نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 6، بهمن – اسفند 1394، ص. 1566-1553

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 6, Jan.-Feb. 2016, p. 1553-1566

تأثیر فشردگی خاک بر ترسیب کربن و نیتروژن در خاک و گیاه گندم و خصوصیات فیزیکی خاک (مطالعه موردی: اراضی دیم شمال آق قلا، استان گلستان)

زهرا سعیدی فر[1*]- حمید رضا عسگری[2]- فرشید اکرم قادری[3]

تاریخ دریافت: 1392/12/13
تاریخ پذیرش: 1394/05/26

چکیده

فشردگی خاک به یک مشکل فراگیر در سطح دنیا تبدیل شده و یکی از عوامل موثر در تخریب اراضی به خصوص در اراضی کشاورزی مناطق خشک و نیمه خشک به شمار می‌رود. هدف از این تحقیق بررسی تاثیر فشردگی خاک بر روی توان ترسیب کربن و نیتروژن در خاک و گیاه گندم و خصوصیات فیزیکی خاک (وزن مخصوص ظاهری، تخلخل، رطوبت اشباع خاک و ثبات خاکدانه‌ها) می‌باشد. این تحقیق در ایستگاه تحقیقاتی مزرعه نمونه ارتش شهر انبار الوم استان گلستان در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با 4 تیمار و 3 تکرار مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای این تحقیق عبارت بودند از: تیمار شاهد (بدون فشردگی مصنوعی)، تیمار 2 (2 بار عبور تراکتور سنگین)، تیمار 3 (4 بار عبور تراکتور سنگین) و تیمار 4 (6 بار عبور تراکتور سنگین). در این تحقیق پس از اندازه‌گیری خصوصیات مورد نظر، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 تجزیه اماری شد و جهت مقایسه میانگین تیمارها نیز از آزمون LSD در سطح 5% استفاده گردید. نتایج نشان داد که سطوح مختلف فشردگی خاک باعث افزایش معنی دار جرم مخصوص ظاهری خاک گردید. نتایج همچنین نشان داد که تمام تیمارهای فشردگی خاک باعث کاهش معنی دار ترسیب کربن و نیترون در خاک و گیاه گندم، پایداری‌خاکدانه‌ها و رطوبت اشباع خاک گردید. از سوی دیگر میزان شوری و اسدیته خاک بر اثر تیمارهای فشردگی خاک افزایش یافت.

واژه‌های کلیدی: اراضی زراعی، تراکتور سنگین، توان ترسیب، مناطق خشک و نیمه خشک

مقدمه

گندم مهمترین گیاه خانواده غلات است که بیشترین سطح زیر کشت را در بین محصولات زراعی کشور به خود اختصاص داده است. قسمت عمده‌ی کشت گندم در کشور به صورت دیم انجام می‌گردد. یکی از مهمترین مراحل تأثیرگذار در عملکرد گندم دیم مرحله کاشت است. در طی سال های اخیر به دلیل مکانیزه شدن کشاورزی و افزایش وزن ماشین‌های کاشت و داشت، فشردگی خاک به صورت یک مشکل چند بعدی در برابر کشاورزی پایدار قد علم کرده است که شامل اثرات متقابل ماشین، خاک، گیاه و اقلیم است. استفاده بیش از حد از ماشین آلات، منجر به فشردگی خاک می‌شود. امروزه افزایش رشد جمعیت و نیاز جامعه بشری به تولید غذای بیشتر، استفاده از ماشین آلات کشاورزی (مکانیزاسیون) را در تولید محصولات کشاورزی بیش از پیش ضروری ساخته است (9، 25 و 33).

فشردگی خاک یک مشکل جهانی و یک شکل مهم از تخریب فیزیکی اراضی به شمار می‌رود که باعث تغییرات زیادی در خصوصیات خاک می‌شود (47). تخریب ناشی از فشردگی خاک حدود 68 میلیون هکتار از اراضی در سطح دنیا را تحت تاثیر قرار داده است. اکثر قریب به اتفاق فشردگی در کشاورزی مدرن توسط رفت و آمد وسایل نقلیه ایجاد می‌شود (18).

خاک از جمله منابع طبیعی دیر تجدید شونده است که حفاظت یا تخریب آن به نحوه‌ی استفاده و مدیریت کشاورزی بستگی دارد (3). انتخاب نوع ادوات مورد استفاده در هنگام خاکورزی تأثیر فراوانی بر خصوصیات فیزیکی و بیولوژیکی خاک و در نهایت عملکرد محصول به جای می‌گذارد (5، و 26، 39 و 43) فشردگی خاک بر اثر افزایش جرم مخصوص ظاهری و مقاومت نفوذ خاک بوجود می‌آید. کاهش اندازه خلل و فرج درشت، مسدود شدن منافذ خاک، تشکیل سله سطحی و کاهش پایداری خاکدانه‌ها، تخریب ساختمان خاک، کاهش تخلخل و نفوذپذیری آب در خاک از جمله عواقب منفی فشردگی

1- دانشجوی دکترای بیابان زدایی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان
(* نویسنده مسئول: Email: z.saiedy@yahoo.com)
2- استادیار گروه مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
3- استادیار گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

خاک محسوب می‌گردد (9).

جرم مخصوص ظاهری و توزیع اندازه خلل و فرج از خصوصیات فیزیکی مهم خاک در ارتباط با تولید محصول می‌باشند که از نوع خاکورزی تاثیر می پذیرند. افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک باعث محدودیت‌هایی در رشد ریشه گیاهان و حرکت کند هوا و آب در خاک می‌شود در نتیجه بر راندمان محصول تاثیر گذاشته و پوشش گیاهی موجود جهت محافظت خاک از فرسایش را کاهش دهد (17).

پایداری خاکدانه‌ها نیز می‌تواند به عنوان شاخصی از تغییرات کیفیت خاک محسوب گردد که از مدیریت‌های متفاوت در شرایط مشخص ناشی می‌شود. سیستم‌های آماده سازی زمین نقش مهمی در پایداری خاکدانه و توزیع اندازه ذرات دارند. به دلیل تفاوت در ویژگی-های خاک‌ها، توزیع اندازه ذرات و پایداری خاکدانه‌ها متفاوت است. با بهبود وضعیت ساختمان خاک اندازه خاکدانه‌ها بزرگتر می‌شود. افزایش اندازه خاکدانه‌ها افزایش حجم منافذ ریز درون خاکدانه‌ای، کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک و افزایش میزان حجم آب در رطوبت‌های بالا مثل رطوبت در مکش 0/3 بار (ظرفیت مزرعه) و در نتیجه باعث افزایش حرکت آب در خاک می‌شود (6).

تغییرات کربن آلی خاک یک شاخص مهم برای تخمین کیفیت و حاصلخیزی خاک به شمار می رود. کربن به صورت مواد آلی در خاک ذخیره می‌شود اما این ذخایر تحت تاثیر کاربری های مختلف اراضی قرار می‌گیرد. عملیات زراعی و کشت و کار، معدنی شدن مواد آلی را افزایش می‌دهد که به دنبال آن باعث خروج کربن از خاک (به اتمسفر) می‌شود. کربن خاک به دلیل نقش تعیین کننده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک دارد بر پایداری و کیفیت خاک، تولید محصول و کیفیت محیط زیست تاثیر مثبتی دارد. تبدیل اراضی کشت نشده و بکر به زمین های زراعی، بخش مهمی از کربن آلی پایدار خاک را ناپایدار کرده و با افزایش اکسیداسیون کربن آلی خاک و هدر روی مواد آلی باعث افزایش دی اکسیدکربن اتمسفرمی‌گردد و در نتیجه ترسیب کربن در خاک را کاهش می‌دهد (25). سیستم‌های مدیریتی حفاظتی می‌توانند ذخایر مواد آلی خاک را بهبود بخشند و در کاهش کربن اتمسفر سهیم باشند (48). ترسیب کربن با استفاده از عملیات طولانی مدت مدیریت گیاه و خاک نه تنها باعث افزایش ذخیره کربن در خاک می‌شود بلکه به کاهش تبادل کربن و انتشار گازهای گلخانه‌ای مانند Co_2 از پروفیل خاک نیز منتهی می‌گردد. همچنین کیفیت خاک را بهبود و تولید اقتصادی محصول را افزایش می‌دهد. به طور مشابه، تثبیت نیتروژن در خاک به کاهش نرخ و مقدار کوددهی (کود ازته) و انتشار N_2O (دیگر گاز گلخانه‌ای مخرب که باعث ایجاد گرمای جهانی می‌شود) به جو می-انجامد. (46). متولی و همکاران (28) نیز اظهار داشتند که فشردگی سطحی باعث کاهش نیتروژن معدنی خاک می‌شود. تهویه ضعیف خاک فشرده، معدنی شدن ماده آلی را کاهش که این امر معدنی شدن نیتروژن و عناصر دیگر را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. به علاوه، تخریب نیترات‌ها در خاک‌های فشرده و هدر رفت نیتروژن به آب‌های زیر زمینی و اتمسفر در این خاک‌ها بیشتر از خاک‌های بدون فشردگی است (26).

پیشرفت‌های کنونی در فناوری‌های مربوط به بخش کشاورزی دامنه‌ی اثرات منفی فعالیت‌های کشاورزی بر محیط زیست را افزایش می دهد. در حال حاضر حفظ محیط زیست و دستیابی به توسعه پایدار یکی از مباحث اصلی و اساسی است که با اجرای طرح‌های جامع اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در سرلوحه برنامه ممالک مختلف جهان از جمله کشور ما قرار گرفته است (4). خاکورزی در شرایط نامناسب (بهینه) از نظر میزان رطوبت موجود در آن (رطوبت بسیار بالا یا بسیار کم)، انجام عملیات شخم در یک عمق ثابت برای سالیان متمادی، کمبود مواد آلی و تخریب ساختمان خاک بر اثر خاکورزی مرسوم، عدم استفاده از سیستم های خاکورزی حفاظتی در بسیاری از مناطق، استفاده بیش از حد از وسایل مکانیزه سنگین، تردد بیش از حد دام (به منظور چرای بقایای محصولات کشاورزی) در اراضی زراعی و ... باعث فشردگی سطحی و حتی غیرسطحی خاک می شود که به نوبه ی خود به کاهش عملکرد محصول و حاصل خیزی خاک و تخریب خصوصیات فیزیکی، بیولوژیکی و حتی شیمیایی خاک می انجامد. بنابراین، هدف از این پژوهش کمی سازی اثر فشردگی خاک بر ترسیب کربن و نیتروژن در خاک و گیاه و برخی از ویژگی های فیزیکی خاک به عنوان پارامترهای مهم در تولید پایدار، می‌باشد.

مواد وروش ها

منطقه مورد مطالعه در شمال غربی استان گلستان واقع گردیده و قسمتی از اراضی زراعی شمال شهرستان آق قلا را شامل می‌شود که دارای مختصات "36 ´4 °37 عرض شمالی و "24 ´27 °54 طول شرقی می باشد (شکل 1). حداکثر ارتفاع منطقه 46 متر و حداقل آن 21- متر از سطح دریای آزاد است (ابرسجی، 1996).

در این آزمایش ابتدا فشردگی زیرسطحی به طور مصنوعی بوسیله تردد تراکتور SAME مدل LASER 150 با وزن 5700 کیلوگرم در زمینی به ابعاد 26 در 52 متر (زمین کاملا مسطح و فاقد شیب بود) صورت گرفت. سپس 0/1 متر از خاک سطحی توسط دیسک نرم و آماده کاشت بذر گردید. از داخل هر کرت یک نمونه مرکب خاک و قطعاتی از ساقه، برگ و دانه گندم برداشت شد این آزمایش با 4 تیمار و 3 تکرار به شرح ذیل انجام شد:

1) تیمار شاهد (بدون فشردگی مصنوعی): چیزل+ دیسک سطحی به عمق 10سانتی‌متر ؛ 2) 2 بار عبور تراکتور سنگین + دیسک سطحی به عمق 10سانتی‌متر؛ 3) 4 بار عبور تراکتور سنگین + دیسک سطحی به عمق 10سانتی‌متر؛ و 4) 6 بار عبور تراکتور سنگین

+ دیسک سطحی به عمق 10سانتی‌متر. رطوبت خاک در زمان ایجاد فشردگی مصنوعی، 21 درصد بود. استفاده از نهاده های کشاورزی (میزان کاربرد کود های شیمیایی، علف کش ها و ...) برای تمام تیمار ها یکسان بوده است و طبق توصیه کودی، فسفر به مقدار 160 کیلوگرم در هکتار، پتاس به مقدار 160 کیلوگرم در هکتار و ازت به مقدار 50 کیلوگرم در هکتار قبل از کاشت به زمین داده شد. از آنجا که در منطقه مورد مطالعه زراعت دیم رایج است، بنابراین میزان آب دریافتی (حاصل از بارندگی) نیز برای تمام قطعات آزمایشی یکسان و مشابه بوده است.

شکل 1- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

Figure 1- Geographical location of the study area

جرم مخصوص ظاهری به روش کلوخه (22) و تخلخل خاک پس از اندازه گیری جرم مخصوص حقیقی و جرم مخصوص ظاهری محاسبه گردید (1). پایداری خاکدانه‌ها(MWD[1]) از پارامتر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (10) و با استفاده از الک تر و درصد رطوبت اشباع از روش گل اشباع (16) محاسبه گردید. برای تعیین میزان کربن گیاه از روش هضم خشک در کوره استفاده شد و در نهایت از روش اکسیداسیون تر مقدار کربن موجود در عصاره بدست آمده محاسبه شد (31). ترسیب کربن گیاه نیز با استفاده از ضرایب تبدیل و مقدار کل بیوماس گیاه محاسبه شد (7).

برای تعیین میزان ترسیب کربن در خاک نیز ابتدا درصد کربن خاک از روش اکسیداسیون تر اندازه‌گیری شد. در نهایت ترسیب کربن خاک (رابطه 1) محاسبه گردید:

(1) ترسیب کربن(kg/ha) = درصد کربن آلی × جرم مخصوص ظاهری خاک × 10000 × عمق نمونه برداری(سانتی‌متر)

درصد ازت گیاه با استفاده از دستگاه کجلدال[2] (19) اندازه گیری شد. مقدار ترسیب نیتروژن گیاه نیز به وسیله حاصلضرب بیوماس کل و ضریب تبدیل در نیتروژن کل بدست آمد. درصد نیتروژن خاک نیز با استفاده از در صد کربن به دست آمده از طریق (رابطه 2) محاسبه گردید:

(2) نیتروژن کل = درصد ماده آلی × 0/05

در پایان داده‌های آزمایشگاهی به‌دست آمده، توسط نرم‌افزار آماری SPSS16.0 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین تیمارها با آزمون LSD در سطح 5% صورت گرفت.

نتایج و بحث

تاثیر فشردگی خاک بر ترسیب کربن

بررسی جدول تجزیه واریانس (جدول 1) مربوط به تأثیر فشردگی بر ترسیب کربن در خاک و گیاه از تأثیر معنی‌دار (در سطح 5 درصد) سطوح مختلف فشردگی بر ترسیب کربن خاک حکایت می‌نماید و نیز اختلاف بسیار معنی‌دار در سطح احتمال 1% بین سطوح فشردگی از لحاظ ترسیب کربن گیاه وجود دارد.

نتایج مقایسه میانگین‌ها مربوط به ترسیب کربن در گیاه گندم و خاک (شکل‌های 2 و 3) نشان می‌دهد که بیشترین میزان ترسیب کربن در خاک و گیاه گندم (به ترتیب 48/07 و 3/26 تن در هکتار)

1- Mean Weight Diameter
2- Kejeldahl

مربوط به تیمار 1 (شاهد) و کمترین میزان (بـه ترتیـب 23/87 و 1/7 تن در هکتار) آن مربوط به تیمار 4 (6 بار تـردد) مـی‌باشـد. همچنـین نتایج تجزیه آماری نشان داد که تمامی تیمارها تـأثیر معنـی‌داری بـر ترسیب کربن گیاه دارا بودند و بین تیمار 4 با سایر تیمارها نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت. از لحاظ آماری نیز تنها تیمارهای 3 و 4 تأثیر معنی‌داری بر ترسیب کربن در خاک دارا بودند و تیمارهای 2 و 4 نیـز اختلاف معنی داری داشتند.

تاثیر فشردگی خاک بر ترسیب نیتروژن

نتایج تجزیه واریانس مربوط به ترسیب نیتروژن در جدول 2 نشان داده شده است. تأثیر تیمارهای مختلف فشـردگی خـاک بـر ترسـیب نیتروژن خاک در سطح 5% اختلاف معنی‌داری را نشـان داده اسـت و ترسیب نیتروژن گیـاه نیـز در سـطح 1% دارای اخـتلاف معنـی‌دار در سطوح مختلف فشردگی بود.

نتایج مقایسه میانگین مربوط به ترسیب ازت خاک (شکل‌هـای 4 و 5) نشان می‌دهد که حداکثر ترسـیب ازت در خـاک و گیـاه گنـدم بترتیب 4/14 تن در هکتار و 149/62 کیلوگرم در هکتار مربـوط بـه تیمار 1 (شاهد) و حداقل آن (2/05 تن در هکتـار) و 48/16 کیلـوگرم در هکتار مربوط به تیمار 4 (6 بار تـردد) مـی‌باشـد. تجزیـه و تحلیـل داده‌ها نیز نشان داد که از لحاظ آماری تنهـا تیمـارهـای 3 و 4 تـأثیر معنی‌داری بر ترسیب ازت در خاک دارا بودند. بین تیمارهای 4 و 2 نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت همچنـین تـأثیر تمـامی تیمارهـا بـر ترسیب نیتروژن گیاه اختلاف معنی‌داری داشت و بین سایر تیمارها نیز با یکدیگر اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

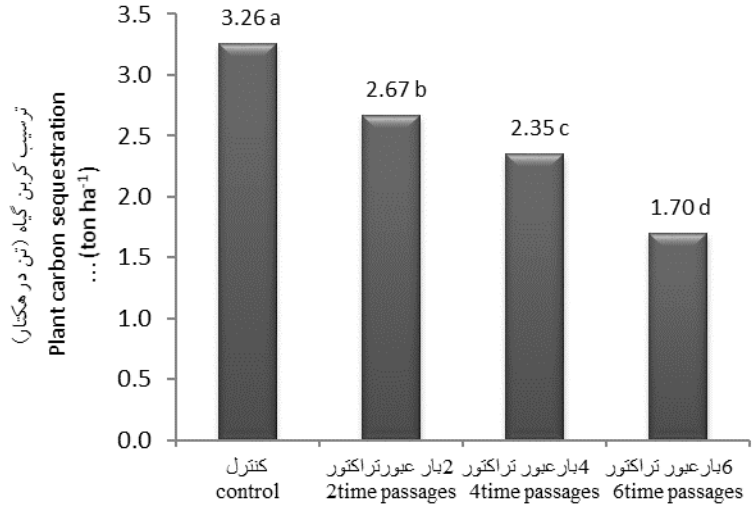
جدول 1- تجزیه واریانس ترسیب کربن در تیمارهای مختلف فشردگی خاک

Table 1- Variance analysis of carbon sequestration in different soil compaction treatments

منابع تغییرات Source of variation	آزادی درجه Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares	
		کربن خاک ترسیب soil carbon sequestration	کربن گیاه ترسیب plant carbon sequestration
تکرار Repeat	2	4.63	0.029
فشردگی خاک soil compaction	3	323.64*	1.262**
خطا Error	8	55.68	0.033

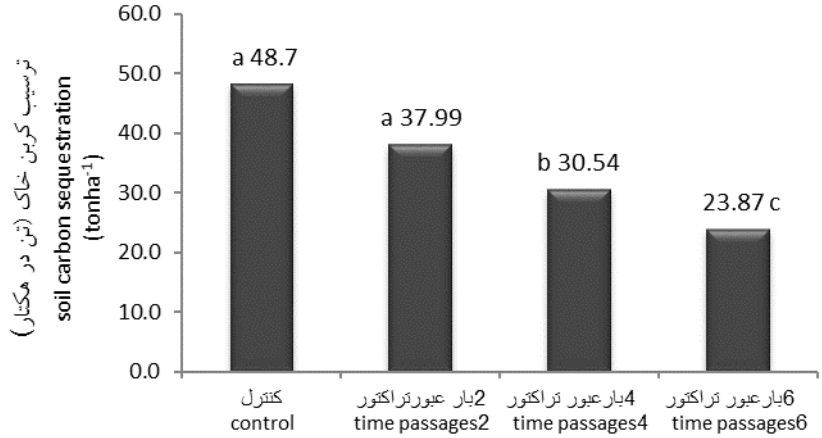
** معنی‌دار در سطح 1 درصد، * معنی‌دار در سطح 5 درصد، ns : غیر معنی‌دار

** Significant at 1% level, * significant at 5% level, ns: not significant



شکل 2- تغییرات ترسیب کربن گیاه بر حسب تن در هکتار در سطوح مختلف فشردگی

Figure 2- Changes in plant carbon sequestration According to tons per hectare at different levels of compaction



شکل 3- تغییرات ترسیب کربن خاک بر حسب تن در هکتار در سطوح مختلف فشردگی

Figure 3- Changes in soil carbon sequestration According to tons per hectare at different levels of compaction

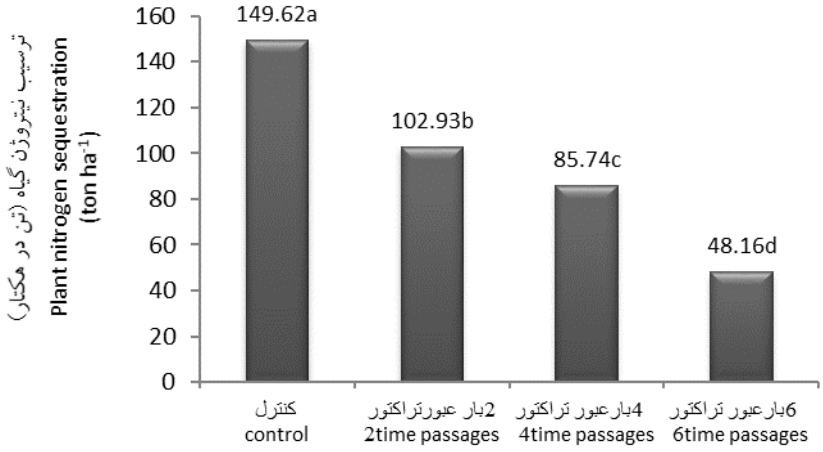
جدول 2- تجزیه واریانس ترسیب نیتروژن در تیمارهای مختلف فشردگی

Table 2- Variance analysis of nitrogen sequestration in different soil compaction treatments

منابع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares	
		ترسیب نیتروژن خاک soil nitrogen sequestration	ترسیب نیتروژن گیاه Plant nitrogen sequestration
تکرار Repeat	2	0.034	217.781
فشردگی خاک soil compaction	3	2.405*	5314.843**
خطا Error	8	0.414	14.212

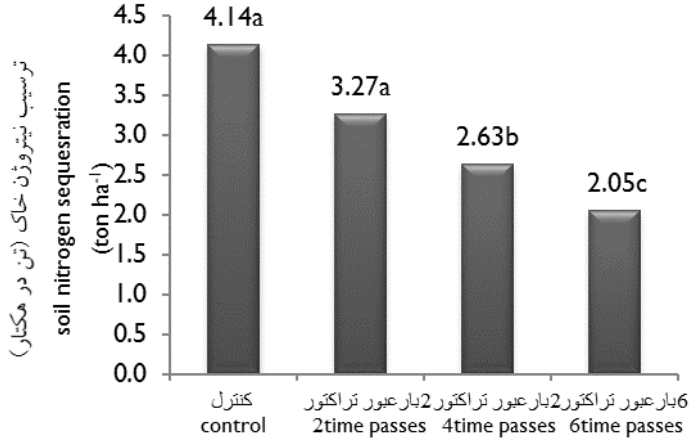
** معنی‌دار در سطح 1 درصد، * معنی‌دار در سطح 5 درصد، ns : غیر معنی‌دار

** Significant at 1% level, * significant at 5% level, ns: not significant



شکل 4- نمودار تغییرات ترسیب نیتروژن گیاه بر حسب کیلوگرم در هکتار در سطوح مختلف فشردگی

Figure 4- Changes in plant nitrogen sequestration According to k per hectare at different levels of compaction



شکل 5- تغییرات ترسیب نیتروژن خاک بر حسب تن در هکتار در سطوح مختلف فشردگی

Figure 5- Changes in soil nitrogen sequestration According to tons per hectare at different levels of compaction

به‌طور کلی فشردگی خاک جذب کربن و ازت در گیاه را از طریق تاثیری که بر کاهش رشد ریشه دارد کاهش می‌دهد (42 و 41). فشردگی خاک همچنین معدنی شدن کربن آلی و نیتروژن را تحت تاثیر قرار می‌دهد و در نتیجه بر مواد مغذی در دسترس گیاه مؤثر است.. فشردگی خاک از طریق اثر مستقیم آن بر هوادهی خاک، و اثر غیر مستقیمی که بر انتقال کربن و نیتروژن در خاک می‌گذارد تاثیر عمده ای بر دنیتریفیکاسیون و انتشار N_2O از خاک دارد. فشردگی خاک قطر منافذ خاک را کاهش و فضای منافذ پر از آب را افزایش می‌دهد که به نوبه خود انتشار اکسیژن در خاک را محدود و منجر به افزایش نرخ تولید N_2O می‌شود در نتیجه تولید گاز گلخانه‌ای N_2O را افزایش می‌دهد (12) .

گلچین و همکاران (18)، بیان کردند که فشردگی خاک با تاثیری که بر فرایند خاکدانه‌سازی می‌گذارد، کربن خاک را نیز تحت تاثیر قرار می‌دهد. خاکدانه‌ها از طریق کاهش دسترسی آنزیم‌ها بر ماده آلی درون خاکدانه‌ها باعث نگهداری فیزیکی کربن آلی خاک می‌شود. رایت و هانس (2005)، نیز نتیجه گرفتند که عملیات مدیریتی مناسب اراضی زراعی باعث افزایش ترسیب کربن و نیتروژن در خاک می‌شود. بیشترین ذخیره کربن و نیتروژن در خاکدانه‌های بزرگتر وجود دارد و از آنجایی که عملیات خاکورزی بیشتر به تخریب خاکدانه‌های بزرگ خاک می‌انجامد بنابراین باعث اتلاف کربن و ازت آلی خاک و در نتیجه کاهش ماده آلی خاک می شود. نتایج بدست آمده از این تحقیق از این حیث که سیستم‌های خاکورزی شدید و فشرده باعث کاهش پایداری خاکدانه‌ها و مقدار کربن آلی و نیتروژن که خود عامل کیفیت خاک و پایداری طولانی مدت کشاورزی می‌باشد، می‌شود با یافته‌های هلندر و همکاران؛ منتلر و اسپیگل و تیسدال و اودز (43) مطابقت دارد.

تأثیر فشردگی بر خصوصیات فیزیکی خاک

جدول تجزیه واریانس (جدول 3)، بیانگر آن است که اثرات فشردگی خاک بر روی درصد رطوبت اشباع خاک در سطح 1% معنی-دار است و اختلاف معنی‌داری نیز در سطح 5% در شاخص پایداری خاکدانه‌ها مشاهده شد. ولی در مورد جرم مخصوص ظاهری خاک و تخلخل خاک اختلاف معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای فشردگی خاک مشاهده نشد.

وزن مخصوص ظاهری و تخلخل

نتایج نشان می‌دهد (شکل‌های 6 و 7) که افزایش فشردگی خاک باعث افزایش جرم مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل خاک شده است.به طوری که جرم مخصوص ظاهری از 1/45 در تیمار شاهد به 1/97 گرم بر سانتی متر مکعب در تیمار 4 افزایش یافته است. تخلخل خاک نیز از 0/45 در تیمار شاهد به 0/25 در تیمار 4 کاهش یافته است. تجزیه و تحلیل داده ها نشان می‌دهد که فقط تاثیر تیمار 4 بر جرم مخصوص ظاهری و تخلخل خاک معنی داری بوده است.

نتایج این تحقیق از لحاظ تاثیری که فشردگی خاک بر افزایش جرم مخصوص ظاهری و کاهش تخلخل دارد با یافته‌های حسن و همکاران (19)، ال- اداوی و ریدر (4)، بومن و ارت (10)، متولی و همکاران (28)، بیات و همکاران (7) مطابقت دارد. آنها اظهار داشتند که با افزایش مقدار فشردگی و تراکم خاک، سایر پارامترهای فیزیکی خاک نیز تحت تأثیر قرار گرفته است بطوری که خاکدانه‌ها به یکدیگر نزدیک‌تر شده و منافذ درشت خاک از بین رفته‌اند. نزدیک شدن خاکدانه‌ها به کاهش تخلخل و افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک منتهی می‌شود (15).

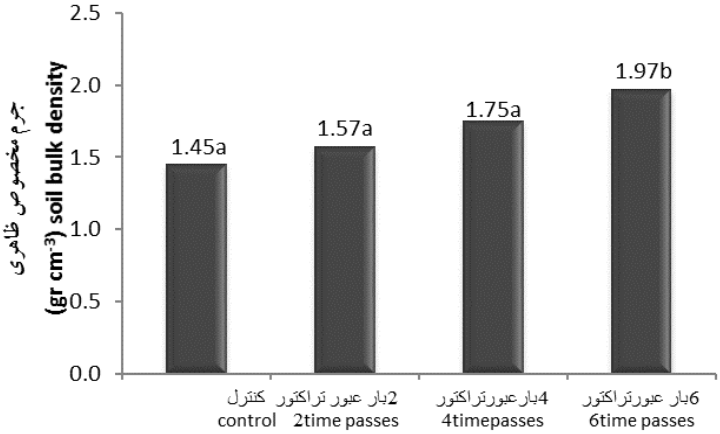
جدول 3- تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی خاک در تیمارهای مختلف فشردگی

Table 3- Variance analysis of carbon sequestration in different soil compaction treatments

منبع تغییرات urce of variation	درجه آزادی Degrees of Freem	میانگین مربعات (Mean squares) جرم مخصوص ظاهری(gr/cm3) Bulk density(gr/cm^3)	تخلخل(%) Porosity(%)	پایداری خاکدانه‌ها (mm) MWD(mm)	درصد رطوبت اشباع Saturation moisture(%)
تکرار Repeat	2	0.003	0.005	0.204	0.001
فشردگی خاک soil compaction	3	0.155^{ns}	0.22^{ns}	1.322*	0.009**
خطا Error	8	0.045	0.006	0.188	0.001

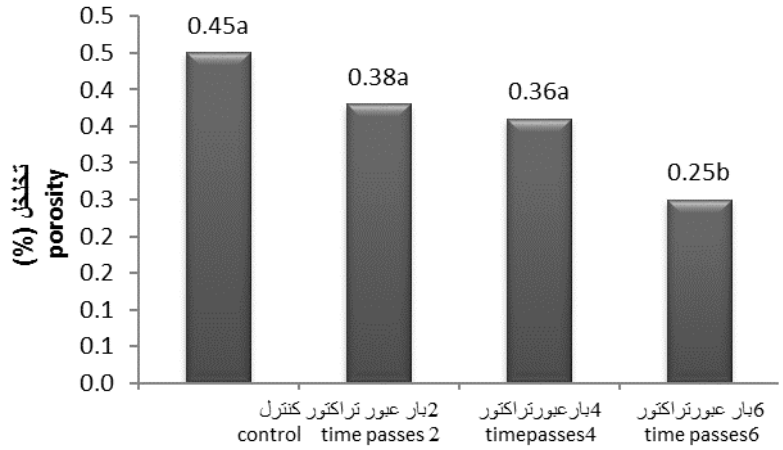
** معنی‌دار در سطح 1 درصد، * معنی‌دار در سطح 5 درصد، ns : غیر معنی‌دار

** Significant at 1% level, * significant at 5% level, ns: not significant



شکل 6- تغییرات جرم مخصوص ظاهری برحسب گرم برسانتی متر مکعب در سطوح مختلف فشردگی خاک

Figure 6- Changes in bulk density (gr/cm^3) at different levels of compaction



شکل 7- نمودار تغییرات در صد تخلخل خاک در سطوح مختلف فشردگی

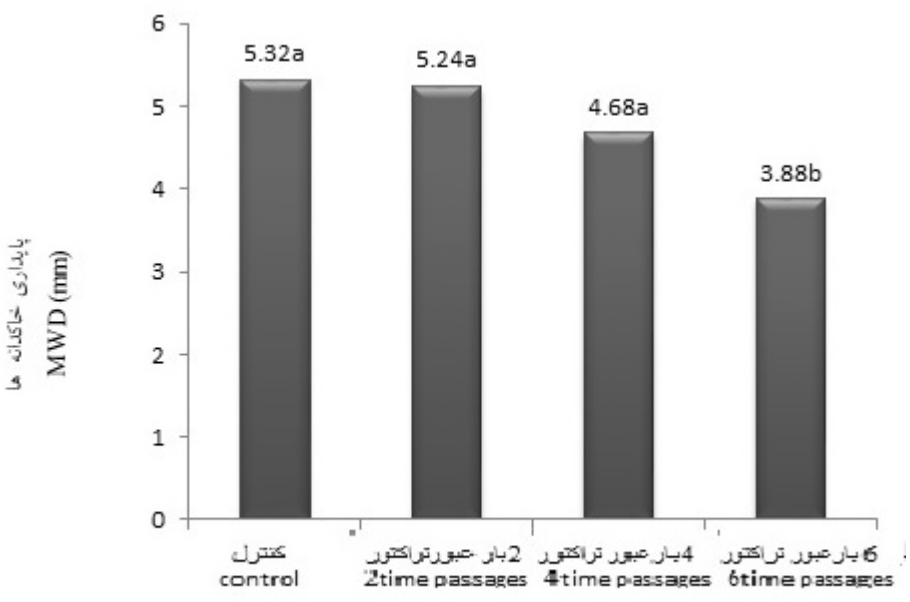
Figure 7- Changes in Porosity (%) at different levels of compaction

بوتولینو و همکاران (8)، تغییر در پیوستگی و توزیع اندازه منافذ و همچنین کاهش منافذ درشت خاک و در نتیجه کاهش حجم کل خاک را با افزایش جرم مخصوص ظاهری ناشی از فشردگی مربوط می‌دانند. رازا و همکاران (35)، نیز نتیجه گرفتند که فشردگی به طور معنی داری میزان جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی را در لایه‌ی شخم افزایش می‌دهد. ریچارد و همکاران (37)، گزارش کردند که اختلاف زیادی بین نسبت تخلخل خاک متراکم و غیرمتراکم وجود دارد. که این تفاوت عمدتا از کاهش درجه تخلخل ساختمانی ناشی از فشردگی می‌باشد.

پایداری خاکدانه‌ها

نتایج مقایسه میانگین مربوط به پایداری خاکدانه (شکل 8) نشان می‌دهد که تیمارهای مختلف فشردگی خاک باعث کاهش پایداری خاکدانه‌ها شده است بطوری که حداکثر پایداری خاکدانه‌ها (5/32 میلی‌متر) در تیمار شاهد و حداقل آن (3/88 میلی‌متر) در تیمار 4 وجود داشت. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش فشردگی خاک، پایداری خاکدانه‌ها متناسب با آن کاهش می‌یابد. تیمار 4 به دلیل فشرده‌تر کردن بیشتر خاک تاثیر معنی‌داری بر پایداری خاکدانه‌ها (نسبت به سایر تیمارها) داشته است. و همچنین بین تیمار 4 با سایر تیمارها نیز اختلاف معنی‌داری وجود داشت.

تحقیقات متعدد (2، 21 و 35) نیز همانند نتایج این تحقیق حاکی از کاهش پایداری خاکدانه‌ها با افزایش فشردگی خاک می‌باشد و دلیل این امر را اثر فشردگی خاک بر تخریب پی در پی خاکدانه‌ها و منافذ بین آنها بیان کردند. طی فرایند فشردگی بر اثر کوبیده شدن خاک ساختمان خاک تخریب شده و فضاهای خالی پر و به هم نزدیک می‌شوند و در نتیجه پایداری خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد (6). کارتر (1)، بیان می‌کند که کاهش پایداری خاکدانه‌ها بیانگر کاربری ناپایدار اراضی است. عملیات زراعی، خاکدانه‌های درشت را شکسته و ماده آلی خاک را در معرض اتلاف قرار می‌دهد. برزگر و همکاران (6)، نیز نتایج مشابهی بدست اوردند و گزارش کردند که افزایش تعداد عبور ماشین آلات کشاورزی بخصوص هنگامی ک خاک خشک است می‌تواند به تشکیل خاکدانه‌هایی به اندازه کوچکتر منجر شود. به طور میانگین بیشترین درصد خاکدانه‌های پایدار مربوط به عمق 30-20 سانتی‌متری و کمترین میزان آن در عمق 20-10 سانتی‌متری بود. در عمق 10-0 سانتی‌متری به دلیل وجود مواد آلی، پوشش گیاهی و کاه و کلش بیشتر، نسبت به عمق 20-10 سانتی‌متری کمتر تحت تاثیر تراکم قرار گرفت.

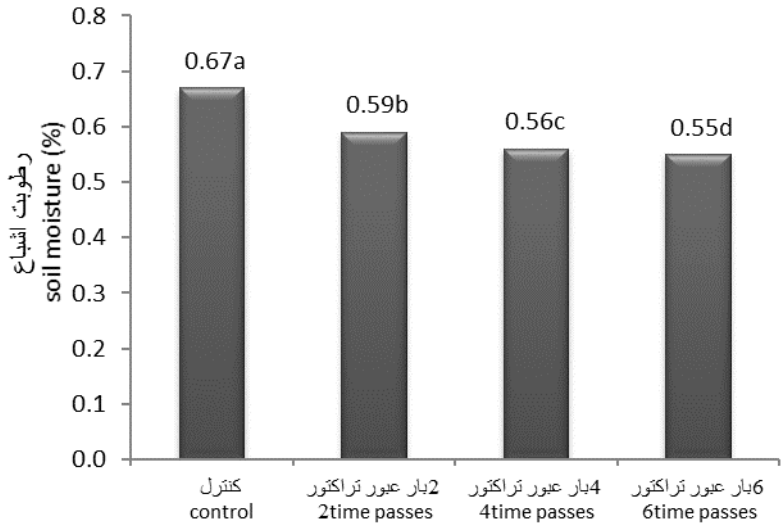


شکل 8- تغییرات شاخص پایداری خاکدانه‌ها (MWD) بر حسب میلی‌متر در سطوح مختلف فشردگی

Figure 8- Changes in MWD (mm) at different levels of compaction

رطوبت اشباع خاک

با توجه به نتایج مقایسه میانگین‌ها (شکل 9) رطوبت اشباع خاک اختلاف معنی‌داری را در سطوح مختلف فشردگی در این آزمایش نشان داد و تاثیر تمامی تیمارها برمیزان رطوبت اشباع خاک معنی‌دار بوده است. بطوری که بیشترین میزان درصد رطوبت اشباع (0/67) در تیمار شاهد و کمترین میزان آن (0/55) در تیمار 4 بود.



شکل 9- تغییرات درصد رطوبت اشباع خاک در سطوح مختلف فشردگی

Figure 9- Changes in soil moisture (%) at different levels of compaction

ال- اداوی و ریدر (4) اظهار داشتند که افزایش فشردگی خاک باعث کاهش خلل و فرج، تشکیل سله و سفت شدن لایه سطحی و تشکیل لایه سختی بنام کفه شخم1 در زیر لایه‌ی شخم می‌شود که این سخت لایه، مانع تبادل آب و هوا در خاک می‌گردد. کاهش خلل و فرج خاک به تنهایی تاثیرات مخربی بر خصوصیات هیدرولیکی دارد (41). تخریب خاکدانه‌ها و منافذ بین آنها و کاهش پایداری خاکدانه‌ها نیز به نوبه خود منجر به کاهش نفوذ آب به خاک می شود (21). مارتینز و همکاران (27)، بیان کردند که تراکم باعث تغییر پیوستگی و توزیع اندازه منافذ شده که منجر به کاهش میزان نفوذ و درصد جریان عبوری از منافذ می‌شود. هاکانسن و ریدر (20)، نیز نتیجه گرفتند که شکسته شدن خاکدانه‌ها و کاهش حجم منافذ درشت بین آنها و افزایش منافذ ریز در اثر تراکم ایجاد شده باعث افزایش سطح تماس بین خاکدانه‌ها می‌شود، که به دنبال آن پیوستگی بین منافذ در بر گیرنده آب در خاک متراکم نسبت به خاک غیر متراکم بیشتر می‌شود. که باعث کاهش هدایت هیدرولیکی خاک می‌شود. راب (33)، نیز بیان کردن که افزایش تراکم و کاهش تعداد منافذ درشت، بر هدایت هیدرولیکی اشباع و در نتیجه بر جریان آب در خاک اثر می‌گذارد. هدایت هیدرولیکی اشباع به تراکم ایجاد شده توسط عبور و مرور ادوات کشاورزی حساس است و عموما به‌صورت تابعی از میزان آب خاک با تراکم کاهش پیدا می‌کند (36).

نتیجه گیری

ارزیابی کمی فشردگی خاک در این تحقیق به وضوح نشان داد که فشردگی ایجاد شده در اراضی زراعی تا چه حد توانسته بر میزان ترسیب کربن و ازت در خاک و گیاه گندم و همچنین خصوصیات فیزیکی خاک (جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، رطوبت اشباع و پایداری خاکدانه‌ها) تاثیر منفی معنی داری بگذارد.

نتایج این تحقیق نشان داد تاثیرات منفی فشردگی خاک بر خصوصیات مختلف فیزیکی و شیمیایی خاک با افزایش میزان فشردگی خاک متناسب است و در مجموع حتی سطوح پایین فشردگی خاک (تیمار 2 بار عبور تراکتور سنگین) نیز باعث تغییر قابل ملاحظه در ویژگی‌های فیزیکی خاک و همچنین تاثیر معنی‌دار بر میزان ترسیب کربن و ازت در خاک و گیاه گندم شد.

از آنجایی که یکی از مهمترین مشکلات حال حاضر در کشور مسئله خشکی خاک می‌باشد، بررسی میزان رطوبت بعد از ایجاد

1- Plow pan

فشردگی به خوبی نشان داد که فشردگی خاک که به وسیله تراکتور سنگین ایجاد شد، در لایه ی 20-0 سانتی‌متری خاک میزان رطوبت اشباع را در 2 بار تردد (0/59 درصد)، 4 بار تردد (0/56 درصد) و در نهایت در 6 بار تردد (0/55 درصد)، در مقایسه با شاهد (0/67 درصد)، به ترتیب 12، 16 و 18 درصد کاهش داد. نتایج این تحقیق از تاثیر فشردگی بر کاهش معنی‌دار میزان ترسیب کربن و ازت در خاک و گیاه گندم نیز حکایت می‌کند. تغییرات ایجاد شده در میزان ترسیب کربن و ازت طی فرایند فشردگی از دیدگاه جهانی به لحاظ نقشی که این مسئله در تغییر اقلیم و افزایش گازهای گلخانه‌ای دارد، بسیار قابل توجه می‌باشد.

از آنجا که فشردگی خاک به خصوص در لایه‌های عمقی‌تر به راحتی قابل برطرف شدن نیست بهترین راه مقابله با مشکل فشردگی خاک پیشگیری از آن است (23). برای پیشگیری از تراکم خاک تا حد ممکن باید از رفت و آمد تراکتور و ماشین الات در مراحل کاشت، داشت و برداشت محصول به ویژه در زمانی که خاک خیس است اجتناب و کارها را با ماشین آلات کشاورزی سبک‌تر انجام داد. نظر به ابداع روشهای جدید خاک‌ورزی و از آنجاکه خاک‌ورزی سنگین مزارع از عوامل افزایش شدید جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروطی، مخصوصا در سطح خاک است پیشنهاد می‌گردد آزمایشاتی جهت بررسی روش‌های جدید خاک‌ورزی و تاثیر آن با فشردگی خاک درمزارع انجام گیرد. همچنین تا حد امکان راهکارهایی مانند ایجاد عمق خاکورزی اولیه متفاوت در سال‌های مختلف، استفاده از سوپرجاذب‌ها که تهویه بهتر و کاهش فشردگی خاک را موجب خواهند شد، استفاده از روش‌هایی مانند کشت بدون خاکورزی جهت کاهش رفت و آمد ادوات کشاورزی، حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک و استفاده از مواد مغذی لازم برای بازسازی و حاصلخیزی خاک بکار برده شود و هرچند سال یک بار نیز نسبت به شکستن سخت لایه‌های زیر سطحی با زیر شکن به منظور جلوگیری و به حداقل رساندن این اثرات مخرب اقدام نمود.

منابع

1- Abdi N. 1390. Study Factors affecting soil organic carbon sequestration in Golestankuh Khansar rangelands, Soil Science Congress of Iran, Tabriz.
2- Ahmad N. 2006. Response of wheat to subsurface soil compaction and improvement strategies. Department of Agronomy Factuality of crop and Food Sciences. University of Arid Agriculture Rawalpindi, Pakistan.
3- Alami MH. 1360. Soil and Water (Translation). The first edition of Tehran University Press, issue 1792.
4- Al-Adawi S.S., and Reeder R.C. 1996.Compaction and sub soiling effects on corn and soybean yields and soil physical properties. Transactions of the ASAE., 39(5): 1641-1649.
5- Angers D.A., and Mehyus G.R. 1993. Aggregate stability to water. p 651-657, in: Cartner, M.R (Eds.), Soil Sampling and Methods of Analysis. Canadian Society of Soil Science, Lewis Pub, Boca Ratdon, Canada.
6- Barzegar A. 2001. Advanced soil physic. Press. Shahid Chamran University. 332.
7- Bayat H. 1385. Effect of tillage systems and a variety of farm machinery on Bulk Density, Cone Index and Structural Stability of a sandy loam soil. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources 4: 451 to 463
8- BertolinoAna V.F.A., Fernandes N., Miranda B., and Andrea P. 2010. Effects of plough pan development on surface hydrology and on soil physical properties in Southeastern Brazilian plateau. Journal of Hydrology, 393:94–104.
9- Hajabbasi M. 1386. Soil physical properties. First Printing, Publishing Isfehan University of Technology.
10- Bouwman L.A., and Arts W.B.M. 2000. Effects of soil compaction on the relationships between nematodes, grass production and soil physical properties. Applied Soil Ecology, 14:213–222.
11- Carter M.R. 1996. Analysis of soil organic matter storage in agroecosystems. In: Carter, M.R., Stewart, B.A. (Eds.), Structure and Organic Matter Storage in Agricultural Soils. CRC/Lewis Publishers, Boca Raton, FL, pp. 3±11.
12- Clayton H.A., and Smith K.A. 1994. Measurement of nitrous oxide emissions from fertilized grassland using closed chambers. J. Geophysics. Res., in press.
13- Elliot E.T. 1986. Aggregate Structure and carbon, nitrogen and phosphorus in native and cultivated. Soil Society America Journal, 50:627-633.
14- Famiglietti J.S., Rudnicki J.W., and Rodell M. 1998. Variability in surface moisture content along a hillslope transect: Rattlesnake Hill, Texas. Journal of Hydrology, 210: 259-281
15- Ferreras L.A., Costa J.L., Garsia F.O., and Pecorari C. 1999. Effect of no-tillage on some soil physical properties of a structural degraded petrocalcic paleudoll of the southern Pampa of Argentina. Soil and Tillage Res. 54: 31-39.
16- Flowers M.D., and Lal R. 1998. Axle load and tillage effects on soil physical properties and soybean grain yield on a Mollic Ochraqualf in northwest Ohio. Soil and Tillage Research, 48:21–35.
17- Gallaher R.N., Weldon C.O., Boswell F.C. 1976. A semiauto-mated procedure for total nitrogen in plant and soil

samples. Soil Sci. Soc. Am. J. 40, 887–889
18- Golchin A., Oades, J.M., Skjemstad J.O., and Clarke P. 1994b. Soil structure and carbon cycling .Australian Journal of Soil Research, 32: 1043–1068.
19- Hassan F.U., Ahmad M., Ahmad N., and KaleemAbassi M. 2007. Effects of subsoil compaction on yield and yield attributes of wheat in the sub-humid region of Pakistan. Soil and Tillage Research, 96(1-2): 361-366.
20- Hikansson I., and Medvedevb V.W. 1995. Protection of soils from mechanical overloading by establishing limits for stresses caused by heavy vehicles. Soil and Tillage Research, 35:85-97.
21- Horn R., Domzal H., Slwinska-Jukiewicz A. and Van Ouwerkerk C. 1995. Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment. Soil and Tillage Research, 35: 23-36.
22- Ishaq M., Ibrahim M., Hassan A., Saeed M., and Lal R. 2001. Subsoil compaction effects on crops in Punjab, Pakistan. Soil and Tillage Research, 60: 153-161.
23- Jung H.D., Moncrieff J.F., Voorhees W.B., and Swan J.B. 2001. Soil compaction: causes, effects, and control. Section I: Soil compaction, causes and consequences. Section II: Surface compaction, (density effects due to tillage). 20p.
24- Khalilian A., Hood C.E., Palmer J.H., Garner T.H., and Bathke G.R. 1991. Soil compaction and crop response to wheat/soybean inter seeding, Trans. ASAE, 34 (6): 2299–2303.
25- Klute A., and Dirksen C. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity: laboratory methods. In: A. Klute (ed). Method of soil analysis, Part 1.Agronomy 9 Soil Science Society of America Madison. W.I, pp: 687-734.
26- Lithourgidis A.S., Dhima K.V., Damalas C.A., Vasilakoglou I.B., and Eleftherohorinos I.G. 2006. Tillage effects on wheat emergence and yield at varying seeding rates and on labor and fuel consumption. Crop Science, 46: 1187-1192
27- Martinez E., Fuentes J.P., Silva P., Valle S., and Acevedo E. 2008. Soil physical properties and wheat root growth as affected by no-tillage and conventional tillage systems in a Mediterranean environment of Chile. Soil and Tillage Research, 99:232–244.
28- Motavalli P.P., Stevens W.E., and Hartwig G. 2003. Remediation of subsoil compaction and compaction effects on corn N availability by deep tillage and application of poultry manure in a sandy-textured soil. Soil and Tillage Research, 71:121–131.
29- Nelson D.W., Sommers L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. In: Page, A.L., Miller R.H., Keeney D.R., (Eds.), Methods of Soil Analysis, part 2, second ed. Agronomy (Eds.), Methods of Soil Analysis, part 2, second ed. Agronomy
30- Oades J.M. 1984. Soil organic matter and structural stability: mechanisms and implications for management. Plant and Soil, 76: 319–337.
31- Office of Educational Technology Services. 1381. Iranian Journal of Crop Sciences. Number4 joined. 6the publishing of agricultural education. Page 87-107.
32- Oussible M., Crookston P. K., and Larson W. E. 1992. Subsurface compaction reduces the root and shoot growth and grain yield of wheat. Agron. J, 84, 34-38.
33- Rab M.A. 2004. Recovery of soil physical properties from compaction and soil profile disturbance caused by logging of native forest in Victorian Central Highlands, Australia. Forest Ecology and Management, 19:329–340.
34- Radford B.J., Yule D.F., Garry D.Mc., and playford C. 2001.Crop responses to applied soil compaction and to compaction repair treatment. Soil and Tillage Researche, 61 (3-4): 157-16.
35- Raza W., Yousaf S., Niaz A., Rashed M. Kh., and Hussain I. 2005. Subsoil compaction effects on soil properties, nutrient uptake and yield of maize fodder. Pakistan Journal of Botany, 37:933–940.
36- Reicosky D.C., Millington R.J., Klute A., and Peters, D.B. 1972.Patterns of water uptake and root distribution of soyebeans in the presence of water table. Agromony Journal, 64:292–297.
37- Richard G., Cousin I., Sillon J.F., Brund A., and Guearif J. 2001. Effect of compaction on the porosity of a silty soil: infuence on unsaturated hydraulic properties. European Journal of Soil Science, 52:49–58.
38- Safadust A., Mahboubi A., Mosadeghi M., and Nouruzi A. 2004. Short term effect of tillage systems and organic matter on the corn length root and soil physical properties, P 134-135. Soil Conservation and Watershed Research Institute. In: 9th soil science congress of Iran.
39- Schillinger W.F. 2005. Tillage method and sowing rate relations for dryland spring wheat, barley, and oat. Crop Science, 45: 2636-2643.
40- Shamsabadi H. And Rafiee sh. 1383. Effect of different tillage methods on wheat yield. Third Congress of Agricultural Engineering. 12-10 September, Shahid Bahonar University of Kerman.
41- Tarawally m.a., Medina H., Frometa M.E., and Itza C.A. 2004. Field compaction at different soil-water status: effects on pore size distribution and soil water characteristics of a Rhodic Ferralsol in Western Cuba. Soil and Tillage Research., 76: 95-103.
42- Tardieu F., Zhang J., Katerji N., Bethenod O., Palmer S., Davies W.J. 1992. Xylem ABA controls the stomatal conductance of field-grown maize subjected to soil compaction or soil drying. Plant Cell Environ. 15, 193–197
43- Tisdall J.M., Oades J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. J. Soil Sci. 33, 141–163.

44- Tripathi R.P., Sharma P., and Singh S. 2007. Influence of tillage and crop residue on soil physical properties and yields of rice and wheat under shallow water table conditions. Soil and Tillage Research, 92: 221-227.
45- Turner N.C. 1997. Further progress in crop water relations. Adv. Agron. 58, 293–338.
46- Upendra M.S. 2008. Soil carbon and nitrogen sequestration as affected by long-term tillage,cropping systems, and nitrogen fertilizer sources. Agriculture, Ecosystems and Environment, 127: 234–240.
47- Van Ouwerkerk C., and Soane B.D. 1994. Conclusions and recommendations for further research on soil compaction in crop production. In: Soane, B.D. Van, Ouwerkerk, C. (Eds.), Soil Compaction in Crop Production. Elsevier, Amsterdam, pp. 627–642.
48- Zanatta J.A. 2006. Soil organic carbon accumulation and carbon costs relatedto tillage, cropping systems and nitrogen fertilization in a subtropical Acrisol. Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, P. O. Box 15100, 91501-970 Porto Alegre/RS, Brazi b Departamento de Solos e Engenharia Agrı´cola, Universidade Federal do Parana´, 80035-050 Curitiba/PR, Brazil.

Journal of Water and Soil
Vol. 29, No. 6, Jan.-Feb. 2016, p. 1553-1566

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد 29، شماره 6، بهمن – اسفند 1394، ص. 1566-1553

Effects of Soil Compaction on Carbon and Nitrogen Sequestration in Soil and Wheat, Soil Physical Properties and Aggregates Stability (Case study: Northern of Aq Qala)

Z. Saieedifar[1*]- H. Asgari[2]- F. Akram GHaderi[3]

Received: 04-03-2014
Accepted: 17-08-2015

Introduction: Soil compaction has become a widespread problem in the world and it is considered as one of the main factors affecting land degradation in arid and semi-arid agricultural land. Compaction in arable soils is a gradual phenomenon that appearing over time and most important factors that influence it include: soil properties, high clay content, low organic matter, and frequency of wet-dry in the soil, impervious layer of soil, load heavy agricultural implements and soil and water mismanagement. Compaction induced soil degradation affects about 68 million hectares of land globally. The vast majority of compaction in modern agriculture is caused by vehicular traffic**.** Carbon sequestration by long-term management operation of the plant and soil, not only increase the soil carbon storage but also lead to reduce the carbon exchange and greenhouse gases emissions like CO_2 from the soil profile. The aim of this study was evaluating the effect of soil compaction on carbon and nitrogen sequestration of wheat and soil and some soil physical properties such as: aggregate stability, saturated soil moisture content, bulk density and soil porosity.

Materials and Methods: This experiment was accomplished in which is located near Aq Qala in a randomized completely block design (with 4 treatments and 3 replications). Soil compaction was artificially created by using a 5/7 ton heavy tractor. The treatments arrangements were: 1) T_1: control, 2) T_2: twice passing of tractor, 3) T_3: four time of passing tractor, and 4) T_4: six time of passing heavy tractor. Utilize of all agricultural inputs (fertilizers, herbicides, etc.) has been identical for all treatments. Since rain-fed farming is the common method to cultivation of cereals in the study area, so no complementary irrigation was carried out in this period. In this study, after the measurement of the parameters, the data were analyzed by using SPSS 16.0 Software. LSD test was used for comparison of means.

Results and Discussion: The results showed that the different levels of soil compaction significantly increased soil bulk density. All the soil compaction treatments have caused a significant reduction on carbon and nitrogen sequestration in soil and wheat, soil aggregates stability and saturated soil moisture values. In the other hand the amount of soil pH and EC has increased significantly by increasing soil compaction levels that Indicates the negative effect of compaction on salinization of arable land.

Conclusion: The results of this study showed that the negative effects of soil compaction on soil physiochemical attributes are dependent on escalation of compaction. In total, even low levels of soil compaction (the treatment of two passes of a heavy tractor) is able to remarkably alter soil physiochemical attributes and thus carbon and nitrogen sequestration in soil and wheat. Induced changes in nitrogen and carbon sequestration levels are important for who concerned of global warming and climate change. Regarding the inability of deactivating soil compaction adverse effects in the deep soil layers of agricultural fields is the best way of handling and preventing soil compaction. Using these sluggish renewable resources should be consistence with land capability and its physical nature. This type of land use will result in sustainable development. From the remarks given here, it might be concluded that revising agricultural regimes and production methods is inevitable. On this ground, revisiting current agricultural systems should be considered and an urgent demand for state-of-the-art methods consistent with environmental objectives is being felt. To prevent soil compaction as much as possible, tractors and machinery traffic must be avoided to an acceptable level and this is of high priority during the time which soil is wet. It is more preferable to perform the operations with lighter machineries. As much as possible in a sophisticated agricultural plan these recommendations must be considered:

Increasing soil organic matter, leaving crop residue from the previous crop at the soil surface, using crops with deep-and-vertical-penetrating roots during crop rotation, tillage depth variation in different years, using super absorbent for better ventilation and reduces soil compaction, implementing no-tillage system to reduce

1- Ph.D Student of Desertification, Semnan University, Semnan
(*- Corresponding Author Email: z.saiedy@yahoo.com)
2- Assistant Professors, Department of Arid Regions Management, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan
3- Assistant Professors, Department of Agronomy, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan

traffic of farming machineries, maintaining plant residues at the soil surface, applying lacking nutrients to the soil, and subsoil operations to reduce the detrimental effects. As a field-based study, the results could be transferred to the local farmers. Authorities have to remove the obstacles to deliver the message to the farmers in order to enhance production and reach nation self-sufficiency.

Keywords: Agricultural Land, Arid and Semi-Arid Area, Aq Qala, Sequestration Potential