اثر روش، سرعت و عمق خاک‌ورزی بر خواص شیمیایی خاک در مزارع گندم در شهرستان آق‌قلا

آرمان جلالی[1*]، حسین نوید[2]، سینا خلیل وندی بهروزیار[1]

۱- دانشجوی دکتری، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تبریز

۲- عضو هئیت علمی گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه تبریز

* ایمیل نویسنده مسئول: a.jalali@tabrizu.ac.ir

چکیده

خاک‌ورزی از جمله عواملی است که تاثیر مهمی بر خصوصیات فیزیک و شیمیایی خاک داشته و می تواند به طور عمده ای آنها را تغییر دهد که این تغییرات نهایتاً در میزان عملکرد محصول خود را نشان خواهد داد. روش های مختلفی از دیرباز تا کنون برای خاک ورزی مورد استفاده قرار گرفته است. بدست آوردن اطلاعات کافی و منسجم در مورد روش های مختلف خاک ورزی و تاثیر آن در میزان عملکرد محصول با توجه به تنوع در آب و هوا و شرایط خاک بسیار مشکل می‌باشد. بنابراین طرحی به منظور ارزیابی بهترین روش خاک‌ورزی در مزارع گندم آق‌قلا در استان گلستان اجرا گردید. این طرح با استفاده از پنج سیستم خاک‌ورزی در مزرعه‌ای که در سال زراعی ۹۳-۹۲ زیر کشت پنبه بود، در قالب طرح آماری کرت‌های دو بار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات) بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار به اجرا گذاشته شد. فاکتور اصلی روش خاک‌ورزی شامل بی‌خاک‌ورزی (کشت مستقیم) کم‌خاکورزی (دو بار دیسک)، شخم با گاوآهن، شخم با گاواهن و دیسک و شخم با چیزل پیکر و فاکتور فرعی شامل عمق خاک‌ورزی در سه سطح و فاکتور فرعی فرعی شامل سرعت خاک‌ورزی در سه سطح بود. نتایج نشان داد که با افزایش شدت خاک ورزی میزان EC خاک کاهش و pH افزایش می یابد. کمترین میزان مواد آلی مربوط به روش بی خاک ورزی و کم خاک ورزی، گاوآهن و گاو آهن با دیسک است. با افزایش عمق، خاک‌ورزی میزان مواد آلی افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی، خواص شیمیایی، سرعت، عمق، گندم

مقدمه

تحقیقات در مورد خاک‌ورزی از قدیم به‌صورت علم تجربی بوده است. در نوع تجربیِ خاک‌ورزی، محدودیت‌ها در تعداد ادوات و سیستم‌های خاک‌ورزی، برای مقایسه در خاک‌ها و اثر آن‌ها روی رشد محصول، مشکل اساسی بوده است. در این مورد، داشتن اطلاعات کافی، می‌تواند در طول سال‌ها به دست آید که برای روش‌های مختلف خاک‌ورزی، این اطلاعات به‌طور منسجم مشکل به دست می‌آید. از این مشکلات می‌توان به تنوع در آب‌وهوا، شرایط خاک و تأثیر مختلف آن‌ها در رشد محصول اشاره نمود.

به‌این‌ترتیب انجام یک روش خاک‌ورزی در محل‌های مختلف ممکن است با نتایج مختلف همراه باشد که متأثر از الگوهای بارش، نوع خاک، رطوبت خاک، جرم مخصوص ظاهری و زهکشی خاک و سایر عوامل باشد (Srivastava *et al*, 2006).

خاک‌ورزی یکی از فاکتورهای مهمی است که در عملکرد محصول گندم و شرایط خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Khurshid *et al*, 2006). کاهش کربن آلی خاک و بدتر شدن سایر خواص زمانی که از خاک‌ورزی مرسوم استفاده می‌شود گزارش شده است. با زمان، خاک‌ورزی حفاظتی باعث بهبود کیفیت خاک مخصوصاً کربن الی خاک می‌شود (Sharma *et al*, 2013). در چهار سال اول آزمایشی که (Rhoton, 2000) انجام داده به این نتیجه رسیده که ۱۰ درصد مواد ارگانیکی خاک در استفاده از خاک‌ورزی مرسوم کاهش یافته است. (Mann, 1986) تغییرات ۱۶ تا ۷۷ درصدی کربن الی خاک را در اثر خاک‌ورزی گزارش نموده است. با افزایش شدت خاک‌ورزی میزان کربن آلی کاهش می‌یابد. خاک‌ورزی سبب تغییر در pH می‌شود که تفاوت در روش کشت مستقیم و خاک‌ورزی مرسوم زیاد است. کمترین مقدار pH در روش بی خاک‌ورزی گزارش شده است. (Rahman *et al*, 2008). (2000 So et al,) مشاهده کردند که خاک‌ورزی سبب افزایش در کاهش نیتروژن با شکسته شدن مواد آلی کربنی خاک می‌گردد که باعث افزایش عملکرد محصول در کوتاه مدت می‌شود اما در بلند مدت باعث کاهش مواد آلی خاک می‌گردد. نئوگشواندتنر[1] و همکاران (۲۰۱۴) گزارش کردند که خاک‌ورزی اثری بر pH و EC خاک ندارد (Kahlon, and Gurpreet, 2014).

با توجه به اهمیت خاک‌ورزی در عملیات کشاورزی طرحی به‌منظور ارزیابی بهترین روش خاک‌ورزی در مزارع گندم آق‌قلا استان گلستان اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در مزارع واقع در نزدیکی شهر انبار الوم از توابع استان گلستان در فاصله ۵۰ کیلومتری شمال گرگان و در ۲۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان آق‌قلا قرار گرفته و از نظر تقسیمات کشوری تابع شهرستان آق‌قلا است. این طرح با استفاده از پنج سیستم خاک‌ورزی در مزرعه‌ای که در سال زراعی ۹۳-۹۲ زیر کشت پنبه بود، در قالب طرح آماری کرت‌های دو بار خرد شده (اسپلیت اسپلیت پلات[2]) بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی، در سه تکرار به مرحله اجرا گذاشته شد. فاکتور اصلی سیستم خاک‌ورزی (پنج سیستم)، فاکتور فرعی عمق خاک‌ورزی (در سه سطح) و فاکتور فرعی فرعی سرعت خاک‌ورزی (در سه سطح) در نظر گرفته شدند و ویژگی‌های عملکرد مزرعه شامل وزن دانه و کاه (بیوماس، عملکرد بیولوژیکی)، عملکرد دانه اندازه‌گیری و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

[1] Neugschwandtner
[2] Split split Plot

مزرعه به ابعاد ۳ متر در ۵۰ متر کرت‌بندی شد که فاصله کرت‌ها با احتساب حاشیه کرت ۳ متر در نظر گرفته شد. ابتدا توسط گچ کشاورزی کرت‌ها خط‌کشی گردید و سپس فاصله بین کرت‌ها عملیات دیسک زنی انجام گرفت تا علف‌های هرز و بقایای کشت قبلی حذف شده و حاشیه معلوم و مرتب دیده شود.

در تاریخ ۱۵ آذر ماه ۱۳۹۳ عملیات خاک‌ورزی به ترتیب زیر انجام گرفت:

ردیف دوم: عملیات کم خاک‌ورزی توسط دیسک

ردیف‌های سوم تا هشتم: عملیات شخم توسط گاوآهن که ردیف‌های سوم تا پنجم دیسک زنی شدند و این ۶ ردیف به دو قسمت خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن و دیسک) و گاوآهن تقسیم شد.

ردیف نهم تا یازدهم: توسط خاک‌ورز مرکب چیزل پیکر که دارای تیغه‌های چیزل در جلو و یک غلتک نشان‌دار در عقب است، انجام گرفت.

۱- ردیف اول توسط دستگاه باورن، کشت مستقیم و بی خاک‌ورزی عملیات کشت بذر انجام گرفت.

۲- تمامی ردیف‌های دوم تا یازدهم توسط دستگاه خطی‌کار با سرعت و عمق کشت یکسان عملیات کشت انجام گرفت (جدول ۱).

جدول ۱- مشخصات تیمارها و ادوات خاک‌ورزی

روش خاک‌ورزی	ادوات	تراکتور	عمق خاک‌ورزی (cm)	سرعت خاک‌ورزی (km)	عرض کاری (متر)
بی خاک‌ورزی	بالدان	MF399	عمق کشت ۴ سانتی‌متر	۷	۳
کم خاک‌ورزی	دیسک (۲۸ پره‌ای دوطرفه)	MF285	۹	۱۰	۳
گاوآهن و دیسک	گاوآهن برگردان‌دار ۷ خیشه + دیسک	Diamond 265 MF285	۲۰ ۲۵ ۳۰	۵ ۷ ۹	۴
گاوآهن	گاوآهن برگردان‌دار ۷ خیشه	Diamond 265	۲۰ ۲۵ ۳۰	۵ ۷ ۹	۴
خاک‌ورز حفاظتی	چیزل غلتک‌دار	MF399	۱۵ ۲۰ ۲۵	۸ ۱۰ ۱۲	۳
کارنده	نیوماتیکی (Vogelnool) ۲۴ ردیفه	Same laser I50	۴	سرعت کشت ۷	۳

ردیف‌های سوم تا هشتم: عملیات شخم توسط گاوآهن که ردیف‌های سوم تا پنجم دیسک زنی شدند و این ۶ ردیف به دو قسمت خاک‌ورزی مرسوم (گاوآهن و دیسک) و گاوآهن تقسیم شد.

ردیف نهم تا یازدهم: توسط خاک‌ورز مرکب چیزل پیکر که دارای تیغه‌های چیزل در جلو و یک غلتک نشان‌دار در عقب است، انجام گرفت.

۱- ردیف اول توسط دستگاه باورن، کشت مستقیم و بی خاک‌ورزی عملیات کشت بذر انجام گرفت.

۲- تمامی ردیف‌های دوم تا یازدهم توسط دستگاه خطی‌کار با سرعت و عمق کشت یکسان عملیات کشت انجام گرفت (جدول ۱).

اسیدیته خاک بر اساس استاندارد شماره ۷۸۳۴ و کد روش C1pH اندازه‌گیری شد. ابتدا حدود ۵۰ گرم خاک برداشته و گل اشباع تهیه شد پس از تهیه گل اشباع آن را حدود ۱۰–۵ دقیقه به حال خود رها کرده، سپس با قرار دادن الکترود pH متر، در گل اشباع pH را تعیین شد. از عصاره یک به پنج برای اندازه‌گیری استفاده شد. ۵۰ گرم خاک مورد آزمایش وزن و بر روی آن ۲۵۰ سی‌سی آب مقطر اضافه شد. به مدت نیم ساعت مخلوط توسط به هم زن الکتریکی به هم زده و مخلوط حاصل داخل قیف شیشه‌ای (که درون آن کاغذ صافی قرار داده شد) ریخته و ر روی ارلن قرار داده شد تا به‌تدریج محلول صاف که حاوی عصاره خاک است جمع‌آوری شود (یدالله‌پور و همکاران، ۱۳۹۱).

شوری خاک بر اساس استاندارد موسسه استاندارد ایران شماره ۶۸۳۱ و کد روش C2EC-P اندازه‌گیری شد. ابتدا مقدار ۱۰۰ گرم خاک را وزن کرده و داخل بوته چینی ریخته و سپس گل اشباع تهیه شد که سپس بعد از ۲۴ ساعت توسط قیف بوخنر عصاره خاک را جدا کرده و سپس زیر الکترود دستگاه EC سنج که قبلاً کالیبره شده است قرار داده و میزان EC را قرائت شد.

مواد آلی خاک بر اساس استاندارد موسسه استاندارد ایران شماره ۱۰۸۱۳ به روش افت حرارتی و کد روش C2EC-P اندازه‌گیری شد. مواد الی خاک بر اساس استاندارد مووسه استاندارد ایران کد ASTM-D 2974 در دمای ۴۴۰ درجه در آون به مدت ۲ ساعت گذاشته شده و سپس از رابطه (۱) محاسبه شده است.

$$OC - \frac{M_D - M_A}{M_D} \times 100 \qquad (۱)$$

که در آن

وزن خشک خاک قبل از آون M_D

وزن خاک بعد از آون M_A

داده‌ها پس از جمع‌آوری و کنترل، از لحاظ داشتن توزیع نرمال و یکنواختی واریانس بررسی شدند و در صورت لزوم تبدیل داده مناسب انجام گرفت. مقایسه میانگین داده‌ها با روش دانکن در سطح احتمال پنج درصد ($P \leq ۰/۰۵$) انجام گرفت. تجزیه واریانس ساده داده‌ها، تجزیه واریانس مرکب و رسم نمودارها به ترتیب با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS 23.0 و Excel انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر روش خاک‌ورزی (T)، سرعت خاک‌ورزی (S) و عمق خاک‌ورزی (D) بر خواص شیمیایی pH و EC خاک در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس مربوط به اثر روش خاک‌ورزی (T)، سرعت خاک‌ورزی (S) و عمق خاک‌ورزی (D) بر میزان خواص شیمیایی خاک را نشان می‌دهد.

تیمارها	درجه آزادی	خواص شیمیایی		
		pH	EC	مواد آلی خاک
تکرار	۲	۰/۸۵۷	۳/۳۷۴	۰/۰۰۱^{ns}
روش خاکورزی (T)	۳	**۷/۹۵۴	**۱۶۳/۴۵۵	۰/۰۸۸**
خطای اصلی	۶	۰/۹۲۸	۲/۲۵	۰/۰۵۱**
عمق (D)	۲	*۰/۴	^{ns}۰/۲۲۶	۰/۰۳۱**
T × D	۶	^{ns}۰/۵۵۶	^{ns}۰/۳۴۲	۰/۰۱۶**
خطای عامل فرعی	۱۶	۱/۰۶۱	۱/۶۵۲	۰/۰۰۴^{ns}
سرعت (S)	۲	^{ns}۰/۲۶۲	^{ns}۰/۴۰۶	۰/۰۰۹^{ns}
T × S	۶	*۰/۶۹۶	^{ns}۰/۸۳۵	۰/۰۰۴^{ns}
S × D	۴	^{ns}۰/۰۳۸	^{ns}۰/۱۲۹	۰/۰۱۴*
T × S × D	۱۲	^{ns}۱/۰۰۳	^{ns}۱/۰۵۸	۰/۰۱۳**
خطای فرعی فرعی	۴۸	۲/۱۹۳	۳/۵۲۸	۰/۰۰۵

**، * و ns به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد، پنج درصد و غیر معنی‌دار می‌باشند.

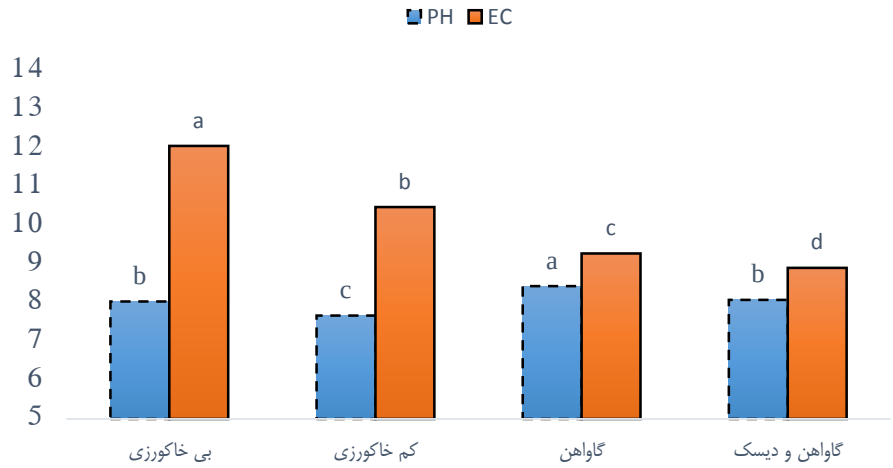
با توجه به نتایج، در pH خاک، اثر روش خاک‌ورزی، در سطح احتمال یک درصد، اثر عمق خاک‌ورزی و اثر متقابل روش در سرعت خاک‌ورزی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شدند. اثر متقابل روش در عمق خاک‌ورزی، اثر سرعت خاک‌ورزی، اثر متقابل سرعت در عمق خاک‌ورزی و اثر متقابل سه‌گانه روش در عمق در سرعت خاک‌ورزی غیر معنی‌دار شدند. در EC خاک، اثر روش خاک‌ورزی، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند. اثر عمق خاک‌ورزی و اثر متقابل روش در عمق خاک‌ورزی، اثر سرعت خاک‌ورزی، اثر متقابل روش در سرعت خاک‌ورزی، اثر متقابل سرعت در عمق خاک‌ورزی و اثر متقابل سه‌گانه روش در عمق در سرعت خاک‌ورزی غیر معنی‌دار شدند.

در میزان مواد آلی، اثر روش خاک‌ورزی، اثر متقابل عمق در روش خاک‌ورزی و اثر متقابل سه‌گانه در سطح احتمال یک درصد، و اثر عمق خاک‌ورزی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد. اثر سرعت خاک‌ورزی، اثرات متقابل سرعت در روش خاک‌ورزی و عمق در سرعت خاک‌ورزی معنی‌دار نشدند.

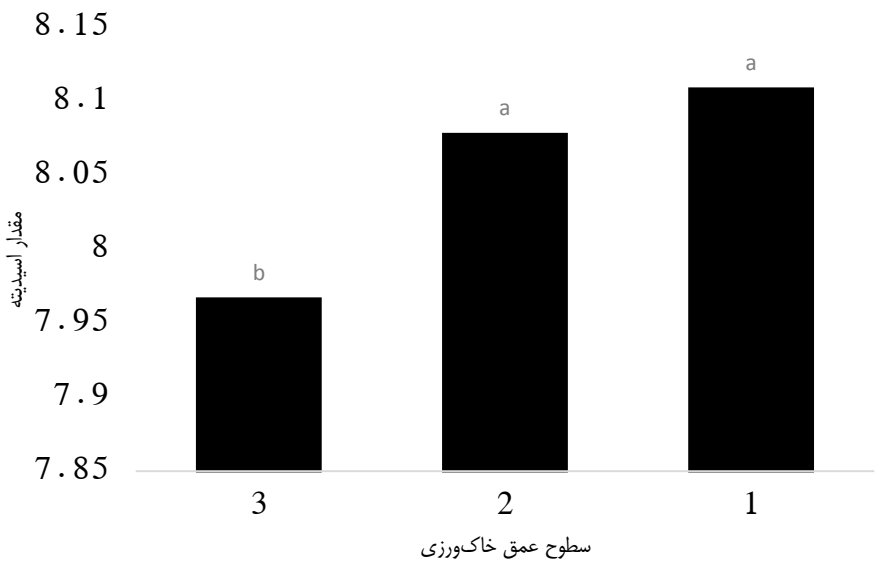
شکل ۱ اثر روش خاک‌ورزی در pH و EC خاک را نشان داده است. با توجه به شکل با افزایش شدت خاک‌ورزی میزان EC خاک کاهش و با pH خاک افزایش می‌یابد. Kahlon and Gurpreet(2014) گزارش عدم تأثیر روش خاک‌ورزی را روی EC و pH گزارش دادند که با نتایج این آزمایش یکسان نیست و ممکن است به این دلیل باشد که آن‌ها فقط اثر روش را بررسی نموده و عمق خاک‌ورزی را تغییر نداده‌اند. ولی مطابق گزارش‌هایRahman and Bala (2010) در روش بی خاک‌ورزی مقدار pH کمتر از سایر روش‌ها است؛ و با افزایش pH میزان EC خاک کاهش می‌یابد. اعمال خاک‌ورزی حداقل و متوسط به ترتیب افزایش

۳۲ و ۲۰ درصدی هدایت الکتریکی خاک را در مقایسه با خاک‌ورزی رایج موجب شده است (شباهنگ و کوچکی، ۱۳۹۵).

با توجه به شکل ۲ با افزایش عمق خاک‌ورزی میزان pH خاک کاهش می‌یابد. ورامش و همکاران (Varamesh *et al*., 2010) نیز گزارش نمودند که با افزایش عمق خاک، بدلیل تجمع برخی عناصر در لایه‌های عمقی میزان اسیدیته خاک کاهش یافت. با افزایش عمق خاک احتمالاً به دلیل تجمع برخی املاح و حرکت عناصر بویژه عناصر متحرک از لایه‌های سطحی به عمقی تحت تأثیر آبیاری و بارندگی، اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک کاهش یافته است.

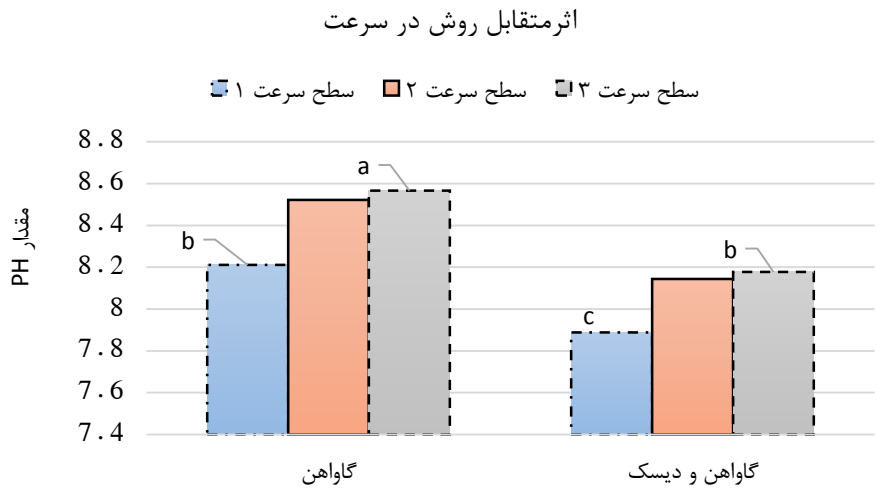


شکل ۱- اثر روش خاک‌ورزی بر pH و EC خاک



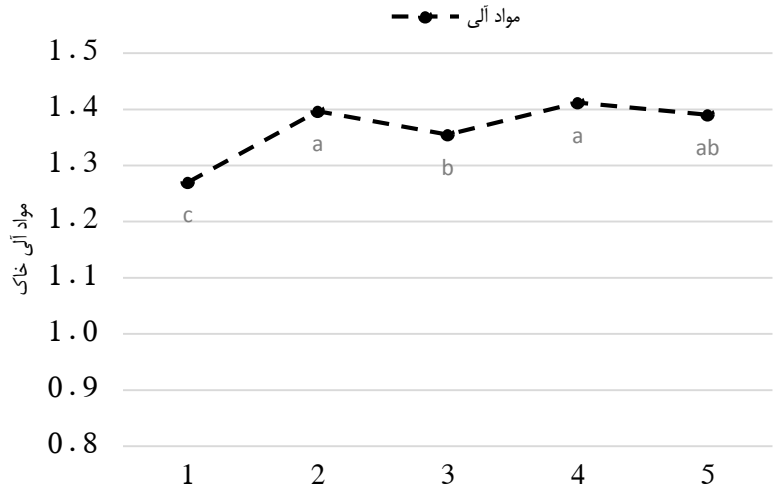
شکل ۲- اثر عمق خاک‌ورزی بر pH خاک

شکل ۳ اثر متقابل روش در سرعت خاک‌ورزی در میزان pH خاک را نشان می‌دهد. با توجه به شکل اثر متقابل از نوع تغییر در مقدار است. در روش خاک‌ورزی گاوآهن و گاوآهن با دیسک سطح ۱ سرعت خاک‌ورزی دارای کمترین میزان pH خاک و سطح ۳ سرعت خاک‌ورزی بیشترین میزان pH است. با توجه به این‌که خاک زیرین دارای pH کمتری نسبت به سطح خاک است لذا با افزایش عمق خاک‌ورزی خاک زیرین به سطح زمین می‌آید و در نتیجه در ترکیب با خاک سطحی میزان pH سطح خاک کاهش می‌یابد.



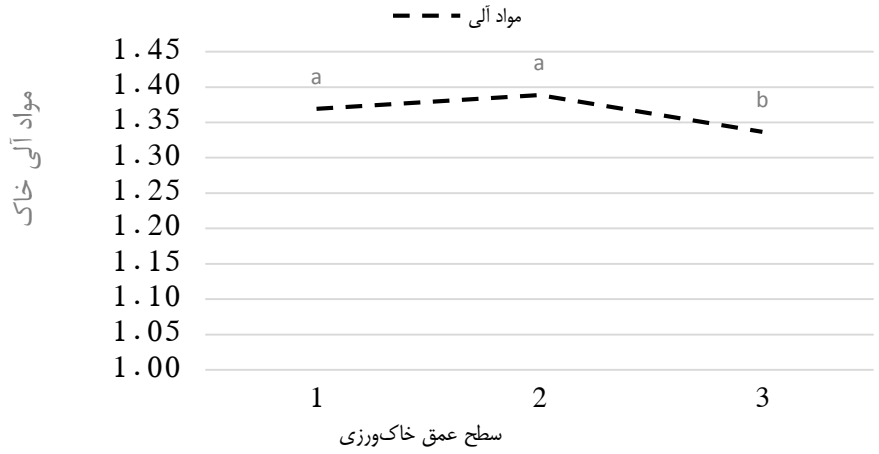
شکل ۳- اثر متقابل روش در سرعت خاک‌ورزی بر pH خاک

شکل ۳ اثر روش خاک‌ورزی در مواد آلی خاک را نشان می‌دهد. مطابق این شکل، کمترین میزان مواد آلی خاک مربوط به روش بی خاک‌ورزی و روش‌های کم خاک‌ورزی، گاوآهن و گاوآهن با دیسک است. این نتایج با یافته‌های چگنی و همکاران (۱۳۹۳)، (Celik, 2011) و (Romaneckas *et* al, 2009) مطابقت دارد.

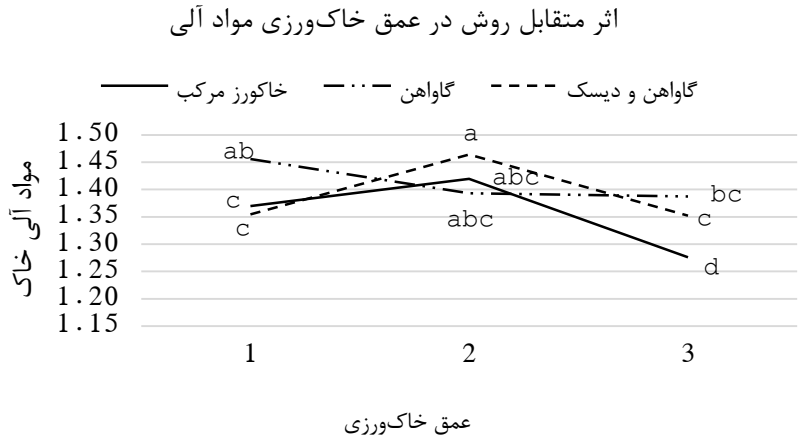


شکل ٤- اثر روش خاک‌ورزی بر مواد آلی خاک

با افزایش عمق خاک‌ورزی میزان مواد آلی افزایش یافته است. یکی از دلایل این افزایش، مخلوط شدن خاک سطحی با خاک زیرین است، بدین معنی که خاک زیرین که دارای مواد آلی بیشتر نسبت به سطح خاک است در اختلاط با خاک سطحی باعث افزایش میزان مواد آلی سطحی شده است ولی بعد از یک عمق مجدداً این مواد آلی کاهش می‌یابد که در عمق خاک‌ورزی زیاد با ترکیب شدن خاک زیرین با سطحی باعث کاهش مواد آلی سطحی شده است. بر اساس نتایج، افزایش جرم مخصوص ظاهری با افزایش عمق خاک‌ورزی مشاهده شد (شکل ۵). به نظر می‌رسد که کاهش معنی‌دار درصد کربن و ماده آلی خاک در لایه‌های عمیق‌تر نیمرخ خاک تحت تأثیر تجمع کمتر ترکیبات آلی در لایه‌های عمقی خاک می‌باشد.

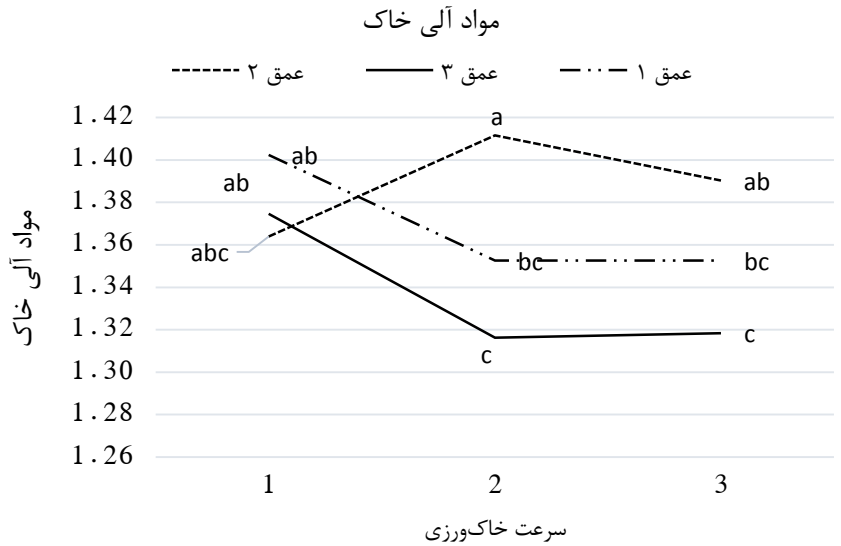


شکل ٥- اثر عمق خاک‌ورزی بر مواد آلی خاک.



شکل ٦ - اثر روش متقابل روش در عمق خاک‌ورزی بر مواد آلی خاک.

این اثر متقابل از نوع تغییر در ترکیب است. مطابق شکل ۶ کمترین میزان مواد آلی خاک مربوط به خاک‌ورزی مرکب در سطح عمق ۳ و بیشتری مقدار مربوط به سطح ۲ عمق در روش گاوآهن و دیسک است.



شکل ۷- اثر متقابل سرعت در عمق خاک‌ورزی بر مواد الی خاک.

شکل ۷ اثر متقابل سرعت در عمق خاک‌ورزی مواد آلی را نشان می‌دهد. این اثر متقابل از نوع تغییر در ترتیب است. مطابق شکل ۷، بیشترین میزان مواد آلی در سطح سرعت ۲ و عمق ۲ و کمترین مقدار مربوط به سطح ۲ سرعت و عمق ۳ خاک‌ورزی است.

جدول ۳ اثر متقابل سه‌گانه روش در سرعت در عمق خاک‌ورزی را بر مواد آلی خاک نشان می‌دهد. این اثر متقابل از نوع تغییر در ترتیب است. نتایج برخی بررسی‌ها (Deen and Kataki, 2003) نیز مؤید کاهش محتوی کربن آلی و ماده آلی خاک تحت تأثیر افزایش عمق نیمرخ خاک می‌باشد. رایس (Rice, 2000) با بررسی تأثیر افزایش عمق خاک بر محتوی کربن آلی و ماده آلی خاک، اعلام داشت که رابطه بین این دو فاکتور منفی می‌باشد.

با توجه به نتایج سایر مطالعات، چنین به نظر می‌رسد که عملیات خاک‌ورزی رایج با تجزیه سریع‌تر ماده آلی تحت تأثیر بر هم زدن و زیر و رو کردن خاک باعث کاهش درصد کربن آلی و ماده آلی خاک شده است. از طرف دیگر، به نظر می‌رسد که دستکاری کمتر خاک از طریق بکارگیری سیستم‌های شخم حداقل می‌تواند بواسطه تجزیه تدریجی و آهسته‌تر مواد، سبب افزایش درصد کربن آلی و ماده آلی خاک گردد (Deen & Kataki, 2003). لذا با توجه به پایین بودن محتوی کربن آلی و ماده آلی در خاک‌های بوم‌نظام-های زراعی کشور، چنین به نظر می‌رسد که می‌توان از نظام‌های خاک‌ورزی حداقل و کاهش یافته به عنوان راهکاری اکولوژیک برای بهبود ماده آلی خاک بهره جست.

جدول ۳- مقایسات میانگین اثر سه‌گانه مربوط به روش خاک‌ورزی (T)، سرعت خاک‌ورزی (S) و عمق خاک‌ورزی (D) بر میزان مواد آلی خاک را نشان می‌دهد

روش	گاوآهن و دیسک								
سرعت	۵			۷			۹		
عمق	۲۰	۲۵	۳۰	۲۰	۲۵	۳۰	۲۰	۲۵	۳۰
مواد آلی	۱/۵۲۱۷ ab	۱/۳۸۵ bcdefgh	۱/۴۱۸۳ bcde	۱/۲۸ fghij	۱/۵۷۱۷ a	۱/۲۵۵ hij	۱/۲۶۱۷ ghij	۱/۴۳۵ bcde	۱/۳۸۳۳ bcdefgh

روش	گاوآهن								
سرعت	۵			۷			۹		
عمق	۲۰	۲۵	۳۰	۲۰	۲۵	۳۰	۲۰	۲۵	۳۰
مواد آلی	۱/۴۵ abcde	۱/۳۹۸۳ bcdefg	۱/۴۳۳۳ bcde	۱/۵۰۱۷ abc	۱/۳۶۵ cdefghi	۱/۴۱۵ bcdef	۱/۴۱۵ bcdef	۱/۴۱۶۷ bcdef	۱/۳۱۳۳ efghij

روش	خاک‌ورزی حفاظتی								
سرعت	۸			۱۰			۱۲		
عمق	۱۵	۲۰	۲۵	۱۵	۲۰	۲۵	۱۵	۲۰	۲۵
مواد آلی	۱/۳۷۳۳ cdefghi	۱/۳۷ cdefghi	۱/۳۵۵ defghij	۱/۳۱۵ efghij	۱/۴۵۵ abcd	۱/۲۴۵ ij	1.42 bcde	1.4333 bcde	1.2283 j

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این تحقیق، عملیات خاک‌ورزی محتوی کربن آلی و ماده آلی و سایر خصوصیات شیمیایی خاک را به طور معنی-داری تحت تأثیر قرار داد. به طوری‌که افزایش شدت عملیات خاک‌ورزی با بر هم زدن خاک، کاهش محتوی کربن آلی، ماده آلی، هدایت الکتریکی و افزایش محتوی اسدیته را موجب شد. با افزایش عمق خاک‌ورزی محتوی کربن آلی و ماده آلی دسترس کاهش

و اسیدیته و هدایت الکتریکی خاک بهبود یافت. بدین ترتیب، با توجه به تأثیر بسزای خاک‌ورزی بر کاهش محتوی کربن آلی خاک و با توجه به پایین بودن محتوی کربن آلی خاک‌های بوم‌نظام‌های زراعی کشور می‌توان از خاک‌ورزی‌های کاهش یافته و حفاظتی برای دستیابی به ثبات تولید بهره جست.

منابع

بی‌نام، موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی، شماره استانداردهای ۶۸۳۱، خاک، تعیین هدایت الکتریکی ویژه.

بی‌نام، موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی، شماره استانداردهای ۷۸۳۴، خاک، تعیین pH.

بی‌نام، موسسه استاندارد تحقیقات صنعتی، شماره استانداردهای ۱۰۸۱۳، تعیین مواد آلی به روش افت حرارتی.

چگنی، م. انصاری دوست، ش. اسکندری، ح. ۱۳۹۳، تأثیر نوع شخم و مدیریت بقایای گیاهی بر برخی خواص فیزیکی خاک در راستای نیل به کشاورزی پایدار، دانش کشاورزی و تولید پایدار، ۲۴ (۲) – ۴۰-۳۱.

شباهنگ، ج. کوچکی، ع. ۱۳۹۵. اثر عملیات خاک‌ورزی بر ویژگی های فیزیکی و شیمیایی نیمرخ خاک تحت تأثیر کاشت سه گونه زراعی. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۸ (۴)

یدالله‌پور، ع.، بهبودی، ف.، گازادی، ن.، هاشمزاده، ح. ۱۳۹۱. آب‌وخاک، ویرایش دوم.

Celik, I. 2011. Effects of tillage methods on penetration resistance, bulk density and saturated hydraulic conductivity in clayey soil condition, journal of agricultural science 17, 143-156.

Deen, W., and Kataki, P.K. 2003. Carbon sequestration in a long-term conventional versus conservation tillage experiment. Soil and Tillage Research 74: 143–150.

Kahlon, M. S. Gurpreet, S. 2014. Effect of tillage practices on soil physic-chemical characteristics and wheat straw yield. International journal of agricultural science. 4(10). 289-293.

Khurshid, K. Iqbal,M. Arif, M. S.and Nawaz, A.2006 “Effectof tillage and mulch on soil physical properties and growth of maize,” International Journal of Agriculture and Biology, vol. 8, pp. 593–596,

Mann L. K. 1986“Changes in soil carbon storage after cultivation,” Soil Science, vol. 142, pp. 279–288,

Plaza, C. Courtier-Murias, D. Fern´andez, J. M. Polo, A.and Simpson, A. J. 2013 “Physical, chemical, and biochemical mechanisms of soil organic matter stabilization

under conservation tillage systems: a central role for microbes and microbial by-products in C sequestration," Soil Biology and Biochemistry, vol. 57, pp. 124–134.

Rahman MM, Bala BK. 2010. Modelling of jute production using artificial neural networks. Biosystems Engineering. 105(3):350-6.

Rhoton, F. E. 2000. "Influence of time on soil response to no-till practices," Soil Science Society of America journal, vol. 64, no. 2, pp. 700–709.

Rice, C.W. 2000. Soil organic C and N in rangeland soils under elevation CO2 and land management. Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements and Monitoring Conference in Raleigh, North Carolina, October 3-5, p. 15-24.

Romaneckas, k. sarauskis, E. romaneckiene, R. pilipavicius, v. sakalauskas, A. 2009. the effect of conservation primary and zero tillage on soil bulk density water content, suger beet growth and weed infestation. Agronomy research 7(1)73-86.

Sharma, K. L. Grace, J. K. Milakh R.2013. "Improvement and assessment of soil quality under long-term conservation agricultural practices in hot, arid tropical aridisol," Communications in Soil Science and Plant Analysis, vol. 44, no. 6, pp. 1033–1055.

So, HB. Dalai, R. Chan, YK. Menzies, NM. Freebairn D (2000). Proc of the Xth International Soil Conservation Conference, Purdue University, Indiana.

Srivastava, A. K. Goering, C. E. Rohrbach, R. P. and Buckmaster, D. R. (2006). Engineering Principles of Agricultural Machines (2 ed). (P. McCann, Ed.) American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Varamesh, S., Hosseini, S.M., Abdi, N., and Akbarinia, M. 2010. Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. Iranian Journal of Forest 2(1): 25-35. (In Persian with English Summary)