



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

زیرشکنی و اثر آن بر فشردگی خاک در منطقه مغان



نگارش

مهندس جبرائیل تقی نژاد

مهندس کرامت اخوان

نشریه فنی، شماره ۸۹، سال ۱۳۹۵

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

نشریه فنی

زیرشکنی و اثر آن بر فشردگی خاک در منطقه مغان

نگارش

مهندس جبرائیل تقی نژاد

محقق بخش بخش تحقیقات فنی مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)،
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

مهندس کرامت اخوان

عضو هیات علمی بخش تحقیقات فنی مهندسی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل
(مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران

نشریه فنی، شماره ۸۹، سال ۱۳۹۵

این نشریه در تاریخ ۱۳۹۵/۲/۲۲ با شماره ۴۹۴۵۲ در مرکز اطلاعات و
مدارک علمی کشاورزی به ثبت رسیده است.



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل
مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل

عنوان نشریه: زیرسکنی و اثر آن بر فشردگی خاک در منطقه مغان

نگارش: مهندس جبرائیل تقی نژاد، مهندس کرامت اخوان

همکاران: دکتر رضا عبدی، دکتر محمد رضا شیرینی

ویرایش علمی: مهندس رحیم فرد

ویرایش فنی: مهندس علیرضا خواجوی، مهندس مقصود ضیاچه‌پره

ناشر: سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل - مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی

شمارگان: ۵۰۰ جلد

نوبت و سال انتشار: اول / ۱۳۹۵

شماره نشریه فنی: ۸۹

قیمت: رایگان (مخصوص محققان، کارشناسان، مروجان و بهره‌برداران)

نشانی: اردبیل - مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل،

تلفن: ۳۲۷۵۱۵۷۹ (۰۴۵)

اردبیل - شهرک اداری بعثت، سازمان جهاد کشاورزی استان اردبیل،

مدیریت هماهنگی ترویج کشاورزی، تلفن: ۳۳۷۴۳۵۰۰ (۰۴۵)

مخاطبان نشریه:

مدیران، محققان، کارشناسان، مروجان و بهره‌برداران بخش کشاورزی

اهداف آموزشی:

شما خوانندگان گرامی در این نشریه فنی با:

- ساختمان زیرشکن و تنظیمات آن
- نحوه اجرای عملیات زیرشکنی
- مزایا و معایب زیرشکنی
- نحوه تشخیص فشردگی خاک
- لایه سخت موجود در عمق شخم در منطقه مغان آشنا خواهید شد.

صفحه	فهرست مطالب
۷	مقدمه
۷	ساختمان زیرشکن
۸	تنظیم عمق کار
۹	نحوه اجرای عملیات زیرشکنی
۱۰	اثرات مثبت کاربرد زیرشکن
۱۱	اثرات منفی کاربرد زیرشکن
۱۱	نحوه تشخیص تراکم خاک
۱۲	تأثیر زیرشکنی بر خواص فیزیکی خاک و توصیه‌های کاربردی
۱۳	نتیجه‌گیری
۱۴	پیشنهادات
۱۵	منابع مورد استفاده

انجام شخم یکنواخت در عمق ثابت برای مدت طولانی موجب ایجاد فشردگی در لایه‌های زیرین گردیده و بارش باران و تجمع مواد نامطلوب آن بر شدت آن می‌افزاید. تحقیقات نشان داده است که از بین بردن این لایه در اغلب موارد موجب افزایش محصول می‌گردد. برای از بین بردن فشردگی خاک در عمق بیش از ۳۰ سانتی متر و یا لایه شخم (که به واسطه شخم مداوم طی سالیان متمادی در یک عمق ثابت استفاده شده) گاواهن زیرشکن توصیه شده است.

به عنوان نمونه برای زیرشکنی خاک های رسی تا عمق ۴۵ سانتی متر نیروی کششی برای هر ساقه به عرض ۱/۲ متر، تا ۱۷ کیلو نیوتن مورد نیاز است. افزودن بال در طرفین زیرشکن در مقایسه با زیرشکن‌های معمولی، ۳ تا ۴ برابر بیشتر خاک زیرین را خرد می‌کند. در حالی که نیروی کششی به میزان ۲۰ الی ۳۰ درصد افزایش می‌یابد. در صورت نصب ساقه‌های پیشین در جلوی زیرشکن میزان به هم خوردگی خاک افزایش می‌یابد. این ساقه‌های کم عمق میزان کل نیروی کششی موردنیاز را افزایش نمی‌دهند و غالباً موجب کاهش آن نیز می‌شوند (۵). بنابراین با توجه به مطالعات انجام شده در راضی منطقه مغان، یکی از روش‌های مکانیکی پیشنهاد شده برای حل مسئله فشردگی خاک‌های منطقه، استفاده از زیرشکن یا حداقل خاک‌ورزی عمیق در اراضی با کشت مرسوم (استفاده مکرر از گاواهن برگردان‌دار) بعد از هر ۴-۵ سال ضرورت دارد. مطالعات انجام شده نشان می‌دهد زیرشکنی باعث بهبود خواص فیزیکی خاک از جمله کاهش جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک، افزایش نفوذپذیری آب در خاک و به تبع آن افزایش عملکرد محصولات می‌گردد.

ساختمان زیرشکن

زیرشکن‌ها ماشین‌هائی هستند که خاک سفت و سخت لایه را می‌شکنند تا جریان آب و هوا در خاک به آسانی صورت گیرد. برای کشیدن این ماشین در عمق معمول ۴۰-۵۰ سانتی متری به توان زیادی نیاز است. یک زیرشکن از یک دسته باریک و قوی و از دو قسمت شاخه‌ها و قاب تشکیل می‌شود که شاخه‌ها معمولاً در دو فرم C یا L شکل ساخته می‌شوند (شکل ۱). هر شاخه از قطعاتی مانند ساقه، کفشک و تیغه تشکیل شده است که تیغه در ته آن نصب شده است. تیغه قابل تعویض است ولی در برخی از آنها پیشانی دسته عمودی در جلوی دسته‌ها را نیز پس از ساییدگی می‌توان عوض کرد. به این تیغه‌ها می‌توان بال افزود تا اثر خردکنندگی آنها بیشتر گردد.

به دلایل زیر پیشنهاد می‌گردد در صورت وجود سخت لایه از زیرشکن با تیغه بالدار استفاده گردد (۱ و ۲).

- الف- عمق موثر خرد شده در قسمت زیرین خاک بیشتر باشد
- ب- بالا آمدن خاک و ایجاد ناهمواری در سطح خاک
- ج- سطح خردشدگی خاک بیشتر باشد
- د- مقاومت ویژه مصرفی در تیغه‌های بالدار کمتر است
- ه- در زمان کمتری می‌توان یک هکتار زمین را شخم زد.



شکل ۱: ساختمان زیرشکن با شاخه های C و L

تنظیم عمق کار

برای تنظیم عمق کار زیرشکن‌ها، از چرخ‌های تنظیم عمق (ثبیت عمق) استفاده می‌گردد. این چرخ‌های تنظیم معمولاً دو عدد می‌باشند که در اطراف شاسی زیرشکن قرار دارند معمولاً چرخ‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که بتوان با توجه به سوراخ‌های ایجاد شده روی آنها عمق مورد نظر را تنظیم کرد. مثلاً برای تنظیم در عمق ۴۰ سانتی‌متری بایستی فاصله بین سطح خاک تا زیر سطح چرخ تنظیم عمق ۴۰ سانتی‌متر باشد و برای هر دو چرخ تنظیمات یکسان و در روی سطح صاف انجام می‌گیرد. همچنین در تنظیم عمق کار سه سوراخ متوالی وجود دارد که هر یک جهت عمق و کار خاصی استفاده می‌شود. مثلاً برای عمق بیشتر از ۴۵ سانتی‌متر معمولاً بالاترین نقاط اتصال به تراکتور را در بالاترین سوراخ‌ها قرار می‌دهند (۵).

نحوه اجرای عملیات زیرشکنی

انجام زیرشکنی در مزارع با توجه به آزمون تراکم خاک آن منطقه تعیین می‌گردد و نباید بیش از ۵۰ سانتی‌متر باشد مگر این که با نظر کارشناس متخصص در امر فشردگی خاک اعمال گردد. به طور کلی در اجرای عملیات زیرشکنی موارد ذیل مدنظر قرار گیرد.

- تا حد امکان بهتر است در عملیات زیرشکنی خاک از تیغه‌های بالدار استفاده گردد.
- از زیرشکن تک شاخه در مزارع استفاده نگردد.
- حداقل فاصله بین چرخ‌های تراکتور و ردیف زیرشکن شده باید ۵۰ سانتی‌متر باشد.
- فاصله بین تیغه‌های با توجه به عمق کار تنظیم گردد.

- بهتر است عملیات زیرشکن در فصل تابستان و در مزارعی انجام گیرد که قبل از کاشت محصول مورد نظر یک فصل بارندگی از آن گذشته باشد.
- در سطوح شیب دار، اجرای عملیات زیرشکنی خاک در جهت عمود بر شیب خاک باشد.
- پس از اجرای خط اول زیرشکنی خاک، با حفر پروفیل در جهت عمود بر مسیر حرکت، نحوه توزیع شکستگی خاک کنترل گردد.
- در صورت کاشت محصول بلافاصله بعد از زیرشکنی خاک، رطوبت مناسب جهت اجرای عملیات زیرشکنی خاک در حدود ۱۰-۱۳ درصد است در این حالت در اثر زیرشکنی، ضمن شکستگی خاک، کلوخه‌های بزرگی نیز ایجاد نمی‌شود.
- در صورت تمایل بلافاصله بعد از زیرشکنی خاک می‌توان نسبت به کاشت محصول اقدام نمود.

ضمناً اثر زیرشکنی خاک در حدود ۳-۵ سال باقی می‌ماند لذا در مدت فوق نیازی به اجرای مجدد زیرشکنی خاک نیست.

اثرات مثبت کاربرد زیرشکن

- الف- تاثیر زیرشکنی خاک بر عملکرد محصول
- نتایج تحقیقات نشان می‌دهد زیرشکنی خاک باعث افزایش عملکرد محصول پنبه حدود ۱۳ درصد، چغندر قند ۲۱ درصد، گندم دیم به میزان ۲۴ درصد و محصول ذرت حدود ۷ درصد می‌گردد (۱، ۲، ۳).
- ب- اثرات زیرشکنی خاک در بهبود خواص فیزیکی خاک

- بهبود نفوذپذیری آب در خاک
 - کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک
 - کاهش شاخص مخروط خاک
 - حفظ رطوبت خاک
 - ج- تاثیر زیرشکنی خاک بر رشد ریشه
 - افزایش طول ریشه
 - افزایش قطر ریشه
 - چند ریشه ای شدن
 - رشد بهتر غده های زیرزمینی
 - د- تاثیر زیرشکنی بر کارایی مصرف آب
- زیرشکنی خاک از یک سو باعث افزایش عملکرد محصول شده از سوی دیگر با افزایش خلل و فرج خاک باعث افزایش حفظ و ذخیره رطوبتی خاک می گردد که در نهایت باعث افزایش کارایی مصرف آب می گردد (۱ و ۲).

اثرات منفی کاربرد زیرشکن

- نیاز به تراکتورهای پر قدرت دارد.
- افزایش آب مصرفی در مرحله خاک آب
- تاثیر منفی در خاک های خیلی اسیدی و بازی دارد.

نحوه تشخیص تراکم خاک

برای تعیین میزان فشردگی خاک در مزارع روش های مختلفی وجود دارد که در این میان روش های تجربی تعیین تراکم خاک، نسبت به سه روش دیگر (استفاده از جرم مخصوص ظاهری خاک و شاخص مقاومت خاک و حفر پروفیل)

بیشتر استفاده می‌گردد. چرا که این روش به صورت مشاهده‌ای بوده و به دستگاه خاصی نیاز ندارد (شکل ۲). در حالی که سه روش بعدی تعیین تراکم خاک به صورت علمی بوده و دقت آن نیز زیاد می‌باشد منتهی برای اندازه‌گیری به دستگاه‌هایی مانند نفوذسنج مخروطی نیاز می‌باشد. از جمله مواردی که می‌توان به صورت تجربی به وجود سخت لایه و لزوم زیرشکنی اشاره کرد می‌توان به باقی ماندن آب در سطح مزرعه، زرد رنگ شدن محصول، شکل نامناسب محصولات غده‌ای مانند سیب‌زمینی، عدم نفوذ مناسب گاواهن برگردان‌دار در خاک داخل خاک، کاهش عمق نفوذ ریشه و کاهش عملکرد محصول اشاره کرد.



شکل ۱- پروفیل تشخیص سخت لایه در خاک زراعی منطقه مغان

تاثیر زیرشکنی بر خواص فیزیکی خاک و توصیه‌های کاربردی

زیرشکنی باعث بهبود نفوذ ریشه در خاک می‌شود. عملیات زیرشکنی عمدتاً باعث کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شده که پس از گذشت چندین سال، مجدداً حالت فشردگی در خاک به وجود آمده و جرم مخصوص به حالت اولیه برمی‌گردد (۴). عملیات خاک ورزی در خاک‌های دارای بافت لومی-رسی و در رطوبت‌های خیلی پایین تاثیر چندانی در سست و پوک کردن ذرات خاک نداشته و فقط

تاثیر کمی در بهبود شرایط زهکشی دارد. بنابراین زیرشکنی می‌بایستی در شرایط رطوبتی مناسب انجام گیرد. در یک مطالعه تحقیقاتی، سه روش زیرشکنی (استفاده از زیرشکن مرسوم، زیرشکن بالدار و استفاده از دندان‌های یکپارچه به دنبال زیرشکن) مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد در عمق ۵۵ تا ۶۰ سانتی متر استفاده از زیرشکن بالدار باعث افزایش حجم خاک به هم خورده می‌شود. در عمق ۲۵ تا ۳۰ سانتی متر سه روش نتایج مشابهی را ارائه داده است. همچنین در آزمایشی که در اراضی ایستگاه تحقیقات دیم به مدت سه سال به منظور بررسی اثر کاربرد زیرشکن بر روی حفظ و ذخیره رطوبت خاک و عملکرد محصول گندم در زراعت دیم انجام شد، و نتایج نشان داد که اجرای عملیات زیرشکنی با فاصله ۷۵ سانتی متر بین دو ساقه، موجب افزایش رطوبت خاک و عملکرد محصول گندم نسبت به روش بدون استفاده از ساب سویلر به ترتیب به میزان ۱۵ و ۲۱ درصد می‌گردد (۱). همچنین نتایج تحقیقات انجام شده در منطقه مغان حاکی است در اثر کاربرد زیرشکن بر روی محصول پنبه باعث افزایش عملکرد پنبه در حدود ۱۳-۱۰ درصد و بهبود خواص فیزیکی خاک لومی رسی گردید (۲).



شکل ۲- انجام زیرشکنی در خاک لومی رسی منطقه مغان

نتیجه گیری

محققان اثر فشردگی خاک را بر روی گسترش ریشه محصولات مختلف را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاکی از آن است فشردگی خاک رشد کلی گیاه را کاهش می دهد. علاوه بر این میزان جذب عناصر غذایی توسط ریشه های فرعی، در یک خاک فشرده شده به شدت کاهش می یابد. بقایای C و N و Ca در خاک فشرده شده در مقایسه با شرایط بدون فشردگی بیشتر می باشد. فشردگی، مقدار آب موجود در خاک و همچنین میزان نفوذ آب در خاک را تحت تاثیر قرار می دهد. این مسئله به واسطه اصلاح توزیع اندازه خلل و فرج خاک است. در این حالت خلل و فرج بزرگ خاک کاهش می یابد. این روند اولاً باعث کاهش درصد مقدار آب در خاک شده و ثانیاً هدایت الکتریکی اشباع خاک را کاهش می دهد. لذا میزان آب سهل الوصول برای گیاه به شدت کاهش می یابد. مضافاً مقدار اکسیژن لازم برای گیاه کاهش می یابد.

پیشنهادات

براساس تحقیقات انجام شده جهت گسیختگی کامل خاک، فاصله مناسب شاخه های زیرشکن بایستی ۶۰ تا ۸۰ درصد بیشتر از عمق عملیات زیرشکنی باشد. در صورت مناسب بودن فاصله بین شاخه های زیرشکن، سطوح گسیخته شده در عمق خاک به یکدیگر برخورد نموده و در نتیجه تمامی ذرات خاک بین شاخه ها تحت تاثیر قرار گرفته و کاملاً خرد می شوند. در پایان باید اشاره نمود در صورتی که خاک متراکم نباشد و مشکل لایه شخم وجود نداشته باشیم و یا این که بافت خاک سبک باشد، استفاده از زیرشکن مقرون به صرفه نیست و نباید از ساب سویلر استفاده گردد.

منابع مورد استفاده

- ۱- اسکندری، ا. و ع. همت. ۱۳۸۲. اثر زیرشکنی بر حفظ و ذخیره رطوبت خاک و عملکرد محصول گندم دیم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۴(۳).
- ۲- تقی‌نژاد، ج. ۱۳۸۶. تاثیر زیرشکنی بر خواص فیزیکی خاک و عملکرد پنبه. ۱۳۸۵. پایانامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران.
- ۳- صلح‌جو، ع.ا، س.ا. دهقانیان، ع. سپاس‌خواه و م. نیرومندجهرمی. ۱۳۸۴. تاثیر عملیات زیرشکن و دور آبیاری بر خواص فیزیکی خاک و عملکرد چغندر قند. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، شماره ۲۵.
- ۴- عاکف، م. و ا. باقری. ۱۳۷۸. مدیریت خاک و نقش ماشین‌های کشاورزی در خصوصیات فیزیکی خاک. ترجمه انتشارات دانشگاه گیلان.
- ۵- منصوری راد، ب. ۱۳۷۶. ماشین‌های کشاورزی جلد ۱. دانشگاه بوعلی سینای همدان.



Ministry of Agriculture Jihad
Jahad Agricultural Organization of Ardebil Province
Extension Coordination Mmanagement



Ministry of Agriculture Jihad
Agricultural Research, Education and Extension Organization
Ardabil Agriculture and Natural Resources Research Centre

Subsoiling and Effects on Soil Compaction in Moghan Region



Authors

Jabraeil Taghinazhad, MSC.
Keramat Akhavan, MSC.

Technical Manual, Number 89, 2016