مجله علوم گیاهان زراعی ایران
دوره ۴۲، شماره ۲، ۱۳۹۰ (۲۹۴-۲۸۵)

واکنش گندم‌های تتراپلوئید پوشینه‌دار به تنش کمبود نیتروژن در مقایسه با گندم ماکارونی

فرشته پورآذری[۱]، پرویز احسان‌زاده[۲]* و شاهرخ جهان بین[۳]
۱، ۳، دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه یاسوج
۲، دانشیار دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان
(تاریخ دریافت: ۸۸/۹/۴ - تاریخ تصویب: ۸۹/۱۰/۲۹)

چکیده

این آزمایش به منظور بررسی تأثیر کمبود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی خصوصیات فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های گندم تتراپلویید در مزرعه به صورت کرت‌های خرد شده در قالب یک طرح بلوک کامل تصادفی به اجرا درآمد که در آن چهار سطح کود نیتروژن خالص (۲۰، ۸۰، ۱۴۰ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار) به عنوان عامل اصلی و هشت ژنوتیپ گندم شامل گروه ژنوتیپ‌های ماکارونی (شوآ و استاگاتا) و گروه ژنوتیپ‌های گندم پوشینه‌دار (سینگرد، شهرکرد، جونقان، خویگان، زرنه، اوزون بلاغ) به عنوان عامل فرعی در سه تکرار مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از بررسی تأثیر نیتروژن بر صفات مورد بررسی نشان داد که اثر کود نیتروژن بر شاخص سطح برگ، تعداد پنجه در مترمربع، عملکرد دانه و مقدار پروتئین دانه، معنی‌دار بود و بین ژنوتیپ‌ها نیز از لحاظ کلیه صفات به جز میزان کلروفیل b، عملکرد ماده خشک و پروتئین دانه تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. اثر متقابل ژنوتیپ با مقدار نیتروژن برای صفات شاخص سطح برگ، کلروفیل a، b و کل، تعداد سنبله در مترمربع، تعداد دانه در سنبله و پروتئین دانه معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل گروه ژنوتیپ در نیتروژن برای شاخص سطح برگ، تعداد دانه در سنبله، عملکرد دانه و درصد پرتئین دانه معنی‌دار بود، که نشان‌دهنده اثر متفاوت مقادیر کود نیتروژن بر صفات هر یک از گروه‌های گندم زراعی و پوشینه‌دار است. بالاترین مقدار در صفات وزن هزار دانه (۴۵/۲ گرم)، تعداد دانه در سنبله (۳۶/۴) و عملکرد دانه (۵۰۲۸/۸ کیلوگرم در هکتار) و شاخص برداشت (۲۶/۶درصد) به گروه ژنوتیپ‌های زراعی تعلق داشت. حداکثر مقدار کلروفیل کل (۳/۶۹ میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)، تعداد سنبله در مترمربع (۹۴۱/۲) و درصد پروتئین دانه (۱۶درصد) نیز به گروه ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار تعلق داشت. با توجه به نتایج فوق چنین به نظر می‌رسد که ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار تتراپلوئید تحمل بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های اصلاح شده در مقابل کمبود نیتروژن از خود نشان می‌دهند و می‌توان از این غلات قدیمی جهت کشت در مناطقی با فقر غذایی و تهیه محصولات متنوع غذایی نیز بهره گرفت.

واژه‌های کلیدی: نیتروژن، گندم پوشینه‌دار، گندم ماکارونی، عملکرد دانه، فلورسانس کلروفیل.

* نویسنده مسئول: پرویز احسان‌زاده تلفن: ۰۹۱۳-۳۱۶۳۳۵۰ E-mail: ehsanp@cc.iut.ac.ir

مقدمه

گندم مهمترین گیاه کشاورزی در ایران و جهان محسوب می‌شود و حدود ۲۰ درصد از منابع غذایی مردم جهان را تشکیل می‌دهد. عمده سطح زیر کشت گندم در جهان را گونه گندم معمولی یا گندم نان تشکیل می‌دهد، به طوری که نزدیک به ۹۵ درصد از کل تولید جهانی را به خود اختصاص داده و ۵ درصد باقیمانده به گونه گندم دوروم که جهت تولید محصولات پاستا به کار می‌رود اختصاص دارد (Oleson, 1994). گسترش کمتر کشت گندم دوروم نسبت به گندم نان را می‌توان به مطلوبیت کمتر آن برای پخت نان، عملکرد کمتر به لحاظ سطح پلوئیدی پایین‌تر و همچنین تلاش اصلاحی کمتر در زمینه این گندم توسط اصلاحگران نسبت داد (Bozini, 1988).

از جمله اقسام اهلی شده قدیمی گندم که غذای بشر برای هزاران سال از آنها تأمین می‌شده است، گندم‌های پوشینه‌دار[1] بوده‌اند (Nesbitt & Sammuel, 1995). این گندم‌ها در هر سه سطح پلوئیدی دی (*Einkorn*)، تترا (*Emmer*) و هگزا (*Spelt*) وجود داشته‌اند. Perrino & Hammer (1982) و بسیاری از محققین آنها را اجداد گندم‌های تتراپلوئید و هگزاپلوئید امروزی می‌دانند. Nesbitt & Sammuel (1995) اعلام داشتند که اولین گندم‌های هگزاپلوئید که در نتیجه تلاقی گونه‌های تتراپلوئید و دیپلوئید به وجود آمده‌اند، از انواع پوشینه‌دار بوده‌اند. با افزایش جمعیت و پیشرفت تکنولوژی، کاهش شدیدی در کشت این غله‌های قدیمی ایجاد شد (Heun et al., 1997). این کاهش تولید احتمالاً به دلیل تغییر در رژیم غذایی و بهبود وضعیت اقتصادی بشر، همچنین تمایل وی به کشت و تولید واریته‌هایی از گندم نان و ماکارونی با عملکرد بالاتر و خرمن‌کوبی راحت‌تر بوده است (Nesbitt & Sammuel, 1995). اخیراً در اروپا قیمت فرآورده‌های حاصل از گندم‌های پوشینه‌دار افزایش یافته و به ویژه مصرف‌کنندگانی که به کیفیت محصول توجه دارند، این محصولات را در سبد غذایی خود می‌گنجانند. در ایتالیا بخش زیادی از درآمد برخی زارعین از کشت گندم‌های پوشینه‌دار تأمین می‌شود و بنابراین گندم‌های پوشینه‌دار که در گذشته به عنوان غذای اصلی مردم کم درآمد مطرح بود، به یکی از محصولات غذایی لوکس در برخی جوامع غربی تبدیل شده است (Filatenko & Hammer, 1997). این گندم‌ها از دیدگاه تغذیه‌ای به عنوان منابع تجدید شونده‌ای برای بهبود کیفیت غذایی محصولات و از دیدگاه کشاورزی، منابع ژنی غنی جهت افزایش مقاومت به آفات گیاهان زراعی و توانایی رشد در خاک‌های با فقر غذایی و تحمل به سرما و رطوبت بالاتر از آستانه تحمل گندم‌های زراعی محسوب می‌شوند. در عین حال، اندازه دانه و سنبله و خصوصیات گلچه آنها، ارجحیت این گونه‌ها، به خصوص گندم‌های پوشینه‌دار تتراپلوئید و هگزاپلوئید را بر ارقام وحشی موجود جهت اهلی کردن نشان می‌دهد (Marconi et al., 1999). طبق تحقیقات صورت گرفته توسط Ehsanzadeh & Shahedi (2005) و Ehsanzadeh et al. (2009) در حال حاضر جمعیت هایی از این گندم‌های پوشینه‌دار با سطح پلوئیدی تترا در نقاطی از ایران از جمله استان‌های اصفهان و چهار محال و بختیاری، به صورت محدود کشت می‌شوند. مطالعات صورت گرفته روی گندم‌های پوشینه‌دار در سطح جهانی و به ویژه در سطح ملی بسیار اندک است و در واقع بسیاری از خصوصیات این گندم‌ها هنوز ناشناخته مانده است.

از جمله روش‌های افزایش عملکرد گیاهان زراعی، بالا بردن بازده فتوسنتزی آنها با توجه به خصوصیات فیزیولوژیک رشد و نمو گیاه است و یکی از مهمترین عوامل در بالا بردن بازده فتوسنتزی گیاهان، تغذیه گیاه می‌باشد. در شرایطی که گیاه تحت تنش‌های محیطی مثل کمبود آب و مواد غذایی قرار می‌گیرد، نرخ فتوسنتز کاهش یافته و در پی آن کاهش رشد رویشی و نهایتاً کاهش تعداد اعضای زایا به وقوع می‌پیوندد. نیتروژن از جمله پر مصرف‌ترین عناصر غذایی مورد نیاز گیاهان مختلف است. میانگین میزان نیتروژن در گیاهان زراعی ۲-۱ درصد می‌باشد، که حتی در مواردی به ۶-۵ درصد نیز می‌رسد (Koochaki & Sarmadniya, 1986). کاهش میزان نیتروژن در گیاهان زراعی که در نتیجه عواملی همچون حاصلخیزی پایین خاک و عدم توانایی تأمین نیتروژن مورد نیاز گیاه و بیماری یا پیری برگ‌ها

1. Hulled wheats

ایجاد می‌شود، موجب کاهش زیادی در راندمان استفاده از نور در فتوسنتز و نهایتاً تولید ماده خشک توسط گیاه می‌شود (Banaiyan & Sedigh, 1994). این عنصر یکی از اجزای تشکیل‌دهنده پروتئین است و میزان پروتئین در بافت‌های مختلف گیاهی به طور مستقیم و یا غیرمستقیم با غلظت نیتروژن در این بافت ارتباط دارد (Khajehpour, 1997). نیتروژن در ساختار رنگیزه اصلی فتوسنتز یعنی کلروفیل نیز دخالت دارد. هدف از آزمایش حاضر بررسی تأثیر مقادیر کود نیتروژن بر خصوصیات فیزیولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد تعدادی از توده‌های محلی گندم تتراپلوئید پوشینه‌دار ایران در مقایسه با گندم ماکارونی است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در سال زراعی ۸۷-۱۳۸۶و به منظور بررسی اثر چهار سطح کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد، فلورسانس کلروفیل و برخی خصوصیات کیفی هشت ژنوتیپ گندم تتراپلوئید، در مزرعه آزمایشی دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان به اجرا در آمد. محل آزمایش در ۴۰ کیلومتری جنوب غربی اصفهان در منطقه لورک نجف آباد در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۳۲ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی واقع شده است. ارتفاع مزرعه از سطح دریا ۱۶۳۰ متر و میانگین دراز مدت بارش و دمای سالانه به ترتیب ۱۴۰ میلی‌متر و ۱۴/۵ درجه سانتی‌گراد است. بر اساس آزمون صورت گرفته، خاک مزرعه در اعماق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری به ترتیب دارای ۰/۰۴ و ۰/۰۳ درصد نیتروژن، ۱۳/۵ و ۱۷/۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم فسفر و ۱۹۰ و ۲۶۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم پتاسیم بود. زمین محل آزمایش در سال قبل آیش بود. عملیات تهیه بستر شامل شخم، دو دیسک عمود بر هم، تسطیح و بلوک‌بندی بود.

طرح آزمایش به صورت کرت‌های خرد شده با سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. فاکتورهای آزمایشی شامل کود نیتروژن در چهار سطح (۲۰، ۸۰، ۱۴۰ و ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار) از منبع اوره به عنوان فاکتور اصلی و ژنوتیپ‌های گندم تتراپلوئید در هشت سطح که شامل شش ژنوتیپ گندم پوشینه‌دار (گروه پوشینه‌دار) جمع آوری شده از استان‌های اصفهان و چهارمحال بختیاری (سینگرد، شهرکرد، خویگان، جونقان، زرنه و اوزون بلاغ) و دو ژنوتیپ گندم تتراپلوئید زراعی (گروه زراعی) دارای عملکرد قابل قبول (شوآ و استاگاتا) به عنوان عامل فرعی در نظر گرفته شدند. سطح اول نیتروژن و تا حدودی سطح دوم نیز به عنوان سطوحی که گیاهان زراعی و به ویژه گندم‌های زراعی نان و ماکارونی امروزی با تنش کمبود نیتروژن مواجه می‌شوند، انتخاب و به عنوان سطوح مورد تنش کمبود نیتروژن لحاظ شدند.

یک سوم کود نیتروژن در هر کدام از سطوح ذکر شده قبل از کاشت به خاک اضافه شد و سپس زمین توسط شیار باز کن شیار زده و در هفته آخر آبان ماه کشت انجام شد. مابقی کود نیتروژن به صورت سرک طی دو مرحله به ساقه رفتن و گرده‌افشانی به کرت‌ها اضافه شد. کود فسفر به صورت سوپر فسفات به میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار بر اساس نیاز گیاه و نتایج آزمون خاک قبل از کاشت به خاک اضافه شد و نیازی به مصرف کود پتاس نبود. هر کرت شامل ۱۰ ردیف ۳متری به فاصله ۲۰ سانتیمتر بود. اندازه‌گیری‌ها و نمونه برداری‌های طی دوره رشد با رعایت حاشیه از ردیف‌های دوم و سوم انجام گرفت و باقیمانده هر کرت جهت اندازه‌گیری عملکرد دانه و اجزای آن منظور شد. جهت اندازه‌گیری شاخص سطح برگ، سطح برگ گیاهان در قسمت نیم متر طولی از ردیف دوم در هر کرت در زمان گرده‌افشانی قطع و پس از انتقال آنها به آزمایشگاه، توسط دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ (مدل 3000, NE LI-COR Inc:Lincoln) اندازه‌گیری شد و سپس شاخص سطح برگ محاسبه گردید. میزان فلورسانس کلروفیل توسط دستگاه فلوریمتر (OS-30p, Opti-Science, Chlorophyll Fluorometer) در پنج گیاه متوالی از ردیف دوم هر کرت در مرحله گرده‌افشانی تعیین شد. اندازه‌گیری‌های فلورسانس بر روی برگ پرچم که جوان‌ترین برگ کاملاً توسعه یافته در این مرحله از رشد بود و در ساعت ۷:۳۰ تا ۹:۰۰ بامداد انجام شد. در زمان اندازه‌گیری شاخص‌های فلورسانس، گیاهان به طور کلی تحت تنش کمبود رطوبتی نبودند. ویژگی‌های فلورسانس زیر مورد بررسی قرار گرفتند:

$Fv / Fm = (Fm-F_0) / Fm$: بیشینه کارائی کوانتومی فتوسیستم II

F_0: فلورسانس کمینه

Fm: فلورسانس بیشینه

مقدار کلروفیل برگ نیز در مرحله گرده‌افشانی و با استفاده از روش Arnon (1949) اندازه‌گیری شد. به منظور اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک و اجزای عملکرد و عملکرد دانه، مساحتی برابر سه مترمربع از هر کرت آزمایشی پس از حذف حاشیه کف‌بر گردید. وزن تر این بوته‌ها اندازه‌گیری شد و جهت اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد شامل وزن هزار دانه، تعداد دانه در سنبله و تعداد سنبله در مترمربع به آزمایشگاه منتقل گردند. سپس اندام‌های هوایی بوته‌های برداشت شده از یک متر طولی (شامل دانه و دیگر اجزای بوته) در آون به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد خشک شدند و جهت اندازه‌گیری عملکرد بیولوژیک توزین گردیدند. اندازه‌گیری میزان نیتروژن با استفاده از روش کجلدال ۱AACC و با استفاده از دستگاه (Kjeltec Auto, 1030 Analyzer) انجام شد و سپس با استفاده از رابطه ۱ درصد پروتئین محاسبه شد:

(۱) درصد پروتئین = درصد نیتروژن × ۵/۷

تجزیه تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS صورت گرفت و علاوه بر تجزیه واریانس، مقایسات ارتاگونال دو گروه ژنوتیپ پوشینه‌دار و زراعی انجام و اثر متقابل گروه با نیتروژن نیز بررسی شد. مقایسات میانگین‌ها در آن دسته از صفاتی که آزمون F آنها معنی‌دار بود، با استفاده از روش حداقل تفاوت معنی‌دار[2] (LSD) صورت گرفت.

نتایج و بحث

اثر کود نیتروژن بر میزان کلروفیل b در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). همچنین اثر ژنوتیپ بر کلروفیل a و کل نیز بسیار معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین‌ها (جدول ۲) نشان داد که با افزایش سطوح کود نیتروژن اگرچه مقدار کلروفیل‌های a و b افزایش یافت ولی این افزایش تنها در مورد کلروفیل b معنی‌دار بوده است. اثر متقابل بین ژنوتیپ و نیتروژن برای هر سه صفت فوق معنی‌دار بود، که نشان‌دهنده تأثیر متفاوت مقادیر مختلف کود نیتروژن بر این صفت در بین ژنوتیپ‌ها است. اما اثر متقابل بین گروه‌های گندم و سطوح نیتروژن در هیچ‌یک از صفات فوق معنی‌دار نبود که نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین دو گروه گندم در پاسخ به کود نیتروژن از نظر میزان کلروفیل است. در آزمایش حاضر اگرچه ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار از نظر مقدار کلروفیل واکنشی معنی‌دار به نیتروژن نشان ندادند، ولی از میانگین میزان کلروفیل بیشتری (۱۱ درصد) نسبت به گروه ژنوتیپ‌های زراعی برخوردار بودند که چنین برتری از نقطه نظر فیزیولوژیک می‌تواند حائز اهمیت باشد. Makino & Osmond (1991) گزارش کردند که تنش کمبود نیتروژن باعث کاهش مقدار کلروفیل‌ها به طور معنی‌داری شد و فرآیندهای فتوسنتزی در تمام مراحل خود به مقدار نیتروژن وابسته بود و بین عملکرد ماده خشک و مقدار کلروفیل همبستگی معنی‌داری وجود داشت.

اثر کود نیتروژن و ژنوتیپ بر شاخص سطح برگ در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. میانگین شاخص سطح برگ در سطوح دوم و سوم نیتروژن به طور معنی‌داری از دیگر سطوح بیشتر بود ولی میانگین این صفت در دو گروه گندم زراعی و پوشنه دار تفاوت معنی‌داری نداشت و معادل ۳/۷۵ بود (جدول ۲). Latiri-Souki et al. (1998) اعلام کردند که با افزایش سطوح کود نیتروژن تا ۲۰۰ و ۲۲۰ کیلوگرم در هکتار، شاخص سطح برگ گیاه گندم به طور معنی‌داری افزایش یافت. اثر متقابل بین ژنوتیپ و نیتروژن و بین گروه و نیتروژن بر شاخص سطح برگ هم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). شاخص سطح برگ در گروه ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار در سطوح دوم و سوم نیتروژن از سطوح دیگر بیشتر بود که به نظر می‌رسد در سطح چهارم نیتروژن به دلیل افزایش خوابیدگی بوته‌ها و سایه‌اندازی، شاخص سطح برگ این ژنوتیپ‌ها کاهش یافته است. در ژنوتیپ‌های زراعی با کاهش سطوح کود نیتروژن، شاخص سطح برگ به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۱).

1. American Association of Cereal Chemists
2. Least Significant Difference

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس شاخص سطح برگ، مقدار کلروفیل a، b و کل برگ، نسبت Fv/Fm، اجزای عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و درصد پروتئین دانه در ژنوتیپ‌های گندم تتراپلوئید

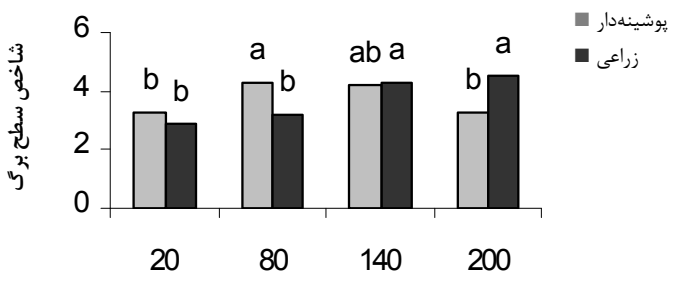
منابع تغییر	درجه آزادی	شاخص سطح برگ	کلروفیل a (*۱۰$^{-۴}$)	کلروفیل b (*۱۰$^{-۸}$)	کلروفیل کل (*۱۰$^{-۴}$)	Fv/Fm (*۱۰$^{-۵}$)	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه	عملکرد دانه	عملکرد ماده خشک	شاخص برداشت	پروتئین دانه
بلوک	۲	۰/۲۰	۱۵/۰	۵۹	۱۶	۱۱۶**	۱۴۰۷۲/۵	۲۱/۸	۱/۵	۶۷۴۸۰۱	۱۲۸۶۳۶۳۲	۴۸/۰۱	۴/۳۵
نیتروژن	۳	۴/۸۰**	۱۳/۰	۱۲۶۲*	۱۶	۲۲	۲۴۰۰۸/۳	۳۴/۵	۲۳/۹	۲۲۴۳۸۵۶**	۱۷۳۰۶۴۴۹	۲۹/۶۵	۲۳/۱۵*
خطای a	۶	۰/۴۰	۵/۰	۱۹۷	۵	۵۶	۴۲۷۲۵/۸	۱۹/۰	۱۵/۳	۱۷۹۵۳۸	۴۰۰۸۳۵۹	۱۱/۸۳	۳/۴۰
ژنوتیپ	۷	۲/۶۰**	۳۰/۰**	۲۷۳	۳۰**	۱۵	۶۰۵۷۹۶/۵**	۱۱۴۰/۵**	۷۹۰/۷**	۱۱۶۹۳۹۳۰**	۳۵۹۷۰۵۲۶	۳۲۲/۴۵**	۱/۵۰
گروه پوشینه‌دار	۵	۳/۰۰**	۲۷/۰**	۱۴۰	۲۷*	۲۰	۴۶۲۹۶۸/۰**	۸۸/۵**	۱۵/۰	۱۷۳۷۴۳۸**	۴۴۴۲۱۳۶۰	۳۱/۰۳	۱/۰۰
گروه زراعی	۱	۳/۰۰**	۱۶/۰	۹۳۰**	۱۹	۰/۰۱	۱۶۶۶/۷	۸۹۱/۸**	۱۵/۸	۱۳۰۷۴۴	۲۳۰۱۰۴۱۷	۷۵/۷۵	۰/۵۰
بین گروه‌ها	۱	۰/۱۱	۵۸/۰**	۲۳۴**	۲۸**	۳۵	۱۹۲۴۰۶۸/۰**	۷۹۰۸/۶**	۹/۸	۵۴۴۴/۸**	۷۳۰۳۹۵۸۴**	۲۰۲۶/۲۵**	۴/۳۱
ژنوتیپ * نیتروژن	۲۱	۲/۷۰**	۳۸/۰**	۴۸۴**	۴۰**	۲۱	۱۷۲۸۹۶/۵**	۷۷/۰**	۹/۸	۸۴۲۴۱۳	۲۵۳۲۹۹۱۴	۴۸/۹۴	۱۲/۶۱**
پوشینه‌دار* نیتروژن	۱۵	۲/۷۰**	۵۱/۰**	۶۰۰**	۵۴**	۲۴	۲۲۰۳۰۰/۵**	۲۰/۸	۹/۰	۶۷۶۴۳۵	۳۰۹۱۷۲۴۲	۳۲/۲۱	۱۱/۷۰**
زراعی * نیتروژن	۳	۱/۰۰	۷/۰	۲۶	۶	۱۰	۳۱۱۵۲/۸	۱۳۹/۹**	۴/۰	۹۰۳۰۲۰	۶۵۵۲۶۳۹	۱۹/۰۴	۱۵/۰۰**
گروه * نیتروژن	۳	۳/۷۵**	۵/۶	۷	۴	۱/۳	۷۷۶۲۱/۳	۲۹۵/۰**	۱۹/۰	۱۶۱۱۶۹۸*	۱۶۱۷۰۵۴۸	۱۶۲/۴۷**	۱۴/۷۰**
خطای b	۵۶	۰/۶۰	۷/۹	۱۲۰	۸	۲۱	۳۶۳۰۴/۰	۱۸/۳	۱۴/۲	۵۲۱۵۶۱	۲۲۶۵۷۶۱۷	۴۶/۱۵	۳/۳۰

* و** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص سطح برگ، مقادیر کلروفیل a، b و کل برگ، نسبت Fv/Fm، اجزای عملکرد، عملکرد، عملکرد ماده خشک نهایی، شاخص برداشت و پروتئین دانه برای ژنوتیپ‌های گندم تتراپلوئید و سطوح نیتروژن

عامل	شاخص سطح برگ	کلروفیل a	کلروفیل b	کلروفیل کل	Fv/Fm	تعداد سنبله در مترمربع	تعداد دانه در سنبله	هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	ماده خشک نهایی (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (٪)	پروتئین (٪)
		(میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)										
نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)												
۲۰	۳/۲^{b}	۲/۷	۰/۱۱^{b}	۲/۸۰	۰/۸۰	۸۹۵/۲	۲۳/۰	۳۱/۰	۳۶۴۵/۳^{a}	۱۹۵۳۷/۰	۱۸/۵	۱۵/۴^{bc}
۸۰	۴/۰^{a}	۲/۵	۰/۰۹^{b}	۲/۷۰	۰/۷۹	۸۶۷/۷	۲۰/۳	۳۰/۷	۳۸۰۵/۵^{a}	۱۸۶۵۶/۰	۲۰/۳	۱۴/۸^{c}
۱۴۰	۴/۲^{a}	۲/۷	۰/۱۰^{b}	۲/۸۰	۰/۷۹	۸۵۵/۶	۲۱/۹	۳۲/۰	۳۵۲۸/۶^{a}	۱۷۷۶۳/۰	۱۹/۸	۱۶/۳^{ab}
۲۰۰	۳/۶^{b}	۳/۱	۰/۱۴^{a}	۳/۲۰	۰/۷۹	۸۱۹/۰	۲۲/۶	۲۹/۶	۳۰۹۲/۰^{b}	۱۷۷۶۶/۰	۱۷/۴	۱۷/۰^{a}
LSD (0.05)	۰/۴	۰/۳	۰/۰۳	۰/۵۱	۰/۱۰	۱۴۶/۰	۳/۰	۲/۸	۲۹۹/۳	۱۴۱۴۲/۰	۳/۱	۱/۳
ژنوتیپ												
پوشینه‌دار	۳/۷^{a}	۲/۹^{a}	۰/۱۱	۲/۹۱^{a}	۰/۷۹	۹۴۱/۲^{a}	۱۷/۲^{b}	۲۶/۵^{b}	۳۰۱۴/۳^{b}	۱۸۲۷۹/۰^{a}	۱۶/۴^{b}	۱۶/۰
سینگرد	۳/۹^{bc}	۲/۳^{dc}	۰/۱۲	۲/۴۰^{dc}	۰/۸۰	۱۱۷۱/۰^{a}	۱۷/۰^{de}	۲۷/۰^{b}	۳۵۳۱/۰^{b}	۲۰۶۱۷/۰^{a}	۱۷/۱^{b}	۱۵/۷
شهرکرد	۴/۵^{a}	۲/۹^{abc}	۰/۱۱	۳/۰۳^{abc}	۰/۷۹	۱۰۸۱/۳^{ab}	۱۹/۳^{cd}	۲۸/۵^{b}	۳۲۷۸/۰^{bc}	۲۰۵۷۵/۰^{a}	۱۵/۹^{b}	۱۶/۰
خویگان	۳/۲^{d}	۳/۵^{a}	۰/۱۰	۳/۶۹^{a}	۰/۸۰	۶۷۰/۰^{c}	۱۵/۵^{e}	۲۵/۵^{b}	۲۴۳۹/۰^{d}	۱۷۵۵۸/۰^{ab}	۱۳/۹^{b}	۱۶/۵
جونقان	۳/۶^{bcd}	۳/۱^{ab}	۰/۱۱	۳/۲۱^{ab}	۰/۷۹	۷۴۱/۰^{c}	۲۱/۳^{c}	۲۶/۵^{b}	۳۱۰۰/۵^{bc}	۱۷۸۸۳/۰^{ab}	۱۷/۳^{b}	۱۵/۷
زرنه	۳/۳^{cd}	۲/۵^{abc}	۰/۱۰	۲/۶۷^{bcd}	۰/۷۹	۱۰۲۱/۳^{ab}	۱۴/۰^{e}	۲۵/۵^{b}	۲۸۱۱/۵^{cd}	۱۵۸۴۸/۰^{b}	۱۷/۷^{b}	۱۵/۷
اوزون بلاغ	۴/۱^{ab}	۳/۵^{ab}	۰/۱۳	۳/۲۱^{ab}	۰/۷۹	۹۶۲/۵^{b}	۱۵/۷^{e}	۲۶/۰^{b}	۲۹۲۵/۵^{cd}	۱۷۱۹۰/۰^{ab}	۱۷/۰^{b}	۱۶/۳
زراعی	۳/۷^{a}	۲/۴^{a}	۰/۱۰	۲/۳۷^{a}	۰/۷۹	۶۱۴/۰^{b}	۳۶/۴^{a}	۴۵/۲^{a}	۵۰۲۸/۸^{a}	۱۸۸۸۸/۰^{a}	۲۶/۶^{a}	۱۵/۶
شوآ	۳/۳^{cd}	۲/۱^{d}	۰/۰۸	۲/۲۲^{d}	۰/۷۹	۶۲۲/۵^{c}	۴۲/۵^{a}	۴۶/۰^{a}	۴۹۵۵/۰^{a}	۱۹۸۶۷/۰^{a}	۲۴/۹^{a}	۱۵/۶
استاگاتا	۴/۰^{ab}	۲/۵^{abc}	۰/۱۲	۲/۷۶^{bcd}	۰/۷۹	۶۰۶/۰^{c}	۳۰/۳^{b}	۴۴/۵^{a}	۵۱۰۲/۵^{a}	۱۷۹۰۸/۰^{ab}	۲۸/۴^{a}	۱۵/۵
LSD (0.05)	۰/۶	۰/۶	۰/۰۲	۰/۶۹	۰/۰۱۲	۱۵۵/۸	۳/۵	۳/۰	۵۹۰/۶	۳۸۹۳/۰	۵/۶	۱/۵

* در هر عامل آزمایشی و هر ستون، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند فاقد تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد بر اساس آزمون LSD می‌باشند.



شکل ۱- اثر متقابل بین دو گروه گندم تتراپلوئید و سطوح نیتروژن برای شاخص سطح برگ

اثر ژنوتیپ، نیتروژن و اثر متقابل آنها برای هیچکدام از سه عامل فلورسانس اندازه‌گیری شده در مرحله گرده‌افشانی در این آزمایش معنی‌دار نبود (جدول ۱). از میان سه عامل فوق، فاکتور Fv/Fm به عنوان معیاری از کارایی کوانتوم در فتوسیستم II فتوسنتزی محسوب شده و عدم تغییر آن تحت شرایط آزمایش حاضر حکایت از آن دارد که کیفیت فعالیت و واکنش‌های نوری فتوسنتز و در نتیجه کارایی کوانتومی فتوسیستم II متأثر از تنش کمبود نیتروژن (حداقل در ژنوتیپ‌های حاضر و در اندازه‌ای که در اینجا اعمال شد) نشده است. به نظر می‌رسد که در این آزمایش اثر تنش کمبود کود نیتروژن بر خصوصیات فیزیولوژیک گیاه بیشتر از طریق تأثیر بر شاخص سطح برگ بوده است و تنش کمبود نیتروژن بیشتر سبب کاهش تولید شاخص سطح برگ شده و در نهایت میزان کلروفیل در واحد سطح برگ و همچنین بیشینه کارایی کوانتومی فتوسیستم II تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشته است. Shangguan et al. (2000) در گندم زمستانه تغییری در نسبت Fv/Fm در اثر تنش کود نیتروژن مشاهده نکردند.

اثر کود نیتروژن بر میانگین وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱) و با افزایش سطوح کود نیتروژن روند خاصی در این صفت دیده نشد. Shekoofa & Emam (2008) نیز در آزمایش خود نشان دادند که با افزایش سطح کود نیتروژن تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار در وزن هزار دانه گندم تغییر معنی‌داری رخ نداد. اگر چه میانگین وزن هزار دانه ژنوتیپ‌ها ۳۰/۸ گرم بود، ولی به طور کلی ژنوتیپ‌های زراعی وزن هزار دانه بیشتری نسبت به ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار داشتند. متوسط وزن هزار دانه در ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار و زراعی به ترتیب ۲۶/۵ و ۴۵/۲ گرم بود (جدول ۲). اثر متقابل بین ژنوتیپ و همچنین گروه‌های گندم با نیتروژن برای وزن هزار دانه معنی‌دار نبود (جدول ۱). چنانچه در مقایسات گروهی میانگین ژنوتیپ‌ها دیده می‌شود، در ارقام زراعی به طور کلی با افزایش سطوح کود نیتروژن، وزن هزار دانه افزایش یافت. این روند افزایش وزن تا سطح ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن ادامه داشت ولی در مقدار ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار کاهش یافت (جدول ۳). در ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار با افزایش سطوح کود نیتروژن تا ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت معنی‌داری در وزن هزار دانه حاصل نشد، ولی در سطح ۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن خالص در هکتار، این صفت به طور معنی‌داری کاهش یافت. در آزمایشی که توسط Castagna et al. (1996) صورت گرفت مشخص شد که مصرف کود نیتروژن تا سطح معینی سبب افزایش وزن هزار دانه می‌شود و بعد از آن کاهش وزن هزاردانه را به دنبال دارد. به نظر می‌رسد گیاه در شرایط تنش کمبود نیتروژن به دلیل کاهش تعداد دانه، وزن هزار دانه خود را تا حدودی حفظ می‌نماید.

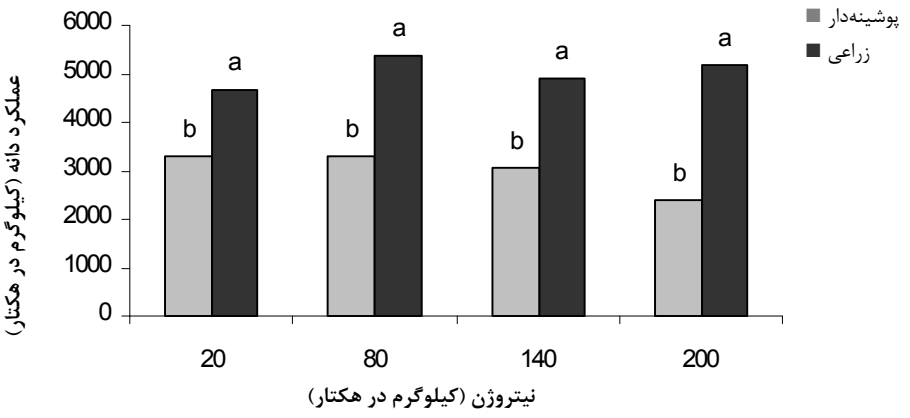
اثر کود نیتروژن بر میانگین تعداد سنبله در مترمربع معنی‌دار نبود (جدول ۱)، ولی با افزایش سطوح کود نیتروژن، تعداد سنبله در مترمربع هر چند به صورت غیرمعنی‌دار کاهش یافت (جدول ۲). Castagna et al. (1996) نیز اعلام کردند که اثر کود نیتروژن بر تعداد سنبله در مترمربع در گندم معنی‌دار نبود. اثر ژنوتیپ بر تعداد سنبله در مترمربع در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). اگرچه به طور کلی میانگین این صفت برای هشت ژنوتیپ ۸۵۹/۴ بود، ولی در گروه ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار میانگین تعداد سنبله در مترمربع (۹۴۱/۲) بود، که بیش از ۵۰٪ بر گروه ارقام زراعی (۶۱۴) برتری داشت. اثر متقابل بین گروه ژنوتیپ‌ها و سطوح نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود، که نشان‌دهنده عکس العمل متفاوت گروه‌های ژنوتیپ از نظر این صفت به افزایش مقدار نیتروژن است. با افزایش سطوح کود نیتروژن، تعداد سنبله در مترمربع در گروه ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار کاهش پیدا کرد، در حالی که در گروه ارقام زراعی این روند افزایشی بود. Shakoofa & Emam (2008) نشان دادند که با افزایش سطوح کود نیتروژن تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تعداد سنبله در مترمربع در گندم به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. ولی Castagna et al. (1996) اعلام کردند که اثر کود نیتروژن بر تعداد سنبله در مترمربع معنی‌دار نبود.

کود نیتروژن اثر معنی‌داری بر میانگین تعداد دانه در سنبله نداشت (جدول ۱) و میانگین تعداد دانه در سنبله برای هشت ژنوتیپ برابر با ۲۱/۹ بود (جدول ۲). Castagna et al. (1996) نیز اعلام کردند که با افزایش

سطوح کود نیتروژن از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تغییر معنی‌داری در تعداد دانه در سنبله در هیچ یک از ارقام زراعی و پوشینه‌دار هگزاپلوئید ایجاد نشد، که با نتایج این آزمایش مطابقت داشت. بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ تعداد دانه در سنبله تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد وجود داشت. میانگین تعداد دانه در سنبله در گروه ارقام زراعی (۳۶/۴) نزدیک به ۱۱۵٪ بالاتر از گروه ارقام پوشینه‌دار (۱۷/۲) بود. اثر متقابل بین ژنوتیپ و مقادیر نیتروژن و بین گروه‌های گندم و مقادیر نیتروژن نیز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. در ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار با افزایش سطوح کود نیتروژن تعداد دانه در سنبله کاهش یافت، اما این کاهش معنی‌دار نبود. در ارقام زراعی روند افزایشی معنی‌داری با افزایش سطوح کود نیتروژن در تعداد دانه در سنبله وجود داشت. Zebarth & Heard (1992) اعلام کردند که مصرف مقادیر کافی کود نیتروژن تعداد دانه در سنبله را افزایش می‌دهد، که دلیل آن اثر مثبت کود نیتروژن در افزایش تعداد سنبلچه بارور است. اما Castagna et al. (1996) اعلام کردند که با افزایش سطوح کود نیتروژن از صفر تا ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار تغییر معنی‌داری در تعداد دانه در سنبله در هیچ یک از ارقام زراعی و پوشینه‌دار ایجاد نشد، که با نتایج آزمایش حاضر مطابقت داشت.

اثر کود نیتروژن بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد از لحاظ آماری معنی‌دار بود (جدول ۱). به طور کلی با کاهش سطوح کود نیتروژن، میانگین عملکرد دانه در هشت ژنوتیپ گندم تتراپلویید روند افزایشی نشان داد. تفاوت بین عملکرد دانه ژنوتیپ‌ها از لحاظ آماری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). بیشترین میزان عملکرد به دو ژنوتیپ زراعی تعلق داشت (جدول ۲) به طوری که میانگین عملکرد دانه برای کل ژنوتیپ‌ها، گروه پوشینه‌دار و گروه ژنوتیپ‌های زراعی به ترتیب ۳۵۱۷/۹، ۳۰۱۴/۳ و ۵۰۲۸/۸ کیلوگرم در هکتار به دست آمد. میانگین عملکرد دانه در گروه ژنوتیپ‌های زراعی با افزایش سطح کود نیتروژن روند افزایشی داشت (جدول ۳). در گروه ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار با افزایش سطح کود نیتروژن عملکرد دانه کاهش یافت که هر چند این روند معنی‌دار نبود، ولی سبب ایجاد روند نزولی میانگین عملکرد دانه در کل ژنوتیپ‌ها شد (شکل ۲). بنابراین می‌توان گفت که گروه ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار به دلیل داشتن مقاومت بالاتر به تنش‌های محیطی و به ویژه سازگاری به کمبود عناصر غذایی، با تشدید کمبود نیتروژن محیط، عملکرد دانه خود را از طریق اجزاء عملکرد نظیر تعداد پنجه بارور، تعداد سنبله در مترمربع و تعداد دانه در سنبله نه تنها حفظ نموده‌اند، بلکه تا حد قابل توجهی نیز افزایش داده‌اند. Troccoli & Codianni (1993) نیز نشان دادند با افزایش سطوح کود نیتروژن از صفر تا ۱۲۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه در هر سه ژنوتیپ گندم پوشینه‌دار هگزاپلوئید مورد بررسی به طور معنی‌داری کاهش یافت.

اثر کود نیتروژن بر عملکرد ماده خشک نهایی معنی‌دار نبود (جدول ۱). بین ژنوتیپ‌ها نیز اختلاف معنی‌داری از نظر عملکرد ماده خشک نهایی مشاهده



شکل ۲- اثر متقابل بین دوگروه گندم تتراپلوئید و سطوح نیتروژن برای عملکرد دانه

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل گروه‌های گندم در نیتروژن برای شاخص سطح برگ، کلروفیل a، کلروفیل b، کلروفیل کل، اجزای عملکرد، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و درصد پروتئین دانه ژنوتیپ‌های گندم تتراپلوئید

صفت	گروه	نیتروژن (کیلوگرم در هکتار)				LSD
		۲۰	۸۰	۱۴۰	۲۰۰	
شاخص سطح برگ	پوشینه‌دار	۳/۳۰^{b*}	۴/۳۰^{a}	۴/۲۰^{ab}	۳/۳۰^{b}	۱/۲۶
	زراعی	۲/۹۰^{b}	۳/۲۰^{b}	۴/۳۰^{a}	۴/۴۳^{a}	
کلروفیل a	پوشینه‌دار	۲/۸۵^{ab}	۲/۷۹^{ab}	۲/۸۲^{ab}	۳/۰۳^{a}	۱/۳۷
(میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)	زراعی	۲/۲۸^{ab}	۱/۹۸^{ab}	۲/۳۱^{ab}	۲/۹۱^{ab}	
کلروفیلb	پوشینه‌دار	۰/۰۱۱^{ab}	۰/۰۹۶^{b}	۱/۰۸^{ab}	۱/۴۴^{a}	۰/۰۴۲
(میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)	زراعی	۰/۰۹۹^{ab}	۰/۰۷۸^{b}	۰/۰۹۹^{ab}	۱/۴۴^{a}	
کلروفیل کل	پوشینه‌دار	۲/۹۷^{ab}	۲/۹۱^{b}	۲/۹۴^{ab}	۳/۳۰^{a}	۰/۶۳
(میلی‌گرم بر گرم وزن تر برگ)	زراعی	۲/۳۷^{b}	۲/۰۴^{b}	۲/۴۰^{b}	۳/۰۶^{ab}	
وزن هزار دانه	پوشینه‌دار	۲۷/۲^{b}	۲۶/۶^{bc}	۲۷/۷^{b}	۲۴/۶^{c}	۶/۱۵
(گرم)	زراعی	۴۲/۶^{a}	۴۳/۰^{a}	۴۵/۲^{a}	۴۴/۸^{a}	
سنبله در مترمربع	پوشینه‌دار	۹۸۷/۲^{a}	۹۷۵/۰^{a}	۹۴۹/۷^{a}	۸۵۲/۵^{ab}	۳۱۱/۱
	زراعی	۶۱۹/۲^{b}	۵۴۵/۸^{b}	۵۷۳/۳^{b}	۷۱۸/۳^{ab}	
تعداد دانه در سنبله	پوشینه‌دار	۱۸/۷^{d}	۱۸/۰^{d}	۱۶/۵^{d}	۱۵/۴^{d}	۶/۹۷
	زراعی	۳۵/۹^{b}	۳۴/۴^{b}	۳۸/۰^{ab}	۴۴/۲^{a}	
عملکرد دانه	پوشینه‌دار	۳۰۱۰/۳^{b}	۲۹۸۵/۵^{b}	۲۷۶۴/۹^{b}	۲۰۹۶/۴^{c}	۱۱۷۹/۲
(کیلوگرم در هکتار)	زراعی	۴۳۵۰/۳^{a}	۵۰۶۵/۶^{a}	۴۶۱۹/۸۵^{a}	۴۸۷۸/۸^{a}	
عملکرد بیولوژیک	پوشینه‌دار	۱۹۴۳۸/۹^{a}	۱۸۴۵۸/۳^{a}	۱۷۰۲۸/۶^{a}	۱۸۱۸۸/۰^{a}	۷۷۷۳/۰
(کیلوگرم در هکتار)	زراعی	۱۹۸۳۳/۳^{a}	۱۹۲۵۰/۰^{a}	۱۹۹۶۶/۷^{a}	۱۶۵۰۰/۰^{a}	
شاخص برداشت	پوشینه‌دار	۱۵/۲^{c}	۱۶/۲^{bc}	۱۶/۲^{bc}	۱۱/۵^{cd}	۶/۵
(٪)	زراعی	۲۱/۹^{b}	۲۶/۳^{ab}	۲۳/۱^{b}	۲۹/۷^{a}	
پروتئین	پوشینه‌دار	۱۵/۱۳^{b}	۱۵/۴۳^{b}	۱۶/۰۳^{ab}	۱۷/۴۵^{a}	۹/۹۶
(درصد)	زراعی	۱۶/۲۴^{ab}	۱۴/۵۰^{b}	۱۷/۰۰^{ab}	۱۵/۸۸^{ab}	

* برای هر صفت، میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD و در سطح احتمال ۵ درصد فاقد تفاوت معنی‌دار می‌باشند.

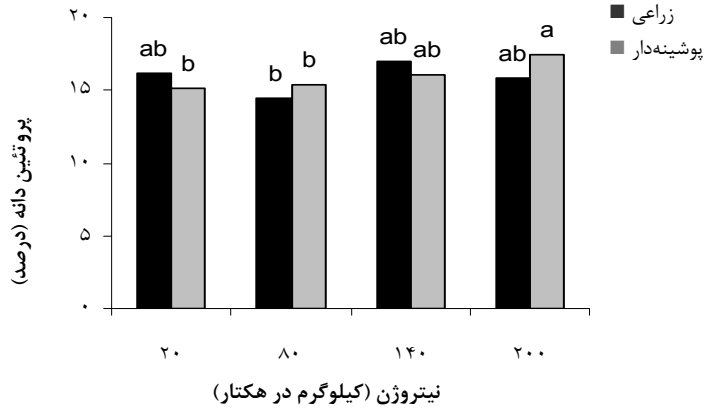
نشد (جدول ۱). علی‌رغم آن‌که گروه ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار به دلیل تولید پنجه زیاد، وزن خشک شاخ و برگ بالاتری داشتند، اما به علت پایین بودن عملکرد دانه آنها، تفاوت عملکرد ماده خشک نهایی آنها با گروه ژنوتیپ‌های زراعی محسوس نبود.

شاخص برداشت در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه متأثر از سطوح کود نیتروژن نبود (جدول ۱)، ولی بین ژنوتیپ‌ها از نظر این صفت در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. Shekoofa & Emam (2008) نشان دادند که با افزایش سطوح کود نیتروژن تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار تغییر قابل ملاحظه‌ای در شاخص برداشت گندم رخ نداد، که با نتایج این آزمایش مطابقت دارد. میانگین کل شاخص برداشت ۲۰ درصد بود که در ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار به طور متوسط ۱۷/۵ و در ژنوتیپ‌های زراعی ۲۸ درصد بود (جدول۲). اثر متقابل بین ژنوتیپ و سطوح نیتروژن در رابطه با شاخص برداشت معنی‌دار نبود، اما اثر متقابل بین گروه‌های گندم و سطوح نیتروژن برای شاخص برداشت معنی‌دار بود (جدول ۱). در گروه گندم‌های پوشینه‌دار از سطوح اول تا سوم نیتروژن تغییر معنی‌داری در مقدار این صفت دیده نشد، اما در سطح چهارم (۲۰۰ کیلوگرم نیتروژن) در مقدار شاخص برداشت افت هر چند محسوس ولی غیرمعنی‌داری، رخ داد. در گروه گندم‌های زراعی با تشدید تنش کمبود نیتروژن، روند نزولی جزئی در شاخص برداشت مشاهده شد. Shahsawari & Safari (2005) نیز اعلام کردند که با افزایش سطوح کود نیتروژن، مقدار شاخص برداشت به طور معنی‌داری کاهش یافت. Ezzat-Ahmadi et al. (1998) نیز در

بررسی اثر سطح مختلف کود نیتروژن بر رشد و عملکرد کمی و کیفی گندم گزارش دادند که سطوح کمتر نیتروژن، شاخص برداشت بالاتری دارند. این کاهش می‌تواند به سبب افزایش عملکرد بیولوژیک نسبت به عملکرد دانه با افزایش مقدار نیتروژن مصرفی باشد.

اثر کود نیتروژن بر پروتئین دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود، ولی اثر ژنوتیپ بر این صفت معنی‌دار نبود (جدول ۱). Sinebo (2002) نشان داد که اثر نیتروژن بر درصد پروتئین دانه جو در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل بین ژنوتیپ و سطوح نیتروژن و همچنین بین دو گروه گندم تتراپلوئید و سطوح نیتروژن در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. میانگین درصد پروتئین دانه برای کل ژنوتیپ‌ها، گروه پوشینه‌دار و گروه زراعی به ترتیب ۱۵/۸۷، ۱۶/۰ و ۱۵/۶ درصد به دست آمد.

در گروه ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار با کاهش سطوح کود نیتروژن میانگین درصد پروتئین به طور معنی‌داری کاهش یافت، ولی در گروه ژنوتیپ‌های زراعی کاهش درصد پروتئین دانه معنی‌دار نبود. بنابراین واکنش گندم‌های پوشینه‌دار نسبت به تنش کمبود نیتروژن از نظر درصد پروتئین دانه شدیدتر از ژنوتیپ‌های زراعی بود (شکل ۳).



شکل ۳- میانگین اثر متقابل بین دو گروه گندم تتراپلوئید و سطوح نیتروژن برای درصد پروتئین دانه

همان‌گونه که انتظار می‌رفت گندم‌های پوشینه‌دار از عملکرد دانه پایین‌تری نسبت به گندم‌های زراعی برخوردار بودند. در گندم‌های پوشینه‌دار به دلیل عدم انجام فعالیت‌های اصلاحی، صفاتی نظیر وزن هزار دانه و تعداد دانه در سنبله بهبود چندانی طی دهه‌ها یا صده‌های گذشته پیدا نکرده است. مهم‌ترین یافته آزمایش حاضر پاسخ منفی ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار به کود نیتروژن بود. در عین حال میزان پروتئین دانه ژنوتیپ‌های پوشینه‌دار نه تنها از گندم دوروم کمتر نبود، بلکه تا حدودی نیز از این بابت برتری داشتند. مجموعه واکنش‌هایی که از گندم‌های پوشینه‌دار در این مطالعه مشاهده شد ما را به این نتیجه می‌رساند که گندم‌های پوشینه‌دار دارای پتانسیل غیرقابل انکاری در بهره‌برداری به عنوان منابع ارزشمند ژنتیکی جهت به‌نژادی در ارتباط با محیط‌های تنش‌زا دارند و کیفیت محصول دانه نیز آنها را به خوبی به عنوان یک منبع غذایی حداقل جهت تولید مواد غذایی خاص مطرح می‌کند.

سپاسگزاری

هزینه‌های اجرای این تحقیق توسط دانشگاه یاسوج و امکانات آزمایشگاهی و مزرعه‌ای توسط دانشگاه صنعتی اصفهان تأمین شده است، که قابل قدردانی است.

REFERENCES

1. Arnon, D. I. (1949). Copper enzyme in isolated chloroplasts: 1. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant physiology*, 24, 1-15.
2. Banaiyan, M. & Sedigh, M. (1994). *Modeling crop photosynthesis from biochemistry to canopy*. Jahad

Daneshgahi Press, Mashhad University. Pp. 289. (In Farsi).
3. Bozini, A. (1988). Origin, distribution and production of durum wheat in the world. In: Fabriani, G. and Lintas, C. (Ed.). Durum: chemistry and technology. *Amer Assoc Cereal Chemistry*. Minnesota, USA. Pp 1-16
4. Castagna, R., Minoia, C., Porfiri, O. & Rocchett, G. (1996). Nitrogen level and seeding rate effects on the performance of hulled wheats (*Triticum monococcum* L., *T. dicoccum* Schubler and *T. spelta* L. evaluated in contrasting agronomic environments. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 176, 173-181.
5. Ehsanzadeh, P. & Shahedi, M. (2005). Hulled tetraploid wheats of central Iran: Their grain yield and nutrition of attributes relative to free –thrashing durum wheat. Int*. Sump on human health effects of fruits and vegetables*, Quebec, Canada.
6. Ehsanzadeh, P., Sabagh Nekoonam, M., Nouri Azar, J., Pourhadian, H. & Shaydaee, S. (2009). Growth, chlorophyll and cation concentration of tetraploid wheat on a solution high in sodium chloride salt: Hulled versus free-threshing genotypes. *Journal of Plant Nutrition*, 32(1), 58-70.
7. Ezzat-Ahmadi, M., Kazemi, H., Shakiba, M. R. & Valizadeh, M. (1998). Effect of different times and levels of nitrogen fertilizer application on growth and grain yield of spring wheat. *Daneshe keshavarzi Journal*, 8, 93-114.
8. Filatenko, A. & Hammer, K. (1997). New descriptions of hulled wheat on infraspecific level. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 44, 285- 288.
9. Hammer, K. A., Filatenko A., Alkhanjari, S., Al-Maskri, A. & Buerkert, B. (2004). *Emmer* (*Tiriticum Diccocum)* schrank in Oman. *Genetic Resourse and Crop Evolution*, 51, 111-113.
10. Heun, M., Schafer-Pregl, R., Klawan, D., Castagna, R., Accerbi, M., Borghi, B. & Salamini, F. (1997). Site of einkorn wheat domestication indentified by DNA finger printing. *Science*, 276, 1312-1314.
11. Khajehpour, M. R. (1997). *Principles and fundamentals of crop production*. Jahad Daneshgahi Press. Isfahan University of Technology. Pp. 386. (In Farsi).
12. Koochaki, A. & Sarmadniya, G. (1986). *Physiologic principles of dryland crop production*. Jahad Daneshgahi Press, Mashhad University. Pp. 120. (In Farsi).
13. Latiri-Souki, K., Nortcliff, S. & Lawlor, D. W. (1998). Nitrogen fertilizer can increase dry matter, grain production and radiation and water use efficiencies for durum wheat under semi-arid conditions. *European Journal of Agronomy*, 9, 21-34.
14. Makino, A. & Osmond, B. (1991). Effects on nitrogen nutrition and nitrogen partitioning between chloroplasts and mitochondria in pea and wheat. *Plant Physiology*, 96, 355-362.
15. Marconi, E., Carcea, M., Graziano, M. & Cubadda, R. (1999). Kernel properties and pasta making quality of five Europian spelt wheat (*Triticum spelta* L.) cultivars. *Cereal Chemistry*, 75, 25-29.
16. Nesbitt, M. & Sammuel, D. (1995). Hulled wheat. From stapel crop to extinction? The archaeology and history of the hulled wheats. In: Proceedings of *1st International Workshop on Hulled Wheats*.
17. Oleson, B. T. (1994). World Wheat Production, Utilization and Trade. In: Bushuk, W. and Rasper V.F. (eds.) *Wheat, Production, Properties and Quality*, Blackie Academic and Professional, London. 1-11.
18. Perrino, P. & Hammer, K. (1982). *Triticum monococcum* L. and *T. dicoccum* Schubler (Syn of *T. dicoccon* Schrank) are still cultivated in Italy. *Genet Agric,* 36, 343- 352.
19. Shahsawari, N. & Safari, M. (2005). The effect of different levels of nitrogen on the function and elements of the varieties of wheat in Kerman. *Pajouhesh and Sazandegi*, No 66 pp: 82-87. (In Farsi).
20. Shangguan, Z., Shao, M. & Dyckmans, J. (2000). Effects of nitrogen nutrition and water deficient on net photosynthetic rate and chlorophyll fluorescence in winter wheat. *Journal of Plant Physiology*, 156, 46-51.
21. Shekoofa, A. & Emam, Y. (2008). Effects of nitrogen fertilization and plant growth regulators (pgrs) on yield of wheat (*Triticum aestivum* L.) Cv. Shiraz. FJ. *Journal of Agriculture Science and Technology*, 10, 101-108.
22. Sinebo, W. (2002). Determination of grain protein concentration in barley. Yield relationships of barleys grown in a tropical highland environment. *Crop Science Journal*, 42, 428-437.
23. Troccoli, A. & Codianni, P. (2005). Appropriate seeding rate for *Einkorn*, *Emmer*, and *Spelt* grown under rainfed condition in southern Italy. *Europian Journal of Agronomy*, 22(3), 293.
24. Zebarth, B. J. & Heard, R. W. S. (1992). Influence of rate and timing of nitrogen fertilization on yield and quality of hard red winter wheat in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*, 72, 13-19.