

اثر مدیریت بقایای گیاهی بر ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی خاک و عملکرد ذرت علوفه ای و جو

فرشید حیدری^۱، علی رسولزاده^{۲*}، علیرضا سپاسخواه^۳، علی اصغری^۴ و اکبر قویدل^۱

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۱۷؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۹/۱۴)

چکیده

هدف از این پژوهش، بررسی تأثیر سوزاندن و برگرداندن بقایای گیاهی به خاک بر ویژگی‌های فیزیکی، هیدرولیکی و بیولوژیکی خاک و همچنین اثر آنها بر اجزای عملکرد جو و ذرت علوفه‌ای و جمعیت ریزجانداران خاک در منطقه اردبیل بود. نتایج نشان داد که برگرداندن بقایای جو باعث افزایش مقدار ماده آلی (% ۲۲/۲)، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (% ۵۱/۹) و تخلخل کل (% ۳/۷)، میانگین وزنی قطر خاکدانه (% ۵/۴)، افزایش ظرفیت زراعی (% ۵/۸) و همچنین کاهش چگالی ظاهری خاک (% ۳/۷) گردید. در حالی که سوزاندن بقایا باعث کاهش مقدار ماده آلی خاک (% ۳۱/۸)، هدایت هیدرولیکی اشباع (% ۳۶/۶)، میانگین وزنی قطر خاکدانه (% ۵/۱)، ظرفیت زراعی (% ۴/۱) و افزایش چگالی ظاهری (% ۱) در خاک شد. اثر تیمارهای برگرداندن و سوزاندن بقایا بر منحنی مشخصه آب خاک در مکش‌های کمتر محرزتر از مکش‌های بیشتر بود. نتایج هم‌چنین نشان داد که سوزاندن بقایا در مقایسه با برگرداندن آنها باعث کاهش معنی‌دار جمعیت ریزجانداران خاک شده است. لذا با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، سوزاندن بقایای گیاهی در منطقه اردبیل توصیه نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی: برگرداندن بقایا، سوزاندن بقایا، ویژگی‌های فیزیکی، ویژگی‌های هیدرولیکی خاک، ریز جانداران، تنفس پایه

۱. گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۲. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل

۳. گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز

۴. گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه محقق اردبیلی

*: مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: rasoulzadeh@uma.ac.ir

مقدمه

بقایای گیاهی به دلیل حجم زیاد و گاهی خشبی بودن آنها در تهیه زمین و کاشت محصول بعدی، مشکل ایجاد می‌کنند. بنابراین، باید به طریقی خرد و با خاک مخلوط شده و یا از زمین خارج شوند. به همین دلیل بعضی از کشاورزان اقدام به سوزاندن آنها می‌کنند. سوزاندن بقایا هم‌چنین به‌عنوان روشی برای کنترل علف‌های هرز، آفات و امراض مختلف به‌کار می‌رود (۱۳ و ۱۷). سوزاندن بقایای گیاهان و حرارت دادن خاک از قدیم مرسوم بوده است. خرد کردن و اختلاط بقایای گیاهی با خاک در حاصل‌خیزی، افزایش ماده آلی، افزایش جمعیت ریزجانداران خاک و در نتیجه افزایش فعالیت آنها در خاک مؤثر است. تنفس خاک یکی از قدیمی‌ترین و متداول‌ترین پارامترها برای کمی کردن فعالیت‌های ریزجانداران در خاک‌ها می‌باشد (۷). تنفس خاک یکی از شاخص‌های پویایی جمعیت ریزجانداران در خاک می‌باشد. هر چه فعالیت ریزجانداران بیشتر باشد، میزان تولید ماده آلی خاک بیشتر می‌شود (۷).

مواد آلی نیز باعث بهبود خواص فیزیکی خاک از جمله پایداری خاکدانه‌ها در آب، هدایت هیدرولیکی و ظرفیت نگهداری آب خاک می‌شوند (۸ و ۹). در حالی‌که با خارج کردن بقایا از سطح مزرعه و یا سوزاندن آنها ویژگی‌هایی مانند افزایش ماده آلی و بهبود ساختمان خاک وجود نخواهند داشت (۲). افزایش بقایای گیاهی و به تبع آن زیاد شدن ماده آلی خاک در برخی موارد ظرفیت نگه‌داری آب خاک و هدایت هیدرولیکی را بهبود بخشیده، چگالی ظاهری و فشردگی خاک را کاهش داده و همین‌طور به‌عنوان پوشش (مالچ) در سطح خاک، میزان فرسایش خاک را کاهش می‌دهد (۲۱). زانگ و همکاران (۲۶) دو سیستم شخم و مدیریت کاه و کلش را با هم مقایسه کردند. نتایج آنها نشان داد که سوزاندن کاه و کلش چگالی ظاهری را افزایش و تخلخل کل خاک را کاهش می‌دهد. کایود و همکاران (۱۸) در مطالعه‌ای که بر روی سوزاندن بقایای گیاهی سطح خاک انجام دادند، گزارش کردند که سوزاندن بقایا

تأثیر مستقیم و فوری روی ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک دارد. سوزاندن تأثیری بر کلاس بافت خاک نداشت ولی تغییرات ناچیزی در توزیع اندازه ذرات پس از سوزاندن مشاهده شد. آنها گزارش کردند که سوزاندن بقایا تغییرات معنی‌داری در چگالی ظاهری، محتوای رطوبتی، توزیع اندازه ذرات و ظرفیت رطوبت قابل استفاده (AW) خاک نداشته است. اما کاهش معنی‌داری در مقادیر پایداری ساختمان، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، ضریب جذب و سرعت نفوذ آب در خاک بعد از سوزاندن بقایای گیاهی را گزارش کردند. والزانو و همکاران (۲۳) نشان دادند از بین بردن پوشش گیاهی از سطح خاک منجر به کاهش هدایت هیدرولیکی خاک می‌شود. مک کول و همکاران (۲۰) نشان دادند شخم و سوزاندن کاه و کلش میانگین وزنی و میانگین هندسی قطر ذرات و مجموع خلل و فرج بزرگ‌تر از ۶۰ میکرومتر را کاهش می‌دهد. اوهیو و همکاران (۲۲) گزارش کردند سوزاندن کاه و کلش گندم، باعث کاهش پایداری خاکدانه می‌گردد. هم‌چنین میزان منافذ بزرگ‌تر از ۱/۵ میلی‌متر در خاک در زمین‌های کلش‌دار، در سیستم خاک‌ورزی مرسوم ۴/۱ برابر بیشتر از زمین‌های کلش سوخته می‌باشد. بری (۱۰) افزایش دمای خاک، تحریک فعالیت‌های بیولوژیکی، افزایش ماده آلی و بیشتر شدن قابلیت دسترسی مواد غذایی خاک را بعد از سوزاندن بقایای سطحی خاک گزارش کردند.

این تحقیق به منظور بررسی و مقایسه اثر برگرداندن بقایای جو ماکویی و سوزاندن آنها بر ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک و هم‌چنین پاره‌ای از ویژگی‌های بیولوژیکی خاک همانند جمعیت باکتری‌ها و قارچ‌ها و تنفس پایه خاک در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی اجرا گردید.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۱۳۸۸، در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی با ارتفاع ۱۳۵۰ متر از سطح

نمونه‌برداری از لایه ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک انجام شد. اندازه‌گیری ماده آلی، pH و هدایت الکتریکی عصاره دو به یک آب به خاک به ترتیب با استفاده از روش والکی و بلاک، دستگاه pH متر و EC سنج انجام گرفت (۵).

اجزای بافت خاک شامل درصد شن، سیلت و رس از روش هیدرومتری به دست آمد (۱۶). چگالی ظاهری از عمق ۱۵-۰ سانتی‌متری خاک با به‌کارگیری استوانه‌های نمونه‌برداری (با حجم تقریبی ۱۰۰ سانتی‌مترمکعب) و تهیه نمونه دست نخورده و خشک کردن آنها در دمای ۱۰۵°C در آون به دست آمد (۱۶). برای اندازه‌گیری چگالی حقیقی خاک از روش پیکنومتر استفاده شد (۱۶). تخلخل کل با استفاده از چگالی حقیقی و چگالی ظاهری خاک و با استفاده از معادله زیر به دست آمد:

$$n = \left(1 - \frac{\rho_b}{\rho_p}\right) \quad [1]$$

که در آن n تخلخل کل و ρ_b و ρ_p به ترتیب چگالی ظاهری و چگالی حقیقی خاک می‌باشد (۱۶).

نفوذ آب در خاک با استفاده از استوانه‌های مضاعف اندازه‌گیری گردید. با استفاده از داده‌های به دست آمده از اندازه‌گیری نفوذ آب در خاک و برازش دادن آنها با معادله فیلیپ (معادله ۲) توسط نرم‌افزار SPSS، ضرایب این معادله به دست آمد و در تیمارهای مختلف با هم مقایسه شدند. شکل کلی معادله فیلیپ به صورت زیر مورد استفاده قرار گرفت:

$$Z = st^{0.5} + At \quad [2]$$

که در آن Z نفوذ تجمعی بر حسب سانتی‌متر، t زمان بر حسب دقیقه و S ضریب ثابت جذب و بر حسب $\text{cm min}^{-0.5}$ و A ضریب ثابت آنگذری بر حسب cm min^{-1} می‌باشند.

برای اندازه‌گیری رطوبت ظرفیت زراعی از هر کرت یک قطعه ۱×۱ مترمربع مشخص و از بقایای گیاهی پاک و کاملاً اشباع گردید. به منظور جلوگیری از تبخیر سطحی آب از خاک، روی قطعه مورد نظر با استفاده از پلاستیک پوشانده شده و

دریا، طول جغرافیایی ۴۸°۲۰' و عرض جغرافیایی ۳۸° ۱۹' اجرا شد. محل آزمایش از نظر آب و هوایی و طبقه‌بندی اقلیمی جزو مناطق نیمه خشک سرد محسوب شده و متوسط بارش سالانه آن، ۳۰۳ میلی‌متر، متوسط حداقل دمای سالانه ۲/۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط حداکثر دمای سالانه آن ۱۵/۳ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

آزمایش با طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تیمار و چهار تکرار به اجرا درآمد. تیمارهای آزمایشی شامل شاهد (جمع‌آوری بقایا از زمین)، برگرداندن بقایا و سوزاندن بقایا بود. ابعاد کرت‌ها ۴ × ۴ متر در نظر گرفته شد. منظور از تیمار برگرداندن بقایا، برگرداندن کاه و کلش جو به مقدار عملکرد تولیدی در منطقه با خاک و منظور از تیمار سوزاندن بقایا، سوزاندن همان مقدار کلش در سطح خاک و مخلوط کردن آن با خاک می‌باشد. در تیمار شاهد هیچگونه بقایایی به خاک اضافه نشد. تیمارها در ابتدای تابستان ۱۳۸۸ اعمال گردید. کشت ذرت علوفه‌ای در ۲۲ تیرماه سال ۱۳۸۸ صورت گرفت. پس از برداشت ذرت علوفه‌ای کشت جو (رقم ماکویی) در آبان ماه به میزان ۲۰۰ کیلوگرم در هکتار، انجام شد. در هر کرت از مقدار مساوی بذر استفاده گردید.

مرحله دوم کشت ذرت علوفه‌ای در ۱۳ تیرماه سال ۱۳۸۹ هجری شمسی در مزرعه به اجرا درآمد. بذر لازم کشت ذرت علوفه‌ای از نوع زودرس (رقم دابل کراس ۳۷۰) انتخاب گردید، که مخصوص مناطق سردسیر و با دوره کشت کوتاه می‌باشد. وزن تر ذرت علوفه‌ای نیز پس از برداشت هر کرت و وزن کردن آنها به دست آمد و وزن خشک آن با خشک کردن آنها در کوره محاسبه شد.

جهت مقایسه میانگین اجزای عملکرد جو در پایان کشت عملکرد کل را با برداشت ۲×۲ مترمربع از محصول هر کرت به صورت تصادفی محاسبه شد. وزن هزار دانه نیز با شمارش همین تعداد از محصول برداشت شده و توزین آن به دست آمد. هم‌چنین تعداد پنجه‌ها نیز با برداشت ۱۰ بوته از هر کرت و شمارش تعداد پنجه‌ها انجام شد در نهایت میانگین آنها به دست آمد.

عمق تحت تأثیر آتش زدن بقایا قرار می‌گیرند، از سه عمق ۰-۳، ۳-۶ و ۶-۹ سانتی متری از سطح خاک قبل و بعد از آتش زدن بقایا نمونه برداری انجام و به دنبال آن جمعیت باکتری‌های خاک در این نمونه‌ها به دست آمد. میانگین جمعیت باکتری‌های خاک در تیمارهای مختلف، با انجام دو مرحله نمونه برداری به دست آمد. نمونه برداری اول در هنگام اعمال تیمارها (بعد از برگرداندن و سوزاندن بقایا در ابتدای کشت) و نمونه برداری دوم یک سال پس از اعمال تیمارها انجام شد. برای شمارش کل باکتری‌های خاک از تکنیک MPN استفاده گردید. برای شمارش باکتری‌ها از محیط کشت N.B که به صورت آماده در بازار وجود دارد استفاده شد. کشت قارچ‌ها نیز با استفاده از سری رقت و در سه تکرار به دست آمد که برای تهیه محیط کشت آنها از ساب‌رود آگار استفاده شد (۲۵). تنفس پایه در تیمارها به روش تولید CO₂ انجام گرفت (۴).

تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن، توسط نرم‌افزار SPSS انجام شد و نمودارهای مربوطه نیز با نرم‌افزار Excel رسم گردید.

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک مورد مطالعه قبل از اعمال تیمارها اندازه‌گیری شد. بافت خاک لومی، چگالی ظاهری و حقیقی به ترتیب ۱/۱۶ و ۲/۲۰ گرم بر سانتی متر مکعب، درصد وزنی رطوبت ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی به ترتیب ۳۰/۹۷ و ۱۴ و درصد ماده آلی خاک ۲/۱ به دست آمد.

ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک

تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای آزمایش در سطح احتمال ۵ درصد تأثیر معنی‌داری بر مقادیر ماده آلی، چگالی ظاهری و تخلخل کل خاک داشتند. بیشترین مقدار ماده آلی خاک (۲/۸ درصد) از تیمار برگرداندن بقایا و کمترین آن (۱/۵۱ درصد) از تیمار سوزاندن بقایا دیده شد (جدول ۱). در تیمار سوزاندن

رطوبت وزنی با استفاده از روش تهیه نمونه از عمق ۱۰ سانتی متری و خشک کردن آن در آون تا زمان ثابت ماندن رطوبت اندازه‌گیری شد (۱۲). رطوبت نقطه پژمردگی (PWP) با قرار دادن نمونه‌های خاک (عمق ۱۰ سانتی متری) در دستگاه صفحات فشاری در مکش ۱۵ اتمسفر به دست آمد (۱۵). در نهایت آب قابل استفاده خاک (AW) با استفاده از معادله (۳) به صورت زیر به دست آمد.

$$AW = \left(\frac{\theta_{FC} - \theta_{PWP}}{100} \right) \times D \times \frac{\rho_b}{\rho_w} \quad [3]$$

که در آن AW آب قابل استفاده برحسب سانتی متر، θ_{FC} و θ_{PWP} به ترتیب رطوبت وزنی ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی، D عمق خاک برحسب سانتی متر و ρ_b و ρ_w به ترتیب چگالی ظاهری خاک و آب برحسب گرم بر سانتی متر مکعب می‌باشد.

برای اندازه‌گیری زاویه تماس از روش صعود موئینه‌ای الکلی اتیلیک و آب در خاک استفاده گردید (۱۱). هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به روش بار افتان اندازه‌گیری شد (۱۶). برای اندازه‌گیری پایداری خاکدانه‌ها (MWD) از دستگاه الک تر استفاده شد (۱۶). منحنی مشخصه آب خاک با به دست آوردن رطوبت معادل هر مکش محاسبه و رسم شد. برای مکش‌های ماتریک کمتر از ۱۰۰ سانتی متر آب از دستگاه ستون آب آویزان، و برای اعمال مکش‌های بالاتر از آن، از دستگاه صفحات فشار استفاده شد (۱۶). برای مقایسه بهتر، با استفاده از بسته نرم‌افزاری RETC، ضرایب معادله ون‌گنوختن (θ_r ، θ_s و n) با برازش به منحنی مشخصه اندازه‌گیری شده به دست آمد و در تیمارهای مختلف با هم مقایسه شدند. معادله ون‌گنوختن به صورت زیر ارائه شده است (۲۴):

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha h)^n \right]^m} \quad m = \frac{1}{n} \quad n > 1 \quad [4]$$

که در آن α ، n ضرایب معادله و $r\theta$ و $s\theta$ به ترتیب رطوبت باقی مانده و اشباع خاک می‌باشند.

برای بررسی عمقی از خاک که باکتری‌های موجود در آن

جدول ۱. مقایسه میانگین تأثیر سوزاندن و برگرداندن بقایا بر ماده آلی، چگالی ظاهری، چگالی حقیقی و تخلخل کل با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

تیمارها	ماده آلی خاک (%)	چگالی ظاهری (gcm^{-3})	چگالی حقیقی (gcm^{-3})	تخلخل کل (%)
شاهد	۲/۲۳ ^{b*} (۰/۲۳)	۱/۰۷ ^a (۰/۰۲)	۲/۳۶ ^a (۰/۰۵)	۵۴/۵ ^a (۱/۶۶)
برگرداندن بقایا	۲/۸ ^a (۰/۱۶)	۱/۰۳ ^b (۰/۰۱)	۲/۳۶ ^a (۰/۰۳)	۵۶/۵ ^b (۰/۳۱)
سوزاندن بقایا	۱/۵۱ ^c (۰/۳۶)	۱/۰۸ ^a (۰/۰۲)	۲/۳۷ ^a (۰/۰۵)	۵۴/۲ ^a (۰/۵۸)

*: اعداد دارای حروف مشابه در یک ستون تفاوت معنی دار ندارند و اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشد.

بقایا، از بین رفتن بقایایی که در نهایت به ماده آلی تبدیل می‌شدند، در یک طرف و از بین رفتن ماده آلی موجود در خاک در اثر سوزاندن از طرف دیگر، می‌تواند از دلایل کاهش معنی دار ماده آلی خاک باشد. به طوری که، مقدار ماده آلی در تیمار شاهد و برگرداندن بقایا، بیشتر از تیمار سوزاندن بقایا بود. تخلخل کل، در تیمار برگرداندن بقایا با ۵۶/۵ درصد بیشترین مقدار و در تیمار سوزاندن بقایا با ۵۴/۲ درصد کمترین مقدار را دارا بود. اختلاف بین تیمار برگرداندن بقایا با شاهد و سوزاندن بقایا در سطح ۵ درصد معنی دار بود. تیمارهای شاهد و سوزاندن بقایا اختلاف معنی داری نشان ندادند (جدول ۱).

وضعیت مطلوب دانه‌بندی در خاک‌هایی که ماده آلی بیشتری دارند، باعث می‌شود که این خاک‌ها از لحاظ ساختمانی نیز بهبود پیدا کرده و در نتیجه از حالت متراکم خارج شوند. لذا تخلخل کل خاک در تیمار برگرداندن بقایا به دلیل افزایش معنی دار ماده آلی نسبت به تیمارهای شاهد و سوزاندن بقایا، افزایش معنی داری پیدا کرده است. هم‌چنین کمتر بودن تخلخل کل خاک در تیمار سوزاندن بقایا را می‌توان معلول کمتر بودن مقدار ماده آلی در این تیمار دانست.

چگالی حقیقی در تیمارهای برگرداندن و سوزاندن بقایا، اختلاف معنی داری نداشتند. نتایج نشان داد که کمترین مقدار چگالی ظاهری ($1/03 \text{gcm}^{-3}$) مربوط به تیمار برگرداندن بقایا و بیشترین آن ($1/08 \text{gcm}^{-3}$) مربوط به تیمار سوزاندن می‌باشد. بین تیمار برگرداندن بقایا با شاهد و سوزاندن بقایا در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی داری مشاهده نشد. تیمارهای مختلف در نقطه پژمردگی دائم اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۲). در مکش ۱/۵ مگاپاسکال ساختمان و تخلخل خاک تأثیری بر رطوبت باقی مانده نداشته و فقط بافت خاک می‌تواند تأثیرگذار باشد. لذا نقطه پژمردگی دائم در تیمارهای مختلف اختلاف

جدول ۲. مقایسه میانگین تأثیر سوزاندن و برگرداندن بقایا بر ظرفیت زراعی، نقطه پژمردگی دائم، آب قابل استفاده و پایداری خاکدانه‌های (MWD) خاک با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

MWD (mm)	آب قابل استفاده در عمق ۳۰ سانتی متری خاک (cm)	درصد رطوبت نقطه پژمردگی ($g\ g^{-1}$)	درصد رطوبت ظرفیت زراعی ($g\ g^{-1}$)	تیمارها
۳/۱ ^{ab} (۰/۰۸)	۵/۶ ^a (۰/۷۱)	۱۳/۸ ^a (۰/۸۰)	۳۱/۱ ^{ab*} (۱/۳۲)	شاهد
۳/۳ ^a (۰/۱۳)	۵/۶ ^a (۰/۳۷)	۱۴/۷ ^a (۰/۱۱)	۳۲/۹ ^a (۱/۰۱)	برگرداندن بقایا
۳/۰ ^b (۰/۰۶)	۵/۰ ^a (۰/۶۲)	۱۴/۵ ^a (۰/۴۱)	۲۹/۸ ^b (۱/۳۲)	سوزاندن بقایا

*: اعداد دارای حروف مشابه در یک ستون تفاوت معنی دار ندارند و اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین تأثیر سوزاندن و برگرداندن بقایا بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک و ضرایب معادله نفوذ فیلیپ با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

ضرایب معادله فیلیپ		هدایت هیدرولیکی اشباع ($cm\ min^{-1}$)	زاویه تماس آب با خاک (درجه)	تیمارها
A ($cm\ min^{-1}$)	S ($cm\ min^{-0.5}$)			
۰/۳۳ ^a (۰/۰۸)	۱/۵۴ ^{ab} (۰/۱۲)	۰/۳۳ ^b (۰/۰۵)	۶۰/۱ ^{b*} (۲/۷۱)	شاهد
۰/۳۹ ^a (۰/۰۶)	۱/۸۱ ^a (۰/۱۰)	۰/۵۱ ^a (۰/۰۳)	۷۶/۱ ^a (۲/۸۰)	برگرداندن بقایا
۰/۲۷ ^a (۰/۰۵)	۱/۲۲ ^b (۰/۰۹)	۰/۲۱ ^c (۰/۰۲)	۷۷/۷ ^a (۲/۸۸)	سوزاندن بقایا

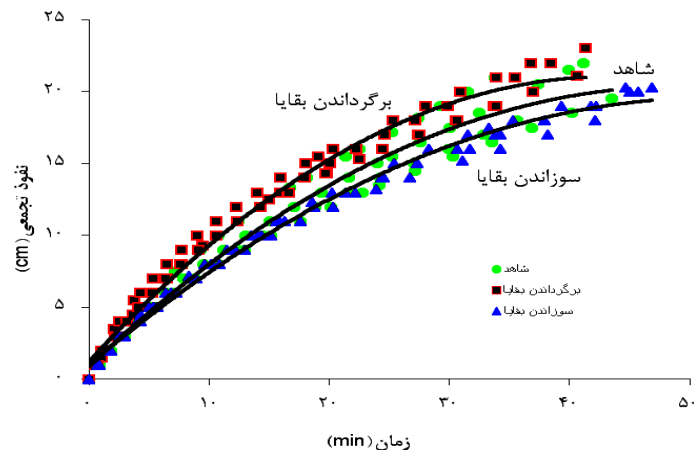
*: اعداد دارای حروف مشابه در یک ستون دارای تفاوت معنی دار نمی‌باشند و اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشد.

با تأثیرات سوزاندن بقایا بر ویژگی‌های هیدرولیکی خاک انجام گرفت نیز مشاهده شد.

مقایسه میانگین تیمارهای مختلف نشان داد که بیشترین مقدار زاویه تماس آب در خاک مربوط به تیمار سوزاندن بقایا و کمترین مقدار آن مربوط به تیمار شاهد بود (جدول ۳). هر دو تیمار سوزاندن و برگرداندن بقایا در مقایسه با تیمار شاهد باعث افزایش معنی‌دار مقدار زاویه تماس آب در خاک شدند. در تیمار سوزاندن بقایا با وجود افزایش بیشتر زاویه تماس آب در خاک در مقایسه با تیمار برگرداندن بقایا، تفاوت معنی‌داری بین این دو تیمار مشاهده نشد. هرچه زاویه تماس آب در خاک به صفر نزدیک‌تر شود، نشان‌دهنده عدم وجود مواد آبریز در خاک می‌باشد. برعکس، هرچه این زاویه بیشتر شود، نشان‌دهنده وجود مواد آبریز در خاک می‌باشد که در

معنی‌داری نشان ندادند. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که برگرداندن و یا سوزاندن بقایا تأثیری بر PWP ندارد.

نتایج هم‌چنین نشان داد که اعمال تیمارهای برگرداندن و سوزاندن بقایا تأثیر معنی‌داری بر آب قابل استفاده خاک (AW) ندارند. یکی از دلایل عدم اختلاف معنی‌دار تیمارها از نظر مقدار AW، تأثیرات متفاوت ظرفیت زراعی و چگالی ظاهری خاک بر این پارامتر می‌باشد. همان‌طور که (جدول ۲) نیز نشان می‌دهد، ظرفیت زراعی در تیمار دارای بقایای گیاهی بیشترین و در تیمار سوزاندن بقایا کمترین مقدار بود و در عوض چگالی ظاهری در تیمار برگرداندن بقایا کمترین و در تیمار سوزاندن بقایا بیشترین مقدار را داشت که این امر باعث عدم تفاوت معنی‌دار AW در تیمارهای مختلف شده است (جدول ۲). این یافته‌ها در مطالعه‌ای که توسط کایود و همکاران (۱۸) در رابطه



شکل ۱. نمودار نفوذ تجمعی آب در خاک در تیمارهای مختلف (نقاط مربوط به تمامی داده‌های سه تکرار می‌باشند)

مقایسه میانگین ضرایب به دست آمده از معادله فیلپ با استفاده از آزمون دانکن نشان داد، اختلاف معنی‌داری در سطح ۵ درصد بین تیمارهای مختلف در ضریب S که قابلیت جذب آب خاک را نشان می‌دهد، وجود دارد. بیشترین مقدار عددی ضریب S مربوط به تیمار برگرداندن بقایا و کمترین آن از تیمار سوزاندن بقایا به دست آمد (جدول ۳). اختلاف ضریب A در تیمار برگرداندن بقایا بیشترین و در تیمار سوزاندن بقایا کمترین مقدار بود. نمودار نفوذ تجمعی آب در خاک (شکل ۱) نشان می‌دهد که نفوذ آب در خاک در تیمارهای مختلف با هم اختلاف دارند. در یک زمان معین مقدار آب نفوذ یافته در خاک، در تیمار برگرداندن بقایا بیشترین مقدار و در تیمار سوزاندن بقایا کمترین مقدار بود.

با توجه به این که تیمارهای دارای بقایای گیاهی هدایت هیدرولیکی اشباع خاک بیشتری نسبت به خاک‌هایی که در آنها بقایای گیاهی سوزانده می‌شود، دارند، در نتیجه آب در این خاک‌ها بهتر نفوذ کرده و در یک دوره زمانی مشخص آب بیشتری دریافت می‌کنند. چون افزودن این بقایا معمولاً در ۳۰ سانتی متری سطح خاک صورت می‌گیرد، پس از مدتی سرعت نفوذ آب در هر دو نوع خاک یکسان می‌شود (۲۳). می‌توان نتیجه گرفت که در هنگام آبیاری، خاک‌هایی که بقایای گیاهی به آنها برگردانده می‌شود، نسبت به

تیمارهای برگرداندن و سوزاندن بقایا قابل مشاهده است. لذا، این آزمایش نشان داد که هم ماده آلی و هم خاکستر به وجود آمده از آتش زدن بقایا باعث افزایش میزان آب‌گیری خاک شده‌اند.

بیشترین مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (K_s) (0.51 cmmin^{-1}) از تیمار برگرداندن بقایا و کمترین آن (0.21 cmmin^{-1}) از تیمار سوزاندن بقایا به دست آمد (جدول ۳). اختلاف در K_s در تیمارهای مختلف در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. حرکت آب در خاک به توزیع و پیوستگی ذرات خاک وابسته است. بقایا می‌تواند موجب افزایش ماده آلی و تشکیل بهتر خاکدانه‌ها در خاک شود و در نتیجه باعث افزایش فراوانی منافذ درشت به خصوص در خاک‌های متوسط و ریزبافت گردد. با توجه به این که تیمار برگرداندن بقایا تخلخل بیشتری نسبت به تیمارهای دیگر دارد، لذا احتمال وجود سوراخ‌های درشت در آن بیشتر بوده و در نتیجه آب را بهتر از خود عبور داده و هدایت هیدرولیکی اشباع بیشتری را نشان می‌دهد. لذا، می‌توان نتیجه گرفت، خاک‌هایی که در آنها بقایای گیاهی به جای سوزاندن و یا جمع‌آوری، به خاک برگردانده می‌شوند، بهتر می‌توانند آب را از خود عبور دهند. مکری و مهیوز (۲۱) نیز به این موضوع اشاره و برگرداندن بقایای گیاهی به خاک را یکی از عوامل افزایش نفوذپذیری، بهبود هدایت هیدرولیکی خاک و در نتیجه کاهش فرسایش خاک ذکر کرده‌اند.

جدول ۴. مقایسه میانگین تأثیر سوزاندن و برگرداندن بقایا بر پارامترهای معادله ون گنوختن و تخلخل کل خاک

تیمار	n	α (cm ⁻¹)	θ_s (cm ³ cm ⁻³)	θ_r (cm ³ cm ⁻³)	**تخلخل (%)
شاهد	۱/۶۳ ^{a*} (۰/۴۳)	۰/۰۳۶ ^a (۰/۰۲)	۰/۵۶ ^b (۰/۰۲)	۰/۱۲ ^a (۰/۰۹)	۵۴/۵ ^b (۱/۶۶)
برگرداندن بقایا	۱/۵۴ ^a (۰/۴۴)	۰/۰۴۴ ^a (۰/۰۲)	۰/۵۹ ^a (۰/۰۳)	۰/۱۰ ^a (۰/۱۱)	۵۶/۵ ^a (۰/۳۱)
سوزاندن بقایا	۱/۶۷ ^a (۰/۳۳)	۰/۰۳۱ ^a (۰/۰۱)	۰/۵۴ ^b (۰/۰۲)	۰/۱۵ ^a (۰/۰۹)	۵۴/۲ ^b (۰/۵۸)

*: اعداد دارای حروف مشابه در یک ستون تفاوت معنی دار ندارند و اعداد داخل پرانتز نشان دهنده انحراف معیار می باشد.

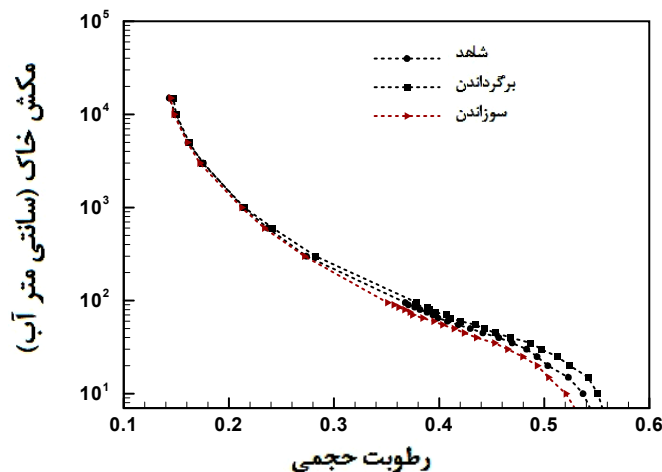
** مقدار θ_s از حل معکوس معادله ون گنوختن به دست آمده است که الزاماً با مقدار تخلخل برابر نمی باشد. مقدار تخلخل با استفاده از چگالی ظاهری و حقیقی اندازه گیری شده در آزمایشگاه محاسبه شد.

بین ذرات، شکل منافذ خاک و هم چنین تنوع بسیار زیاد این پارامترها حتی برای یک خاک خاص تا حدی پیچیده است. منحنی مشخصه رطوبتی خاک یک منحنی سیگموئیدی است و مدل های مربوطه، باید بتوانند این نوع منحنی را به خوبی شبیه سازی کنند (۳). از رایج ترین مدل های منحنی مشخصه که به طور گسترده نیز مورد استفاده قرار می گیرد، مدل ون گنوختن (۲۴) است. برخی از پارامترهای مدل در سطح احتمال ۵ درصد تحت تأثیر تیمارها قرار گرفته و اختلاف معنی دار داشتند که با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن مقایسه شدند (جدول ۴).

نتایج نشان داد که برگرداندن بقایا باعث افزایش معنی دار θ_s در مقایسه با تیمارهای شاهد و سوزاندن بقایا شده است. تأثیر تیمارهای مختلف در مقدار θ_s معادله ون گنوختن، همانند تأثیر آنها بر مقدار تخلخل کل خاک بود. ضرایب n و α در تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری نشان ندادند (جدول ۴). نقوی و همکاران (۶) در مطالعه ای تأثیر مقادیر مختلف کود گاوی را بر منحنی مشخصه آب خاک بررسی کردند. این محققین تغییر پارامترهای معادله منحنی مشخصه (به ترتیب کاهش و افزایش در مقادیر n و α) را ناشی از افزایش ماده آلی به خاک ذکر و گزارش کردند که افزایش ماده آلی مانند بقایای گیاهی و کودهای دامی باعث تغییر در ویژگی های فیزیکی خاک مانند، بهبود ساختمان خاک، افزایش تخلخل و در نتیجه تغییر در ضرایب معادله ون گنوختن شده است.

خاک هایی که در آنها بقایای گیاهی سوزانده می شود، مقدار آب بیشتری دریافت و ذخیره خواهند کرد.

شکل ۲ منحنی مشخصه آب خاک را در هر ۳ تیمار شاهد، برگرداندن بقایا و سوزاندن بقایا نشان می دهد. منحنی مشخصه آب خاک در تیمار برگرداندن بقایا نسبت به تیمار شاهد به سمت راست و در تیمار سوزاندن بقایا نسبت به شاهد به سمت چپ جابه جا شده است. از سمت مکش های بیشتر به سمت مکش های کمتر شکل این منحنی ها با هم اختلاف بیشتری داشت. به طوری که، بیشترین اختلاف در مکش های کمتر از ۶۰۰ سانتی متر آب اتفاق افتاد که می تواند به دلیل تغییر در فراوانی منافذ خاک متناظر با مکش های مذکور باشد. در مکش های بالاتر از ۶۰۰ سانتی متر آب منحنی های مربوط به تیمارهای مختلف تقریباً بر هم منطبق شدند و اختلاف چندانی نداشتند. این اختلاف در منحنی های مشخصه آب خاک در تیمارهای مختلف در مکش های کمتر از ۶۰۰ سانتی متر آب می تواند به دلیل ماهیت این منحنی و تأثیر ساختمان خاک بر منحنی فوق در مکش های کم باشد. در مکش های بالاتر ساختمان خاک تأثیری بر منحنی مشخصه رطوبتی نداشته و فقط بافت خاک می تواند تأثیرگذار باشد. با توجه به این که تیمار برگرداندن بقایا ساختمان خاکدانه ای بهتری از تیمارهای شاهد و سوزاندن بقایا داشته و در سطح ۵ درصد معنی دار بود، لذا منحنی های مربوطه نیز در مکش های کم اختلاف داشتند و در مکش های بالا اختلاف چندانی نداشتند. منحنی مشخصه آب خاک به دلیل متأثر بودن از نیروهای جاذبه



شکل ۲. تأثیر برگرداندن و سوزاندن بقایا بر منحنی مشخصه رطوبتی اندازه‌گیری شده خاک در مقایسه با تیمار شاهد (منحنی‌ها میانگین تکرارها را نشان می‌دهد)

جدول ۵. تجزیه واریانس داده‌های بیولوژیکی به صورت کرت‌های خرد شده در زمان

جمعیت باکتری (MS)	درجه آزادی	منابع تغییر	میانگین مربعات (MS)			درجه آزادی	منابع تغییر
			تنفس پایه	جمعیت قارچ	جمعیت باکتری		
۰/۰۵ ^{ns}	۳	تکرار	۹۵۴/۹۴ ^{ns}	۰/۳۱ ^{ns}	۰/۰۳۱ ^{ns}	۳	تکرار
۰/۴۸۴ ^{**}	۲	عمق خاک	۱۰۰۹۵/۵۴ ^{**}	۷/۱۶ ^{**}	۵/۶۹ ^{**}	۲	تیمار
۰/۰۱۵	۶	خطای اول	۵۳۶/۹۹	۰/۱۴	۰/۰۴۷	۶	خطای اول
۰/۸۸۶ ^{ns}	۱	زمان نمونه‌برداری	۲۷۷۳/۵ ^{ns}	۰/۲۵	۰/۷ ^{ns}	۱	زمان نمونه‌برداری
۰/۵۰۷ ^{**}	۲	عمق×زمان	۱۳۲۷/۶۲ ^{**}	۰/۴ ^{**}	۰/۵۴ ^{**}	۲	تیمار×زمان
۰/۰۲۴	۹	خطای دوم	۱۱۰/۸۱	۰/۰۵۱	۰/۰۱۴	۹	خطای دوم

ns و **: به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های بیولوژیکی خاک

تجزیه واریانس داده‌های مربوط به جمعیت باکتری‌ها، قارچ‌ها، میزان تنفس پایه و جمعیت باکتری‌ها در عمق‌های مختلف به صورت کرت‌های خرد شده در زمان انجام شد (جدول ۵). در این تجزیه‌ها به دلیل معنی‌دار نشدن اثر متقابل تکرار با زمان نمونه‌برداری، این اثر با خطای دوم جمع گردید. نتایج حاصل نشان داد که بین تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌دار وجود دارد و اثر متقابل زمان نمونه‌برداری و تیمار نیز معنی‌دار بود. لذا، مقایسه میانگین در تیمارهای مختلف در دو

طبق نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد، تأثیر برگرداندن بقایای گیاهی بر منحنی مشخصه آب خاک، ناشی از طبیعت جاذب‌الرطوبه بودن این مواد و هم‌چنین تأثیر بقایا بر افزایش تخلخل، بهبود ساختمان خاک و افزایش میانگین قطر خاکدانه‌ها (MWD) می‌باشد که در تیمار سوزاندن بقایا به دلیل کاهش و از بین رفتن مواد آلی، باعث ایجاد اثرات نامطلوبی بر تخلخل، ساختمان و پایداری خاکدانه‌ها و در نتیجه اختلاف در شکل منحنی مشخصه آب خاک شده است.

جدول ۶. مقایسه میانگین پارامترهای جمعیت باکتری‌ها و قارچ‌ها با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

تیمار	جمعیت باکتری‌ها (میانگین تعداد باکتری)		جمعیت قارچ‌ها (CFU بر گرم خاک)	
	نمونه برداری اول	نمونه برداری دوم	نمونه برداری اول	نمونه برداری دوم
شاهد	۲/۷×۱۰ ^{۶b*}	۲/۸۵×۱۰ ^{۶b}	۳/۴×۱۰ ^{۴b}	۳/۶×۱۰ ^{۴b}
برگرداندن بقایا	۲/۷۷×۱۰ ^{۶b}	۲/۶×۱۰ ^{۶a}	۳/۸×۱۰ ^{۴b}	۲/۶×۱۰ ^{۵a}
سوزاندن بقایا	۱/۹۵×۱۰ ^{۵c}	۲/۲×۱۰ ^{۵c}	۲/۰×۱۰ ^{۳c}	۲/۱×۱۰ ^{۳c}

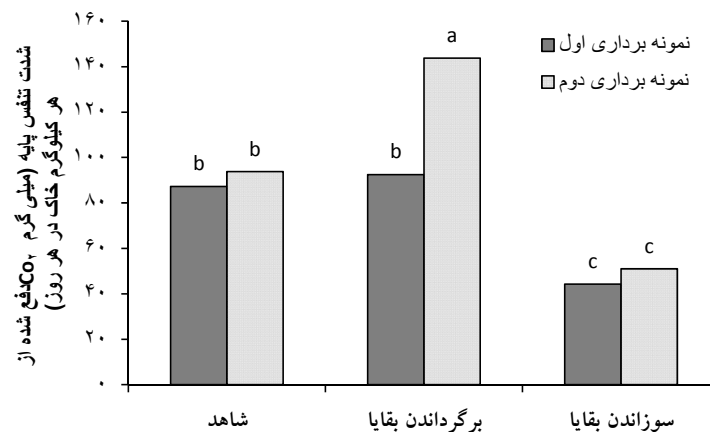
*: اعداد دارای حروف مشابه دارای تفاوت معنی دار نمی باشند.

مرحله نمونه برداری با استفاده از آزمون دانکن انجام شد (جدول ۶). این مقایسه‌ها نشان داد که برگرداندن و سوزاندن بقایا، به ترتیب تعداد کل باکتری‌های خاک را در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد به طور معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد افزایش و کاهش داده است. در نمونه برداری اولیه از خاک (در هنگام اعمال تیمارهای مختلف)، بین تیمارهای برگرداندن بقایا و شاهد اختلاف معنی دار دیده نشد. ولی کاهش معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد بین تیمارهای سوزاندن بقایا و تیمار شاهد دیده شد. در نمونه برداری دوم (یک سال پس از اعمال تیمارها) بیشترین (۲/۶×۱۰^۷) و کمترین (۲/۲×۱۰^۵) تعداد باکتری‌های خاک به ترتیب از تیمارهای برگرداندن و سوزاندن بقایا به دست آمد. چون نمونه برداری اولیه در هنگام اعمال تیمارهای مختلف در ابتدای پژوهش انجام گرفت، لذا تیمارهای برگرداندن بقایا و شاهد از نظر مقدار بقایای گیاهی و ماده آلی خاک یکسان بوده و از نظر تعداد باکتری‌های خاک نیز اختلاف معنی دار نشان ندادند. ولی تیمار سوزاندن بقایا در همان ابتدا، با از بین بردن ریزجانداران خاک، تعداد باکتری‌های خاک را کاهش داده و با شاهد اختلاف معنی دار داشت. با اضافه کردن بقایای گیاهی و تأثیر آنها، بین تیمار برگرداندن بقایا و شاهد اختلاف معنی دار در نمونه برداری دوم وجود داشت.

دیدن نشد، ولی بین نمونه برداری اول و دوم از تیمار برگرداندن بقایا اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد دیده شد. این نکته بیانگر این واقعیت است که برگرداندن بقایا در مقادیر به کار رفته، توانسته است جمعیت باکتری‌های خاک را در مدت ۱۲ ماه و به طور معنی دار در مقایسه با شاهد افزایش دهد و در سطح بالاتری نگه دارد. هم چنان که تیمار سوزاندن بقایا در هر دو نمونه برداری، باعث کاهش معنی دار تعداد باکتری‌های خاک در مقایسه با تیمار شاهد شد. حق پرست تنها (۱) افزایش ماده آلی به خاک را از دلایل افزایش شدید تعداد ریزجانداران و جانوران خاک می‌داند. هیچن و همکاران (۱۴) نیز از بین رفتن ریزجانداران بومی خاک را در اثر سوزاندن بقایای گیاهی گزارش کرده‌اند. مقایسه میانگین تعداد قارچ‌های خاک (تعداد واحدهای ایجاد کلونی در گرم خاک) بین تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۶ ارائه شده است. جدول ۶ نشان می‌دهد در نمونه برداری اول بین تیمار برگرداندن بقایا با شاهد اختلاف معنی دار وجود نداشت ولی تیمار سوزاندن بقایا در سطح احتمال ۵ درصد کاهش معنی دار را در مقایسه با شاهد نشان داد.

در نمونه برداری دوم تیمارهای برگرداندن بقایا و سوزاندن بقایا با شاهد اختلاف معنی دار داشتند (در سطح احتمال ۵ درصد). یکسان بودن شرایط خاک در تیمار برگرداندن بقایا و شاهد در نمونه برداری اول دلیل عدم معنی دار شدن تفاوت این تیمار با تیمار شاهد بوده است. بررسی تأثیر زمان بین دو

مقایسه میانگین برای هر تیمار بین نمونه برداری اول و دوم نشان داد که بین تیمارهای شاهد و سوزاندن بقایا در فاصله زمانی نمونه برداری اول و دوم اختلاف معنی دار

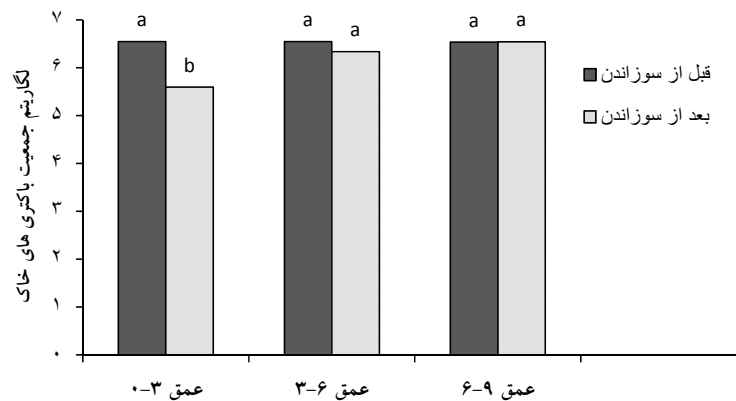


شکل ۳. اثر برگرداندن و سوزاندن بقایا بر میانگین تنفس پایه خاک (حروف غیرمشابه بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد می‌باشد).

فراهمی مواد غذایی سهل‌الوصول بیشتر شده است، لذا باعث شده تا شدت تنفس پایه به‌طور معنی‌داری در تیمار برگرداندن بقایا بالا رود. هم‌چنین، با سوزاندن بقایای گیاهی و کاهش ماده آلی، جمعیت ریزجانداران بومی خاک کاهش می‌یابد. در نتیجه فعالیت ریزجانداران در مقایسه با تیمار شاهد کمتر شده و تنفس پایه خاک نسبت به شاهد به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد. در مقایسه بین دو نمونه‌برداری درون هر تیمار با استفاده از آزمون *t*، تیمارهای شاهد و سوزاندن بقایا تفاوت معنی‌داری نشان ندادند ولی تیمار برگرداندن بقایا در فاصله زمانی دو نمونه‌برداری تفاوت معنی‌داری نشان داد که می‌تواند به دلیل افزایش جمعیت ریزجانداران خاک به دلیل افزودن بقایای گیاهی باشد. می‌توان چنین استنباط کرد که بین شاخص‌های جمعیت میکروبی (تعداد ریزجانداران و قارچ‌های خاک) و فعالیت جمعیت میکروبی (شدت تنفس پایه) و افزودن بقایا به خاک رابطه مستقیم وجود دارد. در توجیه این نتیجه می‌توان چنین گفت که افزایش تنفس پایه خاک در تیمارهای مختلف می‌تواند به دلیل افزایش تعداد باکتری‌ها و قارچ‌های خاک به دلیل افزایش مقدار بقایا و کشت و کار در این تیمارها باشد. به تبع آن، فعالیت ریزجانداران در خاک به دلیل نقش بیشتر آنها در تجزیه بقایای گیاهی به‌جا مانده از محصول، بیشتر شده است.

نمونه‌برداری نشان داد که همانند باکتری‌های خاک، تیمار برگرداندن بقایا در نمونه‌برداری اول و دوم، اختلاف معنی‌داری داشتند که می‌توان آنرا به دلیل تأثیر اضافه شدن بقایا و در نتیجه افزایش جمعیت قارچ‌ها به دلیل تجزیه این بقایا دانست. بین دو نمونه‌برداری اول و دوم در تیمارهای سوزاندن بقایا و شاهد اختلاف معنی‌داری دیده نشد. در تیمار شاهد به دلیل خارج کردن بقایای گیاهی به‌طور کامل در پایان کشت و هم‌چنین در تیمار سوزاندن بقایا، از بین رفتن بقایا بر اثر سوزاندن و در نتیجه وجود مقدار مواد غذایی یکسان در این تیمارها در هنگام نمونه‌برداری اول و دوم می‌تواند توجیه‌کننده معنی‌دار نشدن جمعیت قارچ‌های خاک در هر یک از این تیمارها در نمونه‌برداری اول و دوم باشد.

اثر تیمارهای مختلف بر تنفس پایه خاک در شکل ۳ نشان داده شده است. در نمونه‌برداری اول شدت تنفس پایه خاک بین تیمار برگرداندن بقایا و شاهد اختلاف معنی‌داری نداشتند، ولی تیمار سوزاندن بقایا در مقایسه با تیمار شاهد تأثیر معنی‌داری در کاهش شدت تنفس پایه خاک داشت. با مقایسه اثر اصلی برگرداندن و سوزاندن بقایا بر شدت تنفس پایه (نمونه‌برداری دوم) می‌توان نتیجه گرفت که با افزودن بقایا به خاک و به تبع آن افزایش ماده آلی و بیشتر شدن تعداد ریزجانداران بومی خاک (جدول ۶)، فعالیت آنها در اثر



شکل ۴. تأثیر سه عمق متفاوت ۰-۳، ۳-۶ و ۶-۹ سانتی‌متر بر میانگین جمعیت باکتری‌های خاک، قبل و بعد از سوزاندن بقایای گیاهی در سطح خاک (اعداد دارای حروف مشابه در یک ستون دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند)

گیاهی بر ریزجانداران خاک را بیشتر و یا کمتر کند. لذا شخم زدن و کشت و کار با افزایش ریزجانداران می‌تواند این اثر را تا حدی از بین ببرد. در صورتی‌که این عمل به تکرار انجام شود هر بار آتش زدن بقایای گیاهی موجود در سطح خاک می‌تواند باعث از بین رفتن باکتری‌های سطحی خاک و کم شدن جمعیت آنها شود. شخم زدن خاک می‌تواند با بالا آوردن ریزجانداران موجود در عمق‌های پایین‌تر به سطح خاک، آنها را در معرض تأثیر آتش قرار داده و در نتیجه، تا حد زیادی باعث کم شدن جمعیت ریزجانداران موجود در خاک شود. این عمل می‌تواند به صورت غیرمستقیم بر ماده آلی، و ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک اثرگذار باشد. در پژوهش کترینگ و همکاران (۱۹) سوزاندن باعث ایجاد اثرات نامطلوبی بر ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی خاک شد. این محققین از بین رفتن ماده آلی خاک در اثر سوزاندن را از دلایل ایجاد این اثرات نامطلوب دانستند.

تأثیر سوزاندن و برگرداندن بقایا بر اجزای عملکرد ذرت

علوفه‌ای

صفات اندازه‌گیری شده برای ذرت علوفه‌ای شامل وزن تر و خشک برحسب تن در هکتار، ارتفاع متوسط بوته برحسب

تأثیر سوزاندن بقایا بر باکتری‌های موجود در عمق‌های

مختلف خاک

مقایسه میانگین تعداد باکتری‌های خاک در هر عمق، قبل و بعد از آتش‌زدن بقایا با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که آتش بیشترین اثر خود را روی باکتری‌های موجود در عمق ۰-۳ سانتی‌متری از سطح خاک داشته است.

در شکل ۴ تعداد باکتری‌های بومی در عمق‌های مختلف خاک، قبل و بعد از آتش‌زدن بقایا نشان داده است. نتایج نشان داد که آتش تأثیر معنی‌داری بر جمعیت باکتری‌های خاک در عمق ۰-۳ سانتی‌متری دارد. تأثیر آتش بر جمعیت باکتری‌های موجود در عمق ۳-۶ سانتی‌متری اندک و روی باکتری‌های موجود در عمق ۶-۹ سانتی‌متری بی‌تأثیر بود. به طوری‌که مقایسه میانگین تعداد باکتری‌های موجود در این عمق‌ها معنی‌دار نشد. این موضوع نشان می‌دهد که آتش‌زدن بقایا تنها بر جمعیت باکتری‌های موجود در لایه‌های سطحی خاک اثر گذاشته و در عمق‌های متوسط و پایین‌تر (۳-۶ و ۶-۹ سانتی‌متری) بی‌تأثیر است. هر چند که وضعیت‌های مختلف آب و هوایی مانند فصول مختلف سال، دمای خاک، شدت باد، هم‌چنین مقدار بقایای موجود و وضعیت این بقایا از نظر خوابیده و یا ایستاده بودن آنها می‌تواند با تأثیر بر شدت آتش‌سوزی، اثر آتش‌زدن بقایای

جدول ۷. مقایسه میانگین تأثیر سوزاندن و برگرداندن بقایا بر اجزای عملکرد ذرت علوفه‌ای با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

تیمار	وزن تر (تن در هکتار)	وزن خشک (تن در هکتار)	ارتفاع متوسط بوته (cm)	متوسط تعداد برگ در هر بوته
شاهد	۳۱/۳۲ ^{ab*} (۲/۱۳)	۸/۰۲ ^a (۰/۶۳)	۱۲۷/۵ ^a (۵/۴۳)	۱۱/۷ ^a (۰/۷۷)
برگرداندن بقایا	۳۷/۴۷ ^a (۳/۰۵)	۹/۱۹ ^a (۰/۵۳)	۱۳۲/۵ ^a (۶/۱۱)	۱۲/۷ ^a (۰/۹۲)
سوزاندن بقایا	۲۹/۵۷ ^b (۲/۷۳)	۷/۴۱ ^a (۰/۷۲)	۱۲۸/۷ ^a (۵/۹۱)	۱۱/۵ ^a (۰/۶۳)

*: اعداد دارای حروف مشابه در یک ستون دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۸. مقایسه تأثیر سوزاندن و برگرداندن بقایا بر اجزای عملکرد جو با استفاده از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد

تیمار	عملکرد دانه (kg/ha)	وزن هزار دانه (kg)	متوسط تعداد پنجه در بوته	متوسط دانه در خوشه	وزن کاه و کلش (kg/ha)	ارتفاع متوسط بوته (cm)
شاهد	۵۱۶۲ ^{b*} (۱۳۸)	۰/۰۴ ^a (۰/۰۰۲۹)	۳/۶۵ ^b (۰/۴۷)	۳۹/۱۸ ^a (۳/۱۱)	۶۲۰۷ ^b (۹۴)	۹۰/۱ ^a (۱/۵)
برگرداندن بقایا	۵۳۸۱ ^a (۹۱)	۰/۰۴۲۷ ^a (۰/۰۰۳۷)	۴/۳۷ ^a (۰/۲۹)	۴۰/۱۲ ^a (۴/۳۷)	۶۴۲۳ ^a (۱۳۸)	۹۰/۸ ^a (۱/۱)
سوزاندن بقایا	۵۱۴۹ ^b (۶۴)	۰/۰۳۹۷ ^a (۰/۰۰۴۴)	۳/۵۵ ^b (۰/۴۱)	۴۰/۱۲ ^a (۲/۱۴)	۶۱۵۴ ^b (۶۲)	۹۰/۶ ^a (۱/۹)

*: اعداد دارای حروف مشابه در یک ستون دارای تفاوت معنی‌دار نمی‌باشند و اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده انحراف معیار می‌باشد.

حداکثر عملکرد دانه جو (۵۳۸۱ کیلوگرم در هکتار) در تیمار برگرداندن بقایا و حداقل عملکرد دانه (۵۱۴۹ کیلوگرم در هکتار) در تیمار سوزاندن بقایای گیاهی می‌باشد. نتایج به‌دست آمده از آزمون دانکن نشان داد که برگرداندن بقایای گیاهی باعث افزایش معنی‌دار عملکرد دانه در سطح احتمال ۵ درصد گردید. هم‌چنین میزان کاه و کلش تولید شده در تیمار برگرداندن بقایا نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری داشته است. در حالی‌که کاهش در عملکرد دانه و کاه و کلش تولید شده در تیمار سوزاندن بقایا نسبت به شاهد معنی‌دار نبود (جدول ۸). افزایش عملکرد دانه در تیمار برگرداندن بقایا نسبت به تیمارهای شاهد و سوزاندن بقایا را می‌توان معلول بیشتر بودن ماده آلی و در نتیجه بهبود ویژگی‌های شیمیایی، فیزیکی و بیولوژیکی (افزایش جمعیت ریزجانداران و افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی) دانست و عدم معنی‌دار شدن تفاوت عملکرد دانه در تیمار سوزاندن بقایا نسبت به تیمار

ساتی‌متر و متوسط تعداد برگ در هر بوته در جدول ۷ ارایه شده است. بین تیمارها از نظر عملکرد علوفه اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد دیده شد ولی در صفات دیگر اختلاف معنی‌دار دیده نشد. مقایسه میانگین تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن نشان داد که تیمارهای برگرداندن و سوزاندن بقایا به‌ترتیب بیشترین (۳۷/۴۷ تن در هکتار) و کمترین (۲۹/۵۷ تن در هکتار) مقدار وزن تر برداشت شده از ذرت علوفه‌ای را دارا بودند. افزایش وزن تر ذرت در تیمار برگرداندن بقایا در مقایسه با تیمار سوزاندن بقایا در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود، ولی با تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

تأثیر سوزاندن و برگرداندن بقایا بر اجزای عملکرد جو

مقایسه میانگین اجزای عملکرد جو در تیمارهای مختلف با استفاده از آزمون دانکن به‌دست آمد (جدول ۸). نتایج نشان داد

خاک به دلیل افزایش ماده آلی و اثرات مطلوب آن بر ویژگی‌های فیزیکی و بیولوژیکی خاک (افزایش جمعیت ریزجانداران و افزایش فعالیت آنها) و همچنین افزایش عملکرد دانه و کاه در محصول جو مناسب باشد. در صورتی که سوزاندن بقایا با از بین بردن ماده آلی خاک و همچنین کاهش جمعیت ریزجانداران خاک اثرات نامطلوبی بر خاک‌های زراعی گذاشته که در نهایت منجر به از بین رفتن ویژگی‌های مطلوب فیزیکی خاک و در نتیجه کاهش عملکرد در محصولات زراعی شود. لذا نتایج این پژوهش سوزاندن بقایای گیاهی را گزینه مناسبی جهت از بین بردن بقایای گیاهی سطح خاک نمی‌داند.

شاهد را می‌توان معلول از بین رفتن بذر علف‌های هرز و آزادسازی ملایم عناصر غذایی از خاکستر بقایای سوزانده شده دانست. کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی و از بین رفتن ریزجانداران در اثر سوزاندن بقایا نیز می‌تواند یکی از علل کمبود عناصر غذایی و در نتیجه کاهش عملکرد محصولات کشاورزی باشد که البته این مورد در بلند مدت می‌تواند توجیه‌کننده کاهش در اجزای مختلف عملکرد در خاک‌هایی باشد که در آنها بقایای گیاهی سوزانده می‌شود.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج این پژوهش به نظر می‌رسد برگرداندن بقایا به

منابع مورد استفاده

۱. حق پرست تنها، م. ر. ۱۳۷۲. خاک‌زیان و خاک‌های زراعی. انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رشت.
۲. حیدری، ا. ۱۳۸۳. تأثیر مدیریت بقایای گیاهی و عمق شخم بر عملکرد گندم و ماده آلی خاک در تناوب ذرت دانه‌ای- گندم آبی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی ۵ (۱۹): ۸۱-۹۴.
۳. عباسی، ف. ۱۳۸۶. فیزیک خاک پیشرفته. مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران.
۴. علی اصغرزاده، ن. ۱۳۸۵. روش‌های آزمایشگاهی در بیولوژی خاک (ترجمه). انتشارات دانشگاه تبریز.
۵. غازان شاهی، ج. ۱۳۷۶. آنالیز خاک و گیاه. چاپ هما، تهران.
۶. نقوی، ه.، م. حاج عباسی و م. افیونی. ۱۳۸۴. تأثیر کود گاوی بر برخی خصوصیات فیزیکی و ضرایب هیدرولیکی و انتقال برماید در یک خاک لوم شنی در کرمان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۹ (۳): ۹۳-۱۰۲.
7. Alef, K. and P. Nonnipieri. 1993. *Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry*. Academic Press, Great Britain.
8. Biswas, T.D., M.R. Roy and B.N. Sahu. 1970. Effect of different sources of organic manures on the physical properties of the soil growing rice. *J. Ind. Soc. Soil Sci.* 18: 233-242.
9. Bruce, R.R., G.W. Langdale, L.T. West and W.P. Miller. 1992. Soil surface modification by biomass inputs affecting rainfall infiltration. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 56: 1614-1620.
10. Brye, K.R. 2006. Soil physiochemical changes following 12 years of annual burning in a humid-subtropical tall-grass prairie: hypothesis. *Acta Oecologica* 30: 407-413.
11. Carrillo, M.L.K., S.R. Yates and J. Lety. 1999. Measurement of initial soil water contact angle of water repellent soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 63: 433-436.
12. Cavazza, L., A. Patruno and E. Cirillo. 2007. Field capacity in soils with a yearly oscillating water table. *Biosys. Eng.* 98: 364-370.
13. Elliot, L.F. and R.I. Papendick. 1984. Crop residue management for improved soil productivity, PP. 45-56. *In: J.M. Lopez-Real and R.D. Hodge (Eds.), The Role of Microorganisms in a Sustainable Agriculture*. A.B. Academic Pub., London.
14. Heijden, M.G.A.V.D., J.N. Klironomos, M. Ursic, P. Moutoglis, R. Streitwolf-Engel, T. Boller, A. Wiemken and I.R. Sanders. 1998. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity ecosystem variability and productivity. *Nature* 369: 69-72.
15. Hillel, D. 1998. *Environmental Soil Physics*. Academic Press, New York.

16. Jacob, H. and G. Clarke. 2002. Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Method. Soil Science Society of America Inc., Madison, Wisconsin, USA.
17. Johnson, R.W. and R.W. Purdie. 1981. The role of fire in agricultural systems. PP. 497-528. *In*: A.M. Gill, R.H. Groves and I.R. Noble (Eds.), Fire and the Australian Biota, Australian Academy of Science, Canberra,
18. Kayode, S., A. Gabriel, A.L. Olategu, D.A. Adebayo and O. Oke. 2009. Slash and burn effect on soil quality of an Alfisol: Soil physical properties. *Soil Till. Res.* 103: 4-10.
19. Ketterings, Q.M. and J.M. Bigham. 2000. Soil color as an indicator slash-and-burn fire severity and soil fertility in Somatra, Indonesia. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 64: 1820-1833.
20. McCool, D.K., C.D. Pannkuk, A.C. Kennedy and P.S. Fletcher. 2008. Effects of burn/low-till on erosion and soil quality. *Soil and Till. Res.* 101: 2-9.
21. MacRae, R.J. and G.R. Mehuys. 1985. The effect of green manuring on the physical properties of temperate area soils. *Adv. Soil Sci.* 3: 71-94.
22. Ohu, J.O., G.S. Raghavan and Mc Keys. 1985. Peat mass effect on the physical and hydraulic characteristics of compacted soils. *Trans ASAE* 28(2): 420-428.
23. Valzano, F.P., R.S.B. Greene and B.W. Murphy. 1997. Direct effects of stubble burning on soil hydraulic and physical properties in a direct drill tillage system. *Soil and Till. Res.* 42: 209-219.
24. van Genuchten, M.T.H. 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Amer. J.* 44:892-898.
25. Williams, S.T. and F.L. Davies. 1965. Use of antibiotics for selective isolation and enumeration of actinomycetes in soil. *J. Gen. Microbiol.* 38: 251-261.
26. Zhang, G.S., K.Y. Chan, A. Oates, D.P. Heenan and G.B. Huang. 2007. Relationship between soil structure and runoff/soil loss after 24 years of conservation tillage. *Soil and Till. Res.* 92:122-128.

Effect of Crop Residue Management on Soil Physical and Biological Properties, and Forage Corn and Barely Yield

F. Heydari¹, A. Rasoulzadeh^{2*}, A. R. Sepaskhah³, A. Asghari⁴ and A. Ghavidel¹

(Received : Jan. 7-2012 ; Accepted : Dec. 5-2012)

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effects of crop residues management on soil physical and biological properties. The impacts of residue management on yield of forage corn and barley and soil micro-organisms population were also studied. The results showed that application of crop residues increased soil organic matter (22.2 %), saturated hydraulic conductivity (51.9 %), porosity (3.7 %), mean weight diameter (MWD) of the aggregates (5.4 %), and field capacity (5.8 %) and decreased bulk density (3.7 %) Whereas crop residues burring decreased soil organic matter (31.8 %), saturated hydraulic conductivity (36.6 %), porosity (0.5 %), mean weight diameter (MWD) of the aggregates (5.1 %), and field capacity (4.1 %) and increased soil bulk density (1 %). Soil water characteristic curves showed that the observed differences in soil water retention of application and burning residues treatments were higher at low matric suctions than those at high water matric suction. The results demonstrated that micro-organisms population significantly ($P<0.05$) decreased in residues burning treatment compared with the residues application treatment. Therefore, based on the results of this study residues' burning is not recommended in Ardabil.

Keywords: Residues application, Residues burring, Soil physical properties, Soil hydraulic properties, Micro-organisms, Basal respiration.

1. Dept. of Soil Sci., College of Agric., Mohaghegh Ardabili Univ., Ardabil, Iran.

2. Dept. of Water Eng., College of Agric., Mohaghegh Ardabili Univ., Ardabil, Iran.

3. Dept. of Water Eng., College of Agric., Shiraz Univ., Shiraz, Iran.

4. Dept. of Agron. and Plant Breed., College of Agric., Mohaghegh Ardabili Univ., Ardabil, Iran.

*: Corresponding Author, Email: rasoulzadeh@uma.ac.ir