بررسی تاثیر فیلترکیک نیشکر بر برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در منطقه هفت تپه (خوزستان)

نرگس ملایی[۱]، محسن نائل[۲]، محسن شکل‌آبادی[۳]، علی‌اکبر صفری‌سنجانی[۴]، علی قاسمی پور[۵]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۴/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۰۱)

چکیده

کمبود مواد آلی در مزارع نیشکر جنوب خوزستان، استفاده از کودهای آلی را اجتناب‌ناپذیر کرده است. فیلتر کیک یک ماده آلی و از تولیدات جانبی کارخانه‌های نیشکر بوده و اخیراً به‌عنوان یک کود آلی بالقوه مورد توجه است. به‌منظور بررسی تأثیر فیلترکیک بر برخی از شاخص‌های کیفیت خاک، مطالعه‌ای در سال ۱۳۹۳ در مزارع شرکت کشت و صنعت هفت‌تپه خوزستان، در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تیمار و سه تکرار انجام شد. تیمارها شامل زمین کشت نشده (بایر)، مزرعه نیشکر بدون فیلتر کیک و مزرعه نیشکر با فیلتر کیک (۱۰۰ تن در هکتار، در دو سال پیاپی) می‌باشد. جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری و کربن آلی، کربن فعال، نیتروژن کل، فسفر و پتاسیم قابل دسترس، فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی، تنفس پایه و تنفس برانگیخته در عمق‌های ۰ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری در تیمارها مقایسه شدند. کاربرد فیلتر کیک باعث افزایش میزان کربن آلی (۴/۱ برابر)، فسفر قابل دسترس (۷/۴ برابر)، تنفس پایه (۱/۵ برابر) و تنفس برانگیخته (۱/۹ برابر)، آنزیم فسفاتاز (۱/۶ برابر)، میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (۲/۸ برابر)، میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (۱/۲ برابر) و کاهش وزن مخصوص ظاهری (۰/۸۴ برابر)، نسبت به تیمار بدون فیلتر کیک شد ($p < ۰/۰۰۱$). اثرات متقابل تیمارهای کودی و عمق نمونه‌برداری تنها بر روی کربن فعال و نیتروژن معنی‌دار بود و روی بقیه شاخص‌ها اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بیشترین مقدار پتاسیم قابل دسترس را تیمار بایر (۱۵۷میلی گرم بر کیلوگرم) داشت که با تیمار فیلتر کیک (۱۳۵میلی گرم بر کیلوگرم) در یک گروه آماری قرار گرفتند. در مقابل، کاربرد فیلترکیک افزایش معنی‌داری در اندازه تخلخل کل خاک نسبت به تیمار بدون فیلتر کیک ایجاد نکرد. در کل، کاربرد کوتاه مدت فیلتر کیک در کشت نیشکر تأثیر مثبتی در بهبود کیفیت خاک داشت.

واژه‌های کلیدی: بهساز آلی، کربن آلی، فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی

ملایی ن.، نائل م.، شکل‌آبادی م.، صفری‌سنجانی ع. ا.، قاسمی پور ع. ۱۳۹۸. بررسی تاثیر فیلترکیک نیشکر بر برخی از شاخص‌های کیفیت خاک در منطقه هفت تپه (خوزستان). تحقیقات کاربردی خاک جلد ۷ شماره ۳. ص: ۵۴-۶۶.

۱-دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا
۲-استادیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا (مکاتبه کننده)
۳-دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا
۴-استاد گروه گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا
۵-دانشجوی دکتری گروه مکانیزاسیون، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد شوشتر
*پست الکترونیک: moh_nael@yahoo.com

مقدمه

خاک جزء بسیار مهم پایداری بوم‌سامان‌هاست. کیفیت خاک، توانایی دائم خاک در انجام وظایف خود به‌عنوان یک سیستم حیاتی زنده در داخل بوم‌سامان و تحت بهره‌برداری‌های متفاوت است، به‌ترتیبی که علاوه بر حفظ تولید زیستی بتواند کیفیت آب و هوا را بهبود بخشد و همچنین تأمین‌کننده سلامت انسان، گیاه و حیوان باشد (Doran & Parkin, 1994). بر همین اساس، انتخاب نوع عملیات مدیریتی و بهره‌برداری از زمین‌ها بایستی با در نظر گرفتن حفظ کیفیت خاک انجام گیرد. استان خوزستان که از جمله مناطق گرم و خشک ایران محسوب می‌شود، با وجود سابقه کشاورزی دیرینه، در معرض کاهش کیفیت خاک می‌باشد، به‌طوری‌که تجمع نمک‌های محلول و کاهش حاصلخیزی خاک استان را تهدید می‌کند (Makari, 2013).

از راهبردهای اساسی در راستای بهبود حاصلخیزی و کیفیت خاک و کاهش کاربرد کودهای شیمیایی، بهره-گیری از کودهای آلی و بقایای تولید شده در خود مزارع است. در استان خوزستان چندین واحد تولید نیشکر با سطح زیر کشت بالغ بر ۸۵۰۰۰ هکتار به کشت و کار و تولید این محصول راهبردی مشغول‌اند. در منطقه جنوب خوزستان، به‌دلیل کشت متمرکز نیشکر توسط شرکت توسعه نیشکر و صنایع جانبی، هرساله مقادیر قابل‌توجهی باگاس و فیلتر کیک تولید می‌شود که عمده آن به‌صورت ضایعات دور ریخته می‌شود. فیلترکیک یک محصول جانبی صنعت شکر است که در فرایند رسوب‌گذاری و تصفیه شربت به دست می‌آید. به‌طور میانگین این ماده دارای ۷۵ درصد ماده آلی می‌باشد و منبع مهمی برای عناصر غذایی مورد نیاز گیاه ازجمله آهن، منگنز، کلسیم، فسفر، نیتروژن، منیزیم، روی و مس می‌باشد. ازاین‌رو، افزودن آن به خاک می‌تواند باعث بهبود حاصلخیزی و دیگر خصوصیات خاک گردد. به‌علاوه، مواد مغذی این ماده به‌تدریج رها شده و مورد استفاده گیاه قرار می‌گیرد و علاوه بر افزایش راندمان جذب، مشکلات بالقوه‌ی زیست‌محیطی آن کمتر از اصلاح‌کننده‌های شیمیایی است. مطالعات صورت گرفته در استرالیا و آفریقای جنوبی نشانگر آن است که استفاده از بقایای گیاهی نیشکر در مزارع در درازمدت روی هم‌رفته تأثیر مثبتی در چرخه عناصر دارد، که البته این موضوع با توجه به شرایط آب و هوایی و مدیریت مزرعه متفاوت است. از سوی دیگر، چون فیلتر کیک پوشش خوبی در سطح خاک ایجاد می‌کند احتمال دارد از رویش علف‌های هرز جلوگیری کند و نیاز به کاربرد علف‌کش تا حدود زیادی کاهش یابد. با این وجود، از آنجائی که فیلتر کیک و سایر مواد زائد کارخانه‌های نیشکر دربردارنده عناصری چون سدیم هستند، بهتراست از مصرف مداوم آن‌ها خودداری و در تناوب با کودهای شیمیائی به‌کاربرده شود (Abdullahi, 2005). یکی از مزیت‌های بارز فیلترکیک، بالا بودن درصد ماده آلی آن است. مواد آلی از اجزاء اصلی در خاک‌های زراعی می‌باشد. افزودن مواد آلی به خاک به‌صورت طبیعی یا مصنوعی می‌تواند میزان نیتروژن قابل‌دسترس گیاه و سایر عناصر غذایی خاک را افزایش، خاکدانه سازی را بهبود و تعداد و انواع جانداران موجود در خاک را تغییر دهد (Shamim & Ahmed, 2010).

بسیاری از خاک‌های مزارع استان خوزستان همانند سایر نقاط ایران دارای کمبود ماده آلی بوده و کیفیت برخی از آن‌ها روبه کاهش است. از آنجایی‌که یکی از کشت‌های اصلی استان خوزستان نیشکر می‌باشد و از محصولات جانبی این محصول تولید فیلترکیک است، به نظر می‌رسد کاربرد فیلترکیک نیشکر در مزارع تحت کشت این محصول یک راهکار مؤثر در بهبود وضعیت کیفیت خاک این اراضی باشد. مطالعات مختلفی در زمینه‌ی تأثیر فیلتر کیک بر ویژگی‌های خاک صورت گرفته است. احمدی و پناه‌پور (Ahmadi & Panahpur, 2013) تاثیر باگاس و فیلترکیک نیشکر را بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی (مقدار کربن و عناصر غذایی) خاک های مزارع نیشکر و نیز رشد و عملکرد نیشکر در جنوب خوزستان بررسی کردند. همچنین بیژن‌پور و همکاران (Bijan Pour *et al.*, 2009) تأثیر مثبت فیلتر کیک و باگاس را بر رشد و عملکرد نیشکر در مزارع کشت و صنعت امیر کبیر گزارش کردند. با توجه به اینکه تأثیر کوتاه‌مدت (دوساله) کاربرد این ماده بر کیفیت خاک در اراضی هفت‌تپه خوزستان نامشخص است، لذا هدف اصلی پژوهش حاضر، بررسی تأثیر فیلتر کیک به‌عنوان کود آلی بر برخی شاخص‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیک کیفیت خاک در مزارع نیشکر است. هدف فرعی این مطالعه تاثیر سابقه کشت نیشکر بر شاخص

های کیفیت خاک است. هدف اخیر با مقایسه تیمار بدون فیلترکیک و زمینی که کاربری آن غیر کشاورزی است (بایر یا کشت نشده) بررسی شده است.

مواد و روش ها

این تحقیق در سال ۱۳۹۳ در شرکت کشت و صنعت نیشکر واقع در منطقه هفت‌تپه استان خوزستان انجام گرفت. منطقه مورد مطالعه در عرض جغرافیایی ´۳۲°۴ شمالی و طول جغرافیایی ´۲۳ °۴۸ شرقی در ۹۰ کیلومتری شمال شهرستان اهواز، بین رودخانه‌های دز و کرخه قرار دارد. ارتفاع منطقه ۷۲ متر از سطح دریا، میانگین بارش سالانه منطقه ۲۶۸/۵ میلی‌متر و میانگین دمای سالانه منطقه ۲۲/۹ درجه سلسیوس است. برای بررسی تأثیر کاربرد فیلترکیک بر برخی ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، سه قطعه زمین در مجاورت یکدیگر به شکل زیر انتخاب شدند: ۱- مزرعه نیشکر که برای دو سال پیاپی با فیلترکیک نیشکر تیمار شده (به میزان ۱۰۰ تن در هکتار در سال)، ۲- مزرعه نیشکر بدون دریافت فیلترکیک یا هر نوع کود آلی دیگر و ۳- زمین بایر (کشت نشده). نوع مدیریت کاشت، سن گیاه و واریته نیشکر در دو تیمار تحت کشت نیشکر یکسان بود. قطعه زمینی که به‌عنوان بایر در نظر گرفته شد تحت هیچ گونه عملیات کشت و زرع قرار نداشته و به‌صورت زمین غیر زراعی در مجاورت مزرعه اول و دوم و با هدف مطالعه تاثیر سابقه کشت نیشکر انتخاب شد. تیمارهای تحت کشت نیشکر در این پژوهش از زمین‌های با تاریخچه‌ی بهره‌برداری درازمدت (۵۰ ساله) انتخاب شدند. فیلترکیک استفاده‌شده در سطح مزرعه از شرکت کشت و صنعت نیشکر هفت‌تپه به‌دست‌آمده است. برخی از ویژگی‌های شیمیایی فیلترکیک در جدول شماره (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیلترکیک بکار رفته در مطالعه

Table 1. Selected properties of filter cake applied in the study

pH	EC	C/N	OC	N	P	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Mn	B
	$dS\ m^{-1}$					%				$mg\ kg^{-1}$			
5.2	2.97	25.6	39.5	1.54	1.65	0.24	1.72	0.34	0.003	1160.7	9.54	82.15	21.88

نمونه‌برداری خاک از سه تیمار مذکور در اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ با سه تکرار و به‌صورت ترکیبی و از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متر خاک انجام شد. نمونه‌های خاک به آزمایشگاه منتقل شد و بعد از هوا خشک شدن و کوبیده شدن از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس کربن آلی به روش والکلی بلک اصلاح‌شده، فسفر قابل استفاده گیاه با استفاده از روش اولسون با دستگاه اسپکتوفتومتر، پتاسیم قابل استفاده گیاه با دستگاه فلیم فتومتر طبق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد (Council on Soil Testing & Plant Analysis, 1974). برای اندازه‌گیری کربن فعال از محلول ۰/۰۲ مولار پرمنگنات پتاسیم (Weil *et al.*, 2003) استفاده شد. جرم ویژه ظاهری به روش استوانه انجام شد. فعالیت آنزیم فسفاتاز قلیایی پس از اضافه کردن یک میلی‌لیتر محلول پارانیتروفنیل سدیم فسفات به‌عنوان سوبسترا در حضور بافر تعدیل‌کننده بر اساس روش طباطبایی و برمنر و عیوضی و طباطبایی (Eivazi & Tabatabai, 1977) اندازه‌گیری شد. تنفس پایه خاک به روش آیزرمایر (Isermeyer, 1952) و تنفس برانگیخته با روش آلف و نانی پیری (Alef & Nannipieri, 1995) اندازه‌گیری شد. اندازه گیری پایداری خاکدانه‌ها بر روی نمونه‌های خاک هوا خشک دست نخورده و عبور کرده از الک ۴ میلی‌متر، و به روش الک تر انجام شد (Cambardella & Elliott, 1994). این پژوهش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. برای تجزیه آماری نمونه ها از نرم‌افزار SAS 9.1 و برای مقایسه میانگین هر یک از ویژگی‌های یاد شده از آزمون LSD و در پایه پنج درصد استفاده شد.

نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای مورد آزمون در این تحقیق بر روی کلیه شاخص‌های مورد مطالعه در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شد (جدول ۲ و ۳). در صورتی که تأثیر عمق نمونه‌برداری، تنها بر شاخص‌های کربن فعال، نیتروژن و

پتاسیم قابل دسترس معنی‌دار بود. اثرات متقابل تیمارهای کودی و عمق نمونه‌برداری تنها بر روی کربن فعال و نیتروژن معنی‌دار بود و روی بقیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲ و ۳).

هدایت الکتریکی

میانگین هدایت الکتریکی خاک بایر ۵/۴۳ (دسی زیمنس بر متر) می باشد که نشان می‌دهد این اراضی عمدتاً شور بوده و قبل از کشت و کار نیاز به آبشویی اولیه دارند. زهکشی و کشت و کار نیشکر سبب کاهش هدایت الکتریکی (۰/۷۹۵ دسی زیمنس بر متر در تیمار بدون فیلتر کیک) در خاک شده است. از طرف دیگر، فیلتر کیک حاوی مقدار نسبتاً بالایی املاح محلول است (۲/۹۷ دسی زیمنس بر متر) که می‌تواند باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک شود. با این حال، نتایج نشان می‌دهد کاربرد ۱۰۰ تن در هکتار فیلتر کیک به مدت دو سال متوالی بر هدایت هیدرولیکی تأثیر معنی‌داری نداشته است (۱/۲۰ دسی زیمنس بر متر در تیمار فیلتر کیک) (جدول ۴).

جدول ۲-تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر کربن آلی کل، کربن فعال، نیتروژن کل و پتاسیم و فسفر قابل دسترس در دو عمق (۳۰-۰ و ۶۰-۳۰)سانتی‌متر

Table 2. ANOVA results showing the effects of experimental treatments on total organic carbon, active carbon, total nitrogen, and available potassium and phosphorus in two depths (0-30 and 30-60 cm)

Source of Variation	Degree of Freedom	Mean Square				
		OC	Active C	N	P	K
Replication	2	0.345 ^{ns}	53685.969 *	0.423 ^{ns}	1696 ^{ns}	2298 ^{ns}
Treatment	2	22.1**	1124805**	7.58**	37706**	9160**
Depth	1	0.894 ^{ns}	355068**	4.02**	134 ^{ns}	29799**
Treatment*Depth	2	0.667 ^{ns}	355343**	3.68**	681 ^{ns}	2843 ^{ns}
Error	10	0.259	8513	0.201	1469	846
Coefficient of Variance		32.9	9.43	47.9	60.7	23.3

ns: not significant, *: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر تیمارهای آزمایشی بر آنزیم فسفاتاز قلیایی، جرم ویژه ظاهری، تخلخل، پایداری خاکدانه‌ها و تنفس میکروبی در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متر

Table 3. ANOVA results showing the effects of experimental treatments on alkaline phosphatase, bulk density, porosity, aggregate stability and microbial respiration in depth 0- 30 cm

Source of Variation	Degree of Freedom	Mean Square						
		F	BD	MWD	GMD	PA	BR	IR
Replication	2	1.12 ^{ns}	0.073 ^{ns}	0.134 ^{ns}	0.002 ^{ns}	8586 ^{ns}	0.0004 ^{ns}	0.03 ^{ns}
Treatment	2	207**	4.73**	2.59**	0.648**	1417675**	0.005**	8.18**
Error	10	3.16	0.085	0.135	0.008	16261	0.0002	0.017
Coefficient of Variance		3.30	24.29	36.68	5.86	14.9	13.0	6.21

OC: Organic carbon, P: Phosphorous, BD: Bulk density, F: filter cake, MWD: Mean weight diameter, GMD: Geometric mean diameter, PA: phosphatase enzyme activity BR: Basic respiration, IR: Index respiration

جدول ۴- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های بررسی‌شده.

Table 4. Selected physicochemical properties of the studied soils

Treatment	EC	pH	Soil texture	Sand	Silt	Clay
	(dS m^{-1})				(%)	
With Filter Cakes	1.20 ^{b}	7.96 ^{a}	silty clay	10.8	41.4	47.8
Without Filter Cakes	0.795 ^{b}	7.93 ^{a}	silty clay	8.9	43.9	47.2
Uncultivated	5.43 ^{a}	7.90 ^{a}	silty clay	8.9	43.9	47.3

کربن آلی

کربن آلی در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای مورد آزمون قرار گرفت. با این حال، اثر متقابل تیمارها و عمق نمونه‌برداری بر کربن آلی معنی‌دار نشد (جدول ۲). مقدار کربن آلی کل در تیمار فیلترکیک (۳/۷ ٪) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای بدون فیلترکیک و بایر (به‌ترتیب ۰/۹۰ و ۰/۰۲ درصد) بود (جدول ۵)؛ و این به‌دلیل محتوای بسیار بالای کربن آلی در فیلترکیک است (جدول ۱). عبدالهی (Abdullahi, 2005) گزارش کرد که کاربرد اندازه‌های مختلف فیلترکیک و باگاس در زمان‌های متفاوت (پیش از کشت؛ ۴، ۱۰ و ۱۹ ماه پس از کشت) موجب افزایش درصد کربن آلی خاک در طول زمان شده است. مارینای و همکاران (Marinari *et al.*, 2000) بیان کردند افزودن فیلترکیک به خاک موجب افزایش فعالیت آنزیم‌ها و فعالیت میکروبی خاک شده و باعث افزایش هوموس خاک می‌گردد. تیمار بدون فیلتر کیک به علت کشت گیاه نیشکر، دارای پوشش گیاهی و لاشبرگ بیشتری نسبت به تیمار بایر بود و به همین دلیل مقدار کربن آلی بیشتری نسبت به تیمار بایر داشت؛ به نظر می‌رسد که افزایش مانده‌های گیاهی در این تیمار باعث بهبود مقدار ماده آلی خاک شده است. مقدار کم ماده آلی در زمین‌های کشت نشده در برابر زمین‌های زیر کشت بیانگر افزایش کربن آلی خاک در طی سالیان متمادی کشت می‌باشد. مرادی و همکاران (Moradi *et al.*, 2015) نیز عنوان کردند پس از تغییر کاربری زمین‌های بایر و تبدیل به زمین‌های زیر کشت نیشکر و کشاورزی، دگرگونی شدیدی در اندازه ماده آلی حاصل شد.

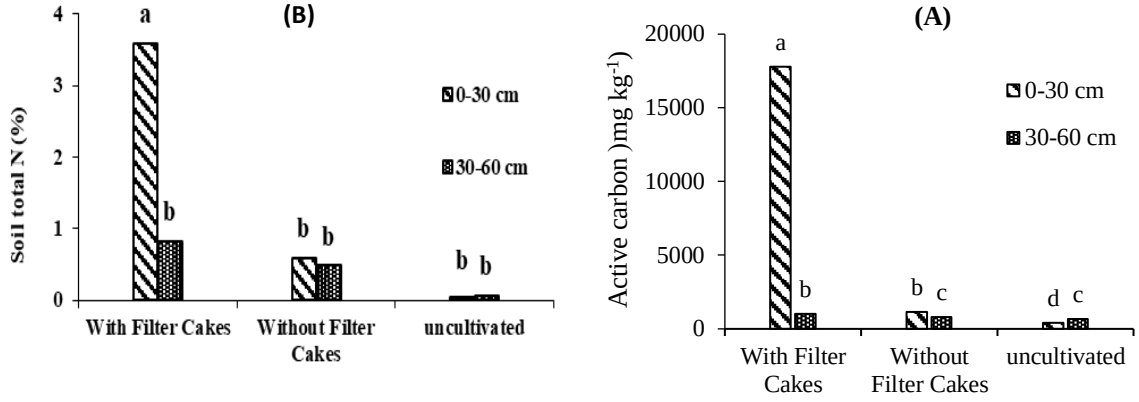
جدول ۵- قایسه میانگین شاخص‌های کیفیت خاک بین تیمارهای مورد مطالعه

Table 5. Mean comparison of soil quality indicators in the studied treatments

Treatment	OC	P	BD	Fc	MWD	GMD	PA	BR	IR
	%	mg kg^{-1}	g cm^{-3}	%	mm		µg pNP $g.h^{-1}$	mg CO_2 $g.day^{-1}$	
With Filter Cakes	3.70^{a}	153.4^{a}	0.98^{c}	60.1^{a}	2.04^{a}	1.68^{a}	1569.6^{a}	0.16^{a}	3.83^{a}
Without Filter Cakes	0.90^{b}	20.6^{b}	1.17^{b}	56.9^{a}	0.73^{b}	1.41^{b}	954.4^{b}	0.11^{b}	2.06^{b}
Uncultivated	0.02^{c}	12.0^{b}	1.37^{a}	44.3^{b}	0.24^{b}	1.21^{c}	197.2^{c}	0.07^{c}	0.53^{c}

کربن فعال

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار کاربرد فیلترکیک و عمق نمونه‌برداری و پیامد متقابل آن‌ها بر کربن فعال در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد (جدول ۲). مقدار این شاخص در تیمار فیلتر کیک و در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر به‌طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارهای دیگر است (شکل ۱، الف). با در نظر گرفتن اثرات متقابل تیمار و عمق نمونه‌برداری، بیشترین مقدار کربن فعال در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری تیمار فیلترکیک و کمترین مقدار این شاخص در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری تیمار بایر مشاهده شد. به نظر می‌رسد افزایش کربن فعال در تیمار فیلترکیک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر به خاطر تجزیه‌پذیری سریع کود آلی و افزایش اندازه کربن آلی ناپایدار در خاک و هم‌چنین به دلیل پخش کردن این کود در سطح خاک باشد. بیشتر بودن این شناسه در این تیمار بیانگر بیشتر بودن مواد آلی تازه در فیلترکیک می‌باشد. از طرف دیگر، در تیمار بدون فیلترکیک، سالانه بخشی از مانده‌های گیاهی نیشکر به خاک افزوده می‌شود و مقدار مواد آلی در این تیمار نسبت به تیمار بایر بالا بوده و به‌تبع مقدار کربن فعال در این تیمار بیشتر از بایر است. به‌طورکلی، مقدار کربن فعال در مناطق با اندوخته کربن آلی بالا، بیشتر است (Manuel *et al.*, 2013).



شکل ۱- تأثیر تیمارهای مورد آزمون بر کربن فعال (الف) و نیتروژن کل (ب)

Figure 1. Effects of studied treatments on soil active carbon (A) and total nitrogen (B)

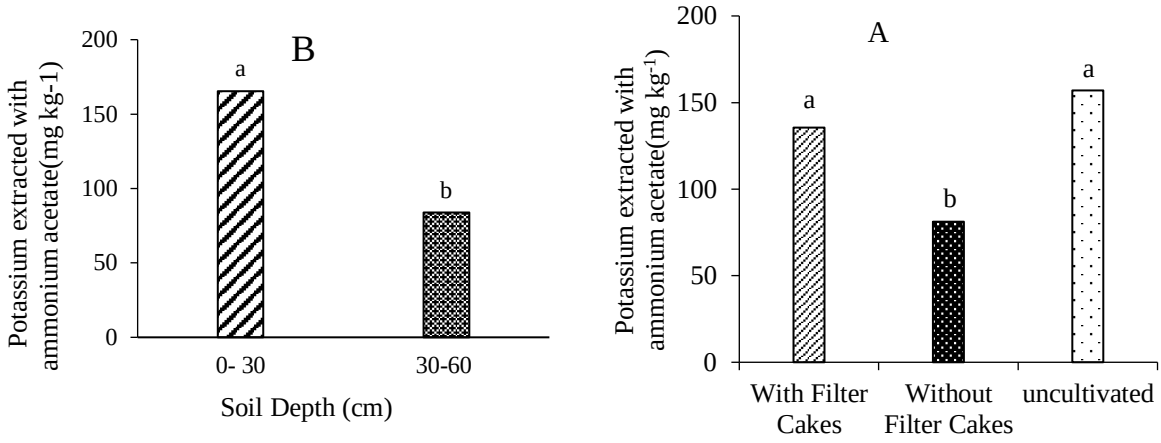
نیتروژن کل

افزودن فیلترکیک به خاک سبب افزایش معنی‌دار نیتروژن کل خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر شده است. بیشترین و کمترین مقدار نیتروژن کل در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری به‌ترتیب در تیمارهای فیلترکیک (۳/۵۸ درصد) و بایر (۰/۰۵۱ درصد) مشاهده شد (شکل ۱، ب). بااین‌حال، مقدار این شاخص در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری تیمار بایر با تیمار بدون فیلترکیک ازنظر آماری تفاوتی نداشت (شکل ۱، ب). دلیل افزایش نیتروژن در تیمارهای فیلتر کیک، وجود منابع کربن قابل‌تجزیه سریع و افزایش نیتروژن آلی قابل‌دسترس می‌باشد. بعلاوه، محتوای نیتروژن در عمق سطحی تیمار فیلترکیک به دلیل دریافت مقادیر بالایی از فیلترکیک بسیار بیشتر از عمق دوم نمونه‌برداری است؛ حال‌آنکه این تفاوت در تیمار بدون فیلترکیک معنی‌دار نیست. مطالعات زیادی افزایش نیتروژن کل را در اثر کاربرد پسماندهای آلی در زمین‌های زراعی نشان داده‌اند (Tarrason *et al.*, 2008). رابطه مثبت عناصر غذایی با ماده آلی نشان‌دهنده این است که با افزایش ماده آلی به خاک مقدار عناصر غذایی مانند نیتروژن در خاک فزونی می‌یابد، لذا کاربرد فیلترکیک موجب افزایش محصول و رشد گیاه نیشکر می‌گردد.

پتاسیم استخراج شده با استات آمونیوم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار و عمق نمونه برداری بر پتاسیم استخراج شده با استات آمونیوم در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد؛ با این حال، اثر متقابل آن‌ها معنی‌دار نبود. میزان پتاسیم استخراج شده با استات آمونیوم از ۸۱/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تیمار بدون فیلتر کیک تا ۱۵۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تیمار بایر متغیر بود. مقدار پتاسیم استخراج شده با استات آمونیوم در تیمار بایر و تیمار فیلتر کیک (۱۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در یک گروه آماری قرار دارند (شکل ۲، الف). وجود کانی‌های حاوی پتاسیم در خاک‌های منطقه مورد مطالعه باعث افزایش پتاسیم می‌گردد. خاک‌های خوزستان به دلیل وجود مقادیر قابل توجهی از رس ایلایت و فلدسپات‌ها عموماً غنی از پتاسیم می‌باشند و مقدار کل پتاسیم در این خاک‌ها گاهی اوقات به بیش از ۲٪ بالغ می‌گردد (Jafari, 2005). مقدار پتاسیم استخراج شده با استات آمونیوم در عمق ۰ تا ۳۰ سانتی‌متری (۱۶۵/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در کلیه تیمارها بیشتر از عمق ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متری (۸۳/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود (شکل ۲، ب). منابع نشان می دهند ۶۰-۴۰ درصد ریشه دوانی گیاه نیشکر در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری صورت گرفته (Malavolta, 1994) و رهاسازی اسیدهای آلی و دی‌اکسید کربن از ریشه و در نتیجه هوادیدگی بیشتر کانی‌ها باعث می شود (Lindroos *et al.*, 2003). مقدار پتاسیم فراهم در خاک سطحی نسبت به خاک زیرسطحی افزایش یابد. لیندروس و همکاران (Lindroos *et al.*, 2003) بیان کردند که حضور مواد آلی حل شده در محلول خاک تأثیر شایانی بر هوادیدگی کانی‌ها و

آزادسازی عناصر دارد. کاهش مقدار پتاسیم فراهم در تیمار بدون فیلتر کیک نسبت به تیمار بایر می تواند به‌دلیل افزایش آزادسازی پتاسیم از کانی های پتاسیم دار موجود در منطقه (میکا و فلدسپات) (Najafi-Ghiri *et al*., 2012) در اثر کشت طولانی مدت نیشکر باشد. این آزادسازی نتیجه تأثیر مثبت ترکیب‌های آلی بر فعالیت میکروب‌های حل کننده کانی های پتاسیم‌دار، نقش عوامل کلات‌کننده حاصل از ترکیب‌های آلی در کلات کردن عناصر کانی‌ها مانند آلومینیم و در نتیجه انحلال آن‌ها و همچنین تغییر ترکیب محلول خاک و اثر بر انحلال کانی‌ها باشد (Singh *et al*., 2010). بعلاوه، از آنجایی‌که اضافه کردن کودهای شیمیایی پتاسیم‌دار جزء مدیریت‌های رایج شرکت کشت و صنعت هفت‌تپه نیست، پتاسیم رها شده از کانی‌های معدنی، بر اثر کشت و کار طولانی مدت جذب اندام‌های گیاهی می‌گردد. نیشکر پتاسیم مورد نیاز خود را از پتاسیم فراهم خاک تأمین می‌کند و با این کار باعث رهاسازی پتاسیم تبادلی و به دنبال آن سبب آزادسازی پتاسیم بین لایه می‌شود و درنتیجه باعث کاهش پتاسیم خاک می‌شود. از طرف دیگر، افزایش پتاسیم فراهم در تیمار فیلترکیک به‌دلیل غنی بودن فیلترکیک از عنصر پتاسیم بوده که با تجزیه و معدنی شدن این ماده آلی، محتوای پتاسیم قابل دسترس افزایش می‌یابد.



شکل ۲- تأثیر تیمارهای مورد آزمون (الف) و عمق خاک (ب) بر پتاسیم استخراج شده با استات آمونیوم

Figure 2. Effect of studied treatments (A) and soil depth (B) on Potassium extracted with ammonium acetate

فسفر استخراج شده با سدیم بی‌کربنات

فسفر استخراج شده با سدیم بی‌کربنات در سطح احتمال یک درصد تحت تأثیر تیمارهای مورد آزمون قرار گرفت. بااین‌حال، اثر متقابل تیمارها و عمق نمونه‌برداری بر فسفر استخراج شده با سدیم بی کربنات معنی‌دار نشد. بیشترین مقدار فسفر استخراج شده با سدیم بی کربنات در تیمار فیلترکیک (۱۵۳/۴ mg/kg) مشاهده شد (جدول ۵). افزایش غلظت فسفر در تیمار فیلترکیک نسبت به تیمار بدون فیلترکیک را می‌توان به مقدار زیاد فسفر در فیلترکیک و پیامد تجزیه مواد آلی بر افزایش فسفر نسبت داد؛ قدیر و همکاران (Qadir *et al*., 1998) دریافتند که استفاده از منبع آلی باعث افزایش فراهمی فسفر می شود که به کاهش pH و حل شدن برخی عناصر غذایی پوشیده شده توسط کلسیت ارتباط داده شد. نتایج جیسس و انریکوئز (Jesus & Enriquez, 2001) نشان داد که کاربرد ۱۰ تا ۱۵ تن در هکتار فیلترکیک، اندازه فسفر قابل‌جذب را به ترتیب ۳۰۰ و ۴۶۱ درصد افزایش داد. با توجه به اینکه نیاز گیاه نیشکر به فسفر با اضافه نمودن کودهای شیمیایی فسفاته به مقدار لازم در خاک تأمین می‌شود می‌توان زیاد بودن فسفر قابل دسترس در تیمار بدون فیلتر کیک نسبت به تیمار بایر را پیامد توأم افزودن کود فسفر پیش از کشت و همچنین تجزیه کاه و کلش نیشکر دانست.

جرم ویژه ظاهری

جرم ویژه ظاهری خاک با کاربرد فیلترکیک از ۱/۱۳ گرم بر سانتی‌متر مکعب در تیمار بدون فیلترکیک به ۰/۹۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب کاهش یافت (جدول ۵). یکی از دلایل کاهش معنی‌دار جرم ویژه ظاهری در تیمار فیلتر کیک نسبت به تیمارهای بدون فیلترکیک و بایر را می‌توان به افزایش مواد آلی و در نتیجه افزایش تخلخل خاک در این تیمار مرتبط دانست. محققان نشان داده‌اند که جرم ویژه ظاهری خاک با افزودن مواد آلی کاهش می‌یابد (Garcia – Orenes *et al*., 2005). در واقع به‌کارگیری کودهای آلی در خاک، با افزایش درصد منافذ خاک، باعث کاهش جرم ویژه ظاهری می‌شود (Mirzaei *et al*., 2009). هم‌چنین تجادا و گونزالز (Tejada & Gonzalez, 2008) کاهش معنی‌دار جرم ویژه ظاهری را با کاربرد کمپوست در خاک گزارش کردند. پایین بودن سطح کربن آلی، همچنین از دست رفتن ویژگی‌های ارتجاع‌پذیری خاک باعث کاهش حجم کل منافذ و درنتیجه افزایش جرم ویژه ظاهری خاک در تیمار بایر نسبت به کشتزارهای نیشکر گردیده است.

تخلخل

بیشترین مقدار تخلخل در تیمار فیلترکیک (۶۰/۱ درصد) مشاهده گردید که با تیمار بدون فیلتر کیک در یک گروه آماری قرار دارند. هم‌چنین تیمار بایر (۴۴/۳ درصد) کمترین مقدار این شاخص را در میان تیمارها داشت (جدول ۵). شایان‌ذکر است که فیلتر کیک توانسته چگالی خاک را کاهش دهد اما کاربرد دوساله‌ی آن تأثیر معنی‌داری بر تخلخل خاک به لحاظ آماری نداشته است. هرچند کاربرد فیلتر کیک بر تخلخل کل بی‌تأثیر بوده است ولی ممکن است تخلخل ماکرو پورها را افزایش داده باشد بدون اینکه تأثیری بر تخلخل کل داشته باشد؛ این مسئله نیاز به تحقیق بیشتر دارد. افزایش کربن آلی خاک سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک از جمله کاهش چگالی ظاهری و افزایش تخلخل می‌شود. فیلترکیک به دلیل مواد آلی فراوان اثرات مفید بر فاکتورهای فیزیکی و بیولوژکی خاک دارد (Rossetto *et al*., 2008). در مقابل، مقدار تخلخل در تیمار بایر به‌طور معنی‌داری کمتر از دیگر تیمارها بود. می‌توان افزایش تخلخل خاک در تیمارهای تحت کشت نیشکر نسبت به تیمار بایر را ناشی از کشت مستمر نیشکر و تولید زیست توده فراوان دانست. ریشه‌های گیاه، ریزجانداران (میسیلیوم قارچ و باکتری) و موجودات خاک مانند کرم خاکی مهم‌ترین عامل موثر در خاکدانه‌ها و تخلخل خاک هستند (Amezketa,1999). والی و همکاران (Whalley *et al*., 2004) نیز گزارش کردند که اثرات مکانیکی رشد ریشه وابسته به فشارهای شعاعی و محوری است و باعث بزرگ شدن منافذ موجود می‌شود. ریشه گیاهان یک عامل موثر در ساختمان‌سازی و بهبود خواص هیدرولوژی خاک است. بنابراین وجود ریشه گیاه و توسعه آن باعث افزایش نسبت پوکی شده و ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک را بهبود می‌بخشد.

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها

بیش‌ترین مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها در تیمار فیلتر کیک مشاهده شد (۲/۰۴ میلی‌متر) که ۲/۸ برابر نسبت به تیمار بدون فیلترکیک (۰/۷۳ میلی‌متر) افزایش داشت (جدول ۵). پیامد فیلترکیک بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها را می‌توان به اثر چسبندگی مواد آلی و در نتیجه هم‌آوری ذرات خاک، افزایش پایداری خاکدانه‌ها، دگرگونی در توزیع اندازه خاکدانه‌ها، دگرگونی در توزیع اندازه منافذ و افزایش گنجایش جذب سطحی خاک‌ها نسبت داد. از طرف دیگر، فیلتر کیک سبب افزایش فعالیت‌های میکروبی خاک می‌شود. ترشحات ناشی از فعالیت‌های میکربی، مانند پلی ساکاریدهای برون یاخته‌ای، به‌عنوان مواد سیمانی کننده سبب افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌شوند (De Gryze *et al*., 2006). نتایج محمودآبادی و همکاران (Mahmoodabadi *et al*., 2017) نشان داد که مخلوط کردن یک درصد کاه و کلش جو با خاک، مقدار شاخص‌های میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها در حالت تر به ترتیب ۸۷ و ۶۸/۶ درصد نسبت به تیمار شاهد بهبود یافت. مقدار و ترکیب مانده‌های گیاهی افزوده‌شده توسط گونه‌های گیاهی گوناگون می‌تواند پایداری ساختمان خاک را در محدوده اندازه‌ای ۶۷-۲۷ میکرومتر تحت تأثیر قرار دهد (De Gryze *et al*., 2006).

میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها

برخی از محققان از میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها بجای میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها برای ارزیابی ساختمان خاک استفاده می کنند. میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها در تیمار فیلتر کیک (۱/۶۸ میلی‌متر) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای بدون فیلتر کیک (۱/۴۱ میلی‌متر) و بایر (۱/۲۱ میلی‌متر) بود (جدول ۵). در پژوهشی کرمی و همکاران (Karami *et al*., 2012) نیز با بررسی اثرات ماده‌ی آلی بر پایداری خاکدانه در آب نشان دادند که مخلوط کردن کاه و کلش گندم و سبوس جو در خاک میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) و میانگین هندسی قطر ذرات خاکدانه (GMD) را افزایش می‌دهد. شیرانی و همکاران (Shirani *et al*., 2002) نیز افزایش میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (۰/۳۳، ۰/۴۰ و ۰/۷۵ میلی‌متر) را در تیمارهای حاوی مقادیر مختلف کود دامی (صفر، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار)، در لایه سطحی خاک، گزارش کردند. در تیمار بایر، میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها کمتر بود. این تیمار با توجه به‌اندازه اندک کربن آلی نسبت به دیگر تیمارها از خاکدانه‌های ضعیفی برخوردار بوده به‌طوری‌که مقدار پارامترهای میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها آن بسیار پایین است.

آنزیم فسفاتاز

مقدار آنزیم فسفاتاز در تیمار فیلتر کیک (۱۵۶۹/۶ میکروگرم پارانتیروفسفات برگرم خاک خشک در ساعت) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای بدون فیلتر کیک (۹۵۴/۴ میکروگرم پارانتیروفسفات برگرم خاک خشک در ساعت) و بایر (۱۹۷/۲ میکروگرم پارانتیروفسفات برگرم خاک خشک در ساعت) بود (جدول ۵). کاربرد این کود آلی، افزایش ماده آلی خاک را همراه داشته و موجب افزایش فعالیت آنزیمی گردیده است. فرقانی (Forghany, 2003) با افزودن ماده آلی به خاک مشاهده نمود که فعالیت فسفاتاز قلیایی و اوره آز در خاک‌هایی که ماده آلی بالاتری دارند افزوده شده و دلیل آن را افزایش بستره‌ی مورد نیاز این آنزیم‌ها بیان نمود. در کل مدیریتی که باعث کاهش ورود مواد آلی به خاک گردد، پتانسیل فعالیت‌های آنزیمی را کاهش می‌دهد که به کاهش توانایی خاک درباز چرخش عناصر غذایی خاک می‌انجامد. در تیمار بایر (کشت نشده)، آنزیم فسفاتاز کمترین مقدار بود. می‌توان افزایش مقدار آنزیم فسفاتاز در تیمارهای تحت کشت نیشکر نسبت به تیمار بایر را ناشی از وجود گیاه و ریشه نیشکر دانست. گیاهان و ریشهٔ آنها منشأ تولید اسید فسفاتازها می‌باشد (Tabatabai, 1994) .

تنفس پایه

فیلترکیک و پسماندهای آلی می‌توانند به‌عنوان منبع کربن و انرژی به‌وسیله جمعیت میکروب‌های هتروتروف خاک استفاده شوند و درنتیجه تنفس میکروبی خاک را به‌عنوان شناسه فعالیت میکروبی افزایش دهند (Aghababaie & Raisi, 2007). به همین دلیل مقدار تنفس پایه در تیمار فیلتر کیک (۰/۱۶۰ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن بر گرم در روز) به‌طور معنی‌داری بیشتر از دیگر تیمارها بود (جدول ۵). قنبری و همکاران(Ghanbari *et al*., 2012) نشان دادند که اضافه کردن کود دامی به‌عنوان اصلاح‌کننده به خاک باعث تحریک فعالیت تنفسی خاک شد. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که تنفس پایه در تیمارهای تحت کشت نیشکر نسبت به تیمار بایر افزایش‌یافته است؛ در تیمار بایر مقدار رطوبت، پوشش گیاهی و ماده آلی نسبت کشتزارهای نیشکر پایین است. نتایج کروز رویز و همکاران (Cruz Ruiz *et al*., 2015) نشان داد که جمعیت و فعالیت میکروبی در خاک‌های شخم نخورده نسبت به خاک‌های زیر کشت، بیش‌تر است ولی در پژوهش حاضر، کمترین مقدار تنفس پایه در زمین‌های شخم نخورده (۰/۰۷ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن بر گرم در روز) مشاهده شد. به نظر می‌رسد شوری خاک، پوشش گیاهی ضعیف و به تبع آن مقدار کم ماده آلی (۰/۰۲ درصد) در تیمار بایر نقش مؤثرتری، نسبت به عدم وجود عملیات شخم در این تیمار، داشته باشد.

تنفس برانگیخته

بیشترین مقدار تنفس برانگیخته در تیمار فیلتر کیک (۳/۸۳ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن بر گرم در روز) به‌طور معنی‌داری بیشتر از تیمارهای بدون فیلتر کیک (۲/۰۶ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن بر گرم در روز) بود. این شاخص در تیمار کشت نشده (بایر) ۰/۵۳ میلی‌گرم دی‌اکسید کربن بر گرم اندازه گیری شد (جدول ۵). در تنفس ناشی از بستره اکثراً ریز جانداران غیر بومی خاک

دخیل بوده که این ریز جانداران در توده زنده میکروبی خاک نقش چندانی ندارند و پس از تمام شدن ماده غذایی در دسترس مانند گلوکز جمعیت آن‌ها به‌شدت کاهش می‌یابد. تنفس خاک، تنفس برانگیخته (تحریک‌شده) با بستره و ضریب سوخت‌وساز سلولی شناسه حساسی برای تعیین پیامد تنش‌های غیر زیستی مثل شوری بر فعالیت میکروبی خاک هستند (Killham, 1994). تیمار بایر به علت مقدار ماده آلی کم، شوری زیاد و به‌تبع آن کاهش جمعیت و فعالیت میکروبی، دارای مقدار تنفس برانگیخته پایین‌تری نسبت به تیمار بدون فلتیرکیک است (جدول ۵).

نتیجه‌گیری کلی

کاربرد دوساله‌ی فیلترکیک در کشت نیشکر به‌عنوان کود آلی موجب افزایش درصد کربن آلی، کربن فعال، تنفس پایه، تنفس برانگیخته، فعالیت آنزیم فسفاتاز و غلظت نیترون، فسفر و پتاسیم گردید. هم‌چنین کاربرد فیلترکیک موجب بهبود شناسه‌های فیزیکی کیفیت خاک شامل پایداری خاکدانه در آب و جرم ویژه ظاهری شد. بااین‌حال تأثیر این ماده بر تخلخل خاک محسوس نبود. به نظر می‌رسد بتوان اضافه کردن فیلترکیک را به‌عنوان یک بهساز مناسب برای بهبود کیفیت خاک در مزارع تحت کشت نیشکر در استان خوزستان معرفی کرد. با این وجود، از آنجایی‌که فیلترکیک آخرین پسماند نیشکر در فرایند تولید شکر می‌باشد و ممکن است از برخی عناصر مانند سدیم و برخی عناصر سنگین غنی‌شده باشد، کاربرد آن به‌طور پیوسته و به مقدار فراوان توصیه نمی‌شود و ضروری است در این زمینه مطالعات تکمیلی انجام گیرد.

References

Abdullahi L. 2005. The effect of bagasse and filter cake as organic fertilizer to Change the amount of carbon, soil nutrient levels, soil characteristics and growth of sugarcane yield. *MSc Thesis of Soil Science Department, Shahid Chamran University of Ahvaz*, 120p. (In Persian)

Aghababaie F., and Raisi F. 2007. Ecological effects of different substrates on soil microbial biomass and activity. *Proceedings of the Second International Conference on ecological agriculture, Gorgan University of Agricultural sciences and Natural Resources, Gorgan*, Iran, pp. 2751-2762 (In Persian)

Ahmadi P., and Panahpur E. 2013. Examination Bagasse Effect and cake filter of sugarcane on some physical properties of soil. *Seventh National Conference on Sugar Cane Technologists Iran*. (In Persian)

Alef K., and Nannipieri P. 1995. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. *Academic Press Harcourt Brace and Company Publishers London*, 608p.

Amezketa E. 1999. Soil aggregate stability: a review. *Journal of Sustainable Agriculture*, 14: 83-151.

Bijan Pour H., Bahadori F., Makvandi MA., and Ansari MH. 2009. Effect of filter cake and bagasse on sugar cane growth and yield. *National Conference on Science, Water, Soil, Plants and Agricultural Mechanization, Islamic Azad University, Dezful*, Iran, pp. 317-321.

Cambardella C.A., and Elliott E.T. 1994. Carbon and nitrogen dynamics of soil organic matter fractions from cultivated grassland soils. *Soil Science Society of America journal*, 51:176-182.

Council on Soil Testing and Plant Analysis. 1974. Handbook on reference methods for soil testing. *Council on Soil Testing and Plant Analysis, Athens, Greece*, 287p.

Cruz Ruiz E., Cruz Ruiz A., Vaca R., Aguila P., and Lugo J. 2015. Assessment of soil parameters related with soil quality in agricultural systems. *Life Science Journal*, 12: 154-161.

De Gryze S., Jassogne L., Six J., Bossuyt H., Wevers M., and Merckx R. 2006. Pore structure changes during decomposition of fresh residue: X-ray tomography analyses. *Geoderma*, 134: 82-96.

Doran J.W., and Parkin T.B. 1994. Defining and assessing soil quality. *Soil Science Society of America Special Publication*, 35: 3-21.

Eivazi F., and Tabatabai M.A. 1977. Phosphates in soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 9: 167-172.

Forghany A. 2003. The study of biochemical changes and humic and fulvic acid characteristics of different soils treated with different organic matter. *Eighth Congress of Soil Science, Rasht*

University, Rasht, Iran, pp. 12-15 (In Persian)

Garcia-Orenes F., Guerrero C., Mataix-Solera J., Navarro-Pedreno J., Gomez I., and Mataix-Beneyto J. 2005. Factors controlling the aggregate stability and bulk density in two different degraded soils amended with biosolids. *Soil and Tillage Research*, 82: 65- 76.

Ghanbari A., asmaylyan Y., babayyan M. 2012. The effect of manure and chemical fertilizers on forage yield, grain and some nutrient concentration in Seeds of barley (*Hordeum vulgare* L.). *Ecophysiology's Research Magazine*, 31(3): 23-36 (In Persian).

Isermeyer H. 1952. Eine einfache Methode sur Bestimmung der Bodenatmung and der carbonate in Boden. *Journal of Plant Nutrition and Soil Scienc*e, 56: 26-38.

Jafari S. 2005. The study of the evolution of structure, mineralogical, physicochemical and potassium fixation in soils and clay minerals of land under crop rotation, sugarcane and pristine Khuzestan. *PhD thesis, Department of Soil Science, University of Shiraz*, 136p. (In Persian)

Jesus A., and Enriquez D. 2001. Evaluacion de abono organo-mineral de cachaza en la produccion y calidad de la cana de azucar (Evaluation of Organic-Mineral Fertilizer of Filter cake on Yield and Quality of Sugarcane. *Terra Latinoamericana*, 22: 351-357.

Karami A., Homaee M., Afzalinia S., Ruhipour H., and Basirat S. 2012. Organic residue management: Impacts on soil aggregate stability and other soil physic-chemical properties. *Journal of Agriculture, Ecosystems and Environment*, 148: 22-28.

Killham K.1994. Soil ecology. *Cambridge University Press, Cambridge*, UK, 242p.

Lindroos A.J., Brugger T., Derome J., and Derome K. 2003. The weathering of mineral soil by natural soil solutions. *Water, Air and Soil Pollution*, 149: 269-279.

Mahmoodabadi M., Mirzaee M., and Naghavi H. 2017. Aggregate Size Distribution Indices Influenced by Different Types/Managements of Plant Residues under Field Conditions. *Quarterly journal of Environmental Erosion Research, 6:3(23)52-70*.

Makari S. 2013. The effects of adding the sugar cane waste and compost them on the quality, fertility and soil carbon sequestration. *MSc Thesis of Faculty of Agriculture, University of Shiraz*, 215p. (In Persian)

Malavolta E. 1994. Nutrient and fertilizer management in sugarcane. *International Potash Institute Research, Topic 14, Basel, Switzerland*, 104p.

Manuel P.F., Susanne S.J., Francisco L.C., Isabel M.M., and Raúl O.P. 2013. Soil organic matter of Iberian open woodland rangelands as influenced by vegetation cover and land management. *Catena*, 109:13-24.

Marinari S., Masciandaro G., Ceccanti B., and Grego S. 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*, 72: 9-1.

Mirzaei R., Kambozia J., Sabahi H., and Mahdavi A. 2009. Effect of different organic fertilizers on soil physicochemical properties, production and biomass yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* L). *Iranian Journal of Field Crops Research*, 7: (1) 257-267 (In Persian).

Moradi F., Ghorbani Z., Khalili Moghadam B., and Misaghi P. 2015. Important Characteristics Influencing the Cone Penetration Resistance in Virgin, Cultivated, and Sugarcane Land Uses in Some Khozestan Soils. *Journal of Soil Science (soil and water)*, 29(2): 163-174. (In Persian)

Najafi-Ghiri M., Abtahi A., Hashemi S.S., and Jaberian F. 2012. Potassium release from sand, silt and clay fractions in calcareous soils of southern Iran. *Archives of Agronomy and Soil Science. 58(12): 1439-1454.*

Qadir M., Qureshi R.H., and Ahmad N. 1998. Horizontal flushing: a promising ameliorative technology for hard saline-sodic and sodic soils. *Soil and Tillage Research*, 45:119-131.

Rossetto R., Dias F.L.F., Vitti A.C., Cantarella H., and Landell M.G.A. 2008. Manejo conservacionista e reciclagem de nutrientes em cana-de-ac¸ucar tendo em vista a colheita mecanica, Informacoes Agronomicas, no. 124, pp. 8–13.

Shamim A.H.M., and Ahmed F. 2010. Response to sulfur and organic matter status by the application of sulfidic materials in S deficient soils in Bangladesh: possibilities and opportunities. *Report and Opinion*, 2(1): 88-93.

Shirani H., Hajabbasi M.A., Afyuni M., and Hemmat A. 2002. Effect of farmyard manure and tillage systems on soil physical properties and corn yield in central Iran. *Soil and Tillage Research*, 68(2): 101-108.

Singh G., Biswas D., and Marwaha T. 2010. Mobilization of potassium from waste mica by plant

growth promoting rhizobacteria and its assimilation by maize (*Zea mays*) and wheat (*Triticum aestivum* L.): a hydroponics study under phytotron growth chamber. *Journal of Plant Nutrition, .33: 8: 1236-1251.*

Tabataba, M.A., 1994. Soil enzymes. In: Weaver R.W., Angle J.S. and Bottomley P.S. (Ed.), Methods of Soil Analysis: Microbiological and Biochemical Properties. *Part 2. SSSA Book Ser. 5, SSSA, Madison,* pp. 775-833.

Tarrason D., Ojeda G., Ortiz O., and Alcaniz J.M. 2008. Differences on nitrogen availability in soil amended with fresh, composted and thermally-dried sewage aludge. *Bioresource Technology,* 99: 252-259.

Tejada M., and Gonzalez J.L. 2008. Influence of two organic amendments on the soil physical properties. *Geoderma,* 145: 325-334.

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: 3-17.

Whalley W., Leeds-Harrison P., Leech P., Riseley B., and Bird N. 2004. The hydraulic properties of soil at root-soil interface. *Soil Science,* 169, 90-99.

The Effect of Sugarcane Filter Cake on Selected Soil Quality Indicators in Haft Tape Region (Khuzestan)

Narges Molaie[1], Mohsen Nael[2]*, Mohsen Sheklabadi[3], Ali Akbar Safari Sinegani[4], Ali Ghasemipor[5]

(Received: July 2017 Accepted: July 2018)

Abstract

The application of organic amendments is vital for poor soils of sugarcane fields in south Khuzestan. Recently, filter cake which is a byproduct of sugarcane factories rich in nutrients has received attention as a potential organic amendment. Therefore, an experiment was conducted to study the effects of sugarcane filter cake on selected soil quality indices at Haft Tape agro-industrial complex in 2014. The experiment was carried out in a randomized complete block design with three treatments including: 1- uncultivated, 2- sugarcane field with 100 kg ha^{-1} filter cake application for two continuous years, and 3- sugarcane field without filter cake (control), and three replications. Soil bulk density (BD), porosity (Pt), mean weight diameter (MWD) and geometric mean diameter (GMD) of water stable aggregates were determined in surface layer (0-30 cm). Moreover, the same properties as well as total organic carbon (TOC), active carbon (AC), total nitrogen (TN), available phosphorus (P) and available potassium (K), basal (BR) and induced (IR) microbial respiration, and alkaline phosphatase enzyme activity (PE) were compared in surface (0-30 cm) and subsurface (30-60 cm) of different treatments. Filter cake application resulted in significant increase in TOC (4.1 folds), P (7.4 folds), BR (1.5 folds), IR (1.9 folds), PA (1.6 folds), MWD (2.8 folds) and GMD (1.2 folds), as well as a significant decrease in BD (0.84 folds) compared to the control. The interactions of treatments and soil depth were exclusively significant for AC and TN. Available K was highest in uncultivated field (157 mg kg^{-1}) with no significant disparity compared to filter cake treatment (135 mg kg^{-1}). Furthermore, no significant improvement was detected in soil total porosity with filter cake application. The results suggest that short-term application of sugarcane filter is beneficial for soil quality improvement.

Keywords: Organic amendment, Organic carbon, alkaline phosphatase enzyme activity

Molaie N., Mohsen Nael M., Sheklabadi M., Safari Sinegani A. A., Ghasemipor A. 2019. The Effect of Sugarcane Filter Cake on Selected Soil Quality Indicators in Haft Tape Region (Khuzestan). *Applied Soil Research*, 7(3):54-66.

1.Graduated M.Sc. Student of Soil Science, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran
2. Assistant Professor of Soil Science, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran
3. Associate Professor of Soil Science, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran
4. Professor of Soil Science, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Bu Ali Sina University, Hamadan, Iran
5. Ph.D. Student, Department of Mechanization, Faculty of Agriculture, Azad Shushtar University, khozestan , Iran
* Corresponding Author Email: moh_nael@yahoo.com