بررسی و تعیین روشهای مناسب خاک ورزی در اقلیم های مختلف در کشت گندم و تاثیر آنها بر خواص فیزیکی و شیمیایی خاک با توجه به تناوب مرسوم منطقه (مطالعه موردی در استان فارس)

محمد علی به آئین - هومن شریف نسب - مجید روزبه

۱- چکیده:

به منظور بررسی تاثیر روشهای مختلف خاک ورزی در کشت گندم آبی در تناوب با ذرت، تحقیقی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب به مدت سه سال اجرا گردید. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و سه تکرار اجرا و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. روشهای خاک-ورزی شامل استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک (T_1)، گاوآهن برگردان‌دار، سیکلوتیلر(T_2)، ساقه خردکن به همراه گاوآهن برگردان‌دار و دیسک(T_3)، ساقه خردکن به همراه گاوآهن قلمی و دیسک (T_4) و بی‌خاک‌ورزی (T_5) بود. پارامترهای جرم مخصوص ظاهری خاک، شاخص مخروط خاک، قطر متوسط وزنی، میزان نفوذپذیری آب در خاک، درصد سبز شدن، شاخص سرعت سبز شدن و عملکرد محصول اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که روشهای مختلف خاک‌ورزی تاثیر معنی‌داری روی پارامترهای آزمایش داشته است. گاوآهن برگردان‌دار به همراه سیکلوتیلر بیشترین کاهش را در درصد جرم مخصوص ظاهری خاک و درصد شاخص مخروط خاک به ترتیب با ٤/٦٦ و ۱۱/۷۱ درصد از خود نشان داد. همچنین قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها با ۲/۲٤ سانتی‌متر در این تیمار در مقایسه با سایر تیمارها کمترین بود. از نظر درصد سبز، شاخص سرعت سبز شدن و عملکرد محصول گاوآهن برگردان‌دار و سیکلوتیلر به ترتیب با ۹۲/٤۲٪، ۵/٦۸٪ و ۵۹۰۱/۵٦ کیلوگرم در هکتار نسبت به سایر تیمارها برتری داشت و تیمار ساقه خردکن، گاوآهن برگردان‌دار و دیسک در رده بعدی قرار گرفت. استفاده از ساقه خردکن به همراه سایر ادوات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه تاثیر به سزایی در بهبود شرایط خاک، توزیع یکنواخت بقایا و افزایش مواد آلی خاک در مقایسه با استفاده صرف از ادوات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه داشت. نتایج همچنین نشان داد که دستگاه سیکلوتیلر در مقایسه با دیسک به همراه ادوات اولیه خاک‌ورزی باعث ایجاد شرایط مناسبتری از نظر پارامترهای خصوصیات خاک و عملکرد محصول داشته است.

واژه های کلیدی: خاک ورزی - گندم

۲- مقدمه:

گندم مهمترین محصول زراعی کشور است و هر سال به طور متوسط سطحی معادل ٦/٢ میلیون هکتار از اراضی کشور به کشت این محصول اختصاص می‌یابد که سهم گندم آبی ۲/۲ میلیون هکتار است (۱۰). در این راستا دستیابی به روشهای مناسب در امر تولید گندم از جمله مدیریتهای مناسب عملیات زراعی می‌تواند در افزایش تولید گندم تاثیرگذار باشد. نکته مهمی که باید توجه خاص به آن داشت آماده‌سازی بستر مناسب برای قرارگیری و جوانه‌زنی بهتر بذر و رشد مطلوب‌تر ریشه است. کاهش عملیات خاک‌ورزی و تردد تراکتور روی زمین‌های کشاورزی به نحوی که اهداف خاک‌ورزی برآورده و از فرسایش و تخریب ساختمان خاک جلوگیری شود و نیز زمان و انرژی مورد نیاز جهت تهیه بستر بذر کاهش یابد از جمله اهداف کشاورزی پایدار به شمار می‌رود. انتخاب سیستم خاک‌ورزی مناسب از نظر تاثیر بر عملکرد محصول، زمان مورد نیاز جهت عملیات زراعی، کاهش هزینه‌ها، افزایش مواد آلی خاک، نگهداری رطوبت و ... یکی از راههای موثر در مدیریت بهینه زراعی است. دراین خصوص ادوات خاک‌ورزی باید به گونه‌ای انتخاب شوند که ضمن مصرف حداقل انرژی، شرایط مناسب را جهت جوانه‌زنی بذر و رشد ریشه در حد مطلوب فراهم آورند.

هدف از اجرای این تحقیق بررسی و تعیین مناسب‌ترین ترکیب ادوات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه در کشت گندم با توجه به تناوب مرسوم منطقه (ذرت) بود تا بتوان بستر بذر مطلوبی جهت سبز شدن بذر فراهم نمود.

۳- بررسی منابع:

با نگاهی به تحقیقات محققین در مناطق مختلف کشور و تجربیات بدست آمده از عملیات آماده‌سازی بستر بذر مشخص شد که مدیریت خاک‌ورزی در اقلیم‌های مختلف با هم متفاوت است.

اسدی و همت (۱۳۷۷) نیز اثرات شیوه‌های مختلف خاک‌ورزی بر روی محصول گندم آبی و پارامترهای عملکردی را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که در هر منطقه اصفهان و در یک خاک با بافت لومی‌رسی استفاده از گاوآهن قلمی برای شخمی به عمق ۱۵ سانتیمتر علت برابر بودن سوخت مصرفی تراکتور و عملکرد محصول یکسان و افزایش ٤٤٪ محصول در مقایسه با شخم با گاوآهن برگرداندار می‌تواند بعنوان یک روش جایگزین عملیات خاک‌ورزی مرسوم پیشنهاد گردد.

خسروانی (۱۳۷۷) طی چهار سال آزمایش بر روی هفت روش خاک‌ورزی در منطقه زرقان فارس که در خاکی با بافت رسی شنی سیلت‌دار انجام شد نتیجه گرفتند که روش مرسوم در منطقه یعنی شخم با گاوآهن برگرداندار نسبت به سایر روشهای آزمایش شده از نظر عملکرد محصول برتری دارد و در اراضی که قدرت تراکتور کشنده گاوآهن محدود باشد می‌توان از گاوآهن قلمی به صورت دو شخم عمود بر هم در پاییز بعنوان جایگزین روش مرسوم استفاده کرد.

بختیاری (۱۳۸۲) سه شیوه تهیه بستر بذر شامل خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی را در قالب ۸ تیمار مطالعه کرد و به این نتیجه رسید که روشهای مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد خالص گندم اثر معنی‌داری ندارند بنابراین از این طریق نمی‌توان یک روش خاک‌ورزی مناسبی را با توجه به عملکرد محصول توصیه

کرد. شهربانو نژاد (۱۳۸۲) روشهای کاشت دستی و ماشینی بطور مستقیم و غیرمستقیم در شدت‌های مختلف خاک-ورزی دربقایای محصول ذرت را بررسی کرد. نتایج حاصله نشان داد که صفات تعداد خوشه، ارتفاع خوشه، تعداد دانه در خوشه، وزن هزار دانه، عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی در سطح ۵٪ معنی‌دار بود و دیگر صفات مورد بررسی معنی‌دار نبود و روشهای خاک‌ورزی گاوآهن برگرداندار + دو مرحله دیسک در سطح بالاتری نسبت به دیگر تیمارها قرار داشت.

شهیدی (۱۳۸۲) نتیجه گرفت وقتی میزان بارندگی کافی باشد تفاوت معنی‌داری بین شدت‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر مقدار عملکرد وجود ندارد.

روزبه (۱۳۸۲)گزارش کرد که روشهای مختلف زمین تاثیر معنی‌داری بر عملکرد محصول دارند و استفاده از ساقه خردکن ذرت قبل از بکارگیری گاوآهن برگردان دار می‌تواند باعث افزایش معنی‌دار عملکرد گردد.

صادق‌نژاد (۱۳۸۳) در تحقیق خود به این نتیجه رسید که برای تولید گندم همراه با آبیاری در طول دوره رشد، روش خاک‌ورزی عمیق با زیرشکن و شخم دیسک و در شرایط بدون آبیاری خاک‌ورزی سطحی با دیسک به جهت حفظ رطوبت در لایه‌های عمقی خاک بیشترین عملکرد را تولید کرده‌اند و استمرار روش بی‌خاک‌ورزی به تدریج عملکرد را کاهش می‌دهد. وجود تناوب همه ساله و استفاده از روش خاک‌ورزی مرسوم سبب بجا ماندن بقایا و در نتیجه بروز مشکل به هنگام تهیه زمین و کاشت بذر می‌گردد.

پریس (۱۹۷۲) اثر عمق خاک‌ورزی را در تناوب ذرت – گندم مطالعه کرده و عمق شخم ۲۰ و ۳۵ سانتی‌متر را به ترتیب برای گندم و ذرت توصیه نمودند.

شانین و آتانسوا (۱۹۷۳) اثر عمق خاک‌ورزی و کود را بر عملکرد گندم درتناوب ذرت – گندم بررسی نمودند. آنها نتیجه گرفتند که عمق شخم تاثیری بر عملکرد و اجزاء عملکرد ندارد.

باربر(۱۹۷۹) در آزمایشی روی مدیریت بقایای گیاهی ذرت و اثر آن روی ماده آلی خاک گزارش نمود که عملکرد گندم در کرتهایی که بقایا خارج یا به خاک برگردانده شده اختلاف معنی‌داری ندارد.

الوارنگا، فرناندز و سیلوا (۱۹۸۷) طی انجام تحقیقی دریافتند که مخلوط کردن بقایای ذرت به وسیله شخم با گاوآهن بشقابی و برگردان‌دار، جرم مخصوص ظاهری کاهش و خلل و فرج خاک را افزایش می‌دهد.

مایوری (۱۹۸۹) اثر خاک‌ورزی و مدیریت بقایای ذرت را در گندم مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد که سیستم بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، مقدار کربن آلی و تخلخل خاک را افزایش می‌دهد. همچنین عملکرد گندم در دو روش تفاوت معنی‌داری را نسبت به یکدیگر نشان نداد.

سیدو وشر (۱۹۹۳) نشان دادند که مخلوط کردن بقایا در تناوب ذرت – گندم باعث افزایش عملکرد و درصد کربن آلی خاک شد.

بلوم و دیگران (۱۹۹۹) طی انجام تحقیقاتی پس از ۱۳ سال دریافتند که خارج کردن بقایای ذرت از مزرعه در مقایسه با برگردان شدن بقایا در خاک، سبب کاهش ۱۵ درصدی کربن آلی خاک گردید.

جونز (۱۹۹۹) گزارش نمود که بیشترین درصد جوانه‌زنی بذر گندم و استقرار گیاه در روش خاک‌ورزی مرسوم است. وی همچنین نتیجه گرفت که هنگامی بقایای گیاهی خرد شوند استقرار کافی گیاه صورت می‌پذیرد.

مرداک و دیگران (۱۹۹۹) اثر مدیریت‌های مختلف بقایای ذرت شامل روشهای خردکردن، بدون خردکـردن و خارج کردن بقایا را بر عملکرد گندم مطالعه کردند. نتایج نشان داد که بیشترین عملکرد درتیماری حاصل شـد کـه بقایای ذرت در آن خرد شده بودند.

٤- مواد و روش ها :

آزمایش در اراضی زراعی ایستگاه بختاجرد شهرستان داراب انجام شد و جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی، خاک مزرعه به آزمایشگاه خاک و آب ارسال و مقدار کود لازم بر اساس توصیه از منابع اوره و سوپر فسفات تریپل تامین گردید. جدول ۱ مشخصات خاک مزرعه مورد آزمایش را نشان می دهد.

جدول ۱ – مشخصات فیزیکوشیمیایی خاک محل اجرای آزمایش

عمق (cm)	EC (ds/m)	pH	O.C (٪)	فسفر قابل جذب p.p.m	پتاسیم قابل جذب p.p.m	بافت خاک
۰-۱۵	۰/۵٤	۸/۲	۰/۵۳	۳/۳	۱۹۱	لومی
۱۵-۳۵	۰/۵۲	۸/۱	۰/۵۱	۳/٤	۱۸٤	لومی

این بررسی به منظور انتخاب مناسب‌ترین روشهای خاک‌ورزی برای کشت گندم آبی (رقم چمران) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دارب فارس به اجرا درآمد. تعداد تیمارهای انتخابی چهار تیمار با پنج تکرار بود و ابعاد هر کرت (طول ۲۰ متر و عرض ۱۰ متر) در نظر گرفته شد. از آنجائیکه تناوب محصول قبلـی بایسـتی در ایـن آزمایش لحاظ می شد بر مبنای تناوب منطقه تناوب ذرت – گندم به کار برده شد.

تیمار ها عبارت بودند از: استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک (T_1)، گاوآهن برگردان‌دار، سیکلوتیلر(T_2)، ساقه خردکن به همراه گاوآهن برگردان‌دار و دیسک(T_3)، ساقه خردکن به همراه گـاوآهن قلمـی و دیسـک (T_4) و بی‌خاک‌ورزی (T_5). ادوات مربوط به خاک‌ورزی اولیه برای هر تیمار از پیش تعیین گردید ولی تعداد دفعات ادوات برای عملیات خاک‌ورزی ثانویه بر حسب شرایط در هنگام کارکردن در زمین تعیین شد. از خطی کـار (عمیـق کـار) جان‌شیرر جهت کاشت بی خاک‌ورزی استفاده گردید. مشخصات فنی ماشین های بکار رفته در آزمایش در جدول ۲ آورده شده است.

جدول۲ – مشخصات فنی ادوات مورد استفاده در تحقیق

ردیف	نوع ادوات	مشخصات
۱	گاو آهن برگردان دار	سوارشونده، سه خیش، عرض کار هر خیش ۳۵ سانتی متر، عرض کار ۱/۰۵ متر
۲	ساقه خردکن	ساخت شیراز- مجهز به تیغه‌های چکشی- سوار شونده – عرض کار ۱۸۰ سانتی-متر
۳	گاو آهن قلمی	سوارشونده، ۷ شاخه، فاصله بین بازوها ۲۵ سانتی متر، عرض کار ۱/۷۵ متر

٤	دیسک تاندوم	نوع کششی با چرخ های حامل، دارای ٣٦ بشقاب، فاصله بین بشقاب ها ٢٣ سانتی متر، قطر بشقاب ها ٥٥ سانتی متر، عرض کار ٤ متر
٥	سیکلوتیلر	سوار شونده، قدرت مورد نیاز ٥٥ اسب بخار، تیغه های عمودی با مقطع لوزی شکل، عرض کار ١/٨٥ متر
٦	خطی کار جان شیررر	سوار شونده – عرض کار ٣ متر - دارای ٦ ردیف بیلچه پنجه غازی کوچک جهت ایجاد شیار بذر روی زمین – مجهز به مخزن کود و بذر

در طول اجرای طرح کلیه مراقبت‌های زراعی اعم از ضدعفونی بذر، مبارزه با آفات و کنترل علفهای هرز درتمامی تیمارها بطور یکنواخت انجام گرفت و در زمانهای لازم و در صورت نیاز آبیاری انجام شد. قبل از اجرای عملیات خاک‌ورزی و یک ماه بعد از آن پارامترهای زیر اندازه‌گیری گردید.

٤-١- جرم مخصوص ظاهری خاک

در هر پلات از هر مزرعه با استفاده از سیلندرهای نمونه‌گیری (قطر و ارتفاع سیلندرها ٧/٥ سانتیمتر است) از اعماق ١٥-٠، ٣٠-١٥، ٤٥-٣٠ سانتیمتر نمونه دست نخورده در ٢ نقطه از هر کرت بعد از آبیاری اول تهیه و پس از قرار دادن آنها به مدت ٢٤ ساعت با درجه حرارت ١٠٥ درجه سانتیگراد جرم مخصوص ظاهری خاک از رابطه (١) و سپس درصد کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک از رابطه (٢) محاسبه گردید.

$$B.D = M / V \qquad (١)$$

B.D = جرم مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی مترمکعب M= جرم خاک خشک موجود در حلقه نمونه برداری برحسب گرم V= حجم حلقه نمونه‌بردای برحسب سانتی متر مکعب

$$\text{درصد کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک} = \frac{\text{جرم مخصوص ظاهری خاک بعد از آبیاری اول – جرم مخصوص ظاهری خاک قبل از خاک‌ورزی}}{\text{جرم مخصوص ظاهری خاک قبل از خاک‌ورزی}} \qquad (٢)$$

٤-٢- میانگین وزنی قطر خاکدانه (MWD)

ابعاد خرد شده کلوخ‌ها بر مبنای میانگین وزنی یا قطر کلوخه‌های خاک بوسیله یکسری هشت تایی از الکها ارزیابی شد. هشت الکی که برای تعیین درجه خردشدن خاک استفاده شدند عبارت بودند از: 4، $3\frac{1}{2}$، 3، 2، $1\frac{1}{2}$، 1، $\frac{1}{2}$، $\frac{1}{4}$ اینچ. خاک در طول ٣٠ سانتیمتر و به عرض و عمق خاک بهم خورده جمع‌آوری و از میان الکها عبور داده شد. مقدار خاک باقی مانده برروی بزرگترین اندازه الک نیز وزن و قطر کلوخه‌های آن از سه بعد اندازه‌گیری و

میانگین گرفته شد. میانگین وزنی قطر کلوخ با استفاده از رابطه (۳) تعیین می‌گردد. (قابل ذکر است کـه ایـن پـارامتر (MWD) فقط بعد از اجرای عملیات خاک‌ورزی در کرتهای اندازه‌گیری گرید و قبل از عملیـات خـاک‌ورزی قابـل اندازه‌گیری نگردید).

$$MWD=\frac{W_1 \times D_1 ... + W_9 \times D_9}{W_1 + W_2 + ... + W_9} \qquad (۳)$$

که در آن:

$W_1 ... W_2$= وزن کلوخه های الک شماره ۱، ۲ و ... $D_1 ... D_2$= میانگین قطر کلوخ روی الـک شـماره ۱، ۲ و ... ضمناً اندازه‌گیری قطر متوسط وزنی خاکدانه یا کلوخ خاک (MWD) در هر پلات در سه نقطه انجام شد.

٤-۳- اندازه گیری مقاومت خاک

جهت تعیین مقاومت خاک از روش اندازه گیری شاخص مخروط خاک استفاده گردید. بـرای انـدازه گیـری شاخص مخروط خاک ، فروسنج الکترونیکی مدل SP1000 با مخروط استاندارد ۳۰ درجـه و قطـر ۱۲/۸۳ میلیمتـر (طبق استاندارد انجمن مهندسی کشاورزی امریکا) به کار گرفته شد.روش اندازه گیری بدین طریـق بـود کـه در هـر کرت آزمایشی در پنج نقطه به فواصل حداقل یک متر، مخروط را تا عمق ۳۰ سانتیمتری خاک فرو بـرده و دسـتگاه برای خواندن نیروی مقاومت به ازای هر سانتیمتر از عمق ۳۰ سانتیمتری خاک تنظیم گردید . جهت تعیـین شـاخص مخروط خاک، نیروی مقاومت خاک در زمان اندازه گیری مقاومت ثبت شده و توسط دستگاه بر سطح مقطع مخروط تقسیم می گردد. درصد کاهش شاخص مخروط خاک از رابطه (٤) محاسبه گردید.

$$\text{درصد کاهش شاخص مخروط خاک} = \frac{\text{شاخص مخروط خاک بعد از آبیاری اول} - \text{شاخص مخروط خاک قبل از خاک‌ورزی}}{\text{شاخص مخروط خاک قبل از خاک‌ورزی}} \qquad (٤)$$

٤-٤- سرعت نفوذ پایه آب در خاک

برای اندازه‌گیری سرعت نفوذ آب در خاک از استوانه‌های مضاعف با قطرهای ۵۰ و ۳۰ سـانتی‌متـر و ارتفـاع ٤۰ سانتی‌متر استفاده شد. هر دو سیلندر در یک زمان توسط آب تا ارتفاع مورد نظر پر شد و میزان افـت ارتفـاع آب در استوانه داخل در زمان‌های ۱، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۳۰ به مدت دو ساعت اندازه‌گیری گردید. سپس بـا اسـتفاده از رابطـه (۵) میزان نفوذ تجمعی محاسبه گردید.

$$I = kt^n \qquad (۵)$$

k= مقدار نفوذ در دقیقه اول n= شیب خط نفوذ I= مقدار نفوذ تجمعی (cm) t= زمان نفوذ آب (دقیقه)

سپس نسبت بین سرعت نفوذ آب در خاک بعد از انجام آبیاری به سرعت نفوذ آب در خاک قبل از عملیـات خاک‌ورزی به عنوان شاخص افزایش نفوذ در نظر گرفته شد و تیمارها براسـاس ایـن شـاخص‌هـا تجزیـه و تحلیـل گردید.

٤-٥- اندازه گیری میزان بر گردان شدن بقایای گیاهی

برای محاسبه میزان زیر خاک رفتن کاه و کلش و بر گردان شدن بقایای گیاهی، ابتدا قبل از عملیات، یک قاب مربع شکل به مساحت یک متر مربع بطور تصادفی در سه نقطه از کلیه کرتهای آزمایشی انداخته شد و تعداد کلیه بقایای گیاهی که درون این کادر بود با دقت شمارش گردید و میانگین سه نقطه گرفته شد. همچنین پس از عملیات خاک ورزی مجدداً بصورت بالا عمل کرده و به تعداد کرتهای آزمایشی و با استفاده از قاب مذکور از کاه و کلش باقیمانده در سطح خاک ، بصورت تصادفی نمونه برداری صورت گرفت و اعداد هر کرت بطور مجزا یادداشت شد . در نهایت با استفاده از رابطه (٦) در صد برگردان شدن خاک محاسبه گردید.

(٦)

$$F = \frac{N_p - N_E}{N_P} \times 100$$

F = شاخص بر گردان شدن بقایای گیاهی بر حسب در صد Np = تعدا بقایا قبل از عملیات خاک ورزی

NE = تعداد بقایا پس از عملیات خاک ورزی

٤-٦- درصد سبز

برای تعیین درصد بوته های سبزشده، تعداد بوته های سبز شده بطور روزانه از داخل قابهایی به مساحت نیم متر مربع که در وسط هر کرت پس از کاشت قرار داده شده، شمرده شدند. تعداد بوته های سبز شده برحسب تعداد بوته سبز شده در یک متر مربع تعدیل و برحسب درصد بوته های سبز شده با استفاده از رابطه (٧) محاسبه گردید.

(٧)

$$m = \frac{PPSM}{(SPSM)(P)(G)}$$

PPSM = تعداد بوته سبز شده در هر متر مربع SPSM = تعداد بذر کاشت شده در هر متر مربع P = درصد خلوص بذر

G = قوه نامیه بذر

٤-٧- شاخص سرعت سبز شدن

استقرار گیاه اغلب به عنوان ارزیابی عملکرد ادوات خاک‌ورزی و کاشت محسوب می شود. زیرا شمارش بوته‌ها به عنوان شاخصی از تعداد دانه‌هایی که بطور موفقیت‌آمیز جوانه زده و سر از خاک بیرون آورده‌اند بوده و از آن برای ارزیابی کیفیت بذر و بستر بذر استفاده می شود. برای تعیین درصد بوته‌های سبز شده، تعداد بوته‌های سبز

شده بطور روزانه از داخل قابهایی به مساحت (۱m × ۱ m) که در وسط هر کرت پس از کاشت قرار داده می شد، شمارش گردید. سپس شاخص سرعت سبز شدن از رابطه (۸) محاسبه شد.

$$ERI = \sum_{i=F}^{L} \frac{[\%D - \%(D-1)]}{D} \qquad (۸)$$

%D = درصد گیاهان سبز شده در روز Dام %(D-1) = درصد گیاهان سبز شـده در روز (D-1)ام D = تعـداد روزهای پس از کاشت F = تعداد روزهای پس از کاشت که اولین گیاه سبز می شـود(اولـین روز شـمارش) L = تعداد روزهای پس از کاشت هنگامیکه سبز شدن کامل شده است (آخرین روز شمارش).

٤-٨- عملکرد

عملکرد محصول در واحد سطح با استفاده از کمباین آزمایشی اندازه گیری شد. برای این کار مساحتی برابر با عرض کمباین(۱/٤٤ متر) وطول کرت با حذف حاشیه های کناری و ۲ متر از ابتدا و انتهای هر کرت برداشت و دانه به دست آمده توزین و عملکرد خالص دانه های گندم بر حسب کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

٥- نتایج:

جدول ۳ تجزیه واریانس مرکب مقادیر درصد کاهش شاخص مخروط خاک، درصد کاهش جرم مخصـوص ظاهری خاک، قطر متوسط وزنی، سرعت نفوذ آب در خاک، درصـد برگـردان شـدن بقایـای گیـاهی، درصـد سـبز، شاخص سرعت سبز شدن و عملکرد محصول را نشان می‌دهد. با توجه به جدول زیر اثر سه سال آزمایش روی هیچ کدام از پارامترهای اندازه‌گیری شده اثر معنی‌دار نداشته است. اثر تیمارهای مختلف خاک‌ورزی روی درصـد کـاهش شاخص مخروط خاک، درصد کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها، سـرعت نفـوذ آب در خاک، درصد برگردان شدن بقایای گیاهی، درصد سبز، شاخص سرعت سبز شدن و عملکرد محصول در سطح ۱ درصد معنی‌دار است که نشان دهنده تاثیر تیمارهای خاک‌ورزی روی پارامترهای فوق می‌باشد.

جدول ۳ – تجزیه واریانس مرکب پارامترهای آزمایش

منابع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات							
		درصد کاهش شاخص مخروط	درصد کاهش جرم مخصوص	قطر متوسط وزنی (سانتی-متر)	سرعت نفوذ آب در خاک نفوذ	درصد برگردان شدن بقایای گیاهی	درصد سبز	شاخص سرعت سبز شدن	عملکرد محصول (کیلوگرم در هکتار)
سال	۲	۸/۲ ns	۰/۰۳ ns	۰/۰۷ ns	۰/۲٤ ns	٤٦/۸٥ ns	۹/۲۷ ns	۰/۰۳ ns	٦٥٧٤٥/۱۷ ns
خطا	۹	۱٦/۹٥	۰/٤٤	۲/٥٦	۲/۱۲	۳٥/۳۲	۲٥۸/٥۱	۲/۹٦	٦٥۲۱۷۲/٥٥
تیمارهـــــای	٤	۸۳/۷۹ **	۱۲/۹۸ **	۳۹/۰۹ **	۳/٤٤ **	۸۸٤۸/٦۰ **	۲۷۷/۸٤ **	٤/۰۲ **	٤۷۸۹٦٤۲/٥۰ **

خاک‌ورزی								
سال × تیمار	۸	۱/۳ ns	۰/۰۱ ns	۰/۰٦ ns	۰/۳٦ ns	۳۵/۹۷ ns	٦/۰۹ ns	۰/۰٦ ns	۳٦۵۸۹/۷۵ ns
خطا	۳٦	۲/۹۳	۰/۵٤	۰/۱۸	۰/۵۲	۲۱/۹٦	۸/٤٤	۰/۰٦	۳۳۱۵۱/۰۰

**: اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪

ns: عدم اختلاف معنی‌دار

۵-۱- درصد کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک

جرم مخصوص ظاهر خاک پس از عملیات خاک‌ورزی کاهش می‌یابد. همانطور که در جدول ٤ مشاهده می‌شود نوع ادوات خاک‌ورزی و اضافه نمودن بقایا در کاهش جرم مخصوص خاک موثر بوده است.

جدول ٤ – مقایسه میانگین درصد کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک

پارامتر / تیمارهای خاک‌ورزی	درصد کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک
گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_1)	۳/۲٤ b
گاوآهن برگردان‌دار + سیکلوتیلر (T_2)	٤/٦٦ a
ساقه خردکن + گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_3)	۳/۵٤ b
ساقه خردکن + گاوآهن قلمی + دیسک (T_4)	۳/۲۳ b
بی‌خاک‌ورزی (T_5)	۱/۷۵ c

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (دانکن ۵٪).

مقایسه داده‌های به دست آمده از جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک ارتباط این دو پارامتر را نشان می‌دهد. به طوری که تقریباً می‌توان گفت افزایش و کاهش این دو پارامتر با هم در ارتباط است. دلیل این امر این است که کاهش در جرم مخصوص ظاهری خاک یعنی افزایش حجم و افزایش خلل و فرج در ساختمان خاک که به نوبه خود کاهش نفوذپذیری را به دنبال دارد. به‌آئین و اشرف منصوری (۱۳۸٦) نیز کاهش در جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمار استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و روتوتیلر که تقریباً ساختمانی مشابه با سیکلوتیلر دارد را گزارش نموده‌اند. مقایسه میانگین تیمارهای استفاده از ساقه خردکن نشان می‌دهد که در طی مدت سه سال آزمایش اضافه نمودن بقایای گیاهی به خاک باعث پوک شدن خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری گردیده است. البته کمتر بودن میزان جرم مخصوص ظاهری خاک در مقایسه دو تیمار استفاده از ساقه خردکن به همراه گاوآهن قلمی نسبت به تیمار ساقه خردکن و گاوآهن برگردان‌دار را باید به در افزایش حجم خاک در استفاده از گاوآهن برگردان-دار نسبت به گاوآهن قلمی جستجو نمود. عدم اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌های به دست آمده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک و نیز ساقه خردکن و گاوآهن قلمی و دیسک بیانگر این نکته است که با خردکردن و اضافه نمودن بقایای گیاهی به خاک می‌توان حجم ساختمان خاک که تاثیر مستقیمی در رشد گیاه دارد را اضافه نمود. این در حالی است که این روش، کاهش مصرف انرژی را نیز به دنبال دارد. کمترین میزان در جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمار بی‌خاک‌ورزی به دلیل عدم جابجایی ذرات خاک مشاهده می‌شود.

۵-۲- اندازه‌گیری میزان خرد شدگی خاک

میزان خرد شدن و نرم‌سازی خاک توسط ادوات خاک‌ورزی اگر به نحو مطلوب انجام گیرد ضمن کاهش مصرف انرژی باعث می‌شود که عملیات ثانویه تهیه بستر کاهش یافته و فشردگی خاک ناشی از تردد بیش از حد ادوات نیز کاهش یابد. در جدول ۵ مقادیر میانگین قطر متوسط وزنی در اثر اعمال تیمارهای مختلف خاک‌ورزی آمده است.

جدول ۵ – مقایسه میانگین قطر متوسط وزنی (MWD) در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

پارامتر / تیمارهای خاک‌ورزی	قطر متوسط وزنی (سانتی متر)
گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_1)	٤/٢٨ [a]
گاوآهن برگردان‌دار + سیکلوتیلر (T_2)	٢/٢٤ [c]
ساقه خردکن + گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_3)	٣/٣٣ [b]
ساقه خردکن + گاوآهن قلمی + دیسک (T_4)	٤/٣٦ [a]
بی‌خاک‌ورزی (T_5)	٠ [d]

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (دانکن ۵٪)

با توجه به جدول فوق کمترین میزان قطر کلوخه‌ها در تیمار گاوآهن برگردان‌دار و سیکلوتیلر به دست آمده است که اختلاف معنی‌داری را با سایر تیمار نشان می‌دهد. در تیمارهایی که ادوات خاک‌ورزی اولیه آنها مشابه می‌باشد (گاو آهن برگردان‌دار) نوع ادوات خاک‌ورزی ثانویه در میزان خرد شدگی کلوخه‌ها مؤثر است. سیکلوتیلر نسبت به دیسک با توجه به ساختمان این دستگاه باعث ضربات یکنواخت‌تری به خاک شده و کمتر تحت تأثیر لرزشهای ناشی از نیروهای عکس‌العمل خاک قرار می گیرد. به‌آئین، امینی و جوکار (١٣٨٦) انجام مناسب شخم ثانویه مناسب با روتوتیلر که ساختمانی مشابه با سیکلوتیلر دارد را در اندازه مطلوب کلوخه‌ها گزارش نمودند. مقایسه دو تیماری که ادوات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه در آنها گاوآهن برگردان‌دار و دیسک بوده ولی در یکی از آنها ساقه خردکن استفاده شده است نشان می‌دهد که در طول مدت سه سال بقایای گیاهی با مخلوط شدن به خاک در انجام شخم مناسب مؤثر بوده است. افزایش اندازه کلوخه‌ها در استفاده از گاوآهن قلمی به ساختمان ارتعاشی تیغه-های این دستگاه در مقایسه با تیغه‌های گاوآهن برگردان‌دار که خاک را به طور کامل برگردان می‌کند ارتباط دارد. مقایسه دو تیمار استفاده از گاوآهن برگردان‌دار به همراه دیسک و ساقه خردکن به همراه گاوآهن قلمی و دیسک و عدم اختلاف معنی‌دار این دو تیمار بیانگر بوجود آمدن ساختمان مناسب خاک در استفاده از بقایا و بهتر خرد شدن کلوخه‌ها می‌باشد. بنابراین با کاهش مصرف انرژی در کاربرد گاوآهن قلمی و استفاده از بقایا می‌توان هزینه‌های تولید و مشکل سخت لایه حاصل از شخم با گاوآهن برگردان را مرتفع نمود. در روش بی‌خاک ورزی به علت استفاده نشدن از ادوات خاک‌ورزی قطر متوسط وزنی کلوخه‌ها محاسبه نشده است.

۵-۳- درصد کاهش شاخص مخروط خاک

شاخص مخروط خاک در اثر کاربرد تیمارهای مختلف خاکورزی نسبت بـه قبـل از اسـتفاده از ادوات تغییـر می‌یابد. جدول ٦ درصد کاهش شاخص مخروط خاک را در اثر اعمال تیمارهای مختلف خاک‌ورزی نشان می‌دهد.

جدول٦ – مقایسه میانگین درصد کاهش شاخص مخروط خاک

پارامتر / تیمارهای خاک‌ورزی	درصد کاهش شاخص مخروط خاک
گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_1)	۹/۸۱ [b]
گاوآهن برگردان‌دار + سیکلوتیلر (T_2)	۱۱/۷۱ [a]
ساقه خردکن + گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_3)	۱۰/۹۹ [ab]
ساقه خردکن + گاوآهن قلمی + دیسک (T_4)	۱۱/۳۸ [a]
بی‌خاک‌ورزی (T_5)	۵/۲۹ [c]

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (دانکن ۵٪).

با توجه به جدول ٦ بیشترین میزان در کاهش شاخص مخروط خاک مربـوط بـه تیمـار اسـتفاده از گـاوآهن برگردان‌دار و سیکلوتیلر می‌باشد. کاهش در شاخص مخروط خاک در تیمارهایی که در آنها از گاوآهن برگـردان-دار استفاده شده است را باید در سست شدن بیشتر خاک با این دستگاه مرتبط دانست. چرا که کار این نوع گـاوآهن با برگردان نمودن کامل خاک به جداسازی ذرات خاک می‌انجامد. در حالی که گاوآهن قلمـی فقـط در مسـیری کـه عملیات خاک‌ورزی را انجام می‌دهد باعث از هم پاشیدگی ذرات خاک ولی نه بصورت کامل مثل گاوآهن برگردان-دار می‌باشد. نورمحمدی و زارعیان (۱۳۸۲) کاهش بیشتر شاخص مخروط خاک در استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک نسبت به گاوآهن قلمی به همراه دیسک حتی زمانی که دوبار از گاوآهن قلمی اسـتفاده مـی‌شـود را گـزارش نموده‌اند. کاهش بیشتر شاخص مخروط خاک در دو تیماری که خاک‌ورز اولیه در آنها یکسان (گاوآهن برگـردان‌دار) ولی خاک‌ورز ثانویه آنها متفاوت (دیسک و سیکلوتیلر) می‌باشد بیانگر ایجاد کلوخه‌های همگن در یک پروفیل خاک در هنگام استفاده از دستگاه سیکلوتیلر می‌باشد. بررسی داده‌های جدول کاهش شاخص مخروط خاک نشان می‌دهـد که استفاده از ساقه خردکن باعث بهبود ساختمان خاک شده به طوری که از میانگین بالاتری نسبت به زمانی که فقط از تیمار گاوآهن برگردان‌دار و دیسک استفاده شده اسـت برخـوردار اسـت. همچنـین اسـتفاده از سـاقه خـردکن در کرتهایی که گاوآهن قلمی استفاده شده نیز باعث کاهش بیشتری در میزان نفوذپذیری خاک نسبت به استفاده صـرف از گاوآهن برگردان‌دار شده است.

با توجه به این که گاوآهن قلمی نسبت به گاوآهن برگردان‌دار از نظـر مصـرف انـرژی مقـرون بـه صـرفه‌تـر می‌باشد بنابراین نقش استفاده از ساقه خردکن و اضافه نمودن بقایا به خاک قابل تامل مـی‌باشـد. کمتـرین میـزان در کاهش شاخص مخروط خاک مربوط به تیمار بی‌خاک‌ورزی بود. کم بودن این میزان کاهش به عدم استفاده از ادوات در سست نمودن ذرات خاک مربوط می‌باشد.

۵-٤- نسبت نفوذ آب در خاک بعد از خاک‌ورزی به قبل از خاک‌ورزی

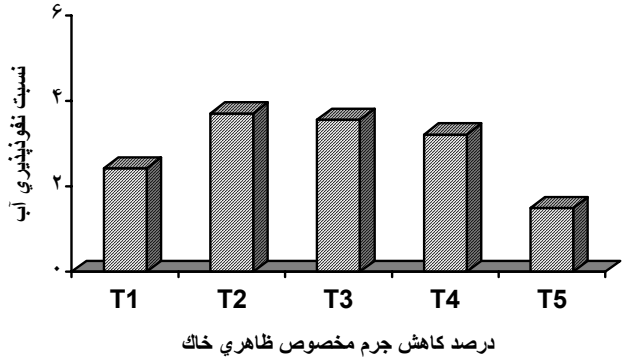
انجام عملیات خاک‌ورزی در نفوذپذیری خاک نسبت به آب تاثیر دارد. در جدول ۷ میانگین نسبت نفـوذ آب در خاک در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی نشان داده شده است.

جدول ۷ – مقایسه میانگین نسبت نفوذ آب در خاک

پارامتر / تیمارهای خاک‌ورزی	نسبت نفوذ آب در خاک
گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_1)	۲/٤۲ [d]
گاوآهن برگردان‌دار + سیکلوتیلر (T_2)	۳/۷۱ [a]
ساقه خردکن + گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_3)	۳/٥٦ [b]
ساقه خردکن + گاوآهن قلمی + دیسک (T_4)	۳/۲۲ [c]
بی‌خاک‌ورزی (T_5)	۱/٤۹ [e]

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (دانکن ۵٪).

با توجه به اینکه بیشترین میزان نفوذ آب در تیمار استفاده از گاوآهن برگـردان‌دار و سـیکلوتیلر اتفـاق افتـاده است توجه به یک نکته ضروری است. دستگاه سیکلوتیلر کلوخه‌های کوچکتری در سطح خاک تولید نموده که ایـن کلوخه‌ها در اثر نیروی گرانش از لابلای کلوخه‌های درشت‌تر حرکت کرده و به اعماق پائین‌تر نقل مکان می‌کننـد. این پدیده را Sorting گویند. بنابراین هر چه کلوخه‌های زیرین از نظر اندازه از کلوخه‌های بـالایی خـود کـوچکتر باشند نفوذ آب به لایه‌های زیرین خاک بهتر انجام می‌شود. مقایسه دو تیمار T_3 و T_4 نشان می‌دهد که اضـافه شـدن بقایا به خاک به صورت ذرات کوچک باعث افزایش مواد آلی خاک شده که به نوبـه خـود افـزایش حجـم خـاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری را به دنبال داشته است. این موارد همگی به نفوذپذیری آب در خاک کمک می‌نماید. البته تفاوت گاوآهن برگردان‌دار در افزایش حجم خاک نسبت به گاوآهن قلمی در این دو تیمار مشاهده می‌شـود. در نمودار ۱ رابطه بین درصد کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و نسبت نفوذپذیری خاک آمده است.



نمودار ۱- رابطه بین درصد کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک و نسبت نفوذپذیری آب در خاک

T_1: گاوآهن برگردان‌دار + دیسک T_2: گاوآهن برگردان‌دار + سیکلوتیلر T_3: ساقه خردکن + گاوآهن برگـردان دار + دیسک T_4: ساقه خردکن + گاوآهن قلمی + دیسک T_5: بی‌خاک‌ورزی

مقایسه تیمار T_1 نسبت به تیمارهای T_3 و T_4 که در آنها از ساقه خردکن در اضـافه نمـودن بقایـا بـه خـاک استفاده شده است بیانگر بهبود وضعیت ساختمان خاک و افزایش خلل و فرج و نظم و ترتیـب ذرات خـاک از نظـر نفوذپذیری نسبت به آب شده است. کمترین میزان در نفوذپذیری خاک مربوط به تیمار بی‌خاک‌ورزی است که هـیچ گونه عملیاتی روی آن انجام نشده است. صلح‌جو و نیازی (۱۳۸۰) تاثیر عملیات خاک‌ورزی در افزایش نفوذپـذیری آب در خاک را تایید نموده‌اند.

۵-۵- آزمون خاک در روشهای مختلف خاک‌ورزی

در جدول ۸ نتایج آزمون خاک قبل و بعد از عملیات کاشت مشاهده می‌گردد.

جدول ۸ – نتایج آزمون خاک در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

خصوصیات فیزیکوشیمیایی	قبل از عملیات خاک‌ورزی			بعد از عملیات کاشت		
تیمارهای خاک‌ورزی	EC (ds/m)	pH	کربن‌آلی (٪)	EC (ds/m)	pH	کربن‌آلی (٪)
گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_1)	۰/۵٤ a	۸/۰ a	۰/۵۳ a	۰/٦۷ c	۸/۲ a	۰/٦۱ c
گاوآهن برگردان‌دار + سیکلوتیلر (T_2)	۰/۵۳ a	۸/۱ a	۰/۵٤ a	۰/۷۰ b	۸/۲ a	۰/٦۵ a
ساقه خردکن + گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_3)	۰/۵۳ a	۸/۱ a	۰/۵۵ a	۰/۷۲ a	۸/۱ a	۰/٦۵ a
ساقه خردکن + گاوآهن قلمی + دیسک (T_4)	۰/۵۳ a	۸/۰ a	۰/۵٤ a	۰/۷۰ b	۸/۲ a	۰/٦۳ b
بی‌خاک‌ورزی (T_5)	۰/۵٤ a	۸/۱ a	۰/۵۵ a	۰/٦۲ d	۸/۰ a	۰/۵۸ d

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (دانکن ۵٪).

نتایج جدول ۸ نشان می‌دهد که میزان pH خاک قبل و بعد از انجام عملیات خـاک‌ورزی تغییـر محسوسـی نداشته است. اضافه شدن بقایای گیاهی توسط ادوات خاک‌ورزی باعث حفـظ تعـادل در pH خـاک مـی‌گـردد و از نوسانات و تغییرات pH جلوگیری می‌نماید. دلیل اصلی این پدیده افـزایش فعالیـت‌هـای بیولـوژیکی خـاک اسـت. داده‌های به دست آمده از pH قبل از عملیات خاک‌ورزی و بعد از عملیات کاشت حالت تعادل در pH خـاک را در اثر استفاده از تیمارهای مختلف خاک‌ورزی نشان می‌دهد. آلبرتا (۱۹۹۵) و نش و بـالیگی (۱۹۷٤) نیـز تـاثیر اضـافه شدن بقایای گیاهی به خاک در حفظ تعادل pH خاک و افزایش فعالیت میکرو ارگانیسم‌ها را تایید نموده‌اند.

تیمارهای خاک‌ورزی به کار رفته در کرتهای آزمایش باعث افزایش کربن آلی خاک گردید. بیشترین افـزایش در کربن آلی خاک در تیمارهای T_2 و T_3 و عدم اختلاف معنی‌دار با یکدیگر به دست آمد. این دو تیمار همـانطور کـه قبلا نیز بیان گردید باعث توزیع یکنواخت بقایای گیاهی و مخلـوط شـدن آن بـا خـاک گردیدنـد. اسـتفاده از سـاقه خردکن به همراه گاوآهن قلمی و دیسک نسبت به استفاده صرف از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک تـاثیر بیشـتری در افزایش کربن آلی خاک داشت. اصولاً انجام فعالیت‌های بیولوژیک در خاک وابسته به حضور مواد آلی می‌باشد. زیـرا

مواد آلی خاک به عنوان یک منبع غذایی برای میکروارگانیسم‌ها عمل می‌کنند. تجزیه مواد آلی در خاک از یک سو سبب تولید هوموس گشته و از سوی دیگر موجب افزایش جمعیت میکروارگانیزم‌ها و ترشحات آنها می‌شود(۱۷).

از سوی دیگر افزایش مواد آلی خاک که باعث افزایش فعالیت میکروارگانیزم‌ها می‌شود موجب افزایش تخلخل و نفوذپذیری خاک می‌گردد(۲۹). این مورد در تیمارهای این تحقیق صدق می‌کند. به طوری که تیمارهای T_2، T_3 و T_4 که افزایش در کربن آلی خاک در آنها وجود داشته، نفوذپذیری آنها نسبت به آب افزایش داشته است.

۵-٦- برگردان شدن بقایای گیاهی

برگردان شدن بقایای گیاهی یکی از شاخص‌های ارزیابی ادوات خاک‌ورزی می‌باشد. ادوات خاک‌ورزی با توجه به ساختمان خود درصدی از بقایای گیاهی را به خاک بر می‌گردانند. نمودار ۲ میانگین درصد برگردان شدن بقایای گیاهی را نشان می‌دهد.

نمودار۲ – میانگین درصد برگردان شدن بقایای گیاهی

میانگین‌های با حرف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

T_1: گاوآهن برگردان‌دار + دیسک T_2: گاوآهن برگردان‌دار + سیکلوتیلر T_3: ساقه خردکن + گاوآهن برگردان دار + دیسک T_4: ساقه خردکن + گاوآهن قلمی + دیسک T_5: بی‌خاک‌ورزی

حداکثر میزان برگردان شدن بقایای گیاهی با ۹۰/۹۲ درصد تیمار گاوآهن برگردان‌دار به همراه روتوتیلر به دست آمد. گاوآهن برگردان‌دار باعث برگردان نمودن کامل خاک شده و تیغه‌های سیکلوتیلر در اثر برخورد تیغه‌ها با بقایای گیاهی باعث کاهش اندازه آنها و مدفون شدن بیشتر آنها می‌شود. در نهایت سرپوش انتهایی دستگاه سیکلوتیلر که نقش ماله را روی خاک دارد بقایای گیاهی را تقریباً به طور همگن در خاک قرار می‌دهد. صلح جو، لغوی و جوکار (۱۳۸۲) خرد شدن کاه و کلش و بقایای گیاهی توسط تیغه‌های روتوتیلر (ساختمان تقریباً به سیکلوتیلر) را گزارش نموده‌اند.

با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای T_1 و T_3، افزایش برگردان شدن بقایا درتیمار استفاده از ساقه خردکن به همراه گاوآهن برگردان‌دار را می‌توان به کوچکتر شدن بقایا توسط ساقه خردکن و بهتر برگردان شدن بقایا توسط گاوآهن برگردان‌دار مرتبط دانست. کم بودن میزان برگردان شدن بقایا در تیمار استفاده از ساقه خردکن و گاوآهن قلمی به تیغه‌های این گاوآهن ارتباط دارد. با توجه به اینکه این نوع گاوآهن فقط در روی یک خط در مسیر شخم حرکت می‌نماید بین تیغه‌ها علی‌رغم فشاری که توسط آنها به خاک وارد می‌شود ولی به برگردان شدن بقایا

کمک می‌نماید. البته نقش استفاده از ساقه خردکن در این زمینه مهم می‌باشد. ساقه خردکن به علت کوچکتر نمودن بقایا در زیر خاک رفتن بقایا نقش دارد. این مورد با مقایسه این تیمار و تیمار استفاده گاوآهن برگردان‌دار و دیسک مشهود است. کمترین میزان برگردان شدن بقایای گیاهی در تیمار بی‌خاک‌ورزی است. همین مقدار برگردان شدن خاک در نتیجه استفاده از دستگاه خطی کاری است که به منظور عملیات کاشت استفاده شده است.

۵-۷- درصد سبز و شاخص سرعت سبز شدن

در جدول ۹ مقادیر مربوط به درصد سبز شدن و شاخص سرعت سبز شدن آمده است. شاخص سرعت سبز شدن، سرعت جوانه‌زنی بذر را بیان می‌کند و شاخصی برای ارزیابی استقرار مطلوب گیاه در اثر اعمال تیمارهای مختلف خاک‌ورزی می‌باشد.

جدول ۹ - مقایسه میانگین درصد سبز شدن و شاخص سرعت سبز شدن

پارامتر / تیمارهای خاک‌ورزی	درصد سبز	شاخص سرعت سبز شدن
گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_1)	۸۳/۷۷ c	٤/٥٣ d
گاوآهن برگردان‌دار + سیکلوتیلر (T_2)	۹۲/٤۲ a	٥/٦٨ a
ساقه خردکن + گاوآهن برگردان‌دار + دیسک (T_3)	۸۹/۰٥ b	٥/۱۱ b
ساقه خردکن + گاوآهن قلمی + دیسک (T_4)	۸٦/۸٦ c	٤/۷٥ c
بی‌خاک‌ورزی (T_5)	۷۹/۸۰ d	٤/۱٦ e

میانگین‌های با حروف مشترک دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند (دانکن ۵٪).

حداکثر میزان درصد سبز در تیمار گاوآهن برگردان‌دار و سیکلوتیلر مشاهده می‌شود. در ارتباط با درصد سبز باید به نوع ادوات خاک‌ورزی و شرایط مناسب خاک به منظور جوانه‌زنی بذر توجه داشت. یکی از شرایط مهم جهت جوانه‌زنی بذر تماس مناسب بذر با خاک می‌باشد. بنابراین هر چه کلوخه‌ها کوچکتر باشند این تماس به نحو مطلوبتری به دست می‌آید. همت (۱۳۷۵) اثر اندازه کلوخه‌ها در جوانه‌زنی مطلوب و افزایش درصد سبز را تایید نموده است. مقایسه دو تیمار استفاده از گاوآهن برگردان‌دار به همراه دیسک و گاوآهن برگردان‌دار به همراه سیکلوتیلر تاییدکننده این موضوع است. دستگاه سیکلوتیلر با ضربات یکنواختی که به خاک وارد می‌کند باعث خرد شدن بهتر کلوخه‌ها شده و سرپوش پشت آن به هموار بودن و فشردگی جزئی خاک کمک می‌کند. کاهش اندازه کلوخه‌ها در حدود ۵۰ درصد در مقایسه این دو تیمار مشهود است که به تماس بهتر بذر با کلوخه‌ها کمک می‌کند.

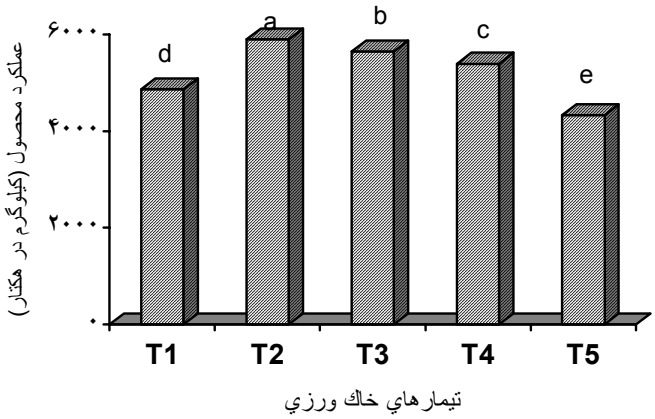
نکته دیگری که در مورد درصد سبز باید به آن توجه داشت اثر مطلوب شرایط خاک در زمینه مواد آلی خاک است. همانطور که از داده های جدول استنباط می‌شود استفاده از ساقه خردکن و اضافه نمودن بقایای گیاهی در مدت سه سال اثر مطلوبی در جوانه‌زنی بذر از نظر مواد آلی داشته است. مقایسه تیمارهای استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک و ساقه خردکن، گاوآهن قلمی و دیسک با اندازه کلوخه‌های تقریباً یکسان (٤/۲۸ و ٤/۳٦) و درصد سبز متفاوت (۸۳/۷۷ و ۸٦/۸٦) اثر استفاده از بقایا در خاک و افزایش مواد آلی را نمایان می‌سازد. تیمار بی‌خاک‌ورزی با ۷۹/۸۰ درصد کمترین میزان در درصد سبز را داشته است.

از نظر شاخص سرعت سبز شدن مقایسه تیمارهای اول و دوم که فقط از نظر نوع استفاده در ادوات خاک‌ورزی ثانویه با یکدیگر اختلاف دارند نشان دهنده استقرار بهتر گیاه و سرعت جوانه‌زنی بیشتر در کاربرد دستگاه سیکلوتیلر می‌باشد.

اختلاف معنی‌دار بین دو تیمار استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک و نیز ساقه خردکن، گاوآهن قلمی و دیسک نشان‌دهنده شرایط مناسب‌تر خاک در تیمار استفاده از ساقه خردکن می‌باشد. این شرایط به اضافه شدن بقایا و خرد شدن آن توسط ساقه خردکن به خاک ارتباط دارد. چرا که از نظر سست نمودن خاک و اندازه کوچکتر و مطلوب کلوخه‌ها گاوآهن برگردان‌دار نسبت به گاوآهن قلمی شرایط بهتری را فراهم می‌آورد. مزایای خرد نمودن بقایا توسط ساقه خردکن در تیمارهای شماره سه و یک که فقط در استفاده از ساقه خردکن با یکدیگر اختلاف دارند نیز قابل مشاهده است. البته به دو نکته در مورد درصد سبز شدن و شاخص سرعت سبز شدن باید توجه داشت. اول اینکه پارامترهای درصد سبز شدن و شاخص سرعت سبز شدن به تهیه مطلوب زمین در خاک سطحی بستگی دارد. بنابراین هر چه خاک در این ناحیه نرم‌تر و تماس بذر با خاک بیشتر باشد میزان این دو پارامتر بیشتر است. به‌آئین و اشرف منصوری (۱۳۸٦) در مورد بذر منوژرم چغندرقند که از نظر میزان سبز شدن و سرعت جوانه‌زنی نسبت به بذر گندم حساس‌تر می‌باشد موضوع فوق را گزارش نموده‌اند. همچنین در این گزارش اثر مثبت یک فصل ماندن بقایای گیاهی در زمین و انجام عملیات خاک‌ورزی در پائیز و کاشت در بهار روی پارامترهای فوق تایید شده است. نکته دیگر این که ارتباط مستقیم سرعت جوانه‌زنی و درصد سبز شدن بذر در داده‌های به دست آمده از جدول ۹ نمایان است. این بدان معنی است که اگر بذر در شرایط بهتر از نظر پارامترهای مؤثر خاک جوانه زند احتمال ادامه رویش گیاه بیشتر خواهد بود. نورمحمدی و زارعیان (۱۳۸۲) نیز در گزارشی در ارتباط با اثر روشهای مختلف تهیه زمین و کاشت در گندم آبی مورد فوق را تایید نموده‌اند.

۵-۸- عملکرد محصول

عملکرد مطلوب محصول می‌تواند با درصد سبز و سرعت جوانه‌زنی بذر در ارتباط باشد. نمودار ۳ میزان عملکرد محصول گندم را در تیمارهای مختلف خاک ورزی نشان می دهد.



نمودار ۳ – میانگین عملکرد محصول

میانگین‌های با حرف مشترک اختلاف معنی‌داری ندارند (دانکن ۵٪).

T_1: گاوآهن برگردان‌دار + دیسک T_2: گاوآهن برگردان‌دار + سیکلوتیلر T_3: ساقه خردکن + گاوآهن برگـردان دار + دیسک T_4: ساقه خردکن + گاوآهن قلمی + دیسک T_5: بی‌خاک‌ورزی

با توجه به اینکه بیشترین عملکرد در تیمار استفاده از گاوآهن برگردان‌دار و سیکلوتیلر به دست آمـده اسـت می‌توان گفت که سیکلوتیلر با توجه به تیغه‌های خاص خود در خردکردن بقایا و کلوخه‌ها به اندازه مناسب و اضـافه نمودن آنها به خاک تاثیر مثبتی داشته است. این مورد در مقایسه تیمارهای استفاده از سـاقه خـردکن بـا سـایر ادوات خاک‌ورزی نیز مشهود است. دستگاه سیکلوتیلر با داشتن سرپوش نقـش بهتـری در همگـن نمـودن ذرات خـاک بـا بقایای گیاهی ایفا می‌کند. دو تیمار T_3 و T_4 که در آنها ساقه خردکن استفاده شده و فقـط از نظـر اسـتفاده از ادوات خاک‌ورزی اولیه با یکدیگر اختلاف دارند نشان دهنده مخلوط شدن بهتر بقایا توسط گاوآهن برگـردان‌دار مـی‌باشـد. مقایسه تیمارهای استفاده از ساقه خردکن با تیمار T_1 که فقط گاوآهن برگردان‌دار و دیسک در آن استفاده شده است نیز بیانگر نقش مثبت ساقه خردکن در همگن نمودن اندازه بقایای گیاهی است. البته در این مورد استفاده از گـاوآهن قلمی به همراه استفاده از ساقه خردکن با صرف انرژی کمتر و اضافه شدن مواد آلی به خاک نسبت به تیمار اسـتفاده صرف از گاوآهن برگردان‌دار و دیسک قابل تامل است. از مقایسه جدول ۹ و نمودار ۳ رابطه مستقیم درصد سـبز و سرعت جوانه‌زنی بیشتر با عملکرد مطلوب مشاهده می‌شود. تهیه بستر مناسب از نظر اندازه کلوخه‌ها و سست بـودن مناسب خاک و افزایش مواد آلی باعث سرعت جوانه‌زنی و درصد سبز بیشتر شده و این دو مورد نیز بـه نوبـه خـود باعث عملکرد بیشتر محصول می‌شود. به‌آئـین، امینـی و جوکـار (۱۳۸٦) در آزمایشـی روی خـاک‌ورزی رقـم‌هـای مختلف جو رابطه مستقیم درصد سبز و عملکرد محصول مطلوب را گزارش نموده‌اند.

٦- فهرست منابع:

بختیاری، محمد رضا. (۱۳۸۲). *تعیین مناسب‌ترین روش خاک‌ورزی جهت کاشت گندم در تناوب بـا سـیب‌زمینـی.* مجموعه مقالات همایش بررسی مسائل خاک‌ورزی غلات، کرج.

به‌آئین، محمدعلی و اشرف منصوری، غلامرضا. (۱۳۸٦). بررسی روشهای مختلف خاک‌ورزی جهت تهیه مطلوبترین بستر بذر منوژرم چغندرقند و اثر آن بر عملکرد کمی و کیفی محصول. *فـارس – داراب :* مؤسسـه تحقیقـات فنی و مهندسی کشاورزی. ۸۳۱۰۳– ۰۰۰۰– ۰۰– ۲۲۱۱۰۰– ۰٤۹– ۳.

به‌آئین، محمدعلی، امینی، علی‌اکبر و جوکار، لادن. (۱۳۸٦). تاثیر روشـهای مختلـف خـاک‌ورزی بـر کـاهش میـزان خوابیدگی (ورس و اثرات آن بر عملکرد دو رقم جو. *فـارس – داراب :* مؤسسـه تحقیقـات فنـی و مهندسـی کشاورزی. ۸۳۰۲۷– ۰۰۰۰– ۱٤– ۲۲۰۰۰۰– ۰٤۹– ۲.

حیدری، احمد. (۱۳۸۳). *اثر مدیریت بقایای گیاهی و عمق شخم بر عملکرد گندم و ماده آلی خاک در تنـاوب ذرت دانه‌ای – گندم آبی.* مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۱۹ (۵)، ص ۸۱–۹٤.

خسروانی، علی، زابلستانی، مسعود، شریفی، احمد، محسنی منش، احمد، شهربانونژاد، مسعود و همت، عباس. (۱۳۸۲). *بررسی امکان خاک ورزی سطحی در کشت گندم آبی*. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۱۷ (٤)، ص ۲۹-٤٦.

روزبه، مجید و پوسکانی، معصومعلی. (۱۳۸۲). تاثیر روشهای مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم در تناوب با ذرت. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳٤(۱)، ص ۲۹-۳۸.

شهربانونژاد، مسعود. (۱۳۸۲). *بررسی روشهای مختلف زمین و کاشت بر عملکرد محصول گندم در بقایای ذرت*. مجموعه مقالات همایش بررسی مسائل خاک‌ورزی غلات، کرج.

صلح‌جو، علی‌اکبر، لغوی، محمد و جوکار، لادن. (۱۳۸۲). *بررسی تاثیر درصد رطوبت خاک، سرعت پیشروی و دور محور روتوتیلر بر میزان خردشدن خاک*. مجله پژوهش در علوم کشاورزی، ۳(۱)، ص ۵۷-۷۰.

صلح‌جو، علی‌اکبر، نیازی، جانب‌اله. (۱۳۸۰) *تاثیر عملیات زیرشکن بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم آبی*. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۲(۷)، ص ٦٥-۷۹.

فرهودی، روزبه، چایی‌چی، محمدرضا، مجنون حسینی، ناصر، ثواقبی، غلامرضا. (۱۳۸۷). *تاثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم بر خصوصیات خاک و عملکرد آفتابگردان در سیستم کشت دوگانه*. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، ۳۹(۱)، ص ۱۱-۲۱.

نورمحمدی، داود و زارعیان، سلیمان. (۱۳۸۲). *اثر روشهای مختلف تهیه زمین و کاشت روی سبز شدن گندم آبی*. مجله علوم کشاورزی ایران، ۳٤(۲)، ص ۳۲۱-۳۳۲.

همت، عباس. (۱۳۷۵). *اثرات شیوه‌های تهیه بستر و کاشت بر سبز شدن گندم پاییزه آبی*. مجله علوم کشاورزی ایران، ۲۷(٤). ص ٥٥-٦٨.

Alberta, E. (1995). *Stubble burning. Colombia*: Basin Agricultural Research Annual Report.

Alvarenga, R.C., Fernandes, B. &Silva, T.C.A. (1987). Effect of different methods of soil preparation and maize residue management on bulk density, total porosity and pore-size distribution in ared latosal. *Revista ceres,* 34(196), 569-577.

Barber, S.A. (1979). Corn residue management and soil organic matter. *Agronomy journal,* 71(4), 625-627.

Bloom, P.R., Schuh, W. M., Maize, G.L., Nelson, W.W. & Evans, S.D. (1982). Effect of N fertilizer and corn residue management on organic matter in Minesota mollisds. *Agronomy journal,* 74(1), 161-163.

Jones, S. (1999). The effects of corn residue management on wheat yield. *Final report 1999*, University f kentucky.

Maury, R.P. (1989). Effect of tillage and residue management on maize and wheat yield and on physical properties of on irrigated sandy loam soil in northern Nigeria. *Soil and tillage research,* 8, 161-170.

Murdock, L., Herbeck, J., James, J. & call, D. (1999). Cooperative residue manag ement study: Mechanical shredding comparison. *Final report 1998-99*,University of kentucky.

Nash, V.E. & Baligay, V.C. (1974). The growth of soybeam roots in relation to soil micro morphology. *Plant and soil*, 4,81-89.

Peric, D. (1972). Studies on the effect of depth for maize in a wheat-maize rotation. *Savermena poljoprivreda,*20(11-12), 33-40.

Rezaei, M; & Asadi, A. (2001). Soil tillage and stuble management effects an soil aggregates stability. Proceedings of 8th *soil sciences congress*, Iran.

Shanin, I. & Atanasova. I. (1973). Maize for grain as apreceding crop. *Resteniev dni-Nauki,*10(4), 95-105.

Sidhu, A.S. & Sur, H.S. (1993). Effect of incorporation of legume straw on soli properties and crop yield in a maize – wheat sequence. *Tropical Agriculture*, 70(3), 226-229.

Investigation and determination of tillage suitable methods in different climate in wheat cultivation and their effect on physical and chemical properties of soil with considering conventional rotation of regions

Abstract

In order to study the effect of different tillage methods in planting irrigated wheat in rotation with corn, an experiment was conducted in Darab research station during three years. The experiment desige was randomize complete block design (RCBD) with three replications and the means compared using DMRT. Treatments were moldboard plow, disk (T_1); moldboard plow, cyclotiller (T_2); stalk shredder, moldboard plow, disk (T_3); stalk shredder, chisel plow, disk (T_4) and no - tillage practice. Variables measured were bulk density, soil cone index, mean weigh diameter, infiltration ratio, percentage of seed emerged, emergence rate index and yield. Tillag methods had significant effect on measured parameters. Moldboard plow along with cyclotiller had the most decreasing as bulk density and soil cone index with 4.66 and 11.71%, respectively. Besides, mean weight diameter of clod was 2.24cm in this treatment in comparison with the other treatments. Percentage of seed emerged, emergence rate index and yield had preference by applying moldboard plow and cyclotiller relative to other treatments and the amount of 92.42%, 5.68% and 5901.56 kg ha^{-1}, respectively and stalk shredder, moldboard plow and disk was in subsequent class. Using stalk shredder along with primary and secondary tillge implement had main effect on improving soil condition and uniformity distribution of residue. The results also indicated that cyclotiller in comparing with disk caused a suitable condition on soil properties and yield.

Keywords: Tillage, Wheat