تأثیر زیرشکنی و روش‌های خاک‌ورزی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد آفتابگردان

محسن‌حیدری سلطان‌آبادی[1]، حمیدرضا سالمی و مختار میران‌زاده

استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان؛ **mheisol@gmail.com**

استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان؛ **hr_salemiuk@yahoo.com**

محقق مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان؛ **mokhtar_miranzadeh@yahoo.com**

دریافت: **92/2/28** و پذیرش: **92/11/21**

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی اثر زیرشکنی و روش‌های خاک‌ورزی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد آفتابگردان روغنی در ایستگاه تحقیقاتی کبوترآباد واقع در 25 کیلومتری جنوب شرقی اصفهان، اجرا شد. طرح به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا شد که تیمارهای آزمایش شامل 1- شخم با گاوآهن برگردان‌دار تا عمق 25-20 سانتی‌متر و کشت در کف کرت (T1) 2- شخم با گاوآهن برگردان‌دار تا عمق 25-20 سانتی‌متر و کشت بر روی پشته (T2) 3- زیرشکنی به‌وسیله ساب‌سویلر تا عمق 45-40 سانتی‌متر و متعاقب آن شخم با گاوآهن برگردان‌دار تا عمق 25-20 سانتی‌متر و کشت در کف کرت (T3)، خاک‌ورزی نواری و کشت در کف کرت (T4)، خاک‌ورزی نواری به همراه ساب‌سویلر و کشت در کف کرت (T5) و خاک‌ورزی نواری به همراه ایجاد جوی در نوار و کشت در کف آن (T6) بودند. صفات جرم مخصوص ظاهری خاک، مقاومت به نفوذ خاک، سرعت نهایی نفوذ آب در خاک و خصوصیات گیاهی شامل طول ریشه اصلی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن خشک بوته و درصد روغن دانه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که استفاده از روش‌های متفاوت خاک‌ورزی در مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک تفاوت معنی‌داری ایجاد نمی‌کند. مقادیر مقاومت به نفوذ خاک به غیر از عمق 30 سانتی‌متر، در سایر عمق‌ها تفاوت معنی‌داری ندارند. سرعت نهایی نفوذ آب در خاک زیرشکن شده به‌صورت معنی‌دار بیشتر از شخم مرسوم است. در مورد اندازه‌گیری‌های گیاهی مشاهده شد که قطر ساقه در تیمار T6 به‌صورت معنی‌دار بیشتر از سایر تیمارها است. در دیگر موارد اندازه‌گیری شده از جمله عملکرد دانه و راندمان مصرف آب در گیاه تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. با توجه به عدم تاثیر عملیات زیرشکنی بر عملکرد آفتابگردان روغنی و هزینه بالای اجرا، استفاده از این عملیات در منطقه کبوترآباد ضرورت پیدا نمی‌کند. در صورتی‌که ادوات و تجهیزات مناسب خاک‌ورزی نواری در دسترس قرار گیرد، خاک‌ورزی نواری قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، خاک‌ورزی، جرم مخصوص ظاهری، مقاومت به نفوذ، عملکرد محصول

---

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: اصفهان، امیریه، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی

مقدمه

مصرف سرانه روغن در کشور حدود 17 کیلوگرم می‌باشد و این در حالی است که با تولید سالیانه 124 هزار تن آفتابگردان در سال 1388، حدود 90 درصد روغن مصرفی کشور وارداتی است (بی‌نام، 1391).

با توجه به اهمیت گیاه آفتابگردان در تولید روغن‌های خوراکی و نظر به بهبود عملکرد آن و نیز توجه به خشکسالی‌های اخیر و کمبود آب، استفاده از روش‌های خاک‌ورزی مناسب و جدید می‌تواند علاوه بر کاهش هزینه‌های آماده سازی زمین، رطوبت بیشتری در اختیار گیاه قرار داده و میزان آب مصرفی را کاهش دهد. با توجه به امکان رشد ریشه آفتابگردان تا عمق 2 متر، استفاده از زیرشکن و شکستن لایه‌های زیرین خاک می‌تواند باعث توسعه رشد ریشه و استفاده گیاه از رطوبت عمق زیرین شده و استحکام گیاه را در برابر خوابیدگی بیشتر نماید. طبق تحقیقات اونگر و همکاران (1976) آفتابگردان آبی و دیم رطوبت را به ترتیب از عمق 183 و 244 سانتی‌متری جذب می‌کند. آسه و همکاران (2001) مطالعاتی بر روی اثر استفاده از ساب‌سویلر بر عملکرد آفتابگردان انجام دادند. نتایج نشان داد که مقدار شاخص مخروطی (شاخصی برای مقاومت به نفوذ خاک) در زمین زیرشکن شده کاهش و مقدار عملکرد گیاه آفتابگردان افزایش می‌یابد.

نتایج حاصل از پژوهش قضاوی‌خوراسگانی و همکاران (1388) نشان داد که انجام عملیات شخم به وسیله خاک‌وزر بشقابی بهبود یافته، نسبت به گاوآهن برگردان‌دار به انرژی و زمان کمتری نیاز دارد. این خاک‌ورز جدید نه تنها لایه سخت ایجاد نمی‌کند بلکه به عنوان یک دستگاه خاک‌ورز حفاظتی، فرسایش را کاهش داده و باعث ذخیره رطوبت مورد نیاز گیاه در زمین می‌شود. در روش‌های جدید خاک‌ورزی سعی می‌گردد از سوزاندن بقایای گیاهی اجتناب شود. سوزاندن بقایا علاوه بر تثبیت بیشتر علف‌کش‌ها در خاک، باعث کاهش میزان ماده آلی و افزایش جرم مخصوص خاک می‌شود (رمضانی و زند، 1391). به منظور ارزیابی اثر نوع خاک‌ورزی و رژیم آبیاری بر عملکرد آفتابگردان، در آزمایشی دو نوع سیستم خاک‌ورزی شامل خاک‌ورزی مرسوم توسط گاوآهن برگردان‌دار و دیسک و سیستم بدون شخم و سه رژیم آبیاری شامل بدون آبیاری، آبیاری تا قبل از گلدهی و آبیاری تا آغاز رسیدگی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ خاک در خاک‌ورزی مرسوم کمتر از بدون شخم است. از سوی دیگر حجم ریشه در خاک‌ورزی مرسوم، در عمق 10 تا 20 سانتی‌متری 2 و در بدون شخم 5 برابر نسبت به عمق 0 تا 10 کاهش می‌یابد. حداکثر عمق ریشه در سیستم خاک‌ورزی مرسوم حدود 30 سانتی‌متر است. میزان عملکرد در واحد سطح، وزن دانه و وزن ماده خشک در سیستم خاک‌ورزی مرسوم به‌صورت معنی‌دار بیشتر از سیستم بدون شخم به‌دست آمد (گاش و همکاران، 2003).

در تحقیقی سه روش خاک‌ورزی که شامل استفاده از ساب‌سویلر عمیق به همراه شخم سطحی، کم‌خاک‌ورزی و بدون شخم بود، در کشت آفتابگردان مقایسه شد. نتایج نشان داد که در روش‌های حداقل شخم، فعالیت میکروارگانیسم‌های سطحی خاک و ظرفیت‌کاری دستگاه‌ها افزایش و مقدار سوخت مصرفی کاهش می‌یابد. با این حال مقدار رشد ریشه و عملکرد محصول در روش‌های اجرای شخم عمیق‌تر، بیشتر است (وان‌دن‌پوت و همکاران، 2010). داده‌های پژوهش بیرکاس و همکاران (2004) در مجارستان نشان داد که شخم و دیسک سالانه در کمتر از 3 دوره باعث ایجاد یک لایه فشرده در عمق خاک‌ورزی و پس از 5 سال در هر دو لایه سطحی و عمقی می‌شود که با به‌کارگیری ساب‌سویلر و کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) این حالت بهبود می‌یابد. نتایج پژوهش بر روی پنبه در منطقه مغان نشان داد که به‌کارگیری ساب‌سویلر اثر قابل توجهی روی کاهش شاخص مخروطی در اعماق 20-10 و 50-20 سانتی‌متر دارد. بالاترین میانگین ارتفاع بوته در تیمار استفاده از ساب‌سویلر تا عمق 55-50 سانتی‌متر به‌دست آمد و عملکرد محصول به میزان 9/7 تا 13/5 درصد فزایش یافت (برقعی و همکاران، 2008).

این پژوهش به منظور بررسی تأثیر زیرشکنی و استفاده از روش‌های جدید خاک‌ورزی بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک و اجزای عملکرد گیاه آفتابگردان در ایستگاه تحقیقاتی کبوترآباد اصفهان انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق اثر زیرشکنی خاک و کاربرد روش‌های خاک‌ورزی در کشت آفتابگردان بر برخی از خصوصیات فیزیکی خاک و نیز خصوصیات گیاهی مرتبط با عملکرد آفتابگردان روغنی مورد بررسی قرار گرفت. به این منظور طرحی به‌صورت بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار اجرا گردید که در آن تیمارهای 1- شخم با گاوآهن برگردان‌دار تا عمق 25-20 سانتی‌متر و کشت در کف کرت (T1) 2- شخم با گاوآهن برگردان‌دار تا عمق 25-20 سانتی‌متر و کشت بر روی پشته (T2) 3-

زیرشکنی به‌وسیله ساب‌سویلر تا عمق 45-40 سانتی‌متر و متعاقب آن شخم با گاوآهن برگردان‌دار تا عمق 25-20 سانتی‌متر و کشت در کف کرت (T3)، 4- خاک‌ورزی نواری و کشت درکف کرت (T4)، 5- خاک‌ورزی نواری به همراه ساب‌سویلر وکشت درکف کرت (T5) و 6- خاک‌ورزی نواری به همراه ایجاد جوی در نوار و کشت در کف آن (T6) در محل ایستگاه تحقیقات کبوترآباد اجرا شد. این ایستگاه در 25 کیلومتری جنوب شرقی اصفهان و در عرض جغرافیایی 32 درجه و 30 دقیقه شمالی و طول جغرافیایی 51 درجه و 49 دقیقه شرقی و ارتفاع 1541 متر از سطح دریا واقع شده است. این منطقه بر اساس تقسیم‌بندی کوپن[1] دارای اقلیم خشک بسیار گرم با تابستان‌های گرم و خشک و زمستان‌های نیمه سرد است. متوسط بارندگی و درجه دمای سالیانه آن به ترتیب معادل 122 میلی‌متر و 16/1 درجه سانتی‌گراد و بافت خاک آن لوم با pH معادل 7/8 است. میزان ظرفیت وزنی ذخیره آب در خاک (^{2}PWP - ^{3}FC) 11 درصد وزنی در سطح خاک و تا 15 درصد در اعماق مختلف خاک متغیر است. هدایت الکتریکی آب آبیاری (چاه) 2/23 دسی‌زیمنس بر متر و بافت خاک، لوم رسی می‌باشد.

بعد از برداشت جو و جمع‌آوری بقایای پشت کمباین، هر تیمار خاک‌ورزی در یک کرت20×3/5 متری اجرا شد. پس از آماده‌سازی زمین، در هر کرت چهار ردیف بذر آفتابگردان هیبرید Hysun 36 به فاصله 60 سانتی‌متر به روش دستی کشت گردید. بعد از سبز شدن بذور، با تنک کردن بوته‌ها، فاصله آنها روی ردیف20 سانتی‌متر در نظر گرفته شد. عملیات خاک‌ورزی ثانویه، دور و حجم آب آبیاری در تمامی تیمارها یکسان بود. به منظور اندازه‌گیری مقدار آب مورد نیاز در هر کرت، از اطلاعات کتاب برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی استفاده شد (فرشی و همکاران، 1376). در این روش بر اساس ابعاد کرت و قرائت از تشتک تبخیر و تخمین Kc و Kp، بر اساس دوره واقعی رشد آفتابگردان کشت شده، حجم آب مورد نیاز کرت محاسبه و این مقدار از طریق پارشال فلوم و سرریز و اندازه‌گیری زمان به کرت داده شد. دور آبیاری بر اساس دور مرسوم منطقه، 10 روز انتخاب شد. تعداد دفعات آبیاری 8 و کل حجم آب آبیاری در طول فصل زراعی، 7363 متر مکعب در هکتار اندازه‌گیری شد.

بعد از اولین آبیاری، جرم مخصوص ظاهری خاک با استفاده از استوانه‌های فلزی و مقدار مقاومت به نفوذ خاک با استفاده از یک دستگاه پنترومتر[4] دیجیتالی اندازه‌گیری شد. مخروط دستگاه دارای زاویه 30 درجه و قطر 12/83 میلی‌متر بوده و رطوبت خاک در این مرحله در عمق‌های 20-0 ، 40-20 و 60-40 سانتی‌متری به ترتیب 12/8 ،14 و 14/7 درصد به دست آمد. به منظور بررسی اثر عمق شخم بر سرعت نفوذ آب در خاک، از رینگ‌های مضاعف[5] استفاده شد. در این روش قبل از اولین آبیاری در کرت زیرشکن خورده (T3) و کرت شخم مرسوم (T1) در سه نقطه، رینگ‌ها نصب و تا سطح مشخص پر از آب شدند. میزان افت ارتفاع آب استوانه میانی در خلال 150 دقیقه ثبت گردید. میانگین آخرین داده‌های ثبت شده که در آن سرعت نفوذ تقریباً ثابت بوده به‌عنوان سرعت نهایی نفوذ در نظر گرفته شد. در مرحله برداشت طول ریشه اصلی، ارتفاع بوته، قطر ساقه، قطر طبق، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، وزن خشک بوته و درصد روغن دانه اندازه‌گیری شد. نمونه‌ها از دو ردیف وسط هر کرت در طول دو متر برداشت گردید. برای اندازه‌گیری درصد روغن در آزمایشگاه از روش سوکسله استفاده شد. داده‌ها توسط برنامه آماری SAS تجزیه و تحلیل و میانگین‌ها به‌وسیله آزمون چند دامنه‌ای دانکن دسته‌بندی گردید. مجموع عملیات خاک‌ورزی اجرا شده در جدول 1 ارائه شده است.

نتایج

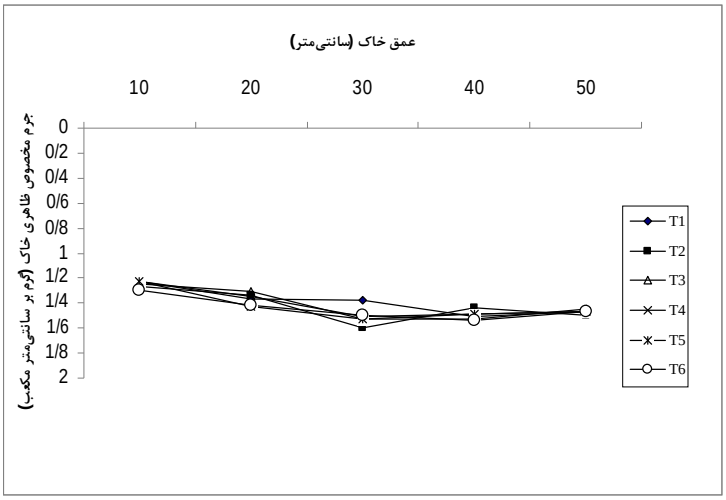
جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ خاک

شکل 1 تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک را نشان می‌دهد. بر این اساس تفاوت معنی‌داری در مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک مشاهده نمی‌شود. قبل از اجرای پژوهش انتظار می‌رفت در دو تیمار (T2) و (T5) که در آنها از زیرشکن استفاده شده است جرم مخصوص ظاهری خاک کمتر از سایر تیمارها باشد. به نظر می‌رسد تردد مکرر ادوات جهت خرد کردن کلوخه‌های بوجود آمده در اثر کار ساب‌سویلر (زیرشکن)، شرایط کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک را از بین برده است. تحقیقات نشان داده است که انجام عملیات زیرشکنی باعث افزایش خلل و فرج خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک متراکم به میزان 3 تا 4 درصد می‌شود (اسکندری و همت، 1382).

1. Wilhen Koppen
2. Permanent Wilting Point
3. Field Capacity
4. Penetrometer
5. Double Rings

جدول 1 - شرح عملیات انجام شده

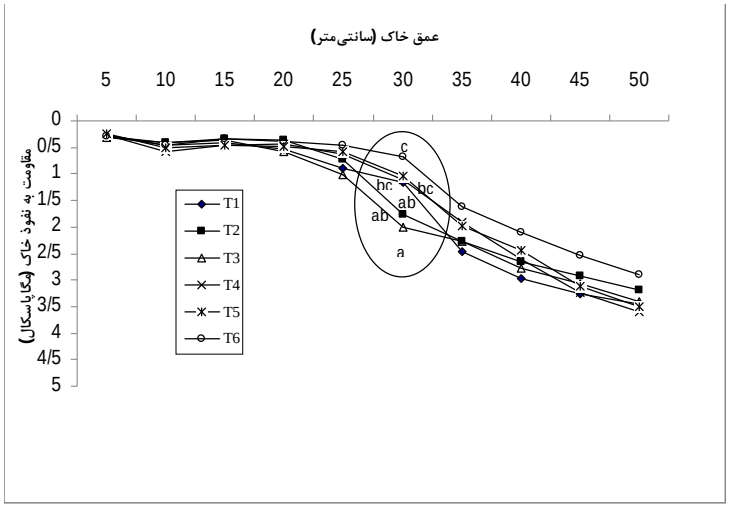
عملیات	تیمار T1	T2	T3	T4	T5	T6
شخم باگاوآهن برگردان‌دار	x	x	x	-	-	-
استفاده از ساب‌سویلر (زیرشکنی خاک)	-	x	-	-	x	-
خاک‌ورزی نواری	-	-	-	x	-	x
دیسک زنی	x	x	x	x	x	x
لولر زنی (تسطیح)	x	x	x	x	x	x
ماله کشی	x	x	x	x	x	x
مرزبندی	x	x	x	x	x	x
ایجاد جویچه	-	-	x	-	-	x
کشت ردیفی با دست	x	x	x	x	x	x



شکل 1- تأثیر روش‌های خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک

آزمایش‌ها بر روی اثر زیرشکنی خاک بر حفظ رطوبت و عملکرد گندم نشان داد که از عمق 30سانتی‌متری به پایین، کاربرد زیرشکن تا عمق 50 و 75 سانتی‌متر، باعث کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری خاک می‌شود (آتش، 1372). نتایج برخی از مطالعات دیگر نشان داد که مقاومت به نفوذ خاک در سیستم‌های کم و یا بی‌خاک‌ورزی نسبت به خاک‌هایی که خاک‌ورزی مرسوم در آنها انجام شده بیشتر است. در حالی که جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق‌های مختلف شخم بدون اختلاف معنی‌دار هستند (قربانی‌بیرگانی و دیبایی،1391).

بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر میزان مقاومت به نفوذ خاک (شکل 2) نشان می‌دهد که در عمق 30 سانتی‌متری، مقدار مقاومت به نفوذ خاک تحت تاثیر نوع خاک‌ورزی قرار گرفته و در این عمق، تیمار (T6) دارای کمترین مقاومت به نفوذ خاک است. اندازه‌گیری‌های رطوبت نشان داد که رطوبت خاک در تیمار (T6) بیشتر از سایر تیمارها است. در این تیمار، آب آبیاری درجوی‌ها متمرکز شده و بیشترین مقدار آن در کف جوی نفوذ می‌کند. رطوبت بیشتر خاک موجب کاهش مقاومت به نفوذ آن می‌شود. در سایر تیمارها روش خاک‌ورزی و مشخصاً زیرشکنی خاک، تأثیری در کاهش مقاومت به نفوذ خاک ندارد. با توجه به نتایج شکل 2 و این نکته که مقدار 2 مگاپاسکال برای شاخص مخروطی، موجب محدودیت برای رشد ریشه است، ملاحظه می‌گردد که در عمق‌های بیش از 35 سانتی‌متر مقدار شاخص بیش از 2 مگاپاسکال است. هر چند کاربرد زیرشکن میزان شاخص مخروطی را کاهش داده است ولی نتوانسته این میزان را در عمق‌های 50-35 سانتی‌متری به کمتر از 2 مگاپاسکال برساند. بنابراین لازم است.



شکل 2- تأثیر روش‌های خاک‌ورزی بر مقدار مقاومت به نفوذ خاک

تا اولاً عملیات زیرشکنی بعد از شخم با گاوآهن انجام شود تا تردد تراکتور بعد از زیرشکنی خاک باعث ایجاد تراکم مجدد نگردد و ثانیاً در کشیدن زیرشکن از تراکتورهای با توان بالاتر استفاده گردد. به نظر می‌رسد در برخی از نقاط، در اثر کمبود توان تراکتور در کشیدن ساب‌سویلر، عمق کار آن کم شده است. تحقیقات در استان فارس نشان داد که استفاده از زیرشکن در دو عمق 35-30 و 45-40 سانتی‌متری نسبت به شخم با گاوآهن برگردان‌دار در عمق 25-20 سانتی‌متر، تفاوت معنی‌داری در مقدار جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ خاک، ایجاد نمی‌کند (صلح‌جو و نیازی،1380). بر خلاف این نتیجه، به‌کارگیری ساب‌سویلر در منطقه مغان، اثر قابل توجهی در کاهش شاخص مخروطی در اعماق 20-10 و 50-20 سانتی‌متر داشته است (برقعی و همکاران، 2008).

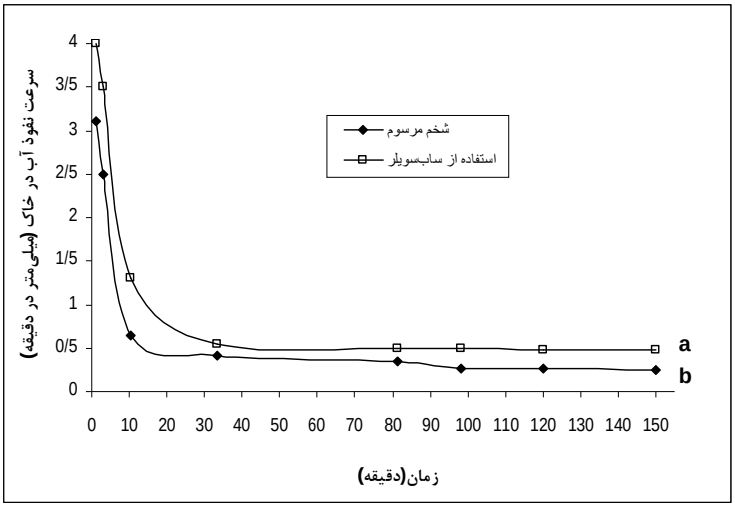
سرعت نهایی نفوذ آب در خاک

سرعت نهایی نفوذ آب در زمین ساب‌سویلرخورده به‌صورت معنی‌داری بیشتر از شخم مرسوم شد (شکل 3). با توجه به این‌که اندازه‌گیری سرعت نهایی نفوذ آب در خاک، قبل از اولین آبیاری و در زمین خشک صورت گرفته و پدیده شسته شدن ذرات خاک و پر شدن منافذ خاک رخ نداده است، تأثیر استفاده از ساب‌سویلر در شکستن لایه‌های سخت به‌صورت افزایش 1/7 برابری سرعت نهایی نفوذ آب در خاک زیرشکن شده نسبت به خاک‌ورزی مرسوم نمایان می‌شود. تحقیقات بر روی تأثیر استفاده ازساب‌سویلر بر سرعت نفوذ آب نشان داد که این سرعت در زمین ساب‌سویلر خورده نسبت به شخم مرسوم 2/4 برابر افزایش می‌یابد (صلح‌جو و نیازی، 1380). همچنین در تحقیق دیگری مشخص شد که خاک‌ورزی تا عمق 30 تا 40 سانتی‌متر، باعث افزایش نفوذپذیری آب در خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شده و عملکرد چغندر قند را بهبود می‌بخشد (وینتر، 1983). دهقانیان و صلح جو (1384) بیان داشتند که زیرشکنی خاک تا عمق 45-40 سانتی‌متری، باعث افزایش نفوذپذیری آب در خاک به میزان 3 برابر، نسبت به شخم با گاوآهن شده است.

خصوصیات گیاهی

با توجه به نتایج جدول 2 به جز قطر ساقه در سایر موارد تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. در تیمار خاک‌ورزی نواری به همراه ایجاد جوی در نوار و کشت در کف آن (T6)، قطر ساقه به‌صورت معنی‌دار از پنج تیمار دیگر بیشتر است. شرایط رطوبتی خاک در این تیمار که در آن فقط محدوده ریشه آبیاری می‌شود باعث گردیده تا قطر ساقه افزایش یابد. بررسی اندازه طول ریشه اصلی نشان می‌دهد که زیرشکنی خاک تأثیری بر آن نداشته است. در حالی که انتظار می‌رفت شکستن لایه‌های زیرین، موجب بهبود شرایط رشد ریشه و در نتیجه افزایش جذب رطوبت خاک توسط گیاه شود که این به نوبه خود بر عملکرد و اجزای عملکرد تأثیرگذار است. چنانچه کاربرد ساب‌سویلر در کشت پنبه موجب افزایش ارتفاع بوته و نیز عملکرد محصول به میزان 9/7 تا 13/5 درصد شده است (برقعی و همکاران، 2008). طبق نتایج تحقیق دهقانیان و صلح جو (1384) عملیات زیرشکنی در دو عمق 45-40 و 35-30 سانتی‌متر به ترتیب موجب افزایش 23 و 13 درصدی عملکرد چغندر قند، نسبت به خاک‌ورزی مرسوم با گاوآهن می‌شود. با این وجود برخی از محققان عدم تأثیر زیرشکنی را بر عملکرد محصول

گزارش کرده‌اند. طبق تحقیقات روسانوسکی و همکاران (1972) در رومانی، تغییر عمق شخم از20 به 30 سانتی‌متر و همچنین انجام عمل زیرشکنی بعد از شخم تا عمق 40 سانتی‌متر اثر معنی‌داری بر عملکرد محصول آفتابگردان نداشته است. در پژوهش دیگری عملکرد گندم تحت تأثیر زیرشکنی لایه‌های زیرین خاک قرار نگرفت (صلح‌جو و نیازی، 1380).



شکل 3- سرعت نفوذ آب درخاک

با توجه به تعریف کارایی مصرف آب در گیاه (نسبت عملکرد دانه به حجم آب مصرفی)، از آنجا که عملکرد دانه در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی بدون اختلاف معنی‌دار به دست آمد و از سوی دیگر حجم آب آبیاری در همه تیمارها (به میزان 7363 متر مکعب در هکتار) یکسان در نظر گرفته شده بنابراین کارایی مصرف آب نیز بدون تفاوت معنی‌دار می‌باشد.

بحث

مجموع نتایج نشان می‌دهد که هر چند استفاده از ساب‌سویلر موجب بهبود برخی از خواص فیزیکی خاک می‌شود ولی تأثیر مثبتی در افزایش عملکرد آفتابگردان روغنی نداشته است. از طرفی با توجه به هزینه بالای اجرای عملیات زیرشکنی، استفاده از آن در منطقه کبوترآباد ضرورتی پیدا نخواهد کرد. در این تحقیق امکان استفاده از خاک‌ورزی نواری (عمیق و سطحی) به عنوان روش‌های جدید خاک‌ورزی در کشت آفتابگردان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که عملکرد محصول در این روش با خاک‌ورزی مرسوم تفاوت معنی‌داری ندارد. با توجه به حجم و هزینه‌های کم عملیات شخم نواری و در صورتی که ادوات و تجهیزات مناسب این روش خاک‌ورزی در دسترس قرار گیرد، این نوع خاک‌ورزی قابل توصیه و استفاده است.

جدول 2- مقادیر میانگین‌های خصوصیات گیاهی در سال دوم

تیمار	میانگین			
	طول ریشه اصلی (cm)	قطر ساقه (mm)	ارتفاع بوته (cm)	قطر طبق (cm)
T1	21/45 a	17/50b	178/13 a	13/30 a
T2	23/50 a	17/33 b	177/01 a	13/03 a
T3	25/19 a	17/74 b	180/95 a	13/23 a
T4	21/79 a	18/41 b	179/05 a	13/56 a
T5	25/30 a	18/37 b	182/56 a	13/65 a
T6	23/63 a	20/39 a	179/21 a	14/45 a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال 5 درصد بدون اختلاف معنی‌دار هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

ادامه جدول 2

تیمار	میانگین			
	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن هزار دانه (gr)	وزن خشک بوته (g/m^2)	درصد روغن
T1	4392 a	48/46 a	1325a	40/60 a
T2	4050 a	45/2 a	1212 a	37/88a
T3	3968 a	45/2a	1201a	38/25a
T4	3776 a	48/43 a	1127 a	38/84a
T5	3664 a	47/56 a	1139a	39/37a
T6	3994 a	48/46 a	1174a	37/34a

میانگین‌های دارای حرف مشترک در هر ستون از نظر آماری در سطح احتمال 5 درصد بدون اختلاف معنی‌دار هستند (آزمون چند دامنه‌ای دانکن).

فهرست منابع:

۱. آتش، س. 1372. مقایسه ذرت و سورگوم از نظر خصوصیات فیزیولوژیکی، عملکرد دانه و راندمان مصرف آب در اصفهان، پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده کشاورزی.

۲. اسکندری، ا. و ع، همت. 1382. اثر زیر شکنی بر حفظ و ذخیره رطوبت خاک و عملکرد محصول گندم دیم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. جلد4. شماره14

۳. بی‌نام. 1391. برنامه راهبردی روغن‌های خوراکی. روغن‌های خوراکی، وضعیت. http://www.bsmt.ir/85/.

٤. رمضانی، م.ک. و ا. زند. 1391. سوزاندن بقایای گیاهی و تأثیر آن بر سرنوشت و کارائی باقیمانده علف‌کش‌ها. مجله پژوهش علف‌های هرز، سال چهارم، شماره 1. 94 -91.

۵. دهقانیان س. ا. و ع. ا، صلح جو. 1384. بررسی تأثیر عملیات زیرشکن روی خصوصیات فیزیکی خاک و رطوبت قابل استفاده گیاه چغندر قند. کارگاه فنی آبیاری سطحی مکانیزه.

۶. صلح‌جو، ع. و ج. نیازی. 1380. تاثیر عملیات زیرشکن بر خصوصیات فیزیکی خاک و عملکرد گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات وآموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات کشاورزی. جلد2، شماره7 ، 78-65.

۷. فرشی، ع.، م. شریعتی، ر. جار اللهی، م. قائمی، م. شهبازی فر و م. تولائی. 1376. برآورد آب مورد نیاز گیاهان عمده زراعی و باغی کشور. موسسه تحقیقات خاک و آب. نشر آموزش کشاورزی. تهران. ص 629.

۸. قربانی‌بیرگانی، م. و م.ح. دیبایی. 1389. بررسی تأثیر خاک‌ورزی عمیق بر عملکرد آفتابگردان در شرایط شمال خوزستان. دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی‌واحد خوراسگان (اصفهان). ص. 1-4. مجموعه مقالات پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی. 27-28 بهمن 1389.

۹. قضاوی‌خوراسگانی، م.ع.، ر. محمودیه، و ع. خدامی. 1388. بررسی اثر چهار نوع خاک ورز اولیه بر برخی خصوصیات کیفی غده‌های سیب زمینی. دو فصلنامه پژوهش در علوم کشاورزی، شماره 53.9 -45.

10. Aase, J.K., D.L. Bjorneberg, and R.E. Sojka. 2001. Zone-subsoiling relationships to bulk density and cone index on a furrow- irrigated soil. Transactions of the ASAE. American Society of Agricultural Engineers. 44(3): 577-583.

11. Birkás, M., M. Jolánkai, C. Gyuricza, and A. Percze. 2004. Tillage effects on compaction, earthworms and other soil quality indicators in Hungary. Soil & Tillage Research. 78: 185–196.

12. Borghei, A.M., J. Taghinejad, S. Minaei, M. Karimi, and M.G. Varnamkhasti. 2008. Effect of subsoiling on soil bulk density, penetration resistance and cotton yield in northwest of Iran. Int. J. Agri. Biol. 10: 120-123.
13. Gash, B. J. P., M.J.G. Mendes, P.R. Carvacho, F. Marques, and M. J. Santos. 2003. Interaction of tillage, system and water regime in sunflower production universidade de Evova, Departament de. Fitotecnia, Evora, Portugual.
14. Rusanovschi, V., E. Timivgaziu, A. C. Nicolau, V. Irlan and V. Pesteanu. 1972. Contribution to the improvement of cultural methods for sunflower in the condition of Moldova. Cercetari. Agronomice in moldova. 5: March, 59-68. Podu-Iloaie Romania.
15. Unger, P. W., R. K. Allen, O. K. Jones, A. C. Mathers, and B. A. Stewart.1976. Sunflower research in the southern high plains. A progress Report. Proc. Sunflower Forun. (Farge, N.D.) 1: 24-29.
16. Van den Putte, A., G. Goversa, J. Dielsa, K. Gillijnsb, and M. Demuzerea. 2010. Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A Meta-Regression Analysis on European Crop Yields Under Conservation Agriculture. European Journal of Agronomy. 33(3): 231–241.
17. Winter, S. R. 1983. Efficient deep tillage for sugarbeet on pullman clay loam. J. of the A. S. S. B. T. 22(1): 29-33.