تأثیر دو روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم روی خصوصیات شیمیایی خاک در استان خوزستان

میلاد بی ریا[۱]، عبدالامیر معزی[۲]، کورش اندکایی زاده*[۳]، حسن ذکی دیزجی[۴]
۱. دانشجوی دکتری خاکشناسی، گروه علوم و مهندسی خاکشناسی دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین(milad.biria1990@gmail.com)
۲. دانشیار گروه علوم و مهندسی خاکشناسی دانشگاه شهید چمران اهواز(moezzi151@scu.ac.ir)
۳. دانشجوی دکتری مکانیزاسیون انرژی، گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه شهید چمران اهواز (andekaikorosh1991@gmail.com)
۴. استادیار گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه شهید چمران اهواز (h.zaki@scu.ac.ir)

چکیده

خاک‌ورزی از جمله عملیاتی است که در کشاورزی با جابجایی خاک باعث تغییر در خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک می‌شود. از آنجایی که خصوصیات شیمیایی خاک نشان دهنده عناصر غذایی موجود در خاک برای رشد گیاه است به همین دلیل توجه به روش‌های خاک‌ورزی بکار گرفته شده در کشت محصول ضرورت پیدا می کند. در این تحقیق با استفاده از روش مدیریتی مجموع ساده وزنی شده (SAW[1]) مقایسه بین دو سامانه خاک‌ورزی (خاک ورزی مرسوم (CT^2) و بی خاک‌ورزی (NT^3)) در عمق‌های مختلف (۳۰-۱۵ و ۱۵-۱۰، ۵-۰ سانتی‌متر) در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در دانشگاه شهید چمران اهواز در سال ۱۳۹۷ انجام شد. صفات اندازه‌گیری شده شامل اسیدیته (pH) (اسیدیته خصوصیت شیمیایی خاک است زیرا میزان اسیدی و بازی بودن خاک را نشان می دهد)، ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب سانتی‌مول بر کیلوگرم ($cmol.kg^{-1}$)، درصد اشباع بازی (%)، کربن آلی خاک بر حسب گرم بر کیلوگرم ($g.kg^{-1}$) و عناصر غذایی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم و فسفر) بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم ($mg.kg^{-1}$) بود. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که عامل نوع خاک ورزی و عمق شخم بر روی همه ی صفات شیمیایی خاک تاثیر معنی داری در سطح ۱ درصد دارد. ولی نوع خاک‌ورزی بر اسیدیته خاک دارای تأثیر معنی‌داری نبود. نتایج حاصل از روش مجموع ساده وزنی نشان داد که در عمق‌های مختلف روش بی خاک‌ورزی بهتر از روش خاک‌ورزی مرسوم، خصوصیات شیمیایی خاک را حفظ کرد، چون دارای ضریب ترکیبی بالایی نسبت به روش خاک‌ورزی مرسوم بود. ولی روش خاک‌ورزی مرسوم در عمق ۱۵-۱۰ سانتی متر نسبت به روش بی خاک‌ورزی ضریب ترکیبی بالایی داشت. که نشان‌دهنده تأثیر بهتر آن در این عمق می‌باشد. که این نتایج، بیانگر تأثیر معنی‌دار عمق بر کاربرد روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خصوصیات خاک می‌باشد.

کلمات کلیدی:
خاک ورزی، ارزیابی، خصوصیات شیمیایی، مجموع ساده وزنی شده

***کورش اندکایی زاده**

[1] SAW (Simple Additive weighting)
[2] Conventional Tillage
[3] No Tillage

تأثیر دو روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم روی خصوصیات شیمیایی خاک در استان خوزستان

مقدمه

خاک از منابع مهم و اساسی است که نقش بسیار مهمّی را در تأمین احتیاجات و نیازهای اوّلیّه ایفا می‌کند، از این‌رو بهره‌وری پایدار از خاک به عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان منابع طبیعی که نقش ویژه‌یی در تولید موادّ غذایی، موادّ خام مورد نیاز صنایع کشاورزی و حفظ شرایط زیست‌محیطی جهان دارد، حساب می‌شود. خاک‌ورزی از جمله عواملی است که تأثیر مهمّی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک داشته و می‌تواند به طور عمده‌یی آنها را تغییر دهد. که این تغییرات نهایتاً در میزان عملکرد محصول خود را نشان دهد. روش‌های مختلفی از دیرباز تا کنون برای خاک‌ورزی مورد استفاده قرار گرفته است. بدست‌آوردن اطّلاعات کافی و منسجم در مورد روش‌های مختلف خاک‌ورزی و تأثیر آن در میزان عملکرد محصول با توجّه به تنوّع در آب و هوا و شرایط خاک بسیار مشکل می‌باشد. خاک‌ورزی با هدف ایجاد محیطی مناسب برای جوانه‌زنی بذر، رشد ریشه، کنترل علف‌های هرز، نرم کردن و تثبیت خاک انجام می‌شود (Namdari et al., 2011) **ولی مهمترین هدف بکارگیری سیستم های خاک‌ورزی بهبود کیفیت خاک و کاهش خطر خشکی و آب ماندگی است** (Soane et al., 2012). **روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت مواد غذایی خصوصیات شیمایی خاک زمین‌های کشاورزی را بصورت طولانی مدت تحت تاثیر قرار می‌دهد** (Tarkalson et al., 2006). **به همین دلیل ارزیابی روش‌های خاک‌ورزی در بخش کشاورزی مورد توجه قرار گرفته است. روشهای مختلف خاک‌ورزی می‌توانند از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی** (Cassel el., 1995؛ Dao., 1996؛ Gantzer and Black., 1978) **و شیمیایی خاک** (٦، ١٦) **بر استقرار گیاه** (Casselet al., 1995؛ Dao., 1996)، **رشد ریشه** (Cassel el al., 1995؛ Nesmith et al., 1987) **و اندامهای هوایی و در نهایت عملکرد تأثیر گذارند** (Lal., 1995). **تحقیقات در مورد خاک-ورزی از قدیم بصورت علم تجربی بوده است. در نوع تجربی خاک‌ورزی، محدودیت‌ها در تعداد ادوات و سیستم‌های خاک‌ورزی، برای مقایسه در خاک‌ها و اثر آن‌ها بر روی رشد محصول، مشکل اساسی بوده است. در این مورد، داشتن اطّلاعات کافی، می‌تواند در طول سال‌ها بدست آِد. که برای روش‌های مختلف خاک‌ورزی، این اطّلاعات به‌طور منسجم مشکل بدست می‌آید. از این مشکلات، می‌توان به تنوّع در آب و هوا، شرایط خاک و تأثیر محتلف آن‌ها در رشد محصول اشاره نمود. به این ترتیب 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 مهمّی است که عملکرد محصول و کیفیت خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد** (Khurshid et al., 2006). **کاهش کربن آلی و بدتر شدن سایر خواص زمانی که از خاک‌ورزی مرسوم استفاده می‌شود گزارش شده است. با زمان، خاک‌ورزی حفاظتی باعث بهبود کیفیت خاک بخصوص کربن آلی و میزان عناصر غذایی خاک می‌شود** (Sharma et al., 2013). **در چهار سال اوّل پژوهشی که توسط** (Rhoton, 2000) **انجام شد، این پژوهشگر به این نتیجه رسید که ۱۰ درصد موادّ ارگانیکی خاک در استفاده از خاک‌ورزی مرسوم کاهش یافته است** (Mann, 1986). **تغییرات ١٦ تا ۷۷ درصدی کربن آلی خاک را در اثر خاک-ورزی گزارش نموده است. خاک‌ورزی سبب تغییر pH می‌شود. که تفاوت در روش کشت مستقیم و خاک‌ورزی**

مرسوم زیاد است. کمترین مقدار pH در روش بی‌خاک‌ورزی گزارش شده است (Rahman et al., 2008). گزارش نمودند که خاک‌ورزی تأثیری بر pH و EC خاک ندارد. (So et al., 2000) در مطالعه‌یی مشاهده کردند که خاک‌ورزی سبب افزایش در کاهش نیتروژن با شکسته‌شدن موادّ آلی کربنی خاک می‌گردد که باعث افزایش عملکرد محصول کربنی خاک می‌گردد؛ که باعث افزایش عملکرد محصول در کوتاه‌مدّت می‌شود. امّا در بلندمدّت موجب کاهش موادّ آلی خاک می‌گردد. مطالعات به‌عمل آمده (Dao., 1996؛ Ganterz and Black., 1978؛ Nesmith et al., 1987؛ SharraIt., 1996) نشان داده است که جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ در خاک، تحت روشهای کاهش و بدون خاک‌ورزی، نسبت به خاکهایی که در آنها خاک‌ورزی متداول انجام شده است، بیشتر است. این اختلافات در تراکم خاک معمولاً تا عمق ۳۰ سانتی‌متری ظاهر می‌شود. به علاوه، تفاوت بین روشهای خاک‌ورزی، به دلیل اختلاف بین میزان نفوذ ریشه‌ها، با گذشت زمان افزایش می‌یابد (۱۲). تراکم خاک در شرایط عدم خاک‌ورزی، ممکن است باعث کاهش انتشار اکسیژن در فضاهای محدود خاک گشته و از طریق اختلال در تنفس ریشه‌ها و افزایش فعّالیّت ریزجانداران دنیتروژناز رشد گیاه را کاهش دهد (Ganterz and Black., 1978؛ Sanford., 1984؛ SharraIT., 1996). در روشهای خاک‌ورزی کاهش‌یافته نسبت به خاک‌ورزی متداول، غیریکنواختی در عمق کاشت بذر زیاد است؛ زیرا زیادی بقایا و نیز بالابودن جرم مخصوص ظاهری خاک موجب محدودشدن نفوذ واحدهای بذرکار به داخل خاک می‌گردد (Izaurralde., 1986). حاج عباسی و همکاران (۱۳۷۸) با بررسی تأثیر دو روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم بر ویژگی‌های فیزیکی یک خاک رسی سیلتی طیّ دو سال در اصفهان، نشان دادند که بی‌خاک‌ورزی باعث افزایش مادّه‌ی آلی خاک تا دو برابر نسبت به روش مرسوم شد. و چگالی ظاهری خاک تحت هر دو روش یکسان بود.پژوهشگرانی، با بررسی سه روش خاک‌ورزی (بدون خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم) و تیمار بقایا (با بقایا و بدون بقایای ذرّت) گزارش نمودند که جرم مخصوص ظاهری خاک به ویژه در عمق ۰ تا ۱۰ سانتی‌متر در روش بدون خاک‌ورزی ۱۰ درصد بیشتر از خاک‌ورزی مرسوم بود (Dom et al., 2004). دوپرز و همکاران در مطالعه‌یی در سال ۲۰۰۳ گزارش دادند که میزان فسفر، پتاسیم و کلسیم در مزارعی که از آتش برای سوزاندن بقایای گیاهی استفاده می‌شود به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. این موضوع سبب افزایش معنی‌دار واکنش خاک (pH) می‌گردد. میانگین چهارساله‌ی آزمایشات ادیکو و همکاران (۲۰۰۹) نشان داد که وجود بقایای گیاهی گندمیان در تناوب با ذرّت همراه با کاربرد معمول کود، سبب افزایش فسفر قایل دسترس و پتاسیم قابل دسترس و بهبود درصد اشباع بازی خاک گردید. همچنین بیشترین عملکرد بیولوژیک و دانه در این تیمار به ترتیب ۱۱ و ۳ تن در هکتار بدست آمد. در حالیکه کمترین مقادیر صفات فوق، ۵ و ۱ تن در هکتار در تیمار بدون بقایا مشاهده شد. نتایج مطالعات محققین دیگری نیز نشان‌دهنده اثر افزیشی و معنی‌دار تیمارهای حفظ بقایا بر عملکرد گیاهان زراعی است (Fischer et al., 2002). هدف از انجام این تحقیق ارائه روش مدیریتی مجموع ساده وزنی شده برای ارزیابی روش‌های خاک‌ورزی با توجه به معیار های اندازه گیری شده (خصوصیات شیمیایی خاک) است. روش مدیریتی مجموع ساده وزنی شده بیان می کند که کدام سیستم (در کشاورزی منظور از سیستم نوع تراکتور، نوع ادوات، روش های خاک ورزی، کاشت و برداشت و .... می‌باشد) عملکرد بهتری داشته است. اثر استفاده از یک روش خاک‌ورزی خاص بر خصوصیات خاک بستگی به موقعیت منطقه (خاک، آب و هوا) و تعداد سالهایی که اجرای نظام خاک‌ورزی گذشته است، دارد (Rhoton, 2000). خاک‌ورزی های متداول ممکن است ساختمان خاک را تخریب کند و خطر هرزآب را افزایش دهد، همچنین بر مقاومت مکانیکی خاک، پیوستگی خلل و فرج درشت و عمق توزیع ریشه اثر می‌گذارد (Shipitalo et al., 2000). نظام های خاک‌ورزی بر

خصوصیات خاک مانند مقاومت مکانیکی خاک، رطوبت، خاکدانه، و دما اثر دارد که می‌تواند رشد ریشه را تحت تاثیر قرار دهد (Hosseini et al., 2015). **تارکالسون[4] و همکاران (۲۰۰۶) تحقیقی بر روی مقایسه دو روش خاک‌ورزی (خاک‌ورزی مرسوم و بدون خاک‌ورزی) در عمق‌های مختلف به لحاظ خصوصیات شیمیایی خاک در طی ۲۶ سال انجام دادند. این مقایسه به لحاظ روش‌های آماری انجام دادند و دراین تحقیق با روش مدیریتی ساده وزنی شده مقایسه بر روی این دو روش خاک‌ورزی صورت گرفت. روش مجموع ساده وزنی شده یک روش مدیریتی است که قدرت تصمیم سازی[5] را برای یک مدیر فراهم می کند** (Heragu, 1997). **اساس روش ساده وزین شده به این صورت است که مجموع وزن عملکرد پارامترها که هر کدام دارای ویژگی های مختلفی هستند را بدست می آورد** (MacCrimmon, 1968; Chen and Hwang, 1992). **روش ساده وزین شده شامل دوگام اساسی که عبارتند از : (۱) بدون بعد کردن همه پارامترها برای مقایسه کردن، (۲) جمع کردن ارزش های همه ی پارامترها** (Hwang and Yoon, 1981; Kabassi and Virvou, 2004).

مواد و روش ها

در این تحقیق دو روش خاک‌ورزی بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم به لحاظ خصوصیات شیمیایی ارزیابی با روش مجموع ساده وزنی شده در عمق‌های مختلف (۱۵-۳۰و ۱۰-۱۵، ۵-۱۰ ، ۰-۵ سانتی‌متر) صورت گرفت. پارامترهای اسیدیته (pH)، ظرفیت تبادل کاتیونی بر حسب سانتی‌مول بر کیلوگرم ($cmol.kg^{-1}$)، درصد اشباع بازی (%)، کربن آلی خاک بر حسب گرم بر کیلوگرم ($g.kg^{-1}$) و عناصر غذایی (کلسیم، منیزیم، پتاسیم و فسفر) بر حسب میلی‌گرم بر کیلوگرم ($mg.kg^{-1}$) اندازه‌گیری شدند. در ادامه روشهای اندازه‌گیری و تیمارها آورده شده است.

محل اجرای آزمایش

این آزمایش در بهار و تابستان سال ۱۳۹۷ در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شد. این محل در شهرستان اهواز با عرض جغرافیایی ´۲۱ °۳۱ شرقی و طول جغرافیایی ´۴۸ °۴۵ شمالی و ارتفاع ۲۰ متر از سطح دریا واقع شده است.

مشخصات طرح آزمایشی

این پژوهش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی صورت پذیرفت. تیمارها شامل روش خاکورزی مرسوم و بدون خاکورزی می‌باشد که در اعماق (۰-۵، ۵-۱۰، ۱۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتی‌متر) در سه تکرار صورت پذیرفت.

تیمارهای آزمایش به شرح ذیل می‌باشند :

[4] Tarkalson
[5] Decision making

خاک‌ورزی مرسوم عمق (۰-۵ سانتی‌متر)، خاک‌ورزی مرسوم عمق (۵-۱۰ سانتی‌متر)، خاک‌ورزی مرسوم عمق (۱۵-۱۰ سانتی‌متر)، خاک‌ورزی مرسوم عمق (۱۵-۳۰ سانتی‌متر)، عدم خاک‌ورزی عمق (۰-۵ سانتی‌متر)، عدم خاک‌ورزی عمق (۵-۱۰ سانتی‌متر)، عدم خاک‌ورزی عمق (۱۰-۱۵ سانتی‌متر) و عدم خاک‌ورزی عمق (۱۵-۳۰ سانتی‌متر) با سه تکرار است.

اندازه‌گیری بافت خاک

بافت خاک به روش هیدرومتری تعیین گردید (Page et al., 1982).

اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی

اندازه‌گیری اسیدیته خاک

ابتدا از خاک گل‌اشباع تهیه شده و سپس با دستگاه pH**متر دیجیتالی** pH **گل اشباع قرائت گردید.** (Rhoads et al., 1974).

اندازه‌گیری درصد اشباع بازی

درصد اشباع بازی با محاسبه مجموع کلسیم جزئی[6]**، سدیم، پتاسیم و منیزیم محاسبه گردید.** (Nelson, 2002; Bunt, 1982).

اندازه‌گیری درصد کربن آلی (C %)

برای اندازه‌گیری درصد کربن آلی از روش والکلی‌بلاک استفاده شد (Walkly Black et al., 1974).

اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی خاک[7]

به روش استات‌آمونیوم اندازه‌گیری شد (Ghazan Shahi, 2005).

اندازه‌گیری فسفر قابل جذب

فسفر قابل جذب خاک با محلول بیکربنات سدیم (pH= 8.5) **عصاره‌گیری با روش** Olsen 1980 **و استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری گردید** (Olsen et al., 1954).

اندازه‌گیری پتاسیم و سدیم قابل جذب

بوسیله دستگاه فلیم‌فتومتری انجام شد (Jackson, 1973).

اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم

اندازه‌گیری کلسیم و منیزیم به روش تیتراسیون با ورسین (EDTA) **انجام شد** (Jackson, 1973).

---

[6] -Fractional
[7] - Cation Exchange Capacity

با توجه به معیارهای اندازه گیری شده، سامانه های A و B جداسازی شدند. که به همین ترتیب برای عمق های متوسط و زیاد تفکیک های لازم را انجام می دهیم. پارامترها در ستون افقی تقسیم بندی شد و یک ماتریس تشکیل داده که هر درایه آن را r_{ij} می نامیم. این ماتریس بصورت ۲ در ۹ که ردیف ها نشان دهنده سامانه ها است که مقدار آن ۲ (سامانه های A و B) است و ستون ها نشان دهنده پارامترها که تعداد آنها ۹ است.

گام اول : برای مقایسه تمام پارامترها را نسبت به کل تقسیم می کنیم تا بدون بعد شوند. طبق رابطه (۳) ماتریس Pij را تشکیل می دهیم (Shakouri et al., 2014). در این پژوهش فاکتور درصد اشباع بازی به عنوان عامل های منفی در نظر گرفته شدند که از رابطه (٤) بدست می آیند.

$$P_{ij} = \frac{r_{ij}}{\sum r_{ij}} \qquad (۳)$$

$$P_{ij} = 1 - \frac{r_{ij}}{\sum r_{ij}} \qquad (٤)$$

پارامترها طبق رابطه (٥) بدست می آوریم

$$P_{ij} \times \ln(P_{ij}) \qquad (٥)$$

طبق رابطه (٦)، (۷) و (۸) مقادیر Ej، Dj و Wj را بدست می آوریم (Wang., 2015; Shakouri et al., 2014).

$$E_j = -\frac{1}{\ln(m)} \cdot \sum_{i=1}^{m} P_{ij} \cdot \ln(P_{ij}) \qquad (٦)$$

رابطه ٦ میزان عدم قطعیت اطلاعات را بوسیله بدون بعد کردن داده ها در ماتریس P_{ij} نشان می دهد و همچنین ظرفیت موردنیاز عدم قطعیت همه اطلاعت را نشان می دهد (Balocco and Verdesca., 2007).

m تعداد سطر ماتریس است که در این پژوهش برابر ۳ است (مقدار سامانه ها).

$$D_j = 1 - Ej \qquad (۷)$$

رابطه ۷ درجه انحراف از اطلاعات را نشان می دهد و بیان می کند که چقدر معیارها برای تصمیم گیری در مورد سامانه ها موثر هستند و رابطه ۸ وزن هر معیار را محاسبه می کند (Shakouri et al., 2014).

$$W_j = \frac{D_j}{\sum D_j} \qquad (۸)$$

ماتریس n_{ij} طبق رابطه ۹ تشکیل داده و داده ها به عنوان حالت بهینه از داده ها نرمال سازی می کند. رابطه ۱۰ برای معیارهای منفی بکار می رود . ماتریس n_{ij} برای عمق کم در سرعت ۳ کیلومتر بر ساعت را با توجه به معیارهای محاسبه شده نشان داده شده است.

$$n_{ij} = \frac{r_{ij}}{r_{ij\,(max)}} \qquad (۹)$$

$$n_{ij} = 1 - \frac{r_{ij}}{r_{ij\,(max)}} \qquad (۱۰)$$

گام دوم : بدست آوردن یک ضریب ترکیبی برای سامانه های مورد بررسی است (بصورت A^*، B^* و C^* نشان داده می شود) که بتوان برای این سامانه ها تصمیم سازی صورت بگیرد که کدام سامانه با توجه به پارامترهای اندازه گیری شده براساس وزن محاسبه شده (Wj) و نرمال سازی داده ها (nij) بهترین حالت را برای مصرف بهینه انرژی دارد و طبق رابطه (۱۱) بدست می آید.

$$A^* = \frac{\sum(n_{ij} \times W_j)}{\sum W_j} \quad (11)$$

نتایج و بحث

در روش مجموع ساده وزنی شده دو روش خاک‌ورزی به نام سامانه‌های A (سامانه بی خاک ورزی) و B (سامانه خاک‌ورزی مرسوم) نام گذاری شدند. داده‌ها در قالب جدول ۱ طبقه بندی شده اند.

جدول ۱- میزان پارامترهای اندازه‌گیری شده در عمق‌های مختلف

Table1- The amount of parameters measured at different depths

روش خاورزی (سامانه)	عمق خاک- ورزی (cm)	PH	CEC ($cmol.kg^{-1}$)	BS	SOC ($g.kg^{-1}$)	K ($mg.kg^{-1}$)	Ca ($mg.kg^{-1}$)	Mg ($mg.kg^{-1}$)	P ($mg.kg^{-1}$)
بی خاک‌ورزی (A)	0-5	5.1	15.6	46.3	10.7	670	803	171	79.4
	5-10	5.9	13	76.6	7.7	546	1317	223	43.4
	10-15	6.5	12.8	97.5	7.4	526	1749	291	22.5
	15-30	6.8	12.8	99.6	5.6	436	1812	312	12.7
خاک‌ورزی مرسوم(B)	0-5	5.6	13	64.9	10.2	770	959	196	71.8
	5-10	5.7	13.3	71.6	8.7	602	1209	214	51.5
	10-15	6.3	13.2	92.2	7.9	554	1659	286	26.6
	15-30	6.9	12.9	99.1	5.8	432	1806	322	13.1

جدول ۲ نتایج آنالیز واریانس برای عامل های نوع خاک‌ورزی (بی خاک ورزی و خاک ورزی سنتی) و عمق شخم برای شاخص های اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی خاک را نشان می دهد.

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس روش خاک‌ورزی بر روی خصوصیات شیمیایی خاک

منابع تغییرات	df	PH	CE	BS	SOC	K	Ca	Mg	P
تکرار	2	0.047*	0.507*	0.08*	0.08*	18.667*	2*	2*	0.187*
A(نوع خاک ورزی)	1	0.015ns	1.215**	22.815**	0.54**	12150**	864**	165.37**	9.375**
B(عمق شخم)	3	2.610**	2.625**	2442.625**	22.91**	83752**	1094029**	22743**	4591.8**
A × B	3	0.165**	3.105**	192.045**	0.59**	2918**	21780**	360.375**	67.045**
خطا	14	0.001	0.063	0.01	0.01	2.33	0.25	0.25	0.023
کل	23								

ns عدم معنی داری، * معنی داری در سطح ۵ درصد و ** معنی داری در سطح ۱ درصدجدول ۲ میزان ضریب ترکیبی محاسبه شده برای دو

همانطور که از جدول ۲ و نتایج موجود مشاهده می‌گردد، اسیدیته در هر دو سیستم با افزایش عمق بیشتر می‌شود. که علّت این امر می‌تواند افزایش و رسوب عناصر قلیایی در اعماق پائین‌تر باشد. هدایت الکتریکی نیز کاهش می‌یابد. درصد اشباع بازی نیز با افزایش عمق در هر دو نوع خاک‌ورزی افزایش داشته که با تغییرات اسیدیته در یک راستا می‌باشد. مقادیر پتاسیم و فسفر با افزایش عمق کاهش و منیزیم و کلسیم با افزایش عمق در هر دو سیستم خاک‌ورزی افزایش می‌یابد. که می‌تواند دلیلی بر افزایش درصد اشباع بازی و اسیدیته در اعماق پائین‌تر خاک باشد. میزان کربن آلی با افزایش عمق کاهش یافته است. که احتمالاً به دلیل هدررفت بیشتر آن با افزایش عمق در خاک و همچنین تصاعد آن در اعماق بالایی باشد. ظرفیت تبادل کاتیونی نیز با افزایش عمق کاهش می‌یابد. که می‌تواند بدلیل تراکم و کاهش سایت‌های تبادلی در خاک باشد (گاجری و همکاران، ۲۰۰۲).

با افزایش شدّت خاک‌ورزی میزان EC خاک کاهش و pH خاک افزایش می‌یابد. (Kahlon and Gurpeet, 2014) گزارش عدم تأثیر روش خاک‌ورزی را روی EC و pH گزارش دادند. که با نتایج این آزمایش در یک راستا نبوده و ممکن است به این دلیل باشد که آن‌ها تنها اثر روش را بررسی نموده و عمق خاک‌ورزی را تغییر نداده‌اند. ولی مطابق گزارش های (Rahman and Bala., 2010) در روش بی‌خاک‌ورزی مقدار pH کمتر از سایر روش‌هاست؛ و با افزایش pH میزان EC خاک کاهش یابد. اعمال خاک‌ورزی حداقل و متوسط به ترتیب افزایش ۳۲و ۲۰ درصدی هدایت الکتریکی خاک را در مقایسه با خاک‌ورزی رایج موجب شده است (شباهنگ و کوچکی، ۱۳۹۵). طبق نتایج، با افزایش عمق خاک‌ورزی میزان pH خاک کاهش می‌یابد. (Varamesh et al., 2010) نیز گزارش دادند که با افزایش عمق خاک، بدلیل تجمّع برخی عناصر در لایه‌های عمقی میزان اسیدیته خاک کاهش یافت. با افزایش عمق خاک احتمالاً به دلیل تجمّع 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. میزان کربن آلی در روش خاک‌ورزی مرسوم، کمتر می‌باشد. که احتمالاً بدلیل بهم‌خوردگی و تصاعد کربن از خاک می‌باشد (کومیا و همکاران، ۱۹۹٤). ولی در روش بدون خاک-ورزی، این مشکل وجود ندارد. و میزان کربن و موادّ آلی بیشتر می‌باشد. میزان کلسیم، سدیم پتاسیم و فسفر در خاک-ورزی حداقلی (بدون خاک‌ورزی)، بر جای ماندن این عناصر در خاک است که با نتایج وارماش و همکاران در سال ۲۰۱۰ و رحمان و بالا در سال ۲۰۱۰ مطابقت داشت. در روش خاک‌ورزی حداقلی، میزان عناصر معمولاً در عمق‌های سطحی بیشتر است. که دلیل آن عدم بهم‌خوردگی و یا حداقلی بودن آن است. ولی در روش خاک‌ورزی مرسوم، بدلیل بهم‌خوردگی خاک این عناصر در اعماق زیرین بیشتر می‌باشند. که این مسئله برای گیاهان چندان مناسب نمی‌باشد. با توجّه به پائین‌بودن محتوی کربن آلی و مادّه‌ی آلی در خاک‌های بوم‌نظام‌های زراعی کشور، چنین به

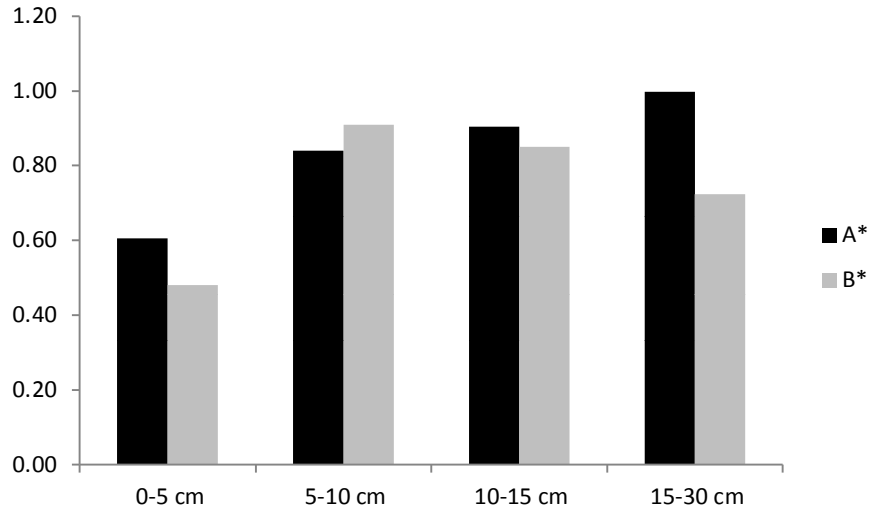
نظر می‌رسد که می‌توان از نظام‌های بی خاک‌ورزی به عنوان راهکاری اکولوژیک برای بهبود مادّه‌ی الی، خصوصیات شیمیایی و بهبود عناصر غذایی و کیفیت خاک بهره برد. در کل روش بدون خاک‌ورزی، به جهت صرفه‌جویی در زمان، انرژی، سوخت، آسیب رساندن کمتر به ساختمان خاک و نهایتاً کاهش هزینه‌های تولید در جهت افزایش سود خالص برای زارعین، نسبت به خاک‌ورزی مرسوم برتر است (رحمان و بالا، ۲۰۱۰؛ محبوبی و لال، ۱۹۹۸). افزایش عمق عملیات خاک‌ورزی و توزیع یکنواخت‌تر موادّ غذایی در عمق بیشتری از خاک همراه با بهبود ریشه‌ها در خاک و نتیجتاً قابلیت دسترسی و جذب بیشتر فسفر، نیتروژن و پتاسیم خاک را می‌توان علّت کاهش مقدار عناصر در تیمار خاک‌ورزی مرسوم نسبت به تیمار عدم خاک‌ورزی دانست (Shamun and Hargrove., 1985). افزایش مقدار نیتروژن کل، فسفر، پتاسیم، سدیم و کلسیم در تیمار عدم خاک‌ورزی را می‌توان به بهبود شرایط خاک و نتیجتاً تجمّع مادّه‌ی آلی در لایه‌ی سطحی خاک نسبت داد.که این نتایج مطالعات با نتایج (Shamun and Hargrove., 1985) و (Unger., 1991) در یک راستا قرار داشت.

در جدول ۳ ، خاک‌ورزی مرسوم (سیستم B) و روش بدون خاک‌ورزی (سیستم A) آورده شده است. که برای محاسبه ضریب ترکیبی از عبارت A^* و B^* استفاده شده است.

جدول ۳ – میزان ضرایب ترکیبی محاسبه شده برای سامانه های A و B

	0-5 cm	5-10 cm	10-15 cm	15-30 cm
A^*	0.605	0.84	0.904	0.99
B^*	0.48	0.91	0.849	0.723

نتایج حاصل از جدول (۳) نشان می دهد هر سیستم که میزان ضریب ترکیبی بالاتری دارد از نظر خصوصیات شیمیایی خاک در حالت بهینه قرار دارد که در قالب شکل (۱) نشان داده شده است. ضریب ترکیبی یک روشی است که سیستم ها را با توجه به معیار های اندازه‌گیری شده مورد ارزیابی قرار می‌دهد. در شکل یک محور (Y) عمودی مقدار ضریب ترکیبی هر سیستم و محور افقی (X) مقدار رنج عمق شخم را نشان می دهد.



شکل ۱- مقایسه سامانه های A و B

نتیجه گیری

نتایج نشان داده که در کل روش بی خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم خصوصیات شیمیایی خاک را بهتر حفظ می‌کند چون ساختمان خاک را کمتر دچار تغییر کرده که سبب حفظ موادآلی خاک و آبشویی کمتر در نتیجه موادغذایی در خاک بهتر نگاه داری شده و سریع‌تر در دسترس گیاه قرار می‌گیرد و طبق تحلیل روش مجموع ساده وزنی شده روش بدون خاک‌ورزی در اکثر عمق‌ها بهتر از روش خاک‌ورزی مرسوم بود زیرا دارای ضریب ترکیبی بالایی بود. در عمق ۵-۱۰ سانتی‌متر روش خاک‌ورزی مرسوم از نظر خصوصیات شیمیایی در وضعیت مطلوبی نسبت به روش بدون خاک‌ورزی قرار داشت به این دلیل که دارای ضریب ترکیبی بالاتری بود.

منابع

1. Ghazan Shahi, 2005. Soil, water and plant analysis. Iage Publications.
2. Balocco, C and Verdesca, D. 2007. Shannon entropy for energy technologies ex-ante evaluation. International Journal of Environmental Technology and Management;7(1/2):197e217.
3. BuntA.C.1988. Media and mixes for container-grown plantsUnwin HymanLondon.
4. Chen, S.J. and Hwang, C.L., 1992. Fuzzy Multiple Attribute Decision Making: Methods and Applications. Springer-Verlag, New York.
5. Chou, Sh.Y., Chang, Y.H. and Shen, Ch.Y. 2008. A fuzzy simple additive weighting system under group decision-making for facility location selection with objective/subjective attributes. European Journal of Operational Research 189: 132–145.
6. Heragu, S., 1997. Facilities Design. PWS Publishing, Boston. Massachusetts.
7. Hwang, C.L. and Yoon, K., 1981.Multiple Attribute Decision Making – Method and Applications, A State-of-the-Art Survey. Springer-Verlag, New York.
8. Jakson, M. L. 1973. Soil Chemical Analysis. Iowa State University Department of Agronomy.
9. Kabassi, K. and Virvou, M., 2004. Personalised adult e-training on computer use based on multiple attribute decision making. Interacting with Computers 16, 115–132.

10. Hosseini, M., Mohedi Naeini, S.A and A. Bameri. 2015. Effects of tillage methods on the amount of potassium in the soil with a soil with a large specific surface. Journal of Water and Soil. 966-979.
11. MacCrimmon, K.R., 1968. Decision making among multiple attribute alternatives: A survey and consolidated approach. RAND Memorandum, RM-4823-ARPA.
12. Namdari, M., Rafiei, Sh., and A. Jafari. 2011. Failure Mode and Effects Analysis using for optimal plowing with moldboard. Journal of Agricultural Machinery Engineering. Vol 1 No 1, Pages 17-24. Mashhad (In Farsi).
13. NelsonP.V.2002Greenhouse operations and management.6th EdPrentice HallEnglewood Cliffs, N.J.
14. Olsen, S. R., Cole, C. V., Watunabe., F.S. and pean L. A. 1954. Estimat on of available phosphoru in plant by efraction with sodiam bicarbonate. U.S.A circ, 939.
15. Page, A. L., Miller, R. H. and Keeney D. R. 1982. Methods of soil analysis Agronomy No G. Partz USA. Inc.
16. Rhoads. J. D., Ingvabon, R. D. and Hatcher, D. D. 1970. Labortory determination Leacheable soil boron. Soil Science Society of America Journal, 34: 871-875.
17. Rhoton, F.E. 2000. Influence of time on soil response to no-till practices. Soil Science Society of America Journal, 64:700-709.
18. Shakouri, H., Nabaee, M and Aliakbarisani, S.2014. A quantitative discussion on the assessment of power supply technologies: DEA (data envelopment analysis) and SAW (simple additive weighting) as complementary methods for the “Grammar”. Energy(64). 640-647.
19. Shipitalo M.J., Dick W.A., and Edwards W.M. 2000. Conservation tillage and macropore factors that affect water movement and the fate of chemicals. Soil and Tillage Research, 53: 167-183.
20. Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., Roger-Estrade, J., 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities for crop production and the environment. Soil Tillage Research. 118, 66–87.
21. Tarkalson, D., Herget, G.W and K.G. Gassman. 2006. Long-Term Effects of Tillage on Soil Chemical Properties and Grain Yields of a dryland Winter Wheat–Sorghum/Corn–Fallow Rotation in the Great Plains. University of Nebraska – Lincoln. 25-33.
22. Walkely, A. and Black, I. A. 1934. An examination of the degty are method for determination of soil organic matter and proposed modification of chronic acid method. Soil Science, 37: 29-38.
23. Wang, Y.J. 2015. A fuzzy multi-criteria decision-making model based on simple additive weighting method and relative preference relation. AppliedSoftComputing 30 412-420.

The effect of two methods of No-tillage and conventional tillage on soil chemical properties in Khuzestan province

Milad biria[1*], aboul amir Moezzi[2], Korosh Andekaizadeh[3],Hassan Zaki dizaji…

1. PHD Student Soil Science Department of Soil Science and Engineering Ramin University, Ahwaz, Iran
2. Associate Professor, Science Department of Soil Science and Engineering Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran
3.PHD Student Agriculture Mechanization Biosystems Engineering Department, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran
4. Assistant Professor, Biosystems Engineering Department, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran

Abstract

Soil cultivation is one of the operations that have caused changes in physical and chemical properties of soil in agriculture due to soil movement. For this reason, evaluation of soil tillage methods is necessary in terms of soil chemical properties. In this research, using a simple weighted total weight management (SAW) method, a comparison was made between two tillage systems (conventional tillage and no tillage) at different depths (0-5, 10-5, 10-15 and 15-30 cm). Chemical parameters including pH, cation exchange capacity per kg (cmol.kg-1), game saturation percentage (%), soil organic carbon (in grams per kilogram (g.kg-1), and Food elements (calcium, magnesium, potassium and phosphorus) were measured in milligrams per kilogram (mg.kg-1). The results showed that, at different depths, soil free soil conservation method improved soil chemical properties better than conventional soil tillage because it had high hybrid coefficient. However, conventional tillage method at a depth of 10-15 cm showed a high coefficient of synthesis compared to non-soil tillage method.

Key words: Tillage, evaluation, chemical properties, SAW

* Korosh Andekaizadeh
E-mail: andekaikorosh1991@gmail.com