

تأثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم بر خصوصیات خاک و
عملکرد آفتابگردان در سیستم کشت دوگانه

روژه فرهودی^۱، محمدرضا چایی چی^{۲*}، ناصر مجنون حسینی^۳ و غلامرضا ثوابی^۴
 ۱، ۲، ۳، ۴، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیاران پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
 (تاریخ دریافت: ۸۳/۱۰/۱۵ - تاریخ تصویب: ۸۶/۷/۱۸)

چکیده

روش‌های مدیریت بقایای گیاهی با تأثیر مستقیم بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نقش مؤثری بر پایداری تولید در اکوسیستم‌های زراعی و محیط‌زیست دارند. در این تحقیق اثر نحوه مدیریت بقایای گندم (سوزاندن بقایا، زیر خاک کردن و جمع‌آوری آنها) بر خصوصیات خاک در سیستم کشت دوگانه مورد بررسی قرار گرفت. تیمارهای آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار مورد مقایسه قرار گرفتند. صفات اندازه‌گیری شده شامل عناصر غذایی نیتروژن، فسفر، پتاسیم، کلسیم، روی و منیزیم، مواد آلی خاک، pH خاک، وزن مخصوص ظاهری و نسبت کربن آلی به نیتروژن خاک (C/N) بود. اعمال تیمارهای مدیریت بقایا بر میزان عناصر غذایی قابل جذب خاک تأثیر داشت به طوری که میزان نیتروژن خاک در تیمار سوزاندن بقایا نسبت به شاهد کاهش یافت ولی این کاهش معنی‌دار نبود. این در حالی بود که فسفر، روی و پتاسیم خاک افزایش معنی‌داری یافت. در تیمار شخم بقایا میزان نیتروژن خاک کاهش معنی‌دار یافت. خارج کردن بقایای گیاهی گندم از خاک نسبت به شاهد تأثیر معنی‌داری بر عناصر غذایی خاک نداشت. برگرداندن بقایای گندم به خاک سبب افزایش معنی‌دار میزان مواد آلی و نسبت C/N شد. سوزاندن بقایای گیاهی میزان pH خاک به طور معنی‌داری افزایش داد. مدیریت بقایای گیاهی بر وزن مخصوص ظاهری خاک تأثیر نداشت. شخم بقایا گندم در خاک سبب کاهش معنی‌دار محصول آفتابگردان شد. سوزاندن بقایای گیاهی هر چند نسبت به روش‌های دیگر مدیریت بقایا، عملکرد محصول آفتابگردان را افزایش داد اما این افزایش معنی‌دار نبود.

واژه‌های کلیدی: مدیریت بقایای گیاهی گندم، آفتابگردان، سیستم کشت دوگانه، خصوصیات خاک.

مقدمه

کشت دوگانه را کاشت دو گیاه در یک سال زراعی و در یک قطعه زمین به طور پی‌درپی تعریف نموده است مانند کشت ذرت زودرس بعد از برداشت گندم و جو که در بعضی مناطق ایران چون اصفهان رواج دارد. از دیرباز روش‌هایی چون سوزاندن بقایای گیاهی، باقی گذاردن بقایا بر سطح خاک (مالج‌کشی)، جمع‌آوری بقایا از سطح مزرعه و شخم

مدیریت بقایای زراعی یکی از ارکان اصلی تولید در کشاورزی و به ویژه سیستم کشت دوگانه است زیرا این روش‌ها با تأثیر مستقیم بر خصوصیات خاک در بلند مدت نقش به سزایی در افزایش یا کاهش محصولات زراعی در یک منطقه دارند. مظاهری و مجنون حسینی (۱۳۷۷)

(مواد آلی) در کرت‌هایی که بقایای ذرت و گندم با خاک مخلوط شدند حدود ۲۵٪ و در کرت‌هایی که بقایای ذرت خارج و بقایای گندم با خاک مخلوط شدند ۱۶ درصد افزایش یافت. برگرداندن بقایای گیاهی ذرت در مقایسه با خارج کردن بقایا از خاک سبب افزایش عملکرد گندم آبی که در تناوب با ذرت قرار دارد شد، هر چند که این افزایش عملکرد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود (۱۴). تحقیقات ۲۵ ساله کلونینو و همکاران (۲۰۰۲) در مورد تأثیر خارج کردن بقایای گندم بر عناصر غذایی قابل دسترس خاک و میزان عملکرد گیاهان زراعی در تناوب با گندم نیز همین نتایج را در برداشت.

با توجه به تحقیقات انجام شده هر یک از این روش‌ها با تأثیر بر تنوع و میزان عناصر غذایی، مواد آلی، فعالیت‌های بیولوژیک، خصوصیات شیمیایی و فیزیکی خاک سبب تأثیرگذاری بر عملکرد کیفی و کمی گیاهان زراعی بعدی می‌شوند. با توجه به تأثیر مستقیم مدیریت بقایای گیاهی بر خصوصیات خاک و عملکرد گیاهان زراعی به ویژه در سیستم کشت دوگانه این تحقیق به منظور بررسی تأثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱ انجام شد. بافت خاک مزرعه لومی رسی بود. تیمارهای مدیریت بقایای گیاهی گندم شامل سوزاندن بقایای گیاهی گندم، زیرخاک کردن بقایای گیاهی از طریق شخم، جمع‌آوری بقایا از سطح زمین و آیش به عنوان شاهد بود. گیاه کشت شده به عنوان کشت دوم آفتابگردان رقم آذرگل بود. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. اندازه هر کرت $12m^2$ بود. گندم رقم پیش‌تاز در اواخر آذرماه ۱۳۸۱ کاشته شد و در اواخر خرداد ماه ۱۳۸۲ برداشت گردید و به دنبال آن تیمارهای مدیریتی اعمال شد و کشت گیاه آفتابگردان در تاریخ ۸ تیرماه ۱۳۸۲ انجام گردید.

نحوه اعمال تیمارها این چنین بود:

سوزاندن بقایا: سوزاندن بقایا به صورت دستی اجرا شد و

بقایا در خاک جهت مدیریت بقایای گیاهان زراعی مطرح بوده است. تحقیقات انجام گرفته حاکی از تأثیر بارز مدیریت بقایای گیاهی بر خصوصیات خاک و عملکرد گیاهان زراعی است.

زیر خاک نمودن بقایای گیاهی گندم به مرور زمان سبب افزایش محصول سورگوم ذرتی شد که در تناوب با گندم کاشته شدند اما محصول سویا بعد از گندم کاهش داشت. افزایش محصول گیاهان در این تناوب ناشی از افزایش عناصر غذایی خاک (پتاسیم، فسفر، روی)، افزایش مواد آلی خاک و بهبود فضای توسعه ریشه بود. کاهش عملکرد سویا ناشی از ترشحات آللوپاتیک بقایای گندم بود (۱۷). گزارش شده است برگرداندن بقایای گیاهی ذرت به خاک در مقایسه با خارج نمودن آنها از خاک در مقایسه با خارج نمودن آنها از خاک سبب افزایش ۷/۲٪ کربن آلی خاک شد (۱۴).

دوپرز و همکاران (۲۰۰۳) گزارش کردند که سوزاندن بقایای گیاهی در مقایسه با برگرداندن آنها به خاک سبب افزایش عناصر غذایی خاک و عملکرد گیاهان زراعی شد که این افزایش عملکرد تا چهار سال ادامه یافت. وی همچنین بیان نمود 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.

بیدربک و همکاران (۱۹۹۸) گزارش نمودند سوزاندن کلش گندم موجب افزایش مواد غذایی خاک در عمق یک الی پنج سانتی‌متری خاک می‌شود. این امر در کوتاه مدت سبب افزایش عملکرد شبدر که در تناوب با گندم قرار داشت شد. علی‌رغم افزایش عناصر غذایی خاک در اثر سوزاندن بقایای گیاهی اکثر تحقیقات انجام شده حاکی از اثرات نامطلوب این روش بر خصوصیات چوب مواد آلی و نفوذپذیری خاک است که در دراز مدت پایداری تولید در اکوسیستم‌های زراعی را به خطر خواهد انداخت (۱۴، ۳، ۱۲).

جمع‌آوری بقایا از سطح مزرعه از دیگر روش‌های معمول مدیریت بقایای گیاهی است. در یک آزمایش هنگامی که ذرت و گندم در تناوب با هم کشت شدند مقدار کربن خاک

برگرداندن بقایای گندم به خاک میزان نیتروژن خاک کاهش معنی‌داری نسبت به شاهد یافت اما تیمارهای سوزاندن و خارج کردن بقایای گندم از سطح مزرعه موجب تغییر معنی‌داری در محتوی نیتروژن خاک نسبت به تیمار آیش نگردیدند (جدول ۱). دلیل اصلی کاهش محتوی نیتروژن خاک، اضافه شدن حجم زیادی از بقایای گیاهی گندم حاوی کربن به خاک می‌باشد. مواد آلی خاک منبع اصلی تأمین انرژی میکروارگانیسم‌های خاک می‌باشند. میکروارگانیسم‌های خاک جهت ادامه فعالیت علاوه بر کربن به نیتروژن نیز نیاز دارند که این نیتروژن را از خاک تأمین می‌کنند و با افزایش کربن آلی خاک و تشدید فعالیت میکروارگانیسم‌ها، نیاز آنها به نیتروژن افزایش یافته و میزان زیادی از نیتروژن خاک توسط آنها جذب می‌گردد. در زراعت گیاهان به خصوص زراعت دیم که میزان مصرف کود نیتروژنه کم است این فرایند موجب رقابت میکروارگانیسم‌ها با گیاهان زراعی جهت نیتروژن خاک می‌گردد. تحقیقات بورنر و همکاران (۱۹۸۵) نشان داد که زیر خاک نمودن بقایای گیاهی ذرت موجب کاهش معنی‌دار نیتروژن خاک طی یک فصل زراعی در مقایسه با هنگامی شد که بقایای گیاهی از سطح خاک خارج گشتند. برگرداندن بقایای کلزا به خاک نیز تأثیر مشابهی داشت. آلبرتا (۱۹۹۵) بیان نمود سوزاندن بقایای گیاهی گندم موجب کاهش نیتروژن خاک شد اما کاهش نیتروژن خاک در اثر برگرداندن بقایا به خاک شدیدتر بود. آن برون (۱۹۹۹) بیان نمود حرارت ناشی از سوزاندن بقایای گیاهی موجب کاهش عناصری چون نیتروژن و گوگرد می‌گردد به طوری که در پاره‌ای از اوقات نزدیک به ۷۰٪ محتوی نیتروژن خاک به این ترتیب تبخیر می‌شود. وی تبخیر نیتروژن خاک را یکی از تبعات اصلی سوزاندن مراتع عنوان نموده است. چان (۱۹۹۶) نیز گزارش کرد، سوزاندن بقایای گیاهی طی یک دوره چند ساله محتوی نیتروژن خاک را به میزان زیادی نسبت به برگرداندن بقایای گیاهی به خاک کاهش داد. دلیل اصلی این کاهش تصعید شدید نیتروژن خاک در اثر حرارت ناشی از سوزاندن بقایای گیاهی می‌باشد.

فسفر خاک

مدیریت بقایای گیاهی گندم به طور معنی‌داری ($P < 0.01$) بر میزان فسفر خاک تأثیر گذاشت. سوزاندن

سپس خاکستر آن توسط شخم تا عمق ۲۵cm با خاک مخلوط گردید.

برگرداندن بقایا: بقایا ابتدا توسط دیسک خرد شد و سپس توسط شخم تا عمق ۲۵cm با خاک مخلوط گردید. جمع‌آوری بقایا: بعد از برداشت محصول، بقایا جمع‌آوری و از کرت‌ها خارج شدند و زمین آن تا عمق ۲۵cm شخم زده شد.

آیش: در این تیمار گندم کاشته نشد و مرتباً با علف‌های هرز آن مبارزه شد تا گیاهی در زمین نروید.

بعد از اعمال تیمارها زمین آبیاری شد و در تاریخ ۱۳۸۲/۴/۸ آفتابگردان رقم آذرگل کشت شد. طی دوره رشد آفتابگردان کلیه مراقبت‌های لازم اعم از وجین، آبیاری و غیره انجام شد. برداشت آفتابگردان در ۲۰ آبان ماه ۱۳۸۲ انجام شد. سطح برداشت در هر کرت چهارمتر مربع بود و صفات گیاهی اندازه‌گیری شده شامل وزن خشک گیاهچه، ارتفاع بوته، قطر طبق، تعداد دانه در هر طبق و عملکرد نهایی در آفتابگردان بود. صفات اندازه‌گیری شده در خاک شامل عناصر غذایی نیتروژن (روش کج‌دال)، فسفر (روش اولسن)، پتاسیم (روش فلاپم فتومتر)، کلسیم، روی و منیزیم (روش EDTA)، مواد آلی خاک، pH خاک (توسط pH متر)، وزن مخصوص ظاهری (روش استوانه ثابت) و نسبت کربن آلی به نیتروژن خاک (C/N) بود (۱).

عمق نمونه‌برداری خاک ۳۰ سانتی‌متر بود. جهت عدم تأثیرگذاری کوددهی مزرعه بر اندازه‌گیری عناصر غذایی خاک کوددهی بعد از نمونه‌برداری خاک انجام شد. نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری عناصر غذایی خاک دو هفته پس از اعمال تیمارها انجام شد و نمونه‌برداری جهت اندازه‌گیری سایر صفات در اواخر آبان‌ماه انجام شد. نتایج توسط نرم‌افزار آماری SAS تجزیه شد و شکل‌ها توسط نرم‌افزار Excel 2000 رسم گردید.

نتایج و بحث

الف- تأثیر مدیریت بقایای گندم بر خصوصیات خاک

نیتروژن خاک

مدیریت بقایای گیاهی گندم تأثیر معنی‌داری ($P < 0.01$) بر محتوی نیتروژن خاک گذاشت به طوری که در اثر

پدیده بیان نمود زیرا افزایش فسفر موجب تولید گیاهچه‌هایی با ریشه طویل‌تر گردید. این گیاهچه‌ها در مقایسه با تیمار شاهد سریع‌تر رشد کرده و با سایه‌اندازی بر علف هرز غلبه نمودند.

پتاسیم خاک

مدیریت بقایای گندم تأثیر معنی‌داری ($P < 0.01$) بر میزان پتاسیم خاک داشت. سوزاندن بقایای گیاهی سبب افزایش معنی‌دار پتاسیم خاک گردید در حالی که برگرداندن بقایا به خاک و خارج کردن آن از مزرعه نسبت به تیمار آیش تأثیر معنی‌داری بر پتاسیم خاک نداشت (جدول ۱). دلیل اصلی افزایش پتاسیم خاک در اثر سوزاندن بقایای گندم، برگشت پتاسیم موجود در خاکستر بقایا به خاک می‌باشد. پتاسیم از عناصر ضروری برای رشد گیاه می‌باشد. دوبرز (۱۹۸۳) بیان نمود محتوی پتاسیم خاک در مزارعی که از آتش برای کنترل بقایای پنبه استفاده می‌شود نسبت به مزارعی که بقایا پنبه به خاک برمی‌گردند حدود ۴۸ درصد بیشتر است. وی دلیل اصلی این پدیده را خشبی بودن بقایای پنبه و مدت زمان طولانی پوسیدن بقایای پنبه در خاک عنوان نمود. در حالی که سوزاندن بقایای پنبه سبب آزادسازی سریع پتاسیم از بقایا می‌شود.

بقایای گیاهی گندم سبب افزایش معنی‌دار میزان فسفر قابل جذب خاک گردید. در حالی که زیر خاک نمودن و خارج نمودن بقایا از سطح خاک نسبت به تیمار آیش تأثیر معنی‌داری بر میزان فسفر خاک نداشت (جدول ۱). سوزاندن بقایای گیاهی گندم سبب آزاد شدن فسفر موجود در پیکره بقایای گیاهی می‌گردد، به طور طبیعی مدت زمان طولانی برای تجزیه بقایای گیاهی و آزاد شدن عناصر آنها به واسطه انجام فعالیت های بیولوژیک میکروارگانیسم‌ها لازم است. سوزاندن بقایای گیاهی سبب می‌شود که در کوتاه مدت عناصر غذایی به خاک برگردند. بورنر و همکاران (۱۹۸۵) با بررسی تأثیر سوزاندن بقایای گیاهی بر اکوسیستم‌های زراعی بیان نمودند که این عمل موجب افزایش معنی‌دار فسفر در خاک گردید. بلیونز (۱۹۸۳) بیان نمود در پایان یک دوره ۱۰ ساله میزان فسفر خاک در اثر برگرداندن بقایای گیاهی ذرت نسبت به خروج آن افزایش یافت. افزایش فسفر خاک به ویژه در ابتدای دوره رشد گیاه موجب توسعه مناسب ریشه‌هایی می‌شود و توسعه ریشه منجر به جذب بیشتر عناصر غذایی، آب و تولید گیاهچه‌هایی قوی می‌گردد. وی دلایل متعددی چون نابودی پاره‌ای از برزهای علف هرز، حذف اثرات آللوپاتیک گندم و افزایش عناصر غذایی خاک چون فسفر را دلیل اصلی این

جدول ۱- مقایسه میانگین خصوصیات خاک تحت تأثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم

مدیریت بقایای گندم	شاهد	سوزاندن بقایا	شخم بقایا	جمع‌آوری بقایا
خصوصیات خاک				
نیترژن خاک (%)	۰/۰۶۲۵ a	۰/۰۶۱۱ a	۰/۰۴۵۹ b	۰/۰۶۳۳ a
فسفر خاک (ppm)	۵/۳ b	۷/۲ a	۵/۳ b	۵/۲ b
پتاسیم خاک (ppm)	۱۲۵/۰ b	۱۵۹/۲ a	۱۲۴/۴ b	۱۲۵/۰ b
کلسیم خاک (meq/lit)	۱۱/۰ a	۱۱/۱ a	۱۰/۸۶ a	۱۱/۸۹ a
روی خاک (meq/lit)	۱/۵۱ b	۱/۸۳ a	۱/۵ b	۱/۵۲ b
منیزیم خاک (meq/lit)	۲/۲۳ a	۲/۲۹ a	۲/۲۲ a	۲/۲۵ a
pH خاک	۷/۱ b	۸/۰ a	۷/۱ b	۷/۲ b
مواد آلی خاک (%)	۰/۷۸ b	۰/۷۱ b	۰/۹۶ a	۰/۷۴ b
وزن مخصوص ظاهری خاک (gr/m^3)	۱/۶۴ a	۱/۶۴ a	۱/۶۴ a	۱/۶۴ a
نسبت کربن آلی به نیترژن خاک (C/N)	۶/۴ b	۶/۲ b	۱۳/۲ a	۶/۳ b

* میانگین‌هایی که در یک ردیف دارای حرف مشابه نیستند در سطح احتمال ۵ درصد با هم تفاوت دارند ($P < 0.05$).

انتظار افزایش این عنصر بعد از سوزاندن بقایای گیاهی را داشت.

pH خاک

pH خاک به طور معنی‌داری تحت اثر مدیریت بقایای گیاهی گندم قرار گرفت. اعمال تیمار سوزاندن بقایای گیاهی گندم سبب افزایش pH خاک نسبت به تیمار آیش شد، در حالی که زیر خاک کردن بقایای گیاهی گندم و خروج بقایا از سطح مزرعه نسبت به آیش تغییر معنی‌داری در pH خاک نداد (جدول ۱). افزایش معنی‌دار pH خاک در اثر سوزاندن بقایای گیاهی ناشی از افزایش عنصر آزاد شده از پیکره بقایای گیاهی گندم می‌باشد. عمده‌ترین این عناصر عبارتند از، پتاسیم و کلسیم. این عناصر به ویژه پتاسیم و کلسیم نقش به سزایی در کاهش اسیدیته و افزایش pH خاک دارند. بلیون و همکاران (۱۹۸۳) طی یک بررسی عنوان نمودند که سوزاندن بقایای گیاهی سورگوم طی یک دوره ده ساله سبب افزایش معنی‌دار pH خاک در مقایسه با برگرداندن بقایای سورگوم به خاک شد. وی دلیل این امر را از یک سوء افزایش کلسیم و فسفر خاک و از سوی دیگر کاهش عناصری چون گوگرد عنوان نمود. آلبرتا (۱۹۹۵) نیز طی تحقیقی مشابه پیرامون سوزاندن بقایای گندم به نتایج مشابهی رسید. برگرداندن بقایای گیاهی به زمین سبب حفظ تعادل pH خاک می‌گردد و از نوسانات و تغییرات pH جلوگیری می‌نماید. دلیل اصلی این پدیده افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک است. نش و همکاران (۱۹۷۹) بیان نمودند که زیر خاک کردن بقایای گیاهی به مرور زمان سبب کاهش pH خاک‌های قلیایی و افزایش pH خاک‌های اسیدی می‌گردد. ایشان دلیل این پدیده را افزایش فعالیت‌های بیولوژیک و افزایش ترشحات قارچها و باکتری‌ها عنوان نمودند. ایشان همچنین بیان نمودند خروج بقایای گیاهی از مزرعه به مرور زمان سبب کاهش pH خاک می‌گردد به ویژه هنگامی که از کودهای شیمیایی اسیدزا استفاده می‌گردد. دلیل این پدیده خروج تدریجی عناصر غذایی موجود در بقایای گیاهی از سطح مزرعه و عدم جایگزینی آنها می‌باشد. pH خاک اثر مهمی در تغییر کیفیت و مدت زمان بهره‌برداری اقتصادی اراضی دارد. اپک (۱۹۹۷) بیان نمود که سوزاندن بقایای گیاهی به طور

چان و همکاران (۱۹۹۹) طی یک سری از تحقیقات بیان نمودند، آزادسازی پتاسیم از بقایای گیاهی سوزانده شده میزان زیادی از پتاسیم جذب شده طی دوره رشد و نمو گیاه را به خاک باز می‌گرداند. ایشان عنوان نمودند که برگشت این مقدار پتاسیم به همراه عناصری چون کلسیم به خاک موجب می‌شود که pH خاک تغییر محسوسی نموده و به سمت قلیایی شدن پیش رود. اپک (۱۹۹۷) سوزاندن بقایای گیاهی نیشکر در افریقای جنوبی را یکی از دلایل اصلی قلیایی شدن زمین‌های زراعی بیان نمود. وی یکی از دلایل افزایش محصول گیاهان زراعی در زمین‌هایی که از سوزاندن بقایای گیاهی برای کنترل بقایا استفاده می‌شود را افزایش پتاسیم به همراه عناصری چون فسفر دانست. دوران (۱۹۹۶) بیان نمود که هر چند پتاسیم در توسعه اولیه گیاهچه نقش چندانی ندارد اما میزان پتاسیم در گیاهان کاشته شده در زمین‌هایی که از سوزاندن بقایا برای کنترل بقایا گندم استفاده شد نسبت به تیمار شاهد که برگشت بقایا به خاک بود، بیشتر بوده این موضوع منجر به افزایش معنی‌دار محصول گندم دیم طی یک دوره تناوب ۱۰ ساله گردید.

منیزیم، روی و کلسیم

میزان عناصر کلسیم و منیزیم خاک تحت تأثیر مدیریت کاه و کلش گندم قرار نگرفت هر چند که میزان این عناصر در خاک افزایش یافت در عین حال عنصر روی تحت تأثیر مدیریت کاه و کلش گندم قرار گرفت. سوزاندن بقایای گیاهی سبب افزایش معنی‌دار میزان روی شد که دلیل اصلی این پدیده آزادسازی این عنصر از پیکره گیاه گندم می‌باشد. نتایج تحقیقات در این زمینه متناقض می‌باشد. راسموسن و همکاران (۱۹۸۹) بیان نمودند که سوزاندن بقایای گیاه ذرت موجب افزایش معنی‌دار عنصر روی گردید در حالی که بر منیزیم خاک تأثیری نگذاشت. آلبرتا (۱۹۹۵) دلیل اصلی این تناقضات را محتوی عناصری چون روی و منیزیم در خاک‌ها ذکر نموده است. وی عنوان نمود از آنجا که پیکره گیاهان عناصر غذایی را از خاک جذب می‌نمایند، غنی بودن یا نبودن خاک از یک عنصر خاص تأثیر مستقیمی بر تجمع آن در گیاه می‌گذارد. لذا در خاک‌هایی که از نظر عناصری چون روی فقیر هستند نباید

در پی دارد. دلیل اصلی این امر افزایش تبادلات گازی و تسریع در فرآیند اکسایش هوازی بقایای گیاهی است. رضایی (۱۳۸۲) بیان نمود علی‌رغم افزایش مواد آلی خاک در اثر برگرداندن بقایای گیاهی به خاک به دلیل وجود اقلیم گرم و خشک در ایران و نواحی مشابه نمی‌توان انتظار افزایش سریع مواد آلی در اثر برگرداندن بقایا گیاهی به خاک را داشت.

کاهش مواد آلی خاک در اثر سوزاندن یا جمع‌آوری بقایای گیاهی موجب کاهش فرایندهای بیولوژیک می‌شود زیرا ماده غذایی مورد نیاز میکروارگانیسم‌ها تأمین نمی‌گردد. با کاهش فرایندهای بیولوژیک ترشحات میکروارگانیسم‌ها و به تبع آن استحکام خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد که به مرور زمان منجر به فشردگی خاک و تشکیل کلوخه‌های بزرگ به هنگام خاک‌ورزی می‌گردد. بورنر و همکاران (۱۹۸۵) طی تحقیقاتی مشاهده نمودند که روند کاهش مواد آلی خاک در اثر سوزاندن بقایای گیاهی مشابه هنگامی است که بقایای گیاهی ذرت از خاک خارج شوند. ایشان عنوان نمودند که خاکستر حاصل از بقایای گیاهی قابل استفاده برای میکروارگانیسم‌ها نیست و این موضوع منجر به تخریب ساختار خاک می‌گردد. آدام (۱۹۸۴) و چان (۱۹۹۶) نیز به نتایج مشابهی رسیدند.

نسبت کربن آلی به نیتروژن خاک (C/N)

در این آزمایش تفاوت معنی‌داری میان تأثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم بر C/N مشاهده گردید. برگرداندن کاه گندم به خاک به طور معنی‌داری این نسبت را در مقایسه با شاهد افزایش داد که احتمالاً ناشی از بالا بودن محتوی کربن نسبت به نیتروژن در کاه گندم است. در حالی که سوزاندن و جمع‌آوری بقایا گیاهی گندم تأثیر معنی‌داری بر این نسبت نداشتند (جدول ۱). تحقیقات بورنر و همکاران (۱۹۸۵) نشان داد که زیر خاک نمودن بقایای گیاهی ذرت موجب کاهش معنی‌دار نیتروژن خاک طی یک فصل زراعی در مقایسه با نگاهی شد که بقایای گیاهی از سطح خاک گشتند. برگرداندن بقایای کلزا به خاک نیز تأثیر مشابهی داشت. آلبرتا (۱۹۹۵) بیان نمود سوزاندن بقایای گیاهی گندم موجب کاهش نیتروژن خاک در اثر برگشت بقایا به خاک، افزایش ناگهانی میزان کربن آلی خاک می‌باشد. در

مستمر سبب غیر اقتصادی شدن زراعت در صدها هکتار از زمین‌های زراعی آفریقای جنوبی گردیده، به طوری که امروزه این پدیده به صورت یک معضل درآمده است. افزایش pH این زمین‌ها از ۷-۶ به ۹-۹/۵ سبب گردیده که بسیاری از محصولات که قبلاً در این اراضی زراعت می‌شده با کاهش قابل توجه محصول مواجه شوند.

وزن مخصوص ظاهری خاک

وزن مخصوص ظاهری خاک تحت اثر مدیریت بقایای گیاهی گندم قرار نگرفت. برگرداندن بقایای گیاهی به خاک به مرور زمان سبب افزایش میزان مواد آلی خاک و بهبود ابعاد خاکدانه‌ها می‌شود که این موضوع منجر به کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گردد. توشیح (۱۳۸۲) گزارش نمود که برگرداندن بقایای گندم به خاک سبب افزایش نفوذپذیری خاک نسبت به هنگامی شد که بقایا گندم سوزانده شدند.

مواد آلی خاک

میزان مواد آلی خاک به طور معنی‌داری تحت تأثیر مدیریت بقایای گندم قرار گرفت. برگرداندن بقایای گیاهی گندم به خاک موجب افزایش معنی‌دار ($P < 0/1$) مواد آلی خاک نسبت به شاهد (آیش) گردید، در حالی که سوزاندن بقایا و خارج کردن بقایای گندم تفاوت معنی‌داری با تیمار آیش نداشتند (جدول ۱). انجام فعالیت‌های بیولوژیک در خاک وابسته به حضور مواد آلی می‌باشد زیرا مواد آلی خاک به عنوان یک منبع غذایی برای میکروارگانیسم‌ها عمل می‌کنند. تجزیه مواد آلی در خاک از یک سوء سبب تولید هوموس گشته و از سوی دیگر موجب افزایش جمعیت میکروارگانیسم‌ها و ترشحات آنها می‌شود رضایی (۱۳۸۲) بیان نمود قارچ‌های خاک با ترشح ترکیبی به نام گلومالین سبب افزایش چسبندگی میان ذرات خاک شده که این عمل در بلند مدت منجر به استحکام خاکدانه‌ها و چسبندگی آنها می‌گردد، به طوری که موجب مقاومت خاک در فرسایش و از سوی دیگر افزایش تخلخل و نفوذپذیری خاک می‌گردد. انجام عملیات شخم مکرر و نامناسب علی‌رغم برگرداندن بقایای گیاهی به خاک در یک دوره طولانی موجب کاهش مواد آلی خاک گردیده و تبعات منفی

افزایش معنی‌دار نبود. آنگره و همکاران (۱۹۸۳) طی تحقیقی گزارش نمودند، زیر خاک کردن بقایای گیاهی گندم موجب کاهش ارتفاع بوته سویا گشت در حالی که بر ارتفاع سورگوم تأثیری نداشت. رشد اولیه ضعیف بوته‌های آفتابگردان در تیمار زیر خاک کردن بقایای گیاهی در مقایسه با سایر تیمارهای مدیریت بقایای گیاهی کاملاً مشهود است زیرا وزن خشک گیاهچه‌های آفتابگردان کشت شده در کرت‌هایی که کاه و کلش گندم به خاک برگردانده شد نسبت به شاهد به طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۲). دلیل کاهش ارتفاع آفتابگردان تحت تاثیر شخم بقایا در خاک را می‌توان ناشی از تثبیت عناصر غذایی خاک نظیر نیتروژن و فسفر دانست. در این تحقیق افزایش معنی‌دار ارتفاع ساقه آفتابگردان احتمالاً به دلیل افزایش عناصر غذایی خاک و حذف بقایای گیاهی گندم در اثر سوزاندن آنها می‌باشد. دوران و همکاران (۱۹۸۴) طی تحقیقی گزارش نمودند که ارتفاع بوته ذرت و سویا کشت شده بعد از ذرت، هنگامی که بقایای گیاهی ذرت سوزانده شدند نسبت به هنگامی که بقایا از سطح مزرعه خارج شدند، افزایش یافت و این افزایش ارتفاع حاصل از سوزاندن بقایای گیاه و افزایش عناصر خاک می‌باشد. ایشان کاهش رشد و عملکرد ذرت تحت اثر برگرداندن بقایای ذرت به خاک را ناشی از تثبیت عناصر غذایی خاک به ویژه نیتروژن دانستند. چان (۱۹۹۶) نیز گزارش نمود زیر خاک کردن بقایای گیاهی گندم در مقایسه با سوزاندن آنها موجب کاهش معنی‌دار عملکرد لوپین شد. وی کاهش نیتروژن و فسفر خاک و همچنین اثرات آللوپاتیک بقایای گندم را دلیل این پدیده دانست. زیان و همکاران (۱۹۹۷) تأثیرات نامطلوب آللوپاتیک بقایای سورگوم و گندم را موجب کاهش رشد اولیه بوته آفتابگردان دانسته‌اند و این رشد نامطلوب اولیه موجب کاهش معنی‌دار ارتفاع ساقه در مقایسه با هنگامی که بقایا سوزانده شدند گردید. در این تحقیق افزایش غیر معنی‌دار ارتفاع ساقه آفتابگردان احتمالاً به دلیل افزایش عناصر غذایی خاک و حذف بقایای گیاهی گندم در اثر سوزاندن آنها می‌باشد.

مورد نسبت کربن آلی خاک به نیتروژن باید گفت هر گاه این نسبت کمتر از ۲۰ باشد نشانگر افزایش معدنی شدن نیتروژن نسبت به آلی شدن آن است که در این حالت رقابت کمی بین گیاهان آلی و میکروفلور خاک جهت دریافت نیتروژن صورت می‌گیرد. هر گاه این نسبت بیش از ۳۰ باشد عکس این مطلب صادق است. میکروفلورای خاک در تجزیه مواد آلی کاملاً مؤثر بوده و فعالیت آنها به عوامل گوناگونی چون محتوی عناصر غذایی خاک بستگی دارد. در عمل نسبت کربن به نیتروژن در مواد آلی در حال تجزیه مورد توجه بوده و هنگامی که مقدار نیتروژن مواد آلی کاهش یابد میکروفلورای خاک در مضیقه قرار گرفته و برای جذب نیتروژن قابل استفاده موجود در خاک با گیاهان آلی رقابت می‌نمایند در نتیجه موجب بروز مشکلاتی می‌گردند. برخی از بقایای مواد آلی مانند بقایای شبدر و یونجه که نسبت کربن به نیتروژن آنها کم و معمولاً بین ۲۰-۱۵ است دارای مقدار کافی نیتروژن بوده و احتیاجات میکروارگانسیم‌ها را تأمین می‌کنند. مقدار نیتروژن کاه گندم به قدری کم است که هنگامی که این مواد به خاک اضافه می‌شوند باید حتماً نیتروژن از منابع دیگری تأمین شود تا جوابگوی نیاز میکروارگانسیم‌ها باشد در غیر اینصورت رقابت بین میکروفلور خاک و گیاهان عالی برای جذب نیتروژن شدت می‌گیرد. جهت رفع این مشکل توصیه می‌گردد بقایای گیاهی گندم سوزانده شود یا اینکه به ازای هر ۱۰ کیلوگرم کاه برگشتی به خاک، ۰/۹ کیلوگرم کود اوره به زمین اضافه می‌گردد (۱۵).

ب- تأثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم بر خصوصیات رویشی و عملکرد آفتابگردان

ارتفاع بوته آفتابگردان

ارتفاع بوته آفتابگردان به طور معنی‌داری ($P < 0.01$) تحت اثر تیمارهای مدیریت بقایای گیاهی گندم قرار گرفت. زیر خاک نمودن بقایای گیاهی گندم سبب کاهش معنی‌دار ارتفاع بوته آفتابگردان نسبت به شاهد (آیش) شد در حالی که سوزاندن بقایای گندم و خارج کردن آنها از سطح مزرعه تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع بوته آفتابگردان نداشت (جدول ۲). اعمال تیمار سوزاندن موجب افزایش ارتفاع بوته در مقایسه با آیش و جمع‌آوری بقایای گندم شد ولی این

جدول ۲- مقایسه میانگین خصوصیات رویشی و عملکرد آفتابگردان تحت اثر مدیریت بقایای گندم*

مدیریت بقایای گندم	وزن خشک گیاهچه (گرم)	ارتفاع بوته (سانتی متر)	قطر طبق (سانتی متر)	تعداد دانه در طبق	وزن هزار دانه (گرم)	عملکرد دانه (کیلوگرم در هکتار)
آیش (شاهد)	۴/۱ a	۱۶۰ a	۱۸ a	۶۲۰ a	۳۰ a	۱۸۲۰ a
سوزاندن بقایا	۴/۴ a	۱۵۸ a	۱۸/۱ a	۶۱۸ a	۳۱ a	۱۸۶۵ a
شخم بقایا در خاک	۳/۲ b	۱۴۳ b	۱۵/۵ b	۵۴۰ b	۳۱ a	۱۶۱۰ b
خارج کردن بقایا از خاک	۴/۲ a	۱۶۱ a	۱۸/۲ a	۶۱۵ a	۳۲ a	۱۸۲۵ a

* میانگین‌هایی که در یک ستون دارای حرف مشابه نیستند با هم تفاوت دارند.

قطر طبق و تعداد دانه در طبق آفتابگردان

در این آزمایش قطر طبق و به تبع آن تعداد دانه در طبق آفتابگردان تحت اثر زیر خاک کردن بقایای گندم نسبت به شاهد (آیش) کاهش معنی‌داری ($P < 0/1$) داشت در حالی که سوزاندن بقایای گیاهی گندم و خارج کردن بقایای آن از خاک نسبت به شاهد تأثیر معنی‌داری بر این دو صفت نداشتند (جدول ۲).

بیدیریک (۱۹۹۸) کاهش و در واقع تثبیت عناصر غذایی خاک را دلیل اصلی کاهش عملکرد دانه شیدر در تناوب با گندم دانست. وی بیان نمود کاهش فسفر تحت تأثیر شخم بقایا گندم در خاک موجب کاهش رشد اندام‌های زایشی و طول دوره زایشی گندم شد. دوران و همکاران (۱۹۸۴) نیز بیان نمودند که ترشحات آللوپاتیک بقایای ذرت موجب کاهش معنی‌دار گل‌ها در سویا می‌گردد. در حالی که بر بخش زایشی سورگوم تأثیری نداشت. ایشان بیان نمودند احتمالاً ای ترشحات آللوپاتیک از طریق اختلال در تقسیم سلولی اندام‌های زایشی موجب اختلال در این قسمت و کاهش قطر طبق و به طبع آن تعداد گل‌های طبق می‌گردند (عباس دخت و چائی چی).

وزن هزار دانه آفتابگردان

تفاوت معنی‌داری میان وزن هزار دانه آفتابگردان تحت تیمارهای مختلف مدیریت بقایای گیاهی گندم وجود نداشت (جدول ۲). از آنجا که در این آزمایش از یک رقم استفاده شده است و کلیه شرایط محیطی از جمله نور، رطوبت و کود تقریباً به طور یکسانی توزیع شده است،

انتظار تفاوت معنی‌داری میان وزن هزار دانه آفتابگردان وجود ندارد. بروس و رایان (۱۹۹۷) با انجام آزمایشاتی به این نتیجه رسیدند که علی‌رغم کاهش معنی‌دار عملکرد آفتابگردان در اثر شخم بقایای گندم در خاک نسبت به سوزاندن بقایای گندم در تناوب گندم- آفتابگردان، وزن هزار دان آفتابگردان کاهش معنی‌داری را نشان نداد. ایشان دلیل این امر را تأثیرپذیری وزن هزار دانه از ژنوتیپ عنوان نمودند.

عملکرد آفتابگردان

عملکرد آفتابگردان به طور معنی‌داری ($P < 0/1$) تحت تأثیر تیمارهای مدیریت بقایای گیاهی گندم قرار گرفت به طوری که زیر خاک کردن بقایای گیاهی گندم موجب کاهش معنی‌دار عملکرد آفتابگردان در مقایسه شاهد شد. عملکرد آفتابگردان تحت اثر تیمارها سوزاندن بقایای گندم نسبت به خارج کردن بقایای گندم از مزرعه و آیش افزایش یافت اما تفاوت آنها معنی‌دار نبود (جدول ۲). در این آزمایش کاهش عملکرد آفتابگردان تحت اثر تیمار زیر خاک نمودن بقایای گندم ناشی از ضعیف بودن کلی بوته، کم بودن ارتفاع، کاهش قطر طبق آفتابگردان و کاهش تعداد دانه‌های هر طبق می‌باشد. تأثیر سوء بقایای گندم بر رشد و نمو بسیار از گیاهان زراعی چون سویا، آفتابگردان و کلزا به اثبات رسیده است. احتمالاً دلیل اصلی ضعیف بودن بوته آفتابگردان کاهش عناصر غذایی خاک می‌باشد. دوپرز و همکاران (۲۰۰۱) دلیل اصلی کاهش عملکرد گیاهان زراعی بعد از برگرداندن بقایای گندم به خاک را کاهش دسترسی

بستگی به نوع گیاه کشت شده بعد از گندم دارد دلیل اصلی این پدیده افزایش C/N خاک، کاهش میزان عناصری نظیر فسفر و پتاسیم قابل دسترس گیاه و وجود ترشحات آللوپاتیک بقایای گیاه قبلی در خاک است. براساس تحقیقات انجام گرفته جمع‌آوری بقایای گیاهی گندم از سطح خاک در کوتاه مدت تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات خاک نمی‌گذارد، اما در بلندمدت سبب کاهش مواد آلی خاک و آسیب به ساختمان خاک می‌گردد و به تبع آن نفوذپذیری خاک کم می‌شود. این حالت منجر به افزایش روان آب و فرسایش خاک می‌گردد.

خصوصیات فیزیکی خاک مانند وزن مخصوص ظاهری، مواد آلی و ساختمان خاک معمولاً در کوتاه مدت تحت تأثیر مدیریت بقایای گندم قرار نمی‌گیرند اما در بلند مدت این خصوصیات تحت تأثیر قرار می‌گیرند. سوزاندن بقایای گیاهی گندم سبب بازگشت سریع عناصر غذایی به ویژه عناصر بازی مانند پتاسیم و کلسیم از پیکره گیاهی به خاک می‌گردد. این فرآیند سبب افزایش عناصر غذایی خاک و همچنین افزایش اسیدیته خاک می‌شود. تغییر اسیدیته خاک سبب تغییر ماهیت و سرعت فرآیندهای بیولوژیک خاک و به تبع آن تغییر در خصوصیات خاک و رشد و نمو گیاه گردد. مدیریت بقایای گیاهی گندم نسبت کربن آلی به نیتروژن خاک را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد به طوری که در اثر برگرداندن بقایای گیاهی خاک نسبت کربن آلی به نیتروژن خاک به طور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها تغییر کرد. به طور کلی با استنباط از نتایج به دست آمده از این تحقیق می‌توان پیش‌بینی نمود که نیمار سوزاندن بقایای گیاهی گندم در کوتاه مدت به دلیل افزایش عناصر غذایی قابل دسترس گیاه در خاک و همچنین حذف اثر آللوپاتیک گندم، سبب افزایش محصول آفتابگردان می‌شود. از سوی دیگر هر چند که برگرداندن بقایای گیاهی گندم به خاک در کوتاه مدت به دلیل اثراتی چون وجود ترشحات آللوپاتیک سبب کاهش محصول گیاهان بعد از گندم می‌گردد ولی در بلند مدت به دلیل تأثیرات مثبت بر خصوصیات فیزیکی خاک سبب بهبود فضای توسعه ریشه

گیاهان بعد از گندم به عناصر غذایی به ویژه نیتروژن دانسته اند. ایشان تاکید نمودند که در دراز مدت برگرداندن بقایای گیاهی گندم به خاک به دلیل تأثیر مثبت بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک سبب افزایش محصولات بعدی می‌شود. عدم وجود تفاوت معنی‌دار میان عملکرد آفتابگردان تحت اثر تیمارهای سوزاندن بقایای گیاهی گندم و خارج کردن بقایای گیاهی در مقایسه با آیش که عملاً عاری از بقایای گندم می‌باشد، می‌تواند گواهی بر این امر و همچنین تأثیر سوء ترشحات آللوپاتیک بقایای گندم بر رشد و نمو آفتابگردان باشد. آنگره و همکاران (۱۹۹۷) طی تحقیقی دریافتند که شخم بقایای گندم در زمین موجب کاهش معنی‌دار عملکرد کلزا نسبت به هنگامی شد که بقایای گندم سوزانده شدند. ایشان دلیل این امر را تأثیرات نامطلوب آللوپاتیک بقایای گندم بر رشد اولیه کلزا و ضعیف شدن بوته آن عنوان نمودند. زیان (۱۹۹۷) نیز به نتایج مشابهی رسید. وی کاهش عناصر غذایی قابل دسترس برای آفتابگردان و همچنین تأثیر آللوپاتیک کاه و کلش گندم را دلیل اصلی کاهش رشد آفتابگردان بعد از گندم دانسته است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

به طور کلی خصوصیات خاک تحت تأثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم قرار می‌گیرند. هر چند که سوزاندن بقایای گیاهی گندم علاوه بر صرفه‌جویی در زمان، در کوتاه مدت باعث افزایش مقطعی عملکرد گیاهان زراعی می‌گردد اما این افزایش در بسیاری از موارد مستمر نیست. براساس تحقیقات انجام گرفته در این زمینه، سوزاندن بقایای گیاهی گندم در بلند مدت نه تنها سبب افزایش محصول گیاه بعدی نمی‌گردد بلکه در اکثر موارد موجب کاهش معنی‌دار محصول نیز می‌گردد. عوامل گوناگون چون آسیب به ساختمان خاک کاهش مواد آلی و تغییر pH خاک از عوامل مؤثر بر این کاهش محصول در بلند مدت می‌باشند. برگرداندن بقایای گیاهی به خاک در کوتاه مدت سبب کاهش معنی‌دار محصول گیاه بعد از گندم می‌گردد. این امر

گیاه شده و سبب افزایش محصول گیاهان زراعی می‌گردد. مدیریت بقایای گیاهی به ویژه غلات که در سطح وسیعی در ایران کشت می‌شوند انجام شود تا تأثیر این عملیات بر رشد و نمو گیاهان زراعی تحت تأثیر خصوصیات خاک می‌باشد تحقیقات مدون، مستمر و جامعی پیرامون تأثیر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک در دراز مدت مشخص گردد.

REFERENCES

1. Abbasdokht, H. and M. R. Chaichi 2001. Allelopathic potential of chickpea (desi type) on germination and early growth of sorghum, soybean and sunflower. Journal of Agricultural Sciences of Iran. Vol. 34.
2. Adem, H. H., J. M. Tisdall, & M. Willoughay 1984. Tillage management changes size distribution of aggregates and macro-structure of soil used for irrigated row crops. Soil Till. Res. 4: 561-570.
3. Alberta, E. 1995. Stubble Burning. Columbia Basin Agricultural Research Annual Report. Pp. 105-109.
4. Ann Brown, D. 1999. Relationships between some properties of organic soils from the southern Canadian shield. Can. J. 90: 363-377.
5. Beederebec, N. 1998. Effect of stubble management of nitrogen uptake and yield in subterranean clover/wheat rotation. Proceedings of the 9th Australian Agronomy. Waga Waga.
6. Blevins, R. I., G. W. Thomas, M. S., & W. W. Smith, 1983. Changes in soil properties after 10 years continuous no tilled and conventionally tilled corn. Soil Tillage Res. 3:135-146.
7. Boerne, R. E. J. 1985. Fire and nutrient cycling in temperate ecosystems. Bioscience. 32: 182-192.
8. Calvino, P. A. & V. O. Sandra's 2003. Quantification of environmental management effects on the yield of late sown soybean. Field Crop Research. 83: 67-77.
9. Chan, K.Y. 1996. Effect of tillage & stubble management on soil water storage. crop growth & yield in a wheat-lupine rotation in southern NSW. Aust. J. Agri. Res. 47: 479-488.
10. Chan, K.Y. 1999. Change in some soil properties due to tillage practices in rainfed hard setting Alt soils and irrigated Verticals of Eastern Australia. Soil & tillage Research. 53:pp49-57.
11. Doran, J. W., M. Sarandon, & Lie beg. 1996. Soil Health and sustainability. Advances in Agronomy. Vol. 56.
12. Due Preez, C. C., E. Kotze & J. T. Steyn. 2001. Long term effects of wheat residue management on some fertility indicators of a semi-arid plinthosol. Soil and tillage Research. 63:25-33.
13. Ehyaei, M. & A. Behbahanizadeh 2001. Technical Letter No. 893. Soil and Water Research Institute. Tehran, Iran
14. Heydari, A. 2003. Soil fertility improvement by stubles management and soil tillage in grain corn-wheat rotation system. Proceedings of 8th Soil Sciences Congress of Iran.
15. Mahmoudi, S. 1979. Soil Science Principles. University of Tehran Publications. Tehran, Iran
16. Mazaheri, D. & N. Majnoun Hoseini 1998. Principles of Agronomy. University of Tehran Publications. Tehran, Iran
17. Mc Ghie. W. J. & B. Jacobs. 1985. The impact of contribution of bacterial and fungal microbial biomass. can. J. Microbiology. 21: 314-322.
18. Nash, V. E., & V. C. Baligay. 1974. The growth of soybean roots in relation to soil micro morphology. Plant and Soil. 41: 81-89.
19. Rasmussen, P. E., R. W. Rickman & C. L. Douglas, Jr. 1989. Air and soil temperatures during spring burning of standing wheat stubble. Agron. J. 78: 261-263.
20. Rezaei, M. & A. Asadi 2001. Soil tillage and stuble management effects on soil aggregates stability. Proceedings of 8th Soil Sciences Congress of Iran.
21. Toushih, V. 2001. The effects of stuble management during fallow period on following crop yield in dry farming system. Proceedings of 7th Soil Sciences Congress of Iran.

22. Toushih, V., Bostani, M. K., Rezvi, S. J. H. & H. Kenata 2003. Allelopathic effects of wheat stubles on germination components of wheat in dry farming system. Proceedings of 8th Soil Sciences Congress of Iran.
23. Unger, P. W. & T. M. Mccalla. 1980. Conservation tillage system. Advances in Agronomy, 33: 1-58.
24. Zeean, P. E. & W. J. Artin. 1997. Long term effects of residue management in wheat-sunflower rotation. Soil Sic. Soc. Am. J. 68: 525-532