اثر ماده آلی در تراکم پذیری خاکها: مروری بر بعضی جنبه های کاربردی

عبدالرحمن برزگر [1]

اثر میزان، نوع و پراکندگی ماده‌آلی بر تراکم خاکها و همینطور اثرات مختلف ماده‌آلی در بهبود خصوصیات فیزیکی خاکهای شور و سدیمی و کاهش تراکم‌پذیری این‌گونه خاکها در این مقاله مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. ریشه‌های زندهٔ گیاهان و همین‌طور ریشه‌های مرده، ریسه‌های قارچها و مواد آلی هموسی شده باعث افزایش پایداری و مقاومت خاکدانه‌ها شده و در نتیجه تراکم‌پذیری خاکها را کاهش می‌دهد. ماده‌آلی در خاکهای شور و سدیمی نیز باعث افزایش پایداری ساختمان خاک و کاهش تراکم‌پذیری می‌گردد.

مدیریت های مختلف خاک بر نوع، میزان و پراکندگی ماده‌آلی در خاک اثر می‌گذارد. افزایش کاه و کلش و سایر مواد آلی باعث تجمع مواد تجزیه‌نشده در خاک می‌شود. کاه و کلش تجزیه‌نشده در سطح خاک همانند مواد چوبی می‌تواند مانع از تراکم خاکها شود. همین‌طور ماده‌آلی می‌تواند با افزایش مدول کشسانی خاکها تراکم‌پذیری را کاهش دهد.

واژه‌های کلیدی : مواد آلی ، تراکم‌پذیری ، ساختمان خاک ، خاکهای شور و سدیمی .

مقدمه :

مفهوم تراکم خاک ابتدا توسط مهندسین راه و ساختمان برای مطالعه مناسب بودن خاکها جهت ساختن سدها و جاده‌ها مورد استفاده قرار گرفت (۴۲). بطور کلی از نظر مهندسی، خاک حاوی درصد بالای ماده آلی، مناسب جهت عملیات ساختمانی نیست. اگرچه تراکم خاک از نظر مکانیک خاک پدیده‌ای مطلوب می‌باشد ولی از نقطه نظر کشاورزی تراکم خاک از جمله خصوصیات فیزیکی نامطلوب می‌باشد.

۱- استادیار گروه خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت : ۷۶/۷/۱۲ تاریخ پذیرش : ۷۷/۳/۳۰

در سه دهه اخیر استفاده از ماشین آلات کشاورزی در کشورهای در حال توسعه سه تا چهار برابر افزایش یافته است. استفاده از ماشین آلات سنگین و افزایش تردد ماشین آلات در اراضی می تواند باعث افزایش تراکم خاک گردد(۵۶). تراکم خاک باعث کاهش اندازه و تعداد خلل و فرج درشت و تغییراتی در چگونگی اتصال خلل و فرج مختلف بهمدیگر گردیده و به نوبه خود باعث کاهش ضریب انتقال آب و هوا در سطح و عمق خاک و در نتیجه افزایش روان آب و فرسایش خاک و کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی و در نتیجه رشد گیاه می‌گردد (۳۰). روشهای خاکورزی مختلفی از جمله خاکورزی حفاظتی وجود دارد که از روشهای بیولوژیکی (همچون کرم خاکی و یا ریشه گیاه و غیره) برای نرم کردن خاکهای متراکم شده مورد استفاده قرار می‌گیرد ولی باید در نظر داشت که مهمترین عامل در استفادهٔ دراز مدت و پایدار از خاکها، افزایش پیوند بین مواد آلی و ذرات رس و درنتیجه پایداری ساختمان خاک می باشد (۸).

ماده‌آلی از طرق تأثیر در میزان آب و خاک و افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌تواند بر تراکم‌پذیری اثر داشته‌باشد. در این مقاله بعلت کمبود ماده‌آلی در خاکهای شور و سدیمی (۳۷،۳۹،۴۵،۴۶) و در نتیجه حساسیت این‌گونه خاکها به تراکم‌پذیری (۴) نقش ماده‌آلی در تراکم‌پذیری خاکها و بهبود خصوصیات فیزیکی خاکهای شور و سدیمی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است.

تراکم‌پذیری خاکها نه تنها تابع عبور و مرور ماشین‌آلات می‌باشد (۲۵و۲۶) بلکه تابع میزان رطوبت خاک در زمان متراکم‌شدن خاک نیز هست. بعبارت دیگر خصوصیات ذاتی خاک از جمله نوع رس ، میزان رس و ماده‌آلی (۸و۵۵،۵۷) و رطوبت خاک (۷و۵۶) در تراکم‌پذیری خاکها مؤثر می‌باشد.

موادآلی خاک می‌تواند علاوه بر افزایش رطوبت خاک بر پایداری ساختمان خاک (۵،۳۷،۳۹) تأثیر داشته باشد. در نتیجه برای غلبه بر مشکل تراکم‌پذیری خاکها و افزایش پایداری ساختمان خاک بایستی مدیریت زراعی صحیحی را اعمال نمود (۵۵) . بعبارت دیگر براساس اظهارات انگرز و همکاران (۲) ما نیاز به افزایش حجم خلل و فرج خاک تحت هر شرایط مدیریتی برای فائق‌آمدن بر مشکل تراکم‌پذیری داریم . کنترل رطوبت خاک برای غلبه

بر مشکل تراکم‌پذیری مشکل می‌باشد ولی با افزایش ماده‌آلی خاک می‌توان تراکم‌پذیری خاکها را کاهش داد.

تغییر و یا افزایش میزان ماده‌آلی بطرق مختلفی از جمله افزودن کودحیوانی (۲۸،۴۸،۵۳) کودسبز (۴۸،۵۲،۵۳) کمپوست (۳۰) و خاکورزی مناسب (۲۶و۳۰) امکان‌پذیر می‌باشد. بعلاوه امروزه بعلت افزایش آلودگیهای زیست محیطی ناشی از کاربرد کودهای شیمیایی (۱،۳۳) توجه اکثریت کشورها به استفاده از کودهای‌آلی معطوف گردیده‌است . در مورد تأثیر روشهای مختلف خاکورزی بر تراکم خاک و شاخص‌های کاهش آن، مقاله روزالف (۴۹) می‌تواند مورد مطالعه علاقمندان قرار گیرد.

نوع و پراکندگی ماده‌آلی در خاک و نقش ماده آلی در تراکم‌پذیری :

تفاوت در میزان ، پراکندگی و نوع ماده‌آلی خاک ممکن است در اثر یک و یا مجموعه‌ای از عوامل زیر رخ دهد.

۱- پدیده‌های خاکشناسی که در تشکیل افق غنی از ماده‌آلی **Ao** (که گاهی میزان ماده‌آلی آن تا ۵۰ درصد می رسد دخالت دارند) (۵۹) . در یک نیمرخ خاک نیز میزان ماده‌آلی ذرات مختلف خاک متفاوت می‌باشد. بر اساس یافته‌های اودز و همکاران (۳۰) در یک خاک تحت کشت گیاه مرتعی، ذرات با قطر ۲۰۰۰ - ۲۵۰ میکرون حاوی ۲۷/۵ درصد کربن آلی در صورتی که ذرات با قطر ۵۳-۲۰ میکرون حاوی فقط ۸/۳ درصدکربن‌آلی بود.

۲- افزایش ماده‌آلی به خاک بصورت کودحیوانی (۲۸،۴۸،۵۳)کود سبز (۳۰،۳۱،۴۸،۵۲،۵۳).باعث توزیع غیریکنواخت ماده‌آلی چه بصورت افقی و چه بصورت عمودی در نیمرخ خاک میشود. توزیع ماده‌آلی در این حالت نه تنها تابع میزان ماده‌آلی اضافه شده به خاک بلکه تابع نوع وسایل شخم می‌باشد(۳۲).

۳- عبور ماشین‌آلات نیز بر توزیع ماده‌آلی خاک اثر می‌گذارد. بعنوان مثال در مطالعه‌ای که توسط اسیندرو میلر (۵۴) صورت گرفت نشان داد که میزان ماده‌آلی خاک سطحی (۳-۰ سانتی‌متری) که محل عبور ماشین‌آلات کشاورزی بوده‌است حاوی ۹/۲ درصد ماده‌آلی بود در صورتی که خاک مجاور که تحت تأثیر عبور ماشین‌آلات نبود حاوی ۱۹/۹ درصد ماده‌آلی بود. موادآلی ممکن است بصورت ذرات منفرد آزاد یا بصورت اتصال‌یافته با ذرات خاک باشد.

بطورکلی از نظر تراکم‌پذیری خاکها می‌توان موادآلی را به دو دسته بزرگ زیر تقسیم کرد :

۱- اجزاء زنده که شامل : ریشه گیاهان و ریسه‌های قارچ می‌باشد.

۲- اجزاء غیرزنده که شامل : الف) تجزیه‌نشده (بقایای گیاهی) ب) مقداری تجزیه‌شده (بقایای گیاهی تجزیه شده ، کودهای حیوانی ، کمپوست و پیت) و ج) مواد هموسی شده (هموس خاک و پیت کاملا" پوسیده شده) (۲۲) می‌باشد.

ماده‌آلی به روشهای مختلفی در کاهش تراکم‌پذیری خاکها اثر دارد . از آن جمله :

۱-افزایش نیروهای پیوندی بین ذرات خاک درون خاکدانه‌ها

۲- افزایش کشسانی ماده‌آلی

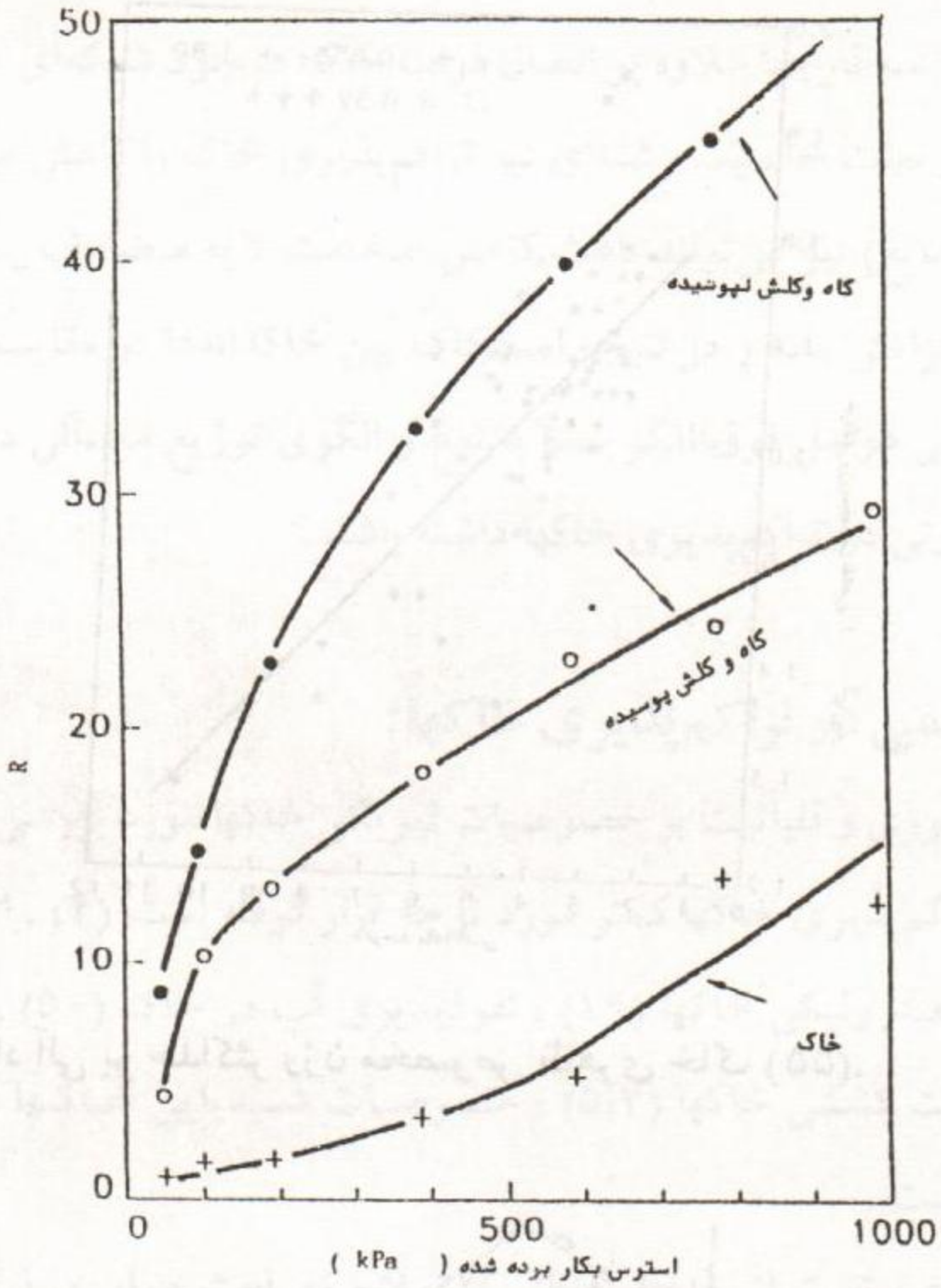
۳- کاهش وزن مخصوص ظاهری

۴- اثر رشته‌ای

۵- بار الکتریکی

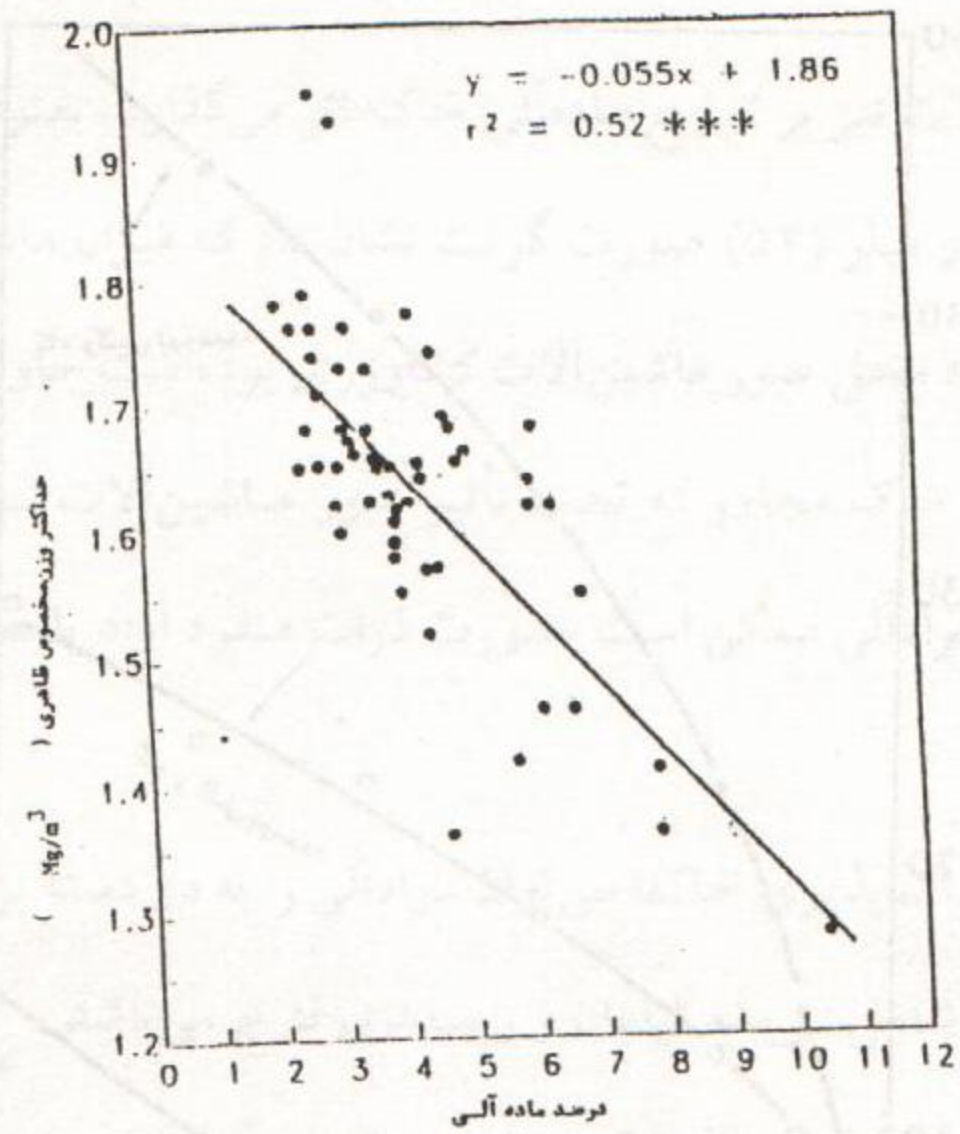
۶- اثر بر اصطکاک ذرات خاک

مولکولهای درشت ماده‌آلی می‌توانند باعث اتصال ذرات خاک شوند (۳۹،۳۷،۱۵) افزایش همدوسی خاک در نتیجه افزایش ماده‌آلی حاصل اتصال ذرات خاک می‌باشد (۹) . موادآلی دارای الاستیسیته زیادی می‌باشند بطوریکه (R) **Relaxation ratio** موادآلی قابل ملاحظه می‌باشد . **R** عبارتست از نسبت وزن مخصوص ظاهری خاک تحت تنش به وزن مخصوص ظاهری خاک وقتی که تنش وجود نداشته باشد (۳۶) (شکل ۱).

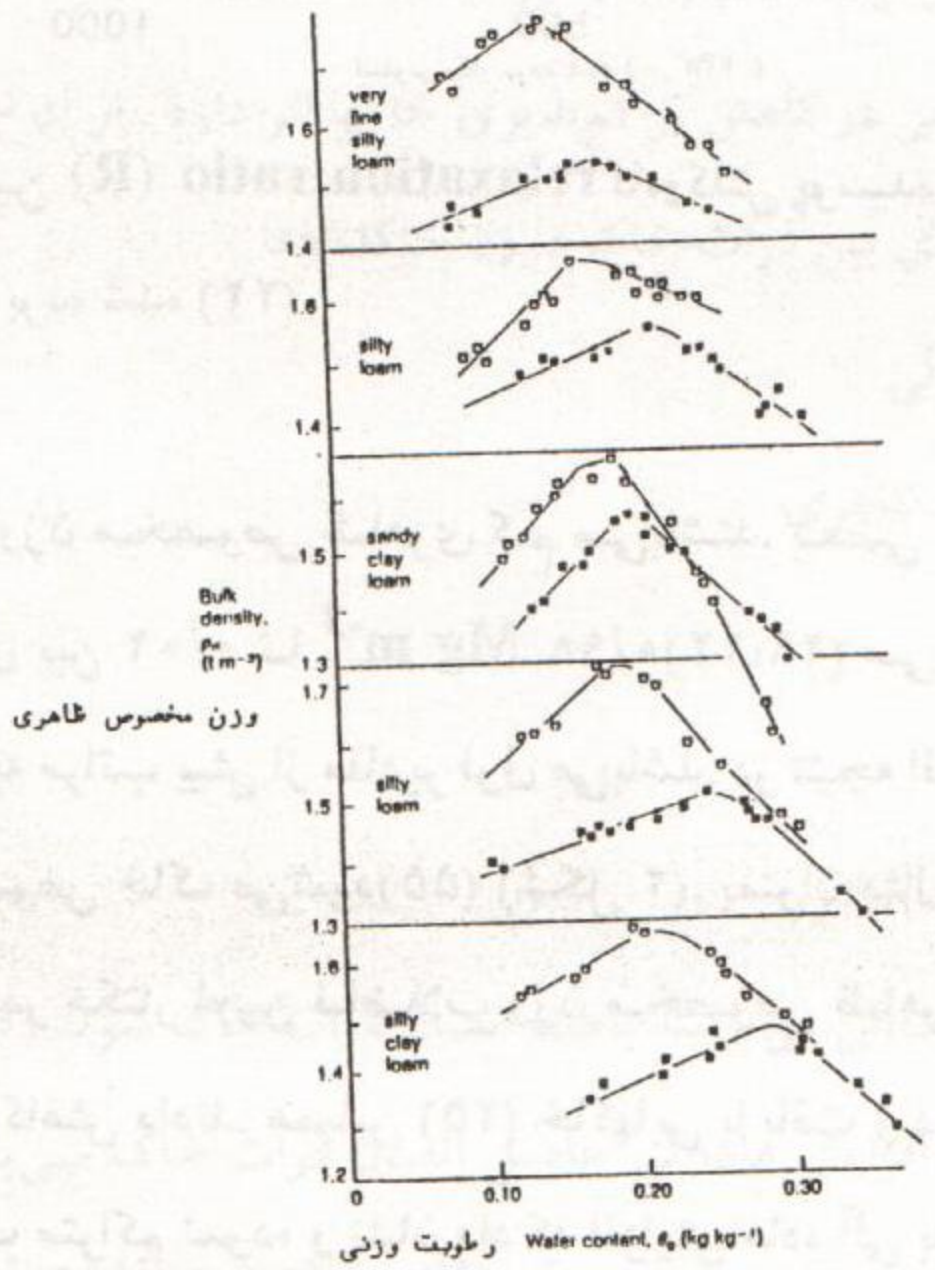


شکل ۱- رابطه بین relaxation ratio (R) کاه‌وکلش پوسیده و نپوسیده، خاک و استرس بکار برده شده (۲۲)

مـوادآلی دارای وزن مـخصوص ظـاهری کـم مـی‌باشند. بـعضی از انـواع پـیت‌ها دارای وزن مخصوص ظاهری بین ۰/۰۲ تـا $Mg\ m^{-3}$ ۰/۹۸ (۲۹،۲۲) مـی‌باشند. در صـورتی کـه وزن مخصوص خاک به مراتب بیش از مقادیر فوق می‌باشد. در نتیجه افزودن ماده‌آلی به خاک باعث کاهش وزن مخصوص خاک می‌شود(۵۵) (شکل ۲). بعنوان مثال گوپتا و هـمکاران (۲۴) بـا افزودن ۹۰۰ تن در هکتار لجـن فـاضلاب وزن مـخصوص ظـاهری خـاک را از ۱/۴۳ را بـه Mgm^{-3} ۱/۰۲ کاهش دادند. همبلین (۲۵) خاکهایی با بافت و درصد ماده آلی را تحت تاثیر رطوبتهای مختلف متراکم نموده و نشان داد که افزایش ماده آلی باعث کاهش تـراکـم پـذیری خاک‌ها می‌شود. در خاکهای با درصد ماده آلی بیشتر نه تنها رطوبت مناسب برای بدست آوردن حداکثر وزن مخصوص ظاهری بیشتر است بلکه حداکثر وزن مخصوص ظاهری قابل دستیابی در خاکها با درصد ماده آلی کم به مراتب بیش از خاکهای با درصد ماده آلی زیاد است (شکل ۳).



شکل ۲- اثر مواد آلی بر حداکثر وزن مخصوص ظاهری خاک (۵۵).



شکل ۳- اثر مقادیر متفاوت موادآلی بر حداکثر وزن مخصوص ظاهری خاکهای با بافت متفاوت. مربع‌های توپر نشان‌دهنده خاک با درصد موادآلی زیاد و مربعهای توخالی درصد موادآلی کم را نشان میدهد (۲۵).

ریشه گیاهان و ریسه قارچها علاوه بر اتصال ذرات خاک همچون شبکه‌ای در درز و شکاف خاک وجود داشته و بعلت خاصیت رشته‌ای نیز تراکم‌پذیری خاک را کاهش میدهند . موادآلی مایع (کود حیوانی مایع) نیز می‌تواند باعث کاهش ضخامت لایه مضاعف پخشیده گردیده وخاکدانه‌سازی را افزایش داده و در نتیجه اصطکاک بین خاکدانه‌ها در مقایسه با توده خاک کاهش می‌یابد. تمامی عوامل فوق‌الذکر بسته به نوع و الگوی توزیع ماده‌آلی در خاک می‌تواند تأثیرات کاملا" متفاوتی در تراکم‌پذیری خاکها داشته باشد .

اثر شوری و سدیمی در تراکم‌پذیری خاکها:

اگر چه اثرات شوری و قلیائیت بر خصوصیات فیزیکی خاکها مورد بررسی قرار گرفته است ولی تأثیر آنها بر تراکم‌پذیری خاکها کمتر مورد توجه قرار گرفته است (۴) . اثرات شوری و قلیائیت بر هدایت هیدرولیکی خاکها (۱۹) ، نفوذپذیری آب در خاک (۵۰) ، ساختمان خاک (۵،۶،۸،۴۳) مقاومت کششی خاکها (۴،۵) ، خصوصیات شیمیایی خاکها (۴۳،۴۷) مورد مطالعه قرار گرفته است .

غلظت آستانه[1] عبارتست از حداقل غلظتی از املاح که باعث هماوری ذرات خاک میشود (۴۳). اگر شوری خاک بیش از غلظت آستانه باشد ، ضخامت لایه مضاعف پخشیده کاهش یافته و ذرات هماور می‌گردد (۵۰) و در صورت وجود ماده‌آلی ، خاکدانه‌های ریز (با قطر کمتر از ۲۵۰ میکرون) و خاکدانه‌های درشت (با قطر بیش از ۲۵۰ میکرون) تشکیل می‌شود (۶۱) که این روند تشکیل ساختمان خاک را اصطلاحاً سلسله مراتب ساختمان خاک[2] گویند (۱۰،۵۹) . با افزایش درصد خاکدانه‌های پایدار درشت فضای بین خاکدانه‌ها افزایش یافته و وزن مخصوص ظاهری خاکها و تراکم‌پذیری آنها کاهش می‌یابد .

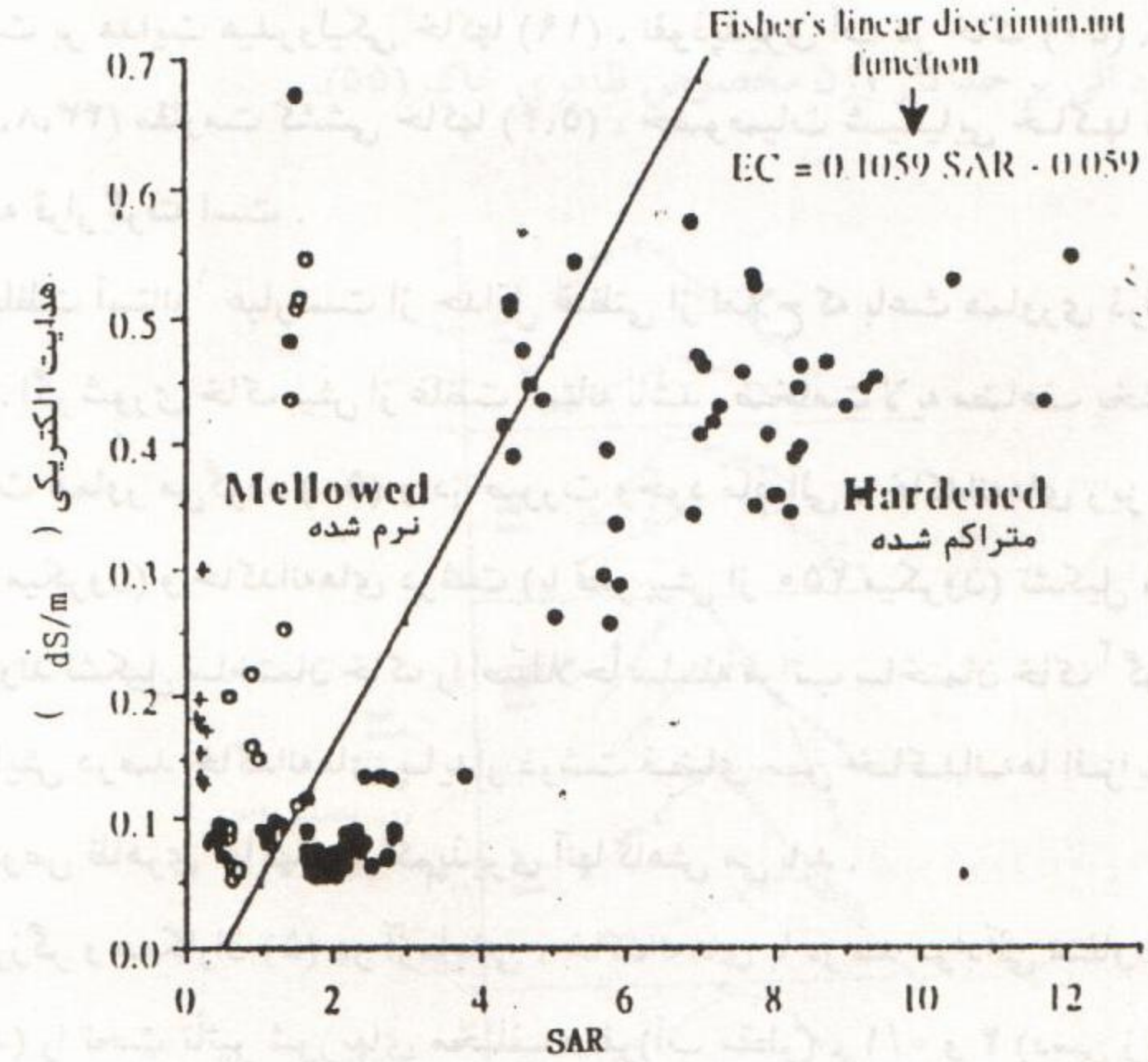
برزگر و همکاران (۵) در آزمایشی ، خاکدانه‌های با درصد موادآلی متفاوت (۰/۹۸ تا ۱۰ درصد) را تحت تأثیر شوریهای مختلف صفر(آب مقطر) ، ۰/۱ و ۴ (دسی زیمنس بر متر) و نسبت جذب سدیم (SAR) صفر ، ۳،۵،۱۰،۱۵و۳۰ قرار دادند و نشان دادند که تخریب ساختمان خاک در اثر شوری و قلیائیت با افزایش میزان ماده‌آلی کاهش می‌یابد . آنها همچنین

1- Threshold concentration=Flocculation value=Critical coagulation concentration

2- Aggregate hierarchy

نشان دادند که با کاهش درصد خاکدانه‌های پایدار ، میزان رس پراکنده شده افزایش یافته و در نتیجه مقاومت کششی خاکها افزایش می‌یابد . آنها نشان دادند که قلیائیت باعث افزایش تراکم‌پذیری و شوری باعث کاهش تراکم‌پذیری (نرم شدگی) خاکها می‌گردد .

برزگر و همکاران (۵) یک تابع آماری بدست آوردند که می‌توان با اندازه‌گیری میزان شوری (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) خاک، خاکهای متراکم را از غیرمتراکم متمایز نمود. آنها برای بدست آوردن این تابع آماری مقاومت کششی خاکدانه‌های مرطوب شده با آب مقطر را بعنوان مقاومت کششی پایه و خاکدانه‌هایی که مقاومت کششی آنها ۱۵ درصد بیشتر از مقاومت کششی پایه بود رابعنوان خاکهای متراکم و خاکدانه‌هایی که مقاومت کششی آنها ۱۵ درصد کمتر از مقاومت کششی پایه بودرا بعنوان خاکهای نرم در نظر گرفتند (شکل ۴).



شکل ۴- رابطه بین EC و SAR عصاره ۱:۵ خاکدانه‌ها. داده‌ها براساس میزان مقاومت کششی دسته‌بندی گردیده‌اند بدینصورت که علامت + نشان‌دهنده خاکدانه‌هایی است که مقاومت کششی آنها ۱۵ درصد کمتر از مقاومت کششی پایه می‌باشد. و خاکدانه‌هایی است که مقاومت کششی آنها ۱۵ درصد بیش از مقاومت کششی پایه می‌باشد(۵).

افزایش نسبت جذب سدیم باعث افزایش رس پراکنده شده گردیده و در نتیجه مقاومت کششی خاکدانه‌هارا افزایش می‌دهد در صورتی که بر عکس افزایش شوری خاک می تواند باعث هماوری ذرات خاک و در نتیجه کاهش مقاومت کششی خاکدانه‌ها گردد. با استفاده از شکل ۴ می‌توان بدون نیاز به اندازه‌گیری مقاومت کششی خاکدانه‌ها که کار نسبتاً وقت‌گیری است خاکهای شور و سدیمی متراکم را از غیرمتراکم متمایز نمود. دکستر (۱۱) مفهوم نسبت نرم شدگی [1] را معرفی کرد که عبارتست از نسبت مقاومت کششی خاکها پس از تر و خشک شدن به میزان مقاومت کششی خاکها قبل از تر و خشک شدن . نسبت نرم شدگی صفر بیانگر تکه تکه [2] شدن خاکدانه‌ها و بین صفر تا یک منطقه نرم شدن خاکها و مقدار نرم‌شدگی برابر ۱ نشان دهنده عدم نرم شدگی خاکها در اثر تر و خشک شدن می‌باشد . برزگر و همکاران (۴) مفهوم مذکور را برای مطالعه نرم شدگی خاکهای شور و سدیمی متراکم شده بکار بردند و نشان دادند که با افزایش شوری خاک میزان نرم شدگی خاکها افزایش یافته در صورتی افزایش درصد سدیم تبادلی باعث می‌شود که درز و شکاف بوجود آمده در اثر تر و خشک شدن خاکها را پر کرده و در نتیجه تراکم پذیری خاکها افزایش یابد .

باید اذعان کرد که افزایش شوری باعث نرم شدگی خاکها می‌شود ولی بعلت تأثیرات سوء در رشد گیاه از نظر کشاورزی مطلوب نیست . در این مورد در خاکهای غیر آهکی فاقد گچ می‌توان با افزودن گچ غلظت املاح خاک را افزایش داد . بعلاوه نرم شدگی خاکها در اثر شوری و قلیائیت در ساخت تأسیسات آبی که در تماس با آب زیرزمینی و یا آب آبیاری شور هستند بایستی مدنظر قرار گیرد و نیاز به تحقیقات گسترده‌تری دارد زیرا انرژی بکار رفته در واحد حجم [3] برای متراکم کردن خاکها توسط برزگر و همکاران (۴) کمتر از ۵۹۵ کیلوژول بر متر مکعب که در آزمایش استاندارد تراکم مورد استفاده قرار می‌گیرد بوده است. از طرق دیگر کاهش اثر قلیائیت در تراکم‌پذیری خاکها، افزودن ماده‌آلی به خاک می‌باشد . آنیونهای آلی باعث افزایش میزان رس پراکنده شده (۱۳،۱۵،۲۳،۳۷،۵۱) می‌شوند اما از طرف دیگر ماده‌آلی می‌تواند منبع تغذیه میکروارگانیسم‌های خاک بوده (۳۶) و در نتیجه باعث کاهش رس پراکنده

1- Mellowing ratio

2- Slaking

3- Compaction Effort

گردد . برزگر و همکاران (۸) با افزودن ماده‌آلی به خاکهای حاوی درصد رس یکسان ولی نوع رس متفاوت نشان دادند که اگر چه ۷ روز بعد از اضافه کردن ماده‌آلی ، رس پراکنده شده مکانیکی افزایش می‌یابد ولی پس از ۶۷ روز رس پراکنده شده مکانیکی بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد .

پراکندگی رسها به دو صورت خودبخودی[1] و مکانیکی[2] می‌باشد. با افزایش درصد سدیم تبادلی خاکها ضخامت لایه مضاعف پخشیده افزایش می‌یابد و درنتیجه رسهابدون نیاز به وارد کردن انرژی پراکنده می‌شوند. اگر درصد سدیم تبادلی خاک کم باشد ذرات خاک هماور می‌باشند و بصورت خودبخودی پراکنده نمی‌شوند ولی اگر ذرات مذکور تحت تأثیر انرژی خارجی قرار گیرند پراکنده می‌گردند که این حالت را پراکندگی رسها بصورت مکانیکی گویند. انرژی وارده می‌تواندنیروی آب جاری و یا قطرات باران و یا سایش در اثر وسایل کشت و کار باشد(۴۷). آنها همچنین نشان دادند که ریسه‌های قارچ (یکی دیگر از عوامل کاهش تراکم‌پذیری خاکها) می‌تواند حتی در درصد سدیم تبادلی برابر با ۲۶ نیز در اتصال ذرات خاک مؤثر باشد . ترکیبات حاصله از فعالیت باکتریها و قارچها در اتصال ذرات خاک توسط 13_C NMR مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که پپتایدها و ترکیبات آلیفاتیک باعث اتصال ذرات خاک و در نتیجه افزایش پایداری ساختمان خاک (۳۵) و کاهش تراکم‌پذیری خاکها می‌گردد. برزگر و همکاران (۶) سلسله مراتب اصلاح خاکهای شور و سدیمی را ارائه دادند. براساس این سلسله مراتب پس از هماور کردن ذرات رس پراکنده شده با افزودن ماده‌آلی درصد خاکدانه‌های ریز افزایش خواهد یافت . سپس با اعمال مدیریت زراعی مناسب (تناوب گیاهی ، شخم در رطوبت مناسب)، درصد خاکدانه‌های درشت افزایش می‌یابد . در نتیجه ماده‌آلی نه تنها در افزایش پایداری ساختمان خاک و کاهش رس پراکنده شده و تراکم‌پذیری خاکهای غیر شور و سدیمی (۵،۱۲،۱۴،۲۰،۳۷،۳۹) مؤثر است بلکه در خاکهای شور و سدیمی نیز همین نقش را ایفاء می‌کند (۸و۵) موادآلی بصورتهای مختلف همانند کود حیوانی (۲۸،۴۸،۵۳) ، کودسبز (۲۶،۵۲،۵۳) کمپوست (۳۱) برای اصلاح خاکهای شور و سدیمی مورد استفاده قرار گرفته است .

1- Spontanously dispersion

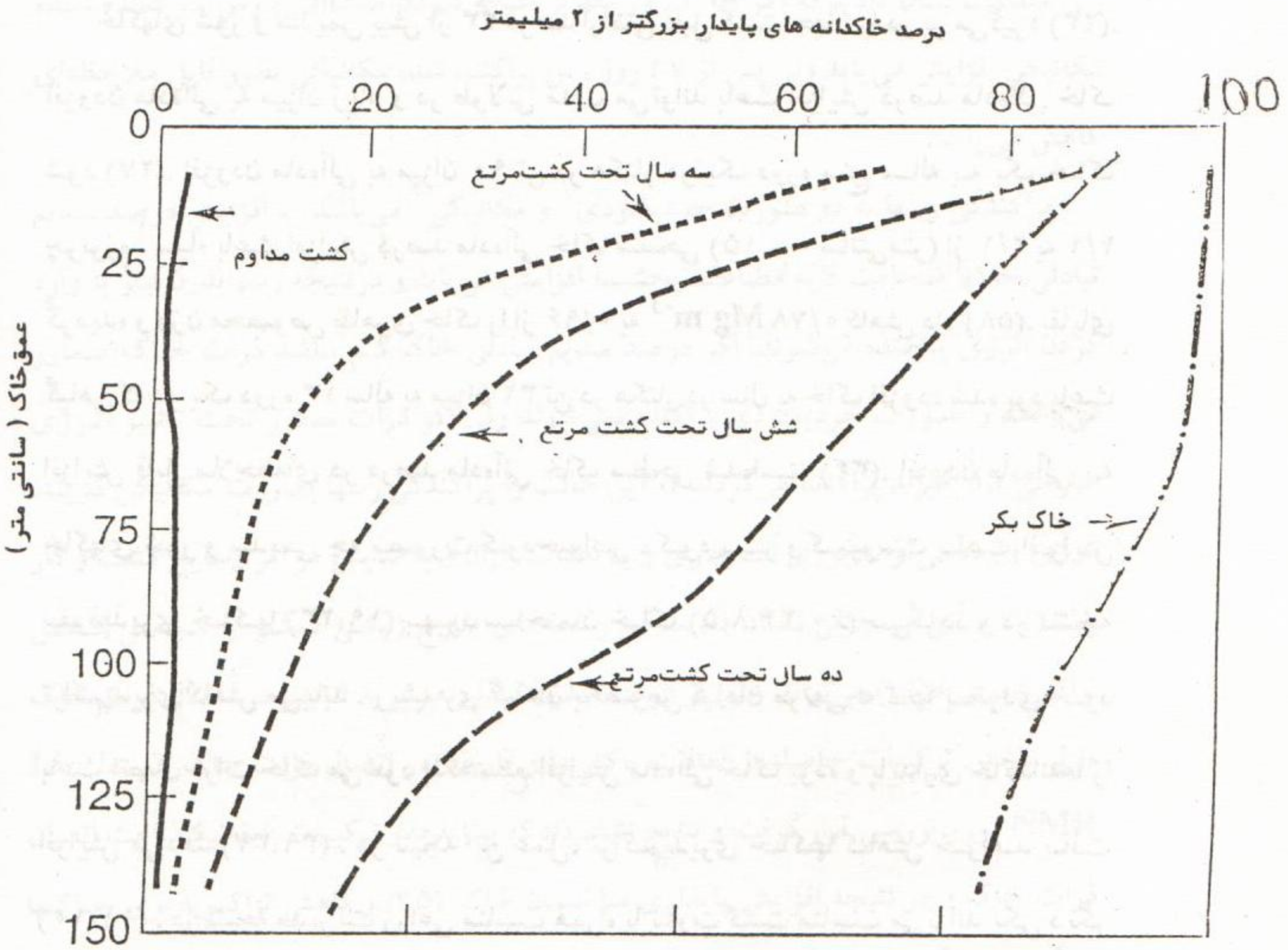
2- Mechanical dispersion

جنبه‌های کاربردی:

خاکهای شور و سدیمی بیش از ۳۳ درصد اراضی قابل کشت جهان را در بر می‌گیرد (۲۳). افزودن ماده‌آلی به میزان زیاد و در طولانی مدت می‌تواند باعث افزایش درصد ماده‌آلی خاک شود (۲۷). افزودن ماده‌آلی به میزان ۹۰ تن در هکتار در یک دوره پنج ساله به یک خاک چرنوزم[1] سیاه باعث افزایش درصد ماده‌آلی خاک سطحی (۱۵ - ۰ سانتی‌متر) از ۲/۱ به ۴/۱ گردیده و وزن مخصوص ظاهری خاک را از ۰/۹۶ به $Mg\ m^{-3}$ ۰/۷۸ کاهش داد (۵۸). بقایای گیاهی که در یک دوره ۱۳ ساله به میزان ۳۲ تن در هکتار در سال به خاک افزوده شده بود باعث افزایش قابل ملاحظه‌ای در درصد ماده‌آلی خاک سطحی شده‌است (۳۴). افزودن ماده‌آلی به خاکهای شور و سدیمی چه بصورت کودحیوانی ، کود سبز و کمپوست باعث افزایش نفوذپذیری خاکها (۱۹،۲۳) بهبود ساختمان خاک (۵،۸،۴۴، ۶۰) می‌گردد و در نتیجه تراکم‌پذیری کاهش می‌یابد . ریشه‌های گیاهان بخصوص گیاهان مرتعی نه تنها بخودی خود باعث اتصال ذرات خاک می‌شود بلکه منبع افزایش ماده‌آلی خاک بوده و پایداری خاکدانه‌ها را افزایش می‌دهد (۳۷،۳۹) . در نتیجه این عمل، تراکم‌پذیری خاکها کاهش خواهد یافت (۱۰،۱۱) . در نتیجه مدیریت زراعی مناسب همراه با تناوب کشت مناسب می‌تواند یکی دیگر از گزینه‌های کاهش تراکم‌پذیری خاکها باشد .

گریسن (۲۰) نشان داد که درصد خاکدانه‌های پایدار بزرگتر از ۲ میلیمتر در خاک بکر به مراتب بیش از خاک تحت کشت مرتع بود و میزان خاکدانه‌های پایدار در خاک تحت کشت مداوم ، حداقل می‌باشد(شکل ۵). در نتیجه با اعمال مدیریت زراعی مناسب (کشت مرتع) می‌توان نه تنها میزان خاکدانه‌های پایدار خاک سطحی را افزایش داد بلکه می‌توان درصد خاکدانه‌های پایدار خاک عمقی را افزایش داده و در نتیجه از تراکم خاک جلوگیری بعمل آورد.

1- Chernozems



شکل ۵- اثر مدیریت‌های زراعی مختلف بر درصد خاکدانه‌های پایدار بزرگتر از ۲ میلیمتر (۲۰)

نتیجه‌گیری:

تراکم‌پذیری خاک متأثر از میزان ، پراکندگی و نوع ماده‌آلی می‌باشد . با افزایش ماده‌آلی پایداری خاکدانه‌ها و حجم خلل و فرج بین خاکدانه‌ها افزایش می‌یابد . بعلاوه اعمال مدیریت زراعی مناسب و خاکورزیهای مناسب می‌تواند پایداری خاکدانه‌ها را افزایش داده و در نتیجه تراکم‌پذیری خاکها را کاهش دهد . قلیائیت باعث افزایش تراکم‌پذیری خاکها می‌شود ولی افزودن ماده‌آلی حتی در خاکهای شور و سدیمی باعث افزایش پایداری خاکدانه‌ها و در نتیجه کاهش تراکم‌پذیری اینگونه خاکها می‌گردد .

REFERENCES : منابع :

1- ALLOWAY, B.J. 1990. The origin of heavy metals in soils. pp. 29-39. In: Alloway, B.J. (ed.) Heavy Metals in Soils. Blackie, London John Wiley, New York.

2- ANGERS, D.A., KAY, B.D. AND GRONEVELT, P.H., 1987. Compaction characteristics of a soil cropped to corn and bromegrass. Soil Science Society of America Journal 51: 779-783.

3- BACON, C.A. 1929. Some physical aspects of organic matter. Agricultural Engineering 10: 83-85.

4- BARZEGAR, A.R., OADES, J.M. and RENGASAMY, P. 1996. Soil structure degradation and mellowing of compacted soils by saline-sodic solutions. Soil Science Society of America Journal 60: 583-588.

5- BARZEGAR, A.R., OADES, J.M., RENGASAMY, P. and GILES, L. 1994. Effect of sodicity and salinity on disaggregation and tensile strength of an Alfisol under different cropping systems. Soil Tillage Research 32: 329-345.

6- BARZEGAR, A.R. RENGASAMY, P. and OADES, J.M. 1998. Strength and erodibility of salt-affected soils. pp.248-262 In: Bhushan, L.S., Abrol, I.P. and Ramo Mohan Rao, M.S. (Eds.) 8th International Soil Conservation Conference, Soil and Water Conservation: Challenges and Opportunities, New Delhi, India, 4-8 December 1994.

7- BARZEGAR, A.R., RENGASAMY, P. and OADES, J.M. 1995. Effects of clay type and rate of wetting on the mellowing of compacted soils. Geoderma 68: 39-49.

8- BARZEGAR, A.R., NELSON, P.N., OADES, J.M. and RENGASAMY, P. 1997. Organic Matter, Clay type and sodicity. Influence on aggregation. Soil Science Society of America Journal 61: 1131-1137.

9- BAVER, L.D. 1930. The effect of organic matter upon several physical properties. American Society Agronomy Journal 22: 703-708.

10- DEXTER, A.R. 1988a. Advances in characterization of soil structure. Soil Tillage Research 11: 199-238.

11- DEXTER, A.R. 1988b. Strength of soil aggregates and of aggregate beds. Catena Supplement 11: 35-52.

12- DONG, A., CHESTERS, G. and SIMSIMAN, G.V. 1983. Soil dispersibility. Soil Science 136: 208-212.

13- DURGIN, P.B. and CHANEY, J.G. 1984. Dispersion of kaolinite by dissolved organic matter from Douglas-fir roots. Canadian Journal Soil Science 64: 445-455.

14- EMERSON, W.W. 1959. The structure of soil crumbs. Journal of Soil Science 10: 235-244.

15- EMERSON, W.W. and SMITH, B.H. 1970. Magnesium, organic matter and soil structure. Nature 228: 453-454.

16- FERGUSSON, J.E. 1990. The Heavy Elements. Chemistry environmental impact and health effects. Pergamon Press, London.

17- FRANKLIN, A.G. OROZCO, L.F. and SEMRAU, R. 1973. Compaction and strength of slightly organic soils; Journal Soil Mechanics Foundation Division, Proceeding American Society Civil Engineers 99(SM7): 541-557.

18- FREE, G.R., LAMB, J. and CARLETON, E.A. 1947. Compactactibility of certain soils as related to organic matter and erosion. Journal America Society Agronomy 39: 1068-1076.

19- FRENKEL, H., GOERTZEN, J.O. and RHOADES, J.D. 1978. Effects of clay type and amount, exchangeable sodium percentage, and electrolyte concentration of clay dispersion and soil hydraulic conductivity. Soil Science Society of America Journal 42: 32-39.

20- GREACEN, E.C. 1958. The soil structure profile under pastures. Australian Journal of Agricultural Research 9: 129-137.

21- GU, B. and DONER, H.E. 1993. Dispersion and aggregation of soils as influenced by organic and inorganic polymers. Soil Science Society of America Journal 57: 709-716.

22- GUERIF, J. 1979. Mechanical properties of straw. The effect on soil. pp 73-81. In: J. Grossbard (ed.), Straw Decay and Its Effect on Disposal and Utilisation. Wiley, Chichester.

23- GUPTA, R.K., and ABROL, I.P. 1990. Salt-affected soils: Their reclamation and management for crop production. Advaces in Soil Science 11: 224-288.

24- GUPTA, S.C., DOWDY, R.H. and LARSON, W.E. 1977. Hydraulic and thermal properties of a sandy soil as influenced by incorporation of sewage sludge. Soil Science Society of America Journal 41: 601-605.

25- HAMBLIN, A. 1987. The effect of tillage on soil physical conditions. pp.129-174, In: P.S. Cornish and J.E. Partly (eds.) Tillage: New Directions in Australian Agriculture. Australian Society Agronomy, Inkata Press, Melbourne.

26- HAKANSSON, I., VOORHEES, W.B. and RILEY, A. 1988. Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop responses in different traffic regimes. Soil Tillage Research 11: 239-282.

27- JOHNSTON, A.E. 1982. The effects of farming systems on the amount of soil organic matter and its effect on yield at Rothamsted and Woburn. pp. 187-201. In: d.Boels, D.B. Davies and A.E. Johnston (eds.), Soil Degradation, A.A. Balkema, Rottrdam.

28- KANWAR, J.S., BHUMABLA, D.R. and SINGH, N.T. 1965. Studies on reclamation of saline and sodic soils in Punjab. Indian Journal of Agricultural Science 35: 43-51.

29- KLEMETTI, V. and KEYS, D. 1983. Relationships between dry density, moisture content and decomposition of some New Brunswick peats. Specific Technical Publication, American Society Test Materials, 820: 72-82.

30- KUIPERS, H. 1982. Processes in physical soil degradation in mechanised agriculture. Pp. 7-18. In: D. Boels, D.B. Davies and A.E. Johnston (eds.), Soil Degradation, A.A. Balkema, Rotterdam.

31- LAX, A., DIAZ, E., CASTILLO, V. and ALBALADEJO, J. 1994. Reclamation of physical and chemical properties of a salinized soil by organic amendment. Arid Soil Research and Rehabilitation 8: 9-17.

32- MACINTYRE, D., SHARP, M.J. and GRAY, A.G. 1987. Rotary implement (the "Struplow"). Agricultural Engineer, 42: 120-123.

33- MACLAUGHLIN, M.J., TILLER, K.G., NAIDU, R. and STEVENS, D.P. 1996. Review: the behaviour and environmental impact of contaminants in fertilizers. Australian Jouranl of Soil Research 34: 1-54.

34- MORACHAN, Y.B., MOLDENHAUER, W.C. and LARSON, W.E. 1972. Effects of increasing amounts of organic residues on continuous. I. Yields and soil physical properties. Agronomy Journal 64: 199-203.

35- NELSON, P.N., BARZEGAR, A.R. and OADES, J.M. 1997. Sodicity and clay type: Influence on decomposition of added organic matter. Soil Science Society of America Journal 61: 1057-10.

36- O'DOGHERTY, M.J. and WHEELER, J.A. 1984. Copression of straw to high densities in closed cylindrical dies. Journal of Agricultural Engineering Research 29: 61-72.

37- OADES, J.M. 1984. Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. Plant Soil 76: 319-337.

38- OADES, J.M. 1989. An introduction to organic matter in mineral soils. pp. 78-120. In: Dixon, J.B. and S.B. Weed (eds.). Minerals in Soil Environments. Soil Science Society of America. Madison. USA.

39- OADES, J.M. 1993. The role of biology in the formation, stabilization and degradation of soil structure. Geoderma 56: 377-400.

40- OADES, J.M., VASSALLO, A.M., WATERS, A.G. and WILSON, M.A. 1987. Characterization of organic matter in particle size and density fractions from a redbrown earth by solid-state 13C N.M.R. Australian Journal of Soil Research 25: 71-82.

41- OHU, J.O., RAGHAVAN, G.S.V., MCKYES, E., STEWART, K.A. and FANOUS, M.A. 1985. The effects of soil compaction and organic matter on the growth of bush beans. Transaction American Society of Agricultural Engineering 28: 1056-1061.

42- PROCTOR, R.R. 1933. Fundamental principles of soil compaction. Engineering News-Research 111: 245-248, 286-289, 348-351.

43- QUIRK, J.P. and SCHOFIELD, R.K. 1955. The effect of electrolyte concentration on soil permeability. Journal of Soil Science 6: 163-178.

44- REID, J.B. and GOSS, M.J. 1981. Effect of living roots of different plant species on the aggregate stability of two arable soils. Journal of Soil Science 32: 521-541.

45- RENGASAMY, P. and OLSSON, K.A. 1991. Sodicity and soil structure. Australian Journal of Soil Research 29: 935-952.

46- RENGASAMY, P. and OLSSON, K.A. 1993. Irrigation and sodicity. Australian Journal of Soil Research 31: 821-837.

47- RENGASAMY, P., GREENE, R.S.B., FORD, G.W. and MEHANNI, A.H. 1984. Identification of dispersive behaviour and the management of red-brown earths. Australian Journal of Soil Research 22: 413-431.

48- ROBBINS, C.W. 1986. Sodic calcareous soil reclamation as affected by different amendments and crops. Agronomy Journal 78: 916-920.

49- RUSANOV, V.A. 1997. Methods for determining the effects of soil compaction produced by traffic and indices of efficiency for reducing theses effects. Soil Tillage Research 40: 239-250.

50- SHAINBERG, I. and LEVY, G.J. 1992. Physico-chemical effects of salts upon infiltration and water movement in soil. pp 37-93. In R.J. Wagenet, P. Baveye and B.A. Stewart (eds.), Interaction Processes in Soil Science. Advances in Soil Science, Lewis Publishers.

51- SHANMUGANATHAN, R.T. and OADES, J.M. 1983. Influence of anions on dispersion and physical properties of A horizon of a red-brown earth. Geoderma 29: 257-277.

52- SINGH, Y., KHIND, C.S., BIJAY-SINGH and SINGH, B. 1991. Efficient management of leguminous green manures in wetland rice. Advances Agronomy 45: 135-189.

53- SKHON, B.S. and BAJWA, M.S. 1993. Effect of organic matter and gypsum in controlling soil sodicity in rice-wheat-maize system irrigated with sodic waters. Agricultural Water Management 24: 15-25.

54- SNIDER, M.D. and MILLER, R.F. 1985. Effects of tractor logging on soils and vegetation in Eastern Oregon. Soil Science Society of America 49: 1280-1282.

55- SOANE, B.D. 1985. Traction and transport as related to cropping systems. Proceedings of an International Conference on Soil Dynamics, Auburn, Alabama, 5: 863-935.

56- SOANE, B.D., BLACKWELL, P.S., DICKSON, J.W. and PAINTER, D.J. 1980/1981a. Compaction by agricultural vehicles: A review. I. Soil and wheel characteristics. Soil Tillage Research: 207-237.

57- SOANE, B.D., BLACKWELL, P.S., DICKSON, J.W. and PAINTER, D.J. 1980/1981b. Compaction by agricultural vehicles: A review. II. Compaction under tyres and other running gears. Soil Tillage Research: 373-400.

58- SOMMERFELDT, T.G. and CHANG, C. 1985. Changes in soil properties under annual application feeldo manure and different tillage practices. Soil Science Society America Journal 49: 983-987.

59- Soil Taxonomy 1994. Hanbook 436. 7th Edition, USDA.

60- TISDALL, J.M. and OADES, J.M. 1979. Stabilization of soil aggregates by root systems of ryegrass. Australian Journal of Soil Research 17: 429-441.

61- TISDALL, J.M. and OADES, J.M. 1982. Organic matter and water stable aggregates in soils. Journal of Soil Science 33: 141-163.