	۷۳/۰۸gh	۷۳/۰1j	۰/۹	۱۴/۱۳de	۱/۵/۶۸a	۰/۰۹	۸/۹5ef	۰/۰۹	۱/۰۱de	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۲
۰/۹۸	۷۹/۰۵bc	۷۷/۰۸bc	۱/۰۲۳	۱۱/۹5j	۰/۰۷m	۰/۰۷5	۹/۵۳m	۰/۰۷5	۱/۰۲de	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۲/۴۵kl
۰/۹۸	۷۴/۰۵	۷۴/۴5hij	۰/۰۴	۱۴/۲۸cde	۱/۳/۶۷bc	۰/۰۸5	۷/۷۵hij	۰/۰۸5	۰/۰۸5	۰/۰۸5	۰/۰۸5	۰/۰۸5	۰/۰۸5	۰/۰۹cd	۵
۱/۰۱	۷۵/۲۷bc	۷۴/۴5hij	۰/۰۷	۱۳/۲۱fgh	۱/۲/۴0d-g	۰/۰۸3	۸/۲۲e-i	۰/۰۸3	۰/۰۸3	۰/۰۸3	۰/۰۸3	۰/۰۸3	۰/۰۸3	۰/۰۸3	۰/۰۸3
۰/۹۹	۷۴/۰۰fg	۷۴/۰۹ghi	۰/۰۷	۱۳/۰۹	۱/۱/۸4ghi	۱/۱/۸4ghi	۹/۹3e	۹/۹3e	۹/۹3e	۹/۹3e	۹/۹3e	۹/۹3e	۹/۹3e	۹/۹3e	۹/۹3e
۰/۹۶	۷۱/۹3ij	۷۵/۰۹fg	۰/۰۹	۱۲/۰۹	۱/۱/۸4m	۱/۱/۸4ghi	۱/۰۰d	۱/۰۰d	۱/۰۰d	۱/۰۰d	۱/۰۰d	۱/۰۰d	۱/۰۰d	۱/۰۰d	۱/۰۰d
۰/۹۹	۷۳/۰۴fg	۷۴/۰۲ghi	۰/۰۲	۱۳/۰۳gh	۱/۱/۷۶de	۰/۰۸8	۸/۸۸f	۰/۰۸8	۸/۸۸f	۰/۰۸8	۰/۰۸8	۰/۰۸8	۰/۰۸8	۰/۰۸8	۰/۰۸8
۰/۹۵	۷۳/۰۴fg	۷۷/۰8ab	۱/۰۸	۱۲/۰۵ad	۰/۰۷/۰kl	۰/۰۷/۰kl	۰/۰۷/۰kl	۰/۰۷/۰kl	۰/۰۷/۰kl	۰/۰۷/۰kl	۰/۰۷/۰kl	۰/۰۷/۰kl	۰/۰۷/۰kl	۰/۰۷/۰kl	
۰/۹۶	۷۵/۰۷ab	۷۸/۰۹3a	۱/۱۱	۱۵/۱۷ab	۱/۰۸	۱/۰۸	۱/۰۸	۱/۰۸	۱/۰۸	۱/۰۸	۱/۰۸	۱/۰۸	۱/۰۸	۱/۰۸	۱/۰۸
۰/۹۶	۷۵/۱bc	۷۸/۱۱ab	۱/۰۲	۱۵/۰۵2a	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷
۰/۹۶	۷۵/۰۷ab	۷۸/۱۲۴ab	۰/۰۸2	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷	۰/۰۷

در هر سنتون، تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد.

افزایش یافت (جدول ۴). مقایسات متعامد (اورتوگونال) نشان داد که لاین‌های تریتیکاله و ارقام گندم به طور معنی‌داری برای درصد خاکستر تحت شرایط تنفس خشکی اختلاف دارند. به طوری که ارقام گندم دارای درصد خاکستر کمتری نسبت به لاین‌های تریتیکاله بودند (داده‌ها نمایش داده نشده است).

میانگین وزن حجمی دانه در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش به ترتیب از  $67/4$  کیلوگرم در هکتولیتر برای دابل‌هایپلوبید لاین شماره ۳ (رقم الینور) تا  $76/5$  کیلوگرم در هکتولیتر (گندم رقم "کویر") تحت شرایط بدون تنفس و از  $59$  کیلوگرم در هکتولیتر (دابل‌هایپلوبید لاین شماره ۹) تا  $71/3$  کیلوگرم در هکتولیتر (گندم رقم کویر) در شرایط تنفس رطوبتی بود. میانگین وزن حجمی دانه در ژنوتیپ‌های مورد آزمایش به ترتیب  $71/8$  و  $62/9$  کیلوگرم در هکتولیتر در محیط‌های بدون تنفس و تنفس رطوبتی بود.

بین میانگین وزن حجمی دانه در لاین‌های دابل‌هایپلوبید و F<sub>7-8</sub> در محیط بدون تنفس اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اما لاین‌های F<sub>7-8</sub> در شرایط تنفس خشکی دارای میانگین وزن حجمی دانه بیشتری بودند (جدول ۴). اتلر و همکاران (۲۲) تفاوت بسیار معنی‌داری برای وزن حجمی دانه در تریتیکاله گزارش نمودند. تفاوت بسیار معنی‌داری ( $P < 0.01$ ) بین لاین‌های تریتیکاله و ارقام گندم در هردو شرایط محیطی وجود داشت، که ارقام گندم نان از لحاظ این صفت در هر دو محیط آزمایشی برتری نشان دادند (جدول ۴). وزن حجمی دانه دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با رسوب SDS ( $r = 0/44^*$ ) و رابطه منفی و معنی‌دار با درصد خاکستر ( $r = -0/48^*$ ) در شرایط بدون تنفس بود. این صفت در شرایط تنفس خشکی دارای همبستگی مثبت و معنی‌داری با گلوتون خشک ( $r = 0/69^{**}$ ), همبستگی پروتئین کل ( $r = 0/54^{**}$ ), رسوب SDS ( $r = 0/67^{**}$ ), محیط‌پرتوتئین ( $r = 0/54^{**}$ ), گلوتونین ( $r = 0/52^*$ ) و یک رابطه منفی و معنی‌دار با عملکرد دانه ( $r = -0/67^{**}$ ) بود. بنابراین ژنوتیپ‌های با وزن حجمی دانه و محیط‌پرتوتئین بیشتر در شرایط تنفس خشکی ممکن است تأثیر بیشتری از تنفس خشکی

همکاران (۳۲) دامنه ۹/۷ تا ۱۴/۵ درصد محتوای پروتئین را برای ارقام تریتیکاله گزارش کردند. درصد پروتئین به طور معنی‌داری در شرایط تنفس خشکی افزایش یافت (جدول ۱ و ۳). درصد پروتئین در لاین‌های تریتیکاله، در مقایسه با گندم، اغلب کمتر است. گندم رقم "روشن" کاهش کمتری در درصد پروتئین نسبت به رقم "کویر" در شرایط تنفس خشکی داشت و این ژنوتیپ کمترین کاهش عملکرد دانه را نیز در مقایسه با رقم "کویر" در شرایط تنفس خشکی داشت (جدول ۳ و ۴). در شرایط تنفس خشکی، همبستگی مثبت و معنی‌داری ( $r = 0.52^*$ ) میان پروتئین و وزن حجمی دانه مشاهده شد.

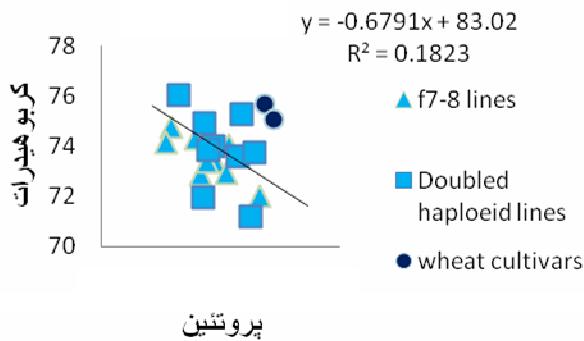
تنفس خشکی به طور معنی‌داری بر درصد کربوهیدرات اثر گذاشت و منجر به کاهش میزان کربوهیدرات شد (جدول ۳). گندم رقم "روشن" ( $78/93$  درصد) و ژنوتیپ "الینور" ( $73/51$  درصد) به ترتیب دارای بیشترین و کمترین درصد کربوهیدرات در شرایط بدون تنفس خشکی بودند. در محیط دارای تنفس، میانگین کربوهیدرات از  $71/21$  درصد برای لاین دابل‌هایپلوبید شماره ۲ تا  $76/05$  درصد برای لاین دابل-هایپلوبید شماره ۴ متغیر بود (جدول ۳). درصد کربوهیدرات دارای رابطه منفی و معنی‌دار با درصد خاکستر در شرایط تنفس خشکی بود. کربوهیدرات دانه لاین‌های تریتیکاله و ارقام گندم دارای رابطه معکوس با میزان پروتئین بذر بودند. به طوری که با افزایش پروتئین در شرایط تنفس خشکی، میزان کربوهیدرات و عملکرد دانه کاهش یافت (شکل ۱ و جدول ۳)، که ممکن است به علت رقابت بر سر نیتروژن و کربوهیدرات برای انرژی و اسکلت کربنی باشد. این نتایج موافق با یافته‌های فرناندز-فیگارز و همکاران (۷) می‌باشد.

درصد خاکستر ژنوتیپ‌ها در محیط دارای تنفس در دامنه ۱/۴۵ درصد (گندم رقم "روشن") تا ۱/۹۸ درصد (رقم "الینور" (لاین دابل‌هایپلوبید شماره ۳)) قرار داشت (جدول ۴). تجزیه و تحلیل مرکب داده‌ها نشان داد که تنفس خشکی به طور معنی‌داری روی درصد خاکستر تأثیر گذاشت (جدول ۱). درصد خاکستر به طور معنی‌داری در شرایط تنفس خشکی

**جدول ۴. میانگین وزن حجمی دانه (گرم/لیتر)، عملکرد دانه و خاکستر لاین‌های تربیتیکاله و ژنوتیپ‌های گندم تحت شرایط محیطی نرمال و تنش خشکی و نسبت تغییرات میانگین این صفات تحت تأثیر تنش خشکی (نرمال/خشکی)**

S/N	عملکرد دانه (kg/ha)		وزن حجمی دانه (kg/hL)		خاکستر (%)		صفات		زنوتیپ‌ها
	(S)	(N)	بدون تنش	(S)	(N)	بدون تنش	(S)	(N)	بدون تنش
اعلین‌های F <sub>7&amp;8</sub>									
۰/۵۹	۴۹۵۰ab	۸۴۲۰a	۰/۸۳	۶۲/۵f-i	۷۴/۹b	۱/۱۴	۱/۶۸b-e	۱/۴۷jk	۱
۰/۵۶	۳۵۷۰ghi	۶۳۶۰cde	۰/۹۲	۶۵/۹cd	۷۱/۴ef	۱/۰۹	۱/۵۸e-h	۱/۴۵jk	۲
۰/۶۹	۳۷۰۰fgb	۵۳۲۰h	۰/۹۲	۶۳/۴e-h	۶۹/۷jkl	۱/۲	۱/۷۳bc	۱/۴۴jk	۳
۰/۸۲	۴۴۵۰b-e	۵۴۳۰gh	۰/۸۶	۶۳/۵efg	۷۴/۲bc	۰/۹۹	۱/۶۱d-g	۱/۶۲hi	۴
۰/۵۵	۳۹۳۰e-h	۷۱۴۰b	۰/۸۷	۶۰/۵i-l	۶۹/۹hij	۰/۸	۱/۵۵f-i	۱/۹۴cd	۵
۰/۷۳	۳۸۴۰fgb	۵۲۷۰h	۰/۸۹	۶۴/۸cde	۷۲/۹d	۱/۱۶	۱/۷۱bcd	۱/۴۸j	۶
۰/۶۶	۴۰۸۰efg	۶۱۹۰c-f	۰/۸۸	۶۱/۸hij	۶۹/۴ijk	۰/۷۲	۱/۴۸hi	۲/۰۵c	۷
۰/۶۸	۴۰۸۰efg	۵۹۶۰efg	۰/۸۷	۵۹/۵jkl	۶۹/۰kl	۰/۸۵	۱/۷bcd	۲/۰۰c	۸
۰/۵۹	۴۱۸۰def	۷۱۳۰b	۰/۹	۶۱/۲g-j	۶۸/۴l	۱	۱/۵۵f-i	۱/۵۵ij	۹
اعلین‌های DH									
۰/۷۲	۴۳۷۰cde	۶۰۴۰efg	۰/۸۶	۶۱/۳ijk	۷۰/۹efg	۱/۱۲	۱/۷۳bc	۱/۵۴ij	۱
۰/۶۰	۴۸۷۰abc	۸۰۹۰a	۰/۸۳	۵۹/۲kl	۷۱/۵ef	۰/۷	۱/۶۰c-f	۲/۳۷a	۲
۰/۶۱	۳۴۳۰hi	۵۶۳۰fgb	۰/۹۹	۶۶/۵bc	۶۷/۴m	۰/۹	۱/۹۸a	۲/۱۹b	۳
۰/۷۷	۵۱۶۰a	۶۷۲۰bc	۰/۸۱	۵۹/۲jkl	۷۴/۰bc	۱/۰۷	۱/۶۳c-f	۱/۵۲ij	۴
۰/۷۳	۴۴۴۰b-e	۶۰۸۰def	۰/۸۷	۶۲/۷f-i	۷۱/۸e	۰/۸۲	۱/۵ghi	۱/۸۲de	۵
۰/۶۲	۳۹۷۰efg	۶۳۹۰cde	۰/۸۵	۶۲/۷f-i	۷۳/۸cd	۱/۰۳	۱/۵۵f-i	۱/۵۱ij	۶
۰/۶۲	۴۱۳۰def	۶۶۷۰bcd	۰/۹۱	۶۴/۵def	۷۰/۳ghi	۱/۰۲	۱/۷۷b	۱/۷۴efg	۷
۰/۶۵	۴۶۴۰a-d	۷۱۳۰b	۰/۸۱	۶۰/۵i-l	۷۴/۷b	۰/۹	۱/۶۱d-g	۱/۷۸ef	۸
۰/۵۶	۳۷۸۰fgb	۶۷۹۰bc	۰/۸۳	۵۹/۳l	۷۰/۷fgh	۰/۹۶	۱/۶d-g	۱/۶۷gh	۹
۰/۷۱	۳۷۱۰fgb	۵۲۲۰h	۰/۹۲	۶۸/۲b	۷۴/۴bc	۰/۸۶	۱/۴۵i	۱/۶۸fgh	روشن
۰/۶۰	۳۱۵۰i	۵۲۹۰h	۰/۹۳	۷۱/۳a	۷۶/a	۱/۰۷	۱/۴۶i	۱/۳۷k	کویر
LSD		۵۲۰	۶۲۰	۱/۰۴	۰/۹۳	۰/۱۱	۰/۱۲	LSD	

در هر ستون، تفاوت بین میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک باشند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نمی‌باشد.



شکل ۱. رابطه میان درصد پروتئین و کربوهیدرات در شرایط تنش خشکی

برخی از محققین (۶، ۱۶، ۱۷ و ۱۹) نشان دادند که عملکرد دانه در ارقام مختلف تریتیکاله تفاوت معنی داری داشته است. در هر دو شرایط محیطی، عملکرد دانه دارای همبستگی منفی و معنی داری با گلوتن خشک و پروتئین بود. همبستگی مثبت و معنی داری بین عملکرد دانه با نسبت گلوتنین/گلیادین ( $r = 0.52^{*}$ ) و همبستگی منفی و معنی داری با محتوای پروتئین کل ( $r = -0.56^{**}$ ) گلوتنین ( $r = -0.73^{***}$ )، رسوب SDS ( $r = -0.52^{*}$ ) و وزن حجمی دانه ( $r = -0.67^{**}$  در شرایط تنش خشکی وجود داشت.

### نتیجه‌گیری

ارقام گندم نان و تریتیکاله در آزمایش‌های مختلفی در شرایط تنش محدودیت رطوبتی با یکدیگر مورد مقایسه قرار گرفته‌اند که تحمل بهتر تریتیکاله به شرایط نامساعد تأیید شده است (۱۰ و ۲۳). می‌توان چنین نتیجه‌گیری نمود که بهبود گران‌گیاه با بهدست آوردن غلات اقتصادی با ارزش غذایی بیشتر از گندم و حفظ ویژگی‌های تغییریافته، به هدف مهمی دست یافته‌اند. هرچند هنوز مشکلات زراعی و صنعتی در ارتباط با تولید تریتیکاله وجود دارد که باید مرتفع شود (۵). چون سطح زیر کشت چاودار در جهان در حال حاضر رو به کاهش است، انتظار می‌رود که بتوان تریتیکاله را به دلیل داشتن دامنه سازگاری وسیع‌تر از هر یک از والدین خود (گندم و چاودار)

پذیرند که منجر به عملکرد کمتر گیاه تحت این شرایط نسبت به شرایط محیطی بدون تنش شود.

نتایج تجزیه واریانس در شرایط تنش و بدون تنش رطوبتی نشان داد که تفاوت بین ژنوتیپ‌ها برای عملکرد دانه بسیار معنی دار بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نیز نشان داد که تنش رطوبتی تأثیر بسیار معنی داری بر عملکرد دانه داشته است. اثر متقابل ژنوتیپ و محیط نیز در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۱). میانگین عملکرد دانه در ژنوتیپ‌های مورد بررسی به ترتیب از ۵۲۲۰ کیلوگرم در هکتار (گندم رقم "روشن") تا ۸۴۲۰ کیلوگرم در هکتار (لاین F<sub>7-8</sub> شماره ۱) و ۳۱۵۰ کیلوگرم در هکتار (گندم رقم "کویر") تا ۵۱۶۰ کیلوگرم در هکتار (دابل‌هایپلوبید شماره ۴) در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی بود (جدول ۴). لاین‌های دابل‌هایپلوبید در مقایسه با لاین‌های F<sub>7-8</sub> در هر دو شرایط محیطی عادی و تنش رطوبتی، عملکرد بیشتری داشتند. در شرایط تنش خشکی، لاین دابل‌هایپلوبید شماره ۴، لاین F<sub>7-8</sub> شماره ۱ و لاین دابل‌هایپلوبید شماره ۲ بیشترین عملکرد دانه را به خود اختصاص دادند و بنابراین به عنوان بهترین لاین‌ها در این شرایط آزمایشی شناخته شدند. بین ژنوتیپ‌های گندم و تریتیکاله از لحاظ عملکرد دانه اختلاف بسیار معنی داری وجود داشته و عملکرد لاین‌های تریتیکاله بیشتر از گندم بود. اتلر (۲۱) به برتری ارقام تریتیکاله نسبت به گندم در شرایط تنش محیطی اشاره داشته است.

در صد تجمع کربوهیدرات و پروتئین دارای رابطه معکوس با یکدیگر بودند، که ممکن است به علت رقابت بر سر نیتروژن و کربوهیدرات برای انرژی و اسکلت کربنی باشد. همچنین ژنتیپ‌های با وزن حجمی دانه و محتوای پروتئین بیشتر، در شرایط تنفس ممکن است تأثیر بیشتری از تنفس پذیرند که این موضع منجر به عملکرد کمتر گیاه در شرایط تنفس نسبت به شرایط بدون تنفس می‌شود.

در سطح قابل توجهی کشت نمود. کیفیت دانه، صفتی فیزیکی-شیمیایی است که به ژنتیک گیاه و شرایط محیطی بستگی دارد (۳۴). لاین دابل هاپلوبید شماره ۲ به عنوان بهترین لاین تریتیکاله در این آزمایش شناخته شد. به طوری که دارای بیشترین میزان گلیادین، نسبت گلوتین/گلیادین، حجم رسوب SDS، درصد خاکستر و پروتئین در هر دو شرایط محیطی بود. عملکرد دانه در شرایط تنفس حشکی دارای رابطه منفی و معنی‌دار با گلوتون خشک و در شرایط بدون تنفس دارای رابطه منفی و معنی‌دار با پروتئین بود. در هر دو شرایط محیطی،

### منابع مورد استفاده

- Boleslaw, P., S. Wicz and M. Dylewicz. 2007. Identification and characterization of high-molecular-weight glutenin genes in Polish triticale cultivars by PCR-based DNA markers. *Journal of Applied Genetics* 48: 347-357.
- Boros, D. 2002. Physico-chemical quality indicators suitable in selection of triticale for high nutritive value. Proc. 5<sup>th</sup> Intl. Triticale Sym., Radzikow, Poland, 1: 239-244.
- Carmer, S. G., W. E. Nyquist and W. M. Walker. 1989. Least significant differences for combined analysis of experiments with two or three factor treatment design. *Agronomy Journal* 81: 665-672.
- Daei, G., M. Ardakani, F. Rejali, S. Teimuri and M. Miransari. 2009. Alleviation of salinity stress on wheat yield, yield components, and nutrient uptake using arbuscular mycorrhizal fungi under field conditions. *Journal of Plant Physiology* 166: 617-625.
- Del-Angel, A. R. and A. Sotelo. 2009. Nutritive value of mixtures using chick-peas with wheat, triticale, normal and opaque-2 corns. *Journal of Nutrition* 110: 1474-1480.
- Dhindsa, G. S., A. S. Dosanjh, V. S. Sohu, J. S. Dhindsa and J. C. Goyali. 2002. Stability analysis for grain yields and its components in hexaploid triticale. Proc. 5<sup>th</sup> Intl. Triticale Sym., Radzikow, Poland, 2: 333-336.
- Fernandez-Figares I., J. Marinetto, C. Royo, J. M. Ramos and L. F. Garcia del Moral. 2000. Amino-acid composition and protein and carbohydrate accumulation in the grain of triticale grown under terminal water stress simulated by a senescing agent. *Journal of Cereal Science* 32: 249-258.
- Ferozan Tabar, M., 2005. Study of physicochemical and rheological characteristics of flour and bread of triticale and wheat. MSc. Thesis, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.
- Gerami, B. 1993. Utility method of electrophoresis in breeding of wheat. Key Papers of the First Iranian Congress of Agronomy and Plant Breeding, Tehran University.
- Guinta, F., R. Motzo and M. Deidda. 1993. Effect of drought on yield and yield components of durum wheat and triticale in a Mediterranean environment. *Field Crops Research* 33: 399-409.
- Hong, S. L. and M. L. Feng. 2005. Root respiration, photosynthesis and grain yield of two spring wheat in response to soil drying. *Plant Growth Regulation* 46: 233-240.
- Horlein, A. J. and J. Valentine. 1995. Triticale (*X. Triticosecale*). PP. 187-225. In: Williams, J. T. (Ed.), Cereals and Pesudo-Cereals, Chapman and Hall, London.
- Hulse, J. and E. Laing. 1974. Nutritive value of triticale protein. International Development Research Center, Ottawa, Canada.
- Kao, C. H. 1981. Senescence of rice leaves. *Plant and Cell Physiology* 22: 683-685.
- Karimi, M. 1987. The climate of central Iran. Isfahan University of Technology Press. (In Farsi).
- Khoda Rahmi, M., A. Amini and M. R. Bihamta. 2006. Study of correlation traits and segregation analysis of grain yield in triticale. *Iranian Journal of Agricultural Science* 37: 77-83. (In Farsi).
- Kociuba, W. 2002. Differentiation of the yielding features in winter and spring *X. Triticosecale* Wittmack collection. Proc. 5<sup>th</sup> Intl. Triticale Sym., Radzikow, Poland, 2: 357-365.
- Maluszynski, M., I. Szarejko, P. Barriga and A. Balcerzyk. 2001. Heterosis in crop mutant crosses and production of high yielding lines using doubled haploid systems. *Euphytica* 120: 387-398.

19. Manero de Zumelzu, D., B. Costero, P. Cavalieri and R. Maich. 2002. Selection response for some agronomic traits in hexaploid triticale. *Agriscientia* 14: 45-50.
20. Oettler, G. 1996. Effect of low nitrogen input on agronomic traits in triticale. In: H. Guedes-Pinto, NL Darvey, VP Carnide(Eds.), Triticale: Today and Tomorrow, pp. 603-608. Kluwer Academic Publ., Dordrecht.
21. Oettler, G. 2005. Centenary review. The fortune of a botanical curiosity- triticale: Past, present and future. *Journal of Agricultural Science* 143: 329-346.
22. Oettler, G., S. H. Tams, U. F. Utz, E. Bauer and A. E. Melchinger. 2005. Prospects for hybrid breeding in winter triticale. *Crop Science* 45: 1476-1482.
23. Okuyama, L. A., 1990. Grain yield and yield components of triticale and wheat as a function of water stress. *Informe-de-Pesquisa Instituto Agronomico-de-Parana* 14: 53-56.
24. Preston, K. R., P. R. March and K. H. Tipples. 1982. An assessment of the SDS- sedimentation test for the prediction of Canadian bread wheat quality. *Canadian Journal of Plant Science* 62: 545-553.
25. Rezaei, A. 1996. Relationship between sub units of glutenin with high molecular weights in wheat. *Iranian Journal of Agricultural Science* 27: 11-21. (In Farsi).
26. Shiranirad, A. and A. Abbasian. 2011. Evaluation of drought tolerance in winter rapeseed cultivars based on tolerance and sensitivity indices. *Agriculture* 98: 41-48.
27. Shroyer, J. P. 1996. Triticale in Kansas. Kansas State University, Available online at: <http://www.oznet.ksu.edu>.
28. Slafer, G. A., J. L. Araus, C. Royo and L. F. G. Del Moral. 2005. Promising ecophysiological traits for genetic improvement of cereal yields in Mediterranean environments. *Annals of Applied Biology* 146: 61-70.
29. Suchy, G., O. M. Lukow, D. Brown, R. DePauw, S. Fox and G. Humphreys. 2007. Rapid assessment of glutenin and gliadin in wheat by UV spectrophotometer. *Crop Science* 47: 91-99.
30. Syed, R. A. and C. E. Macdonald. 1974. Amino acid composition, protein fractions and baking quality of triticale. PP. 137-149. In: Tsen, C. C. (Ed.), Triticale: First Man-Made Cereal, AACC, St. Paul, MN.
31. Tambussi, E. A., S. Nogues, P. Ferrio, J. Voltas and J. L. Araus. 2005. Does higher yield potential improve barley performance in Mediterranean conditions? A case study. *Field Crops Research* 91: 149-160.
32. Tohver, M., A. Kann, R. That, A. Mihhalevski and J. Hakman. 2005. Quality of triticale cultivars suitable for growing and bread- making in northern condition. *Food Chemistry* 89: 125-132.
33. Vahabzadeh, M., A. Amini, M. Ghasemi, M. Nazeri and Sh. Koohkan. 2006. Evaluation of grain yield and stability in triticale lines. *Journal of Agricultural Science* 8: 69-83.
34. Van Duinkerken, G., R. L. G. Zom and E. J. B. Blumer. 1999. The effects of replacing maize silage by triticale whole crop silage in a roughage mixture with grass silage on feed intake and milk production by dairy cows. Proceeding of the Britanian Society for Animal Science Annual Meeting, Scarborough, UK.
35. Varga, B., I. Svencnjak and A. Pospisil. 2002. Winter wheat cultivar performance as affected by production systems in Coratia. *Agronomy Journal* 93: 961-966.
36. Weipert, D. 1996. Rye and triticale. PP. 215-222. In: Henry, R. J. and P. S. Kettelwell (Eds.), Cereal Grain Quality, Chapman and Hall, London.
37. Yazdi Samadi, B., A. Rezaei and M. Valizadeh. 2008. Statistical Designs in Agricultural Research. Tehran University Publication, 764 p. (In Farsi).