نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۵، ص. ۹۴۰-۹۳۰

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 3, Jul.-Agu. 2016, p. 930-940

بررسی کیفیت خاک با استفاده از کربن ناپایدار و شاخص مدیریت کربن درزمین‌های کشاورزی منطقه نی‌ریز، استان فارس

آناهید سلمان پور[۱*]- محمدحسن صالحی[۲]- جهانگرد محمدی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۹/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۲۰

چکیده

از عوامل مهم محدودکننده رشد در کشاورزی و کاهش کیفیت خاک، شوری خاک و آب و مقدار آب است. مواد آلی کل خاک شاخصی ازکیفیت خاک به‌حساب می‌آید اما از آنجا که به تغییرات مدیریت خاک به‌کندی پاسخ می‌دهد، مطالعه اجزاء حساس‌تر آن، ممکن است باعث تشخیص بهتر اثر تغییر کاربری و مدیریت برکیفیت خاک گردد. از این‌رو، تحقیق حاضر با هدف بررسی کیفیت خاک با استفاده ازشاخص‌های کربن ناپایدار و مدیریت کربن درتعدادی از اراضی کشاورزی نی‌ریزدر استان فارس انجام گردید. برای این منظور پنج مزرعه از مزارع گندم و جو آبی در دو منطقه در حومه شهرنی‌ریز با مقدار و شوری متفاوت آب آبیاری، انتخاب گردیدند. در هر مزرعه، سه نقطه انتخاب و نمونه‌های خاک از عمق صفر تا چهل سانتی‌متر و نمونه‌های گیاه از مربع‌های ۱×۱ متر، تهیه شد. نمونه آب نیز ازچاه آبیاری برداشت گردید. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و آب اندازه‌گیری، مقدارکربن ناپایدار و شاخص مدیریت کربن خاک محاسبه شد. نتایج نشان دادکربن ناپایدارخاک نسبت به کل کربن آلی، حساسیت بیشتری به مدیریت زراعی دارد و حتی در مزارع با مدیریت زراعی و عملکرد مشابه، مقدار یا شوری متفاوت آب آبیاری می‌تواند باعث تغییر در کربن ناپایدار و در نتیجه تغییر کیفیت خاک گردد. بر اساس نتایج، مقدار بالاتر شاخص مدیریت کربن لزوماً با عملکرد بالاتر محصول ارتباط ندارد وممکن است با ویژگی‌های کیفی محصول ارتباط داشته باشد که نیاز به تحقیق بیشتر دارد.

واژه‌های کلیدی: شوری خاک، شوری آب، عملکرد

مقدمه

مواد آلی خاک به دلیل نقش آن در پایداری ساختمان خاک، نفوذ آب و نفوذپذیری، ظرفیت نگهداری آب خاک، فعالیت‌های میکروبی، ذخیره و آزادسازی عناصر غذایی به‌عنوان شاخصی از کیفیت خاک به حساب می‌آید. هرچند، تغییرات و روند مواد آلی براساس کربن آلی خاک سنجیده می‌شود، مواد آلی کل خاک به تغییرات مدیریت خاک به کندی پاسخ می‌دهد (۱۳). به همین منظور شناسایی اجزاء حساس‌تر کربن آلی، مانند کربن ناپایدار[۳]، باعث تشخیص بهتر تغییرات ماده آلی خاک در مراحل ابتدایی تغییر کاربری و مدیریت می‌شود (۲۵). کربن ناپایدار،بخش غیرهوموسی کربن آلی خاک مانند بقایای گیاهی و جانوری با سطوح تجزیه متفاوت، مواد آلی حاصل از تجزیه این بقایا، مولکول‌های آلی مانندکربوهیدرات‌ها، آمینواسیدها و پروتئین‌ها است، که انرژی و عناصر غذائی را برای موجودات خاک فراهم می‌نماید (۱۸) وحساس به تغییرات کوتاه‌مدت مدیریتی و شاخصی از کیفیت خاک است (۱۳).

میرسکی و نیدلمن (۱۳)، اراضی قسمت مرکزی پنسیلوانیا را که دارای مدیریت‌های زراعی شامل کاربری‌های ذرت،ذرت–سویا، ذرت–یونجه، ذرت–یونجه–گندم–شبدر قرمز بودند، از نظر میزان ذخیره کربن ناپایدار بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشانداد که اراضی که دارای تناوب زراعی بودند و به طور مداوم کودهای آلی دریافت کرده بودند میزان کربن ناپایدار بیشتری نسبت به بقیه کاربری‌ها داشتند. یانگ و همکاران (۲۵) اراضی را با کاربری‌های متفاوت شامل کشاورزی رهاشده، بایر و کشاورزی باسیستم کشت متناوب گندم–ذرت را پس از یک دوره ۲۰ ساله که از این کاربری‌ها می‌گذشت بررسی کردند و مشاهده کردند زمین‌های بایر نسبت به اراضی دیگر، دارای مقدار بالایی کربن آلی کل و کربن ناپایدار بود، درحالی‌که، اراضی کشاورزی رهاشده میزان بیشتری کربن ناپایدار داشتند ولی میزان کربن کل

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته دکتری و استادان گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: Email: anahidsalmanpour@yahoo.com)

3-Labile Organic Carbon (LOC)

آن‌ها مشابه با اراضی کشاورزی بود. همچنین، مقدار کربن ناپایدار در زمین‌هایی که کودهای آلی در آن‌ها استفاده شده، نسبت به اراضی که فقط کودهای معدنی دریافت کرده بودند به مراتب بیشتر بود.

بن‌بی و همکاران (۱) از شاخص مدیریت کربن[1] و کربن ناپایدار خاک به هدف شناسایی بهترین سیستم کشت از نظر ترسیب کربن در شش کاربری شامل کشت نشده، جنگل-زراعی، گندم، گندم-برنج، گندم-ذرت و نیشکر-اگرواکوسیستم انتخاب نمودند. به‌طور کلی در بین اراضی انتخاب شده، زمین‌های کشت نشده نسبت به اراضی دیگر بیشترین مقدار و زمین‌های تحت کشت گندم-برنج کمترین مقدار کربن آلی و کربن ناپایدار را داشتند. اراضی دارای تناوب گندم-برنج از نظر شاخص مدیریت کربن نیز در پایین‌ترین حد بودند. این مطالعات نشان داد سیستم جنگل-کشت بهترین سیستم از دیدگاه ترسیب کربن می‌باشد.

بلیر و همکارانش (۲) شاخص مدیریت کربن را که از حاصل‌ضرب شاخص کربن ناپایدار[2] و شاخص کربن کل خاک[3] بدست می‌آید ارائه کردند. برای محاسبه این شاخص‌ها نیاز به یک خاک مرجع است که تغییرات کربن در خاک‌های مورد مطالعه نسبت به آن خاک بررسی گردد. شاخص کربن ناپایدار و شاخص کربن کل خاک به‌ترتیب از نسبت مقدار کربن ناپایدار و کربن کل در خاک مورد مطالعه به خاک مرجع بدست می‌آید. روش ارائه شده توسط بلیر برای بدست آوردن جزء ناپایدار کربن خاک، اکسید کردن خاک با پرمنگنات پتاسیم بود. طبق نتایج بلیر و همکارانش مقادیر شاخص مدیریت کربن به تنهایی مفهومی ندارد، اما تفاوت در مقدار آن، انعکاسی از تغییر مدیریت در سیستم‌های مورد مطالعه می‌باشد. آن‌ها نشان دادند، کشت باعث کاهش چشم‌گیر در میزان کربن ناپایدار در مقایسه با کربن کل خاک می‌شود. امروزه شاخص مدیریت کربن به‌طورگسترده به عنوان شاخصی از تغییرات شدت کربن آلی خاک در پاسخ به تغییر مدیریت خاک استفاده می‌شود (۲۷). زمانی‌که تغییر کاربری اتفاق افتد افزایش مقدار شاخص مدیریت کربن نشان از بازیابی ذخایر مختلف کربن در خاک است و کاهش این شاخص، نشان‌دهنده تخلیه خاک از این ذخایر می‌باشد (۲).

یکی از مؤلفه‌های کشاورزی پایدار مخصوصا در مناطق خشک و نیمه‌خشک کمیت و کیفیت آب آبیاری است. مقدار آب و وجود نمک در آب که از عوامل مهم محدود کننده در کشاورزی هستند و پس از مدت کوتاهی اثرات نامطلوبی بر خصوصیات خاک دارند، از عوامل مهم در کاهش کیفیت خاک می‌باشند (۱۶). از آنجا که مقدار کربن خاک تابعی از ورود بقایای گیاهی و تلفات آن از خاک است، شوری خاک می‌تواند موجب تغییر مقدار آن در خاک گردد. در صورتی‌که میزان کربن آلی خاک به‌مقدار چشم‌گیری کاهش یابد به‌دلیل تخریب بسیاری از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و زوال کیفیت خاک، تولید محصولات کشاورزی با مشکل جدی روبرو خواهد شد (۲۶). از این‌رو، تحقیق حاضر با هدف بررسی کیفیت خاک با استفاده از شاخص‌های کربن ناپایدار و شاخص مدیریت کربن خاک در تعدادی از اراضی کشاورزی شهرستان نی‌ریز، استان فارس تحت مدیریت‌های متفاوت آب آبیاری انجام گردید.

موادوروش‌ها

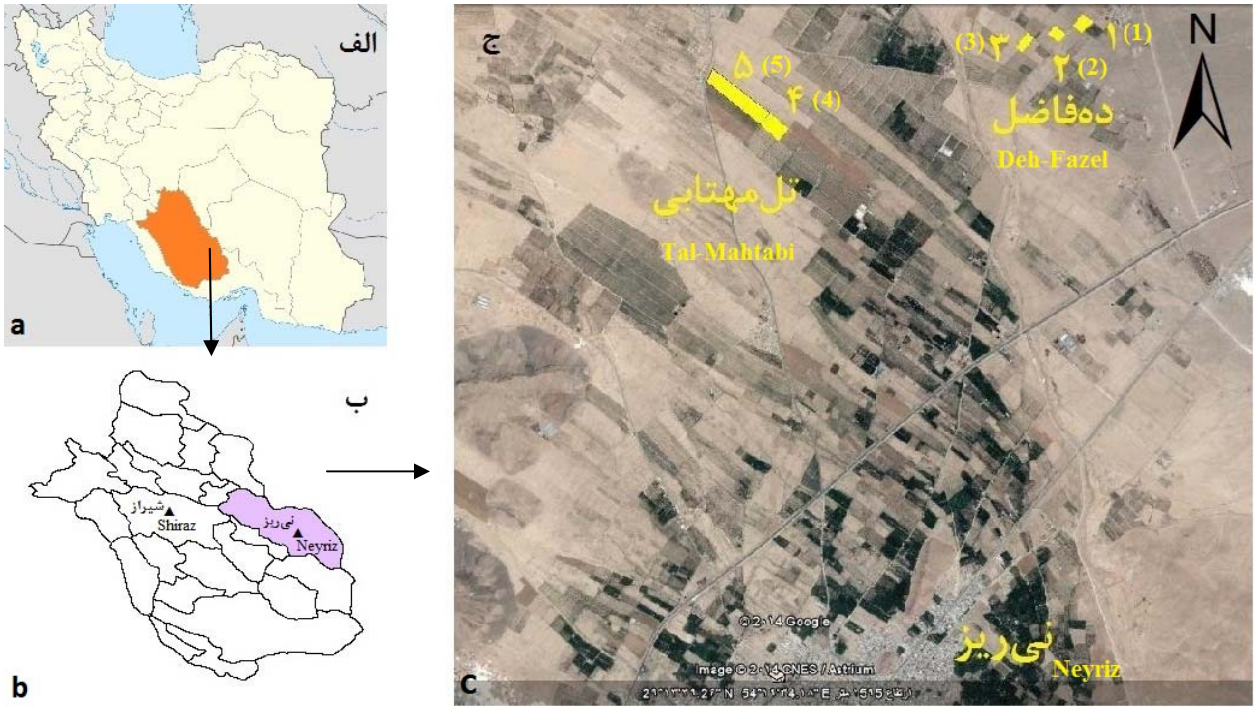
شهر نی‌ریز با حدود ۶۰ هزار نفر جمعیت، مرکز شهرستان نی‌ریز استان فارس است. ارتفاع این منطقه از سطح دریا ۱۶۳۲ متر، میانگین سالانه بارندگی آن تا سال ۱۳۸۶ معادل ۱۸۵ میلی‌مترو میانگین دمای آن ۱۹/۴°c می‌باشد (۸). براساس منحنی آمبروترمیک رژیم رطوبتی آن اریدیک و رژیم حرارتی آن، ترمیک است. مهم‌ترین محصولات زراعی این منطقه، گندم و جو است که به‌صورت آبی کشت می‌شود. سطح زیر کشت این دو محصول تا سال ۱۳۸۶ حدود ۱۳۰۰۰ هکتار بوده است (۷). برای تحقیق حاضر، پنج مزرعه نزدیک نی‌ریز انتخاب و سعی گردید مزارعی انتخاب شوند که از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، مدیریت زمین شامل آماده‌سازی زمین، مدیریت کاشت، داشت و برداشت بیشترین شباهت را داشته باشند و تنها ازنظر مقدار و شوری آب آبیاری در مزرعه متفاوت باشند.

برای تحقیق حاضر سه مزرعه درمنطقه ده‌فاضل (دو مزرعه گندم و یک مزرعه جو) و دو مزرعه در منطقه تل‌مهتابی (یک مزرعه گندم و یک مزرعه جو) انتخاب شد. این مزارع در زمان نمونه برداری تحت کشت‌های ذکر شده بود. مزارع گندم بیش از ۱۰ سال و مزارع جو بیش از ۵ سال تناوب زراعی نداشتند. تمام مزارع مطابق با نقشه خاک منطقه در گزارش خاک‌شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ (۹) در سری خاک نی‌ریز (با فامیل خاک Coarse-loamy, Carbonatic, Thermic Xerric Torriortent) قرار داشتند (شکل ۱).

در هر مزرعه، سه نقطه به صورت تصادفی به عنوان تکرار انتخاب شد و پس از برداشت از افق سطحی خاک (۴۰-۰ سانتی‌متری)، نمونه‌برداری گردید. در هر یک از سه نقطه، یک متر مربع از زمین در نظر گرفته شد و محصول آن برداشت و میزان کل عملکرد، عملکرد دانه و کاه-کلش اندازه‌گیری و برای یک هکتار برآورد گردید. همچنین از هر منطقه، نمونه آب آبیاری، هنگام آخرین آبیاری (اوایل خرداد ماه) از چاه تلمبه موجود، تهیه گردید.

نمونه‌های جمع‌آوری شده از هر متر مربع، خشک شده، دانه و کاه-کلش آن جدا گردید. سپس، عملکرد دانه و کاه-کلش از وزن آن‌ها در یک متر مربع زمین، بدست آمد.

1-Carbon Management Index (CMI)
2-Lability Index (LI)
3-Carbon Pool Index (CPI)



شکل۱-موقعیت مزارع در کشور (الف)، استان فارس (ب) و منطقه مورد مطالعه (ج)

Figure1- Farm location in a) Iran, b) Fars Province and c) study area

هدایت الکتریکی آب آبیاری با استفاده از دستگاه EC متر اندازه-گیری شد. مقدار آب آبیاری براساس دبی خروجی پمپ آب در زمان آخرین آبیاری، مقدار ساعت آبیاری در هر دور آبیاری برای یک هکتار برای هر مزرعه و بر حسب میلی‌متر ارتفاع آب محاسبه گردید. مقادیر ذکرشده برای میزان آب آبیاری بدون احتساب تبخیر-تعرق و نفوذ عمقی آب در خاک می‌باشد.

نمونه‌های خاک پس از جمع‌آوری هواخشک و از الک دو میلی‌متر عبور داده شد. بافت خاک به روش هیدرومتر و هدایت الکتریکی خاک در نسبت ۱ به ۲/۵ آب به خاک با دستگاه EC متر اندازه‌گیری گردید. مقدار کربن آلی کل باروش سوزاندن تر (۲۲) و کربن ناپایدار خاک با روش اکسیداسیون با پرمنگنات پتاسیم (۲) برای هر نمونه بدست آمد. شاخص مدیریت کربن و شاخص کربن ناپایدار خاک برای هر نمونه محاسبه شد. شاخص مدیریت کربن از رابطه زیر بدست می‌آید (۲):

$$CMI = CPI \times LI \times 100 \quad (۱)$$

در این رابطه، CPI شاخص کربن کل خاک و LI شاخص ناپایداری کربن خاک است که هرکدام از روابط زیر محاسبه می‌گردند:

$$CPI = \frac{TOC(gKg^{-1})_s}{TOC(gKg^{-1})_r} \quad (۲)$$

$$LI = \frac{LOC_s}{LOC_r} \quad (۳)$$

$$LOC = \frac{KMnO_4\ C}{TOC - KMnO_4\ C} \quad (۴)$$

در این روابط، TOC_s کربن کل در نمونه خاک، TOC_r کربن کل در نمونه خاک مرجع، LOC_s کربن ناپایدار در نمونه خاک و LOC_r کربن ناپایدار در نمونه خاک مرجع می‌باشد. در این تحقیق، زمینی که سال‌های طولانی بدون کشت رها شده و نزدیک به تمام مزرعه‌ها بود به عنوان خاک مرجع در نظر گرفته شد و یک نمونه خاک از عمق ۴۰-۰ از آن تهیه گردید. در نهایت، تجزیه آماری صفات شامل آزمون مقایسه میانگین برای ویژگی‌های اندازه‌گیری شده بین مزارع و آزمون همبستگی بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم افزار SPSS 16.0انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های اندازه‌گیری و محاسبه شده برای هر مزرعه در جدول ۱ آمده است. مطابق این جدول، مقدار هدایت الکتریکی آب در دو منطقه متفاوت است و مقادیر متفاوت از آب آبیاری در طول دوره رشد به مزارع داده شده است. همان‌طوری که مشاهده می‌شود سه سطح مدیریت آب، در این مزارع اعمال می‌گردد. این مزارع از نظر مدیریت آماده‌سازی زمین، کاشت، داشت و برداشت مشابه هستند.

جدول ۱- ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در مزارع مورد مطالعه (سالزراعی ۹۲-۹۱)

Table1- Measured properties in studied farms (years: 2013-2014)

منطقه region	شماره مزرعه Farm no.	مساحت مزرعه Farm area (ha)	کاربری Land use	میزان آب آبیاری درطول یک دوره رشد Irrigation water during growth period (mm)	هدایت الکتریکی آب آبیاری EC of irrigation water (dSm^{-1})	متوسط عملکرد دانه The average of grain yield ($tonha^{-1}$)	متوسط عملکرد کاه-کلش The average of straw yield ($tonh^{-1}$)
ده‌فاضل (Deh-Fazel)	1	0.75	گندم (Wheat)	891	2.28	2.4	5.75
ده‌فاضل (Deh-Fazel)	2	1	جو (Barley)	891	2.28	2.5	5.55
ده‌فاضل (Deh-Fazel)	3	0.8	گندم (Wheat)	1039.5	2.28	2.6	6.47
تل‌مهتابی (Tal-Mahtabi)	4	2	گندم (Wheat)	1512	8.1	5.7	7.75
تل‌مهتابی (Tal-Mahtabi)	5	6	جو (Barley)	1296	8.1	5.3	3.62

بر اساس نیازآبی گزارش شده برای گندم و جو (۵)،نیاز آبی این گیاهان درمزرعه ۱ و ۲ به دلیل کمبودآب تأمین نشده، اما در مزرعه ۳ ، ۴ و ۵ نیاز آبی تأمین گردیده است. آب آبیاری در مزارع ۴ و ۵، دارای شوری بالا (۸ دسی‌زیمنس‌بر متر) می‌باشد. بر اساس جدول ۲، انتظار می‌رود‌این مقدار شوری آب باعث کاهش حدود ۵۰-۲۵ درصد عملکرد جو و ۲۵-۱۰ درصد عملکرد گندم گردد و در مزارع، شوری آب، یکی ازعوامل محدود کننده برای محصولات مورد مطالعه باشد؛ اما بیشترین عملکرد مربوط به مزارعی است که شوری آب آبیاری بالااست (جدول ۱). با توجه به این‌که گیاهان کشت شده از انواع گیاهان مقاوم و نیمه‌مقاوم به شوری خاک هستند (۱۰)، به‌نظر می‌رسد میزان آب آبیاری بیشتر در این مزارع افزایش مقدار نفوذ عمقی آب، کسر آبشویی و شستشوی نمک، مانع از تجمع نمک در ناحیه ریشه گردیده و محدودیت شوری برای کاهش تولید در این مزارع ایجاد نگردیده است. پیشتر ون‌هورن و همکاران (۲۰) گزارش کردند حد آستانه گندم برای جزء آبشویی ۲۵ درصد، کمتر از دو دسی‌زیمنس بر متر است در حالی‌که وقتی این جزء به ۵۰ درصد می‌رسد، این مقدار به حدود شش دسی‌زیمنس بر متر می‌رسد. برخلاف بالا بودن شوری آب در مزارع تل‌مهتابی، هدایت الکتریکی خاک تمام مزارع زیر ۲ دسی‌زیمنس بر متر بوده و شور نیست (جدول ۳) و برای گندم و جو، عامل محدودکننده رشد محسوب نمی‌شود.

جدول ۲- میزان کاهش تولید محصولات زراعی با تغییرات شوری آب و خاک (۱٤)

Table 2- Crop yield reduction in relation to soil and water salinity (14)

محصولات زراعی Crops	0%		10%		25%		50%		100%	
	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w	EC_e	EC_w
گندم (Wheat)	6.0	4.0	7.4	4.9	9.5	6.3	13	8.7	20	13
جو (Barley)	8.0	5.3	10	6.7	13	8.7	18	12	28	19

EC_e و EC_wبه‌ترتیب هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک و آب آبیاری (دسی‌زیمنس بر متر).

EC_e and EC_w:Electrical Conductivity of soil saturated paste and irrigation water, respectively.

بیشترین مقدار میانگین کربن آلی و کربن ناپایدار به‌ترتیب در مزرعه ۵ و ۳ بدست آمده است. این مقادیر با نتایج سایر محققین (۱۳و ۲۳) همخوانی دارد. مقدار شاخص مدیریت کربن درمزرعه ۱ کمترین و در مزرعه ۳ بیشترین مقدار را دارد. مقادیر بالاتر شاخص مدیریت کربن نشان‌دهنده بازیابی کربن خاک، بهبودکیفیت آن (۲۴)، تغییر در کیفیت مواد آلی خاک مانند تغییر نسبت C:N، مقادیر لیگنین، سلولز، همی‌سلولز، پروتئین‌ها و کربوهیدارت‌ها در مواد آلی خاک و در نتیجه افزایش مقادیر کربن ناپایدار خاک است. افزایش کربن ناپایدار به‌مفهوم افزایش قابلیت دسترسی کربن و انرژی برای جمعیت میکروبی و جانوران خاک بوده و کیفیت خاک را افزایش می-دهد (۲۱).

جدول ۳- خلاصه آماری ویژگی‌های مورد مطالعه

Table 3- Statistical description of studied properties

نام منطقه Region	شماره مزرعه Farm no.	کاربری Land use	هدایت الکتریکی خاک Soil EC (dSm^{-1})	درصد رس Clay %	درصد شن Sand %	SAR	کربنات کلسیم معادل CCE (٪)	کربن آلی خاک OC (mgg^{-1})	کربن ناپایدار خاک LOC (mgg^{-1})	شاخص مدیریت کربن CMI
ده‌فاضل (Deh-Fazel)	1	گندم (Wheat)	0.4	15	60	0.7	27.5	1.72	0.07	18.9
ده‌فاضل (Deh-Fazel)	2	جو (Barley)	0.5	21	51	0.69	29.8	3.56	0.11	75.6
ده‌فاضل (Deh-Fazel)	3	گندم (Wheat)	0.6	28	40	1.27	25.7	4.95	0.48	284.0
تل‌مهتابی (Tal-Mahtabi)	4	گندم (Wheat)	1.1	30	18	0.6	33.6	5.35	0.29	161.5
تل‌مهتابی (Tal-Mahtabi)	5	جو (Barley)	1.8	27	21	0.8	33.5	6.68	0.32	227.1
میانگین (Mean)			0.9	24	36	0.8	30.4	4.64	0.26	158.2
بیشینه (Maximum)			1.8	30	51	1.27	33.6	6.68	0.48	284.0
کمینه (Minimum)			0.4	15	18	0.6	27.5	1.72	0.07	18.9
انحراف معیار (Standard Deviation)			0.5	6.9	17.6	0.44	6.2	1.9	0.22	110.2

جدول ٤- گروه‌بندی کربن ناپایدار خاک (gkg^{-1}) در خاک‌ها با بافت‌های متفاوت

Table 4- Classification soil labile carbon in relation to soil texture

گروه Class	شن Sand%	لومی شنی Sandy loam	لوم Loam	لوم رسی/رسی Clay loam/Clay
خوب Good	>0.2	> 0.28	> 0.36	>0.4
متوسط Moderate	0.1-0.2	0.14-0.28	0.18-36	0.2-0.4
فقیر Poor	< 0.1	<0.14	<0.18	<0.2

فائو (۶) خاک‌ها را از نظر کربن ناپایدار براساس بافت خاک طبقه‌بندی کرده است (جدول ۴). با توجه به این جدول، مزرعه ۱ و ۲ از نظر کیفیت خاک، در گروه فقیر، مزرعه ۴ و ۵ در گروه متوسط و مزرعه ۳ در گروه خوب طبقه‌بندی می‌گردند. همچنین مشاهده می‌شود، مزرعه ۱ که در گروه فقیر قرار دارد دارای کمترین مقدار عملکرد نیز می‌باشد؛ اما بر خلاف انتظار مزرعه ۳ که در این طبقه‌بندی در بهترین گروه قرار گرفته دارای بیشترین مقدار عملکرد نمی‌باشد(جدول ۱). در مطالعات محققان مختلف (۱۱ و ۱۷) اراضی که در بهترین کلاس تناسب اراضی کیفی قرار می‌گیرند لزوما دارای بالاترین کلاس تناسب کمّی نیستند. بنابراین، به‌نظر می‌رسد ویژگی‌های مطلوب‌تر خاک‌ها لزوما منتج به عملکرد بالاتر نمی‌گردد و مدیریت زارع می‌تواند به‌شدت مقدار عملکرد را تحت تأثیر قرار دهد.

همبستگی بسیار معنی‌دار عملکرد دانه با مقدار آب آبیاری و هدایت الکتریکی آب و خاک (جدول ۵) نیز نشان می‌دهد که برخلاف بالا بودن شوری آب آبیاری، این عامل باعث کاهش عملکرد نگردیده است. این مسئله می‌تواند به شوری پایین خاک (جدول ۲) ویا مقاوم بودن گیاهان کشت شده به شوری (جدول ۲)، نسبت داده شود. میرزایی وهمکاران (۱۴) بیشترین وزن خشک گندم را در شوری خاک بین ۳ و ۴/۵ دسی‌زیمنس‌بر متر بدست آوردند. یولا و همکاران (۱۹) مشاهده کردند وزن خشک گیاه گوجه‌فرنگی با افزایش شوری افزایش می‌یابد و شوری خاک نسبت به شوری آب تاثیر بیشتری دارد. این افزایش شوری به افزایش جذب برخی یون‌ها مانند سولفات توسط گیاه گوجه‌فرنگی نسبت داده شد. دردی‌پور و همکاران (۴) نیز نشان دادند آبیاری زمین‌های تحت کشت جو در شمال ایران با مخلوط ۱:۱ آب دریای خزر می‌تواند بدون کاهش در تولید جو انجام گردد.

جدول ۵- ضریب همبستگی بین ویژگی‌های مورد مطالعه

Table 5- Correlationcoefficient among studied properties

	کربن آلی خاک OC (mgg^{-1})	کربن ناپایدار خاک LOC (mgg^{-1})	وزن کاه- کلش Straw Yield ($tonha^{-1}$)	وزن دانه Grain Yield ($tonha^{-1}$)	هدایت الکتریکی خاک Soil EC (dSm^{-1})	هدایت الکتریکی آب Water EC (dSm^{-1})	درصد رس Clay %	درصد شن Sand %	میزان آبآبیاری Irrigation water (mm)	SAR	کربنات کلسیم معادل CCE (%)	شاخص مدیریت کربن CMI	شاخص کربن کل CPI	شاخص کربن ناپایدار LI
کربن آلی OC (mgg^{-1})	1													
کربن ناپایدار LOC(mgg^{-1})	0.429	1												
وزن کاه-کلش Straw Weight ($tonh^{-1}$)	0.052	-0.105	1											
وزن دانه Grain Yield ($tonh^{-1}$)	0.574*	0.405	0.327	1										
هدایت الکتریکی خاک Soil EC(dSm^{-1})	0.700**	0.184	-0.100	0.591*	1									
هدایت الکتریکی آب Water EC (dSm^{-1})	0.694**	0.210	-0.008	0.804**	0.834**	1								
درصدرس (Clay)%	0.704**	0.525*	0.143	0.375	0.581*	0.553*	1							
درصدشن (Sand)%	-0.787**	-0.352	-0.112	-0.722*	-0.777**	-0.891**	-0.754**	1						
میزان آب آبیاری Irrigation water (mm)	0.661**	0.314	0.180	0.778**	0.716**	0.932**	0.649**	-0.916**	1					
SAR	0.047	0.576*	0.090	-0.124	-0.188	-0.213	0.241	000	-0.151	1				
کربنات‌کلسیم معادل(CCE%)	0.288	0.076	0.205	۰/۵۲۵*	0.287	0.492*	0.249	-0.551*	0.426	0.044	1			
شاخص مدیریت کربن (CMI)	0.591*	0.905**	-0.605	0.217	0.352	0.319	0.578*	-0.500*	0.390	0.609*	0.066	1		
شاخص کربن کل (CPI)	1.000**	0.430	0.051	0.574*	0.702**	0.695**	0.704**	-0.787**	0.662**	0.047	0.286	0.593*	1	
شاخص کربن ناپایدار (LI)	0.148	0.939**	-0.085	-0.145	-0.028	-0.051	0.362	-0.122	0.073	0.659**	0.016	0.794**	0.149	1

**و * به‌ترتیب همبستگی معنی‌دار در سطح ۱ درصد ($p<0.01$) و سطح ۵ درصد ($p<0.05$).

**and * correlation is significant at 0.01 ($p<0.01$) and 0.05 levels ($p<0.05$), respectively.

براساس نتایج تجزیه واریانس (جدول ۶)، تفاوت معنی‌داری بین عملکرد مزارع دهفاضل و مزارع تل‌مهتابی دیده می‌شود، اما در یک منطقه (دهفاضل یا تل‌مهتابی) تفاوت معنی‌داری از نظر عملکرد بین دو کاربری دیده نمی‌شود. همچنین تغییر کاربری باعث افزایش شاخص مدیریت کربن در مزارع ۲ و ۵ نسبت به مزارع ۱ و ۴ گردیده است اما این تفاوت معنی‌دار نبوده است. این یافته نشان می‌دهد تغییر کاربری گندم به جو به‌دلیل کم آبی یا شوری آب تاثیرمعنی‌داری در افزایش شاخص مدیریت کربن و در نتیجه کیفیت خاک ندارد.

جدول ٦- مقایسه میانگین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بدست آمده درمزارع مورد مطالعه

Table 6- Mean comparison of measured physical and chemical properties in studied farms

مزارع Farms	کاربری Land use	کربن آلی خاک OC (mgg^{-1})	کربن ناپایدار خاک LOC (mgg^{-1})	شاخص مدیریت کربن CMI	شاخص کربن ناپایدار LI	شاخص کربن کل CPI	عملکرد دانه Grain Yield ($tonha^{-1}$)	هدایت الکتریکی خاک Soil EC (dSm^{-1})	درصد رس Clay %	درصد شن Sand %	میزان آب آبیاری Irrigation water
1	گندم (Wheat)	1.71^{d}	0.07^{b}	18.9^{d}	0.53^{b}	0.67^{d}	2.4^{b}	0.43^{b}	15.2^{b}	60^{a}	891^{d}
2	جو (Barley)	3.57^{c}	0.11^{b}	75.6^{cd}	0.47^{b}	1.4^{c}	2.5^{b}	0.49^{b}	21.5^{ab}	50.6^{a}	891^{d}
3	گندم (Wheat)	4.95^{bc}	0.48^{a}	284.0^{a}	1.4^{a}	1.9^{bc}	2.6^{b}	0.64^{b}	27.1^{a}	39.8^{b}	1039.5^{c}
4	گندم (Wheat)	5.35^{ab}	0.29^{ab}	161.5^{bc}	0.74^{ab}	2.1^{ab}	5.7^{a}	1.16^{a}	30^{a}	17.9^{c}	1512^{a}
5	جو (Barley)	6.68^{a}	0.32^{ab}	227.1^{ab}	0.75^{ab}	2.6^{a}	5.3^{a}	1.59^{a}	27.4^{a}	21.4^{c}	1296^{b}

[a] اعداد با حروف متفات در هر ستون در سطح ۵ درصد معنی‌دار هستند ($p<0.05$).

[a]Numbers followed by different letters in the same column are significantly different at 0.05 level($P<0.05$).

بیشترین شاخص مدیریت کربن در مزرعه ۳ به‌دست آمده که تفاوت معنی‌داری با مزارع ۱ و۲ و ۴ دارد؛ اما با مزرعه ۵ تفاوت معنی‌داری نشان نداده است. به نظر می‌رسد برخلاف انتظار عملکرد بالای مزرعه ۵ (جدول ۱) با وجود اینکه باعث افزایش کربن آلی خاک گردیده ولی کیفیت خاک را کاهش داده است. همبستگی معنی‌دار کربن آلی خاک با عملکرد و عدم همبستگی آن با شاخص مدیریت کربن (جدول ۵) نیز نشان می‌دهد افزایش عملکرد باعث افزایش کربن آلی خاک شده اما بر شاخص مدیریت کربن تاثیر نداشته است؛ هرچند انتظار می‌رود عملکرد بیشتر نشان از مدیریت بهتر در مزرعه و وضعیت بهتر خاک باشد. نتایج برمر و همکاران (۳) نشان داد، اصلاح عناصر غذائی خاک بوسیله کودهای نیتروژنه یا کودهای آلی باعث افزایش غلظت عناصر دردانه گیاه گندم می‌گردد اما عملکرد را افزایش نمی‌دهد. کومار و همکارانش (۱۲) نیز اظهار کردند باوجودی‌که سیستم بدون شخم باعث افزایش میزان کربن آلی و ناپایدار خاک گردیده است اما در یک دوره شش ساله تنها یکسال عملکرد ذرت در سیستم بدون شخم بیشتر از زمین شخم خورده بود. ویرا و همکاران (۲۱) نیز اظهار داشتند شاخص مدیریت کربن، همبستگی بالایی با بسیاری از ویژگی‌های بیولوژیکی خاک مانند تنفس میکروبی، زیست‌توده و فعالیت‌های آنزیمی خاک دارد وانتظار می‌رود سیستم‌های مدیریتی که باعث افزایش فعالیت بیولوژیکی خاک می‌گردد، کیفیت خاک را نیز بهبود بخشد. بنابراین با توجه به اینکه شاخص مدیریت کربن به راحتی قابل محاسبه می‌باشد، می‌تواند شاخصی مناسب برای ارزیابی سریع کیفیت خاک باشد. اگرچه، این شاخص ارتباطی با مقدار کمّی محصول نشان نداده؛ ممکن است با ویژگی‌های کیفی محصول مانند میزان پروتئین دانه ارتباط داشته باشد که نیاز به تحقیق بیشتر در این زمینه پیشنهاد می‌شود.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج این تحقیق نشان داد کربن ناپایدار خاک نسبت به کربن آلی کل، حساسیت بیشتری به مدیریت زراعی دارد و حتی در مزارع با مدیریت زراعی یکسان، مقدار و شوری آب می‌تواند باعث تغییر در کربن ناپایدار خاک و در نتیجه کیفیت خاک گردد. مقدار بالاتر شاخص مدیریت کربن لزوماً با حداکثر عملکرد ارتباط نشان نداده و ممکن است با ویژگی‌های کیفی محصول ارتباط داشته باشد. مطالعه

در این زمینه می‌تواند دیدگاه بهتری از اهمیت این شـاخص در اختیـار محققین قرار دهد.

منابع

1- Benbi D.K., Brar K., Toor A.S., and Singh P. 2015. Total and labile pools of soil organic carbon in cultivated and undisturbed soils in northern India. Geoderma, 237–238: 149–158.
2- Blair G.J., Rod D., Lefroy B., and Lisle L. 1995. Soil Carbon Fractions Based on their Degree of Oxidation, and the development of a Carbon Management Index for agricultural systems. Australian Journal of Agricultural Research, 46:1459-66.
3- Bremer E., Janzenl H.H., and Johnstonz A.M. 1994. Sensitivity of total, light fraction and mineralizable organic matter to management practices in a Lethbridge soil. Canadian Journal of Soil Science, 74(2):131-138.
4- Dordipour I., Ghadiri H., Bybordi M., Siadat H., and Malakouti M.J. 2004. The use of saline water from the Caspian Sea for irrigation and barley production in northern Iran. Paper no. 986. ISCO 2004. 13th International Soil Conservation Organization Conference, Brisbane, Australia.
5- FAO. 2014. Irrigation Water Management: Irrigation water needs. Available athttp://www.fao.org/docrep/S2022E/s2022e02.htm
6- FAO. 2014a. Manual for Local Level Assessment of Land Degradation and Sustainable Land Management. Part 2 - Soil assessment. Available at http://www.fao.org/nr/kagera/tools-and-methods/lada-local-level-assessment-manuals/en/
7- Fars statistical year book. 2007. Fars management and planning Organization. Office of the president management and planning organization. (In Persian)
8- Fars statistical year book. 2007. Fars management and planning Organization. Office of the president management and planning organization. (In Persian)
9- Hassanshahi H., and Dastoor J. 1995. Reconnaissance soil survey of Neyriz basin (Fars Province). Soil and Water Research Institute. No. 1033 on technical issues. (In Persian)
10- Homaee M., 2002. Plants response to salinity. Iranian national committee on irrigaton and drainage (IRNCID). Tehran. (In Persian)
11- Jalalian A., Rostaminia M., Ayoubi S., and Amini A. 2008. Qualitative, quantitative and economic land suitability evaluation for wheat, maize and sesame production in Mehran Plain, Ilam Province. Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science - Isfahan University of Technology, 11 (42): 393-403. (In Persian with English abstract)
12- Kumar S., Nakajima T., Mbonimpa E.G., Gautam S., Somireddy U.R., Kadono A., Lal R., Chintala R., Rafique R., and Fausey N. 2014. Long-term tillage and drainage influences on soil organic carbon dynamics, aggregate stability and corn yield. Soil Science and Plant Nutrition, 60:108–118.
13- Mirsky S. B., Lanyon L.E., and Needelman B.A., 2008. Evaluating Soil Management Using Particulate and Chemically Labile Soil Organic Matter Fractions. Soil Science Society of America Journal, 72(1):180-185.
14- Mirzaei A., Naseri R., Emami T., and Jozeyan A. 2012. Effect of salinity on germination and seedling growth of bread wheat(Triticum aestivum L.). International Journal of Agriculture and Crop Sciences, 4 (15): 1089-1091.
15- NRCS (Natural resources conservation service). 2011. Crop tolerance and yield potential of selected crops as influenced by irrigation water salinity (ECw) or soil salinity (ECe). Available at http://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_PLANTMATERIALS/ publications/ azpmstn10485.pdf
16- Oster J.D., 1994. Irrigation with poor quality water. Agricultural Water Management, 25(3): 271-297.
17- Shahrokh V., Ayoubi SH., and Jalalian A. 2011. Qualitative, quantitative and economical land suitability evaluation for wheat and rice production and assessment of their environmental impacts in Zarrinshahr and Mobarakeh Isfahan Province. Journal of Water and Soil Conservation (Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources), 37-59. (In Persian with English abstract)
18- Strosser E. 2010. Methods for determination of labile soil organic matter: An overview. Journal of Agrobiology, 27(2): 49–60.
19- Ullah S.M., Gerzabek M.H., and G.Soja. 1994. Effect of seawater and soil salinity onion uptake, yield and quality of tomato (fruit). Bodenkultur-wien and Muchen, 45:227-227.
20- Van Hoorn J.W., Katerji N., and Mastrorilli M. 1993. Effect of saline water on soil salinity and on water stress, growth and yield of wheat and potatoes. Agricultural Water Management, 23: 246-265.
21- Vieira F.C.B., Bayer C., Zanatta J.A., Mielniczuk J., He Z.L., and Dieckow J. 2007. Carbon management index based on physical fractionation of soil organic matter in an Acrisol under long-term no-till cropping systems. Soil and Tillage Research, 96:195-204.
22- Walkley A., and Black I.A. 1934. An examination of Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of chromic acid titration method. Soil Science, 37(1):29-38.

23- Weil R.R., Islam K.R., Stine M.A., Gruver J.B., and Samson-Liebig S.E. 2003. Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. American Journal of Alternative Agriculture, 18(1):3-17
24- Wong V.N., Greene R.S., Murphy B.W., Dalal R., Mann S., and Farquhar G. 2006. The effects of salinity and sodicity on soil organic carbon stocks and fluxes: an overview. Regolith Consolidation and Dispersion of Ideas, 7:367-371
25- Xu M., Lou Y., Sun X., Wang W., Baniyamuddin M., and Zhao K. 2011. Soil organic carbon active fractions as early indicators for total carbon change under straw incorporation. Biology and Fertility of Soils, 47:745–752.
26- Lou Y., Xu M., Chen X., He X., and Zhao K. 2012. Stratification of soil organic C, N and C: N ratio as affected by conservation tillage in two maize fields of China. Catena, 95: 124-130.
27- Yang X., Ren W., Sun B., and Zhang S. 2012. Effects of contrasting soil management regimes on total and labile soil organic carbon fractions in a loess soil in China. Geoderma, 177:49–56.

Journal of Water and Soil
Vol. 30, No. 3, Jul.-Agu. 2016, p. 930-940

نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، مرداد – شهریور ۱۳۹۵، ص. ۹۴۰-۹۳۰

Evaluation of Soil Quality Using Labile Organic Carbon and Carbon Management Indices in Agricultural Lands of Neyriz, Fars Province

A. Salmanpour[*1] – M.H. Salehi[2] – J. Mohammadi[3]

Received: 02-12-2014
Accepted: 12-10-2015

Introduction: Soil organic matter is considered as an indicator of soil quality, because of its role on the stability of soil structure, water holding capacity, microbial activity, storage and release of nutrients. Although changes and trends of organic matter are assessed on the basis of organic carbon, it responds slowly to changes of soil management. Therefore, identifying sensitive components of organic carbon such as carbon labile lead to better understanding of the effect of land use change and soil management on soil quality.

The main components of sustainable agriculture in arid and semi-arid regions are the amount of water; and soil and water salinity. Water deficit and irrigation with saline water are important limiting factors for cropping and result in adverse effects on soil properties and soil quality. Soil carbon changes is a function of addition of plant debris and removal of it from soil by its decomposition. If the amount of organic carbon significantly reduced due to the degradation of the soil physical and chemical properties and soil quality, agricultural production will face serious problems. To this end, this study was done to evaluate soil quality using soil labile carbon and soil carbon management indices in some agricultural lands of Neyriz area, Fars province, Iran.

Materials and Methods: Five fields were selected in two regions, Dehfazel and Tal-e-mahtabi, consisted of irrigated wheat and barley with different amount of irrigation water and water salinity levels. Three farms were located in Dehfazel and two farms in Tal-e-Mahtabi region. In each farm, three points were randomly selected and soil samples were collected from 0-40 cm of the surface layer. Plant samples were taken from a 1x1 square meter and grain crop yield was calculated per hectare. Water samples were obtained in each region from the wells at the last irrigation. Physical and chemical characteristics of the soil and water samples were determined. Soil labile carbon and carbon management indices also were calculated. In carbon management index calculation, a reference farm was chosen at the vicinity of two regions which were abandoned for years. Statistical analysis like analysis of variance and correlation coefficients was done using SPSS 16.0 software.

Results and discussion: Results revealed that the highest crop yield (with the average of 5.7 $tonh^{-1}$) was related to the farm which was irrigated with saline water (water EC 8.1 dSm^{-1}) with enough water crop requirement. As this farm received the highest amount of water (with thw volume of 1039.5 mm), it seems that much more irrigation water probably provided the leaching fraction and prevented salt accumulation in the the root zone. Therefore, water salinity could not be a limiting factor for crop growth in this farm. This farm also had the highest content of organic carbon but it didn't have the highest labile organic carbon and carbon management index (the value of 161.5).

On the other hand, the farm containing the highest labile carbon and carbon management indices (the value of 284), didn't have the highest crop yield (with the average of 2.6 $tonha^{-1}$) although it has recieved enough amount of water as well as non-saline irrigation water (water EC 2.28 dSm^{-1}). The more carbon management index represents the higher soil carbon lability and soil quality and it demonstrates that soil have better condition for living microorganisms. Therefore, it can be concluded from the results that the higher soil quality not necessarily resulted in higher crop yield. Many researchers reported that better soil properties are not always resulted in the higher productivity.

Taking everything into account, carbon management index is not related to crop yield, but since it indirectly is related to microbial activity and calculated easily, it could be a useful indicator for rapid assessment of soil quality. Meanwhile, this indicator may be associated with qualitative properties of the crops such as grain protein, which is recommended for future investigations.

Conclusion: Results showed that labile organic carbon is more sensitive to crop management than total organic carbon. Amount of irrigation water and its salinity can influence the labile organic carbon content and

1, 2 and 3- Graduated Ph.D. and Professors of Department of Soil Science, College of Agriculture, Shahr-e-Kord University
(*-Corresponding Auther Email: anahidsalmanpour@yahoo.com)

thus the soil quality even in the fields with the same crop yield and management. Although, a higher amount of carbon management index does not result in higher yield production, it may be associated with crop quality attributes. More investigation is needed to give better idea in this regard.

Keywords: Crop yield, Soil Salinity, Water Salinity