دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال دوازدهم، شماره چهل و دوم، ۱۳۹۹

تاثیر کود آلی، شیمیایی و قارچ مایکوریزا بر شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تنش خشکی

عباس علی پناه[۱]، علیرضا سیروس مهر[۲]، محمدرضا اصغری پور[۳]، محمد شاهوردی[٤]

دریافت: ۹۵/۵/۱۰ پذیرش: ۹۵/۹/۱۸

چکیده

جهت بررسی اثر کود سبز و کود شیمیایی بر ویژگی های فیزیولوژیکی و عملکرد گندم در شرایط تنش خشکی آزمایشی به‌صورت کرت‌های دوبار خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در سال زراعی ۱۳۹٤-۱۳۹۳ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی شهرستان بروجرد اجرا گردید. فاکتور اصلی شامل کود سبز شبدر و شاهد (آیش)، و فاکتور فرعی اول سطوح تنش خشکی شامل: آبیاری کامل (شاهد)، قطع آبیاری در مرحله‌گلدهی، قطع آبیاری در مرحله خمیری و عدم آبیاری (دیم) و فاکتور فرعی دوم شامل عدم کاربرد کود شیمیایی (شاهد) و کاربرد کود شیمیایی (NPK)، کاربرد قارچ میکوریزا (*Glomus mosseae*) و تلفیق قارچ میکوریزا به‌همراه کود شیمیایی (NPK)، بود. این آزمایش در دو مرحله، کاشت و برگرداندن کود سبز شبدر به خاک و سپس کاشت گندم اجرا شد. نتایج نشان داد کود سبز بر محتوای نسبی آب برگ (RWC)، رنگیزه‌های فتوسنتزی، پرولین، عملکرد و اجزای آن تاثیر معنی‌داری داشت. تنش خشکی باعث کاهش رنگیزه‌های فتوسنتزی، پرولین، عملکرد و اجزای عملکرد گردید. دو عامل کود سبز و کود شیمیایی بر صفات اندازه گیری شده گندم تحت تنش خشکی موثر بودند. بیشترین عملکرد دانه گندم (۹۹٤٦ کیلوگرم در هکتار) مربوط به تلفیقی از کود سبز و آبیاری کامل به-همراه کود شیمیایی و قارچ مایکوریزا بود، که این افزایش عملکرد حاصل تاثیر کود سبز بر عملکرد بیولوژیک، ارتفاع بوته و شاخص‌های فتوسنتزی بود. در مجموع استفاده از کود سبز در تولید گندم همراه آبیاری کامل و استفاده از میکوریز و کود شیمیایی در شرایط آب و هوایی بروجرد مناسب به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: گندم، کود سبز، عملکرد دانه، تنش خشکی.

علی پناه، ع.، ع.ر. سیروس مهر، م.ر. اصغری پور و م. شاهوردی. ۱۳۹۹. تاثیر کود آلی، شیمیایی و قارچ مایکوریزا بر شاخص‌های عملکرد و اجزای عملکرد گندم تحت تنش خشکی. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۲: ۲۵-۱۲.

۱- دانشجور دکتری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

۲- استادیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران- مسئول مکاتبات.asirousmehr@uoz.ac.ir

۳- دانشیار، گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زابل، زابل، ایران

٤- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی بروجرد، بروجرد، ایران

مقدمه

کشاورزی متداول در جهان امروز موفقیت قابل قبولی را در استفاده از مدیریت منابع نداشته و با اتکا بیش از حد به نهاده‌های مصنوعی و تزریق انرژی کمکی مانند کودها و سموم شیمیایی باعث ایجاد سیستم زراعی ناپایدار در طولانی مدت شده است (رابرت، ۲۰۰۸). با توجه به محدودیت منابع مورد نیاز کشاورزی در ایران، راهکارهای مؤثر در کاهش آثار منفی خشکی بر عملکرد دانه از اهداف پژوهش‌های به‌نژادی و به‌زراعی به شمار می‌رود. یکی از راهکارهای عملی رسیدن به این هدف زراعت گیاهان پوششی و کود سبز می‌باشد (دستفال، ۱۳۸۸). ایجاد تنش در مرحله‌ای از رشد گیاه، بدون کاهش زیاد عملکرد، از نقطه نظر صرفه‌جویی در مصرف آب آبیاری برای مناطق خشک و نیمه خشک مورد توجه اغلب پژوهشگران است (یادویندر، ۲۰۰٤). استفاده از گیاهان لگوم در تناوب با گیاهان زراعی دیگر و غلات می‌تواند به عنوان یکی از راهکارهای کاهش استفاده از کودهای شیمیایی به ویژه کودهای نیتروژنی مطرح باشد (پاتیل، ۲۰۰۱). در مطالعات انجام شده بر روی گیاهان در اکوسیستم‌های طبیعی و زراعی گویای آن است که استفاده از نظام کشاورزی پایدار بهترین شرایط را برای تولید فراهم می‌آورد و حداکثر عملکرد دانه در چنین شرایطی حاصل می‌گردد (اکبرنیا، ۱۳۸۲).

براساس گزارش آینه بند (۱۳۸٤) خاک‌های زراعی مناطق جنوب غربی ایران به دلیل عدم اجرای تناوب مناسب گیاهان زراعی، استفاده از تکنیک‌های کشاورزی فشرده، بارندگی سالانه کم و درجه حرارت بالا، دارای کمبود مواد آلی بوده که این امر باعث ایجاد ساختمان ضعیف خاک و نهایتاً بستر نامطلوب برای رشد گیاه می‌گردد. یکی از راهکارهای عملی رسیدن به این هدف زراعت گیاهان پوششی و کود سبز که می‌تواند جایگزین مناسبی برای کودهای شیمیایی باشد. استفاده از کودهای شیمیایی برای تولید محصولات در سراسر جهان در حال افزایش است (آبریل و همکاران، ۲۰۰۷). از آنجایی که مقدار ماده آلی درخاک‌های کشاورزی کشور پایین است لذا استفاده از کود آلی و کود سبز می‌تواند در حل مسائل مربوط به تخریب خاک و استفاده کمتر از کودهای شیمیایی موثر واقع شود (تاج بخش و همکاران، ۱۳۸۷). میلر و همکاران (۲۰۱۱) در دو آزمایش جداگانه گزارش دادند عملکرد غلات زمانی که در تناوب با محصولات کود سبز باشند بیشتر از زمانی است که تک کشتی غلات به صورت ادامه دار باشد. چنانچه نیتروژن در دسترس، کمتر یا بیشتر از حد مطلوب رشد گیاه باشد، موجب اختلال در فرایندهای حیاتی گیاه می‌شود که ممکن است سبب کاهش تعرق و یا حتی توقف رشد زایشی شود.

تنش خشکی مهمترین محدودیت تولید در مناطق خشک و نیمه خشک است اثر تنش خشکی با شدت، مدت و مراحل رشدی گیاه متفاوت است و مرحله گلدهی گندم، حساسترین مرحله به تنش خشکی می‌باشد (القباری و همکاران، ۲۰۱۵). تنش خشکی ضمن کاهش محتوای آب در بافت‌های گیاهان، باعث محدود شدن رشد و برخی تغییرات فیزیولوژیکی و متابولیکی در آن‌ها می‌گردد (فرنچ و تورن، ۱۹۹۱). از طرفی قابلیت دسترسی عناصر غذایی مختلف در خاک تحت تأثیر تنش، تغییرات قابل ملاحظه‌ای می‌یابد (مونس، ۱۹۹۳). بنابراین مدیریت تغذیه گیاه در شرایط تنش یکی از مسائل مهم در تولید محصولات زراعی محسوب می‌شود (محمدخانی و حیدری، ۲۰۰۷). در این پژوهش با توجه به شرایط آب و هوایی بروجرد دستیابی به راهکارهایی برای افزایش عملکرد گندم تحت تاثیر کود زیستی و شیمیایی در شرایط تنش خشکی و استفاده از کود سبز در تناوب زراعی کوتاه مدت به منظور جلوگیری از تک-کشتی گندم-گندم مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال زراعی ۹٤- ۱۳۹۳ در مزرعه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان لرستان (ایستگاه بروجرد) با عرض جغرافیایی ۳۳ درجه و ٤۰ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ٤۸ درجه و ۵۵ دقیقه شرقی با ارتفاع از سطح دریا حدود ۱۵٤۱ متر و میانگین بلند مدت بارندگی سالانه ۵۰۰ میلی‌متر، که دارای شرایط آب و هوایی سرد مرطوب می‌باشد، انجام شد. آزمون خاک قبل از کاشت به‌صورت تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری خاک بوسیله دستگاه اوگر انجام شد (جدول ۱). آزمایش به صورت کرت‌های دوبار خرد شده با سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی به اجرا در آمد، که در آن سطوح گیاه پوششی شبدر ایرانی به عنوان فاکتور اصلی در دو سطح (پوشش و عدم پوشش (آیش)) که قسمت آیش در سال قبل به کشت گندم اختصاص یافته بود. سطوح مختلف تنش خشکی شامل: آبیاری رایج منطقه (شاهد)، قطع آبیاری از مرحله گلدهی، قطع آبیاری از مرحله خمیری و تنش کامل (عدم آبیاری شرایط دیم) به عنوان عامل فرعی و عدم کاربرد کود شیمیایی (شاهد) و کاربرد رایج کود شیمیایی (N=300Kg/ha، P=100، K=100) و همچنین استفاده از قارچ میکوریزا گونه (*Glomus mosseae*) تهیه شده از شرکت زیست فناور توران

به صورت خاک کاربرد به میزان ۱۰۰ گرم در متر مربع و استفاده همزمان قارچ میکوریز + کود شیمیایی (N=300Kg/h، P=100، K=100)، به عنوان فاکتور فرعی در فرعی در کرتهای فرعی قرار داده شدند.

برای این منظور، زمین اختصاص داده برای انجام آزمایش که سال زراعی قبل به کشت گندم اختصاص یافته در تیرماه زمین به شش قسمت تقسیم شد. سه قسمت آن به صورت تصادفی به کشت شبدر و سه قسمت آن به صورت آیش قرار گرفت. پایان مهرماه شبدر به خاک برگردانده شد، تا فرآیند پوسیدگی کود سبز قبل از کشت گندم صورت گیرد. کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۷*۱/۲متر که هرکدام دارای ٦ خط کاشت به فاصله ۲۰ سانتی-متراز هم روی پشته‌ها کشت شدند. در آبان ماه کشت گندم رقم مقاوم به خشکی سیروان کاشته شد. در بهار مرحله ساقه‌دهی وجین علف‌های هرز بصورت مکانیکی انجام شد. دور آبیاری برای تیمارهای شاهد و تنش خمیری و گلدهی هفته‌ای یکبار که پس از رسیدن گندم به مرحله گلدهی و خمیری آب این تیمارها قطع شد. عملیات برداشت تمامی تیمارها در مرداد ماه به‌وسیله کمباین تحقیقاتی به‌صورت همزمان انجام شد. صفات مورد بررسی آزمایش شامل: ارتفاع بوته، محتوای نسبی آب برگ(RWC) ، رنگیزه‌های فتوسنتز، پرولین، عملکرد بیولوژیک، شاخص برداشت و عملکرد دانه بود. محتوی نسبی آب برگ (RWC) به روش شونفلد و همکاران (۱۹۸۸) بر اساس رابطه زیر محاسبه شد.

$$RWC\% = (FW - DW) / (TW - DW) * 100$$

که در آن FW وزن تر برگ تازه، DW وزن خشک برگ و TW آماس برگ می‌باشد.

اندازه‌گیری کلروفیل a، b و کارتنوئید، به روش (آرنون ۱۹٦۷)، ۰/۲ گرم بافت تازه گیاهی در هاون چینی ساییده شد و پس از افزودن ۱۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد به آن، به مدت ۱۰ دقیقه با سرعت ٦۰۰۰ دور در دقیقه، سانتریفیوژ گردید و جذب محلول بالایی در طول موج‌های ٦٦۳ نانومتر برای کلروفیل a، ٦٤٥ نانومتر برای کلروفیل b و ٤۸۰ نانومتر برای کارتنوئیدها توسط اسپکتوفتومتر معین شد. سپس با استفاده از فرمول‌های زیر میزان کلروفیل a، کلروفیل b و کارتنوئیدها (میلی‌گرم بر گرم وزن تر) نمونه به‌دست آمد.

$$\text{Chlorophyll a} = (11.75 \times A663) - (2.35 \times A645)$$

$$\text{Chlorophyll b} = (18.61 \times A645) - (3.9 \times A663)$$

$$\text{کارتنوئید} = (1000A470 - 2.270Ca - 81.4Cb)/227$$

بعد از اندازه‌گیری صفات، داده‌ها با بهره‌گیری از نرم‌افزار MSTAT-C تجزیه و تحلیل شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

جدول ۱-نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش

نیتروژن(٪)	فسفر (ppm)	پتاسیم(ppm)	کربن آلی (٪)	EC(ds/m)	PH	شن(٪)	رس (٪)	سیلت(٪)	بافت
۰/٦۰	۱۳/٤	۲۹۳	۰/٦	/٤	۷/۸	۲۹	۲۵	٤٦	لومی

نتایج و بحث

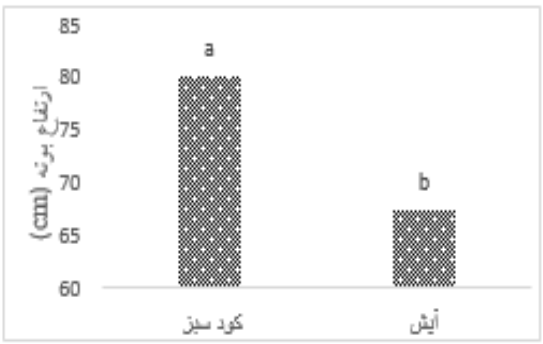
ارتفاع بوته

اثر کود سبز، تنش خشکی و تیمار کودی بر ارتفاع گندم در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). یکی از نکات قابل تامل در این تحقیق افزایش ارتفاع گیاه در تیمار کاربرد کود سبز نسبت به آیش بود، به طوری که اختلاف ارتفاع در حدود ۱۳ سانتی‌متر بود (شکل ۱). تنش خشکی باعث شد ارتفاع گندم از ۷۸ سانتی‌متر در آبیاری کامل به ۷۱ سانتی‌متر در تنش کامل (دیم) کاهش یابد (شکل ۲). بیشترین ارتفاع بوته در بین تیمارهای کودی مربوط به مایکوریزا + کود شیمیایی (۷۷/۱٤ سانتیمتر) بود که تفاوت معنی داری با تیمار شاهد(عدم کاربرد کود) داشت. اگر چه تیمار کود شیمیایی نسبت به تلفیق قارچ مایکوریزا و کود شیمایی تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند؛ ولی با شاهد تفاوت معنی‌داری نشان داد و باعث افزایش ارتفاع بوته نسبت به شاهد شدند(شکل ۳). از آن‌جایی که کمبود عناصر غذایی یکی از عوامل اصلی در تعیین میزان ارتفاع گیاه است، لذا گیاهان تحت تیمار آیش به علت کمبود عناصر غذایی از رشد کمتری برخوردار بوده‌اند کودهای آلی با آزاد سازی تدریجی عناصر غذایی طی فصل رشد زمینه رشد مناسب گیاه را فراهم می‌کنند. گندم در اثر تنش خشکی، علاوه بر واکنش‌های فیزیولوژیک، تغییرات مرفولوژیک نیز از خود نشان می‌دهند. در این شرایط به دلیل افزایش میزان اسید آبسزیک در برگ، از قابلیت انعطاف پذیری دیواره سلول کاسته، بر ارتفاع بوته گندم تاثیر و باعث کاهش آن گردیده است. رشد نتایج این آزمایش با نتایج آزمایشات (رعنا و همکاران، ۲۰۱۳)، و (علیزاده ۱۳۸٦) بر روی گیاه ذرت مطابقت داشت.

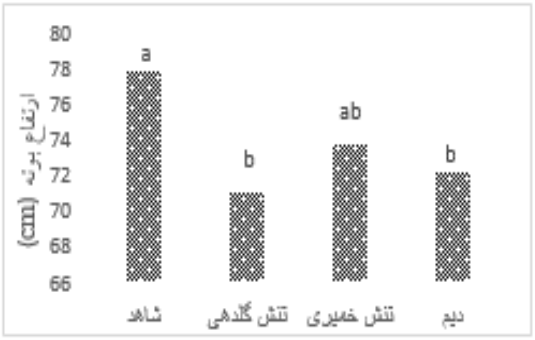
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس میانگین مربعات تاثیر کود سبز، شیمیایی و زیستی تحت تنش خشکی بر صفات مورد بررسی

منبع تغییر	درجه آزادی	ارتفاع‌بوته	درصد رطوبت نسبی	کلروفیل a	کلروفیل b	کارتنوئید	پرولین	عملکرد بیولوژیک	عملکرد دانه	شاخص برداشت
تکرار	۲	۱۰/۷۰^{ns}	۰/۰۲۳**	۰/۰۰۲۳ ^{ns}	۱۲/۵۲**	٤/۱۷**	۱/۸۵^{ns}	۳۰٦۳۲۲۹^{ns}	۱٤٥۹۸۳**	۱۹/۸٦^{ns}
پوشش	۱	۳۸٦۸/٤۰**	۰/۰۱۱*	۹٤/۰٥۰**	٤٤/٥۸**	۲/۸۹**	٤٥۳۲/٤۱**	۱۸٥٦۸۰۰٤۱۷**	۱۱۸۳۱۸۰۱۰**	۲/۰۸^{ns}
خطای a	۲	۱٤/٤٦	۰/۰۰۳	۰/۱٤٦	۰/۱۷۱	۰/۰۲۸	۱٥/٤۲	٤۱۷٤۸۸٥٤	۱۲۳۱۸۸/۸	۱۹/۰۹
آبیاری	۳	۲۱۲/۹۰**	۰/۰۱٤**	۱٥/٤۰**	۱۲/۹٦**	٦/٤۹**	۱۷۷۹۹/۱۲**	۲٥٥۹۲۹۱۷*	٥۳۲۱٦۸۰۰/٤**	۱۱۷٥/۳۸**
پوشش × آبیاری	۳	۱٥/۹۲^{ns}	۰/۰۰۲۲^{ns}	۱/۰۰۸^{ns}	٦/۹٥**	۰/۰۲٤*	۲٦۸/۹٤**	۱۱۱۸٦۲٥۰*	۸۲۷۲۸۰٤/۳**	٦۰/٥۸**
خطای b	۱۲	٤۷/۳۸	۰/۰۰۳۷	۲/۸٤۸	۷/۰٤	۰/۰۲۹	٤۸/٥۸	۲۹۹۷۹۱۷	۱۳٥۲۳/۲	۱۳/۹۳
کود	۳	۳۱۳/٤**	۰/۰۰۱۹^{ns}	٥۲/۷۰۸۱**	۲۷/۲۷**	۱/۸۹**	۳۰۸۹/۸۹**	۱۷٥۸۱۹۰۲۸**	۲۹۳۲۷/٤٤**	۱۷٤/۸۰**
پوشش× کود	۳	۱۷/۳۸^{ns}	۰/۰۰۳۹^{ns}	۰/۸۱۸^{ns}	٥/۳٤**	۰/۰۷۹^{ns}	۱۷/۱۱^{ns}	۲۹۹۷۹۱۷^{ns}	۱۰۹۱/۹۸٤**	٦۰/۹۹*
آبیاری× کود	۹	۲۷/۹۲^{ns}	۰/۰۰۰۹^{ns}	۱/۲۹٦^{ns}	۱/۲٦^{ns}	۰/۰۹۸^{ns}	۲٥۷/۹٦**	٥۷٥۲۲٦۹^{ns}	۲٥۸۷۸۸۸**	۲۰/۷۲^{ns}
پوشش× آبیاری× کود	۹	۱٤/۰۷^{ns}	۰/۰۰۰۷^{ns}	۰/۲۱۹۳^{ns}	۲/۳۳*	۰/۰۷۱^{ns}	٦۲/۱۷^{ns}	٤۳۲۳۷٥۰^{ns}	۸۸٦۱۱٤**	۱٥/٥۰^{ns}
خطای c		٤۳/۸۰	۰/۰۰۲٤	۰/۹٤	۱/۰۰	۰/۰۸۲	٤۰/۲۰	٤۳۲٥٤۱۷	۲٥۷۲٦	۱۲/۹۲
ضریب تغییرات (CV%)		۸/۹۱	٥/۹۳	۱٤/۳٤	۲٦/۷۱	۱۸/۹٦	۱۰/۰۱	۱۲/٥۱	۳/۷۰	۱۳/۹٤

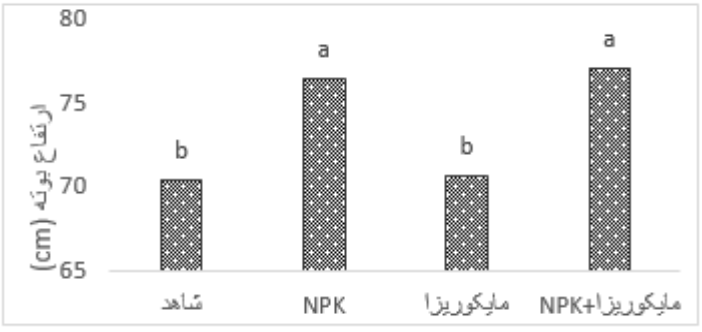
ns غیر معنی‌دار، * معنی دار در سطح ۵ درصد و ** معنی‌دار در سطح ۱ درصد



شکل ۱ تاثیر کاربرد کود سبز بر ارتفاع بوته گندم



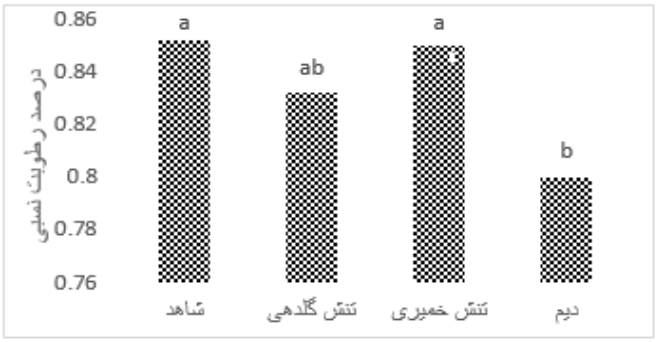
شکل ۲ تاثیر اعمال تنش خشکی بر ارتفاع بوته گندم



شکل ۳ تاثیر کاربرد نواع کود بر ارتفاع بوته گندم

محتوی نسبی رطوبت برگ (RWC)

اثر کود سبز، و تنش خشکی بر درصد رطوبت نسبی برگ در سطح ۵ درصد معنی دار شد (جدول۲). رطوبت نسبی برگ در اعمال کود سبز (۸٤/٤ درصد) بیشتر از تیمار آیش (۸۲/۲ درصد) بود(شکل ٤). همچنین بر اساس اعمال تنش خشکی، رطوبت نسبی برگ طور معنی‌داری تحت تاثیر قرار گرفت (شکل ۵) به طوری که افزایش شدت تنش خشکی باعث گردید درصد رطوبت نسبی در تیمار شاهد (آبیاری کامل) نسبت به تیمار دیم از ۸۵/۲ درصد به ۸۰ درصد کاهش پیدا کرد(شکل ۵). میزان رطوبت نسبی بالاتر ممکن است از طریق قابلیت تنظیم اسمزی و یا توانایی ریشه در جذب آب حاصل شود. در شرایط تنش خشکی گیاهانی که تحت تاثیرخشکی قرار می‌گیرند، فضای بین سلولی و میزان آب در پیکره گیاه از طریق افزایش مواد اسمزی در درون بافت‌ها به حداقل می‌رسانند تا آب از بافت خاک با نیروی بیشتری وارد گیاه گردد که این امر موجب کاهش میزان آب نسبی در شرایط تنش خشکی می‌گردد. نتایج این آزمایش با نتایج آزمایش(سیمنو و همکاران ۲۰۰٦) و (خزاعی، ۱۳۸۹) بر روی گندم مطابقت دارد.



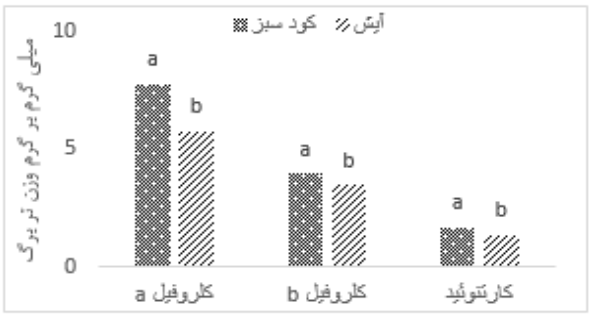
شکل ۵ – تاثیر تنش خشکی بر درصد رطوبت نسبی گندم

شکل ۴ – تاثیر کود سبز بر درصد رطوبت نسبی گندم

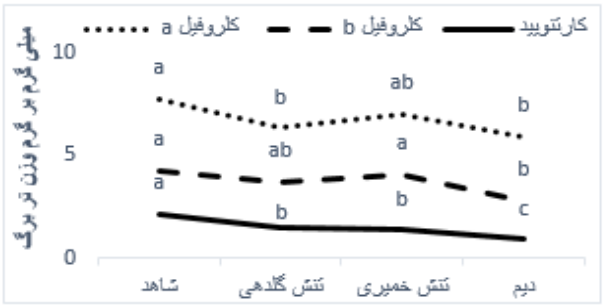
رنگیزه‌های فتوسنتزی(کلروفیل a ، b و کارتنوئید)

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود سبز، تنش خشکی و تیمار کودی بر کلروفیل a ، b و کارتنوئید برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). نتایج بدست آمده از (شکل ٦) نشان می دهد کود سبز تاثیر معنی‌داری به‌ترتیب (۷/۷۵ ، ۳/۹۵ و ۱/٦۹ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) به نسبت شاهد (۵/۷۸ ، ۳/٤۹ و ۱/۳٤ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) بر میزان کلروفیل a و b و کارتنوئید داشته است. همچنین در تیمار اعمال تنش بیشترین مقدار کلروفیل a ، b و کارتنوئید مربوط به تیمار آبیاری کامل (۷/۷٦ ، ٤/۲۸ و ۲/۱۸ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) و کمترین آن مربوط به تیمار دیم (۵/۹۳ ، ۲/۸۱ و ۰/۹۲ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) بود(شکل ۱۰). از طرف دیگر مقدار محاسبه شده کلروفیل a ، b و کارتنوئید در تیمار میکوریزا + کود شیمیایی (۸/۱ ، ٤/۸۹ و ۱/۷۷ میلی گرم بر گرم وزن تر برگ) بیشتر از سایر تیمارها گردید شکل(۱۱). اثر دو جانبه پوشش و تنش خشکی بر روی میزان کارتنوئید در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. و در بررسی اثر سه جانبه تیمارها بر میزان کلروفیل b در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۵)، بیشترین میزان کلروفیل b مربوط به کاربرد کود سبز در سطح چهارم تنش و سطح چهارم کود به میزان ۷/٤۹ مشاهده شد بطور کلی در سطوح کاربرد کود سبز و سطح تنش سه، در سطح چهارم کاربرد کود، میزان کلروفیل بیشتری مشاهده شد و در سطح چهارم تنش نیز، در همه سطوح کاربرد کود میزان کلروفیل نسبتا بالا بود و اختلاف کمی با همدیگر داشتند. کود سبز باعث آزادسازی عناصر غذایی بویژه نیتروژن، در طول فصل رشد برای گندم شد که این عنصر علاوه بر شرکت در ساختمان پروتئین ها، قسمتی از کلروفیل را نیز تشکیل می‌دهد. یک اتم نیتروژن و چهار اتم کربن در حلقه های درون کلروفیل جای گرفته اند که نیتروژن از سویی با اتمهای کربن و از طرفی دیگر با اتم منیزیم پیوند مشترک دارد. بنابراین کمبود نیتروژن سبب زرد شدن برگ های پیر و در نهایت توقف رشد گیاه می‌شود. خشک شدن بافت های برگ نه تنها مانع ساخته شدن کلروفیل می‌شود، بلکه به نظر می-رسد که تخریب کلروفیل را هم باعث می‌شود. تنش خشکی باعث شکسته شدن کلروپلاست و کاهش میزان کلروفیل می-گردد. گیاهانی که حساسیت بیشتری به تنش خشکی دارند کمپلکس کلروفیل – پروتئین و لیپید آنها ناپایدارتر می‌باشد تنش خشکی با کاهش سطح برگ، انسداد روزنه ها، کاهش فعالیت های پروتوپلاسمی و تثبیت گاز کربنیک، کاهش سنتز پروتئین و

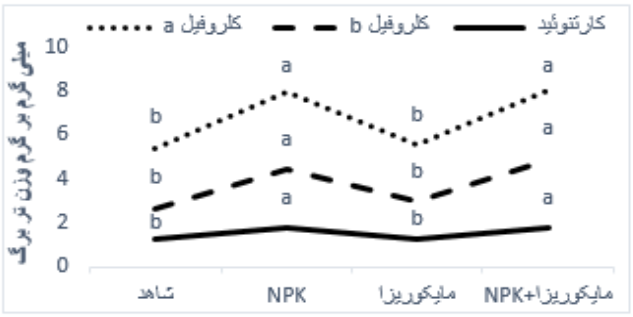
کلروفیل سبب تقلیل فرایند فتوسنتز می‌گردد. تنش شدید باعث کاهش سنتز کلروفیل شده که از طریق کاهش ساخته شدن کلروفیل اثر مستقیمی برروی فتوسنتز دارد کاهش رنگیزه‌ها به واسطهٔ افزایش تولید رادیکال‌های آزاد اکسیژن است، که این رادیکال‌های آزاد باعث پراکسیداسیون و در نتیجهٔ تجزیهٔ کلروفیل‌ها می‌گردند همچنین تنش بر روی کلروپلاست و رنگیزه‌های موجود درآن نیز اثر داشته، به‌عنوان مثال، تنش خشکی سبب هیدرولیز پروتئین‌های تیلاکوئیدی و کاهش مقدار کلروفیل a و b می‌گردد نتایج این تحقیق با نتایج (رئوفی و همکاران، ۱۳۸۹) بر روی گندم مطابقت داشت.



شکل ٦- تاثیر کاربرد کود سبز بر کلروفیل a ، b وکارتنوئید



شکل ۷- تاثیراعمال تنش بر کلروفیل a ،b و کارتنوئید



شکل ۸- تاثیر کاربرد انواع کود بر کلروفیل a، b و کارتنوئید

پرولین

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر کود سبز، تنش خشکی و تیمار کودی برمیزان پرولین برگ در سطح ۱درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل **پوشش در تنش خشکی** بر میزان پرولین برگ در سطح ۱درصد معنی‌دار بود(جدول ۳). تولید و وجود پرولین که در اثر شرایط نامساعد مانند تنش است، با توجه به بررسی اثر متقابل پوشش در تنش، مشخص شد که شرایط دیم در وضعیت آیش، بیشترین میزان پرولین را داشته است و کمترین میزان پرولین در شرایط عدم تنش در هر دو سطح کاربرد پوشش بدست آمد. بطور کلی در هر دو سطح پوشش، با افزایش میزان تنش (کم‌آبی)، بر میزان تولید پرولین افزوده شد. در شرایط عدم کود سبز و عدم آبیاری (دیم) بدلیل کاهش مواد آلی، خاک نمی-تواند رطوبت کافی را حفظ کند به نوعی میزان رطوبت خاک در این حالت کاهش و گیاه با افزایش تنش جهت تنظیم اسمزی شروع به تولید پرولین کرده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار **تنش در کود** بر میزان پرولین برگ در سطح ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). در مقایسه میانگین‌های اثر تنش بر نوع کود بر میانگین پرولین مشخص شد بطور کلی با افزایش میزان تنش (کم‌آبی) بر میزان پرولین گیاه در سطوح نوع کود افزوده شد که این امر ناشی از اثرات تنش خشکی بر گیاه و مقابله گیاه با این وضعیت و ایجاد شرایط تنظیم اسمزی مربوط می‌شود گیاه جهت تامین، حفظ وضعیت آبی و تورژسانس خود ترکیبات آلی مانند پرولین را در داخل سیتوپلاسم تجمع تا پتانسیل اسمزی را افزایش و آب بیشتری را در خود حفظ و تجمع دهد بر اثر تجزیه پروتئین ها غلظت اسیدهای آمینه از جمله پرولین در آن افزایش می یابد. پرولین علاوه بر تنظیم اسمزی به عنوان محافظ در برابر تنش نیز عمل می کند. بدین ترتیب که به طور مستقیم و یا غیر مستقیم با ماکرو مولکول‌ها اثر متقابل داشته و از این طریق به حفظ شکل و ساختار طبیعی آنها در شرایط تنش کمک می‌کند. نتایج این تحقیق با نتایج (نظرلی و

فرجی، ۲۰۱۱) و (رئوفی و همکاران، ۱۳۸۹) در گندم مطابقت دارد.

جدول ٤- اثر متقابل پوشش و سطوح مختلف کودی بر میزان پرولین

پوشش	سطوح کود	پرولین
کود سبز	عدم کود	۳۱/۸۲e
	شیمیایی	۸۸/۲b
	مایکوریزا	٦۱/۷۹c
	شیمیایی+مایکوریزا	۹۸/۸٦a
آیش	عدم کود	۲٦/۲٤e
	شیمیایی	٦٦/۳٦c
	مایکوریزا	٤۹/۰٥d
	شیمیایی+مایکوریزا	۸٤/۰٦b

در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

جدول ٥- اثر متقابل تنش خشکی و سطوح مختلف کودی بر میزان پرولین

سطوح خشکی	سطوح کود	پرولین
آبیاری کامل	عدم کود	۲٤/۳۷j
	شیمیایی	۳۳/۷۲h
	مایکوریزا	۲٦/۱۳ij
	شیمیایی+مایکوریزا	۳۱/۹hi
تنش گلدهی	عدم کود	٥٥/۰۱f
	شیمیایی	۹٤/۱۷bc
	مایکوریزا	٦٦/۰۲e
	شیمیایی+مایکوریزا	۹۳//۹۲bc
تنش خمیری	عدم کود	٤٤/۷g
	شیمیایی	٦٥/۲۰e
	مایکوریزا	٤۷/۹٤fg
	شیمیایی+مایکوریزا	٦۳/۸۳e
دیم	عدم کود	۷۸/٥۸d
	شیمیایی	۱۰۳/۲a
	مایکوریزا	۸۷/۲۹c
	شیمیایی+مایکوریزا	۹٦/۷۲ab

در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

عملکرد بیولوژیک

با توجه به نتایج تجزیه واریانس اثر متقابل پوشش و تنش خشکی بر صفت عملکرد بیولوژیک در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. با توجه به مقایسه میانگین برای اثرات متقابل پوشش و تنش بر میانگین عملکرد بیولوژیک، بیشترین عملکرد بیولوژیک از کاربرد کود سبز در شرایط بدون تنش۲۳۲۰۰کیلوگرم در هکتار به‌دست آمد که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بطور کلی در شرایط بدون تنش عملکرد بیولوژیک بیشتری بدست آمد و با افزایش تنش، از میزان عملکرد بیولوژیک کاسته شد و کمترین آن در شرایط بدون

کود سبز و بدون آبیاری (دیم) بدست آمد(جدول ٦). البته این وضعیت ناشی از اثر تنش خشکی و کمبود عناصر غذایی می-باشد. میزان زیست توده کل به میزان رشد اندام‌های هوایی بستگی دارد، بنابراین زیر خاک نمودن بقایای گیاهی به مرور زمان، از طریق افزایش عناصر غذایی خاک(پتاسیم فسفر و روی) و تاثیر آن بر مواد آلی و بهبود فضای توسعه ریشه، سبب افزایش محصول و عملکرد گیاهان زراعی می‌شود کود سبز به تدریج با افزایش نیتروژن مورد نیاز در گندم، باعث کارایی بهتر جذب این عنصر غذایی گردید که در نهایت موجب افزایش طول ساقه، وزن خشک و عملکرد بیولوژیک شد. نتایج این آزمایش با نتایج جاوید و همکاران (۲۰۱۰) و چن (۱۹۹٦) در گندم مطابقت دارد. در شرایط تنش کاهش ماده خشک می‌تواند به دلیل فشار آماس سلول ناشی از کاهش سطح برگ گیاه همچنین نرخ فتوسنتزی به دلیل محدودیت های بیوشیمیایی ناشی از کمبود آب باشد هنگامی‌که تنش آب طی مرحلهٔ زایشی رخ دهد، کاهش تولید محصول بیشتر خواهد بود که نتایج این آزمایش با نتایج (دستفال و همکاران، ۱۳۸۸) و (ال دوسوقی و همکاران، ۲۰۱٤) بر روی گندم مطابقت دارد. همچنین مواد آلی با تاثیر بر میزان رشد اندام‌های هوایی می‌تواند میزان جذب خالص مواد فتوسنتزی را تحت تاثیر قرار داده و باعث افزایش تولید زیست توده گردد که این افزایش در گندم با تاثیر بر طول ساقه، تعداد دانه در سنبله، طول سنبله و عملکرد دانه همراه است نتایج این آزمایش با نتایج فروغی و عبادی (۱۳۹۱) رئیس‌زاده و همکاران (۱۳۹۰) در جو و گلرنگ مطابقت دارد.

جدول٦- اثر متقابل پوشش و تنش خشکی بر میزان کارتنوئید، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت

پوشش	سطوح تنش	کارتنویید	عملکرد بیولوژیک	شاخص برداشت
کود سبز	آبیاری کامل	۲/۲۱٤a	۲۳۲۰۰a	۳۲/۷۷a
	تنش گلدهی	۱/۷۳٥b	۱۹٦٤۲c	۲۲/۲۹c
	تنش خمیری	۱/٦٤b	۲۱۰۸۳b	۳۱/۸۳ab
	دیم	۱/۱۷٦c	۲۰۱۲٥c	۱٥/٦٦d
آیش	آبیاری کامل	۲/۱٥٥a	۱۲٤۰۰e	۳۲/۹۱a
	تنش گلدهی	۱/۳٦۱d	۱۱۷۳۳f	۲۱/٤۷c
	تنش خمیری	۱/۱۹٤ab	۱۳۱۳۳d	۲۹b
	دیم	۰/٦٦۷e	۱۱٦۰۰f	۲۰/۳٥c

عملکرد دانه

با توجه به جدول تجزیه واریانس شماره ۲، اثراتسادهپوشش، آبیاری و کود و همچنین اثرات دو جانبه پوشش*آبیاری،و پوشش*کود و آبیاری * کود و اثر سه جانبه تیمارها بر این صفت در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بررسی مقایسه میانگین اثرسه جانبه تیمارها بر میانگین عملکرد دانه گندم (جدول ۷) به شرح زیر بود:

الف- در سطح اول پوشش(کاربرد کود سبز): در سطح اول تنش (شاهد) مشخص شد که در شرایط کاربرد کودشیمیایی+ میکوریز (سطح ٤ کودی) بیشترین عملکرد دانه به میزان (۹۹٥۰ کیلوگرم در هکتار) تولید شد و پس از آن کاربرد کودشیمیایی (سطح دوم کودی) عملکرد بیشتری داشت و کمترین عملکرد به عدم کاربرد کودشیمیایی تعلق داشت (جدول۷). برگشت کود سبز در خاک باعث افزایش کربن و ماده آلی، نیتروژن کل و حاصلخیزی خاک و افزایش فعالیت میکروبی خاک و آزاد سازی عناصر غذایی برای گندم شده و این امر سبب تاثیر بالای کود سبز نسبت به آیش شده است. استفاده تلفیقی کود سبز و کود شیمیایی نیتروژن باعث افزایش کارایی جذب این عنصر غذایی گردید که باعث افزایش عملکرد دانه در گندم شد. جاوید و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقات خود بر روی گندم نتایج مشابه‌ای بدست آوردند.

در سطح دوم تنش خشکی قطع آبیاری در مرحله گلدهی نیز سطوح کودی ٤ و ۲ بیشترین عملکرد را تولید کردند. در سطح سوم تنش خشکی (قطع آبیاری در مرحله خمیری) مقداری تغییر در مقدار مشاهده شد بطوری‌که سطح سوم کاربرد کود (کود شیمیایی) عملکرد بیشتری داشت و سپس کاربرد توام کودشیمیایی و میکوریز در سطح بعدی قرار گرفتند. بطور کلی در شرایط کاربرد کودسبز، در سطوح تنش با افزایش مقدار تنش از میزان عملکرد دانه کاسته شد ولی با کاربرد توام کودشیمیایی و میکوریز در هر سطح تنش عملکرد دانه بیشتری تولید شد و

سطح عدم کاربرد کود کمترین عملکرد دانه را داشت (جدول۷). تولید دانه حاصل رویدادهای متعدد فیزیولوژیکی و مورفولوژیکی می باشد که موجب گلدهی و تولید دانه می گردد. در این رابطه حاصلخیزی خاک تاثیر بسزایی دارد به نظر می‌رسد افزایش عملکرد دانه در اثر مصرف نیتروژن به دلیل نقش اساسی نیتروژن در ساختمان کلروفیل و سنتز پروتئین ها و آنزیم ها، توسعه سطح برگ و در نتیجه افزایش مواد فتوسنتزی باشد نتایج این آزمایش با نتایج فتحی (۱۳۸٤) و (نژاد احمدی، ۲۰۱۳) در گندم مطابقت دارد.

جدول۷- نتایج اثرات متقابل سه‌گانه کلروفیل b و عملکرد دانه

پوشش	سطوح آبیاری	سطوح کود	کلروفیلb	عملکرد دانه
کودسبز(شبدر)	آبیاری کامل	عدم کود	۱/۳۳o	۵۷۱۳h
		شیمیایی	۲/۲۵jklmno	۸۷۷۶b
		مایکوریزا	۱/۹۳mno	٦۱۱۵ef
		شیمیایی+مایکوریزا	۳/۷۲ efghi	۹۹٤۹a
	گلدهی	عدم کود	۲/۹۲hijklmno	۳۷۲۸kl
		شیمیایی	٤/۱۱ cdefgh	٤۹۵۷i
		مایکوریزا	۲/۹۹hijklmn	۳۸۹۵k
		شیمیایی+مایکوریزا	٤/۰٦ defgh	٤۷۷٦i
	خمیری	عدم کود	۲/۱۹jklmno	٦۲۹٦e
		شیمیایی	۳/٤٦hijklm	۷۳۳۸c
		مایکوریزا	۳/۹۳ efghi	۵۹۸۵fg
		شیمیایی+مایکوریزا	۱/۲٤igklmno	٦۹۳۸d
	دیم	عدم کود	۲/۷۷higklmno	۲٦٦۲qr
		شیمیایی	۳/٦ghijkl	۳۳۲۷no
		مایکوریزا	۲/٤۱jklmno	۲۹۲۱pq
		شیمیایی+مایکوریزا	۳/۹۷ efghi	۳٦۳۰lm
آیش	آبیاری کامل	عدم کود	۱/٤۷no	۲۵٦۵r
		شیمیایی	٤/۲۷bcdefgh	۵۷۳۰gh
		مایکوریزا	۳/۷fghijk	۲٤۵۲rs
		شیمیایی+مایکوریزا	٤/۰۳efghi	٦۰۰٦f
	گلدهی	عدم کود	۲/۰۱lmno	۱۷۳۲tu
		شیمیایی	۵/۵٤bcde	۳۳۸۸mn
		مایکوریزا	۲/۲٦jklmno	۱۷٦۹tu
		شیمیایی+مایکوریزا	۵/۷bcd	۲۹۸۷p
	خمیری	عدم کود	۲/۹۵hijklmno	۲۲۸٦s
		شیمیایی	٦/۸۱ab	٤٤۰٤j
		مایکوریزا	۲/۰۵klmno	۲٤۲٤rs
		شیمیایی+مایکوریزا	۵/۷٤bc	٦۲۰۸ef
	دیم	عدم کود	۵/۲۹bcdef	۱۵۳۰u
		شیمیایی	٦/۲۸ab	۲۹۸۳p
		مایکوریزا	۵/۲۳bcdefg	۱۹۱۰t
		شیمیایی+مایکوریزا	۷/٤۹a	۳۱۰۷op

در هر ستون برای هر تیمار، حروف مشابه نمایانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد

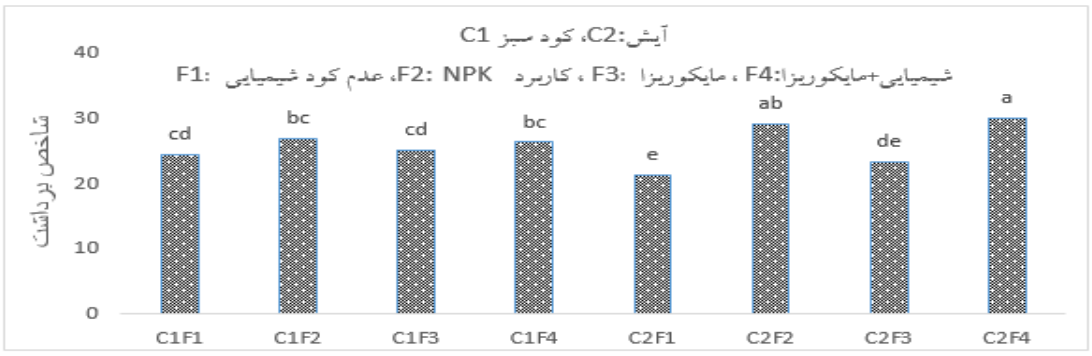
ب- در سطح دوم پوشش عدم کاربرد کود سبز در سطح اول تنش خشکی (شاهد) سطح ٤ کودی (کاربرد کودشیمیایی + میکوریز) بیشترین عملکرد (٦۰۰٦ کیلوکرم در هکتار) بود و پس از آن سطح کاربرد کودشیمیایی عملکرد بیشتری داشت و کمترین عملکرد مربوط به سطح شاهد (عدم کاربرد کود) بود. در سطح عدم تنش (قطع آبیاری در مرحله گلدهی)، در سطوح کاربرد کود بیشترین عملکرد دانه مربوط به کاربرد کودشیمیایی (سطح دوم) بود و پس از آن کاربرد توام کودشیمیایی+میکوریز عملکرد بیشتری داشت و سطوح میکوریز و عدم کاربرد کود بدون اختلاف معنی‌داری از لحاظ عملکرد در یک گروه قرار گرفتند. در سطح سوم تنش خشکی، روند تغییرات به این صورت بود که سطح چهارم کود (کاربرد کود شیمیایی+میکوریز) بیشترین عملکرد (٦۲۰۸ کیلوگرم در هکتار) را داشت و سطح دوم کود (کودشیمیایی) در مرتبه بعدی قرار گرفت و کمترین عملکرد مربوط به عدم کاربرد کود بود. در سطح چهارم تنش خشکی (شرایط دیم)، دو سطح ٤ و ۲ کاربرد کود (کاربرد کودشیمیایی+میکوریز و کاربرد کودشیمیایی) بدون اختلاف معنی داری عملکرد بیشتری را نسبت به دو سطح کودی دیگر تولید کردند و کمترین عملکرد مربوط به عدم کاربرد کود بود.

بطور کلی در شرایط عدم کاربرد کودسبز، در سطوح تنش خشکی با افزایش مقدار تنش از میزان عملکرد کاسته شد و در سطوح کودی، تقریبا بیشترین عملکرد دانه مربوط به سطح چهارم کودی یعنی کاربرد توام کودشیمیایی+میکوریز بود. در مجموع می‌توان گفت در سطوح پوشش، با کاربرد کود سبز در سطوح تنش و کاربرد کود، عملکرد بیشتری نسبت به همان سطح خود در شرایط عدم کاربرد کود سبز تولید کرده‌اند و بیشترین عملکرد در شرایط عدم تنش و کاربرد توام کود شیمیایی+ میکوریز مشاهده شد. بطور کلی کاربرد کود سبز منجر به افزایش معنی‌دار عملکرد دانه گندم نسبت به شرایط عدم کاربرد آن در شرایط آب و هوایی بروجرد گردیده است (جدول۷).محدودیت آب از طریق کاهش طول مدت پر شدن دانه و سرعت انتقال مواد فتوسنتزی از منبع (قسمت‌های فتوسنتز کننده) گیاهی و پیر شدن سریع برگها (کاهش قدرت منبع) و کاهش دوره پرشدن دانه باشد به سمت مقصد (دانه)، نقصان تعداد دانه در سنبله و وزن هزار دانه را بدنبال داشت که منجر به کاهش عملکرد دانه گیاه گردید. همچنین هرچه میزان تنش خشکی افزایش یافت، اتلاف رطوبت از گیاه در طول دوره بیشتر شد و در اواخر دوره رشد نیز فرصت کمتری جهت انتقال مواد فتوسنتزی اندام‌های مختلف به سمت بخش اقتصادی گیاه فراهم گردید، که کاهش عملکرد دانه را به دنبال داشت. این نتایج با نتایج فتحی(۱۳۸٤)، شمسی و همکاران (۲۰۱۱) و بلال و همکاران (۲۰۱۵) در گندم مطابقت دارد. در شرایط کمبود آب، گیاه به علت کاهش جذب نیتروژن به افزایش فراهمی نیتروژن پاسخ می دهد، در نتیجه با کاهش جذب نیتروژن و عدم تولید اسیدآمینه، کربوهیدرات کمتری تولید و عملکرد در شرایط دیم کاهش می‌یابد. نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج (رحیمی‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹) وتالگر و همکاران (۲۰۰۹) در گندم مطابقت دارد.

شاخص برداشت

اثر متقابل پوشش و تنش خشکی بر صفت شاخص برداشت در سطح یک درصد معنی¬دار بود(جدول ٦). با توجه به مقایسه میانگین برای اثرات متقابل پوشش و تنش، بیشترین شاخص برداشت از کاربرد کود سبز در شرایط بدون تنش به‌دست آمد که با شرایط بدون کاربرد کود سبز و آبیاری کامل اختلاف معنی‌داری نداشت. بطور کلی در شرایط آبیاری کامل شاخص برداشت بیشتری بدست آمد و با افزایش تنش، از میزان شاخص برداشت کاسته شد و کمترین آن در شرایط بدون کود سبز و بدون آبیاری (دیم) بدست آمد (شکل ۹). البته این وضعیت ناشی از اثر تنش خشکی و کمبود عناصر غذایی می‌باشد. در بررسی اثر متقابل پوشش و نوع کود بر روی میانگین شاخص برداشت مشخص شد که بیشترین شاخص برداشت مربوط به کاربرد کود سبز و با استفاده از تلفیق کود شیمیایی و میکوریز بدست آمد (شکل ۱۰). بطور کلی اختلاف معنی‌داری بین دو سطح کاربرد کود سبز با عدم کاربرد آن وجود داشت و در هر دو سطح کاربرد کود سبز، سطوح دوم نوع کود شاخص برداشت بالاتری داشتند. شاخص برداشت تحت تاثیر کود سبز به علت تجزیه مواد آلی و آزاد سازی این مواد در طول فصل زراعی باعث افزایش ارتفاع بوته، طول سنبله، وزن هزاردانه و عملکرددانه شد، که این امر موجب افزایش شاخص برداشت نسبت به آیش گردید. در غلات دانه ریز افزایش شاخص برداشت ممکن است باعث بهبود عملکرد در شرایط تنش گردد، بدون آنکه نیاز گیاه به آب افزایش یابد عملکرد دانه بیشتر در بعضی از غلات دانه ریز عمدتاً به علت افزایش ضریب برداشت می‌باشد به‌عبارت دیگر گیاه ماده خشک اضافه تولید نمی‌کند، بلکه قسمت زیادی از ماده خشک را به عملکرد اقتصادی دانه تخصیص می‌دهد. کمبود آب از جمله عوامل محدود کننده رشد و نمو گیاه می‌باشد که علاوه بر کاهش عملکرد ماده خشک، موجب اخلال در تسهیم کربوهیدرات‌ها به دانه و کاهش شاخص

برداشت می‌شود. در شرایطی که خشکی قبل از مرحله ظهور پرچم تقویت شود، شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد، تا آب بیشتری برای مراحل بعد از ظهور پرچم ذخیره و سبب افزایش شاخص برداشت شود. نتایج این آزمایش با نتایج(کوچکی و سرمدنیا، ۱۳۸۵)، (لک و همکاران ۱۳۸٦) برروی گندم و ذرت مطابقت دارد.



شکل ۱۰-اثر متقابل پوشش و کود بر شاخص برداشت

نتیجه‌گیری

در مجموع نتایج آزمایش نشان داد که کاربرد کود سبز نقش مفید و موثری در بهبود ویژگی‌های رشد و عملکرد اندام هوایی گندم داشت. کودهای آلی با تاثیر بر ساختمان خاک، حفظ و نگهداری رطوبت خاک و تغذیه مناسب خاک موجب بهبود خاک و در نتیجه احتمالا کمک به پایداری تولید می‌نمایند. این در حالی است که استفاده از کودهای شیمیایی اثرات معکوس بر صفات خاک داشته ولی در ارزیابی نهایی باید این نکته توجه شود. بنابراین می‌توان با حداقل مصارف نهاده کود سبز به جای مصرف نهاده بالا از کودهای شیمیایی در راستای رسیدن به حداکثر عملکرد و حفظ منابع زیستی و محیطی و هدف نهایی که همان کشاورزی پایدار است رسید و کودهای سبز را جایگزین کودهای شیمیایی نمود. براساس نتایج به‌دست آمده در این آزمایش می‌توان بیان کرد هر چند با کاهش میزان آب مصرفی و به تبع آن بروز تنش خشکی از اجزای عملکرد و عملکرد دانه گندم کاسته می شود اما با مصرف کود سبز می‌توان تا حدی از بروز اثرات سوء تنش خشکی بر گندم کاست. لذا می‌توان عنوان کرد که در طی بروز تنش خشکی آخر فصل و قطع آب، کود سبز از بیشترین تأثیر مثبت بر گندم برخوردار است. در بین سه نوع تیمار مصرفی کود سبز، کود شیمیایی و قارچ مایکوریزا نیز بیشترین تأثیر بر اجزای عملکرد و عملکرد مربوط به تلفیقی از کود سبز،کود شیمیایی و قارچ مایکوریزا بود.

سپاسگزاری

بخشی از هزینه اجرای این آزمایش از محل اعتبار پژوهانه شماره UOZ-GR-9618-25 دانشگاه زابل تأمین شده است.

منابع

آینه بند، ا. ۱۳۸٤. تناوب گیاهان زراعی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد. ٤۰۷ صفحه.

اکبرنیا، ا. ۱۳۸۲. بررسی عملکرد و ماده موثره زنیان در سیستم های کشاورزی متداول ارگانیک و تلفیقی، رساله دکتری زراعت، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

امام، ی. و م. نیک نژاد.۱۳۸۳. مقدمه‌ای بر فیزیولوژی عملکرد گیاهان زراعی. انتشارات دانشگاه شیراز. ٥۱٦ صفحه.

رئوفی، غ.، خ. صفیحی، ا. طهماسبی، ص. دهبالایی. و ز. رئوفی. ۱۳۸۹. اثر ترکیبات مختلف کود زیستی و کود نیتروژنی بر عملکرد و اجزای عملکرد گندم. پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی ۲۸-۲۷ بهمن‌ماه. دانشگاه آزاد خوراسگان.

تاج بخش، م.، ع. **حسن زاده** قورت تپه و ب. درویش‌زاده. ۱۳۸۷. کودهای سبز در کشاورزی پایدار. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۲۱٦ صفحه.

علیزاده، ا.، مجیدی.، ح. نادیان.، ق. **نورمحمدی**. و م. ر. عامریان. ۱۳۸٦. بررسی اثر تنش خشکی و مقادیر مختلف نیتروژن بر فنولوژی و رشد و نمو ذرت. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره ۵ صفحات: ۱۱ – ۱.

دستفال، م.، و. براتی.، ف. نوابی. و ح. حقیقت نیا. ۱۳۸۸. اثر تنش خشکی انتهایی بر عملکرد دانه و اجزاء آن در ژنوتیپ‌های گندم نان در شرایط گرم وخشک جنوب استان فارس. نهال و بذر. جلد دوم (۳): ۳٤٦-۳۳۱.

رحیمی‌زاده، م.، ع. کاشانی. و ا. زارع فیض‌آبادی. ۱۳۸۹. اثر زراعت پیش کاشت، کود نیتروژنه و برگشت بقایای محصول بر رشد و عملکرد گندم. نشریه پژوهش های زراعی ایران. ۸(۱): ۹۸-۱۱۰.

رئیس زاده، ث.، ع. ا. مقصودی مود. و و. ر. صفاری. ۱۳۹۰. تنش خشکی بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام جو، یازدهمین سمینار سراسری آبیاری و کاهش تبخیر کرمان، بهمن ۱۳۹۰.

خزاعی، ح. ر. ۱۳۸۹. اثر تنش خشکی بر خصوصیات فیزیولوژیکی ارقام مقاوم و حساس گندم و معرفی مناسبترین شاخصهای مقاومت به خشکی. رساله دکتری زراعت. دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد. ۲۲۱ صفحه

فروغی، ل. و ع. عبادی. ۱۳۹۱. تاثیر نیتروژن و گوگرد بر عملکرد، اجزای عملکرد و برخی صفات فیزیولوژیک گلرنگ بهاره. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی، ۵(۲): ۳۷-۵٦.

کوچکی، ع. و غ. سرمدنیا.۱۳۸۵. فیزیولوژی گیاهان زراعی (ترجمه). چاپ دوازدهم، مشهد: ٤۰۰ صفحه.

لک. ش.، ا. نادری، س. ع. سیادت.، ا. آینه بند، و ق. نورمحمدی. ۱۳۸۵. اثرات تنش کمبود آب بر عملکرد دانه و کارآیی نیتروژن ذرت دانه‌ای هیبرید سینگل کراس ۷۰٤ در مقادیر متفاوت نیتروژن و تراکم بوته. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. شماره (۲): ۱٤-۱

فتحی، ق. ۱۳۸٤. اثر خشکی و نیتروژن بر انتقال مجدد نیتروژن در شش رقم گندم. مجله علوم کشاورزی ایران. شماره (۵): ۱۰۱-۹۳.

Abril, A., D. Baleani, N. Casado-Murillo and L. Noe. 2007. Effect of wheat crop fertilization on nitrogen dynamics and balance in the Humid Pampas, Argentina. Agriculture Ecosystems and Environment, 119: 171-176.

Aldesuquy, H.S. 2014. Glycine betaine and salicylic acid induced modification in water relations and productivity of drought wheat plants. *Journal of Stress Physiology & Biochemistry*. 10(1) 111-119.

Alghabari F., MZ. Ihsan., S. Hussain, G. Aishia and I. Daur. 2015. Effect of Rht alleles on wheat grain yield and quality under high temperature and drought stress during booting and anthesis. Environmental Science and Pollution Research, 1-10.138-148

Arnon, A. N**.** 1967. Method of extraction of chlorophyll in the plants. Agronomy Journal, 112: 23-121.

Badaruddin, M and D.W Meyer. 1990. Green manure legume effect on soil nitrogen, grain yield and nitrogen nutrition of wheat. Crop Science, 30: 819-825.

Bilal M., RM. Rashid., SU. Rehman., F. Iqbal., J. Ahmed., MA. Abid,. Z. Ahmed and A. Hayat. 2015. Evaluation of wheat genotypes for drought tolerance. *Journal of green physiology, genetics and genomics* 1: 11–21.

Chen, C. J., L. I. Hsu., C. H. Tseng., Y. M. Hsueh and H. Y Chiou. 1999. Emergent epidemics of arseniasis in Asia. In: Chappell WR, Abernathy CO, Calderon RL, editors. Arsenic: exposure and health effects. Amsterdam: *Elsevier*; pp. 113-121.

French, R. J. and N. C. Turner. 1991. Water deficit change dry matter partitioning and seed yield in narrow leafed lupines. Australian Journal of Agricultural Research, 42, 471- 484.

Hussain, T., A.A. Sheikh., M. A. Abbas., G. Jilani and M. Yaseen. 1992. Efficiency of various green manures for N fertilizer substitution and residual effect on the following wheat crop. Pakistan Journal of Agriculture Science, 29: 263-267.

Javid, A. and M.B.M. Shah. 2010. Growth and yield response of wheat to EM (effective microorganisms) and parthenium green manure. African Journal of Biotechnology, 9 (23): 3373-3381.

Mohammadkhani, N. and R. Heidari. 2007. Effects of water stress on respiration, photosynthetic pigments and water content in tow Maize cultivar. Pakistan Journal of Biological Science, 10(22): 4022-4028.

Miller, P.R., E. J. Lighthiser., C.A. Jones., J. A. Holmes., T. L. Rick and J.M.Wraith, 2011. Pea green manure management affects organic winter wheat yield and quality in semiarid Montana. Canadian Journal Plant Science, 91: 497 508.

Munns, R. 1993. Physiological process limiting plant growth in saline soil: some dogmass and hypotheses. Plant Cell and Environment, 16: 15-24.

Nezhadahmadi. A., Z. Prodhan and G. Faruq. 2013. Drought Tolerance in Wheat. *The Scientific World Journal* 13: 1-12.

Nazarli, H and F. Faraji. 2011. Response of Proline, Soluble Sugars and Antioxidant Enzymes in Wheat to Different Irrigation Regimes in Greenhouse Condition. Cercetari Agronomice in Moldova., 4(148): 27-33.

Patil, S.K., U. V. Singh., P. Singh., V. N. Mishra., R.O. Das and J. Henao. 2001. Nitrogen dynamics and crop growth on an Alfisol and a Vertisol under a direct-seeded rain fed lowland rice-based system. Field Crop Research, 70: 185-199.

Rana. R. M., S. Rehman., J Ahmed and M Bilal. 2013. A comprehensive overview of recent advances in drought stress tolerance research in wheat (*Triticum aestivum*L.). *Asian Journal of Agriculture and Biology* 1: 29–37.

Rios-Gonzalez, K., L. Erdei and S.H Lips. 2002. The activity of antioxidant enzymes in maize and sunflower seedlings as affected by salinity and different nitrogen sources. Plant Sci. 162: 923-930.

Roberts, T. L. 2008. Improving nutrient use efficiency. *Turkish Journal of Agriculture*, 32: 177-182.

Sakala, W.D., J.D.T. Kumwenda and A.R. Saka. 2004. The potential of green manures to increase soil fertility and maize yields in Malawi. In: A. Bationo (ed.). Managing Nutrient Cycles to Sustain Soil Fertility in Sub Saharan Africa. Academy Science Publishers, Nairobi, Kenya, 86: 373-383.

Schonfeld, M. A., R. C. Johnson., B. Carver and D. W. Morhinweg. 1988. Water relation in winter wheat as drought resistance indicator. Crop Science 28: 526-531.

Simno-Sarkadi, L., G. Kocsy, A. Varhegyi, G. Galiba and J.A. Deronde. 2006. Effect of drought stress at supraoptimal temperature on polyamine concentrations in transgenic coriander with increased praline levels. Indian Journal of Medicinal Research, 61 (11): 833-839.

Schutz, H and E. Fangmier. 2001. Growth and yield responses of spring Wheat (*Triticum aestivum* L.) to elevated Co2 and water limitation. *Environmental Pollution*, 114: 187-194

Shamsi, K., M. Petrosyan., G. Noor-mohammadi, A. Haghparast., S. Kobraee and B. Rasekhi. 2011.

Differential agronomic responses of bread wheat cultivars to drought stress in the west of Iran. Afri Journal Biotechnology. 10(14): 2708-2715

Talgre. L., E. Lauringson., H. Roostalu and A. Astover. 2009. The effects of green manures on yields and yield quality of spring wheat. Agronomy Research, 7(1): 125-132.

Varvel G. E., J. S. Schepers., and D. D. Francis. 1997. Ability for in season correction of nitrogen deficiency in corn using chlorophyll meter. Soil Science Society of America Journal, 61: 1233-1239.

Yadvinder. S., , B.S., Ladha., J.K. Khink., C. S. Gupta and O. P. Pasuquin. 2004. Long-term effects of organic inputs on yield and soil fertility in rice-wheat rotation. Soil Science Society of America Journal 68: 845 -853.

The effect of bio fertilizers and fertilizer and mycorrhizae parameters on yield and yield components of wheat under drought stress

A. Alipanah[1], A. Sirousmehr[2], M. Asgharipour[3], M. Shahverdy[4]

Received: 2016-7-31 Accepted: 2016-12-8

Abstract

This experiment was conducted to evaluate the effects of clover green manure and chemical fertilizer on yield and yield components of wheat under drought stress as split-split randomized complete block design during 2015 at Agricultural Research Station of Boroujerd. The main-factor were green manure involvement and control, first sub-factor were drought stress including; full irrigation (control), irrigation cut at flowering stage, irrigation cut at dough stage and no irrigation (rain-fed) and second sub-factor were no chemical fertilizer, chemical fertilizer (NPK) application, mycorrhizae application and combination of chemical fertilizer (NPK) and mycorrhizae application. This experiment was carried out at two stages of planting and burying of clover green manure and then wheat planting. Results indicated that green manure have significant influence on relative water content (RWC), photosynthetic pigments, proline, yield and yield components. The effect of fertilizer on all studied traits was significant. Two factors of green manure and chemical fertilizer influenced agro-physiologic parameters and yield of wheat. The greatest wheat grain yield was related to combination of green manure and full irrigation along with chemical and mycorrhizae application equals to 9946 kg per ha. This increasing was related to effects of organic fertilizer especially green manure on yield components such as grain number biological yield, plant height and photosynthetic indices. So using of green manure in wheat yield by and full irrigation and chemical and mycorrhizae under the climate of Boroujerd is apposite.

Keywords: Wheat, green manure, yield, drought stress.

1- PhD Student, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Zaboul University, Zaboul, Iran
2-Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Zaboul University, Zaboul, Iran
3- Associated Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Zaboul University, Zaboul, Iran
4, Assistant Professor, Broujerd Agriculture and Natural Resource Research Center, Broujerd, Iran