

تاثیر روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی بر روی برخی خواص فیزیکی خاک و گندم دیم و ارزیابی این روش‌ها به طریق تصویربرداری گرمایی

ایرج اسکندری^{۱*}، حسین نوید^۱ و فواد مرادی^۲

تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۳

۱- گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه تبریز

۲- پژوهشکده بیوتکنولوژی کشاورزی کرج

*مسئول مکاتبه E-mail: eskandari1343@yahoo.com

چکیده

اختلاف بین طیف‌های بازتاب یافته می‌تواند مبنای آشکارسازی میزان بقایای گیاهی و رشد محصول به روش سنجش از دور در روش‌های خاک‌ورزی باشد. به منظور ارزیابی تاثیر بقایای گیاهی در تولید محصول، تحقیقی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار شامل یک تیمار خاک‌ورزی مرسوم و چهار تیمار خاک‌ورزی حفاظتی در چهار تکرار به اجرا درآمد. ارزیابی بقایا و پارامترهای رشد محصول به روش معمول و روش استفاده از امواج نزدیک مادون قرمز توسط تصویربرداری گرمایی دستی (اندازه‌گیری دمای سطح خاک و دمای کانوپی) قبل و بعد از عملیات خاک‌ورزی انجام گرفت. جهت بررسی اثر تیمارهای آزمایشی بر عملکرد گندم و خاک، اندازه‌گیری‌های مربوط به صفات زراعی و خواص فیزیکی خاک به عمل آمد. نتایج نشان داد که اثر تیمارها بر روی عملکرد دانه گندم در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. بیشترین عملکرد دانه با میانگین ۱۷۳۵ کیلوگرم در هکتار مربوط به تیمار بی‌خاک‌ورزی بوده و عملکرد تیمار خاک‌ورزی کاهش یافته ۳۱٪ نسبت به روش متداول بیشتر بود. بی‌خاک‌ورزی موجب افزایش رطوبت خاک در عمق ۳۰-۳۰ سانتی‌متر و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۲۰-۲۰ سانتی‌متری گردید. روش مذکور موجب کاهش دمای کانوپی گندم به میزان ۹-۳ درجه سانتی‌گراد نسبت به تیمارهای متداول و کم‌خاک‌ورزی شد. نتایج این تحقیق نشان داد که در سیستم تناوبی علوفه - گندم با میزان بارندگی کمتر از ۲۵۱ میلی‌متر، بی‌خاک‌ورزی موجب افزایش عملکرد گندم دیم به میزان ۷۶۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به روش متداول می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: تصویر بردار طیفی، خاک‌ورزی حفاظتی، دمای سطح، دمای کانوپی، عملکرد گندم دیم

۱- مقدمه

واژه‌های بی‌خاک‌ورزی، کشت مستقیم، کم‌خاک‌ورزی و یا خاک‌ورزی نواری برای مشخص نمودن عملیات خاص با هدف حفاظتی بوده و معمولاً باقی ماندن ۳۰٪ بقایا در روی خاک که مشخصه حد پایین در کلاس بندی خاک‌ورزی حفاظتی می‌باشد، به کار می‌رود. ولی اهداف دیگر این عملیات شامل صرفه‌جویی در زمان، سوخت، آب، حفظ ساختمان و مواد غذایی خاک می‌باشد (بیکر و همکاران، ۱۹۹۶). توجه به اهمیت خاک‌ورزی حفاظتی و باقی ماندن بقایای گیاهی در سطح خاک، نیاز به ارزیابی نقش بقایا با نحوه رفتار محصول بعدی از نظر عملکرد و پارامترهای مربوط به خاک می‌باشد. روش‌های مرسوم اندازه‌گیری بقایا به دلیل تغییرات سه بعدی در بقایا، در مزارع بزرگ ناکارآمد می‌باشند. ارزیابی منطقه‌ای عملیات خاک‌ورزی حفاظتی در آمریکا، از پیمایش‌های سالیانه‌ای توسط مرکز اطلاعات تکنولوژی حفاظتی^۱ صورت می‌گیرد. مروری بر اسناد روش‌های اندازه‌گیری

در سیستم‌های مختلف تناوب، ذخیره آب در خاک از مسائل اصلی تولید محصولات دیم در نواحی نیمه خشک می‌باشد، به نحوی که گیاه بعدی دچار تنش آبی شدید نشده و تولید مناسبی را داشته باشد. آب ذخیره شده در لایه‌های سطحی خاک که می‌تواند به وسیله بقایای گیاهی در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی تامین گردد، در دوره اولیه رشد گیاه یعنی دوره جوانه زدن و استقرار گیاه اهمیت زیادی دارد (لارسون و همکاران، ۱۹۸۳). بقایای گیاهی در یک محیط اشباع از بخار آب می‌تواند ۸۰ تا ۹۰ درصد وزن خود آب جذب کند، در صورتی که تحت همان شرایط مواد رسی فقط ۱۵ تا ۲۰ درصد آب جذب می‌نمایند (ارشد و همکاران، ۱۹۹۹). بنابراین باقی ننگه داشتن بقایای گیاهی در سطح خاک موجب فراهم آوردن محیطی مناسب برای نفوذ آب در خاک شده و کاهش تبخیر از سطح خاک را موجب می‌شود و با به دام انداختن برف در سطح مزرعه در ذخیره آب مخصوصاً در مناطق دیم می‌تواند بسیار موثر باشد (اونگر و مک کلا، ۱۹۸۰).

¹Conservation Technology Center

باشد، ولی تحت شرایطی که مواد معدنی موجب تغییرات بزرگ در مقدار شاخص جذب سلولز با مقادیری شبیه یا حتی بیش از مقادیر بقایا می‌شوند، این شاخص نمی‌تواند کارآمد باشد (سربین و همکاران، ۲۰۰۹).

جمع‌آوری دستی اطلاعات خاک‌ورزی در یک مقیاس منطقه‌ای می‌تواند وقت‌گیر بوده و مستلزم نیروی کاری بسیار زیاد و پرهزینه باشد. روش‌های متداول برای تهیه نقشه عملیات خاک‌ورزی در یک سطح بزرگ شامل: پیمایش مزرعه‌ای و تفسیر دستی نقشه‌های هوایی می‌باشد. در طی تحقیقی با استفاده از داده‌های ماهواره لندست برای شمال اوهایو، یک نقشه بقایای گیاهی که بیانگر ۵ طبقه خاک‌ورزی با دقت ۶۸٪ بود، استخراج گردید. سه کلاس خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی شدید (پوشش بقایا برابر با ۱۵٪) کم خاک‌ورزی (پوشش بقایا بین ۳۰٪ - ۱۵) و خاک‌ورزی حفاظتی (پوشش بقایا بیش از ۳۰٪) معرفی شد (موتسج ۱۹۹۰). این مطالعات دقت پیشگویی بالا را در ۲ طبقه یعنی بیشتر و کمتر از ۳۰ درصد بقایا دارند (تاوما و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به این‌که در خاک‌ورزی حفاظتی پوشش بقایا بعد از کلیه عملیات مد نظر می‌باشد، این پژوهش با استفاده از روش طیفی به دنبال آشکارسازی نقش بقایا بر روی برخی خواص فیزیکی خاک و پارامترهای مربوط به عملکرد، در راستای تعیین مناسب‌ترین عملیات خاک‌ورزی حفاظتی در سیستم تناوبی علوفه - گندم می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی بقایای گیاهی در روش‌های خاک‌ورزی متداول و حفاظتی به روش سنجش از دور و ارزیابی تاثیر بقایای گیاهی بر روی عملکرد گندم در تناوب با علوفه پائیزه، این تحقیق در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار خاک‌ورزی حفاظتی و متداول در چهار تکرار به اجرا در آمد. تیمارها به شرح زیر بودند:

- ۱- گاواهن برگرداندار + هرس بشقابی + کاشت با خطی کار (MD)
 - ۲- گاواهن قلمی + هرس بشقابی، کاشت با خطی کار (CD)
 - ۳- خاک‌ورز مرکب + کاشت با خطی کار (MT)
 - ۴- جمع‌آوری کاه و کلش ریخته شده از کمباین، کاشت با خطی کار کشت مستقیم^۲ (NT₁)
 - ۵- توزیع یکنواخت کاه و کلش ریخته شده از کمباین، کاشت با خطی کار کشت مستقیم (NT₂)
- مشخصات فنی ادوات و خطی کارهای مورد استفاده در تحقیق در جدول ۱ آمده است.

۲-۱- شرایط اکولوژیکی منطقه اجرای تحقیق

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در استان آذربایجان شرقی واقع در ۲۵ کیلومتری جاده مراغه - هشتگرد در ۴۶ درجه و ۲۰ دقیقه طول شرقی و ۳۷ درجه، ۱۲ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۱۷۲۰ متری از سطح دریا به اجرا درآمد. منطقه مذکور از یک

بقایای گیاهی، مسائل حل نشده از قبیل عدم ارائه تغییرات سه بعدی در روش برش عرضی و یا خطاهای احتمالی در اندازه‌گیری بقایا در روش مشاهده‌ای را نشان می‌دهد (کوراک و همکاران، ۱۹۹۳، موریسون و همکاران، ۱۹۹۵).

سنجش از دور می‌تواند در ارزیابی بقایای گیاهی و شدت خاک‌ورزی مورد استفاده قرار گیرد. بازتاب طیفی خاک و بقایای گیاهی اغلب در محدوده بینایی و محدوده پائین فروسرخ (۱۹۰۰ - ۴۰۰ نانومتر) شبیه بوده ولی تشخیص خاصیت جذب در بخش بالای طول موج مادون قرمز (۲۵۰۰ - ۱۹۰۰ نانومتر) مشهود است (سربین و همکاران، ۲۰۰۹). هرچند روش‌های سنجش از دور برای تشخیص محصولات و ارزیابی موقعیت آنها مورد استفاده قرار می‌گیرد، تلاش‌ها برای اندازه‌گیری بقایا از این طریق نتایج مختلفی داشته است. در اراضی که تفاوت بازتابش چند طیفی بین بقایا و خاک، بزرگ می‌باشد، شاخص‌هایی بر اساس نقشه برداری موضوعی لندست^۱ می‌توانند در تشخیص بقایا مورد استفاده قرار گیرند. با این وجود، این شاخص‌ها در اراضی با خاک‌های متفاوت کمتر موثر است (داوتری و همکاران، ۲۰۰۵). علت آن تفاوت کم بین بسیاری از خاک‌ها با بقایای گیاهی بوده و این شاخص‌ها قویا تحت تاثیر گیاهان سبز قرار می‌گیرند (گیل و فین، ۲۰۰۸). بازتابش طیفی برای گیاهان سبز بین ۴۰۰ الی ۱۰۰۰ نانومتر است که مناسب برای خاک و بقایای گیاهی نمی‌باشد (داوتری و همکاران، ۱۹۹۷، آسه و تاناکا، ۱۹۹۱). بازتاب طیفی خاک و بقایای گیاهی اغلب در محدوده بینایی و محدوده پائین فروسرخ (۴۰۰ - ۱۹۰۰ نانومتر) شبیه به هم است ولی خاصیت جذب طیفی در بقایای گیاهی و در بخش بالای طول موج فروسرخ (۱۹۰۰ - ۲۵۰۰ نانومتر) دیده می‌شود که این امر در خاک لخت اتفاق نمی‌افتد (سربین و همکاران، ۲۰۰۹؛ استرک و همکاران، ۲۰۰۲؛ بیارد و بارت، ۱۹۹۷). جهت ارزیابی شاخص‌های منتج از نقشه‌بردار موضوعی لندست و فرا طیفی^۱ در برآورد بقایای گیاهی، تحقیقی در ایالت‌های کلرادو، مونتانا، اورگون و واشنگتن انجام گرفت. نتایج نشان داد که بعضی از شاخص‌ها تحت تاثیر موقعیت نسبی قرار گیری بقایا بوده و مدیریت‌های مختلف برداشت چندان بر روی این شاخص‌ها تاثیر نداشتند (اگیولار و همکاران، ۲۰۱۲). یک روش امید بخش برای تشخیص بقایا از خاک، استفاده از خاصیت جذب اشعه در ۲۱۰۰ نانومتر توسط بقایای گیاهی و اجزایی که دارای سلولز هستند، می‌باشد (مورای و ویلیام، ۱۹۸۸). در این راستا دو پهنای بلند طول موج (۲۳۰۰ - ۱۷۳۰ نانومتر) وابسته به سلولز و ماده چوب اساس تشخیص بقایا از خاک می‌باشند (کوکالی و کلارک، ۱۹۹۹؛ کوران، ۱۹۸۹؛ الویج، ۱۹۹۰). در بازتابش طیفی بقایای گیاهی خشک، خاصیت جذب در نزدیک ۲۱۰۰ نانومتر کاملاً مشهود بوده که در خاک دیده نمی‌شود (سربین و همکاران، ۲۰۰۹؛ داوتری و همکاران، ۲۰۰۴؛ داوتری، ۲۰۰۱؛ ناگلر و همکاران، ۲۰۰۰). علیرغم اینکه شاخص جذب سلولز در متمایز ساختن مواد معدنی خاک و بقایای گیاهی موثر می-

¹Landset Thematic Mapper

²Hyperspectral

³No-till Drill

۲-۶- نمونه برداری خاک

در مراحل مختلف اجرای تحقیق، نمونه‌های دست نخورده از اعماق ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۴۰ سانتی‌متری جهت تعیین رطوبت وزنی بنا به روش گاردنر (۱۹۸۶) برداشته شده و جرم مخصوص ظاهری آنها بر اساس روش بلک و هاریته (۱۹۸۶) اندازه‌گیری شد.

۲-۷- عملیات تحقیقاتی در برداشت محصول

قبل از برداشت محصول، نمونه‌های گندم ۳ ردیف به طول یک متر از تمام پلات‌ها برداشت و بر روی این نمونه‌ها اندازه‌گیری‌هایی شامل تعیین ضریب پنجه‌زنی بارور، میانگین طول ساقه، تعداد سنبله در واحد سطح، تعداد دانه، وزن هزار دانه گندم در یک سنبله و میانگین وزن سنبل و کاه و ریشه به عمل آمد. در زمان برداشت، ۲۰ ردیف کاشت به طول ۱۰ متر به صورت تصادفی برداشت شده و عملکرد دانه، کاه و بیولوژیک تیمارها، تعیین گردید.

۲-۸- بهره‌وری بارندگی

پس از برداشت، عملکرد دانه هر پلات در آن خشک شده و از طریق تقسیم وزن عملکرد خشک بر کل بارندگی سالیانه مقدار بهره‌وری بارندگی محاسبه شده و همراه با سایر پارامترهای اندازه‌گیری شده مورد ارزیابی قرار گرفت.

۲-۹- محاسبات آماری

محاسبات آماری شامل تجزیه واریانس و اثرات مستقیم و غیر مستقیم اجزا عملکرد، با استفاده از نرم افزار SPSS انجام و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- اثر روش‌های خاک‌ورزی بر میزان رطوبت و

جرم مخصوص ظاهری خاک

قبل از عملیات خاک‌ورزی میزان رطوبت وزنی خاک در لایه‌های ۰-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۴۰ سانتی‌متر به ترتیب برابر با ۷/۸، ۱۵/۴ و ۱۸/۱ درصد بود. این میزان در لایه زیرین ۳۰ سانتی‌متری خاک در تمامی تیمارها تقریباً یکسان بود. در مرحله گلدهی گندم تفاوت معنی‌داری در لایه ۰-۳۰ سانتی‌متری بین میزان رطوبت خاک در تیمارها مشاهده گردید (جدول ۳).

در مرحله بعد از برداشت میزان رطوبت در روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی و روش مرسوم تفاوت معنی‌داری نشان داد. بنا به گزارش نورود (۲۰۰۰) بی‌خاک‌ورزی موجب ذخیره بیشتر رطوبت در لایه‌های پایینی خاک نسبت به روش خاک‌ورزی متداول می‌گردد. با توجه به نتایج در هر لایه مورد اندازه‌گیری، میزان رطوبت بین تیمارها بین ۱-۳ درصد متغیر می‌باشد. در مراحل مختلف اندازه‌گیری بیشترین میزان رطوبت خاک به تیمار کشت مستقیم (NT₂) تعلق داشت. کلمن

اقلیم نیمه خشک سرد هم‌مرز با فراسرد برخوردار است. متوسط بارندگی بلندمدت ۳۶۰ میلی‌متر و تعداد روزهای یخبندان ۱۲۹ روز می‌باشد. حداکثر مطلق درجه حرارت ایستگاه ۳۷ درجه سانتی‌گراد، حداقل مطلق ۲۵- درجه و دمای متوسط سالیانه ۹/۳ درجه سانتی‌گراد است.

۲-۲- بارندگی و دما

مقدار بارندگی کل طی فصل زراعی ۹۱-۹۰ برابر با ۲۶۳ میلی‌متر بوده که در مقایسه بلندمدت (آمار ۲۰ ساله)، ۳۵/۲ درصد کاهش داشته‌است. پراکنش بارندگی در پاییز ۸۲/۲، در زمستان ۷۴ و در بهار ۱۰۷ میلی‌متر بود. به عبارت دیگر، ۳۱/۲۳ درصد بارش‌ها در پاییز، ۲۸/۱۵ درصد در زمستان و ۴۰/۶۱ درصد در بهار بوقوع پیوسته است. متوسط دمای سال زراعی مذکور در مقایسه با میانگین بلندمدت ۲/۵ درجه سانتی‌گراد کاهش داشته‌است. تعداد روزهای با دمای زیر صفر برابر با ۱۴۲ روز و ۲ روز بیشتر از میانگین بلند مدت بود (جدول ۱).

۲-۳- نحوه و زمان اعمال تیمارهای خاک‌ورزی

عملیات خاک‌ورزی پس از برداشت علوفه در پائیز انجام گرفت. عمق شخم گاوآهن برگرداندار (تیمار شاهد) و گاوآهن چپزل توام با غلنگ ۲۵ سانتی‌متر، خاک‌ورز مرکب ۲۰ سانتی‌متر و عمق شخم هرس بشقابی ۱۰ سانتی‌متر بود. در تیمار ۴ (بی‌خاک‌ورزی) بقایای ریخته شده از کمباین در حین برداشت جمع‌آوری شده و ته‌ساقه‌های علوفه در کرت‌های مربوطه موجود بود. در تیمار ۵ (بی‌خاک‌ورزی) علاوه بر ته‌ساقه‌های علوفه، بقایای گیاهی ریخته شده نیز به‌طور یکنواخت در سطح کرت پخش شدند.

۲-۴- اندازه‌گیری بقایای گیاهی و رشد محصول

ارزیابی بقایای محصولات به‌روش معمول (جمع‌آوری بقایا و توزین آنها) و روش استفاده از امواج نزدیک مادون قرمز توسط تصویربرداری گرمایی^۱ قبل و بعد از عملیات خاک‌ورزی بود. هم‌چنین دمای کانوپی در مرحله رسیدگی کامل به روش تصویربرداری گرمایی اندازه‌گیری شد. تصویربرداری گرمایی با مارک IVN770-P ساخت کمپانی ایمپک میکرون^۲ بود. تصویر برداری گرمایی با استفاده از بالابر و از ارتفاع ۱۰ متری به گونه‌ای که تغییرات سه بعدی مشخص و هر کرت به‌طور کامل در منظر دید باشد، انجام گرفت.

۲-۵- کاشت تیمارهای آزمایشی

گندم رقم هما به میزان ۴۰۰ دانه در متر مربع و در عمق ۵ سانتی‌متری کشت شد.

¹Thermal Imager

²Impac Mikron Group

عملیات خاک‌ورزی، افزایش مالچ بر روی خاک موجب افزایش آب در دسترس به میزان ۱۸ الی ۳۵ درصد می‌شود.

(۲۰۰۳) و آیکینز و آفواکوا (۲۰۱۲) نیز گزارش نموده‌اند که بی‌خاک‌ورزی موجب ذخیره بیشتر رطوبت به ویژه در سال‌های خشک می‌شود. مولومبا و لال (۲۰۰۸) گزارش نمودند که بدون هیچ گونه

جدول (۱): آمار هواشناسی سال زراعی ۹۱-۹۰ ایستگاه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه

ماه	بارندگی میلی‌متر	حداقل دمای مطلق	حداکثر دمای مطلق	متوسط دما	تعداد روز زیر صفر	% رطوبت نسبی	تبخیر میلی‌متر	متوسط دمای حداقل	متوسط دمای حداکثر
مهر	۲۵/۸	-۳/۵	۲۶/۴	۱۲/۱۵	۲	۴۳/۲۹	۱۷۸	۶/۹۳	۱۷/۳۸
آبان	۵۰/۵	-۱۲/۵	۱۴/۴	۱/۶۹	۱۷	۴۷/۱	۲۳/۵	-۱/۴۹	۴/۸۷
آذر	۵/۹	-۱۵	۸/۶	-۴/۲۹	۲۸	۷۲/۲	۰	-۸/۲۸	-۰/۳
دی	۲۹/۸	-۱۱	۹/۴	-۲/۷۷	۲۷	۷۵/۳	۰	-۶/۳۸	۱/۱۵
بهمن	۲۱/۱	-۲۱/۵	۵	-۵/۶۸	۳۰	۷۴	۰	-۸/۸۹	-۲/۴۳
اسفند	۲۳/۲	-۱۷/۵	۹/۶	-۴/۰۳	۲۷	۶۹/۲	۰	-۷/۷۶	-۰/۳
فروردین	۳۶/۲	-۱۲	۱۹/۴	۵/۸۸	۱۱	۶۱/۷	۲۵/۲	۱/۱۵	۱۰/۶۲
اردیبهشت	۴۹/۷	۱/۵	۲۴/۶	۱۲/۳۶	۰	۵۰/۳	۲۰۶/۸	۷/۰۵	۱۷/۶۷
خرداد	۲۱	۴	۳۰/۴	۱۷/۱	۰	۳۸/۵	۲۹۱/۵	۱۱	۲۳/۳
تیر	۸/۸	۹	۳۴	۲۱/۱۴	۰	۳۹/۶	۳۴۶	۱۵/۰۳	۲۷/۲۶

جدول (۲): مشخصات ادوات مورد استفاده در تحقیق

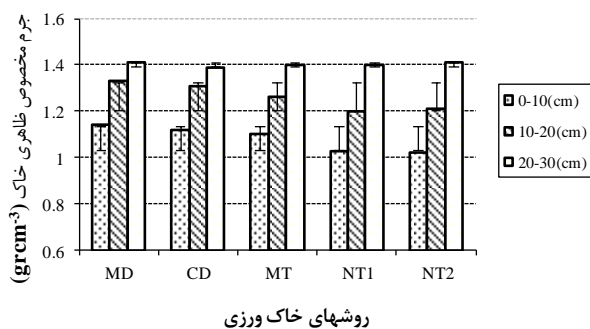
نوع دستگاه	عرض دستگاه (cm)	طول دستگاه (cm)	ارتفاع دستگاه (cm)	عرض کار (cm)	تعداد ردیف یا ساقه	فاصله بین ردیف / ساقه (cm)	نوع موزع کود/بذر	نوع شیاربازکن / تیغه	نوع پوشاننده کود و بذر
گاواهن چیزل	۲۵۰			۲۲۵	۹	۵۲	-	C شکل فتردار	-
گاواهن برگرداندار GAK14	۱۵۰	۲۸۰	۱۱۵	۱۲۰	۳	-	-	-	-
هرس بشقابی					دوزانویی			کروی قطر ۵۳	
خاکورز مرکب DeltaHFS250	۲۵۰		۸۰۰		۵		-	قلمی دیسک، غلتک	-
خطی کار برزگر همدان (الوند)	۳۵۵	۳۶۰	۱۶۵	۲۹۷/۵	۱۳	۱۷	غلتکی	بیله‌چهای	چرخ آهنی
خطی کار کشت مستقیم Baldan SPD 3000	۲۹۱	۳۶۰	۱۸۵	۲۷۲	۱۶	۱۷	شیاردار غلتکی	جفت دیسک	چرخ لاستیکی

جدول (۳): میانگین میزان رطوبت خاک در اعماق و تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

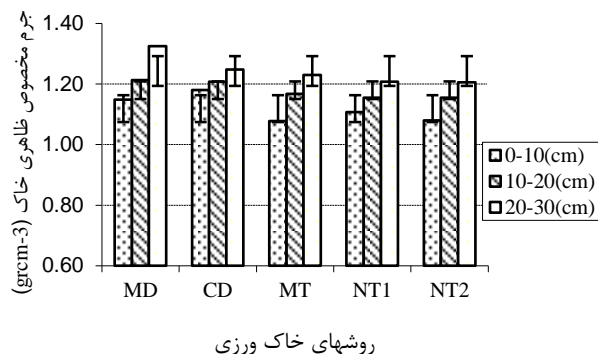
روش خاک‌ورزی	عمق خاک (cm)					
	مرحله گل‌دهی گندم			پس از برداشت		
	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰	۰-۱۰	۱۰-۲۰	۲۰-۳۰
MD	۱۳/۰۷±۰/۱۹c	۱۵/۰۲±۰/۱۳c	۱۸/۳۵±۰/۱۷c	۹/۳۱±۰/۱۴c	۱۰/۰۹±۰/۵۸b	۱۱/۱۰±۰/۳۷c
CD	۱۲/۹۳±۰/۳۳c	۱۵/۹۸±۰/۴۳b	۲۱/۰۵±۰/۵۳b	۱۰/۰۰±۰/۲۴b	۱۱/۶۰±۰/۶۰a	۱۲/۴۲±۰/۶۳b
MT	۱۳/۶۳±۰/۲۹b	۱۷/۱۵±۰/۵۷a	۱۹/۲۳±۰/۴۶a	۱۰/۳۶±۰/۱۱a	۱۱/۵۲±۰/۳۸a	۱۱/۰۷±۰/۴۰c
NT ₁	۱۴/۴۸±۰/۲۶a	۱۷/۷۸±۰/۵۸a	۲۱/۰۰±۰/۳۷a	۱۰/۷۵±۰/۰۹a	۱۱/۶۳±۰/۱۳a	۱۲/۳۸±۰/۲۹b
NT ₂	۱۵/۵۰±۰/۳۹a	۱۸/۹۰±۰/۲۶a	۲۱/۶۷±۰/۴۲a	۱۱/۰۶±۰/۱۷a	۱۱/۹۵±۰/۳۲a	۱۳/۳۲±۰/۲۳a

اعداد (± انحراف استاندارد) دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند ($P < 0/01$).

MD: روش متداول، CD: گاواهن قلمی + هرس بشقابی، MT: خاک‌ورز مرکب، NT₁: بی‌خاک‌ورزی (کاشت در ته ساقه‌های باقی مانده محصول قبلی) و NT₂: بی‌خاک‌ورزی (کاشت در کلیه بقایای محصول قبلی)



شکل (۲): میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق‌ها و تیمارهای مختلف خاک‌ورزی پس از برداشت



شکل (۱): میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق‌ها و تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در مرحله گلدهی گندم

بقایای گیاهی در تیمارهای بی‌خاک‌ورزی (NT_1 و NT_2) موجب کاهش دمای کانوپی به مقدار ۹-۳ درجه نسبت به سایر تیمارها گردید (جدول ۴). این امر می‌تواند ناشی از دسترسی به میزان رطوبت بالای خاک در ایجاد محیطی خنک به دلیل تعرق گیاه در این تیمارها باشد. سایر محققین نیز نتایج مشابهی را گزارش نمودند (جکسون و همکاران، ۱۹۸۸؛ اورتگا و همکاران، ۲۰۰۰).

شاخص تنش آبی^۱ گیاه که با استناد به دمای کانوپی، محاسبه و مورد استفاده قرار می‌گیرد به عنوان شاخصی برای تشخیص تنش رطوبتی گیاه به کار می‌رود. نتایج این تحقیق نشان داد که این شاخص در تیمارهای بی‌خاک‌ورزی کمتر بوده که می‌توان آن را با میزان رطوبت قابل دسترس در تیمارهای مذکور مرتبط دانست (جدول ۴).

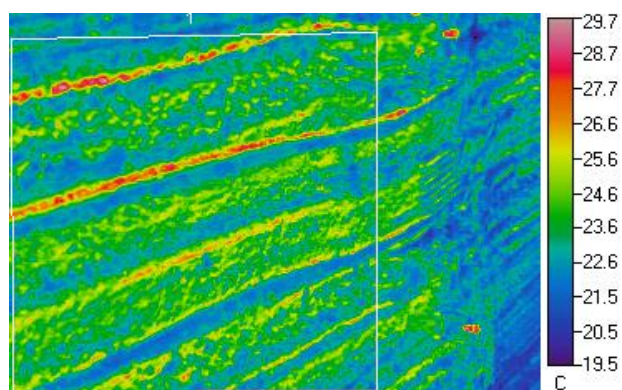
براساس نتایج این تحقیق، بهره‌وری بارندگی به طور معنی‌داری تحت تاثیر روش‌های خاک‌ورزی قرار دارد. روش بی‌خاک‌ورزی در کلیه بقایای محصول قبلی با ۶/۹۱ (میلی‌متر هکتار/کیلوگرم) نسبت به روش متداول با ۳/۸۷ (میلی‌متر هکتار/کیلوگرم) به طور معنی‌داری برتری داشت (جدول ۵). در یک تحقیق بلندمدت در تناوب‌های نخود-گندم و آیش گندم نیز نتایج مشابهی به دست آمد (همت و اسکندری، ۲۰۰۴ الف و ب). محققین دیگر نیز نشان دادند که بهره‌وری بارندگی با مدیریت بقایا افزایش می‌یابد (بونفیل و همکاران، ۱۹۹۹؛ نیلسون و همکاران، ۲۰۰۵). آنها دلایل این امر را با افزایش ذخیره رطوبت در اثر جلوگیری بقایا از روان‌آب، وجود تناوب زراعی و به حداقل رسانیدن آیش، و انجام مدیریت مناسب برای محصول خاص مرتبط دانستند. این امر با ایجاد سایه بقایا بر روی سطح خاک، دمای خنک خاک و کاهش سرعت باد در سطح خاک نیز مرتبط می‌باشد (هاتفیلد و همکاران، ۲۰۰۱).

اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بر روی جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق‌های مختلف در شکل‌های ۱ و ۲ آمده است. در مرحله گلدهی مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمار NT_2 به طور معنی‌داری کمتر از تیمارهای خاک‌ورزی متداول و کم‌خاک‌ورزی (MD و CD) بود (شکل ۱). بنا به گزارش سایر محققین تاثیر خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر روی جرم مخصوص ظاهری خاک عمدتاً منحصر به لایه بالایی خاک (عمق شخم) بوده و در لایه‌های پائین‌تر جرم مخصوص ظاهری در بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول معمولاً شبیه هم عمل می‌کند. نتایج این تحقیق با یافته‌های دیگران مطابقت دارد (یانگ و واندنر، ۱۹۹۹؛ هرنانز و همکاران، ۲۰۰۲؛ گال و همکاران، ۲۰۰۷؛ توماس و همکاران، ۲۰۰۷؛ بلانکو کنکوی و لال، ۲۰۰۷؛ دی هینه و همکاران، ۲۰۰۸) در همین راستا حاج عباسی و همت (۲۰۰۳) گزارش نمودند که روش‌های خاک‌ورزی تاثیر معنی‌داری بر روی فشردگی خاک در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک نداشته ولی در عمق ۳۰-۱۵ سانتی‌متر این امر بیشتر مشهود است.

۲-۳- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر روی دمای سطح خاک و دمای کانوپی

بعد از عملیات خاک‌ورزی و کاشت گندم، دمای سطح در تیمارهای کاشت مستقیم (NT_1 و NT_2) به طور معنی‌داری کمتر از سایر تیمارها به خصوص تیمار خاک‌ورزی متداول (MD) بود (جدول ۴ و شکل‌های ۳ و ۴). بنا به گزارش جانسون و هویت (۱۹۹۹) دمای سطح خاک در هنگام تابستان و در روز برای تیمار بی‌خاک‌ورزی می‌تواند به طور معنی‌داری (گاه‌ها بین ۲ تا ۸ درجه) کمتر از تیمار خاک‌ورزی متداول باشد. از طرفی در طی شب، خاصیت عایق مانند بقایا، موجب بالا بردن درجه حرارت در سطح خاک می‌شود (اولیوریا و همکاران، ۲۰۰۱) در این تحقیق نیز تفاوت معنی‌داری از نظر جوانه‌زنی گندم در تیمارها مشاهده نشد که ناشی از عدم تاثیر دمای پائین در طی روز در تیمارهای بی‌خاک‌ورزی می‌باشد (جدول ۵). در مرحله گلدهی گندم، وجود

¹ - Crop Water Stress Index



Emiss.	1.0
Avg.	23.6 C
Min	21.0 C
Max	29.7 C



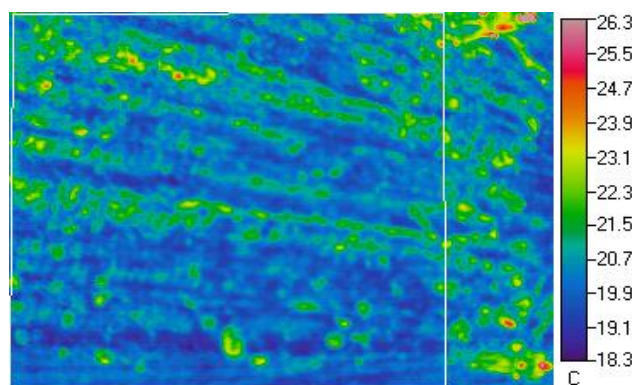
شکل (۴): تصویر دیجیتالی و تصویر گرمایی دمای سطح در تیمار خاک‌ورزی متداول

جدول (۴): اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر دمای سطح خاک، دمای کانوپی و شاخص تنش رطوبتی

شاخص تنش آبی گیاه (CWSI) ^a	میانگین دما °C		روش خاک ورزی
	سطح	کانوپی	
۰/۹۲۹±۰/۰۷۱a	۳۱/۶۳±۰/۴۷a	۲۵/۹۰±۰/۳۷a	MD
/۸۱۶±۰/۱۱۴ab	۳۲/۶۰±۰/۸۶b	۲۸/۷۰±۰/۸۶c	CD
۰/۷۲۹±۰/۰۹۹b	۳۰/۷۳±۰/۱۵b	۲۷/۴۵±۰/۱۵bc	MT
۰/۵۸۱±۰/۰۸۲c	۲۸/۰۰±۰/۴۱c	۲۶/۴۷±۰/۴۱c	NT ₁
۰/۴۸۴±۰/۱۰۳c	۲۶/۵۲±۰/۴۲c	۲۵/۷۵±۰/۵۲c	NT ₂

اعداد (±) انحراف استاندارد) دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی داری با یکدیگر ندارند ($P < 0.01$).

^a: شاخص تنش آبی بر اساس تعریف آیدوسو و همکاران (۱۹۸۱)



Emiss.	1.0
Avg.	20.4 C
Min	18.4 C
Max	24.8 C



شکل (۳): تصویر گرمایی و تصویر دیجیتالی دمای سطح در تیمار کشت مستقیم بر روی ته ساقه‌های گندم

۳-۳- اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر روی عملکرد و اجزا عملکرد گندم

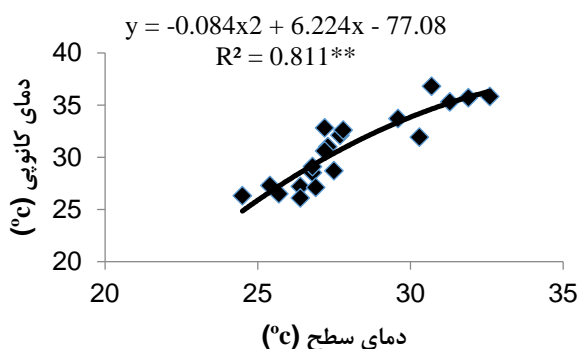
از نکته نظر عملکرد دانه، اختلاف بین تیمار بی‌خاک‌ورزی با بقیه تیمارها در سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود (جدول ۵). عملکرد تیمارهای بی‌خاک‌ورزی (NT₁ و NT₂) و کم‌خاک‌ورزی (MT) به ترتیب به میزان ۷۵٪ و ۳۱٪ بیشتر از عملکرد تیمار متداول بود. عملکرد پائین تیمار متداول (۹۷۳ کیلوگرم در هکتار) را تا حدودی می‌توان با از دست رفتن رطوبت خاک تا عمق ۳۰ سانتی‌متری در اثر کاربرد گاوآهن برگرداندار مرتبط دانست. همان‌طوری که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، میزان رطوبت خاک در هر دو مرحله نمونه برداری و در تیمار متداول به طور معنی داری کمتر از تیمارهای بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی بود. پیکول و همکاران (۱۹۹۳) گزارش نمودند روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی بدون کاهش عملکرد و در مواردی با افزایش عملکرد خاک ورزی می‌تواند جایگزین روش متداول (استفاده از گاوآهن برگرداندار در پاییز در تناوب علوفه گندم) گردد.

از نکته نظر اجزاء عملکرد و صفات تاثیر گذار بر روی عملکرد دانه، در این تحقیق بیشترین تاثیر را تعداد سنبله در واحد سطح و تعداد دانه

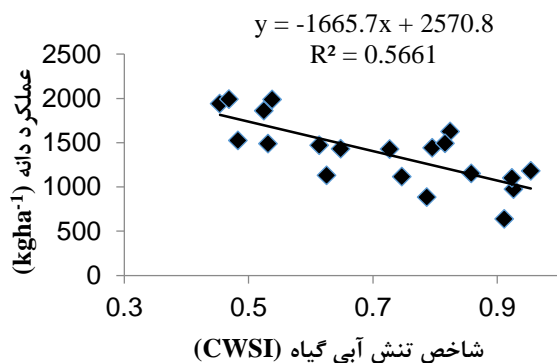
شرایطی با افزایش شاخص تنش آبی، عملکرد دانه گندم به طور معنی‌داری کاهش یافت (شکل ۶).

براساس نتایج، رابطه معنی‌دار منفی بین عملکرد دانه گندم و جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متری و در مرحله گلدهی برقرار بود. بنا به گزارش مارتینز و همکاران (۲۰۰۸) در روش‌های خاک‌ورزی متداول و بی‌خاک‌ورزی، گسترش طولی ریشه گندم بین ۶ الی ۱۶ سانتیمتر محدود می‌شود. مروتو و مونداستاک (۱۹۹۹) طی تحقیقی طول و حجم ریشه گندم را در مقاومت‌های مختلف مکانیکی خاک مورد بررسی قرار داده و گزارش نمودند که به محض اینکه مقاومت خاک افزایش می‌یابد، طول ریشه کاهش و رشد محصول محدود می‌گردد. در تحقیقی نیز نشان دادند که خاکی با جرم مخصوص ظاهری بیش از ۱/۳۱ گرم بر سانتی‌متر مکعب دارای ۱۳٪ عملکرد کمتر نسبت به خاکی با جرم مخصوص ظاهری ۱/۲۵ مگاگرم بر مترمکعب می‌باشد (لال و احمدی ۲۰۰۰).

در این تحقیق رابطه منفی و معنی‌داری بین دمای سطح خاک و عملکرد گندم وجود داشت به طوری که با افزایش دمای سطح خاک، عملکرد دانه گندم کاهش نشان داد. منحنی این رابطه در ۲۴-۲۸ درجه سانتیگراد، دارای شیب تند و بعد از ۲۸ درجه دارای شیب ملایم بود (شکل ۷).



شکل (۵): رابطه دمای سطح خاک با دمای کانوپی گندم



شکل (۶): رابطه شاخص تنش آبی گیاه با عملکرد گندم

در سنبله داشتند. تیمارهای خاک‌ورزی تأثیر بسیار معنی‌داری بر روی تعداد سنبله بارور در واحد سطح داشتند. بیشترین سنبله در واحد سطح مربوط به تیمارهای بی‌خاک‌ورزی (NT₁ و NT₂) با میانگین به ترتیب ۲۹۱ و ۲۹۳ سنبله و کمترین آن با میانگین ۲۳۳ سنبله مربوط به تیمار خاک‌ورزی متداول بود (جدول ۵).

۳-۴- رابطه بین دمای سطح و دمای کانوپی گندم

براساس نتایج این تحقیق، یک رابطه مثبت معنی‌دار بین دمای سطح خاک و دمای کانوپی برقرار بود (شکل ۵). با افزایش ۱ درجه سانتیگراد دمای سطح، به طور میانگین دمای کانوپی ۱/۲۷ درجه افزایش می‌یافت. این افزایش در محدوده ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد دمای سطح برابر با ۱/۶ درجه و در محدوده ۳۵-۳۰ درجه سانتی‌گراد دمای سطح برابر با ۰/۷۶ درجه بود. با توجه به نتایج این تحقیق تأثیر بقایای گیاهی در کاهش دمای کانوپی می‌تواند محدود به مقادیر خاصی باشد که از شیب منحنی مربوطه تبعیت می‌نماید (شکل ۵).

۳-۵- ارزیابی نقش پارامترها در عملکرد دانه گندم

به منظور ارزیابی پارامترهای تأثیرگذار بر روی عملکرد گندم از آنالیز رگرسیون گام به گام استفاده گردید. براساس نتایج، بیشترین فاکتورهای تأثیرگذار شامل میزان رطوبت در مرحله گلدهی در عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متر و در مرحله برداشت در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر، جرم مخصوص ظاهری خاک در مرحله گل‌دهی و در عمق‌های ۱۰-۰ و ۲۰-۱۰ سانتی‌متر، دمای سطح و دمای کانوپی بودند. معادله رگرسیون گام به گام در معادله ۱ آمده است:

$$Y = 15035.1 - 371.5(MH1) + 81(MH3) + 81.4(MF3) - 1441(BDH1) - 7860.1(BDF2) - 57.9(ST) \quad (1)$$

$$\text{Adjusted } R = 0.95, F = 61.7^{**}$$

Y: عملکرد دانه گندم

MH1 و MH3: میزان رطوبت خاک در مرحله برداشت و در عمق‌های به ترتیب ۱۰-۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متر

MF3: میزان رطوبت خاک در مرحله گلدهی و عمق ۳۰-۲۰ سانتی‌متر

BDH1: جرم مخصوص ظاهری خاک در مرحله برداشت در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر

BDF2: جرم مخصوص ظاهری خاک در مرحله گلدهی در عمق ۱۰-۰ سانتی‌متر،

ST: دمای سطح خاک

شکل ۶، رابطه خطی بین شاخص تنش آبی را با عملکرد دانه گندم نشان می‌دهد. مقادیر بزرگتر از ۰/۴ این شاخص بیانگر این می‌باشد که تیمارها به طور کامل تحت شرایط بهینه رطوبت و دما قرار ندارند. دلیل این امر می‌تواند ناشی از کشت گندم در شرایط دیم باشد. تحت چنین

جدول (۵): مقایسه میانگین اثر تیمارهای خاک‌ورزی بر عملکرد و اجزا عملکرد

روش خاک- ورزی	جوانه زنی	عملکرد بیولوژیکی (kg/ha)	عملکرد دانه (kg/ha)	سنبله در واحد سطح	تعداد دانه در سنبله	وزن هزار دانه(g)	ارتفاع بوته (cm)	شاخص برداشت	بهره وری بارندگی
MD	۹۶/۸a	۱۴۸۴±۱۳۸b	۹۷۳±۱۳۸c	۲۳۳±۷/۲b	۱۱/۶±۰/۶۰c	۳۷/۸a	۵۰/۷±۱/۱۰b	۳۹/۰۷±۱/۰۳b	۳/۸۷±۰/۸c
CD	۹۷/۱a	۱۷۹۷±۱۷۸ab	۱۲۷۴±۱۶۹bc	۲۴۸±۵/۹ab	۱۳/۷±۰/۷ab	۳۷/۶a	۵۲/۰±۰/۶۶b	۴۱/۱۴±۱/۳۳ab	۵/۰۷±۰/۷bc
MT	۹۸/۲a	۱۸۰۶±۱۳۹ab	۱۲۸۹±۱۳۳bc	۲۵۰±۴/۱ab	۱۳/۱±۰/۴۲b	۳۹/۲a	۵۱/۶±۱/۴۶b	۴۱/۰۶±۱/۰۲ab	۵/۱۳±۰/۴bc
NT ₁	۹۸/۴a	۲۰۹۱±۱۸۸a	۱۶۸۶±۱۵۱ab	۲۹۱±۱۲ a	۱۴/۷±۰/۳۰a	۳۹/۴a	۵۶/۲±۱/۱۱a	۴۴/۶۴±۱/۲۳a	۶/۷۲±۰/۸ab
NT ₂	۹۸/۲a	۲۱۵۲±۱۷۱a	۱۷۳۵±۱۴۴a	۲۹۳±۱۱ a	۱۴/۹±۰/۱۰a	۳۹/۲a	۵۵/۴±۱/۱۳a	۴۴/۶۰±۱/۲۹a	۶/۹۱±۰/۹۱a

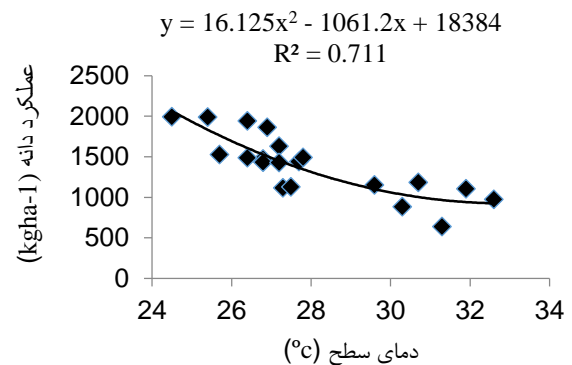
اعداد (±) انحراف استاندارد) دارای حروف مشترک در هر ستون از نظر آماری تفاوت معنی‌داری بایکدیگر ندارند (P < ۰/۰۱).

MD: روش متداول، CD: گاواهن قلمی + هرس بشقابی، MT: خاک‌ورز مرکب، NT₁: بی‌خاک‌ورزی (کاشت در ته ساقه‌های باقی مانده محصول قبلی) و NT₂: بی‌خاک‌ورزی (کاشت در کلبه بقایای محصول قبلی)

بهبود خواص فیزیکی و افزایش رطوبت خاک، تنظیم دمای کانوپی و سطح خاک موجب افزایش تولید گندم در میزان بارندگی کمتر از ۲۷۰ میلی‌متر می‌گردد. هم‌چنین استفاده از تصویربردار گرمایی به عنوان ابزار مناسبی جهت ارزیابی تغییرات دمای کانوپی و دمای سطح خاک می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

سپاس‌گزاری

نگارندگان از جناب آقای دکتر ناخدا به جهت نهایت همکاری در انجام تصویربرداری گرمایی، از جناب آقای دکتر غفاری ریاست محترم موسسه تحقیقات کشاورزی دیم‌کشور جهت تامین امکانات آزمایشگاهی و مزرعه‌ای نهایت سپاس و قدردانی را دارند



شکل (۷): تاثیر دمای سطح خاک بر روی عملکرد دانه گندم

۴- نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داند که در سیستم تناوبی علوفه - گندم، بی‌خاک‌ورزی (کاشت مستقیم در بقایای محصول قبلی) با

منابع مورد استفاده

- Aase J.K and D.L. Tanaka.1991. *Reflectance from four wheat residue cover densities as influenced by three soil backgrounds*, Agronomy Journal, 83: 753-757.
- Aguilar J.P., R.G. Evans, M.F. Vigil and C.S. Daughtry. 2012. *Spectral estimates of crop residue cover and density for standing and flat wheat stubble*, Agronomy Journal. 104:271-279.
- Aikins S.H.M and J.J. Afuakwa. 2012. *Effect of four different tillage practices on soil physical properties under cowpea*, Agricultural Biology Journal of America.3(1): 17-24.
- Arshad M.A., A.J. Franzluebbers and K.S. 1999. *Gill, Improving barley yield on an acidic Boralf with crop rotation and zero tillage*, Soil and tillage reseach.
- Baker C.J., K.E. Saxton and W.R. Ritchie. 1996. *No-Tillage Seeding*. Published by CABINTERNATIONAL, Wallington, UK.
- Biard F and F. Baret. 1997. *Crop residue estimation using multiband reflectance*, Remote Sens. Environ. 59, 530-536.
- Black G.R and K.H. Harte. 1986. *Bulk density, Core Method. In Methods of soil Analysis part 1 by A.Klute(ed)*, Agronomy Monograph no. 9.P.363-366. 1986.

- Blanco-Canqui H and R. Lal. 2007. *Impacts of long-term wheat straw management on soil hydraulic properties under no-tillage*. Soil Sci. Soc. Am. J. 71:1166-1173. 2007.
- Bonfil D.J., I. Mufradi, S. Klitman and S. Asido. 1999. *Wheat grain yield and soil profile water distribution in a no-till arid environment*. Agron. J. 91: 368–373.
- Coleman C. 2003. *What are the Effects of No-till Farming on Soil Moisture and Soil Temperature Compared to Conventional Tillage in Rice County Kansas, Cantaurus*, Vol. 11, 2-4.
- Corak S. J., T.C. Kaspar and D.W. Meek. 1993. *Evaluating methods for measuring residue cover*, Journal of Soil and Water Conservation, 48, 700–704.
- Curran P.J. 1989. *Remote sensing of foliar chemistry*, Remote Sensing of Environment, 30, 271– 278.
- Daughtry C.S.T. 2001. *Discriminating crop residues from soil by shortwave infrared reflectance*, Agron. J. 93, 125–131.
- Daughtry C.S.T., E.R. Jr. Hunt and J.E. McMurtrey. 2004. *Assessing crop residue cover using shortwave infrared reflectance*, Remote Sensing of Environment, 90, 126–134.
- Daughtry C.S.T., E.R. Jr. Hunt P.C. Doraiswamy and J.E McMurtrey. 2005. *Remote sensing the spatial distribution of crop. residues*, Agronomy Journal 2005, Vol. 97: pp. 864-871.
- Daughtry C.S.T., J.E. McMurtrey, M.S. Kim and E.W. Chappelle. 1997. *Estimating crop residue cover by blue fluorescence imaging*, Remote Sensing of Environment Volume 60, Issue 1, April 1997, Pages 14-21.
- D'Haene K., J. Vermang, W.M. Cornelis, B.L.M. Leroy W. Schiettecatte, S. De Neve, D. Gabriels and G. Hofman. 2008 *Reduced tillage effects on physical properties of silt loam soils growing root crops*, Soil Till. Res. 99:279-290.
- Elvidge C.D. 1990. *Visible and near infrared reflectance characteristics of dry plant materials*, International Journal of Remote Sensing, 10, 1775– 1795.
- Gal A., T.J.E. Vyn, E.J. MicheliKladivko and W.W. McFee. 2007. *Soil carbon and nitrogen accumulation with long-term no-till versus moldboardplowing overestimated with tilled-zone sampling depths*, Soil Till. Res. 96:42-51.
- Gardner W.H. 1986. *Water Content. In methods of Soil Analysis part 1. By A. Klute(ed.)*, Agronomy Monograph no. 9.P.505-508.
- Gill T.K and S.R. Phinn. 2008. *Estimates of bare ground and vegetation cover from Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) shortwave- infrared reflectance imagery*, Journal of Applied Remote Sensing, 2: 023511.
- Hajabbasi M.A and A. Hemmat. 2000. *Tillage impact on aggregate stability and Crop Productivity in central Iran*. Soil and Tillage, 56, 205-212.
- Hatfield J.L., T.J. Sauer and J.H. Prueger. 2001. *Managing soils to achieve greater water use efficiency:A review*, Agron. J. 93:271–280.
- Hemmat A and I. Eskandari. 2004a. *Tillage system effects A.upon productivity of a dryland winter wheat–chickpea rotation in the northwest region of Iran*, Soil Till. Res. 78, 69–81.
- Hemmat A and I. Eskandari. 2004b. *Conservation tillage practices for winter wheat–fallow farming on a clay loam soil (Calcisols) under temperate continental climate of north western Iran*, Field Crops Res. 89: 123–133.
- Hernanz J.L., R.L. LopezNavarrete, and V. Sanchez-Giron. 2002. *Long-term effects of tillage systems and rotations on soil structural stability and organic carbon stratification in semiarid central Spain*, Soil Till. Res. 66:129-141.
- Idso S.B., R.D. Jackson P.J. Pinter Jr R.J. Reginato and J.L. Hatfield. 1981. *Normalizing the stress degree day for environmental variability*, Agric. Meteorol. 24, 45–55. 1981.

- Jackson R.D., W.P. Kustas and B.J. Choudhury. 1988. *A reexamination of the crop water stress index*, Irrig. Sci. 9:309–317.
- Johnson A.M and G.D. 1999. Hoyt *Changes to the soil environment under conservation tillage*, Hort Technology 9: 380-393.
- Kokaly R.F and R.N. Clark. 1999. *Spectroscopic determination of leaf biochemistry using band-depth analysis of absorption features and stepwise multiple linear regression*, Remote Sensing of Environment, 67: 267– 287.
- Lal R and M. Ahmadi. 2000. *Axle load and tillage effects on crop yield for two soils in central Ohio*, Soil Tillage Research 54:111–119.
- Larson, W.E., J.B. Swan and M.J. Shaffer. 1983. *Soil management for semiarid regions*, In : J.F , Stone and W.O , Willis (eds.) . Plant production and management under drought conditions. Elsevier Science Publishers.
- Martinez E., J. P. Fuentes, P. Silva, S. Valle and E. Acevedo. 2008. *Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile*, Soil & Tillage Research 99: 232–244.
- Merotto Jr, A and C.M. Mundstock. 1999. *Wheat root growth as affected by soil strength*, R. Bras. Ci. Solo, 23:197-202.
- Morrison J., H. Lemunyon and H.C. Bogusch. 1995. Sources of variation and performance of nine devices when measuring crop residue cover, Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 38, 521–529.
- Motsch B., G. Schaal, J.G. Lyon and T.J. Logan. 1990 *Monitoring crop residue in Seneca County Ohio*, In Proceedings of the ASPRS Meeting, Cleveland, OH, USA, pp. 66-76.
- Mulumba L.N and R. Lal. 2008. *Mulching effects on selected soil physical properties*, Soil and Tillage Research. 98: 106–111.
- Murray I and P.C. Williams. 1988. *Chemical principles of near-infrared technology*, In Phil Williams & Norris Karl (Eds.), Near-Infrared Technology in the Agricultural and Food Industries American Association of Cereal Chemists (pp. 17–34). MN, USA: St. Paul.
- Nagler P.L., C.S.T. Daughtry and S.N. Goward. 2000. *Plant litter and soil reflectance*, Remote Sens. Environ. 71, 207–215.
- Nielsen D.C., P.W. Unger and P.R. Miller. 2005. *Efficient Water Use in Dryland Cropping Systems in the Great Plains*, Agron. J. 97:364–372.
- Norwood C.A. 2000. *Dryland winter wheat as affected by previous crops*, Agron. J. 92: 121–127.
- Oliveira L. J., C.M.C. Timm, T.T. Tominaga, F.A.M.K. Cassaro, O. Reichardt, O.S. Bacchi, D. Dourado-Neto and G.M.D. Camara. 2001. *Soil temperature in a sugar-cane crop as a function of the management system*, Plant Soil 230:61-66.
- Ortega A.L., K.D. Sayre and C.A. Francis. 2000. *Wheat and Maize Yields in Response to Straw Management and Nitrogen under a Bed Planting System*, Agronomy Journal 92:295-302.
- Pikul J.L., R.E. Ramig and D.E. Wilkins. 1993. *Soil properties and crop yield among four tillage systems in a wheat-pea rotation*, Soil Till. Res. 26: 151-162.
- Serbin G., C.S.T. Daughtry, E.R. Raymond, Jr. Hunt, J.B. Reeves and D.J. Brown. 2009. *Effects of soil composition and mineralogy on remote sensing of crop residue cover*, Remote Sensing of Environment 113: 224–238. 2009.
- Streck N.A., D. Rundquist and J. Connot. 2002. *Estimating residual wheat dry matter from remote sensing measurement*. Photogrammetric, Engineering and Remote Sensing. Vol.68, No.11. November 2002. pp.1193-1201.
- Tahoma D.P., S.C. Gupta and M.E. Bauer. 2004. *Evaluation of optical remote sensing models for crop*

- residue cover assessment*, J. Soil Water Conserv. 59: 224-233.
- Thomas G.A., R.C. Dalal and J. Standley. 2007. *No-till effects on organic matter, pH, cation exchange capacity and nutrient distribution in a Luvisol in the semi-arid subtropics*, Soil Till. Res. 94:295-304.
- Unger P.W and T.M. McCalla. 1980. *Conservation tillage systems*, Advances in Agr. J.33: 1-58.
- Yang X. M and M.M. Wander. 1999. *Tillage effects on soil organic carbon distribution and storage in a silt loam soil in Illinois*, Soil Till. Res. 52:1-9.

Effect of Conservation Tillage Systems on Some Physical Properties of Soil and Dryland Wheat and Evaluation of Tillage Systems by Thermal Imaging Method

I. Eskandari^{1*}, H. Navid¹ and F. Moradi²

Received: 18 Jun 2013 Accepted: 24 May 2014

¹Department of Biosystem Engineering, University of Tabriz, Tabriz, Iran.

²Agricultural Biotechnology Research Institute of Iran

*Corresponding author; E-Mail: ieskandari@yahoo.com

Abstract

One approach to improve remote sensing techniques relies on the spectral response to infer soil and crop properties. The aim is to develop methods that can identify inferring factors so that they can be removed during later analysis. Differences in spectral reflectance can be the base of detecting crop residue and growth of crop in different tillage management. This experiment was conducted under dryland conditions to determine the influence of crop residue remained on soil surface in conservation and conventional tillage systems on soil moisture, canopy temperature and grain yield and also yield components of a winter wheat. Remotely sensed data were acquired three times prior to canopy closure using a handheld thermal imager (7,000 to 14,000 nm). According to results, differences between yields were significant ($P < 0.01$). The yield of no-till treatment with all previous crop residue (NT₂) was slightly more than that for no-till with only standing previous crop residue (NT₁). Also, the yield of reduced tillage system (CD) was 31% higher than that for conventional tillage system (MD). A similar trend was observed for wheat biomass yield. No-till treatment increased soil moisture content in the 0–30 cm layer. At the flowering stage, soil bulk density in 0-20 cm depth was significantly lower for NT₂ (the no-till with total residue) compared to MD and CD treatments. During the flowering stage, residues in NT₁ and NT₂ lowered the canopy temperature by 3-9 °C over other treatments (MD and CD). Results of this study indicated that for a dryland vetch-winter wheat cropping system with annual precipitation of 251 mm, NT₂ had higher grain yields (762 kg ha⁻¹) than that obtained by MD system.

Keywords: Conservation tillage, Dryland wheat, Surface and Canopy temperature, Soil physical properties, Thermal Imaging