مجله علمی پژوهشی اکوفیزیولوژی گیاهی
سال سیزدهم، شماره چهل و پنجم، ۱۴۰۰

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ارسنجان

مقایسه روش‌های خاک‌ورزی رایج و حفاظتی و مقادیر مختلف کاشت بذر بر واکنش چند رقم جدید گندم دیم در شرایط دیم کرمانشاه

فرشید خدادوست[۱] بابک پاساری[۲]، عبدالوهاب عبدالهی[۳] اسعد رخزادی[٤] خسرو محمدی[٤]

دریافت: ۱۳۹۹/۹/۱۹ پذیرش: ۱٤۰۰/۵/۲۲

چکیده

در سال‌های اخیر عملیات خاک‌ورزی حفاظتی به منظور کاهش هزینه‌های تولید، حفظ محیط زیست، افزایش بهره‌برداری از منابع بارندگی در شرایط دیم و در نتیجه افزایش عملکرد گیاهان مورد تاکید قرار گرفته است. این آزمایش به منظور مقایسه روش‌های خاک‌ورزی رایج و حفاظتی و مقادیر مختلف کاشت بذر بر واکنش چند رقم جدید گندم در شرایط دیم طی دو سال زراعی متوالی ۹۷-۱۳۹٦ و ۹۸-۱۳۹۷ در مرکز تحقیقات کشاورزی دیم معاونت موسسه تحقیقات دیم کشور در سرارود کرمانشاه صورت گرفت. آزمایش در قالب بلوک‌های نواری بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سایت کنار هم به صورت خاک‌ورزی حفاظتی (کشت مستقیم دیم) و خاک‌ورزی رایج اجرا گردید. عامل اول ارقام گندم (باران و ریژاو) به صورت افقی و عامل دوم میزان بذر در هشت سطح: ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰، ۱۷۵، ۲۰۰، ۲۲۵ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت عمودی در نظر گرفته شد. نتایج تجزیه مرکب نشان داد که در بین ویژگی‌های مورد بررسی، شاخص نرمال شده پوشش گیاهی، شاخص اسپاد، شاخص سطح برگ، سرعت رشد گیاه، عملکرد دانه و شاخص برداشت در سال اول افزایش معنی‌داری نشان دادند. عملکرد دانه به عنوان مهمترین ویژگی مورد بررسی ۲۸/۷ درصد نسبت به سال دوم آزمایش، افزایش نشان داد. عملیات خاک‌ورزی رایج نیز در مقایسه با خاک‌ورزی حفاظتی همه ویژگی‌های مورد بررسی را افزایش داد هرچند این افزایش‌ها از نظر آماری معنی‌دار نبود. به طوری که در خاک‌ورزی رایج در مقایسه با خاک‌ورزی حفاظتی، عملکرد دانه در سال اول و دوم به ترتیب ٦۳۲/۹ و ۹۵/۳ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت. کاربرد مقادیر مختلف بذر نیز ویژگی‌های شاخص نرمال شده پوشش گیاهی، شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه را به طور معنی‌دار تحت تاثیر قرار داد و حداکثر مقادیر این صفات در ۲۵۰ کیلوگرم و حداکثر شاخص اسپاد در ۷۵ کیلوگرم حاصل گردید. نهایتا با اعمال تراکم بذر ۱۰۰، ۱۲۵ و ۱۵۰ کیلوگرم در مقایسه با ۷۵ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه به ترتیب ٦/۳، ۱۳/٦۵ و ۱۵/٤۲ درصد افزایش نشان داد. در این آزمایش تفاوت بین ارقام مورد بررسی نیز غیر معنی‌دار بود. با توجه به نتایج این آزمایش، از آنجایی که افزایش عملکرد ناشی از اجرای سیستم خاک‌ورزی رایج، قابل توجه نبود و نظر به این که اجرای این سیستم صرف‌نظر از تحمیل هزینه به زارعین، سبب بروز فرسایش و کاهش ماده آلی خاک می‌گردد، لذا اجرای روش خاک‌ورزی حفاظتی با میزان مصرف بذر ۷۵-۱۵۰ کیلوگرم توصیه گردید.

واژه‌های کلیدی: تراکم، سرعت رشد محصول، شخم، کلروفیل، گندم

خدادوست، پ.، ب. پاساری، ع.عبدالهی، ا. رخزادی و خ. محمدی. ۱٤۰۰. مقایسه روش‌های خاک‌ورزی رایج و حفاظتی و مقادیر مختلف کاشت بذر بر واکنش چند رقم جدید گندم دیم در شرایط دیم کرمانشاه. مجله اکوفیزیولوژی گیاهی. ٤۵: ۱٦-۱.

۱- دانشجوی دکتری زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

۲- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران- مسئول مکاتبات. bpasary@yahoo.com

۳- استادیار موسسه تحقیقات دیم سرارود، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

٤- استادیار گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد سنندج، دانشگاه آزاد اسلامی، سنندج، ایران

مقدمه

پایین بودن میانگین بارندگی سالانه عامل کاهش عملکرد بسیاری از محصولات دیم از جمله گندم (*Triticum aestivum* L.) به شمار می‌رود. از آنجایی که میانگین عملکرد این گیاه (۱۴۳۲ کیلوگرم در هکتار) در ایران پایین است (احمدی و همکاران، ۱۳۹۸)، به کارگیری روش‌های به زراعی در راستای کشاورزی پایدار از جمله خاک‌ورزی حفاظتی به منظور افزایش بهره‌برداری از منابع بارندگی و در نتیجه افزایش عملکرد گیاهان بسیار مورد توجه است. روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی با هدف دستکاری کمتر خاک، کاهش تردد در زمین، حفظ بقایای گیاهی، کاهش فرسایش خاک، کاهش هزینه‌ها، انرژی و نهاده‌های مصرفی طراحی گردیده‌اند (راجر و همکاران، ۲۰۱۸). بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته اجرای سیستم شخم حفاظتی بویژه خاک‌ورزی بدون شخم یا نوتیل مزایای متعددی را به همراه خواهد داشت از جمله: افزایش ذخیره رطوبت خاک و افزایش راندمان مصرف آب (لیو و همکاران، ۲۰۱۳؛ گریگوراس و همکاران، ۲۰۱۳؛ روسو، ۲۰۱٤؛ فوهرر و چروت، ۲۰۱۵؛ لو و همکاران، ۲۰۱۸؛ خورشید و همکاران، ۲۰۱۹)، کاهش تبخیر آب، افزایش نفوذپذیری و حفاظت خاک از بارش شدید باران، افزایش ذخایر آب در خاک (جین و همکاران، ۲۰۱۱؛ پترسون و همکاران، ۲۰۱۳)، افزایش مواد آلی و دسترسی به عناصر غذایی خاک (بهاتاچاریا و همکاران، ۲۰۱۲؛ روسو، ۲۰۱٤؛ یانگ و چنگ، ۲۰۱٦)، کاهش شستشوی مواد غذایی خاک خصوصاً نیترات (خان و همکاران، ۲۰۱۷)، افزایش پایداری خاک، کاهش فرسایش خاک، افزایش باروری خاک و چرخه عناصر غذایی، افزایش فعالیت کرم‌های خاکی و قارچ‌های میکوریزا (لو و همکاران، ۲۰۱۸؛ خورشید و همکاران، ۲۰۱۹)، کاهش فرسایش و رواناب در خاک‌های زراعی و همچنین افزایش عملکرد محصولات زراعی (قوش و همکاران، ۲۰۱۵).

بر خلاف مزایای متعدد اجرای روش بی‌خاک‌ورزی، کاهش عملکرد در سال‌های اول کاربرد این روش اجتناب‌ناپذیر است. دلیل کاهش عملکرد در روش بی‌خاک‌ورزی استقرار ضعیف گیاهچه‌ها گزارش گردیده است، حضور مقادیر زیاد بقایای گیاهی در سطح خاک از طریق تداخل در کار دستگاه‌های کشت، مانع از قرار گرفتن بذرها در عمق مورد نظر شده و نسبت به روش خاک‌ورزی رایج، بذرها به صورت سطحی‌تر قرار می‌گیرند در نتیجه استقرار بذر در بستر مناسب از دست می‌رود و به همین دلیل تراکم بوته در واحد سطح و در نهایت عملکرد دانه در روش بی‌خاک‌ورزی کاهش می‌یابد (زارعی و همکاران، ۱۳۹۳). لذا افزایش میزان بذرکاری در روش بی‌خاک‌ورزی به منظور افزایش درصد سطح سبز مزرعه و بهره‌برداری از نهاده‌ها بویژه رطوبت ضروری است. از سایر دلایل مصرف مقادیر بیشتر بذر در ایران، جبران کاهش عملکرد ناشی از مدیریت نادرست مزرعه و یا خسارت بعضی تنش‌ها نظیر تنش یخبندان زمستانه و یا اوایل بهار می‌باشد (روحی، ۱۳۹۲). از سوی دیگر تعیین تراکم مطلوب گندم در شرایط بدون خاک‌ورزی به دلیل شرایط محیطی مختلف از جمله: کیفیت خاک، میزان آب موجود و بقای گیاهچه در سرمای زمستان سخت حائز اهمیت است (زکویک و همکاران، ۲۰۱٤). میزان مناسب بذر مصرفی گندم راندمان مصرف آب، عملکرد دانه و نسبت درآمد به هزینه را افزایش می‌دهد (چاودری و همکاران، ۲۰۱٦). با این حال ارقام مختلف گندم به دلیل تفاوت در میزان پنجه‌زنی، واکنش‌های متفاوتی را به مقادیر مختلف بذر مصرفی نشان می‌دهند (زکویک و همکاران، ۲۰۱٤؛ لولاتوت و همکاران، ۲۰۱۷). پتانسیل پنجه‌زنی بسیار متفاوت در ارقام گندم، منجر به تفاوت در تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه در سنبله به عنوان مهم‌ترین عوامل تعیین عملکرد شده و اعمال تراکم بالاتر و یا استفاده از ارقام با پتانسیل پنجه‌زنی بالا در شرایط تنش‌های محیطی مورد تاکید قرار گرفته است (باستوس و همکاران، ۲۰۲۰).

از آنجایی که رطوبت قابل استفاده خاک عامل عمده‌ای است که مقدار بذر مصرفی را در مناطق خشک و نیمه خشک تعیین می‌کند و با توجه به احتمال افزایش میزان ذخایر آب قابل دسترس در خاک در روش‌های بی‌خاک‌ورزی، لذا این پژوهش با هدف بررسی روش‌های خاک‌ورزی رایج و حفاظتی و مقادیر مختلف کاشت بذر بر واکنش چند رقم جدید گندم در شرایط دیم کرمانشاه صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش طی دو سال زراعی متوالی ۹۷-۱۳۹٦ و ۹۸-۱۳۹۷ در مرکز تحقیقات کشاورزی دیم معاونت موسسه تحقیقات دیم کشور در سرارود کرمانشاه با طول جغرافیائی ٤۷ درجه و ۲۰ دقیقه و عرض جغرافیائی ۳٤ درجه و ۲۰ دقیقه و ارتفاع ۱۳۵۱/٦ متراز سطح دریا اجرا شد. میانگین برخی از ویژگی‌های آب و هوایی محل مورد آزمایش در طول سال‌های آزمایش از ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه اخذ گردید (جدول ۱).

این آزمایش در قالب بلوک‌های نواری بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سایت کنار هم به صورت خاک‌ورزی حفاظتی (کشت مستقیم دیم) و خاک‌ورزی رایج اجرا گردید. عامل اول ارقام گندم (باران و ریژاو)به صورت افقی و عامل دوم میزان بذر در هشت سطح: ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰، ۱۷۵، ۲۰۰، ۲۲۵ و ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به صورت عمودی در نظر گرفته شد. قبل از انجام آزمایش، در هر دو سال آزمایشی از چند منطقه از خاک مزرعه به شکل حرف W نمونه‌برداری گردید و بر اساس نتایج آزمون خاک، کوددهی اوره و سوپرفسفات تریپل به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت و همچنین ۲۰ کیلوگرم اوره در هکتار به صورت سرک در مرحله اواخر پنجه‌زنی و اوایل ساقه‌روی صورت گرفت (جدول ۲).

جدول ۱- ویژگی‌های هواشناسی منطقه آزمایشی حاصل از ایستگاه سینوپتیک مرکز تحقیقات کشاورزی دیم سرارود

ماه	تبخیر (mm)	ساعات آفتابی (h)	بارندگی (mm)	تعداد روزهای یخبندان	میانگین دما (°C)	حداکثر دما (°C)	حداقل دما (°C)
مهر	۲۰۰/۸ (۲۱۶/۵)	۲۷۹/۹ (۲۰۷/۳)	۰ (۲۵/۶)	۲ (۰)	۱۷/۱ (۱۹/۸)	۳۳ (۳۳/۲)	۰ (۷/۸)
آبان	۱۹۹/۹ (۷۵/۴)	۱۷۳/۱ (۱۴۸/۴)	۴۰ (۱۴۰)	۳ (۰)	۱۴/۷۵ (۱۲/۴)	۲۹/۴ (۲۴/۴)	-۱/۶ (۰/۶)
آذر	۰ (۱۲/۸)	۱۷۷/۸ (۹۸/۸)	۱۷/۴ (۱۵۲/۱)	۱۹ (۸)	۶/۲ (۷/۲)	۱۶/۸ (۱۶/۲)	-۵/۶ (-۳/۲)
دی	۰ (۰)	۱۵۳/۵ (۱۴۴/۳)	۵۳/۵ (۵۶/۴)	۱۵ (۲۲)	۷/۱۵ (۲/۷)	۱۹/۴ (۱۵/۲)	-۶ (-۱۲)
بهمن	۰ (۰)	۱۴۱/۵ (۱۴۷)	۱۲۷/۶ (۱۱۷/۱)	۱۵ (۲۳)	۴/۶۵ (۴/۲)	۱۷/۸ (۱۵/۸)	-۸/۴ (-۶/۲)
اسفند	۰ (۰)	۱۶۸/۴ (۱۹۷/۶)	۴۲ (۶۳/۸)	۴ (۲۳)	۹/۷ (۵/۱)	۲۲ (۱۸/۸)	-۲/۶ (-۵/۲)
فروردین	۸۲/۶ (۰)	۲۰۶/۷ (۱۶۰/۴)	۷۴/۴ (۲۸۰/۵)	۱ (۴)	۱۳/۶۵ (۹/۶)	۲۸/۲ (۲۳/۳)	-۰/۲ (-۲/۳)
اردیبهشت	۱۲۰/۶ (۱۹۶/۲)	۱۹۳/۸ (۲۸۰/۲)	۱۵۹/۸ (۱۸/۶)	۰ (۱)	۱۴/۴ (۱۵/۵)	۲۸/۲ (۳۱/۶)	۲/۴ (-۰/۹)
خرداد	۲۳۸/۱ (۳۰۶/۸)	۳۱۷/۳ (۳۳۸/۶)	۶/۵ (۰/۴)	۰ (۰)	۲۱/۶۵ (۲۳/۵)	۳۴/۲ (۳۷/۹)	۹/۴ (۷/۷)
تیر	۴۴۹/۱ (۴۱۸/۹)	۳۶۲/۴ (۳۶۷/۳)	۰ (۰)	۰ (۰)	۲۸ (۲۶/۹)	۴۱ (۴۳)	۱۱ (۱۱/۵)

اعداد خارج پرانتز مربوط به سال اول آزمایش (۹۷-۱۳۹۶) و اعداد داخل پرانتز مربوط به سال دوم آزمایش (۹۸-۱۳۹۷)

جدول ۲- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در مرکز تحقیقات کشاورزی دیم سرارود کرمانشاه

سال زراعی	رس (٪)	سیلت (٪)	شن (٪)	پتاسیم (mg/kg)	فسفر (mg/kg)	نیتروژن (٪)	کربن آلی (٪)	اسیدیته (pH)	هدایت الکتریکی (dS/m)
۹۷-۱۳۹۶	۵۲	۲۶	۲۲	۳۰۰	۱۰	۰/۱۱	۱/۱	۷/۵۷	۱/۹
۹۸-۱۳۹۷	۵۳	۲۷	۲۰	۳۰۱	۱۲	۰/۱۲	۱/۲	۷/۵۰	۲

آماده سازی مزرعه در روش خاک‌ورزی رایج با گاوآهن برگردان‌دار سوار شونده سه خیشه با عرض برش هر خیش ۳۵ سانتی‌متر و دیسک صورت گرفت و نظام کشاورزی حفاظتی به صورت بی‌خاک‌ورزی در مزرعه حاوی بقایای کلش گندم سال قبل اجرا گردید. عملیات کاشت ارقام باران و ریژاو به وسیله بذرکار-کودکار کشت مستقیم ۱۳ ردیفه آسکه ۲۲۰۰ در عمق کاشت ۵ سانتی‌متر در تاریخ‌های ۹۶/۸/۱۰ و ۹۷/۹/۱٤ صورت گرفت. اختلاف زمانی بین سال اول و دوم به دلیل خسارت لارو سوسک قهوه‌ای گندم (Anisoplia austriaca Hrbst) در سال دوم بود که نهایتا منجر به کاشت مجدد و تغییر محل اجرای کاشت گردید.

رقم باران دارای تیپ رشد زمستانه، دانه سفید، مقاوم به سرما، مقاوم به ورس و مقاوم به ریزش دانه جهت کاشت تحت شرایط دیم مناطق سرد و معتدل کشور مناسب است (روستائی و همکاران، ۱۳۹۵). رقم ریژاو نیز مقاوم به ورس و سرمای زمستانه در مناطق معتدل سرد است و قابلیت کشت در شرایط آبیاری تکمیلی را دارد. در شرایط بروز تنش خشکی و گرمای آخر فصل، دانه‌های آن کمتر دچار بادزدگی می‌شود (حق‌پرست، ۱۳۹٦).

در این آزمایش اندازه کرت‌های آزمایش به طول ۲۰ متر و عرض ۲/۲ متر و فاصله ردیف‌های کاشت ۱۷/۵ سانتی‌متر بود. کودهای مورد استفاده بر اساس نتایج آزمون خاک، توسط بذرکار-کودکار توام با کاشت درعمق ۹ سانتی‌متری خاک و چهار سانتی‌متر پایین‌تر از موقعیت قرارگیری بذر اعمال گردید. کنترل علف‌های هرز با علف‌کش‌های تری بنورون متیل ۷۵٪ (گرانستار) به میزان ۸۰ گرم در هکتار و کلودینافوپ پروپارژیل ۸٪ (تاپیک) به میزان ۰/۸ لیتر در هکتار در مرحله پنجه‌زنی گندم انجام شد. ویژگی‌های اندازه‌گیری شامل: شاخص نرمال شده پوشش گیاهی(NDVI)، شاخص اسپاد (SPAD)، شاخص سطح برگ (LAI)، سرعت رشد گیاه (CGR)، عملکرد دانه، عملکرد بیولوژیک و شاخص برداشت بود. شاخص پوشش گیاهی نرمال شده جهت اندازه‌گیری و بررسی میزان سبزی پوشش گیاهی و اندازه سطح فتوسنتزی کانوپی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای اندازه‌گیری این شاخص از حسگر قابل حمل مزرعه‌ای با نام Green Seeker استفاده شد و بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده دستگاه بین ساعت ۱۱ تا ۱٤ و با قرار گرفتن دستگاه در ارتفاع ٦۰ سانتی‌متری بالای کانوپی هر کرت، داده‌های حاصله ثبت گردید. جهت اندازه‌گیری شاخص اسپاد با استفاده از دستگاه Cholorophyll meter SPAD 502 plus, Konica Minolata قرائت اعداد از سه نقطه از هر برگ انجام و بعد میانگین سه نقطه از ۱۰ برگ به عنوان شاخص اسپاد در هر کرت ثبت گردید. شاخص سطح برگ نیز با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سطح برگ قابل حمل مدل CI-202 Area Meter CID, Inc بدست آمد. برای تعیین سرعت رشد گیاه روند افزایش وزن خشک بوته، در فاصله ۱۵ روزه (۳۰ اردیبهشت و ۱٤ خرداد) از ردیف‌های وسطی هر کرت ۵ بوته به صورت تصادفی قطع و در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ٤۸ ساعت خشک و سپس توزین گردید. از طریق تفاضل وزن خشک و تقسیم آن بر تعداد روزهای اندازه‌گیری سرعت رشد گیاه بدست آمد.

عملیات برداشت محصول با در نظر گرفتن اثرات حاشیه‌ای در تیرماه سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ توسط کمباین مخصوص برداشت کرت‌های آزمایشی (مدل وینتراشتایگر) انجام شد. در نهایت تجزیه و تحلیل داده‌های آماری ویژگی‌های اندازه‌گیری شده پس اطمینان از یکسان بودن واریانس آزمایشی بوسیله تست بارتلت با استفاده از نرم‌افزار آماری IRRISTAT صورت گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با روش حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطوح احتمال ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

شاخص نرمال شده پوشش گیاهی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال، میزان بذر و اثرات متقابل سال در رقم، سال در میزان بذر، سال در رقم در میزان بذر در سطح یک درصد و اثرات متقابل خاک‌ورزی در

میزان بذر و رقم در میزان بذر در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردیدند. میانگین اثر سال نشان داد که مقادیر داده‌های دستگاه گرین سیکر در سال اول تحقیق بیشتر از سال دوم است (جدول ۳). به نظر می‌رسد تاخیر در تاریخ کاشت گندم در سال دوم آزمایش و عدم امکان استفاده بهینه از نزولات جوی و منبع کود نیتروژنه و سایر عناصر غذایی می‌تواند عامل این موضوع باشد. با بررسی میانگین تیمار اثرات متقابل سال در رقم نیز مشخص گردید که بیشترین شاخص شاخص نرمال شده پوشش گیاهی در سال اول پژوهش با کشت رقم باران و کمترین آن در سال دوم پژوهش و با کشت ریژاو بدست آمد (داده‌ها نشان داده نشده است).

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی ارقام گندم تحت تاثیر سیستم‌های خاک‌ورزی رایج و حفاظتی و مقادیر مختلف کاشت بذر

تیمارهای آزمایش		شاخص نرمال شده پوشش گیاهی	شاخص اسپاد	شاخص سطح برگ	سرعت رشد گیاه (گرم/ مترمربع روز)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد بیولوژیک (کیلوگرم در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
سال زراعی	۹۷-۱۳۹۶	a ۰/۵۶	a ۴۱/۷۸	a ۲/۳۵	a ۷/۶۹	a ۲۰۴۶/۱	a ۵۷۰۶/۰۶	a ۳۶/۳۶
	۹۸-۱۳۹۷	b ۰/۵۲	b ۳۸/۹۹	b ۲/۱۱	b ۷/۲۴	b ۱۵۸۹/۷	a ۵۹۶۳/۶۷	b ۲۷/۵۷
LSD 5%		۰/۰۱	۱/۰۲	۰/۰۳	۰/۱۴	۲۰۰/۹۱۷	۴۱۸/۰۸	۲/۳۱
خاک‌ورزی	رایج	a ۰/۵۶	a ۴۲/۳۴	a ۲/۲۵	a ۷/۷	a ۲۰۰۰	a ۶۸۰۵/۱۳	a ۲۹/۷۱
	حفاظتی	a ۰/۵۳	a ۳۸/۴۳	a ۲/۲۱	a ۷/۲۲	a ۱۶۳۵/۹	a ۴۸۶۴/۵۹	a ۳۴/۲۳
LSD 5%		۰/۱۱	۲۰/۶۸	۰/۱	۱/۷۹	۳۱۵۵/۶	۲۵۰۶/۳۳	۲۳
میزان بذرکاری (کیلوگرم در هکتار)	۷۵	d ۰/۴۷	a ۴۳/۰۸	e ۱/۴۲	e ۶/۷۴	a ۱۶۶۲/۷	a ۵۵۲۵/۷۹	a ۳۰/۶۷
	۱۰۰	d ۰/۴۸	ab ۴۲/۴۵	e ۱/۵۴	d ۶/۹۸	a ۱۷۶۷/۶	a ۵۴۲۱/۷۶	a ۳۳/۲۲
	۱۲۵	cd ۰/۵۱	abc ۴۱/۵	de ۱/۶۲	c ۷/۲۸	a ۱۸۸۹/۷	a ۵۷۷۸/۹۷	a ۳۳/۸۳
	۱۵۰	bc ۰/۵۴	bcd ۴۰/۴۱	d ۱/۸۴	b ۷/۶۱	a ۱۹۱۹/۲	a ۶۱۴۷/۰۵	a ۳۱/۹۲
	۱۷۵	ab ۰/۵۷	cd ۳۹/۶۴	c ۲/۳۶	ab ۷/۷۲	a ۱۹۱۱/۴	a ۶۱۹۰/۵۱	a ۳۲/۰۳
	۲۰۰	ab ۰/۵۸	cd ۳۹/۰۷	b ۲/۶۶	ab ۷/۷۲	a ۱۸۲۹/۵	a ۵۹۵۶/۰۹	a ۳۱/۳۷
	۲۲۵	a ۰/۵۹	d ۳۸/۷۱	a ۳/۱۳	ab ۷/۸۱	a ۱۸۱۶/۱	a ۵۸۲۵/۷	a ۳۲/۰۳
	۲۵۰	a ۰/۶	d ۳۸/۲۵	a ۳/۲۷	a ۷/۸۳	a ۱۷۴۷/۰۲	a ۵۸۳۳/۰۱	a ۳۰/۶۴
LSD 5%		۰/۰۴	۲/۴۸	۰/۲۳	۰/۲	۲۵۷/۸	۴۵۶/۲۳	۴/۴۸
ارقام	باران	a ۰/۵۷	a ۴۱/۱۳	a ۲/۲۹	a ۷/۹۴	a ۱۷۴۷/۰۴	a ۵۸۷۰/۴۶	a ۳۰/۶۷
	ریژاو	a ۰/۵۲	a ۳۹/۶۵	a ۲/۱۷	a ۶/۹۹	a ۱۸۸۸/۸۸	a ۵۷۹۹/۲۷	a ۳۳/۲۶
LSD 5%		۰/۲۲	۶/۶۶	۰/۱۸	۳/۰۱	۱۴۸/۸	۳۳۴/۹	۱/۰۹

ستون‌هایی که دارای حروف مشترک هستند اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن ندارند.

میانگین اثر میزان بذرکاری بر این صفت نشان داد که با افزایش بذر مصرفی، مقدار آن افزایش یافته به طوری‌که بیشترین میزان آن در ۲۵۰ کیلوگرم و کمترین آن در ۷۵ کیلوگرم بذر در هکتار حاصل گردید (جدول ۳). درصد پوشش سبز زمین به عنوان معیاری از میزان نمو کانوپی گیاهی است. دلیل اصلی افزایش درصد پوشش سبز به تعداد بذر کاشته شده

در مترمربع و به دنبال آن ایجاد تراکم مناسب و استقرار سریع سایه‌انداز گیاهی و نیز توانایی ارقام در استفاده از منابع آب و خاک مربوط است (عبدالرحمانی، ۱۳۹۵).

میانگین تیمار سیستم خاک‌ورزی بر این صفت نشان داد که مقدار این صفت در سیستم خاک‌ورزی رایج بیشتر از سیستم بی‌خاک‌ورزی بوده است (جدول ۳). احتمال می‌رود افزایش درصد سبز شدن بوته‌ها و ایجاد سطح سبز بیشتر به دلیل بهبود جذب آب در خاک و افزایش نفوذپذیری ریشه‌ها جهت جذب آب و مواد غذایی در سیستم خاک‌ورزی رایج سبب افزایش این صفت گردیده باشد.

با بررسی میانگین تیمار اثر متقابل روش خاک‌ورزی در میزان بذر مشخص گردید که بیشترین میزان آن در روش خاک‌ورزی رایج و تراکم بذر مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم و کمترین آن در روش بی‌خاک‌ورزی و تراکم بذر مصرفی ۷۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید. میانگین تیمار اثر متقابل رقم در میزان بذر برای این صفت نشان دهنده این موضوع است که بیشترین میزان این صفت با کشت رقم باران در تراکم بذر مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن با کشت رقم ریژاو در تراکم ۷۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد. با بررسی میانگین اثر متقابل سال در رقم در مصرف بذر برای صفت شاخص نرمال شده پوشش گیاهی مشخص گردید که بیشترین میزان این صفت در سال اول و دوم پژوهش با کشت باران و تراکم بذر مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۰/٦۱ و کمترین آن در سال دوم پژوهش با کشت رقم ریژاو و بذر مصرفی ۷۵ کیلوگرم در هکتار به میزان ۰/٤ حاصل گردید (داده‌ها نشان داده نشده است).

شاخص اسپاد

شاخص اسپاد تخمینی از غلظت کلروفیل برگ بوده و همبستگی بالایی با مقدار کلروفیل و نیتروژن در برگ دارد. بررسی نتایج تجزیه واریانس صفت شاخص اسپاد نشان داد که اثر سال، میزان بذر و اثرات متقابل سال در خاک‌ورزی، سال در خاک‌ورزی در میزان بذر، رقم در میزان بذر و سال در خاک‌ورزی در رقم در میزان بذر در سطح یک درصد و اثر متقابل سال در خاک‌ورزی در رقم در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. میانگین اثر سال بر این صفت بیانگر این موضوع است که عدد اسپاد در سال اول تحقیق بیشتر از سال دوم بود (جدول ۳). به نظر می‌رسد کاشت به موقع و بهره‌برداری بیشتر از نزولات جوی و به دنبال آن استفاده بهینه از عناصر غذایی بویژه کود ازته در سال اول می‌تواند دلیل این موضوع باشد.

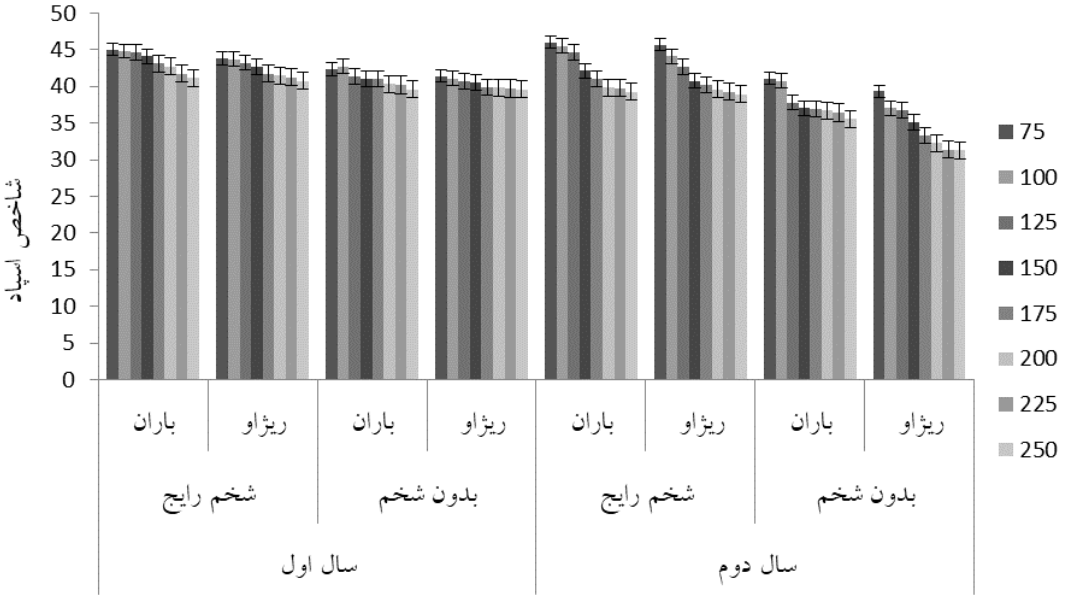
با بررسی میانگین تیمار اثر میزان بذر بر این ویژگی مشخص گردید که با افزایش میزان بذر، عدد اسپاد کاهش یافته است به طوری‌که بیشترین میزان آن در بذر مصرفی ۷۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در ۲۵۰ بذر مصرفی در هکتار بدست آمد (جدول ۳). طی تحقیقی مشابه گلستانی‌فر و همکاران (۱۳۹۵) اعلام نمودند که با افزایش تراکم گندم از ۸-۲٤ بوته در گلدان شاخص کلروفیل برگ ۱۲-۸ درصد کاهش یافت. یوسف تبار و همکاران (۲۰۱۲) نیز اعلام کردند که با کاهش تراکم بوته گندم، شاخص کلروفیل افزایش یافت. این محققین دلیل این امر را به واسطه رقابت بیشتر بوته‌ها در تراکم بالاتر نسبت به عوامل مختلفی منجمله جذب نیتروژن نسبت دادند.

میانگین تیمارهای اثرات متقابل سال در خاک‌ورزی بر این صفت بیانگر بیشترین میزان عدد اسپاد در سال اول تحقیق در روش خاک‌ورزی رایج به میزان ٤۲/۸۵ و کمترین آن در سال دوم و در روش بی‌خاک‌ورزی به میزان ۳٦/۱٦ بود (داده‌ها نشان داده نشده است). خاک‌ورزی می‌تواند با رفع فشردگی خاک، میزان تهویه و ظرفیت نگهداری آب به ویژه در خاک‌های سنگین با مواد آلی کمتر را افزایش دهد که با توجه به دیم‌زار بودن غالب مناطق تولید گندم در منطقه بسیار حائز اهمیت است. همچنین عملیات خاک‌ورزی به توسعه و گسترش مناسب ریشه کمک نموده و زمینهٔ مناسب‌تری را برای جذب رطوبت و مواد غذایی مناسب بویژه بارندگی که از محدودیت‌های کشت دیم به شمار می‌رود، را فراهم می‌آورد (اصغری میدانی و همکاران، ۱۳۹۱).

میانگین تیمارهای اثرات متقابل سال در خاک‌ورزی در مصرف بذر نشان داد که بیشترین میزان اسپاد در سال دوم تحقیق و در سیستم خاک‌ورزی رایج و با تراکم بذر مصرفی ۷۵ کیلوگرم در هکتار به میزان ٤۵/۸۳ و کمترین آن در سال دوم تحقیق و در سیستم بی‌خاک‌ورزی و تراکم بذر مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار به میزان ۳۳/٤۲ بدست آمد. همچنین میانگین تیمارهای اثرات متقابل رقم در میزان بذرکاری بر این صفت نمایانگر این موضوع است که بیشترین میزان این صفت در رقم باران و بذر مصرفی ۷۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در رقم ریژاو با میزان بذر مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید. میانگین تیمارهای اثرات متقابل سال در خاک‌ورزی در رقم نشان داد که بیشترین میزان آن در سال اول تحقیق در سیستم خاک‌ورزی رایج با استفاده از رقم باران و کمترین آن در سال دوم تحقیق در سیستم بی‌خاک‌ورزی با استفاده از رقم ریژاو بدست آمد (داده‌ها نشان داده نشده است).

نهایتا بر اساس میانگین تیمارهای اثرات متقابل سال در خاک‌ورزی در رقم در میزان بذر مشخص گردید که بیشترین میزان اسپاد درسال دوم پژوهش و در سیستم خاک‌ورزی رایج با کشت رقم باران و بذر مصرفی ۷۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین

میزان آن در سال پژوهش در سیستم بی‌خاک‌ورزی با کشت رقم ریژاو و بذر مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (شکل ۱). به نظر می‌رسد رقم باران با توجه به ویژگی‌های مطلوب ژنتیکی توانسته است از عناصر غذایی موجود در خاک بویژه نیتروژن که در سیستم خاک‌ورزی به دلیل نفوذ و گسترش ریشه‌ها در خاک به آسانی قابل دسترس است بهره گرفته و میزان اسپاد را در برگ‌ها که همبستگی بالایی با میزان نیتروژن دارد را افزایش دهد.



شکل۱- میانگین تغییرات شاخص اسپاد تحت تاثیر اثرات متقابل سال، شخم، میزان بذرکاری و ارقام گندم دیم

شاخص سطح برگ

شاخص سطح برگ تحت تاثیر سال، میزان بذرکاری و اثر متقابل سال در میزان بذرکاری در سطح ۱ درصد اختلاف معنی‌داری نشان داد. با بررسی نتایج مقایسه میانگین مشخص گردید که مقدار این شاخص در سال اول پژوهش بیشتر از سال دوم بوده است (جدول ۳). با توجه به یافته‌های شاخص اسپاد و شاخص پوشش گیاهی و همبستگی مثبت این صفات با افزایش حجم رویشی و افزایش شاخص سطح برگ گندم چنین نتیجه‌ای منطقی به نظر می‌رسد. نتایج برخی تحقیقات در این ارتباط نشان می‌دهد که پتانسیل فتوسنتزی و توان رشدی همبستگی بالایی با میزان سطح برگ دارند. در این راستا وجود سطح برگ مطلوب با پوشش یکنواخت و کامل سبب جذب حداکثری تشعشع خورشیدی را میسر می‌سازد (اوزونی دوجی و همکاران، ۲۰۰۸).

میانگین اثر تیمار مصرف بذر نیز نشان داد که با افزایش بذر مصرفی، شاخص سطح برگ افزایش یافته است به طوری‌که بیشترین آن در تراکم بذر مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در تراکم بذر مصرفی ۷۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد (جدول ۳). وقوع چنین امری با توجه به افزایش تعداد بوته در واحد سطح کاملا منطقی است. تراکم گیاهان عمدتاً در توانائی گیاهی برای دریافت تشعشع اثر می‌گذارد. مشخص شده است که بیشتر تشعشع برخوردی در طی مراحل اولیه نمو برای رشد گیاه قابل دسترس نیست، زیرا در این زمان، توسعه اندک سطح برگ موجب جذب پایین نور توسط گیاه می‌شود. بنابراین افزایش تراکم سبب افزایش شاخص سطح برگ گندم و در نتیجه افزایش جذب نور می‌گردد. وانگ و همکاران (۲۰۰۳) و تینگ هیو و همکاران (۲۰۰۶) شرط اول برای افزایش عملکرد و تولید بالا را بهینه‌سازی جذب نور از طریق شاخص سطح برگ و کارایی مصرف نور بیان کردند. بسیاری از محققان افزایش تراکم را عامل افزایش شاخص سطح برگ دانسته‌اند، در این شرایط، نوری که توسط سایه‌انداز گیاهی گیاه دریافت می‌شود در سطح برگ بیشتری پراکنده می‌شود که این امر باعث افزایش راندمان فتوسنتزی و تولید ماده خشک و عملکرد بیشتر می‌شود (هولشوسر و ویتاکر، ۲۰۰۲).

طی تحقیقی مشابه زاهد و همکاران (۱۳۹۲) گزارش نمودند که با افزایش تراکم بوته گندم از ۳۷۵-۱۵۰ بوته در مترمربع، شاخص سطح برگ به طور معنی‌داری افزایش یافت، که این

خود به دلیل توسعه سریع‌تر سایه‌انداز گیاهی در تراکم‌های بالاتر بود. بنابراین میزان تابش دریافت شده توسط سایه‌انداز گیاهی افزایش می‌یابد. این امر باعث افزایش میزان فتوسنتز می‌شود و افزایش میزان فتوسنتز در گیاه نیز باعث تولید ماه خشک بیشتر می‌گردد. این محققین نشان دادند که تراکم ۳۷۵ بوته در متر مربع بیشترین و تراکم ۱۵۰ بوته در متر مربع کمترین وزن خشک را به خود اختصاص دادند. همچنین تیزریمانا و همکاران (۲۰۲۰) با انجام آزمایشی با تراکم‌های مختلف بذرمصرفی از ۱۱۲/۵ تا ۲۲۵ کیلوگرم، حداکثر ارتفاع و مساحت برگ گیاه را در تراکم ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار گزارش نمودند.

میانگین اثرات متقابل سال در مصرف بذر بر این صفت نشان دهنده این موضوع است که بیشترین میزان این شاخص در سال اول و در تراکم بذر مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در سال دوم پژوهش و تراکم بذر مصرفی ۷۵ کیلوگرم در هکتار بدست آمد.

در این آزمایش اثر روش خاک‌ورزی بر شاخص سطح برگ معنی‌دار نبود هر چند افزایش اندکی در سیستم رایج نشان داد. بر اساس مطالعات صورت گرفته در سیستم بی‌خاک‌ورزی به دلیل گسترش کمتر ریشه گندم، رشد رویشی و شاخص سطح برگ کاهش می‌یابد (سپیده‌دم و رمرودی، ۱۳۹٤). زارعی و همکاران (۱۳۹۳) اعلام نمودند که کاهش شاخص سطح برگ در سیستم بی‌خاک‌ورزی در نتیجه تجمع بقایای گیاهی که جزء جداناپذیر این سیستم است و افزایش رقابت بین میکروارگانیسم‌ها و گیاه بر جذب نیتروژن و نیز احتمال کاهش دسترسی به نیتروژن برای افزایش و دوام شاخص سطح برگ باشد. افزایش شاخص سطح برگ در خاک‌ورزی رایج در تمام مراحل رشدی نسبت به سیستم بی‌خاک‌ورزی به بهبود عملیات تهیه بستر بذر و افزایش سرعت رشد پوشش گیاهی و در مدت زمان کمتر نسبت داده شده است (موسوی بوگر و همکاران، ۱۳۹۲).

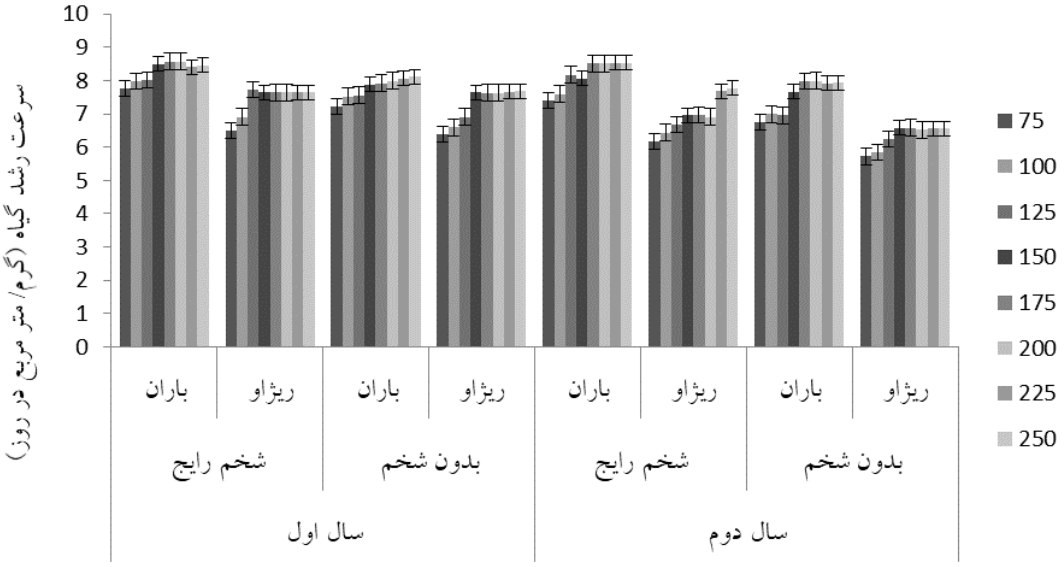
سرعت رشد گیاه زراعی

این صفت تحت تاثیر سال، میزان بذرکاری، اثر متقابل سال در رقم و سال در خاک‌ورزی در رقم در میزان بذرکاری در سطح ۱ درصد و اثر متقابل سال در خاک‌ورزی، سال در خاک‌ورزی در میزان بذرکاری و سال در رقم در میزان بذرکاری در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. میانگین سال بر این صفت نشان داد که میزان این صفت در سال اول بیشتر از سال دوم بوده است (جدول ۳). به نظر می‌رسد در این پژوهش افزایش شاخص اسپاد، شاخص نرمال شده پوشش گیاهی و سطح فتوسنتزکننده برگ سبب افزایش جذب نور و نهایتا منجر به افزایش ماده خشک تولیدی در واحد زمان گردیده است.

میانگین اثر متقابل تیمار سال درخاک‌ورزی بر سرعت رشد گیاه زراعی نشان دهنده این موضوع است که بیشترین مقدار این صفت در سال اول و سیستم بی‌خاک‌ورزی و کمترین آن در سال دوم و سیستم بی‌خاک‌ورزی است (جدول ۳). خاک‌ورزی از طریق تاثیر بر مقاومت مکانیکی خاک، هوادهی خاک، پیوستگی و پایداری و اندازه منافذ خاک، درجه حرارت خاک، میزان آب خاک، عناصر غذائی خاک و همچنین برهم‌کنش آنها، می‌تواند میزان رشد ریشه و درنتیجه رشد بخش‌های هوائی گیاه را متأثر نماید. همچنین افزایش تنوع گونه‌های علف‌های هرز همزمان با کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی، سختی خاک، فعالیت کمتر ریشه و رقابت بیشتر بین گیاه زراعی و علف هرز برای جذب نیتروژن می‌تواند سبب کاهش عملکرد گیاهان در روش بی‌خاک‌ورزی باشد (سپیده‌دم و رمرودی، ۱۳۹٤).

با بررسی میانگین اثر متقابل تیمار سال در رقم بر سرعت رشد گیاه زراعی مشاهده گردید که بیشترین میزان این صفت در سال اول آزمایش در رقم باران و کمترین آن در سال دوم آزمایش با کشت رقم ریژاو حاصل گردید. میانگین اثر متقابل تیمار خاک‌ورزی در میزان بذرکاری بر این صفت نشان داد که بیشترین میزان این صفت در سیستم خاکورزی رایج و تراکم بذر مصرفی ۷۵ کیلوگرم در هکتار مشاهده گردید. به نظر می‌رسد با افزایش تراکم، رقابت بین بوته‌ای بیشتر شده و چون سهم هر بوته از عناصر غذایی خاک و نور قابل دسترس کاهش یافته است، در نتیجه تولید ماده خشک گیاهی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

نهایتا میانگین اثرات متقابل سال، سیستم خاک‌ورزی، میزان بذرکاری و ارقام بیانگر تولید حداکثر سرعت رشد گیاه در سال اول، سیستم خاک‌ورزی رایج، میزان مصرف بذر ۱۷۵ و ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار و رقم باران بود (شکل ۲). با توجه به نتایج شاخص‌های مورد بررسی قبلی در این آزمایش بروز چنین نتیجه‌ای کاملا مورد انتظار بود. طی تحقیقی مشابه وانگ و همکاران (۲۰۰۳) و تینگ هیو و همکاران (۲۰۰٦) شرط اول برای افزایش عملکرد و تولید بالا را بهینه‌سازی جذب نور از طریق شاخص سطح برگ و کارایی مصرف نور بیان کردند. زاهد و همکاران (۱۳۹۲) نیز گزارش نمودند که با افزایش تراکم بوته میزان تابش دریافت شده توسط سایه‌انداز گیاهی و در نتیجه فتوسنتز افزایش یافته و نهایتا باعث تولید ماه خشک بیشتر می‌گردد.



شکل۲- میانگین سرعت رشد گیاه تحت تاثیر اثرات متقابل سال، شخم، میزان بذرکاری و ارقام گندم دیم

عملکرد دانه

عملکرد دانه تحت تاثیر اثر سال در سطح یک درصد و اثر متقابل روش خاک‌ورزی در سال در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. میانگین اثر سال بر این صفت نشان داد که عملکرد دانه در سال اول به نسبت سال دوم ۲۸/۷ درصد افزایش داشته است (جدول ۳). از آنجا که در سال اول پژوهش، صفات اسپاد، شاخص نرمال شده پوشش گیاهی، شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه که موثر در عملکرد دانه هستند، افزایش یافته بود، بروز چنین نتیجه‌ای منطقی به نظر می‌رسد. بر خلاف این که میزان بارش نزولات جوی در سال اول آزمایش ۵۲۱/۲ میلیمتر و در سال دوم ۷۸۲/۵ میلیمتر بود، ولی تغییر محل اجرای طرح آزمایشی و کاشت مجدد و با تاخیر آن در سال دوم (آذر۱۳۹۷) بعلت خسارت شدید آفت لارو سوسک قهوه‌ای غلات، موجب کُرپه شدن و عدم استفاده موثر گندم دیم از بارش‌های مناسب پاییزه در سال دوم نسبت به سال اول گردید. همچنین با توجه به جدول ویژگی‌های هواشناسی به نظر می‌رسد میزان نزولات جوی مناسب در اردیبهشت ۱۳۹۷ تاثیر به سزائی در تولید بهتر عملکرد دانه در سال اول پژوهش داشته است. ضمناً مجموع روزهای زیر صفر درجه در سال اول پژوهش ۵۹ روز و در سال دوم ۸۱ روز بود که با توجه به تاخیر کاشت و سرمای بیشتر در سال دوم دوره رشد عملکرد دانه را کاهش و نهایتا عملکرد کاهش یافت.

مقایسه میانگین تیمار روش خاک‌ورزی نیز نشان داد که عملکرد دانه در تیمار خاک‌ورزی رایج در مقایسه با روش بی‌خاک‌ورزی ۲۲/۲۵ درصد افزایش نشان داد، هر چند این اختلاف معنی‌دار نگردید (جدول ۳). طی تحقیقی مشابه جلالی و اسفندیاری (۱۳۹۵) اعلام نمودند که عملکرد گندم در سیستم خاک‌ورزی رایج ۳۳/۸ درصد بیشتر از روش بی‌خاک‌ورزی حاصل گردید. خاک‌ورزی نقش مهمی در تامین بستر مناسب بذر برای جوانه زنی، رشد ریشه، افزایش نفوذپذیری خاک، بهبود ساختمان خاک، نرم کردن و تثبیت خاک به منظور تماس کامل بذر با خاک، کم کردن مقاومت خاک، دفن بقایای گیاهی، برهم زدن لوله‌های موئین خاک برای کاهش تبخیر، کنترل علف‌های هرز و مخلوط کردن کود، آفت‌کش و سایر افزودنی‌ها به خاک دارد (برینارد و همکاران،۲۰۱۳).

مقایسه میانگین اثر متقابل روش خاک‌ورزی در سال نیز نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد دانه در روش خاک‌ورزی رایج در سال اول به میزان ۲۳۶۲/٦ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن در روش بی‌خاک‌ورزی در سال دوم به میزان ۱٥٤۲/۱ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید.

حسینی و همکاران (۱۳۹۲) اعلام نمودند که خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار با یک بار دیسک، علاوه بر کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، باعث افزایش رشد و توسعه ریشه گندم و افزایش سطح تماس ریشه با خاک و همچنین افزایش جذب عناصر غذایی شده استو در نهایت افزایش عملکرد گندم

دیم را بدنبال داشته است. همچنین با توجه به عملکرد پایین در روش بی‌خاک‌ورزی بنظر می‌رسد استفاده از روش بی‌خاک‌ورزی حداقل برای چند سال اول موجب محدودیت رشد گندم گردد. طباطبائی فر و همکاران (۲۰۰۹) اعلام نمودند عملکرد دانه در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی در سال‌های اول کاهش و در بلندمدت افزایش پیدا می‌نماید.

همچنان که قبلا اشاره شد در این آزمایش محل اجرای آزمایش در سال دوم به دلیل شیوع آفت سوسک قهوه‌ای تغییر یافت. احتمال داشت در صورت تکرار آزمایش در همان قطعه زمین سال اول، نتایج حاصله متفاوت می‌بود. نتایج حاصل از اکثر آزمایشات صورت پذیرفته در مناطق نیمه خشک دنیا نشان داده که در سالهای ابتدائی اعمال بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی رایج، عملکرد گندم کاهش یافته است، هرچند افزایش بازده اقتصادی ناشی از کاهش سوخت‌های فسیلی، کاهش عملکرد را جبران نموده است (زارهآ، ۲۰۱۰).

کمیلی و همکاران (۱۳۹۵) نیز با انجام تحقیقی به این نتیجه رسیدند که اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد دانه معنی‌دار نیست ولی بیشترین عملکرد گندم در سیستم خاک‌ورزی رایج بدست آمد. گریگوراس و همکاران (۲۰۱۳) کاهش ۳۵۳ کیلوگرم در هکتار عملکرد گندم در سیستم بی‌خاک‌ورزی را به افزایش فشرده شدن، کاهش تخلخل خاک و افزایش خسارت علف های هرز نسبت دادند. با این حال، این محققان سیستم بی‌خاک‌ورزی را به دلیل افزایش کارایی مصرف کود در تولید محصول گندم توصیه کردند. فابریزی و همکاران (۲۰۰۵) گزارش نمودند که کاهش دمای خاک در سیستم بی‌خاک‌ورزی به شدت بر رشد گندم و ذرت در مراحل اولیه رشد تأثیر داشته است. همچنین افزایش تراکم خاک در سیستم بی‌خاک‌ورزی، سبب افزایش مقاومت خاک در مقابل نفوذ ریشه‌ها در اعماق مختلف خاک شده و در نهایت موجب کاهش عملکرد گردید.

همچنین ممکن است که سیستم خاک‌ورزی رایج باعث افزایش جذب نور خورشید شده و با تسریع در گرم شدن خاک، سبز شدن و استقرار گیاه بهبود یابد (راجر و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این دلگشاد و پوردربانی (۱۳۹٤) چنین اظهار نمودند که در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی دمای بهاره خاک کمتر است. این محققین چنین نتیجه‌گیری نمودند که به علت وجود بقایای گیاهی در سطح زمین و انعکاس نور خورشید در سیستم خاک‌ورزی حفاظتی، کندی رشد و افزایش طول دوره رشد گیاه به وقوع می‌پیوندد.

افضلی‌نیا و همکاران (۱۳۹۵) اعلام کردند که سرعت نفوذ آب در خاک در سیستم خاک‌ورزی مرسوم از سایر روش‌های خاک‌ورزی بیشتر است ولی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم در سال اول آزمایش معنی‌دار نشد و در سال دوم اجرای آزمایش عملکرد گندم در سیستم بی‌خاک‌ورزی کاهش یافت که علت این امر را تجمع مواد آلی در سطح خاک و کاهش دمای خاک اعلام نمودند. فصاحت و همکاران (۱۳۹٦) با انجام یک تحقیق اعلام نمودند که در زمین محل اجرای نظام خاک‌ورزی حفاظتی، علی‌الرغم وجود بقایای گیاهی مناسب، میزان رطوبت کمتری در دسترس گندم قرارگرفت. این محققین عمده کاهش تولید را با توجه به آزمایش‌های صورت گرفته خاک، به ساختمان نامناسب خاک در زمین محل نظام خاک‌ورزی حفاظتی در نتیجهٔ ایجاد لایهٔ سخت و فشردهٔ خاک که سبب کاهش ظرفیت نگهداری آب خاک گردید، نسبت دادند.

همچنین وجود مقادیر زیاد بقایای گیاهی در سطح خاک در سیستم بی‌خاک‌ورزی از طریق تداخل در کار دستگاه‌های کشت، جهت برش مناسب خاک و همچنین قرار گرفتن مقادیر زیاد بقایا بر روی بذر و جلوگیری از برقراری تماس مستقیم بذر با خاک، موجب کاهش رشد اولیه گیاهچه های گندم و در نهایت کاهش عملکرد در مقایسه با خاک‌ورزی رایج می‌شود (زارعی و همکاران، ۱۳۹۳). آلوارز و استین باخ (۲۰۰۹) گزارش نمودند که عملکرد گندم در سیستم کشاورزی حفاظتی ۱۰ تا ١٤ درصد کمتر از سیستم رایج است. این محققین کاهش عملکرد را به کاهش نیترات خاک در روش حفاظتی نسبت دادند.

با توجه به کاهش هزینهٔ تولید شامل آماده سازی تهیه بستر بذر، مصرف انرژی و کاهش فرسایش خاک در روش بدون شخم، در صورت افزایش نیافتن تولید نیز، این روش می‌تواند توجیه داشته باشد. به دلیل نیاز به زمان برای احیاء و بهبود کیفیت خاک، مادهٔ آلی خاک، فعالیت ریزجانداران، تخلخل خاک، عدم افزایش عملکرد در سال های اولیه، منطقی به نظر می‌رسد (فلاح هروی و همکاران، ۱۳۹۵).

در این آزمایش هر چند اثر میزان بذرکاری بر صفت عملکرد دانه اختلاف معنی‌داری نشان نداد ولی با افزایش تراکم بذر از ۷۵ تا ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه گندم روند صعودی داشته ولی با افزایش تراکم بذر از ۱۵۰ به ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار، روند نزولی عملکرد دانه مشاهده گردید (داده‌ها نشان داده نشده است).

حسین پور و همکاران (۱۳۹۳) گزارش نمودند که تراکم بذر گندم دیم تأثیر معنی‌داری بر عملکرد آن ندارد ولی با افزایش تراکم بذر، عملکرد دانه افزایش پیدا کرد. طی تحقیقی

دیگر قربانی و هارتونیان (۱۳۹۰) دریافتند که افزایش تراکم بوته گندم، سبب افزایش مقدار ماده خشک در واحد سطح شد. همچنین عملکرد دانه در تراکم‌های ۲۵۰ و ۳۷۵ بوته نسبت به تراکم ۱۲۵ بوته در مترمربع، به ترتیب حدود ۳۰ و ٤٨ درصد افزایش یافت، اما افزایش تراکم از ۳۷۵ به ۵۰۰ بوته در مترمربع تأثیر معنی‌داری بر عملکرد دانه نداشت. روحی (۱۳۹۲) نیز اعلام نمود که در مناطق خیلی سرد که خطر یخبندان و از بین رفتن بوته‌ها وجود دارد میزان بذر ٤۰۰ دانه در مترمربع و در مناطقی که احتمال این امر ضعیف است می‌توان از میزان بذر ۳۵۰ دانه در مترمربع استفاده نمود. این امر در سال‌های خشک که میزان عملکرد پایین است و یا در شرایطی که از بذور اصلاح شده با قیمت بیشتر استفاده می‌شود از اهمیت خاصی برخوردار است.

چاودری و همکاران (۲۰۱٦) طی یک مطالعه دو ساله در مناطق نیمه خشک پاکستان با استفاده از مقادیر مختلف بذر مصرفی، حداکثر راندمان مصرف آب، عملکرد دانه و نسبت سود به هزینه را در تراکم ۱٦۰ کیلوگرم در هکتار اعلام نمودند. تیزریمانا و همکاران (۲۰۲۰) نیز با بررسی مقادیر مختلف کاشت بذر از ۲۲۵-۱۱۲/۵ کیلوگرم در هکتار، بیشترین عملکرد دانه را در ۲۲۵ کیلوگرم در هکتار گزارش کردند. بهبود در ارتفاع گیاه، سطح برگ و اجزای عملکرد، عامل افزایش عملکرد دانه ذکر گردید. در عین حال اقبال و همکاران (۲۰۱۰) با مقایسه مقادیر مختلف بذر مصرفی از ۱۲۵ تا ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، حداکثر عملکرد دانه را تحت تأثیر ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار اعلام کردند. هو و همکاران (۲۰۱۸) با انجام تحقیقی با استفاده از سیستم خاک‌ورزی رایج و سیستم حداقل خاک‌ورزی و مالچ گیاهی با کاشت مقادیر مختلف بذر از ٤۸۰-۲۲۵ دانه بر مترمربع گزارش نمودند که در طی ٤ فصل زراعی، عملکرد دانه در سیستم خاک‌ورزی رایج بیشتر بوده است. این محققین دریافتند که در سیستم بی‌خاک‌ورزی، حداقل دمای خاک در مراحل مختلف رشد، به ویژه پنجه‌زنی، پایین‌تر است و در این سیستم خسارت ناشی از آفات نیز افزایش می‌یابد. آنها در نهایت استفاده از سیستم شخم حداقل با مالچ گیاهی را برای فصول خیلی خشک توصیه نمودند. در عین حال، میزان تراکم بذر مصرفی مختلف در سیستم‌های رایج و بی‌خاک‌ورزی از نظر عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند.

عبدالرحمنی (۱۳۹۵) با انجام آزمایشی با تراکم‌های ۲۵۰، ۳۵۰، ٤۵۰ و ۵۵۰ بذر درمترمربع و ٦ رقم گندم دیم در مراغه، اختلاف معنی‌داری بین تراکم و برخی از ارقام در صفت عملکرد مشاهده ننمود. بنابراین تراکم ۲۵۰ عدد بذر در مترمربع جهت صرفه جوئی در مصرف بذر توصیه شد.

عملکرد بیولوژیک

عملکرد بیولوژیک یا وزن خشک اندام‌های هوایی گیاه تحت تاثیر هیچ یک از تیمارها اثر معنی‌داری نداشت. با این وجود میانگین داده‌های سال نشان داد که میزان عملکرد بیولوژیک در سال دوم بیشتر از سال اول تحقیق است (جدول ۳). افزایش نزولات جوی در سال دوم پژوهش نسبت به سال اول ممکن است سبب افزایش وزن اندام‌های هوایی شده باشد، منتهی تاخیر در کاشت، طولانی شدن دوره رشد و برخورد دوران زایشی با خشکی و گرمای آخر فصل، سبب کاهش عملکرد دانه به رغم افزایش عملکرد بیولوژیک گردیده است.

با بررسی میانگین روش خاک‌ورزی بر این صفت نیز مشاهده گردید که عملکرد بیولوژیک در روش خاک‌ورزی رایج بیشتر از روش بی‌خاک‌ورزی است (جدول ۳). سپیده‌دم و رمرودی (۱۳۹٤) گزارش نمودند که عملکرد بیولوژیک گندم در سیستم خاک‌ورزی مرسوم بیشتر از بی‌خاک‌ورزی و کم خاک‌ورزی بود و علت آن را گسترش کمتر ریشه گندم در سیستم حفاظتی عنوان نمودند. زارعی و همکاران (۱۳۹۳) نیز مشاهده نمودند که عملکرد بیولوژیک در سیستم خاک‌ورزی رایج از بی خاک‌ورزی بیشتر است. این محققین چنین اظهار نمودند که کاهش سطح برگ در سیستم بی‌خاک‌ورزی در نتیجه تجمع بقایای گیاهی سبب افزایش رقابت بین میکروارگانیسم‌ها و گیاه جهت جذب نیتروژن گردیده و در نتیجه سبب کاهش دسترسی گیاه به نیتروژن مورد نیاز جهت افزایش و دوام شاخص سطح برگ می‌گردد.

خان و همکاران (۲۰۱۷) دریافتند که در سیستم رایج افزایش نفوذپذیری ریشه، تسهیل جذب آب و مواد مغذی و افزایش استقرار گیاه و شاخص سطح برگ سبب افزایش عملکرد دانه و بیوماس گردید. همچنین طی تحقیقی کمیلی و همکاران (۱۳۹۵) پی بردند که اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد دانه و بیوماس معنی‌دار نیست ولی بیشترین عملکرد در سیستم خاک‌ورزی رایج بدست آمد.

با بررسی میانگین میزان بذرکاری بر این صفت مشخص شد که با افزایش تراکم بذر مصرفی در هکتار تا ۱۷۵ کیلوگرم در هکتار، میزان این صفت حالت افزایشی نشان داده و با افزایش بیشتر تراکم، شیب نزولی پیدا نمود. طی تحقیقی مشابه مرادی توچائی (۲۰۱۲) اعلام نمود که با افزایش تراکم بوته، رقابت بین

اندام‌های هوایی گندم برای به دست آوردن نور و مواد غذایی، افزایش یافته و گیاهان برای به دست آوردن نور، با یکدیگر رقابت نموده و طول اندام‌های خود را افزایش می‌دهند. همچنین افزایش ارتفاع بوته گیاه در اثر تراکم‌های بالا و رقابت بین بوته‌ها برای به دست آوردن نور توسط نامور و همکاران (۲۰۱۱) گزارش شده است. همچنین با بررسی میانگین اثر رقم بر صفت عملکرد بیولوژیک مشخص گردید که میزان این صفت در رقم باران بیشتر از رقم ریژاو است (جدول ۳). با توجه به عوامل موثر در عملکرد گیاه که در رقم باران افزایش بیشتری داشتند، بروز چنین نتیجه‌ای قابل انتظار بود.

شاخص برداشت

نتایج نشان داد که اثر سال در سطح یک درصد و اثر متقابل سال در خاک‌ورزی در سطح ۵ درصد معنی‌دار گردید. با بررسی میانگین‌ها مشخص گردید که شاخص برداشت در سال اول بیشتر از سال دوم بوده است (جدول ۳). تاخیر در کاشت در سال دوم پژوهش، کاهش عملکرد دانه در سال دوم و کاهش عملکرد بیولوژیک در سال اول پژوهش می‌تواند علت این امر باشد (کم شدن بیشتر ماده خشک اندام‌های نسبت به کاهش عملکرد دانه موجب افزایش شاخص برداشت در سال اول آزمایش شده است).

بررسی اثرات متقابل سال در روش خاک‌ورزی بیانگر افزایش این صفت در سال اول در روش بی‌خاک‌ورزی به میزان ۳۷/٦٤ درصد و کمترین آن در سال دوم در روش خاک‌ورزی رایج به میزان ۲٤/۳۳ درصد بود (داده‌ها نشان داده نشده است). به نظر می‌رسد کاهش بیشتر ماده خشک تولیدی در روش بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با کاهش عملکرد دانه نسبت به روش خاک‌ورزی رایج منجر به افزایش شاخص برداشت در روش بی‌خاک‌ورزی شده است. در آزمایشی مشابه کمیلی و همکاران (۱۳۹۵) با بررسی اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی حداکثر شاخص برداشت را در سیستم رایج گزارش نمودند هر چند این اختلاف معنی‌دار نبود.

در این پژوهش اثر میزان بذرکاری بر صفت شاخص برداشت معنی‌دار نگردید، هر چند بیشترین میزان این صفت با بذر مصرفی ۱۲۵ کیلوگرم در هکتار و کمترین آن با استفاده از بذر مصرفی ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار حاصل گردید (جدول ۳).

ستارزاده و همکاران (۱۳۹٤) گزارش نمودند که بیشترین و کمترین میزان شاخص برداشت به ترتیب در تعداد ۳۵۰ و ۵۰۰ بذر در مترمربع مشاهده شد. همچنین در تحقیقی دیگر امیدی‌نسب و همکاران (۱۳۹٤) اعلام نمودند که ارقامی که دارای شاخص برداشت بالایی هستند، می‌توانند کربوهیدرات‌های بیشتری را از اندام‌های سبز به سمت دانه‌ها منتقل کنند و باعث افزایش عملکرد شوند. این محققین مشاهده نمودند که با افزایش تراکم، میزان شاخص برداشت روند کاهشی نشان داده و در تراکم‌های بالاتر از ۱۰۰ کیلوگرم بذر در هکتار به دلیل رقابت زیاد و شرایط نامساعد رشد، مواد فتوسنتزی کمتری صرف تولید دانه‌ها شده و شاخص برداشت کاهش یافت.

نتیجه‌گیری

با توجه به یافته‌های دو ساله این پژوهش، مشاهده گردید که در سال اول پژوهش به سبب بهره‌برداری مطلوب‌تر از منابع بارندگی و عناصر غذایی و در نتیجه بهبود ویژگی‌های فیزیولوژیکی گیاه، عملکرد دانه به میزان ۲۸/۷ درصد بیشتر بود. همچنین اجرای عملیات خاک‌ورزی رایج از طریق افزایش ویژگی‌های شاخص نرمال شده پوشش گیاهی، شاخص اسپاد، شاخص سطح برگ و سرعت رشد گیاه، عملکرد دانه را در سال اول و دوم به ترتیب ٦۳۲/۹ و ۹۵/۳ کیلوگرم در هکتار در مقایسه با خاک‌ورزی حفاظتی افزایش داد. با در نظر گرفتن هزینه‌های اجرای شخم (استهلاک ادوات کشاورزی، مصرف انرژی، اتلاف وقت و مسائل زیست محیطی مانند افزایش فرسایش خاک) شاید افزایش عملکرد دانه گندم در این آزمایش قابل اغماض باشد و در صورت امکان سیستم بی‌خاک‌ورزی را بتوان به عنوان جایگزینی برای سیستم‌های رایج معرفی نمود. در این پژوهش کاربرد مقادیر مختلف بذر، شاخص‌های فیزیولوژیکی رشد را به طور معنی‌داری افزایش داد، ولی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه نگردید. علی‌ایحال با افزایش مصرف بذر از ۷۵ کیلوگرم به ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار، عملکرد دانه ۱۵/٤۲ درصد افزایش حاصل نمود. لذا با توجه به نتایج این پژوهش در صورتی که تهیه بذر ارقام جدید باران و ریژاو برای زارعین مستلزم هزینه زیاد باشد، می‌توان از مقادیر کمتر بذر در زمان کاشت با کاهش مختصری در تولید محصول استفاده نمود.

منابع

احمدی، ک.، ح. ر. عبادزاده.، ف. حاتمی.، ه. عبدشاه. و آ. کاظمیان. ۱۳۹۸. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶. جلد اول: محصولات زراعی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. ۸۷ صفحه.

اصغری‌میدانی، ج.، ا. کریمی. و س. ب. موسوی. ۱۳۹۱. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم دیم و مقدار رطوبت و چگالی ظاهری خاک در تناوب آیش-گندم در مراغه. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک. جلد ۱۶، شماره ۶۰: ۱۱۹-۱۲۹.

افضلی‌نیا، ص.، ع. ر. ضیائی.، س. ا. دهقانیان. و س. م. علوی‌منش. ۱۳۹۵. اثر خاک‌ورزی حفاظتی و روش‌های بهره‌وری مصرف آب و عملکرد گندم در تناوب با پنبه. مجله تحقیقات مهندسی سامانه‌ها و مکانیزاسیون کشاورزی. جلد ۱۷، شماره ٦٦: ۷۰-۵۷.

امیدی نسب، د.، م. ح. قرینه.، ع. بخشنده.، م. شرفی‌زاده.، ع. ر. شافعی‌نیا. و ع. سقلی. ۱۳۹٤. اثر میزان بذر و کود نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در بقایای گیاهی ذرت. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. جلد ۱۳، شماره ۳: ٦۱۰-۵۹۸.

اوزونی دوجی، ع.، م. اصفهانی.، ح. سمیع‌زاده لاهیجی. و م. ربیعی. ۱۳۸٦. اثر آرایش کاشت وتراکم بوته بر شاخص‌های رشد وکارآیی مصرف تابش دو رقم کلزای بدون گلبرگ وگلبرگ دار. مجله علوم زراعی ایران. جلد ۹: ٤۰۰-۳۲۸.

جلالی، ا. ه. و ح. اسفندیاری. ۱۳۹۵. تأثیر سامانه‌های خاک‌ورزی و تناوب‌های زراعی مختلف بر عملکرد گندم. مجله تولیدات گیاهی. جلد ٤۳: ۳۹-۵٦.

حبیبی‌اصل، ج. و ا. دهقان. ۱۳۹۱. ارزیابی پارامترهای فنی و زراعی روش‌های کاشت گندم با مقادیر مختلف بذر در جنوب خوزستان. نشریه ماشین‌های کشاورزی. جلد ۲، شماره ۱: ۵۷-٤٦.

حسینی، م.، س. ع. ر. موحدی نائینی. و ح. ع. شمس‌آبادی. ۱۳۹۲. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم. مجله پژوهشهای خاک. جلد۲۷، شماره٤: ۵۱۹-۵۰۹.

حسین‌پور، ط.، ع. احمدی.، ف. محمدی. و ر. دریکوند. ۱۳۹۳. اثر مقادیر مختلف بذر بر عملکرد و اجزای عملکرد ارقام گندم در شرایط دیم. نشریه زراعت. جلد۱۱۰: ۱۱۰-۱۰۱.

حق‌پرست، ر. ۱۳۹٦. گندم ریژاو (مناسب برای شرایط دیم و آبیاری تکمیلی در مناطق معتدل). نشریه مؤسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور.

دلگشاد، ن. و ر. پوردربانی. ۱۳۹٤. مقایسه سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی و تاثیر آنها بر خاک، مدیریت بقایا و عملکرد. چهارمین کنگره ملی کشاورزی ارگانیک و مرسوم. دانشگاه محقق اردبیلی.

روحی، ا. ۱۳۹۲. الگوی کاشت پیشنهادی برای گندم سرداری در مناطق سرد. مجله یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی. جلد ۲: ٦۵-۵۳.

روستایی، م.، م. حسن‌پور حسنی.، ا. زاد حسن.، د. صادق‌زاده.، ب. صادق‌زاده.، ر. اسلامی.، ر. رضایی.، ص. گلکاری.، ک. سلیمانی.، غ. ر. عابدی اصل.، ا. روحی.، ه. پاشاپور.، ر. حق پرست. و م. م. احمدی. ۱۳۹۵. ویژگی‌ها و دستورالعمل زراعی گندم نان رقم باران. نشریه موسسه تحقیقات دیم کشور.

زارعی، م.، س. ع. کاظمینی. و م. ج. بحرانی. ۱۳۹۳. تاثیر سامانه‌های خاک‌ورزی و تنش آبی بر رشد و عملکرد گندم. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. جلد۱۲، شماره٤: ۸۰٤-۷۹۳.

زاهد، م.، س. گالشی.، ن. لطیفی.، ا. سلطانی.، م. کلاته. و ر. حسینی. ۱۳۹۲. اثر تراکم بوته بر ضریب خاموشی و کارایی استفاده از تابش در ژنوتیپ‌های جدید و قدیم گندم. نشریه پژوهشهای زراعی ایران. جلد۱۱، شماره۳: ۵۱٤-۵۰٦.

سپیده‌دم، س. و م. رمرودی. ۱۳۹٤. تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و کود نیتروژن بر عملکرد، اجزای عملکرد و پروتئین دانه گندم. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی. جلد۲، شماره۲: ٤٦-۳۳.

ستارزاده، ر.، ع. فرامرزی. و ج. اجلی. ۱۳۹٤. ارزیابی اثر تراکم و کارنده‌های مختلف بر عملکرد و تغییر صفات گندم نان رقم زرین در منطقه ترکمنچای، اولین همایش ملی یافته‌های نوین در پژوهشهای کشاورزی و منابع طبیعی، میانه، دانشگاه آزاد اسلامی واحد میانه.

عبدالرحمنی، ب. ۱۳۹۵. تعیین تراکم مناسب ارقام گندم دیم در مناطق سردسیر. نشریه تحقیقات کاربردی اکوفیزیولوژی گیاهی دانشگاه گنبدکاووس. جلد۳، شماره۱: ۱۷٤-۱۵۵.

فصاحت، ا.، م. ر. جهانسوز.، ه. ر. مهرور.، م. گرجی. و ن. مجنون حسینی. ۱۳۹٦. تأثیر تنش خشکی آخر فصل و توالی زراعی بر عملکرد کمّی و کیفی گندم آبی تحت مدیریت مرسوم و حفاظتی. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. جلد٤۸، شماره۲: ٤٤۱-٤۳۱.

فلاح هروی، ا.، ح. عباسدخت.، ا. زارع فیض‌آبادی. و ا. غلامی. ۱۳۹۵. تأثیر خاک‌ورزی حفاظتی و متداول با مدیریت بقایا بر ویژگی‌های فیزیولوژیکی گندم. مجله علوم گیاهان زراعی ایران. جلد٤٧، شماره٢: ٢٨٩-٢٧٧.

قربانی، م ح. و ه. هارتونیان. ۱۳۹۰. واکنش رشد و عملکرد گندم به تراکم و فاصله ردیف در شرایط دیم. مجله الکترونیک تولید گیاهان زراعی. جلد٤: ١٥٤-١٣٩.

کمیلی، ح ر.، پ. رضوانی مقدم.، م. قدسی.، م. نصیری محلاتی. و م. ر. جلال کمال. ۱۳۹۵. اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و میزان بقایای گیاهی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بازده اقتصادی گندم. نشریه تحقیقات غلات. جلد٦، شماره٣: ٣٢٣-٣٣٧.

گلستانی‌فر، ف.، س. محمودی.، غ. ر. زمانی. و م. ح. سیاری زهان. ۱۳۹۵. اثر رقابت درون و برون گونه‌ای بر برخی از صفات مورفولوژیکی و رشدی گندم و چاودار تحت شرایط تنش خشکی. مجله تنش‌های محیطی در علوم زراعی. جلد۹، شماره٣: ٢٥٦-٢٤١.

موسوی بوگر، ا.، م. ر. جهانسوز.، م. ر. مهرور.، م. صادقی شعاع. و ر. حسین پور. ۱۳۹۲. بررسی شاخص‌های رشدی در ارقام گندم آبی تحت تاثیر سیستم‌های مختلف خاک رزی. مجله زراعت و اصلاح نباتات. جلد۹، شماره٣: ٢٣-١٥.

Alvarez, R., and H. S. Steinbach. 2009. A review of the effects of tillage systems on some soil physical properties, water content, nitrate availability and crops yield in the Argentine Pampas. Soil Till. Res. 104: 1-15.

Bastos, L. M., W. Carciochi., R. P. Lollato., B. R. Jaenisch., C. R. Rezende., R. Schwalbert., P. V. Vara Prasad., G. Zhang., A. K. Fritz., C. Foster., Y. Wright., S. Young., P. Bradley and I. A. Ciampitti. 2020. Winter wheat yield response to plant density as a function of yield environment and tillering potential: a review and field studies. Frontiers in Plant Science. 11: 54. doi: 10.3389/fpls.2020.00054.

Bhattacharyya, R., M. D. Tuti., J. K. Bisht., J. C. Bhatt and H. S. Gupta. 2012. Conservation tillage and fertilization impact on soilaggregation and carbon pools in the Indian Himalayas under an irrigated rice-wheat rotation. Soil Science. 177: 218-228.

Brainard, D. C., E. Peachey., E. Haramoto., J. Luna and A. Rangarajan. 2013. Weed ecology and management under strip-tillage: implications for Northern U.S. vegetable cropping systems. Weed Technology. 27: 218-230.

Chauhdary, J. N., U. D. Khan., S. H. H. Shah., M. A. Shahid and M. Arsalan. 2016. Effect of sowing methods and seed rates on wheat yield and water productivity. Quality Assurance and Safety of Crops & Foods. 8 (2): 267-272.

Fabrizzi, K. P., F. O. Garcıa., J. L. Costa and L. I. Picone. 2005. Soil water dynamics, physical properties and corn and wheat responses to minimum and no-tillage systems in the southern Pampas of Argentina. Soil and Tillage Research. 81: 57-69.

Fuhrer, J. and A. Chervet. 2015. No-tillage: long-term benefits for yield stability in a more variable climate? Procedia Environmental Sciences. 29: 194-195.

Ghosh, B. N., P. Dogra., N. K. Sharma., N. K. Bhattacharyya and P. K. Mishra 2015. Conservation agriculture impact for soil conservation in maize-wheat cropping system in the Indian sub-Himalayas. International Soil and Water Conservation Research. 3:112-118.

Grigoras, M. A., A. Popescu., I. Negrutiu., M. Gidea., I. Has and D. Pamfil. 2013. Effect of no-tillage system and fertilization on wheat production. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca. 41(1): 208-212.

Holshouser, D. L. and J. P. Wittaker. 2002. Plant population and row spacing effects on early soybean productions systems in the mid-Atlantic USA. Agron. J. 94: 603-611.

Hu, C., C. Zheng., V. O. Sadras., M. Ding., X. Yang and S. Zhang. 2018. Effect of straw mulch and seeding rate on the harvest index, yield and water use efficiency of winter wheat. Scientific Reports, 8:8167.doi:10.1038/s41598-018-26615-x.

Iqbal, N., N. Akbar., M. Ali., M. Sattar and L. Ali. 2010. Effect of seed rate and row spacing on yield and yield components of wheat (*Triticum aestivum* L). Journal of Agricultural Research. 48: 151-156.

Jin, H., L. Hongwena., G. Rabi., C. Guohuaa., S. Yanboa., Q. Xiaodonga and L. Lnijic. 2011. Soil properties and crop yields after 11 years of no tillage farming in wheat–maize cropping system in North China Plain. Soil and Tillage Research.113: 48-54.

Khan, S., A. Shah., M. Nawaz and M. Khan. 2017. Impact of different tillage practices on soil physical properties, nitrate leaching and yield attributes of maize (*Zea mays* L.). Journal of Soil Science and Plant Nutrition. 17 (1): 240-252.

Khursheed, S., C. Simmons., S. A. Wani., T. Ali., S. K. Raina and G. R. Najar. 2019. Conservation tillage: impacts on soil physical conditions–an overview. Advances in Plants & Agriculture Research. 9(2):342-346.

Lollato, R., G. Cramer., A. K. Fritz and G. Zhang. 2017. Optimum seeding rate for different wheat varieties in Kansas," Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports, 3 (6). https://doi.org/10.4148/2378-5977.7451.

Lu, X., X. Lu., and Y. Liao. 2018. Effect of tillage treatment on the diversity of soil *Arbuscular mycorrhizal* fungal and soil aggregate-associated carbon content. Frontiers in Microbiology. 9:2986. doi: 10.3389/fmicb.2018.02986.

Moraditochaee, M., M. K. Motamed., E. Azarpour and R. Khosravi Danesh. 2012. Effects of nitrogen fertilizer and plant density management in corn farming. Journal of Agriculture and Biology Science. 7: 133-137.

Namvar, A., R. Seyed Sharifi and T. Khandan. 2011. Growth analysis and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) in relation to organic and inorganic nitrogen fertilization. Ekologija. 57 (3): 97-108.

Ouzuni Douji, A. A., M. Esfahani., H. A. Samizadeh Lahiji and M. Rabiei. 2008. Effect of planting pattern and plant density on growth indices and radiation use efficiency of apetalous flowers and petalled flowers rapeseed (*Brassica Bapus*L.) cultivars. Iranian Journal of Crop Science. 9: 328-400.

Peterson, G. A., T. Schlegel and O. Jones. 2013. Precipitation use efficiency as affected bycropping and tillage systems. Journal of Production Agriculture. 9: 180-186.

Roger, C., M. Bowman., J. McFadden., D. Smith and S. Wallander. 2018. Tillage intensity and conservation cropping in the United States, EIB-197, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service, September 2018.

Rusu, T. 2014. Energy efficiency and soil conservation in conventional, minimum tillage and no-tillage. International Soil and Water Conservation Research. 2 (4): 42-49.

Tabatabaeefar, A., H. Emamzadeh., M. Ghasemi Varnamkhasti., R. Rahimzadeh and M. Karimi. 2009. Comparison of energy of tillage system in wheat production. Energy. 34: 41-45.

Ting-Hui, D., C. Xin., G. Sheng-Lil., H. Ming-De and L. K. Heng. 2006. Effect of nitrogen management on yield and water use efficiency of rainfed wheat and maize in northwest China. Pedosphere. 16: 495-504.

Twizerimana, A., E. Niyigaba., I. Mugenzi., W. A. Ngnadong., C. Li., T. Q. Hao., B. J. Shio and J. B. Hai. 2020. The combined effect of different sowing methods and seed rates on the quality features and yield of winter wheat. Agriculture. 10: 153. doi:10.3390/agriculture10050153.

Wang, D. J., D. J. Lin., R. J. Sun., L. Z. Xia and G. Lian. 2003. Optimum nitrogen rate for a high productive ricewheat system and its impact on the groundwater in the Taihu Lake area. Acta Pedologica Sinica (in Chinese). 40 (3): 426-432.

Yang X., Z. Li and C. Cheng. 2016. Effect of conservation tillage practices on soil phosphorus nutrition in an apple orchard. Horticultural Plant Journal. 2 (6): 331-337.

Yoseftabar, S., A. Fallah and J. Daneshian. 2012. Effect of split application of nitrogen fertilizer on spad valuse in hybrid rice. International Journal of Agriculture and Crop Science. 4: 647-651.

Zarea, M. J. 2010. Conservation tillage and sustainable agriculture in semi-arid dryland farming. In: Lichtfouse, E., (Eds.), Springer, 373 pages.

Zecevic, V., J. Boskovic., D. Knezevic and D. Micanovic. 2014. Effect of seeding rate on grain quality of winter wheat. Chilean Journal of Agricultural Research. 74 (1): 23-28.

Comparison of conventional and conservation tillage systems and different seeding rates on the response of new rainfed wheat cultivars in rainfed conditions of Kermanshah

F. Khodadoost1, B. Pasari2, A. Abdulahi3, A. Rokhzadi2, Kh. Mohammadi2

Received: 2020-12-9 Accepted: 2021-8-13

Abstract

In recent years, conservation tillage operations have been emphasized in order to reduce production costs, protect the environment, increase the utilization of rainfall resources in rainfed conditions and thus increase crop yield. This experiment was carried out in order to **comparison of** the conventional and conservation tillage systems and different seeding rates on the response of some new wheat cultivars in rainfed conditions during two consecutive growing years of 2016-17 and 2017-18 in Sararood Dryland Agricultural Research Center Kermanshah. The experiment was performed in the form of strip blocks based on a randomized complete block design with three replications at two adjacent sites as conservation tillage (direct rainfed cultivation) and conventional tillage. The first factor was wheat cultivars (Baran and Rijaw) horizontally and the second factor was seed rate in eight levels: 75, 100, 125, 150, 175, 200, 225 and 250 kg / ha vertically. The results of the combined analysis showed that among the studied traits, Normalized difference vegetation index, SPAD index, leaf area index, plant growth rate, grain yield and harvest index in the first year showed a significant increase. Grain yield as the most important trait was increased 28.7% compared to the second year of the experiment. Conventional tillage operations also increased all the studied traits in comparison with conservation tillage, however, these increases were not statistically significant. So that in conventional tillage compared to conservation tillage, grain yield in the first and second year increased by 632.9 and 95.3 kg/ha, respectively. The application of different amounts of seeds also significantly affected the Normalized difference vegetation index, leaf area index and plant growth rate, and the maximum values of these traits were obtained in 250 kg and the maximum SPAD index in 75 kg/ha. Finally, by applying seed densities of 100, 125 and 150 kg/ha the grain yield increased by 6.3%, 13.65% and 15.42%, respectively, compared to 75 kg/ha. In this experiment, the difference between the studied cultivars was also insignificant. According to the results of this experiment, since the increase in yield due to the implementation of the conventional tillage system was not significant and considering that the implementation of this system, regardless of the cost to farmers, causes erosion and reduction of soil organic matter, so the conservation tillage with seed rates of 75-150 kg was recommended.

Keywords: Chlorophyll, Crop growth rate, Plant density, Tillage, Wheat

1- Ph.D. Student in Agronomy, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran
2- Assistant Professor, Department of Agronomy and Plant Breeding, Sanandaj Branch, Islamic Azad University, Sanandaj, Iran
3- Assistant Professor, Dryland Agricultural Research Institute, Sararood branch, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Kermanshah, Iran