شناسه دیجیتال (DOI) : 10.22092/IDAJ.2021.355333.345

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی و نرخ کاشت بر عملکرد کمی و کیفی ارقام گندم در یک نظام تناوبی گندم - آیش در شرایط دیم منطقه سرد

ابراهیم روحی[۱*]، محمد حسین سدری[۲]، محمد کوهسار بستانی[۲]، فرهنگ خالدیان[۲]

۱- *بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران*

۲- *بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران*

چکیده

در این بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد کمی و کیفی ارقام جدید و قدیم گندم دیم در مقادیر مختلف تراکم کاشت در نظام تناوبی گندم-آیش طی سه سال زراعی(۹۷-۱۳۹۶ الی ۹۹-۱۳۹۸) در ایستگاه تحقیقات سارال مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور از طرح آزمایشی کرت‌های نواری خرد شده بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار استفاده شد. تیمار خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی مرسوم(گاوآهن برگرداندار در بهار به اضافه دیسک و ماله قبل از کاشت)، کم‌خاک‌ورزی(شخم با کولتیواتور کلشی یا خاک ورز مرکب بعد از برداشت گندم) و بی‌خاک‌ورزی(کاشت مستقیم بدون عملیات خاک‌ورزی) به عنوان کرت افقی، تیمار ارقام دیم گندم شامل آذر۲، باران و سرداری به عنوان کرت عمودی و تیمار میزان بذر شامل ۳۰۰، ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰ دانه در متر مربع به‌عنوان کرت فرعی بود. نتایج نشان داد تیمار خاک‌ورزی مرسوم با عملکرد ۱۸۵۸ کیلوگرم در هکتار نسبت به کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی به ترتیب ۲۲ و ۲۱ درصد افزایش عملکرد داشت. ارقام تفاوت معنی‌داری از لحاظ عملکرد دانه نشان ندادند. میزان بذر ۳۵۰ دانه در متر مربع با عملکرد ۱۶۸۶ کیلوگرم در هکتار نسبت به بقیه تیمارها عملکرد دانه بیش‌تری تولید نمود.تفاوت معنی‌داری بین ارقام و سطوح مختلف بذر از لحاظ درصد پروتئین دانه وجود نداشت اما اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر درصد پروتئین دانه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. بیش‌ترین پروتئین دانه در خاک‌ورزی مرسوم به میزان ۱۲/۷۲ درصد و کم‌ترین پروتئین، در کم‌خاک‌ورزی به میزان ۱۱/۵۹ درصد، مشاهده شد. پاسخ ارقام به مقادیر بذر در واحد سطح و نوع خاک‌ورزی در نظام تناوبی گندم - آیش یکسان بود. به دلیل طولانی بودن دوره آیش و کاهش مقدار بقایا روی سطح خاک و به دنبال آن کاهش شدید عملکرد، روش‌های شخم حفاظتی در نظام تناوبی گندم - آیش توصیه نمی‌شود.

واژه های کلیدی: ارقام دیم گندم، بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی، خاک‌ورزی مرسوم، میزان بذر

---

* نگارنده مسئول: *roohiebrahim@yahoo.com* تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۵/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۵

مقدمه

برای تامین امنیت غذایی، سیستم‌های کشاورزی جهان نیاز به تکامل داشته به‌طوری‌که بتوانند تولید بیش‌تری را همراه با پایداری در تولید تضمین کنند. اگرچه این موضوع بدون چالش نیست اما یک سیستم کشاورزی که برای این موضوع ارتقا یافته و مطرح است، کشاورزی حفاظتی[1] است(Lal, 2015). بر اساس آخرین تعریف فائو، کشاورزی حفاظتی به سیستمی گفته می‌شود که ترکیبی از حداقل و یا عدم خاک‌ورزی همراه با باقی گذاشتن حداقل ۳۰ درصد بقایا و تنوع محصولات از جمله لگوم‌ها را شامل شود(FAO, 2019). به‌طورکلی کشاورزی حفاظتی دارای سه جزء کلیدی حداقل دست‌کاری و یا عدم دست‌کاری خاک، باقی گذاشتن بقایای گیاهی در سطح خاک و تناوب زراعی است که اگر هر کدام از آنها رعایت نشود به نقص سیستم منجر شده و ممکن است نتیجه معکوس دهد(Franzluebbers & Hons, 1996; Sayre *et al*., 2006). یکی از چالش‌هایی که امروزه برای این نظام زراعی وجود دارد اجرای ناقص آن یعنی استفاده از روش بی‌خاک‌ورزی و یا کم‌خاک‌ورزی بدون در نظر گرفتن تناوب و در همان نظام تک کشتی می‌باشد. هم‌چنین مشخص نیست که آیا ارقام اصلاح شده‌ای که در شرایط کشاورزی متداول معرفی شده‌اند، می‌توانند در شرایط کشاورزی حفاظتی نیز برتری خود را نسبت به ارقام قدیمی مانند سرداری حفظ کنند؟

در یک بررسی فراتحلیلی[2] توسط پیتلکو و همکاران(۲۰۱۵) مشخص شد که در کل آزمایش‌هایی که در سراسر دنیا انجام شده است به‌طورکلی انجام کشاورزی حفاظتی با تمام اصول سه‌گانه آن(بی‌خاک‌ورزی، نگهداری بقایا و تناوب) منجر به کاهش ۲/۵ درصدی عملکرد شده است. البته در مواردی که اجرای کشاورزی حفاظتی ناقص انجام شده است می‌توان انتظار کاهش عملکرد بیش‌تری داشت. به عنوان مثال وقتی فقط بی‌خاک‌ورزی به تنهایی انجام شده است این کاهش جهانی عملکرد ۹/۹ درصد و وقتی بی‌خاک‌ورزی همراه با بقایای گیاهی بوده است، ۵/۲ درصد کاهش جهانی عملکرد مشاهده شد. با این‌حال عملکرد تحت شرایطی خاصی افزایش نشان داد. به عنوان مثال وقتی کشت در شرایط دیم و اقلیم‌های خشک صورت گرفت، اجرای کشاورزی حفاظتی به طور متوسط ۷/۲ درصد در سطح جهان افزایش نشان داد. همت و اسکندری(۲۰۰۴) در بررسی اثرات سیستم‌های مختلف شخم بر عملکرد گندم و نخود در یک نظام تناوبی گندم – نخود در شمال غرب ایران از افزایش عملکرد سیستم‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی نسبت به دیگر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی را گزارش کردند. لی و همکاران (۲۰۰۷) در بررسی پانزده ساله شخم متداول و

[1] Conservation Agriculture

[2] Meta - Analysis

بی‌خاک‌ورزی همراه با نگهداری بقایا در یک سیستم تک کشتی گندم در چین گزارش کردند که به‌طورکلی عملکرد گندم در سیستم بی‌خاک‌ورزی به‌ویژه در سال‌هایی که بارندگی کم‌تر بود بیش‌تر از سیستم شخم متداول بود. هم‌چنین گزارش‌های متعددی در خصوص اثر خاک‌ورزی بر عملکرد کیفی گندم وجود دارد. بعضی گزارش‌ها محتوی پروتئین دانه را به عنوان تابعی از سیستم‌های شخم بررسی کرده و عنوان کردند که رابطه معنی‌داری بین شخم و محتوی پروتئین دانه وجود ندارد(Wesołowski & Soroka, 2015). در مقابل، لوپز بلیدو و همکاران(۱۹۹۸) میزان پروتئین دانه بیش‌تری را در بی‌خاک‌ورزی گزارش کردند. اگرچه گزارش‌هایی نیز وجود دارد که محتوی پروتئین دانه را در روش خاک‌ورزی مرسوم بیش‌تر از بی‌خاک‌ورزی نشان دادند(De Vita *et al.*, 2007).

مطالعات انجام شده بیان‌گر واکنش‌های متفاوت ارقام مختلف گندم و جو تحت شرایط خاک‌ورزی حفاظتی از جمله سیستم بدون شخم می‌باشد. در یک گزارش جامع توسط هریرا و همکاران(۲۰۱۳) از بین ۱۲ بررسی فقط برای هفت مورد اثر متقابل شخم × ژنوتیپ معنی‌دار گزارش شد. معمولاً اثرات مثبت و معنی‌دار، زمانی گزارش شده است که تعداد ژنوتیپ‌ها زیاد و دارای تنوع کافی بود. در یک بررسی جامع توسط حسین و همکاران(۲۰۰۹) ده رقم گندم در سه سیستم شخم مطالعه شد. نتایج نشان داد که عملکرد و بعضی از اجزای عملکرد آن از جمله تعداد خوشه در متر مربع و تعداد سنبلچه در هر سنبله ارقام مختلف، تفاوت معنی‌داری در هر سه سیستم شخم نشان دادند در حالی‌که وزن هزار دانه، ارتفاع و زیست توده گیاه در هر سه سیستم، یکسان بود. هم‌چنین این ارقام واکنش‌های متفاوتی به جمعیت علف‌های هرز مزارع در این سه سیستم نشان دادند.

تراکم مطلوب گندم یکی از عوامل مؤثر در تولید بهینه محسوب می شود. تعداد بوته در واحد سطح ممکن است بدون اینکه اثر قابل توجهی بر عملکرد گیاه زراعی داشته باشد به میزان زیادی تغییر کند. این موضوع به خاصیت پنجه زنی گندم مربوط می‌شود(Rawson, 2000). به عنوان مثال کورنی و هگارتی(Corny & Hegarty, 1992) گزارش کردند که در یک آزمایش پنج ساله، اختلاف معنی‌داری در عملکرد دانه در میزان های بذر ۱۰۰ تا ۲۵۰ کیلوگرم در هکتار مشاهده نشد. در سیستم کشاورزی حفاظتی به دلیل تغییراتی که در حاصلخیزی خاک اتفاق می‌افتد و یا به دلیل یکنواختی در بستر بذر، انتظار می‌رود مقدار بذر توصیه شده کمتر از مقدار آن در سیستم‌های شخم متداول باشد.

اخیراً بحث کشت‌های مستقیم و یا کشت‌های با حداقل خاک‌ورزی مطرح شده و ادوات و ماشین آلات لازم برای این موضوع در اختیار تعدادی از کشاورزان استان کردستان قرار گرفته است اما شاهد

آن هستیم که این ادوات در همان نظام تناوبی گندم – آیش استفاده شده و به دلیل کاهش عملکرد، پس از چند سال کشاورزان این نوع روش‌های خاک‌ورزی را رها کرده و مجدداً به سمت خاک‌ورزی مرسوم بازگشت پیدا می‌کنند. از این رو این تحقیق به منظور ارزیابی دقیق عملکرد کمی و کیفی ارقام محلی و اصلاح شده گندم دیم با مقادیر مختلف بذر در واحد سطح در روش‌های مختلف خاک‌ورزی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در پاییز سال ۱۳۹۶ و در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم سارال به مدت سه سال زراعی انجام شد. در این بررسی اثرات روش‌های کم‌خاک‌ورزی، بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم بر عملکرد ارقام گندم دیم در میزان‌های مختلف بذر در نظام تناوبی گندم-آیش مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش به صورت کرت‌های نواری خرد شده[1] در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمار خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی مرسوم(گاوآهن برگرداندار در بهار به اضافه دیسک و ماله قبل از کاشت)، کم‌خاک‌ورزی(شخم با کولتیواتور کلشی یا خاک ورز مرکب بعد از برداشت گندم) و بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم بدون عملیات خاک‌ورزی) به عنوان کرت افقی، تیمار ارقام دیم گندم شامل آذر۲، باران و سرداری به عنوان کرت عمودی و تیمار میزان بذر شامل ۳۰۰، ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰ دانه در متر مربع به‌عنوان کرت فرعی بود.

برای اجرای آزمایش دو قطعه زمین که سال زراعی قبل تحت کشت گندم بودند انتخاب شدند. در پاییز سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ در قطعه اول پس از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی، کاشت آزمایش مطابق با نقشه موجود انجام شد. در قطعه دوم که به صورت نکاشت و دست نخورده باقی ماند، تیمارهای کم‌خاک‌ورزی در شهریور ۱۳۹۶ و خاک‌ورزی مرسوم در بهار ۱۳۹۷در زمان مساعد از لحاظ رطوبتی اعمال شد. تیمار بی‌خاک‌ورزی به همین صورت باقی ماند و در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ نسبت به کاشت آزمایش در این قطعه اقدام شد. این روند برای سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ نیز ادامه یافت. لازم به ذکر است شخم پاییزه در عملیات خاک ورزی مرسوم فقط در سال اول اجرای آزمایش به منظور فراهم کردن بستر مناسب برای کاشت در همان سال انجام شد و در سال‌های بعد، این عملیات در بهار و مطابق عرف منطقه صورت گرفت. بنابراین دوره آیش برای هر سال بالغ بر ۱۴ ماه طول کشید. ابعاد آزمایش به صورت ۱۱۰ × ۷۵ متر بود که در آن مساحت کرت های افقی در هر تکرار به ابعاد ۲۴×۱۰متر مربع و مساحت کرت های فرعی به ابعاد ۱۰× ۶ متر مربع انتخاب شد. بین تکرارها ۱۰ متر فاصله در نظر گرفته شد. روش کم‌خاک‌ورزی با استفاده از دستگاه کولتیواتور کلشی[2] یا به اصطلاح

[1] Strip Split Plot

[2] Stubble Cultivator

خاک‌ورز مرکب مدل دلتا پنج شاخه ساخت شرکت سازه کشت بوکان، بعد از برداشت محصول سال قبل و در شهریور ماه انجام و در روش بی‌خاک‌ورزی هیچ گونه عملیات تهیهٔ زمین انجام نشد. در تمام تیمارهای خاک ورزی کاشت با کارنده مخصوص کشت مستقیم آسکه مدل ۲۲۰۰ ساخت شرکت سازه کشت بوکان انجام شد. در روش مرسوم، عملیات خاک ورزی معمول در منطقه شامل شخم با گاوآهن در بهار و دیسک و ماله در تابستان سال بعد اعمال شد. عمق شخم با گاوآهن حدود ۱۵ الی ۲۰ سانتی متر و عمق خاک ورزی با خاک ورز مرکب حدود ۱۰ الی ۱۵ سانتی متر تعیین شد. از آنجا که هدف از انجام این آزمایش تطبیق آن با شرایط زارعینی بود که سیستم بی خاک ورزی و کم خاک‌ورزی را در زمینی که تحت نظام تناوبی آیش – گندم بود انجام می‌دادند، از این رو مدیریت نگهداری بقایا در سطح خاک به صورت طبیعی و بدون اضافه کردن کلش اضافی انجام شد. مصرف کود بر اساس آزمون خاک و با گرفتن نمونه مرکب از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری خاک انجام شد(جدول ۱). در نهایت توصیه کودی به صورت N_{60} از منبع اوره به صورت دوسوم در هنگام کاشت و مابقی در بهار در اولین فرصت قبل از بارندگی‌های موثر بهاره انجام شد. مقدار ۳۰ کیلو فسفات نیز از منبع سوپر فسفات تریپل هم‌زمان با کاشت مصرف شد. برای کنترل علف‌های هرز پهن برگ از تو فوردی به مقدار دو لیتر در هکتار و برای باریک برگ‌ها از تاپیک به مقدار یک لیتر در هکتار استفاده شد.

جدول۱: خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

پتاسیم قابل دسترس(میلی گرم بر کیلو گرم)	فسفر قابل دسترس(میلی گرم بر کیلو گرم)	نیتروژن قابل دسترس(٪)	هدایت الکتریکی(میلی موس بر سانتی متر)	کربن آلی(٪)	اسیدیته	شن(٪)	سیلت(٪)	رس(٪)
۳۵۱	۱۳/۳۵	۰/۰۸	۰/۹۰	۱/۱۹	۷/۸۲	۱۴	۳۹	۴۷

اندازه گیری ها: برای تعیین اجزای عملکرد دانه با یک کادر یک متر مربعی از سه نقطه به طور تصادفی، محصول کف بر شده و پس از توزین کاه و دانه، شاخص برداشت بر حسب درصد تعیین شد. تعداد خوشه در هر متر مربع نیز از شمارش تعداد خوشه‌های به دست آمده از هر کرت و پس از معدل گیری به دست آمد. تعداد ۲۰ خوشه به طور تصادفی از هر کرت انتخاب و پس از تعیین تعداد دانه این ۲۰ خوشه، تعداد دانه در هر خوشه محاسبه شد. تعداد دانه در متر مربع نیز از حاصل‌ضرب تعداد خوشه در هر متر مربع و تعداد دانه در هر خوشه به دست آمد. برای تعیین وزن هزار دانه، سه نمونه

یکصد عددی از هر کرت با ترازوی دیجیتال توزین شده و پس از معدل گیری و ضرب عدد به دست آمده در ۱۰، وزن هزار دانه بر حسب گرم به دست آمد. اندازه گیری ارتفاع گیاه از کف تا انتهای سنبله در پنج نمونه از هر کرت انجام شد. کارآیی بارندگی بر حسب کیلوگرم بر میلی‌متر بر هکتار از تقسیم عملکرد دانه بر میزان بارندگی سالانه طی فصل رشد محاسبه شد(Hemmat and Eskandari, 2004 & 2006). برای تعیین محتوی پروتئین دانه یک نمونه ۲۰۰ گرمی از بذر استحصالی به آزمایشگاه منتقل شده و بر اساس شیوه‌نامه‌های موجود با استفاده از دستگاه اتوآنالیزور NIR-7200، در صد پروتئین دانه در سال اول و سال سوم پروژه تعیین شد. برداشت توسط کمباین آزمایشی و با در نظر گرفتن اثرحاشیه‌ای انجام شد. عملکرد کل کرت مبنای تعیین عملکرد در هکتار قرار گرفت.

از آنجا که تست یکنواختی داده‌های عملکرد دانه، عملکرد کاه، تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در متر مربع، وزن هزار دانه و شاخص برداشت بیانگر عدم نرمال بودن داده‌ها به دلیل سرمازدگی در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ بود، از این رو داده‌های به دست آمده، ابتدا با استفاده از تبدیل لگاریتمی به صورت نرمال در آمده و سپس تجزیه واریانس مرکب بر روی آنها انجام شد. با استفاده از نرم افزارهای آماری Statistix و STAR تجزیهٔ آماری ساده و مرکب بر روی داده‌های به دست آمده انجام شد.

نتایج و بحث

شرایط آب و هوایی و تاثیر آن بر رشد

محصول: سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ با تولید ۲۳۲۲ کیلوگرم در هکتار بیش‌ترین میزان تولید و سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ نیز با تولید ۱۱۲۳ کیلوگرم در هکتار دارای کم‌ترین میزان تولید بود(جدول ۴). هم‌چنین سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ با تولید ۱۴۵۸ کیلوگرم در هکتار در رتبه دوم تولید قرار داشت. در مجموع سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ سال بسیار مناسبی برای تولید در شرایط دیم بود. میزان بارندگی در این سال ۳۳۴ میلی‌متر بود که نسبت به بلندمدت ۱۳ درصد افزایش نشان داد(جدول۲). علاوه بر این بارش از توزیع بسیار مناسبی برخوردا بود و تطابق بسیار مناسبی با مراحل رشد گیاه و همین‌طور درجه حرارت داشت. در مقابل سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ با میزان بارندگی ۴۹۵ میلی‌متر نسبت به میانگین بلندمدت ۶۴ درصد و نسبت به سال زراعی قبل، ۴۸ درصد افزایش نشان داد(جدول ۲). وجود ۲۹ روز یخبندان در اسفند، ۱۱ روز در فروردین و پنج روز در اردیبهشت هم‌زمان با بارش سنگین برف در ۱۳ فروردین ماه و به دنبال آن رسیدن حداقل دما در اردیبهشت‌ماه به ۳/۵- درجه سانتی‌گراد، به علاوه پایین بودن متوسط دما در طی ماه‌های اسفند، فروردین و اردیبهشت نسبت به میانگین بلندمدت، همگی از عوامل محدود کننده رشد رویشی گندم در این سال بودند. بنابراین می‌توان گفت در اقلیم‌های سرد و مرتفع دماهای حداقل یکی از مهم‌ترین عوامل

محدود کننده تولید به حساب می‌آید که حتی قادر است اثرات مثبت بارندگی مناسب را نیز خنثی کند. در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ نیز با میزان بارندگی ۳۳۴ میلی‌متر، در مجموع پارامترهای اقلیمی در حد نرمال بودند و گیاه به جز در مراحل پایانی رشد، خیلی با محدودیت خاصی مواجه نشد.

جدول ۲: خلاصه اطلاعات هواشناسی ایستگاه تحقیقات کشاورزی سارال طی سال‌های ۹۷-۱۳۹۶ الی ۹۹-۱۳۹۸

سال	پارامتر اقلیمی	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر
۹۷-۹۶	بارندگی	۰/۰	۲۰/۵	۶/۰	۱۳/۲	۶۶/۳	۲۸/۸	۵۵/۹	۹۸/۳	۴۴/۶	۰/۳
	حداقل مطلق دما	-۱/۰	-۲/۲	-۱۰/۲	-۷/۲	-۱۵/۶	-۵/۸	-۵/۱	۰/۱	۵/۷	۹/۰
	حداکثرمطلق دما	۲۶/۵	۲۱/۵	۱۱/۲	۱۲/۴	۱۱/۴	۱۶/۸	۲۲/۴	۲۱/۴	۲۷/۱	۳۳/۶
	متوسط دما	۱۳/۱	۹/۰	۱/۰	۱/۵	۰/۴	۴/۷	۹/۱	۹/۷	۱۶/۴	۲۳/۰
	روز زیر صفر	۲/۰	۳/۰	۲۸/۰	۲۴/۰	۲۵/۰	۲۵/۰	۴/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰
۹۸-۹۷	بارندگی	۲۴/۲	۷۶/۷	۸۹/۶	۳۳/۶	۵۶/۸	۱۸/۵	۱۳۸/۹	۳۷/۸	۱۷/۳	۰/۰
	حداقل مطلق دما	۴/۶	-۰/۳	-۸/۱	-۱۲/۶	-۱۱/۰	۱۰/۶	-۶/۸	-۳/۵	۶/۲	۱۰/۲
	حداکثرمطلق دما	۲۶/۰	۱۷/۶	۱۰/۴	۶/۶	۸/۵	۸/۶	۱۷/۲	۲۳/۷	۳۰/۰	۳۵/۷
	متوسط دما	۱۴/۹	۶/۴	۲/۴	-۲/۲	-۱/۰	-۰/۱	۴/۸	۱۰/۷	۱۸/۸	۲۳/۱
	روز زیر صفر	۰/۰	۱/۰	۱۹/۰	۳۰/۰	۳۰/۰	۲۹/۰	۱۱/۰	۵/۰	۰/۰	۰/۰
۹۹-۹۸	بارندگی	۳۴/۲	۵۲/۱	۳۷/۶	۱۵/۱	۱۲/۰	۴۴/۱	۸۴/۰	۶۸/۳	۰/۰	-
	حداقل مطلق دما	۳/۲	-۷/۲	-۶/۴	-۱۲/۴	-۲۰/۵	-۸/۲	-۲/۷	۱/۰	۶/۸	-
	حداکثرمطلق دما	۲/۸۰	۱۵/۲	۱۱/۰	۱۰/۸	۸/۹	۱۶/۴	۱۷/۴	۲۵/۲	۳۱/۰	-
	متوسط دما	۱۶/۴	۵/۸	۱/۵	-۱/۲	-۳/۳	۴/۹	۵/۹	۱۱/۹	۲۰/۰	-
	روز زیر صفر	۰/۰	۱۰/۰	۲۴/۰	۳۰/۰	۳۰/۰	۱۴/۰	۱۴/۰	۰/۰	۰/۰	-
میانگین	بارندگی	۴/۳	۶۸/۸	۲۰/۱	۱۹/۶	۳۱/۵	۲۸/۸	۵۴/۹	۵۴/۷	۳/۲	۴/۱
	حداقل مطلق دما	-۰/۱	-۵/۳	-۹/۸	-۹/۸	-۱۳/۲	-۸/۲	-۶/۸	۰/۶	۳/۵	۸/۳
	حداکثرمطلق دما	۲۲/۹	۱۴/۹	۹/۵	۹/۵	۶/۶	۱۳/۱	۱۸/۵	۲۴/۴	۲۹/۵	۳۴/۰
	متوسط دما	۱۲/۲	۵/۸	۱/۳	۱/۳	-۲/۸	۰/۸	۶/۵	۱۱/۲	۱۶/۸	۲۱/۴
	روز زیر صفر	۱/۰	۱۲/۰	۲۰/۰	۲۰/۰	۲۶/۰	۲۲/۰	۱۱/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰

عملکرد دانه: نتایج تجزیه واریانس مرکب سه ساله نشان داد که اثر خاک‌ورزی و میزان بذر بر عملکرد دانه در سطح ۵٪ معنی‌دار بود(جدول۳). همچنین اثر سال و اثر سال × خاک ورزی نیز در سطح ۱٪ معنی‌دار بود(جدول۳).

میانگین عملکرد دانه سه ساله برابر ۱۶۳۴ کیلوگرم در هکتار بود. به طورمتوسط تیمار خاک‌ورزی مرسوم با عملکرد ۱۸۵۸ کیلوگرم در هکتار دارای افزایش ۲۲ و ۲۱ درصدی به ترتیب نسبت به تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی بود(جدول ۴). در بررسی اثر متقابل سال و خاک ورزی مشخص شد که طی سال‌های اول و دوم عملکرد تیمارهای خاک‌ورزی با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند اما در سال سوم تیمار خاک‌ورزی

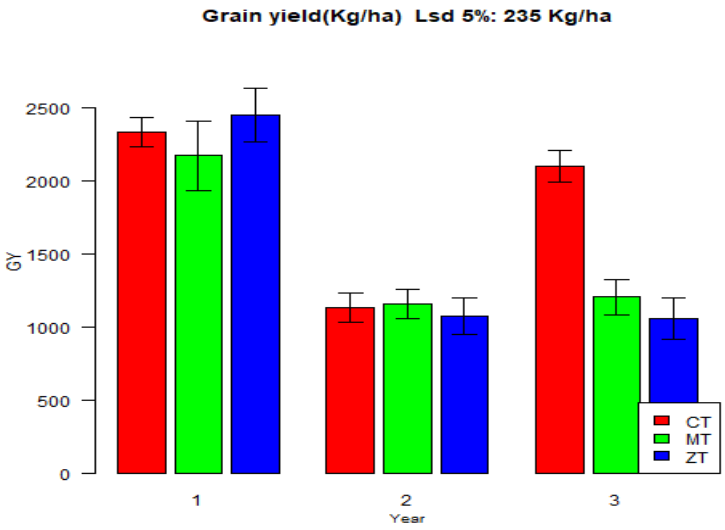
مرسوم با عملکرد ۲۱۰۳ کیلوگرم در هکتار، نسبت به تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی دارای افزایش ۷۴ و ۹۸ درصدی بود (نمودار۱). لوپز و همکاران(۲۰۰۳) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند. در سال سوم هجوم گونه‌های مختلف علف‌های هرز یکساله تیره گندمیان از قبیل جو دره(*Hordeum spontaneum*)، جو موشی(*Hordeum murinum*) و برموس(*Bromus spp*) و عدم کنترل موثر آنها توسط علف‌کش های رایج مانند تاپیک سبب کاهش رشد بوته‌های گندم، کاهش پنجه زنی و در نتیجه کاهش تراکم شد(Chauhan *et al*., 2012). مطالعات انجام شده در برزیل نشان داد که حتی حرکت ماشین کارنده کشت مستقیم(بذرکار نوتیل) و آن مختصر دست‌کاری خاک توسط تیغه‌های بذرکار کافی است تا بذور علف هرز را در معرض نور و رطوبت قرار داده و زمینه را برای جوانه‌زنی این بذور فراهم نماید(Theisen and Bastiaans, 2015). به‌علاوه، به دلیل رسی بودن خاک محل آزمایش و از هم پاشیدگی خاک‌دانه ها در اثر برخورد شدید قطرات باران روی سطح خاک تقریباً لخت، نفوذ رطوبت به داخل خاک کاهش یافت.

جدول۳: نتایج آنالیز واریانس مرکب سه ساله بر اساس میانگین مربعات برای عملکرد دانه و سایر صفات زراعی

منابع تغییر	درجه آزادی	عملکرد دانه	ارتفاع گیاه	خوشه در متر مربع	دانه در خوشه	دانه در متر مربع	وزن هزار دانه	عملکرد کاه	شاخص برداشت	کارآیی بارندگی
سال	۲	۲/۸۷۱**	۵۵۹۱۱**	۳/۱۵**	۱۹۶۸/۷۸**	۷/۲۵**	۱۷۶۲/۵۷**	۷/۰۵**	۰/۴۲۲**	۵۹۶/۴۳**
خاک ورزی	۲	۰/۴۵۱**	۱۲۴۷**	۰/۳۱۶**	۳۰۵/۵۵	۰/۸۴۸**	۴۵/۸۳	۰/۵۷۵**	۰/۰۰۹	۳۴/۳۰**
سال × خاک ورزی	۴	۰/۳۷۰**	۹۹۲**	۰/۱۶۴**	۷۹/۴۴	۰/۴۸۳**	۳۵/۳۹	۰/۲۳۴	۰/۰۱۴	**۳۴/۶۷
خطای a	۱۲	۰/۰۴۰	۲۶	۰/۰۲۸	۱۹/۶۳	۰/۰۵۴	۲۸/۰۷	۰/۰۳۹	۰/۰۱۱	۱/۶۴
رقم	۲	۰/۰۲۳	۶۶۱*	۰/۱۵۸	۱۳۳۴/۴۸	۰/۱۳۶	۳۳۹/۴۴	۰/۰۲۶	۰/۰۰۵	۰/۵۱
سال × رقم	۴	۰/۰۲۵	۹۵	۰/۰۰۳	۱۰۸/۸۷	۰/۰۲۱	۱۷/۶۲	۰/۰۰۸	۰/۰۰۷	۲/۳۳
خطای b	۱۲	۰/۱۳۸	۱۸۵	۰/۰۱۶	۲۲/۴۴	۰/۰۴۹	۴۷/۹۲	۰/۰۵۰	۰/۰۱۴	۱۲/۱۴
خاک ورزی × رقم	۴	۰/۰۳۷	۱۰۶	۰/۰۲۵	۳۸/۴۷	۰/۰۴۰	۱۶/۴۸	۰/۰۳۵	۰/۰۰۳	۱/۲۹
سال×خاک ورزی× رقم	۸	۰/۰۲۷	۱۱۱	۰/۰۱۷	۷/۲۳	۰/۰۳۶	۲۱/۱۷	۰/۰۱۳	۰/۰۰۲	۰/۷۲
خطای c	۲۴	۰/۰۲۷	۵۵	۰/۰۱۱	۱۲/۱۷	۰/۰۳۴	۲۱/۶۰	۰/۰۱۴	۰/۰۰۳	۲/۰۲
میزان بذر	۳	۰/۰۴۷*	۱۲	۰/۰۲۰	۵۴/۳۷	۰/۰۰۵	۱۶/۷۸	۰/۰۰۲	۰/۰۱۲*	۲/۶۹*
خاک ورزی × میزان بذر	۶	۰/۰۰۶	۸	۰/۰۰۶	۷/۷۹	۰/۰۲۶	۶/۳۰	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۴۶
رقم × میزان بذر	۶	۰/۰۰۱	۱۷	۰/۰۰۹	۷/۳۷	۰/۰۲۹	۱۰/۷۸	۰/۰۰۴*	۰/۰۰۲	۰/۵۷
سال × میزان بذر	۶	۰/۰۱۹	۲۷	۰/۰۱۴	۷/۷۲	۰/۰۲۹	۱۰/۹۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۴	۰/۴۸
خاک ورزی × رقم × میزان	۱۲	۰/۰۰۹	۲۰	۰/۰۰۷	۸/۵۷	۰/۰۳۷	۱۹/۶۳	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۵۷
سال × خاک ورزی × میزان	۱۲	۰/۰۰۹	۱۱	۰/۰۰۴	۱۹/۸۰	۰/۰۲۷	۱۲/۷۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۳
سال × رقم × میزان بذر	۱۲	۰/۰۲۲	۳۷	۰/۰۱۲	۱۳/۶۳	۰/۰۲۵	۱۲/۹۶	۰/۰۱۴*	۰/۰۰۵	۰/۷۹
سال × خاک ورزی× رقم×	۲۴	۰/۰۱۰	۲۱	۰/۰۰۷	۱۰/۷۴	۰/۰۲۸	۳۱/۰۷	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳	۰/۳۱
خطای d	۱۶۲	۰/۰۱۴	۲۲	۰/۰۰۹	۱۴/۶۲	۰/۰۲۶	۲۰/۷۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳	۰/۹۲

جدول۴: میانگین و خطای استاندارد تیمارهای مختلف خاک ورزی، رقم و میزان بذر بر عملکرد دانه و سایر صفات زراعی (تعداد نمونه = ۱۰۸)

	تیمار	عملکرد دانه	ارتفاع گیاه	خوشه در متر مربع	دانه در خوشه	دانه در متر مربع	وزن هزار دانه	عملکرد کاه	شاخص برداشت	کارآیی بارندگی
		کیلوگرم بر هکتار	سانتی متر	خوشه	دانه	دانه	گرم	کیلوگرم بر هکتار	درصد	کیلوگرم بر میلی متر بر هکتار
سال	۹۷-۱۳۹۶	۵۴±۲۳۲۲/۷	۰±۹۷/۵	۷±۳۳۸/۱	۱±۲۶/۷	۴۹۲±۸۶۲۲/۱	۰±۲۹/۵	۱۱۴±۵۰۶۶/۲	۰±۳۲/۵	۰±۷/۲
	۹۸-۱۳۹۷	۳۱±۱۱۲۳/۵	۰±۵۷/۶	۳±۱۶۰/۳	۰±۲۰/۵	۹۱±۳۱۲۱/۲	۰±۳۶/۴	۴۳±۱۶۹۱/۱	۰±۴۰/۴	۰±۲/۱
	۹۹-۱۳۹۸	۵۷±۱۴۵۸/۳	۱±۵۹/۱	۸±۱۹۷/۰	۰±۱۶/۵	۱۹۸±۳۲۴۹/۶	۰±۳۶/۶	۸۱±۲۱۴۷/۹	۰±۴۱/۷	۰±۴/۲
خاک‌ورزی	مرسوم	۵۸±۱۸۵۸/۶	۱±۷۵/۷	۱۱±۲۶۸/۱	۰±۲۲/۶	۳۱۵±۵۹۳۳/۱	۰±۳۳/۵	۱۷۸±۳۵۲۷/۳	۰±۳۷/۷	۰±۵/۲
	کم‌خاک‌ورزی	۶۶±۱۵۱۴/۱	۱±۷۰/۹	۸±۲۰۸/۱	۰±۱۹/۶	۲۴۴±۴۱۸۷/۷	۰±۳۴/۵	۱۴۳±۲۶۰۷/۹	۰±۳۸/۷	۰±۴/۲
	بی‌خاک‌ورزی	۷۶±۱۵۳۱/۹	۲±۶۸/۱	۹±۲۱۹/۰	۱±۲۱/۸	۵۴۸±۴۸۷۲/۲	۰±۳۳/۶	۱۶۸±۲۷۷۰/۸	۰±۳۷/۶	۰±۴/۳
رقم	آذر۲	۷۳±۱۶۰۱/۴	۱±۷۲/۹	۹±۲۱۵/۳	۰±۲۲/۶	۳۰۴±۴۹۶۹/۶	۰±۳۲/۶	۱۷۵±۲۹۰۳/۶	۰±۳۷/۷	۰±۴/۲
	باران	۶۹±۱۶۵۵/۴	۱±۷۳/۹	۹±۲۲۶/۱	۰±۲۲/۶	۳۲۰±۵۲۷۷/۷	۰±۳۳/۶	۱۶۹±۳۰۵۲/۶	۰±۳۷/۷	۰±۵/۲
	سرداری	۶۴±۱۶۴۶/۷	۲±۶۸/۰	۱۰±۲۵۴/۶	۱±۱۸/۸	۵۲۶±۴۷۴۶/۵	۰±۳۵/۵	۱۶۰±۲۹۴۸/۵	۰±۳۸/۸	۰±۵/۲
میزان بذر در متر مربع	۳۰۰	۸۰±۱۵۳۶/۶	۲±۷۱/۳	۱۱±۲۲۲/۵	۲±۲۳/۳	۷۰۳±۵۴۹۸/۸	۰±۳۲/۵	۱۹۸±۲۹۵۳/۹	۰±۳۶/۷	۰±۴/۳
	۳۵۰	۸۴±۱۶۸۶/۸	۲±۷۱/۲	۱۱±۲۳۱/۵	۰±۲۰/۷	۳۲۸±۴۸۰۸/۶	۰±۳۲/۵	۱۹۷±۳۰۱۷/۷	۰±۳۷/۸	۰±۵/۳
	۴۰۰	۷۶±۱۶۴۶/۴	۲±۷۱/۲	۱۱±۲۳۹/۷	۰±۱۹/۷	۳۵۰±۴۸۸۸/۹	۰±۳۲/۵	۱۹۵±۲۹۴۶/۱	۰±۳۸/۸	۰±۵/۳
	۴۵۰	۷۷±۱۶۶۸/۳	۲±۷۱/۴	۱۱±۲۳۳/۸	۰±۱۹/۳	۳۳۸±۴۷۹۵/۹	۰±۳۲/۵	۱۸۹±۲۹۵۵/۱	۰±۳۸/۷	۰±۵/۳

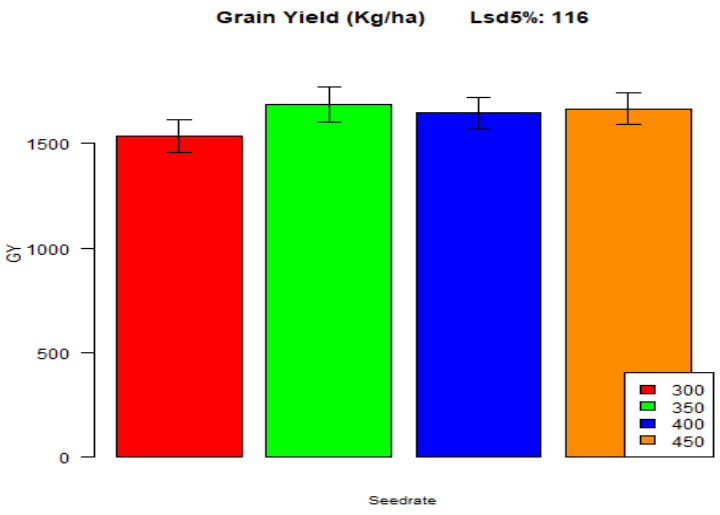


نمودار۳: کارآیی بارندگی تیمارهای خاک‌ورزی(خاک‌ورزی مرسوم : CT، کم‌خاک‌ورزی : MT، بی‌خاک‌ورزی : NT) طی سال‌های اول تا سوم

از آنجا که حجم بقایای به جا مانده از زراعت دو سال قبل به دلیل طولانی بودن دوره آیش(بیش از ۱۴ ماه) و جابجایی آن توسط باد در این منطقه، اندک است لذا نمی‌توان انتظار نفوذ بیشتر رطوبت و کاهش رواناب را در تیمار بی‌خاک‌ورزی بدون وجود بقایای گیاهی داشت(Lopez *et al*., 2003; Giller *et al*., 2015). نتایج این بررسی نشان داد که ارقام از لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری از خود نشان ندادند. هم‌چنین اثرات متقابل خاک‌ورزی× رقم و سال × رقم × خاک‌ورزی نیز معنی‌دار نبود(جدول ۳). در واقع ارقام مورد بررسی به سیستم-های مختلف خاک‌ورزی واکنش یکسانی نشان دادند.

نتایج این بررسی نشان داد که ارقام از لحاظ عملکرد دانه تفاوت معنی‌داری از خود نشان ندادند. هم‌چنین اثرات متقابل خاک‌ورزی× رقم و سال × رقم × خاک‌ورزی نیز معنی‌دار نبود(جدول ۳). در واقع ارقام مورد بررسی به سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی واکنش یکسانی نشان دادند. بنابراین چنین به نظر می‌رسد که کشاورزان دیم‌کار استان در کنار ارقامی مانند سرداری با طول کلئوپتیل بلند و یا آذر۲ با طول کلئوپتیل کوتاه، می‌توانند از ارقام جدید نیز مانند باران در شرایط کم‌خاک‌ورزی و یا بی‌خاک‌ورزی استفاده کنند. محققین دیگر نیز عدم معنی‌دار شدن اثر خاک‌ورزی × ژنوتیپ را در مناطق مختلف دنیا گزارش کرده‌اند(Zamir *et al*., 2010). البته گزارش‌های دیگری نیز وجود دارد که این اثر متقابل را معنی‌دار نشان دادند(Kharub *et al*. 2008). به نظر می‌رسد یکی از دلایل اصلی عدم معنی‌دار شدن اثر متقابل خاک‌ورزی و رقم در این آزمایش تعداد کم ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود که با یافته‌های دیگر محققین نیز مطابقت دارد(Zamir *et al*.,

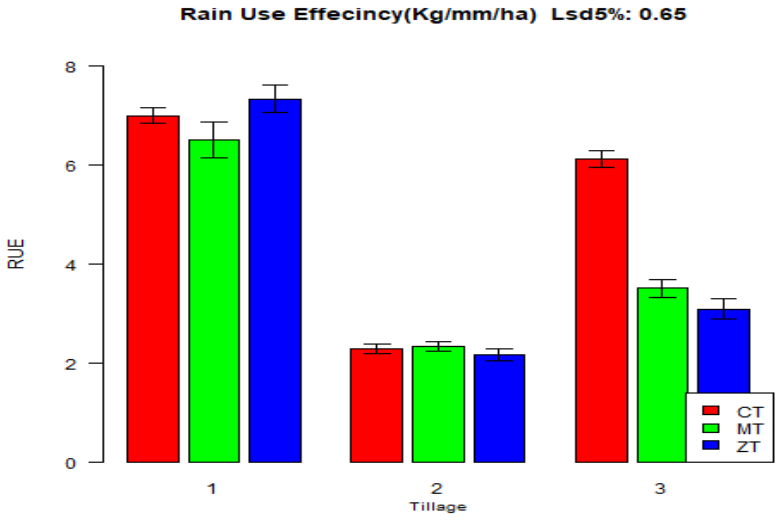
2010). هم‌چنین چون این ارقام در شرایط شخم مرسوم گزینش و معرفی شده‌اند و انتخاب آنها در شرایط خاک‌ورزی حفاظتی(بی‌خاک‌ورزی و یا کم‌خاک‌ورزی) نبوده است از این رو نمی‌توان گفت صفت خاصی در آنها وجود دارد که به طور اختصاصی با شرایط کشاورزی حفاظتی سازگار شده باشد(Herrera *et al.*, 2013). در این بررسی اثر متقابل خاک‌ورزی × رقم برای هیچ کدام از صفات مورد بررسی ازجمله ارتفاع، عملکرد کاه و اجزای عملکرد مشاهده نشد و این خود موید این مطلب است که ارقام انتخابی در ارتباط با این صفات، تفاوت چندانی با هم ندارند. شاید لازم باشد برای نیل به عملکردهای بالاتر و معرفی ارقامی که با سیستم بی‌خاک‌ورزی واکنش مثبتی نشان دهند، برنامه‌های اصلاح و گزینش ارقام گندم نان در شرایط دیم، به‌طورهم‌زمان در هر دو سیستم کشاورزی متداول و حفاظتی انجام شود تا مشخص شود آیا ارقامی که در شرایط خاک‌ورزی مرسوم معرفی شده‌اند، قادر هستند در هر دو شرایط کشاورزی مرسوم و حفاظتی عملکرد بالایی تولید کنند(Herrera *et al.*, 2013). نتایج تجزیه واریانس نشان داد که میزان‌های مختلف بذر اثر متفاوتی بر عملکرد داشتند(جدول ۳). دامنه عملکرد از ۱۵۳۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۳۰۰ دانه در متر مربع تا ۱۶۸۶ کیلوگرم در هکتار در تیمار ۳۵۰ دانه در متر مربع متغیر بود(نمودار۲). تیمارهای ۳۵۰، ۴۰۰ و ۴۵۰ دانه در متر مربع، هر کدام به ترتیب با عملکرد دانه ۱۶۸۶، ۱۶۴۶ و ۱۶۶۸ کیلو گرم در هکتار در یک کلاس آماری قرار گرفتند(نمودار ۲). عدم معنی‌دار شدن مقادیر مختلف بذر بر عملکرد ارقام سرداری و آذر۲ در سیستم خاک‌ورزی مرسوم، قبلاً نیز توسط روحی(۱۳۹۴و۱۳۹۲) گزارش شد. عملکرد بالاتر در تیمار ۳۵۰ دانه در متر مربع، بیش‌تر مربوط به افزایش تعداد خوشه در واحد سطح بود(جدول ۴).



نمودار۲: اثر میزان‌های مختلف بذر(Seed Rate) بر عملکرد دانه(GY)

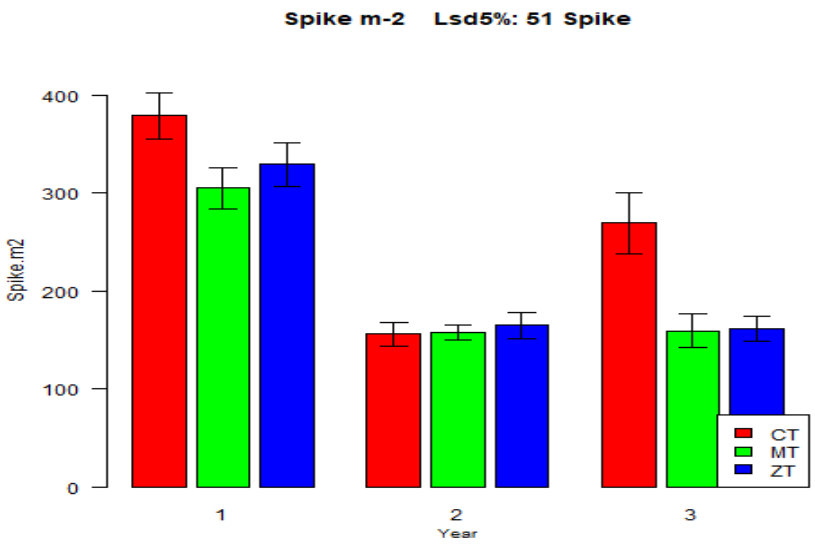
از آنجا که همبستگی بین عملکرد دانه با تعداد خوشه در متر مربع، مثبت و بسیار قوی‌تر از همبستگی بین تعداد دانه در خوشه با عملکرد بود(نمودار ۷)، افزایش تعداد خوشه در تیمار ۳۵۰ دانه در متر مربع، سبب افزایش عملکرد این تیمار نسبت به تیمار ۳۰۰ دانه در متر مربع شد. یافته‌های دیگر محققین نیز نتایج حاصله را تاییدمی‌کند(عبدالرحمنی و فیضی اصل،۱۳۸۴.، Tompkins *et al.*, 1991). در این بررسی تمامی اثرات متقابل میزان بذر با دیگر عوامل آزمایش از جمله خاک‌ورزی و رقم غیر معنی‌دار بود که نشان می‌دهد عملیات خاک‌ورزی و یا رقم در سطوح مختلف تراکم واکنش‌های یکسانی داشته‌اند(جداول ۳ و ۴).

بررسی کارآیی بارندگی نشان داد که طی سال‌های مختلف تغییرات کارآیی بارندگی معنی‌دار بود(جدول ۳). به طور متوسط بیش‌ترین کارآیی در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ به مقدار ۶/۹۵ و کم‌ترین آن در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ به مقدار ۲/۲۷ کیلوگرم بر میلی‌متر بر هکتار مشاهده شد(جدول ۴). سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ دارای بارندگی ۳۳۴میلی‌متر و سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ دارای بارندگی ۴۹۵ میلی‌متر بود(جدول ۲). بنابراین مشاهده می‌شود که در یک سال زراعی با بارندگی کم‌تر(۹۷-۱۳۹۶) میزان بهره‌وری بیشتر از سالی با بارندگی بیش‌تر(۹۸-۱۳۹۷) بود. تیمارهای مختلف خاک‌ورزی طی سال‌های مختلف رفتارهای متفاوتی در ارتباط با کارآیی بارندگی داشتند. در سال اول، تیمار بی‌خاک‌ورزی با ۷/۳۴ کیلوگرم بر میلی‌متر بر هکتار دارای برتری ۵ و ۱۳ درصدی به ترتیب نسبت به تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی بود در حالی‌که در سال دوم، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای خاک‌ورزی وجود نداشت(نمودار۳).

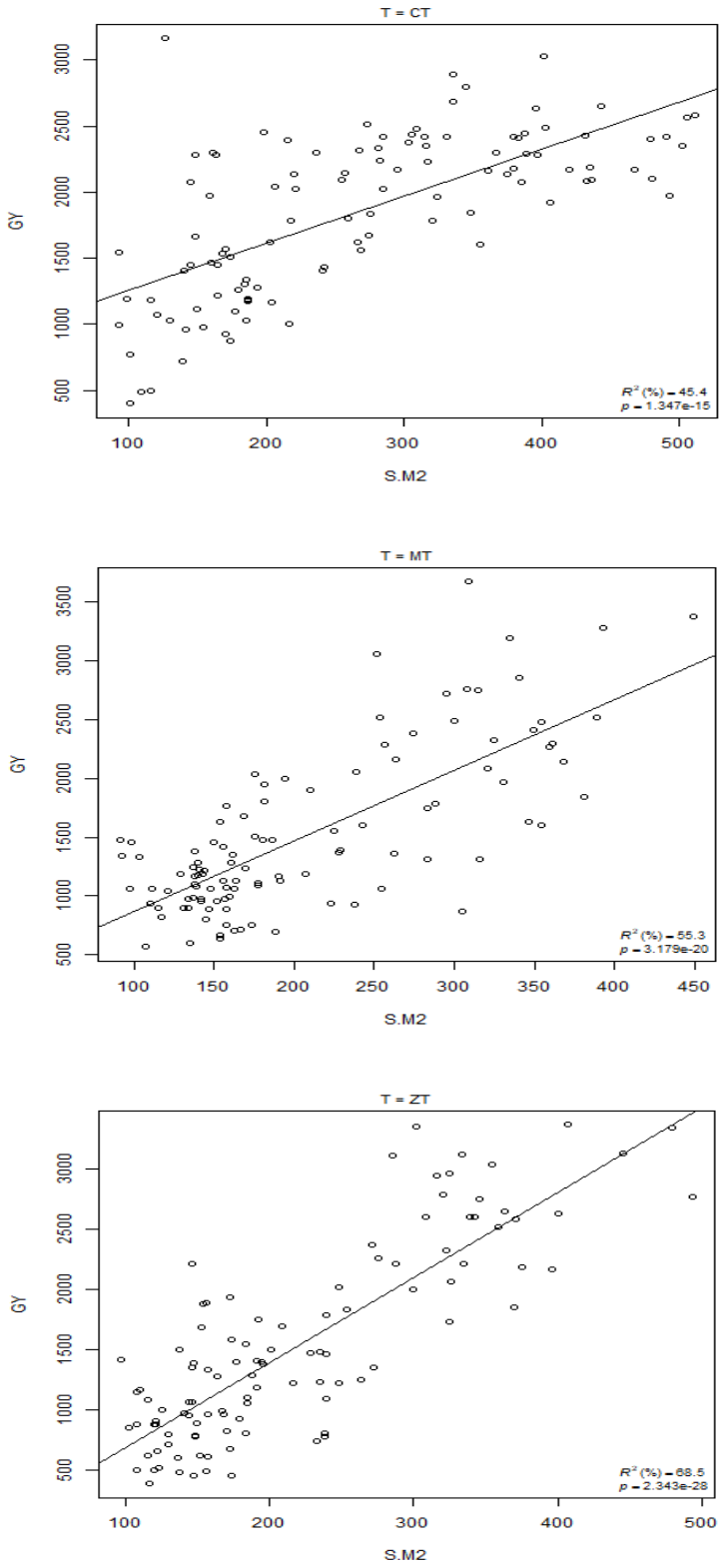


نمودار۳: کارآیی بارندگی تیمارهای خاک‌ورزی(خاک‌ورزی مرسوم : CT، کم‌خاک‌ورزی : MT، بی‌خاک‌ورزی : NT) طی سال‌های اول تا سوم

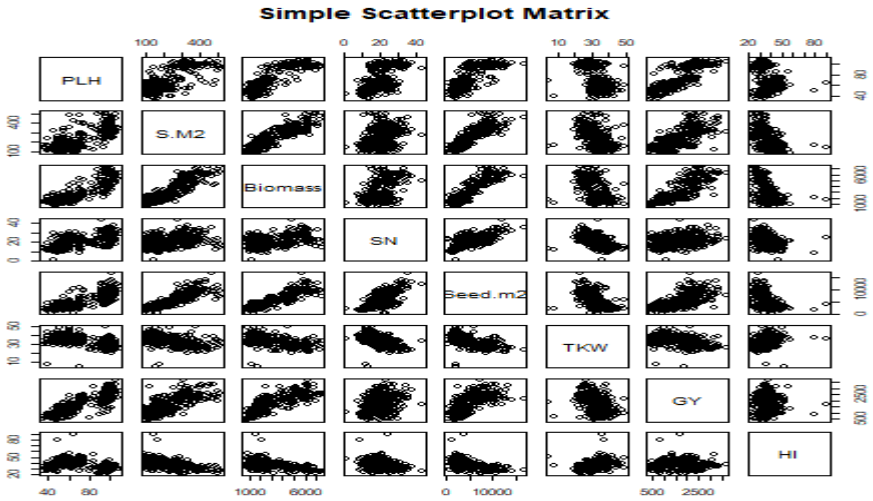
در سال سوم تیمار خاک‌ورزی مرسوم به ازای هر میلی‌متر بارندگی عملکردی معادل ۶/۱۳ کیلوگرم در هکتار تولید کرد که نسبت به تیمارهای بی‌خاک-ورزی و کم‌خاک‌ورزی دارای افزایشی معادل ۹۸ و ۷۴ درصد بود(نمودار۳). همت و اسکندری(۲۰۰۴ و ۲۰۰۶) در کشت ممتد گندم و نظام تناوبی گندم – نخود کارآیی بارندگی را در روش بی‌خاک ورزی بیشتر از روش خاک ورزی مرسوم گزارش کردند. بونفیل و همکاران(۱۹۹۹) نیز نتایج مشابهی گزارش کردند که در تضاد با نتایج این آزمایش است. توکلی و اویس(۲۰۰۴) نیز کارآیی بارندگی گندم دیم را در شرایط خاک‌ورزی مرسوم و آبیاری تکمیلی از ۱/۴۶ تا ۴/۲۹ کیلوگرم بر میلی‌متر بر هکتار گزارش کردند. نتایج هم‌چنین نشان داد که از میان اجزای عملکرد، تعداد خوشه در واحد سطح، تنها جزیی از عملکرد بود که تحت تاثیر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی قرار گرفت اگرچه اثر میزان بذر و رقم برای این صفت معنی‌دار نبود(جدول۳). طی سال‌های اول و دوم آزمایش، اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی و جود نداشت ولی در سال سوم تیمار خاک‌ورزی مرسوم با تولید ۲۶۹ خوشه، نسبت به تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی، به ترتیب دارای افزایش معنی‌دار به میزان ۶۸ و ۶۶ درصد بود(نمودار۴) که ناشی از عدم استقرار مناسب بذر به دلیل سفتی سطح زمین و نا یکنواختی در سبز شدن و احتمالاً ذخیره رطوبتی کم‌تر در این تیمارها به دلیل عدم نفوذ رطوبت طی فصل زراعی و در نتیجه کاهش تعداد پنجه باشد. این صفت همبستگی بسیار بالایی با عملکرد دانه داشت($r = 0.74^{**}$، نمودار۷) که نشان می‌دهد کاهش آن می‌تواند به‌طورعمده بر روی عملکرد دانه تاثیر منفی بگذارد(Hemmat & Eskandri,2006; Del Morral *et al*., 2003).



نمودار۴: اثر تیمارهای خاک ورزی(خاک‌ورزی مرسوم : CT، کم‌خاک‌ورزی : MT، بی‌خاک‌ورزی : NT) بر تعداد خوشه در متر مربع($Spike\ m^{-2}$) طی سال‌های اول تا سوم



نمودار۵: درصد همبستگی عملکرد دانه(GY) و تعداد خوشه در متر مربع($S.M^2$) در سطوح مختلف خاک‌ورزی(خاک‌ورزی مرسوم : CT، کم‌خاک‌ورزی : MT، بی‌خاک‌ورزی : NT)

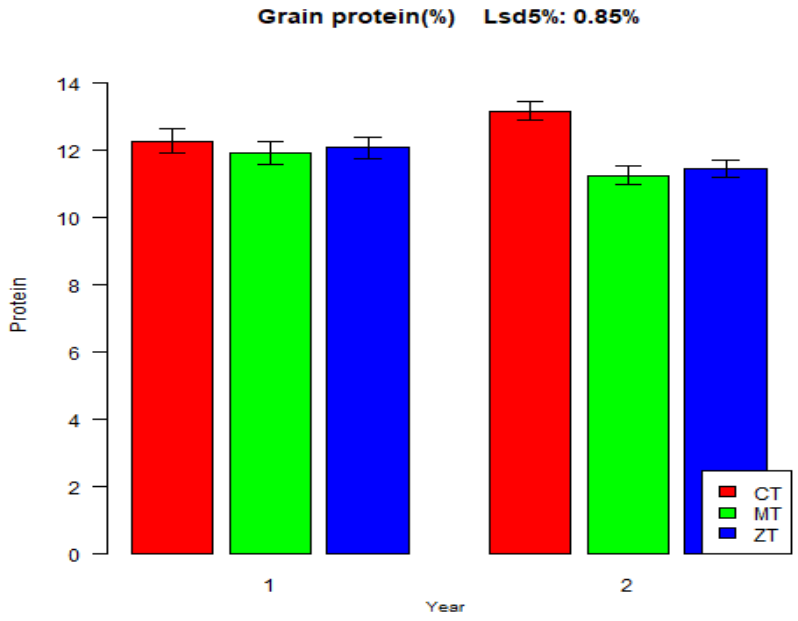


نمودار۷: ماتریکس همبستگی ساده بین صفات زراعی(ارتفاع گیاه:PLH، خوشه در متر مربع:$S.M^2$، زیست توده: Biomass، دانه در خوشه: SN، دانه در متر مربع: $Seed.m^2$، وزن هزار دانه:TKW ، عملکرد دانه: GY و شاخص برداشت: HI)

در برش انجام شده بر روی مقادیر مختلف همبستگی در هر سطح خاک‌ورزی مشخص شد که بیش‌ترین همبستگی بین این صفت با عملکرد دانه در تیمار بی-خاک‌ورزی($R^2 = 0.68^{**}$) و کم‌ترین آن در تیمار خاک‌ورزی مرسوم($R^2 = 0.45^{**}$) مشاهده شد(نمودار۵). بنابراین برای افزایش عملکرد دانه در سیستم بی‌خاک‌ورزی بسیار ضروری است که گیاهچه‌ها از استقرار مناسبی برخوردار بوده و هم-چنین توسعه پنجه زنی به صورت مطلوب صورت گیرد در غیر این‌صورت ممکن است کاهش عملکرد با افزایش دیگر اجزای عملکرد از جمله تعداد دانه در خوشه و یا وزن هزار دانه جبران نشود.

عملکرد کاه نیز تحت تاثیر سال‌های مختلف قرار گرفت و در مجموع در سال اول بیش‌ترین(۵۰۶۵ کیلو گرم در هکتار) و در سال دوم کم‌ترین(۱۶۹۰ کیلو گرم در هکتار) میزان عملکرد کاه به دست آمد(جدول ۴). تیمارهای خاک‌ورزی نیز اثر معنی‌داری بر عملکرد کاه گذاشتند به‌طوری‌که تیمار خاک‌ورزی مرسوم با عملکرد کاه ۳۵۲۷ کیلو گرم در هکتار، بیش‌ترین و تیمار کم‌خاک‌ورزی با تولید ۲۶۰۶ کیلو گرم در هکتار، کم‌ترین میزان کاه را تولید کرد(جدول۴). عملکرد کاه تابعی است از میزان ارتفاع گیاه و تعداد خوشه در متر مربع. نتایج همبستگی بین این صفات نشان داد که رابطه مثبت و بسیار معنی داری بین عملکرد کاه با ارتفاع گیاه($r=0.86^{**}$) و تعداد خوشه در متر مربع وجود داشت($r=0.90^{**}$). بنابراین حجم کاه تولیدی و مقدار بقایا در این منطقه به شدت تابع استقرار مناسب و سبز بهینه و کامل بذور کاشت شده می‌باشد. در مناطق سرد به دلیل یخبندان‌های زمستانه و عدم استقرار مناسب، معمولاً تعداد خوشه تولیدی در واحد سطح بسیار کم‌تر از تعداد بذر کاشت شده است، از این رو پتانسیل تولید کاه در این مناطق اندک است و از این رو آن مقدار از بقایای ایستاده

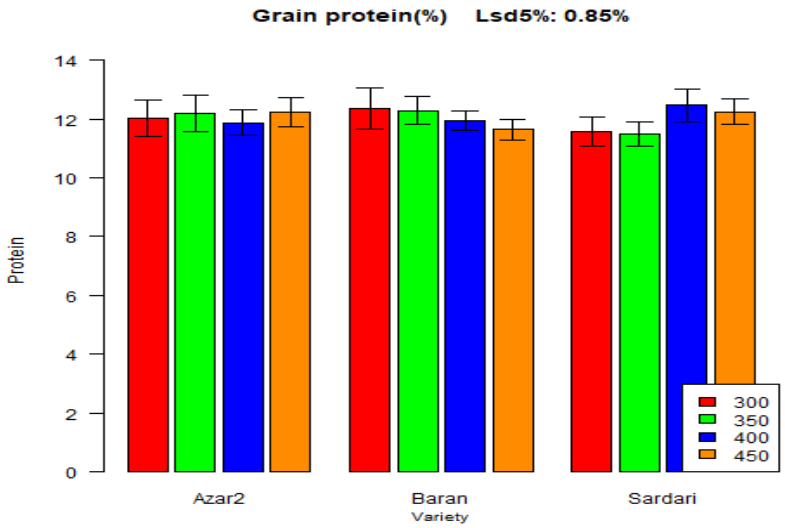
که لازم است روی سطح خاک باقی بماند تا اثرات مطلوب آن در نظام کشاورزی حفاظتی نمایان شود، تامین نمی‌شود. چالش دیگری که در این مناطق وجود دارد وزش بادهای شدید است که غالباً کلش‌های خوابیده بین ردیف‌های کاشت و هم‌چنین ساقه‌های نازک بقایای ایستاده را نیز از جا کنده و با خود می‌برد. در نظام تناوبی گندم-آیش که دوره آیش بیش از ۱۴ ماه است این موضوع بسیار ملموس‌تر است تا یک سیستم تناوبی گندم – نخود یا گندم – ماشک پاییزه که کمتراز دو ماه زمین به صورت خالی باقی می‌ماند. بررسی پروتئین دانه نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی در سال اول آزمایش اختلاف معنی‌داری از لحاظ درصد پروتئین دانه نداشتند ولی در سال پایانی، تیمار خاک‌ورزی مرسوم با ۱۳/۱۶ درصد پروتئین دانه نسبت به تیمارهای کم‌خاک ورزی و بی‌خاک‌ورزری به ترتیب دارای ۱/۹۲ و ۱/۷۲ درصد پروتئین بیش‌تری بود(نمودار۸).



نمودار۸: اثر سال بر درصد پروتئین دانه(Protein) در تیمارهای مختلف خاک ورزی (خاک‌ورزی مرسوم = CT، کم‌خاک‌ورزی = MT، بی‌خاک‌ورزی = NT)

محتوای پروتئین دانه نتیجه فعل و انفعالات پیچیده بین نیتروژن و آب قابل دسترس، عملکرد و دما است که در بسیاری از موارد این پیچیدگی مانع بررسی تک‌تک این عوامل می‌باشد. بعضی گزارش‌ها محتوی پروتئین دانه را به عنوان تابعی از سیستم‌های شخم بررسی کرده و عنوان کردند که رابطه معنی‌داری بین شخم و محتوی پروتئین دانه وجود ندارد(Bassett *et al.*, 1989). در مقابل، لوپز بلیدو

و همکاران(Lo´pez-Bellido *et al.*,1998) میزان پروتئین دانه بیش‌تری را در روش مرسوم نسبت به بی‌خاک‌ورزی گزارش کردند. دویتا و همکاران(۲۰۰۷) عکس آن را گزارش کردند. بر خلاف رقم آذر۲ که تفاوت درصد پروتئین دانه در هر چهار سطح میزان بذر غیر معنی‌دار بود، ارقام باران و سرداری واکنش‌های متفاوتی به میزان بذر داشتند. رقم باران در میزان بذر ۴۵۰ دانه در متر مربع کم‌ترین میزان پروتئین را داشت(۱۱/۶۴ ٪) در حالی‌که در دیگر سطوح(۳۰۰، ۳۵۰ و ۴۰۰ دانه در متر مربع) پروتئین دانه بیش‌تربود. بالعکس رقم سرداری در سطوح پایین میزان بذر از پروتئین کم‌تری برخوردار بود و با افزایش میزان بذر در واحد سطح بر مقدار پروتئین دانه افزوده شد(نمودار۹).



نمودار۹: اثر مقادیر مختلف بذر(Seed Rate) بر درصد پروتئین(Protein) دانه ارقام مختلف گندم

جمع بندی

نتایج سه سال ارزیابی نشان داد که تیمار خاک‌ورزی مرسوم دارای افزایش ۲۲ و ۲۱ درصدی نسبت به تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی بود. تفاوت معنی‌داری بین ارقام از لحاظ عملکرد دانه وجود نداشت. به‌طورکلی تیمار ۳۵۰ دانه در متر مربع نسبت به بقیه تیمارها عملکرد دانه بیش‌تری تولید نمود. از آنجا که اثرات متقابل خاک‌ورزی× رقم × میزان بذر غیر معنی‌دار بود از این‌رو می‌توان گفت که واکنش مقادیر بذر ارقام مختلف به نوع خاک-ورزی در نظام تناوبی گندم – آیش یکسان بوده و نمی‌توان به طور مشخص برای هر روش خاک‌ورزی، رقم و میزان بذر مشخصی تعیین کرد. نتایج ارزیابی پروتئین دانه نشان داد که در مجموع تیمار خاک‌ورزی مرسوم پروتئین دانه بیشتری نسبت به تیمارهای کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی داشت. به‌طورکلی بیش‌ترین میزان پروتئین دانه در رقم باران در مقادیر بذر ۳۵۰ و ۳۰۰ دانه در متر مربع

و در رقم سرداری در ۴۵۰ دانه در متر مربع مشاهده شد. نتایج این آزمایش هم‌چنین نشان داد با توجه به عدم پوشش دایمی بقایا در سطح خاک به دلیل طولانی شدن دوره آیش در مناطق سرد، سفتی سطح خاک به دلیل برخورد قطرات باران، تردد ماشین آلات و دیگر عوامل از جمله بافت سنگین خاک‌های این مناطق، کشت بی‌خاک‌ورزی گندم مطلوب نبوده و ممکن است به مرور زمان سبب کاهش شدید عملکرد شود. اما در صورتی‌که به جای آیش از محصولات تناوبی دیگری مانند نخود، ماشک پاییزه و دیگر محصولات مناسب استفاده شود به دلیل کاهش مدت زمان فاصله بین دو کشت و وجود مقدار کافی بقایا روی سطح خاک شرایط لازم برای اثرگذاری مطلوب کشاورزی حفاظتی و زراعت بدون شخم فراهم خواهد شد.

تشکر و قدردانی

داده‌ها و نتایج این مقاله مستخرج از پروژه خاص به شماره ۹۶۱۲۶۸-۰۵۲-۱۵-۵۳-۲۴ موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور است که با حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان انجام شد، لذا بدین‌وسیله مراتب قدردانی خود را از مسئولین ذیربط خصوصاً ریاست محترم سازمان جناب آقای مهندس فرید سپری، معاون محترم بهبود تولیدات گیاهی جناب آقای مهندس محمد صالح احمدی و همکاران محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان که در مراحل اجرای این آزمایش با بنده همکاری داشتند، ابراز می‌دارد.

منابع

روحی، ابراهیم. ۱۳۹۴. اثر فاصله ردیف و میزان بذر برعملکرد وخصوصیات زراعی گندم دیم رقم آذر۲ درمناطق مرتفع ایران. نشریه زراعت دیم ایران. دوره ۴ شماره ۱. صفحه ۱۵-۱.

روحی، ابراهیم. ۱۳۹۲. الگوی کاشت پیشنهادی برای گندم سرداری در مناطق سرد ایران. مجله علمی-ترویجی‌یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی باغی. جلد ۲ شماره ۱. صفحه ۶۵-۵۳.

عبدالرحمنی بهمن، فیضی اصل ولی. ۱۳۸۵. تاثیر تراکم بوته بر عملکرد دانه ژنوتیپ‌های گندم با قدرت پنجه‌زنی متفاوت در شرایط دیم. مجله نهال و بذر. جلد۲۲(۴): ۵۴۳-۵۵۴.

Bassett LM, Allan RE, Rubenthaler GL. 1989. Genotype x environment interactions on soft white winter wheat quality. Agronomy Journal 81(6): 955-960

Bonfil DJ, Mufradi I, Klitman S, Asido S. 1999. Wheat grain yield and soil profile water distribution in a no-till arid environment. Agronomy Journal 91(3): 368-373

Chauhan BS, Singh RG, Mahajan G. 2012. Ecology and management of weeds under conservation agriculture: a review. Crop Protection 38: 57-65.

Conry MJ, Hegarty A.1992. Effect of sowing date and seed rate on the grain yield and protein content of winter barley. The Journal of Agricultural Science 118(3): 279-287

FAO (2019). Conservation Agriculture. Available online at: http://www.fao.org/ conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/en/ (accessed August 2019).

Franzluebbers AJ, Hons FM.1996. Soil-profile distribution of primary and secondary plant-available nutrients under conventional and no tillage. Soil and Tillage Research 39(3-4): 229-239

Del Moral LG, Rharrabti Y, Villegas D, Royo C. 2003. Evaluation of grain yield and its components in durum wheat under Mediterranean conditions: an ontogenic approach. Agronomy Journal 95(2): 266-274.

De Vita P, Di Paolo E, Fecondo G, Di Fonzo N, Pisante M. 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil and Tillage Research 92(1-2): 69-78

Giller KE, Andersson JA, Corbeels M, Kirkegaard J, Mortensen D, Erenstein O, Vanlauwe B. 2015. Beyond conservation agriculture. Frontiers in plant science 6, 870

Giller KE, Witter E, Corbeels M, Tittonell P. 2009. Conservation agriculture and smallholder farming in Africa: the heretics' view. Field Crops Res 114(1):23–34

Hemmat A, Eskandari I. 2004. Tillage system effects upon productivity of a dryland winter wheat–chickpea rotation in the northwest region of Iran. Soil and Tillage Research 78(1): 69-81.

Hemmat A, Eskandari I. 2006. Dryland winter wheat response to conservation tillage in a continuous cropping system in northwestern Iran. Soil and Tillage Research 86(1): 99-109

Herrera JM, Verhulst N, Trethowan RM, Stamp P, Govaerts B. 2013. Insights into genotype× tillage interaction effects on the grain yield of wheat and maize. Crop Science 53(5): 1845-1859

Hossain MI, Sayre KD, Gupta PK, Duxbury JM, Haque ME. 2009. Performance of different wheat genotypes under different tillage options.

Kharub AS, Chatrath R, Shoran JAG. 2008. Performance of wheat (Triticum aestivum) genotypes in alternate tillage environments. The Indian Journal of Agricultural Sciences 78(10).

Lal R. 2015. Sequestering carbon and increasing productivity by conservation agriculture. Journal of Soil and Water Conservation 70(3) : 55-62.

Li H, Gao H, Wu H, Li W, Wang X, He J. 2007. Effects of 15 years of conservation tillage on soil structure and productivity of wheat cultivation in northern China. Soil Research 45(5): 344-350.

Lopez MV, Moret D, Gracia R, Arrue JL. 2003. Tillage effects on barley residue cover during fallow in semiarid Aragon. Soil and Tillage Research 72(1): 53-64

López-Bellido L, Fuentes M, Castillo JE, López-Garrido FJ. 1998. Effects of tillage, crop rotation and nitrogen fertilization on wheat-grain quality grown under rainfed Mediterranean conditions. Field Crops Research 57(3): 265-276

Page KL, Dang YP, Dalal RC. 2020. The ability of conservation agriculture to conserve soil organic carbon and the subsequent impact on soil physical, chemical, and biological properties and yield. Frontiers in sustainable food systems, 4

Page KL, Dang YP, Dalal RC, Reeves S, Thomas G, Wang W, Thompson JP. 2019. Changes in soil water storage with no-tillage and crop residue retention on a Vertisol: impact on productivity and profitability over a 50 year period. Soil and Tillage Research 194: 104319

Pittelkow CM, Liang X, Linquist BA, Van Groenigen KJ, Lee J, Lundy ME, Van Kessel C. 2015. Productivity limits and potentials of the principles of conservation agriculture. Nature 517(7534): 365-368.

Rawson HM. 2000. Irrigated wheat(managing your crop). FAO 95p.

Tavakkoli AR, Oweis TY. 2004. The role of supplemental irrigation and nitrogen in producing bread wheat in the highlands of Iran. Agricultural Water Management 65:225-236

Theisen G, Bastiaans L. 2015. Low disturbance seeding suppresses weeds in no-tillage soyabean. Weed Research 55(6): 598-608.

Tompkins DK, Hultgreen GE, Wright AT, Fowler DB. 1991. Seed rate and row spacing of no-till winter wheat. Agronomy Journal 83(4): 684-689

Zamir MSI, Azraf-ul-Haq A, Javeed HMR. 2010. Comparative performance of various wheat (Triticum aestivum L.) cultivars to different tillage practices under tropical conditions. African Journal of Agricultural Research 5(14): 1799-1803

Wozniak A, Wesołowski M, Soroka M. 2015. Effect of long-term reduced tillage on grain yield, grain quality and weed infestation of spring wheat. Journal of Agricultural Science and Technology 17(4): 899-908

DOI: 10.22092/IDAJ.2021.355333.345

Effect of different tillage methods and seed rate on quantitative and qualitative yield of wheat cultivars in a wheat – fallow rotation system in cold area of rainfed condition

Ebrahim Roohi [1*] ,Mohammad Hossein Sedri[2], Mohammad Kouhsar Bostani[2], Farhang Khaledian[2]

1- *Horticultural and Crop Research Department, Kurdistan, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj,Iran.*
2- *Soil and Water Researchn Department, Kurdistan, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sanandaj,Iran.*

Abstract

The effect of tillage methods on the quantitative and qualitative yield of rainfed wheat cultivars in different seed rates under a fallow-wheat rotation system during three cropping seasons (2017-2018 to 2019-2020) at Saral Research Station was studied. A strip split plot design based on RCBD with three replications was used. Conventional Tillage, CT(tillage with moldboard in spring followed by disk harrow in summer), Minimum Tillage, MT(Stubble cultivator after harvesting in summer) and No Tillage, NT(direct planting without soil disturbance) as horizontal, rainfed wheat cultivars(Azar 2, Baran and Sardari) as vertical and different seed rates(300, 350, 400 and 450 seeds per square meter) were considered as subplots. The results showed CT compares with MT and NT, increased grain yield by 22% and 21%, respectively. Wheat cultivars did not affect grain yield, significantly. The seed rate of 350 grain per square meter produced more grain yield than other treatments. Apart from the interaction of year × tillage, none of the interactions were significant. There was no significant difference between cultivars and seed rate in terms of protein percentage, but the effect of tillage was significant at 1% level, so that the highest and the lowest amount of grain protein was found in CT(12.72%) and MT (11.59%), respectively. The response of wheat cultivars to seed rate and tillage in the wheat-fallow system was not significantly differed. Due to the long fallow period and the reduction of residues on the soil surface followed by sharp decline in yield, conservation tillage is not recommended.

Keywords: Rainfed wheat cultivar, no tillage, minimum tillage, conventional tillage, seed rate

* *Corresponding author*: *roohiebrahim@yahoo.com* *Submit date:2021/07/23 Accept date: 2021/09/16*