به زراعی کشاورزی
دوره ۱۶ ■ شماره ۴ ■ زمستان ۱۳۹۳
صفحه‌های ۸۲۸-۸۱۹

سهم شیب مزرعه و کاربرد منابع مختلف کودی در تشکیل عملکرد گندم

جلال جلیلیان*

استادیار گروه زراعت، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه – ایران

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۰۶/۲۷ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰۳/۲۷

چکیده

به‌منظور تعیین اثر شیب زمین بر عملکرد و برخی صفات زراعی گندم در سطوح مختلف تیمارهای کودی، آزمایشی به‌صورت کرت‌های خردشده با طرح پایهٔ بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در پیرانشهر، در سال ۱۳۹۰-۹۱ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: شیب زمین در چهار سطح (شیب صفر، ۳، ۶ و ۱۰ درصد) به‌عنوان کرت‌های اصلی و ترکیبی از سطوح مختلف تیمارهای کودی در پنج سطح (بدون کود، کاربرد کودهای زیستی (نیتروکسین)، دامی، شیمیایی (نیتروژن و فسفر) و تلفیقی (زیستی + دامی + شیمیایی)) به‌عنوان کرت‌های فرعی درنظر گرفته شدند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد دانه (۷/۶۷ تن در هکتار) در شیب صفر و کمترین آن (۳/۶۸ تن در هکتار) در شیب ۱۰ درصد به‌دست آمد. در واقع، با افزایش درصد شیب زمین مقادیر مربوط به اجزای عملکرد گندم کاهش یافت که نتیجهٔ این روند نزولی سبب کاهش ۵۲ و ۳۸ درصدی عملکرد دانه و بیوماس کل در گیاهان قرارگرفته در شیب ۱۰ درصد نسبت به گیاهان شاهد شد. همچنین کاربرد تیمار کودی تلفیقی بیشترین تأثیر مثبت را بر صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد مورد بررسی گذاشت، به‌طوری‌که عملکرد دانه و بیوماس کل به‌ترتیب ۱۲/۵۸ و ۱۳/۵۸ درصد نسبت به گیاهان شاهد (بدون دریافت کود) افزایش یافت.

کلیدواژه‌ها: اجزای عملکرد، تغذیهٔ تلفیقی، صفات مورفولوژیک، کود دامی، کود زیستی.

* نویسنده مسئول Email: j.jalilian@urmia.ac.ir

www.SID.ir

۱. مقدمه

تأمین مواد غذایی از جمله گندم، از مهم‌ترین مسائلی است که اهمیت اساسی در امنیت غذایی کشور دارد و افزایش تولید آن همواره مورد تأکید قرار گرفته است. افزایش تولید گندم از طریق توسعهٔ سطح زیرکشت به‌واسطهٔ محدودیت‌های سایر منابع تولید معقول نیست، بلکه تنها راه منطقی، تلاش برای ارتقای عملکرد در واحد سطح است.

عملکرد محصولات زراعی تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرد که یکی از مهم‌ترین آنها وضعیت پستی و بلندی اراضی است [۱۲]. پستی و بلندی اراضی، خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک را از طریق فرسایش [۹]، تغییر مقدار مواد آلی خاک [۱۲]، تغییر مقدار آب در دسترس خاک [۲۰] و تغییر عناصر غذایی، تحت تأثیر قرار می‌دهد. بنابراین خصوصیت پستی و بلندی اراضی کشاورزی یکی از عوامل مهم تغییر در عملکرد محصولات کشاورزی به‌واسطهٔ داشتن اثر مستقیم بر وضعیت میکروکلیمای مزارع، خصوصیات مهم خاک نظیر دما و مقدار رطوبت خاک است [۱۰]. افزایش جمعیت از یک طرف و تقاضای انسان برای زندگی بهتر از طرف دیگر سبب شده که فشار بر طبیعت بیشتر شود. در این میان بشر ناگزیر به استفاده از اراضی با شرایط مختلف شده است که در این بین اراضی شیبدار نیز به‌وفور استفاده شده‌اند. شیب زمین که یکی از شاخص‌های مهم پستی و بلندی است، تأثیر عمده‌ای در برهم زدن تعادل عناصر غذایی خاک دارد و در نتیجه سبب کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود.

عناصر غذایی از مهم‌ترین عواملی هستند که به‌طور مستقیم برخی از خصوصیات کمی و کیفی گیاهان زراعی را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۱۹]. تأمین برخی از عناصر غذایی از جمله نیتروژن از طریق مصرف زیاد کودهای شیمیایی در اراضی شیبدار که مستعد شست‌وشو هستند، یکی از دلایل اصلی آلودگی چرخهٔ آب در طبیعت است. علاوه‌بر این، تولید آن پرهزینه است، درحالی‌که جایگزینی آن با کودهای آلی و زیستی می‌تواند نقش مهمی در سلامت محیط زیست داشته باشد [۸]. استفاده از کودهای آلی و زیستی می‌تواند تا حدودی نیاز غذایی گیاهان را تأمین کند. کودهای زیستی در حقیقت ماده‌ای شامل انواع مختلف ریزموجودات آزادزی هستند که توانایی تبدیل عناصر غذایی اصلی را از فرم غیرقابل دسترس به فرم قابل دسترس طی فرایندهای بیولوژیکی دارند و به توسعهٔ سیستم ریشه‌ای و جوانه‌زنی بهتر بذور منجر می‌شوند [۷، ۱۸]. در میان این ریزموجودات، دو جنس باکتریایی، ازوتوباکتر و آزوسپیریلوم به‌دلیل پراکنش وسیع جغرافیایی و گسترش دامنهٔ گیاهان میزبان توجه بیشتری را به خود جلب کرده‌اند [۱۱]. استفادهٔ تلفیقی از کودهای شیمیایی و کودهای آلی همچون کودهای دامی، ورمی‌کمپوست و کودهای بیولوژیکی که اصطلاحاً مدیریت تلفیقی مواد غذایی نامیده می‌شود، نه‌تنها به حفظ حاصلخیزی خاک و فعالیت بیولوژیکی آن، بلکه به بهبود خواص فیزیکی خاک منجر می‌شود [۶] و در نتیجه می‌تواند اثرگذاری بیشتری نسبت به استفاده از هر کدام از آنها به‌تنهایی داشته باشد [۳۱].

با توجه به اینکه برخی از زمین‌های مستعد کشور ما در دامنه‌ها و کوهپایه‌ها قرار دارند و از طرف دیگر، در این اراضی اغلب زراعت گندم انجام می‌گیرد، درک چگونگی واکنش خصوصیات رشدی گندم در ارتباط با تغییرات شیب زمین می‌تواند مهم باشد. همچنین نظر به نیاز زیاد گیاهان به کود نیتروژن و شست‌وشوی سریع این عنصر در اراضی شیبدار و در نتیجه مشکلات زیست‌محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویهٔ آن، تحقیق در مورد استفاده از جایگزین‌های مناسب از جمله کودهای زیستی و آلی در شرایط شیب‌های مختلف زمین، حائز اهمیت است. بنابراین آگاهی از نحوهٔ تأثیر میزان شیب اراضی بر عملکرد محصولاتی مهم مانند گندم برای دستیابی به توسعهٔ پایدار در زمینهٔ کشاورزی لازم و ضروری به‌نظر می‌رسد.

Archive of SID
www.SID.ir

هدف از پژوهش حاضر، بررسی واکنش گندم در رابطه با مقدار شیب زمین و کاربرد کودهای بیولوژیک (نیتروکسین)، دامی و شیمیایی، در مقیاس مزرعه‌ای است.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال زراعی ۱۳۹۰-۹۱ در شهرستان پیرانشهر (واقع در عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۶۷ ثانیه و طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۲۱ ثانیه از نصف‌النهار گرینویچ با ۱۴۶۰ متر ارتفاع از سطح دریا) به‌صورت کشت پاییزه در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای مورد بررسی شامل مقدار شیب زمین در چهار سطح (شیب صفر، ۳، ۶ و ۱۰ درصد) به‌عنوان کرت‌های اصلی و ترکیبی از سطوح مختلف تغذیهٔ گیاهی در پنج سطح (شاهد، کاربرد کودهای شیمیایی، دامی، بیولوژیک (نیتروکسین) و تلفیقی (شیمیایی + دامی + زیستی)) به‌عنوان کرت‌های فرعی در نظر گرفته شدند. شیب‌ها به‌طور طبیعی وجود داشتند و شیب زمین با استفاده از دستگاه ترازیاب مدل DSZ-2 تعیین شد. در تیمار کود شیمیایی با توجه به خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مقدار ۱۰۰، ۱۲۰، ۱۴۰ و ۱۶۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۱۰، ۱۰۰، ۱۲۰ و ۱۴۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل به‌ترتیب در کرت‌های با شیب صفر، ۳، ۶ و ۱۰ درصد استفاده شد (جدول ۱). نصف مقادیر کود اورهٔ ذکرشده در زمان کاشت و مابقی در زمان طویل شدن ساقه به مزرعه داده شد. در تیمار کود دامی، مقدار ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ تن در هکتار کود دامی (گاوی) به‌ترتیب برای شیب‌های صفر تا ۱۰ درصد به‌کار برده شد. در تیمار کود زیستی از نیتروکسین استفاده شد که حاوی باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن ازتوباکتر[1] و آزوسپریلیوم[2] و حل‌کنندهٔ فسفات از جنس سودوموناس[3] بود و به مقدار دو لیتر در هکتار و به‌صورت بذرمال استفاده شد [۲].

در کرت‌های دارای تیمار کود تلفیقی، از ترکیب کودهای شیمیایی (مقدار ۵۰، ۶۰، ۷۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار اوره و ۴۰، ۵۰، ۶۰ و ۷۰ کیلوگرم در هکتار کود سوپرفسفات تریپل به‌ترتیب در کرت‌های با شیب صفر، ۳، ۶ و ۱۰ درصد استفاده شد. نصف مقادیر کود اورهٔ ذکرشده در زمان کاشت و مابقی در زمان طویل شدن ساقه به مزرعه داده شد)، حیوانی (مقدار ۵، ۷/۵، ۱۰ و ۱۲/۵ تن در هکتار کود دامی-گاوی به‌ترتیب برای شیب‌های صفر تا ۱۰ درصد) و زیستی (از نیتروکسین که حاوی باکتری‌های تثبیت‌کنندهٔ نیتروژن ازتوباکتر و آزوسپریلیوم و حل‌کنندهٔ فسفات از جنس سودوموناس بود و به‌مقدار یک لیتر در هکتار و به‌صورت بذرمال استفاده شد) استفاده شد. در مجموع آزمایش دارای ۲۰ تیمار در هر بلوک و ۶۰ واحد آزمایشی بود. هر کرت فرعی شامل ۱۰ ردیف کاشت به طول چهار و عرض سه متر بود. فاصلهٔ بین ردیف‌های کاشت ۲۵ و فواصل بین بوته‌ها در روی ردیف ۵ سانتی‌متر بود. کاشت به‌صورت دستی و در آذرماه ۱۳۹۰ به‌صورت خطی انجام گرفت. رقم گندم مورد استفاده، زرین بود و آبیاری براساس عرف منطقه از اواسط فروردین، هر ۱۰ روز یک‌بار انجام می‌گرفت. شرایط آب‌وهوایی در طول فصل رشد گندم در جدول ۲ نشان داده شده است. صفات اندازه‌گیری‌شده شامل عرض برگ پرچم، طول ریشک، طول سنبله، تعداد سنبلچه در سنبله، تعداد دانه در سنبله، وزن هزاردانه، وزن کاه و کلش، بیوماس و عملکرد دانه بود که صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد از طریق اندازه‌گیری ۵۰ سنبله از بوته‌های تیمارشدهٔ هر پلات که به‌صورت تصادفی انتخاب شده بودند، انجام گرفت و میانگین آنها به‌عنوان مقدار صفت مذکور لحاظ شد.

1. *Azotobacter chorococum*
2. *Azospirillun lipoferum*
3. *Pseudomonas sp.*

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱. خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک محل آزمایش در شیب‌های متفاوت

مقدار شیب مزرعه (٪)	بافت خاک	شوری (dS/m)	اسیدیته	کربن آلی (٪)	نیتروژن کل (٪)	فسفر (mg/kg)	پتاسیم (mg/kg)
۰	لومی – رسی	۰/۵۵	۷/۱	۰/۷	۰/۰۸	۹/۵	۳۹۲
۳	لومی	۰/۵۱	۷	۰/۶۲	۰/۰۷۱	۷/۲	۳۲۰
۶	لومی – شنی	۰/۴۵	۷	۰/۵۱	۰/۰۶۷	۶/۱	۲۷۵
۱۰	شنی – لومی	۰/۴	۷/۲	۰/۴۱	۰/۰۵۱	۵	۲۴۵

جدول ۲. برخی پارامترهای هواشناسی محل اجرای آزمایش (پیرانشهر) طی دورهٔ مطالعه

پارامترهای هواشناسی	سال ۱۳۹۰						سال ۱۳۹۱		
	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
حداقل دما (°c)	۲/۲	−۳/۷	−۱/۶	−۲/۹	−۳/۲	۵/۲	۱۰/۵	۱۵/۲	۱۸/۱
حداکثر دما (°c)	۹/۸	۵/۱	۶/۳	۳/۸	۴/۳	۱۵/۳	۲۳	۲۷/۳	۳۱
رطوبت نسبی (%)	۶۹	۷۱	۷۲	۷۱	۶۵	۵۲	۵۰	۳۸	۳۹
بارندگی (mm)	۱۲۷/۳	۱۷/۱	۴۷/۶	۱۳۳/۴	۹۸/۸	۹۲/۵	۵/۷	۳/۴	۷/۷

همچنین برای اندازه‌گیری عملکرد دانه، وزن کاه وکلش و بیوماس کل، سطحی معادل ۱ متر مربع از هر کرت برداشت شد. تمام اندازه‌گیری‌ها در هر پلات، پس از حذف حاشیه (دو ردیف از طرفین و ۵۰ سانتی‌متر از ابتدا و انتهای ردیف‌ها)، در ردیف‌های وسطی به‌صورت تصادفی صورت گرفت. تجزیه‌وتحلیل داده‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام گرفت. همچنین برای مقایسهٔ میانگین‌ها از روش SNK در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد.

۳. نتایج و بحث

در این تحقیق، اثر تیمارهای مختلف مورد آزمایش بر عرض برگ پرچم در سطح احتمال ۱ درصد معنادار بود. بیشترین مقدار عرض برگ پرچم در گیاهان قرارگرفته در شیب صفر به‌مقدار ۱/۷۲ و کمترین آن در شیب ۱۰ درصد به‌مقدار ۱/۴۸ سانتی‌متر به‌دست آمد (جدول ۳). هرچند میزان عرض برگ پرچم گیاهان قرارگرفته در شیب‌های ۶ و ۱۰ درصد به لحاظ آماری در یک گروه قرار داشتند، مقدار کاهش عرض برگ پرچم گیاهان در شیب ۱۰ درصد نسبت به تیمار شاهد (شیب صفر)، ۱۳/۹۵ درصد بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که با افزایش شیب زمین به لحاظ تغییر در خصوصیات میکروکلیمایی زمین [۱۰] وضعیت برای رشد مطلوب گندم مناسب نیست که براساس خصوصیات مورفولوژیکی گندم مثل عرض برگ پرچم کوچک می‌شود که مقدار این کاهش در شیب ۱۰ درصد نسبت به شیب صفر، ۲/۴ میلی‌متر است (جدول ۳).

نتایج نشان داد که عرض برگ پرچم در گیاهان دریافت‌کنندهٔ تیمارهای کود تلفیقی و شیمیایی به‌ترتیب با

Archive of SID
www.SID.ir

مقادیر ۱/۷ و ۱/۶۷ سانتی‌متر در یک گروه آماری و کاربرد تیمارهای کودی دامی، زیستی و شاهد نیز سبب شد که مقادیر عرض برگ پرچم این گیاهان، به لحاظ آماری، در یک گروه قرار گیرند (جدول ۴). در یک جامعهٔ گیاهی با شاخص سطح برگ بالا، میزان جذب تشعشع و جذب دی‌اکسیدکربن برگ‌های جوان مانند برگ پرچم که در بالای گیاه قرار دارند، زیاد است و قادرند مقدار زیادی از مواد جذب‌شده را به قسمت‌های دیگر گیاه انتقال دهند [۵]. در این میان، اهمیت برگ انتهایی ساقهٔ گندم (برگ پرچم) (که جوان‌تر از سایر برگ‌های گیاه است) بسیار زیاد است، زیرا نزدیک‌ترین برگ به سنبله است. سلامت، دوام و سطح این برگ مشخصهٔ خوبی برای سلامت جامعهٔ گیاهی و همچنین تولید عملکرد نهایی است [۱۵].

تغییر شیب مزرعه تأثیر معناداری بر طول ریشک داشت، به‌طوری‌که مقدار این صفت در گیاهان تحت تیمارهای شیب صفر، ۳ و ۶ درصد نزدیک به هم بود و تنها گندم‌های موجود در تیمار شیب ۱۰ درصد نسبت به سایر تیمارها طول ریشک کوچک‌تری داشتند (جدول ۳). در واقع طول ریشک در گیاهان قرارگرفته در شیب‌های صفر، ۳ و ۶ درصد از لحاظ آماری در یک گروه قرار گرفت و در شیب ۱۰ درصد دارای کمترین مقدار (۸/۲ سانتی‌متر) بود (جدول ۳). ازاین‌رو می‌توان گفت با افزایش شیب زمین تا ۶ درصد، طول ریشک تحت تأثیر قرار نگرفت که احتمالاً اندازهٔ ریشک بیشتر تحت تأثیر خصوصیات ژنتیکی و داخلی گیاه قرار دارد تا عوامل محیطی. در تیمارهای مختلف کودی نیز بیشترین مقدار طول ریشک به‌دست‌آمده حاصل کاربرد کودهای شیمیایی و تلفیقی بود و سه تیمار کودی دیگر که دارای مقدار کمتر بودند، در یک گروه آماری جای گرفتند. کاربرد تیمارهای کودی تلفیقی و شیمیایی به‌دلیل تأثیر بیشتر بر رویش گیاه سبب رشد بیشتر اندام‌ها و به‌دنبال آن رشد بهتر و بیشتر ریشک شده‌اند (جدول ۴).

طول سنبله تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت، به‌طوری‌که طویل‌ترین سنبله‌ها (۱۲/۲۸ سانتی‌متر) و کوتاه‌ترین آنها (۸/۱۵ سانتی‌متر) در گندم‌های واقع‌شده در شیب‌های صفر و ۱۰ درصد مشاهده شد. در واقع افزایش شیب مزرعه سبب کاهش ۴/۱۳ سانتی‌متری طول سنبله در شیب ۱۰ درصد نسبت به شیب صفر شد (جدول ۳). همچنین طول سنبله در تیمارهای کودی تغییراتی را نشان داد. تیمار کودی تلفیقی سبب افزایش ۱/۳۵ سانتی‌متری طول سنبله نسبت به تیمار عدم کاربرد کود شد (جدول ۴).

جدول ۳. مقایسهٔ میانگین‌های صفات گندم در شیب‌های مختلف مزرعه

شیب مزرعه (%)	عرض برگ پرچم (cm)	طول ریشک (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد سنبلچه در خوشه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (g)	وزن کاه و کلش (t/ha)	بیوماس (t/ha)	عملکرد دانه (t/ha)
۰	۱/۷۲^{a}	۸/۶۴^{a}	۱۲/۲۸^{a}	۱۸/۵^{a}	۵۳/۱۵^{a}	۴۷/۲^{a}	۱۱/۱۴^{a}	۱۸/۸^{a}	۷/۶۷^{a}
۳	۱/۶۶^{b}	۸/۶۳^{a}	۱۱/۲^{b}	۱۷/۱^{b}	۴۵/۳۱^{b}	۴۶/۶۳^{b}	۹/۸۸^{b}	۱۶/۴^{b}	۶/۵۵^{a}
۶	۱/۵۴^{c}	۸/۴۶^{ab}	۹/۷۶^{c}	۱۵/۳^{c}	۳۶/۶۴^{c}	۴۴^{c}	۹/۱۳^{c}	۱۴^{c}	۴/۸۸^{b}
۱۰	۱/۴۸^{c}	۸/۲^{b}	۸/۱۵^{d}	۱۳/۵^{d}	۲۸/۷۸^{d}	۴۲/۴^{d}	۷/۸۸^{d}	۱۱/۵^{d}	۳/۶۸^{b}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ عدم اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد است.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۴. مقایسهٔ میانگین‌های صفات گندم تحت تأثیر تیمارهای مختلف کودی

تیمار کودی	عرض برگ پرچم (cm)	طول ریشک (cm)	طول سنبله (cm)	تعداد سنبلچه در خوشه	تعداد دانه در سنبله	وزن هزاردانه (g)	وزن کاه و کلش (t/ha)	بیوماس (t/ha)	عملکرد دانه (t/ha)
شیمیایی	۱/۶۷^{a}	۸/۶۶^{a}	۱۰/۶۳^{ab}	۱۶/۹^{a}	۴۴/۸^{b}	۴۵/۸^{a}	۱۰/۱۳^{a}	۱۶/۱^{a}	۵/۹۴^{a}
زیستی	۱/۵۵^{b}	۸/۳۵^{b}	۱۰/۳^{b}	۱۵/۷^{b}	۳۷/۵^{c}	۴۴/۵^{bc}	۹/۰۶^{ab}	۱۴/۴^{c}	۵/۳۶^{b}
دامی	۱/۵۴^{b}	۸/۳۷^{b}	۱۰/۲۹^{b}	۱۵/۷^{b}	۳۸/۵۳^{c}	۴۴/۷^{b}	۹/۴۹^{a}	۱۵/۱^{b}	۵/۶۷^{ab}
تلفیقی	۱/۷^{a}	۸/۸۴^{a}	۱۰/۹۸^{a}	۱۷/۶^{a}	۴۸/۵۸^{a}	۴۶/۲^{a}	۱۰/۲^{a}	۱۶/۲^{a}	۶/۱۲^{a}
بدون کود	۱/۵۲^{b}	۸/۱۸^{b}	۹/۶۳^{c}	۱۴/۸^{b}	۳۵/۳۹^{c}	۴۳/۸^{c}	۸/۶۶^{c}	۱۴^{c}	۵/۳۵^{b}

حروف مشابه در هر ستون نشان‌دهندهٔ عدم اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵ درصد است.

افزایش چشمگیر طول سنبله در تیمار کود تلفیقی را می‌توان به بهبود شرایط تغذیه‌ای و رشدی گیاه در حضور متنوع انواع کودهای شیمیایی، آلی و زیستی نسبت داد که به افزایش رشد خصوصیات مورفولوژیک در گندم‌های تیمارشده منجر شد.

با افزایش مقدار شیب مزرعه، تعداد سنبلچه در هر خوشه کاهش چشمگیری داشت، به‌طوری‌که بیشترین تعداد سنبلچه در هر خوشه (۱۸/۵) مربوط به شیب صفر و کمترین تعداد (۱۳/۵) نیز متعلق به تیمار شیب ۱۰ درصد بود (جدول ۳). به‌نظر می‌رسد که گندم‌های تحت شیب بالای مزرعه به لحاظ وضعیت رشدونمو در مضیقه بودند که بدین لحاظ تعداد گل و سنبلچهٔ کمتری در سنبلهٔ آنها تشکیل شد. این حالت در شیب ۱۰ درصد بیشتر نمود یافته و به کاهش ۲۷ درصدی تعداد سنبلچه در گیاهان واقع‌شده در شیب ۱۰ درصد نسبت به گیاهان شاهد منجر شده است. در اراضی شیبدار شست‌وشوی املاح و عناصر غذایی و همچنین ظرفیت نگهداری رطوبت خاک کم است که به کاهش رشد و نمو گیاهان در آن منجر می‌شود [۱۲].

در تیمار کودی نیز مشاهده می‌شود که بیشترین تعداد سنبلچه در سنبله در گندم‌های دریافت‌کنندهٔ تیمارهای کودی تلفیقی (۱۷/۶) و شیمیایی (۱۶/۹) هستند که با توجه به این نتیجه نقش عناصر غذایی در بهبود رشد و نمو نمایان‌تر می‌شود. ازاین‌رو تعداد سنبلچهٔ بیشتری در سنبله بارور شده است (جدول ۴).

تعداد دانه در سنبله در تیمارهای شیبی متفاوت بود، به‌طوری‌که حداکثر تعداد دانه در سنبله در گیاهان قرارگرفته در شیب صفر (۵۳/۱ دانه) و کمترین تعداد آنها نیز در تیمار شیب ۱۰ درصد با میانگین ۲۸/۸ دانه در سنبله بود (جدول ۳). در تیمار کودی نیز بیشترین تعداد دانه در سنبله (۴۸/۶) در گیاهان تیمارشده با کود تلفیقی و کمترین تعداد آن نیز در گیاهان تحت تیمارهای کود زیستی، دامی و شاهد مشاهده شد. در واقع تعداد دانه در سنبله در این سه تیمار کودی از لحاظ آماری اختلاف معناداری را با یکدیگر نشان ندادند و در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۴). کودهای دامی موجود در تیمار کودی تلفیقی در کنار کودهای زیستی و شیمیایی منبع غنی از عناصر غذایی ماکرو و میکرو هستند و افزودن آنها به خاک علاوه بر آزادسازی تدریجی عناصر غذایی موجب تحرک فسفر و فعالیت میکروبی خاک می‌شود و این شرایط رشد گیاه را افزایش می‌دهد [۴].

بین تیمارهای مورد آزمایش از نظر وزن هزاردانه تفاوت معناداری وجود داشت، به‌طوری‌که سبک‌ترین

Archive of SID
www.SID.ir

دانه‌های گندم با وزن هزاردانه ۴۲/۴ گرم در گیاهان واقع در شیب ۱۰ درصد و سنگین‌ترین آنها در گندم‌های واقع در شیب صفر به‌دست آمد (جدول ۳). وزن هزاردانهٔ گندم با افزایش شیب مزرعه از صفر به ۱۰ درصد روند کاهشی زیادی را نشان می‌دهد، به‌طوری‌که این مقدار کاهش در شیب ۱۰ درصد حدود ۱۰/۱۶ درصد نسبت به گیاهان شاهد است (جدول ۳). با توجه به نتایج ارائه‌شده در مورد عرض برگ پرچم، طول ریشک و طول سنبله که با افزایش شیب مزرعه مقادیر آنها کاهش یافته بود، مقدار وزن هزاردانه نیز روندی نزولی داشت که مطابق نتایج به‌دست‌آمده از صفات مذکور است (جدول ۳). دلیل این مسئله آن است که گیاهان در شرایط شیب بالای مزرعه روند کاهش رشد در صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد را داشته‌اند که این امر در نتیجهٔ کاهش تخصیص کمتر مواد فتوسنتزی به اندام‌های گیاهی و دانه بوده که به کاهش وزن هزاردانه منجر شده است.

در تیمار کودی نیز بیشترین مقدار وزن هزاردانه در گندم‌های تحت تیمار کودی تلفیقی با میانگین ۴۶/۲ گرم و کمترین وزن هزاردانه نیز در گیاهان شاهد به‌دست آمد. در واقع، وزن هزاردانهٔ گندم‌های تحت تیمار کودی تلفیقی ۵/۱۹ درصد بیشتر از گیاهان شاهد بود (جدول ۴). تیمار کودی تلفیقی که ترکیبی از کودهای دامی، شیمیایی و زیستی است، سبب بهبود شرایط رشدی گندم شده که بدین لحاظ انتقال مؤثر مواد فتوسنتزی از برگ‌ها به دانه‌ها و وزن هزاردانه افزایش یافته است [۳].

عملکرد کاه و کلش نیز به‌طور معناداری تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت. کمترین (۷/۸۸ تن در هکتار) و بیشترین (۱۱/۱۴ تن در هکتار) عملکرد کاه و کلش گندم به‌ترتیب متعلق به شیب ۱۰ و صفر درصد بود (جدول ۳). افزایش شیب مزرعه از صفر به ۱۰ درصد سبب کاهش ۲۹ درصدی وزن کاه و کلش شد (جدول ۳).

در تیمار کودی نیز بیشترین مقدار تولید کاه و کلش مربوط به تیمارهای کودی تلفیقی، شیمیایی و دامی بود که به‌دلیل رشد سریع‌تر اندام‌های سبزینه‌ای و فعل و انفعالات شیمیایی بیشتر در این تیمارها بوده است و کمترین مقدار نیز گیاهان تحت تیمار کودی زیستی و گیاهان شاهد با میانگین‌های ۹/۰۶ و ۸/۶۶ تن در هکتار به‌دست آمد (جدول ۴).

نتایج مقایسهٔ میانگین نشان داد که بیشترین بیوماس گندم (۱۸/۸ تن در هکتار) در گیاهان تحت تیمار تیمار شیب صفر و کمترین مقدار آن (۱۱/۵ تن در هکتار) نیز مربوط به شیب ۱۰ درصد بود (جدول ۳). بیوماس کل با کاهش شیب مزرعه از ۱۰ درصد به صفر، روندی افزایشی داشت، به‌طوری‌که مقدار بیوماس در گیاهان شاهد (شیب صفر)، ۳۸/۸۲ درصد نسبت به گیاهان موجود در شیب ۱۰ درصد افزایش یافت (جدول ۳). این افزایش در بیوماس گیاهی در نتیجهٔ کاهش شیب در ارتباط با افزایش در مقادیر صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد گندم در این تحقیق است (جدول ۳) که مقادیر تمامی صفات مذکور با کاهش شیب افزایش چشمگیری داشته‌اند که در نتیجه سبب افزایش بیوماس در گیاهان شاهد شده است. در بین تیمارهای کودی نیز حداکثر بیوماس مربوط به تیمارهای کودی تلفیقی و شیمیایی است که از نظر آماری در یک گروه قرار دارند و کمترین مقدار آن نیز متعلق به تیمارهای کودی زیستی و شاهد است (جدول ۴). مقدار بیوماس گیاهی در تیمار کود زیستی همسان با تیمار کود شاهد است که بیانگر عدم کارایی کودهای زیستی در شرایط کاربرد جداگانه است، اما کاربرد توأم کودهای زیستی همراه با کود دامی و شیمیایی در تیمار کودی تلفیقی سبب بهبود کارایی و افزایش بازده این مجموعهٔ کودی شده و به افزایش مقادیر صفات مورفولوژیک و اجزای عملکرد گندم و در نتیجه افزایش بیوماس گیاهی منجر شده است (جدول ۴).

Archive of SID
www.SID.ir

برخی محققان نیز در مورد اثر مثبت کودها و بـه‌خصـوص نیتروژن بر افزایش بیوماس گیاهی گندم نتایجی را گـزارش کرده‌اند [۱].

مقایسهٔ میانگین‌های عملکرد دانه نشان داد که گندم‌های تحت تیمارهای شیب صـفر و ۳ درصـد نسـبت بـه سـایر تیمارها افزایش معناداری نشان می‌دهنـد و بعـد از ایـن دو تیمار، گیاهان قرارگرفته در شـیب‌هـای ۶ و ۱۰ درصـد در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۳). در واقع بیشـترین عملکرد دانه (۷/۶۷ تـن در هکتـار) متعلـق بـه گنـدم‌هـای قرارگرفته در مزرعهٔ بدون شیب و کمتـرین عملکـرد دانـه (۳/۶۸ تن در هکتار) نیز متعلق به گندم‌هـای قرارگرفتـه در شیب ۱۰ درصد بود.ازاین‌روافزایش شـیب از صـفر بـه ۱۰ درصد سبب کاهش ۵۲ درصدی عملکرد گندم شد (جدول ۳). برتری عملکرد گنـدم در شـیب‌هـای کمتـر مزرعـه را می‌توان به تأثیر میکروکلیمای شیب مزرعـه بـر رشـد گیـاه [۱۰] و همچنـین وضـعیت فیزیکوشـیمیایی خـاک در شیب‌های متفاوت نسـبت داد کـه ایـن عوامـل بـا اثـر بـر خصوصیات مورفولوژیک و اجـزای عملکـرد سـبب تـأثیر عمده بر عملکرد دانه شده‌اند. روند ایـن تـأثیر بـه‌گونـه‌ای است که با افزایش شـیب مزرعـه از صـفر بـه ۱۰ درصـد، شاهد کاهش چشمگیر عملکـرد دانـه هسـتیم (جـدول ۳). محققان دیگری نیز تأثیر پستی و بلندی و شیب زمین را در توزیع مواد آلی، عناصر غذایی، فرسایش و رسوب گزارش کرده‌اند که در این شرایط خصوصیات فیزیکی و شـیمیایی خاک در بالای شیب و پایین شیب تغییر مـی‌کنـد کـه ایـن تغییـر در خصوصـیات خـاک مـی‌توانـد سـبب تغییـر در واکنش‌های رشدی گیاهان قرارگرفتـه در شـرایط ذکرشـده گردد [۱۴، ۱۶]. در تیمار کودی نیز بیشترین مقدار عملکرد دانه مربوط به تیمارهای کود تلفیقی و شیمیایی به‌ترتیب بـا میانگین ۶/۱۲ و ۵/۹۴ تن در هکتار و کمترین عملکرد دانه نیز از تیمار کود شاهد با میانگین ۵/۳۵ تـن در هکتـار بـه‌دست آمد (جدول ۴). ازآنجا که مصرف کودهای تلفیقی و شیمیایی بر فعل و انفعالات بیوشیمیایی، فتوسـنتز، افـزایش طول دورهٔ رویش و تجمع بیشتر مـادهٔ خشـک انـدام‌هـای هوایی و اجزای عملکرد دانه مؤثر است، به‌نظر می‌آید تأثیر مثبت آنها بر عملکرد دانه بدیهی باشد [۱۷].

۴. نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که بـا افـزایش درصـد شـیب زمین کاهش محسوسی در صفات مورفولوژیک مانند برگ پرچم، طول ریشک، طول سنبله و اجـزای عملکـرد گنـدم مانند تعداد سنبلچه، تعداد دانـه در سـنبله و وزن هزاردانـه بروز کرد که نتیجهٔ این روند نزولی در صـفات مـذکور بـه کاهش ۵۲ درصدی عملکرد دانه، ۳۸ درصدی بیوماس کـل و ۲۹ درصدی وزن کاه و کلـش در گیاهـان قرارگرفتـه در شیب ۱۰ درصدی مزرعه نسبت به گیاهـان شـاهد (شـیب صفر) منجر شد. همچنین در مورد تیمار کودی نتایج نشـان داد که بیشترین مقادیر صفات مورد ارزیابی در کاربرد تیمار کودی تلفیقی به‌دست آمد، به‌طوری‌که مقادیر عرض بـرگ پرچم، طول ریشک، طول سنبله، تعداد سنبلچه، تعداد دانـه در سنبله و وزن هزاردانه در گیاهان قرارگرفتـه در سیسـتم کودی تلفیقی نسبت به تیمـار شـاهد (عـدم کـاربرد کـود) بـه‌ترتیـب ۱۰/۵۸، ۷/۴۷، ۱۲/۲۹، ۱۵/۹۱، ۲۷/۱۵ و ۵/۱۹ درصـد افـزایش نشـان دادنـد کـه ازدیـاد در ایـن صـفات مورفولوژیـک و اجـزای عملکـرد سـبب افـزایش ۱۲/۵۸ درصدی عملکـرد دانـه، ۱۳/۵۸ درصـدی بیومـاس کـل و ۱۵/۰۹ درصدی وزن کاه و کلش در گندم‌های تیمارشده در سیستم کود تلفیقی نسبت به گیاهـان شـاهد شـد. بنـابراین تیمار کود تلفیقی که با کاهش کود شیمیایی به نصف همراه بوده است، به‌منظور کاهش مصرف کودهای شـیمیایی و در نتیجه کمک به توسعهٔ کشاورزی اکولوژیـک در گنـدمزارها توصیه می‌شود.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع

۱. شهسواری ن و صفاری م (۱۳۸۴) اثر مقدار نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد سه رقم گندم در کرمان. پژوهش و سازندگی. ۶۶: ۸۲-۸۷.

۲. محسن‌نیا ا و جلیلیان ج (۱۳۹۱) اثر تنش خشکی و منابع کودی بر عملکرد و اجزای عملکرد گلرنگ. بوم‌شناسی کشاورزی. ۴(۳): ۲۳۵-۲۴۵.

3. Abou-Aly HE and Mady MA (2009) Complemented effect of humic acid and biofertilizers on wheat (*Triticum aestivum* L.) productivity. Annals of Agriculture, Science Moshtohor. 47(1): 1-12.

4. Ahmad R, Shahzad SM, Khalid A, Arshad M and Mahmood MH (2007) Growth and yield response of wheat (*Triticum aestivum* L.) and maize (*Zea mays* L.) to nitrogen and L-tryptophan enriched compost. Pakistan Journal of Botany. 39 (2): 541-549.

5. Baker NR (1996) Photosynthesis and the environment, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London. 491 p.

6. Berecz K, Kismanyoky T and Debreczeni K (2005) Effect of organic matter recycling in long-term fertilization trials and model pot experiments. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 36(1-3): 191-202.

7. Bi YI, Li XL and Christie P (2003) Influence of early stage of *arbuscular mycorrhiza* on uptake of zinc and phosphorus by red clover from a low-phosphorus soil amended with zinc and phosphorus. Chemosphere. 50(6): 831-837.

8. Chandrasekar BR, Ambrose G and Jayabalan N (2005) Influence of biofertilizers and nitrogen source level on the growth and yield of *Echinochloa frumentacea* (Roxb.) Link. Journal of Agricultural Technology. 1(2): 223-234.

9. Ebeid MM, Lal R, Hall GF and Miller E (1995) Erosion effects on soil properties and soybean yield on Miamian soil in western Ohio in a season below normal rainfall. Soil Technology. 8(2): 97-108.

10. Godwin RJ and Miller PCH (2003) A review of the technologies for mapping within-field variability. Biosystems Engineering. 84(4): 393-407.

11. Kader MA, Mian MH and Hoque MS (2002) Effect of Azetobacter inoculation on the yield and nitrogen uptake by wheat. Online Journal of Biological Sciences. 2(4): 259-261.

12. Kravchenko AN and Bullock DG (2000) Correlation of corn and soybean grain yield with topography and soil properties. Journal of Agronomy. 92(1): 75-83.

13. Montemurro F (2009) Different nitrogen fertilization sources, soil tillage and crop rotations in winter wheat: effect on yield, quality and nitrogen utilization. Journal of Plant Nutrition. 32: 1-18.

14. Ovalles FA and Collins ME (1986) Soil-landscape relationships and soil variability in North Central Florida. Journal of Soil Science Society of America. 50(2): 401-408.

15. Pepler S, Gooding MJ and Ellis RH (2006) Modelling simultaneously water content and dry matter dynamics of wheat grains. Field Crops Research. 95(1): 49-63.

16. Pennock DJ and De Jong E (1990) Spatial pattern of soil redistribution in Boroll landscapes, southern Saskathewan, Canada. Soil Science. 150(6): 867-873.

17. Pilbeam CJ, Mcneil AM, Harris HC and Swift RS (1997) Effect of fertilizer rate and from on the recovery of N–Labelled fertilizer applied to wheat in Syria. Journal of Agricultural Science. 128(4): 415-424.

Archive of SID

www.SID.ir

18. Rajendran K and Devaraj P (2004) Biomass and nutrient distribution and their return of *Casuarina equisetifolia* inoculated with biofertilizers in farm land. Biomass and Bioenergy. 26(3): 235-249.

19. Tanaka DL, Riveland NR, Bergman JW and Schneiter AA (1997) Safflower plant development stages. Proceeding of 4th International Conference, Bari (Italy). Pp. 179-180.

20. Verity GE and Anderson DW (1990) Soil erosion effects on soil quality and yield. Canadian Journal of Soil Science. 70(3): 471-484.

Archive of SID

www.SID.ir