

سازمان جهاد کشاورزی استان فارس  
مدیریت ترویج و مشارکت مردمی  
نشریه آموزشی ترویجی

# تراکم خاک

نگارش: مهندس علی اکبر صلح جو

عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی فارس



به نام خدا

# تراکم خاک

نگارش:

مهندس علی اکبر صلح جو  
عضو هیأت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی فارس

کارشناسان ترویجی:

مهندس حبیب الله شریفی، مهندس حمید ابراهیمی، مهندس عبدالحسین انصاری فر،  
مهندس حمیده نجات پور

امور طراحی و چاپ: مهدی ساجدی

تیراژ: ۲۰۰۰ جلد

۱۳۸۵

از انتشارات:

مدیریت ترویج و مشارکت مردمی جهاد کشاورزی استان فارس

توزیع رایگان در سراسر کشور

طی چند دهه اخیر، مسئله فشردگی بیش از حد خاک‌های زراعی، به عنوان یک عامل منفی در عملکرد محصولات مختلف مطرح شده است و تلاش‌های زیادی در این زمینه به عمل آمده تا راه‌های کاهش این اثرات منفی، ارزیابی و معرفی گردد. از طرف دیگر، توسعه مکانیزاسیون کشاورزی با افزایش تردد ماشین‌های کشاورزی بر خاک‌ها همراه بوده که منجر به تراکم خاک شده است. بنابراین، ضروری است تا عوامل موثر بر تراکم خاک، تاثیرات منفی و نحوه تشخیص آن را شناخت و راهکارهای عملی مقابله با آن را به کار گرفت.

در این نشریه اقدام به بحث در زمینه عوامل ایجادکننده، اثرات منفی، نحوه تشخیص و شیوه‌های جلوگیری از افزایش تراکم خاک گردیده و راهکارهای عملی کاهش تراکم خاک معرفی شده‌اند.

## الف - عوامل ایجادکننده تراکم خاک :

از مهمترین عوامل ایجادکننده تراکم خاک در مزارع کشاورزان می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

### ۱ - تردد ماشین‌های کشاورزی :

با افزایش دفعات تردد ماشین‌های کشاورزی در سطح مزرعه میزان تراکم خاک نیز افزایش می‌یابد. لذا نیاز است از تردد زیاد ماشین‌های کشاورزی در سطح مزرعه جلوگیری به عمل آید. سیستم خاک‌ورزی سنتی فعلی نیز که در بعضی مواقع بین ۱۰-۱۲ مرتبه عبور تراکتور جهت خاک‌ورزی و کاشت محصول در آن انجام می‌شود را باید به سمت حداقل و یا کاهش خاک‌ورزی سوق داد.

### ۲ - استفاده از تراکتور و ماشین‌های کشاورزی در خاک مرطوب :

برای کاهش میزان فشردگی خاک بهتر است از تردد ماشین‌های کشاورزی در زمانی که رطوبت خاک مزرعه زیاد است اجتناب نمود (شکل ۱). انجام عملیات شخم در رطوبت زیاد خاک و عبور ماشین‌های حمل بار با وزن‌های زیاد در زمان برداشت محصول، به ویژه در حالتی که خاک نیز مرطوب باشد باعث افزایش میزان تراکم می‌گردد.

### ۳ - انجام عملیات شخم با گاوآهن برگردان دار در یک عمق ثابت :

با توجه به این که عملیات شخم جهت تهیه بستر بذر در اکثر نقاط ایران با گاوآهن



شکل ۱ - تراکم خاک حاصل از تردد ماشین‌های کشاورزی

برگردان دار انجام می‌شود و عمق شخم نیز معمولاً ثابت است، در طی سالیان سال لایه‌های زیرین خاک فشرده شده و در نهایت پس از چند سال، لایه متراکمی (Plow Pan) در کف شیار شخم ایجاد می‌گردد. لذا جهت جلوگیری از تشکیل لایه متراکم فوق بهتر است عمق شخم به طور سالیانه تغییر یابد.

#### ۴ - وضعیت طبیعی خاک :

در بعضی از مناطق به طور طبیعی یک لایه متراکم در عمق معینی از خاک وجود دارد که مربوط به نحوه تشکیل خاک در میلیون‌ها سال قبل است. این سخت لایه ممکن است در بعضی از مزارع نزدیک به سطح خاک بوده و باعث ایجاد مشکلات خاصی در فعالیت‌های زراعی و عملکرد محصول گردد.

#### ۵ - انتقال ذرات رس از لایه سطحی به عمق خاک :

در اثر آبیاری محصول و همچنین بارندگی، آب در داخل خاک نفوذ کرده و ضمن پیشروی به اعماق خاک، به مرور زمان ذرات ریز رس را نیز به همراه خود انتقال می‌دهد. این عمل باعث پر شدن خلل و فرج در عمق خاک می‌گردد. از طرف دیگر با افزایش درصد رس در اعماق خاک شرایط جهت متراکم شدن این لایه‌ها بیشتر می‌شود. برای کاهش انتقال ذرات رس از لایه سطحی به عمق خاک می‌توان موارد زیر را مدنظر قرار داد:

الف - جلوگیری از تخریب ساختمان خاک

ب - استفاده بهینه از آبیاری

ج - افزایش درصد ماده آلی خاک

## ۶ - عدم رعایت تناوب زراعی :

رعایت تناوب زراعی باعث بهبود شرایط فیزیکی خاک می‌گردد و در صورت عدم رعایت تناوب زراعی و استمرار در کاشت یک محصول خاص، عمق نفوذ ریشه ثابت مانده و پس از پوشیده شدن ریشه‌ها، منافذی در یک عمق خاص از خاک ایجاد و باعث کاهش تراکم خاک آن لایه می‌گردد. در صورت رعایت تناوب زراعی و استفاده از گیاهانی با عمق نفوذهای مختلف ریشه، تراکم خاک در عمق بیشتری از خاک کاهش می‌یابد.

## ب - اثرات منفی تراکم خاک :

در اثر فشردگی خاک ، خلل و فرج آن کاهش یافته و ابتدا خروج هوا و سپس خروج آب روی می‌دهد. از نظر کشاورزی زمانی که مجموعه خلل و فرج خاک آنقدر کم می‌شود که تهویه محدود و نفوذ ریشه کند گردد، لایه‌های خاک متراکم شده است. تراکم خاک در مزارع کشاورزی، اثرات منفی را به همراه خود خواهد داشت که مهمترین آنها عبارتند از:

### ۱ - کاهش خلل و فرج خاک:

در اثر فشردگی خاک‌های زراعی و متراکم شدن آنها، درصد خلل و فرج خاک کاهش یافته و در نتیجه میزان تهویه آن کاهش می‌یابد. این اثر منفی می‌تواند باعث تغییر در فعالیت‌های میکروارگانسیم‌های خاک از حالت هوازی به حالت بی‌هوازی گردد.

### ۲ - کاهش نفوذپذیری آب در خاک:

با افزایش تراکم خاک، میزان نفوذپذیری آب در خاک کاهش می‌یابد. این عامل باعث کاهش ذخیره رطوبتی خاک و همچنین افزایش روان‌آب در سطح خاک می‌گردد.

### ۳ - کاهش رشد ریشه:

در اثر تراکم خاک، درصد خلل و فرج خصوصاً خلل و فرج‌های بزرگ خاک کاهش می‌یابد. بنابراین رشد ریشه گیاه محدود شده و برای افزایش رشد طولی و عرضی خود نیاز به صرف انرژی بیشتری نسبت به حالت عادی دارد. در صورتی که خاک خیلی متراکم شده باشد، رشد ریشه متوقف شده و قادر به عبور از لایه‌های متراکم شده فوق نمی‌باشد.

### ۴ - از بین رفتن جانداران خاک‌زی:

در بین جانداران خاک‌زی، احتمالاً کرم خاکی مهمترین آنها جهت حفظ ساختمان و حاصلخیزی خاک است. به دلیل اینکه آنها می‌توانند در خاک حرکت کنند و به طور فیزیکی خاک را انتقال داده و تونلهایی را در داخل آن ایجاد نمایند. در اثر تراکم خاک حاصل از عملیات زراعی، تونلهای کرم‌های خاکی خسارت دیده و تعدادی از آنها نیز از

بین می‌روند. در اثر فقدان کرم‌های خاکی حاصلخیزی فیزیکی خاک کاهش پیدا می‌کند. بعضی از کرم‌های خاکی قادرند در سخت لایه حاصل از کارکرد سالیانه گاوآهن در عمق ثابت خاک، نفوذ نمایند. این توانایی به خصوص از آن جهت مهم است که اجازه می‌دهد ریشه‌های گیاهان در تونل‌های ایجاد شده رشد نموده و بتوانند سریع‌تر از میان لایه‌های سخت خاک عبور نمایند و خود را به خاک مناسب‌تر برسانند.

#### ۵ - کاهش نیتروژن قابل جذب گیاه:

با افزایش میزان تراکم خاک، درصد خلل و فرج خاک کاهش یافته و با توجه به کاهش تهویه خاک، شرایط غیرهوازی جایگزین شرایط هوازی می‌گردد. بنابراین عمل دی‌نیتریفیکاسیون به وسیله باکتری‌های غیرهوازی افزایش یافته و باعث خروج نیتروژن خاک به صورت گاز  $N_2$  می‌گردد. یکی از دلایل کمبود نیتروژن مورد نیاز گیاه در مکان‌هایی که چرخ‌های تراکتور عبور کرده و در حقیقت عمل تراکم خاک صورت گرفته، افزایش میزان دی‌نیتریفیکاسیون و خروج نیتروژن خاک به صورت گاز  $N_2$  است. مصرف زیاد کود نیتروژن در کشور ما و جهان را می‌توان به گونه‌ای با عمل دی‌نیتریفیکاسیون مرتبط دانست. برای مثال در آمریکا، تقریباً به ازاء هر ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن داده شده به مزرعه، ۵۰ درصد آن در محصول ذخیره شده، ۲۵ درصد آن به همراه آب شسته شده، ۵ درصد آن به همراه بارندگی جاری گردیده و ۲۰ درصد دیگر تلفات ناشی از عمل دی‌نیتریفیکاسیون بوده است.

#### ۶ - تخریب محیط زیست:

تراکم خاک می‌تواند باعث تاثیرات منفی بر محیط زیست گردد که به طور اختصار به تعدادی از آنها اشاره می‌شود:

#### ۱ - ۶ - اثر گلخانه‌ای زمین:

فعالیت‌های کشاورزی بر روی خروج گازهای موثر در اثر گلخانه‌ای زمین مانند دی‌اکسیدکربن، متان و اکسیدهای نیتروژن تاثیر می‌گذارند. پیش‌بینی می‌شود که خروج گازهای فوق از سطح زمین در تغییرات آب و هوایی موثر بوده و باعث گرم شدن بیشتر زمین می‌شوند. به طور کلی در اثر فعالیت‌های کشاورزی، خروج گازهای موثر در اثر گلخانه‌ای زمین ۱۴ درصد افزایش داشته است. یکی از گازهای موثر در اثر گلخانه‌ای زمین گاز دی‌اکسیدکربن ( $CO_2$ ) است که در حدود نیمی از اثر گلخانه‌ای را به آن نسبت می‌دهند. از طرف دیگر در اثر فعالیت‌های کشاورزی به ویژه مصرف سوخت‌های فسیلی در موتورهای دیزل کشاورزی میزان تولید دی‌اکسیدکربن افزایش می‌یابد. در زمانی که خاک متراکم است، سوخت مصرفی بیشتر و در نهایت تولید گازهای مضر نیز بیشتر می‌شود. از دیگر گازهای موثر در اثر گلخانه‌ای زمین گاز متان ( $CH_4$ )

است که تاثیر آن بر روی اثر گلخانه‌ای زمین ۲۰ برابر بیشتر از تاثیر گاز دی‌اکسیدکربن است. ۱۸ درصد از اثر گلخانه‌ای زمین مربوط به گاز متان است. تولید گاز متان در خاک به وسیله باکتری‌های غیرهوازی انجام می‌گیرد، بنابراین در شرایط رطوبتی بالا و کاهش خلل و فرج ناشی از تراکم خاک، خروج این گاز از خاک بیشتر می‌شود. به طوری که در اثر تراکم خاک، تا حدود ۵۲ درصد خروج گاز متان و ورود آن به اتمسفر، جهانی بیشتر می‌شود. اکسیدهای نیتروژن ( $\text{NO}_2$ ) وارده شده به اتمسفر به صورت باران‌های اسیدی به سطح زمین برمی‌گردند. تراکم خاک به افزایش مصرف سوخت در عملیات زراعی منتهی شده و در نهایت باعث افزایش خروج گازهای اکسید نیتروژن می‌شود.

## ۲ - ۶ - آلودگی آب‌های سطحی:

تراکم خاک روی هر دو عامل میزان و شرایط ایجاد آبشویی در مزارع کشاورزی موثر است و علت اصلی آن نیز کاهش نفوذپذیری آب در خاک است. در اثر آبشویی خاک، آب گل آلود شده و محلول حاصل از آن باعث آلودگی آب‌های سطحی می‌گردد که نتیجه آن کاهش مقدار اکسیژن محلول در آب و در نهایت مرگ بسیاری از جانداران آبی به خصوص ماهی‌ها می‌باشد. لازم به ذکر است که با افزایش میزان آبشویی در مزارع کشاورزی، میزان ورود نیتروژن و سموم مصرف شده در کشاورزی نیز به آب‌های سطحی بیشتر شده و باعث آلودگی بیشتر آب‌های فوق می‌شود.

## ۳ - ۶ - آلودگی آب‌های زیرزمینی:

تحقیقات به عمل آمده در کشورهای مختلف نشان می‌دهد که آب‌های زیرزمینی در بعضی مناطق به نیترات آلوده شده است که علت آن مصرف بی‌رویه کودهای ازت می‌باشد. در جایی که ریشه گیاه به علت تراکم خاک نمی‌تواند نفوذ مناسبی داشته باشد، نیترات اضافی خاک به آب‌های زیرزمین انتقال یافته و باعث آلودگی آنها می‌گردد. از طرف دیگر در اثر تراکم خاک، میزان آبشویی در مزارع کشاورزی افزایش یافته و درصدی از این آب‌های سطحی که حامل نیتروژن و سموم مصرفی می‌باشند در مکان‌هایی که نفوذپذیری آب در خاک خوب است به عمق خاک نفوذ کرده و پس از رسیدن به آب‌های زیرزمینی باعث آلودگی آنها می‌شوند.

## ۷ - رشد نامناسب غده‌های زیرزمینی:

در اثر تراکم خاک و ایجاد سخت لایه در عمق خاک، نفوذ ریشه محدود شده و غده‌های زیرزمینی از لحاظ طولی و عرضی، رشد مناسبی نخواهند داشت. در چنین شرایطی غده‌های بد شکلی ایجاد می‌شوند که ضمن وزن کم، بازارپسندی آنها نیز کاهش یافته و در نهایت قیمت خرید آنها تنزل می‌یابد. در محصول چغندر قند، ریشه‌ها در اثر تراکم

خاک چند رشته‌ای شده و طول و قطر آنها کاهش می‌یابد. نتیجه این عمل، کم شدن درصد قند تولیدی ریشه‌ها خواهد بود. لذا در محصولات زراعی که دارای غده‌های زیرزمینی می‌باشند، مشکل تراکم خاک را باید با جدیت بیشتری پی‌گیری نمود.

#### ۸ - افزایش شیوع بیماری‌های قارچی:

با افزایش میزان تراکم خاک، نفوذپذیری آب در خاک کاهش یافته و تخلیه آب سطحی با تاخیر انجام می‌گردد. این عمل باعث افزایش رطوبت سطحی خاک می‌شود. با افزایش میزان رطوبت سطحی خاک، شرایط رطوبتی مناسبی جهت تکثیر و انتشار بیماری‌های قارچی فراهم می‌شود و تسریع در آلوده شدن مزرعه به بیماری‌های قارچی را سبب می‌گردد. لذا در مزارعی که بیماری‌های قارچی در آنها شدت زیادی دارد، نیاز است تا وضعیت تراکم خاک آن مزارع، مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

#### ۹ - کاهش تولید محصول:

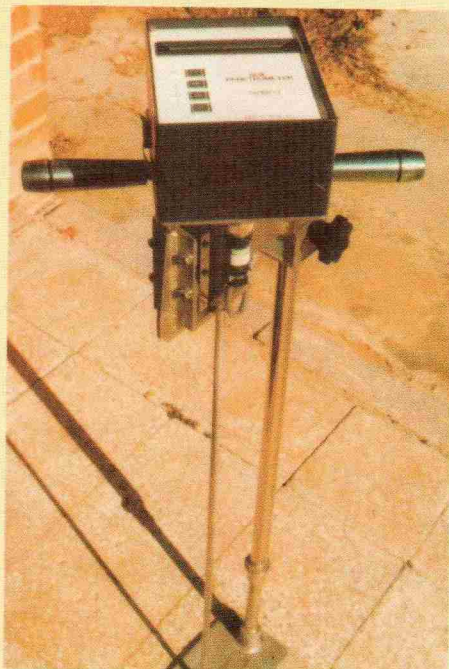
کلیه عوامل منفی حاصل از تراکم خاک که در بالا بیان گردید، هر کدام به نحوی بر روی رشد و نمو محصولات زراعی تاثیر گذاشته و در نهایت می‌تواند باعث کاهش عملکرد محصول گردد. لذا نیاز است تا راه‌های تشخیص تراکم خاک را مورد بررسی و مزارعی را که دارای مشکل تراکم خاک هستند مشخص و جهت رفع این مشکل اقدامات لازم را انجام داد.

### ج- نحوه تشخیص تراکم خاک:

جهت تعیین تراکم خاک در مزارع، راه‌های مختلفی وجود دارد. برای تشخیص اولیه، می‌توان از روش‌های تجربی استفاده نمود. باید توجه داشت که تعیین قطعی تراکم خاک در مزارع، از طریق روش‌های تعیین جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک که روش‌های علمی می‌باشند میسر است. برای تفسیر اعداد مربوط به شاخص مخروط خاک و جرم مخصوص ظاهری نیاز به کارشناسان متخصص ماشین‌های کشاورزی در امر تراکم خاک می‌باشد. لذا معمولاً اندازه‌گیری‌ها توسط کارشناسان انجام گرفته و نتایج آن توسط آنها مورد تفسیر و ارزیابی قرار می‌گیرد.

#### روش‌های تجربی جهت تشخیص اولیه تراکم خاک:

روش‌های علمی تعیین تراکم خاک از دقت زیادی برخوردار می‌باشند ولی نیاز به دستگاه‌هایی همانند نفوذسنج مخروطی (شکل ۲) دارند. با این حال روش‌های تجربی وجود دارند که بر مبنای مشاهدات داخل مزرعه انجام شده و به کمک آنها می‌توان احتمال وجود تراکم خاک را در مزرعه پیش‌بینی نمود و سپس با استفاده از روش‌های علمی تعیین جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروط خاک وجود یا عدم وجود سخت لایه را تعیین کرد. در زیر به تشریح این روش‌های تجربی پرداخته می‌شود.



شکل ۲- دستگاه نفوذسنج مخروطی

### ۱ - باقی ماندن آب بر روی سطح مزرعه:

در صورتی که نفوذپذیری آب در خاک مناسب نباشد، مدت زمان بیشتری طول می‌کشد تا آب در داخل خاک نفوذ کند. برای مثال اگر در دو مزرعه کنار هم یکی آب به راحتی در خاک نفوذ کند و دیگری با تاخیر نفوذ کند، احتمالاً مزرعه‌ای که آب با تاخیر در آن نفوذ می‌کند دارای مشکل تراکم خاک بوده و بهتر است از این نظر مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

### ۲ - زرد رنگ شدن محصول:

در صورتی که قسمت‌هایی و یا اکثریت مزرعه زرد رنگ شده و یا تفاوت رشد رویشی در قسمت‌های مختلف مزرعه مشاهده گردد (به طور غیرطبیعی)، احتمالاً مزرعه فوق دارای تراکم خاک می‌باشد. لذا بهتر است اینگونه مزارع نیز از لحاظ تراکم خاک و وجود سخت لایه در عمق خاک مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرند.

### ۳ - شکل نامناسب غده‌های زیرزمینی:

در صورتی که غده‌های زیرزمینی دارای شکل‌های مرسوم خود نبوده و شکل نامناسب پیدا کرده و یا کوچک باقی مانده باشند (مثل سیب زمینی) و یا ریشه‌های اصلی آنها به صورت چند ریشه‌ای درآمده باشد (مثل چغندر قند)، بهتر است مزرعه فوق از لحاظ تراکم خاک مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

#### ۴ - عدم نفوذ مناسب گاوآهن برگردان دار در داخل خاک:

در صورتی که راننده تراکتور در زمان شخم زدن متوجه شود که با وجود سالم بودن گاوآهن برگردان دار و تیغه‌های آن، گاوآهن به خوبی در خاک نفوذ نکرده و در یک عمق خاص، ثابت می‌ماند، این موضوع احتمالاً نشان‌دهنده وجود یک سخت‌لایه به ویژه سخت‌لایه حاصل از کارکرد گاوآهن در یک عمق ثابت در طول سالیان سال می‌باشد (در این حالت اگر گاوآهن بیشتر از عمق شخم مرسوم در خاک نفوذ کند، قدرت مورد نیاز تراکتور به صورت یک دفعه افزایش می‌یابد). لذا بهتر است مزرعه فوق از لحاظ تراکم خاک مورد بررسی قرار گیرد.

#### ۵ - کاهش عمق نفوذ ریشه:

در صورتی که ریشه گیاه به خوبی در خاک نفوذ نکرده و عمق نفوذ آن کمتر از عمق نفوذ مرسوم باشد، احتمالاً به یک لایه سخت برخورد کرده که از رشد طولی ریشه جلوگیری می‌نماید. بنابراین بهتر است مزرعه فوق از لحاظ تراکم خاک مورد بررسی قرار گیرد.

#### ۶ - کاهش عملکرد محصول:

همانطور که قبلاً نیز به آن اشاره شد، تراکم خاک باعث تاثیرات منفی می‌شود که در نهایت کاهش عملکرد محصول را به همراه دارد. (کاهش عملکرد در اثر تراکم خاک در محصول چغندر قند بین ۳۵ تا ۶۰ و در ذرت دانه‌ای در حدود ۴۶ درصد عنوان شده است) لذا در صورتی که عملکرد محصول مزرعه‌ای مناسب نباشد، ممکن است یکی از عوامل ایجادکننده آن وجود تراکم خاک در مزرعه فوق باشد که باید از لحاظ علمی مورد بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

### ۵ - راهکارهای جلوگیری از افزایش تراکم خاک:

از مهمترین راهکارهای عملی جلوگیری از افزایش تراکم خاک، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

#### ۱ - کاهش تردد تراکتور و ماشین‌های کشاورزی در مزرعه:

با افزایش تردد ماشین‌های کشاورزی در مزارع تراکم خاک افزایش می‌یابد، لذا جهت کاهش تراکم خاک، می‌توان تعداد تردد ماشین‌های کشاورزی در مزرعه را کاهش داد و سیستم خاک‌ورزی را به سمت حداقل خاک‌ورزی و بدون خاک‌ورزی هدایت نمود. به ازاء هر دفعه عبور ماشین، خاک نسبت به قبل متراکم‌تر شده و این تراکم خاک می‌تواند از سطح تا عمق خاک (با توجه به شرایط خاک و ماشین مورد استفاده) افزایش یابد.

#### ۲ - کاهش میزان وزن تراکتور و ماشین‌های کشاورزی تا حد امکان:

هرچقدر وزن تراکتور و ماشین‌های کشاورزی استفاده شده در مزارع بیشتر باشد،

میزان تراکم خاک نیز افزایش می‌یابد. در این خصوص باید به این نکته توجه نمود که با افزایش وزن تراکتور و ماشین‌های کشاورزی میزان تراکم در عمق خاک نیز افزایش می‌یابد. به عبارت دیگر با افزایش وزن وسیله مورد نیاز، تراکم خاک از لایه‌های سطحی به عمق خاک پیشرفت می‌کند. برای مثال در زمانی که جهت حمل و نقل چغندر قند، یک کامیون خالی وارد مزرعه گردد، میزان تراکم خاک آن بیشتر در سطح متمرکز است ولی زمانی که کامیون فوق کاملاً پر شده و وزن آن افزایش یابد، در اثر حرکت آن در مزرعه، خاک مزرعه بیشتر فشرده شده و اثر تراکم آن تا عمق بیشتر از ۴۰ سانتیمتر اعمال می‌گردد. بنابراین باید تا آنجا که ممکن است از عبور تراکتور و ماشین‌های کشاورزی با وزن زیاد در سطح مزارع جلوگیری به عمل آید.

### ۳ - کاهش تردد ماشین‌های کشاورزی در خاک مرطوب:

در صورتی که تراکتور و ماشین‌های کشاورزی در خاک مرطوب تردد نمایند، اثر تراکم، بیشتر از حالتی است که همان وسیله در خاک خشک حرکت کند. لذا بهتر است تا آنجا که مقدور است از تردد ماشین‌های کشاورزی در خاک مرطوب اجتناب ورزید.

### ۴ - کاهش فشار باد لاستیک‌ها تا حد امکان:

هرچه فشار باد لاستیک‌ها بیشتر افزایش یابد، سطح تماس لاستیک‌ها با زمین کمتر شده، و میزان تراکم خاک حاصل از عبور وسیله فوق بیشتر می‌شود. لذا بهتر است فشار باد لاستیک‌های تراکتور با توجه به دستورالعمل فنی آن تنظیم و از افزایش بیش از حد فشار باد لاستیک‌ها، خودداری گردد.

### ۵ - استفاده از کودهای آلی:

با افزایش درصد ماده آلی خاک، میزان تراکم حاصل از تردد ماشین‌های کشاورزی کاهش می‌یابد. با توجه به اینکه درصد ماده آلی خاک‌های زراعی ایران، به طور معمول کمتر از یک درصد است، لذا پیشنهاد می‌گردد تا آنجا که برای کشاورزان محترم امکان‌پذیر است، مصرف کودهای آلی را افزایش دهند تا ضمن کاهش تاثیر تراکم خاک ناشی از تردد ماشین‌های کشاورزی، موجبات بهبود شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک را فراهم کنند.

### ۶ - افزایش سطح تماس چرخ‌های تراکتور با خاک:

هرچقدر میزان سطح تماس چرخ‌های تراکتور با خاک بیشتر باشد، نیروی حاصل از وزن تراکتور، روی سطح بیشتری توزیع شده و در نهایت باعث کاهش اثر تراکم خاک آن می‌گردد. بنابراین، جهت کاهش تراکم حاصل از عبور تراکتور و ماشین‌های کشاورزی می‌توان تعداد و یا عرض لاستیک‌های مورد استفاده را افزایش داد. در

صورت افزایش قطر لاستیک‌های مورد استفاده، تراکم خاک حاصل از عبور وسیله فوق کاهش می‌یابد، زیرا با افزایش قطر لاستیک‌ها، سطح تماس چرخ‌ها با خاک بیشتر شده و در نتیجه اثر تراکم آن کاهش می‌یابد.

#### ۷ - باقی گذاشتن بقایای گیاهی بر سطح خاک:

در صورتی که بقایای گیاهی بر سطح خاک قرار گرفته باشند، در اثر تردد تراکتور و ماشین‌های کشاورزی بر روی بقایای گیاهی، میزان فشردگی خاک کاهش می‌یابد. علت این عمل افزایش سطح تماس و توزیع فشار وارده از تراکتور و ماشین‌های کشاورزی به خاک می‌باشد. لذا بهتر است مقداری از بقایای گیاهی در سطح خاک باقی بماند تا ضمن کاهش اثر تراکم خاک حاصل از عبور تراکتور و ماشین‌های کشاورزی، از تابش مستقیم نور خورشید بر سطح خاک نیز جلوگیری و باعث حفظ رطوبت خاک گردد.

#### ۸ - لغزش کمتر چرخ‌های تراکتور:

میزان لغزش چرخ‌های تراکتور در فشردگی خاک موثر است. به طوری که با افزایش درصد لغزش چرخ‌های تراکتور، میزان تراکم خاک نیز افزایش می‌یابد. بهتر است درصد لغزش چرخ‌های تراکتور در محدوده مناسب آن (۱۵-۱۰ درصد) باشد و از افزایش بیشتر آن جلوگیری به عمل آید.

#### ۹ - تمرکز تراکم خاک در نواحی خاصی از مزرعه:

تردد تراکتورها در سطح مزرعه باعث افزایش تراکم خاک می‌شود. جهت کاهش تراکم خاک در سطح مزرعه می‌توان مناطق خاصی از مزرعه را جهت عبور تراکتور در نظر گرفت تا به جای اینکه کل مزرعه تحت تاثیر تراکم خاک قرار گیرد، فقط نواحی خاصی متراکم شوند. لازم به ذکر است که در این روش ناحیه‌ای که تردد در آن بیشتر است، خاک آن متراکم‌تر خواهد شد. از این روش می‌توان در شرایطی که کاشت بر روی پشته‌های ثابت و دائم انجام می‌شود، استفاده نمود. در این حالت، تردد تراکتور جهت انجام کلیه عملیات در داخل جویچه‌ها انجام شده و بر روی پشته‌ها در طول چندین سال، هیچگونه ترددی انجام نمی‌شود، در نتیجه ریشه گیاه به راحتی به فعالیت خود ادامه می‌دهد.

#### ۵ - راهکارهای عملی کاهش تراکم خاک:

از مهمترین راهکارهای عملی کاهش تراکم خاک، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

#### ۱ - استفاده از زیرشکن:

جهت کاهش میزان تراکم خاک می‌توان از زیرشکن استفاده نمود (شکل ۳). معمولاً با توجه به این که بیشتر سخت‌لایه‌های تشکیل شده در واقع همان لایه متراکم شده



شکل ۳- زیرشکن با تیغه بالهدار

کف بسیار شخم می‌باشند و در محدوده عمق ۵۰-۲۵ سانتیمتر تشکیل می‌گردند، لذا بهتر است از به کارگیری زیرشکن در عمق‌های بیشتر از ۵۰ سانتیمتر، بدون نظر کارشناسان صاحب نظر خودداری گردد. عمق زیرشکنی خاک معمولاً ۳۵-۳۰ سانتیمتر در نظر گرفته می‌شود که می‌تواند باعث شکسته شدن سخت‌لایه حاصل از کارکرد سالیانه گاواهن برگردان‌دار در یک عمق ثابت، گردد.

### ۲- افزایش مواد آلی خاک:

جهت بهبود ساختمان خاک نیاز به وجود مواد آلی در خاک می‌باشد. با توجه به اینکه خاک‌های زراعی کشور به طور معمول کمتر از یک درصد ماده آلی دارند، نیاز است تا در طول چندین سال مواد آلی به آن افزوده شود. استفاده از مواد آلی در مزارع کشاورزی باعث بهبود ساختمان خاک و کاهش تراکم خاک می‌گردد.

### ۳- فعالیت کرم خاکی:

هر نوع تراکم ناشی از انجام عملیات زراعی، به تونل‌های کرم‌های خاکی خسارت رسانده و تعدادی از آنها را نیز می‌کشد. در شرایط فقدان کرم‌های خاکی حاصلخیزی فیزیکی خاک کاهش می‌یابد. نوعی کرم خاکی به نام *L. terrestries* می‌تواند به لایه‌های سخت حاصل از حرکت ماشین‌های کشاورزی در خاک نفوذ نماید. این توانایی از آن جهت مهم است که اجازه می‌دهد ریشه گیاهان در تونل‌های ایجاد شده نفوذ و خود را به خاک مناسب‌تر برسانند.

#### ۴ - استفاده از گیاهان با ریشه عمیق:

بعضی از گیاهان زراعی به خوبی در عمق خاک نفوذ کرده و از لایه‌های سخت خاک نیز عبور می‌کنند. از جمله این گیاهان می‌توان به یونجه و شبدر شیرین اشاره نمود که قابلیت نفوذ به سخت لایه‌های حاصل از کارکرد سالیانه گاو آهن برگردان‌دار در یک عمق ثابت را دارا می‌باشند. پس از نفوذ ریشه گیاهان فوق به عمق خاک و پوسیده شدن آنها، ریشه محصولات دیگر می‌تواند به راحتی در منافذ باقی مانده از ریشه‌های قبلی، که در سخت لایه خاک ایجاد شده‌اند، عبور نموده و محیط مناسب‌تری را جهت استفاده، در اختیار گیاه قرار دهند.

### خلاصه و نتیجه‌گیری:

کلیه عملیات زراعی بر فشردگی خاک‌های سطحی و عمقی تاثیر می‌گذارند با این حال بیشترین مقدار تراکم خاک در اثر حرکت چرخ‌های لاستیکی ماشین‌های کشاورزی ایجاد می‌شود. به دلیل مکانیزه شدن کشاورزی و افزایش وزن ماشین‌های کشاورزی، تراکم خاک به صورت یک مشکل چند جانبه در مقابل کشاورزی پایدار نمایان شده است. تراکم خاک به عنوان یک مشکل جهانی، بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک موثر است و می‌تواند باعث کاهش عملکرد محصول گردد. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می‌دهد که تراکم خاک از یک طرف باعث کاهش تولید محصول و از طرف دیگر باعث صدمات جبران ناپذیر به محیط اطراف ما می‌گردد. بنابراین باید با مدیریت صحیح مکانیزاسیون، آب و خاک این تراکم به حداقل ممکن کاهش یابد.

---

**افزایش تراکم خاک = افزایش تخریب محیط زیست**

---

## منابع:

- ۱ - بی نام. ۱۳۷۵. خاک‌ورزی و پدیده فشردگی خاک در کشاورزی. مجله آب خاک ماشین. ۱۹:۲۳-۱۳.
- ۲ - صلح‌جو، ع.ا.و.م. لغوی. ۱۳۷۷. بررسی اثر تراکم خاک بر محیط. مجله آب خاک ماشین. ۱۷:۳۴-۳۰.
- ۳ - صلح‌جو، ع.ا.و.م. لغوی. ۱۳۷۹. رطوبت مناسب خاک جهت اندازه‌گیری شاخص مخروط خاک، توسط دستگاه نفوذسنج مخروطی. مجله تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، ۱۷:۵۰-۴۳.
- ۴ - صلح‌جو، ع.ا.و.ج. نیازی. ۱۳۸۰. تاثیر عملیات زیرشکن بر خصوصیت فیزیکی خاک و عملکرد گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی، ۷۸:۷۰-۶۵.

- 5-Alakukku, L. 1996. Persistence of soil compaction due to high axle load traffic. II. Longterm effects on the properties of fine-textured and organic soils. Soil and Till. Res. 37:233-238.
- 6-Davies, D.B., D. J. Eagle and J. B. Finney. 1993. Soil Management. Farming Press Publication. 280P.
- 7-Linn, D. M. and J. W. Doran. 1984. Aerobic and anaerobic microbial publications in no-till and plowed soils. Soil. Sci. Soc. Am. J. 48:794-799.
- 8-Rowell, D. L. 1996. Soil Science Methods and Applications. Longman Publication. 60-78.
- 9-Sona, B. D. and C. Van Quwerker. 1995. Implications of soil compaction in crop production for the quality of the environment. Soil and Till. Res.35:2-22.
- 10-Tijink, F. G. J., H. Doll and Vermeulen. Technical and economic feasibility of low ground pressure running gear. Soil and Till. Res. 35:99-110.
- 11-Unger, P. W. and T. C. Kasper. 1994. Soil compaction and root growth: A review. Agron.J. 86:759-766.
- 12-Whalley, W. R., E. Dumitru and A. R. Dexter. 1995. Biological effects of soil compaction. Soil and Till. Es.,35:35-68.

## خودآزمایی:

- ۱ - عوامل ایجادکننده تراکم خاک را ذکر نموده و مهمترین آنها را نام ببرید؟
- ۲ - اثرات منفی تراکم خاک را نام ببرید؟
- ۳ - علت افزایش مصرف کود نیتروژن در مزارع دارای تراکم خاک چیست؟
- ۴ - روش‌های تجربی تشخیص اولیه تراکم خاک را نام ببرید؟
- ۵ - راهکارهای عملی کاهش تراکم خاک را نام ببرید؟

# با کاهش تراکم خاک در مزارع عملکرد محصول را افزایش دهیم



نشریه ترویجی

## تراکم خاک



از انتشارات ترویج و مشارکتهای مردمی  
جهاد کشاورزی استان فارس

ت  
۵۰۱  
ن ۳۰