نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد 2، شماره 3، پاییز 1389، ص. 436-428

Journal of Agroecology
Vol. 2, No. 3, Fall 2010, p. 428-436

اثر خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی جو (*Hordeum vulgare* L.) بر ویژگی‌های خاک و ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.)

فرشاد قوشچی[1]، علی جورابلو[2]، محسن سیلسپور[3] و حامد هادی[4*]

تاریخ دریافت: 89/5/20
تاریخ پذیرش: 89/9/24

چکیده

به منظور بررسی روش خاک‌ورزی اولیه و مدیریت بقایای گیاهی گیاهی جو (*Hordeum vulgare* L.) بر ویژگی‌های خاک و ذرت علوفه‌ای (*Zea mays* L.)، آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل (1) آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، شخم، دیسک و فاروئر، (2) جمع آوری و انتقال کاه و کلش به بیرون از زمین، شخم، دیسک و فاروئر، (3) شخم، دیسک و فاروئر، (4) استفاده از ساقه خرد کن، شخم، دیسک و فاروئر، (5) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه اوره و فاروئر، (6) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 100 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه اوره و فاروئر و (7) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه اوره و 10 تن کود دامی و فاروئر بود. نتایج نشان داد که تیمارها تاثیر معنی‌داری بر نیتروژن، پتاسیم، فسفر خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک، نقطه پژمردگی، ظرفیت زراعی و ظرفیت نگهداری آب خاک داشتند. بالاترین میزان نیتروژن (2/57%) و فسفر (0/32%) برگ از تیمار هفت حاصل شد و بیشترین مقادیر پتاسیم برگ 1/72% و 1/60% به ترتیب از تیمارهای هفت و شش بدست آمد. بالاترین عملکرد ذرت معادل 47/65 تن در هکتار از تیمار هفت حاصل شد که با تیمار شش با عملکرد 46/16 تن در هکتار تفاوت معنی داری نداشت. بنابراین بهترین روش تهیه بستر کاشت برای کسب بالاترین عملکرد ذرت در هکتار استفاده از ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار اوره، 10 تن در هکتار کود دامی و فاروئر قبل از کاشت ذرت بود.

واژه‌های کلیدی: عناصر غذایی، ماده آلی، نیتروژن

مقدمه

وجود اقلیم خشک در کشور، عدم تناوب صحیح زراعی، جمع آوری، سوزاندن و خارج کردن بقایای گیاهی از زمین زراعی، مصرف بی رویه کودهای شیمیایی و عدم مصرف کودهای آلی، موجب شده است که میزان مواد آلی در خاک‌های کشور روز به روز کمتر شود که این مسئله باعث کاهش حاصلخیزی خاک و به دنبال آن کاهش عملکرد محصول شده است. بنابراین جهت حفظ خاک و بهبود خصوصیات فیزیکی آن و حفظ تعادل عوامل زیست محیطی، ضرورت مصرف مواد آلی و افزایش درصد آن در خاک‌های کشور امری اجتناب ناپذیر است. هینان و همکاران (Heenan, et al., 1995) در بررسی اثرات خاک‌ورزی، تناوب و مدیریت بقایای گیاهی بر کربن آلی و نیتروژن خاک به این نتیجه رسیدند که کاهش کربن آلی و نیتروژن خاک در روش کشت مستقیم (بدون خاک‌ورزی) و باقی گذاردن بقایای گیاهی کمتر از روش خاک‌ورزی مرسوم و دفن کامل بقایا می باشد. امرسون (Emerson, 1995) نیز گزارش کرد با افزایش ماده آلی علفزارها، مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم افزایش می‌یابد. امرسون و همکاران (Emerson et al., 1994) نشان دادند که با افزایش مقدار کربن آلی، ظرفیت نگهداری رطوبت در اثر تشکیل ژل‌های حاصل از تجزیه بقایای آلی و ترشحات میکروبی، افزایش می‌یابد. کالوین (Colvin, 1985) در آزمایشی اثر چهار روش آماده سازی زمین شامل شخم با گاوآهن برگرداندار، خاک همزن دوار[5]، دیسک در بهار و تیمار بدون شخم را بر عملکرد ارقام مختلف ذرت (*Zea mays* L.) مورد بررسی قرار داد، نتایج نشان داد که روش دیسک در بهار و شخم با گاو آهن برگرداندار به ترتیب از نظر عملکرد

1، 2، 3 و 4- به ترتیب عضو هیأت علمی و دانش آموخته کارشناسی ارشد زراعت، گروه زراعت و اصلاح نباتات دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین، عضو هیئت علمی بخش خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی ورامین و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ورامین.
(*- نویسنده مسئول: Email: medhadi9@yahoo.com)

5- Rotary tiller

نسبت به سایر تیمارها برتری داشتند. نجفی نژاد و همکاران (Najafi Nezhad et al., 2007) در بررسی تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد ذرت و خصوصیات خاک تاثیر مدیریت بقایای گیاهی گندم (سوزاندن و باقی گذاردن بقایا) به همراه سه روش خاک‌ورزی (خاک‌ورزی مرسوم، کم خاک‌ورزی و حداقل خاک‌ورزی) را مورد بررسی قرار دادند، نتایج نشان داد که در تیمارهای خاک‌ورزی کاهش یافته و خاک‌ورزی مرسوم بیشترین عملکرد دانه و ارتفاع بوته بدست آمد و مقدار پروتئین دانه، موادآلی، پتاسیم و فسفر خاک پس از برداشت در تیمار حداقل خاک‌ورزی بیش از سایر تیمارها بود. در تیمار باقی گذاردن بقایا، عملکرد دانه، وزن هزار دانه، پروتئین دانه و مواد آلی بیشتری حاصل شد.

اجرای این آزمایش به منظور مقایسه میان روش معمول زارعین در آتش زدن بقایا و نحوه مدیریت بقایای گیاه قبلی با روش اصولی و پایدار کنترل و مدیریت در نظر گرفته شد.

مواد و روش‌ها

این بررسی در استان سمنان، شهرستان گرمسار (در موقعیت جغرافیایی 51 درجه طول شرقی و34 درجه عرض شمالی، به ارتفاع 856 متر از سطح دریا و متوسط بارندگی سالیانه 150-120 میلیمتر) انجام گرفت. بافت خاک مزرعه مورد آزمایش شنی و سبک بود (جدول 1). همچنین زمین زیر کشت گیاه جو قرار داشت که در نیمه دوم خرداد ماه 1387 توسط کمباین برداشت شد و هیچ گونه عملیات خاک‌ورزی قبل از اجرای آزمایش صورت نگرفت. به منظور دستیابی به بهترین توصیه کودی پیش از کاشت ذرت، نمونه ای مرکب از خاک زمین مورد نظر از عمق 30-0 سانتی‌متر جهت تعیین خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه منتقل شد. نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیائی خاک محل مورد آزمایش در جدول 1 آمده است.

ابعاد هر و واحد آزمایشی 4×6 مترمربع با فاصله یک متر از هم و فاصله تکرار ها از هم 2 متر در نظر گرفته شد و در مجموع با احتساب سه تکرار 21 واحد آزمایشی وجود داشت. رقم مورد استفاده در این آزمایش سینگل کراس 704 بود. کود فسفات 150 کیلوگرم در هکتار و پتاس 130 کیلوگرم در هکتار همزمان با کاشت و کود اوره 300 کیلوگرم در هکتار در دو نوبت به صورت سرک مصرف شد. طرح در قالب هفت تیمار و سه تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا گردید. تیمارهای آزمایش شامل (1) آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر (2) جمع آوری و انتقال کاه و کلش به بیرون از زمین و شخم، دیسک و فاروئر (3) شخم، دیسک و فاروئر (4) استفاده از ساقه خرد کن، شخم، دیسک و فاروئر (5) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم کود نیتروژنه از منبع اوره و فاروئر (6) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 100 کیلوگرم کود نیتروژنه از منبع اوره و فاروئر (7) ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر بود. برای ارزیابی ویژگی‌های گیاه دو ردیف وسط هر کرت برداشت و ارتفاع ساقه، وزن ساقه، وزن بلال و وزن برگ ارزیابی شد و قطر ساقه با کولیس دیجیتال اندازه‌گیری گردید. پس از برداشت گیاه از زمین نمونه برداری نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک انجام شد و نیتروژن خاک در آزمایشگاه به روش تیتراسیون، میزان فسفر با دستگاه اسپکتروفتومتر و پتاسیم با دستگاه فلیم فتومتر اندازه‌گیری گردید. نیتروژن برگ به روش کجلدال (Aly et al., 1999)، فسفر برگ به روش کالیمتری (Klute, 1986) و پتاسیم برگ نیز با استفاده از فلیم فتومتر اندازه‌گیری شد. محاسبات آماری بوسیله نرم افزارهای SAS و MSTAT-C و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال 5 درصد انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد که تیمارهای مختلف آزمایش تاثیر معنی‌داری بر تمام ویژگی‌های گیاه داشت (جدول 2). درصد نیتروژن برگ یکی از شاخص‌های تغذیه گیاه می‌باشد. تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 2/57 درصد، حداکثر نیتروژن برگ را داشت و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) نیز با 1/31 درصد از نظر نیتروژن برگ کمترین مقدار را به خود اختصاص داد (جدول 3). این

جدول 1- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش قبل از کاشت

Table 1- Physical and chemical properties of experimental soil before planting

هدایت الکتریکی EC ($ds.m^{-1}$)	اسیدیته pH	کل مواد خنثی شونده T.N.V (%)	کربن آلی% OC (%)	نیتروژن کل %Total N	فسفر در دسترس Aavailable P (ppm)	پتاسیم در دسترس Available K (ppm)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	ماسه Sand (%)
3	7.3	20.7	0.98	0.09	36	440	14	32	54

نتیجه با نتایج اسدپور (Asadpour, 2005) و پراساد و سینگ (Prasad & Singh, 1990) مطابقت دارد به طوری که آنها در تحقیقات مشابه دریافتند که بیشترین مقدار نیتروژن برگ در تیمارهای با مصرف کود نیتروژن حاصل شده است.

بیشترین و کمترین مقدار فسفر برگ به ترتیب به تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) به ترتیب با مقادیر 0/32 و 0/12 اختصاص داشت (جدول 3). چنین بنظر می‌رسد که در تیمار هفت فسفر آلی موجود در کودهای دامی که به تدریج معدنی شده و قابل جذب گیاه می‌شود در افزایش میزان جذب فسفر توسط گیاه و در نهایت افزایش فسفر برگ به عنوان جزئی از اندام‌های گیاه مؤثر است (Sharifi Ashourabadi, 1998). ملکوتی (Malakouti, 1996) گزارش کرد که اضافه شدن کود آلی در یک سیستم کشت به دلیل هوموس حاصل از آن باعث پوشاندن سطح ذرات رس شده و مانع تثبیت آن می‌گردد و بنابراین باعث افزایش فسفر خاک و به دنبال آن افزایش جذب فسفر توسط گیاه (برگ) می‌شود.

بیشترین مقدار پتاسیم برگ به تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و 10 تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 1/72 درصد و کمترین مقدار آن به تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 0/78 درصد اختصاص داشتند (جدول 3). در تیمار یک به علت کاهش پتاسیم خاک در اثر سوزاندن بقایا، مقدار پتاسیم برگ کاهش یافته و در تیمار هفت به علت حفظ بقایای گیاهی و افزایش کود دامی، مقدار پتاسیم برگ افزایش یافته است. والش و هنسلر (Walsh & Hensler, 1971) در مطالعات خود بر روی ترکیبات کود دامی گزارش کردند که هر تن کود دامی (گاوی) حاوی 3/64 کیلوگرم عنصر پتاسیم است و بنابراین با توجه به آنکه مقدار پتاسیم برگ تابعی از مقدار پتاسیم خاک است پس کود دامی می‌تواند به عنوان منبعی از پتاسیم باعث افزایش پتاسیم خاک و در نهایت افزایش پتاسیم برگ شود.

کمترین میزان پروتئین برگ (8/13 درصد) در تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) و بیشترین میزان (15/97 درصد) در تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) مشاهده شد که در این تیمار با توجه به مصرف کود نیتروژنه و کود دامی و در نتیجه افزایش نیتروژن خاک، نیتروژن و پروتئین برگ افزایش یافته است (جدول 3). تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 1/95 سانتی متر، کمترین قطر ساقه و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 1/47 سانتی متر بیشترین قطر ساقه را به خود اختصاص داد (جدول 3). در تیمار هفت با توجه به افزایش ارتفاع ساقه، قطر آن کاهش یافت.

بیشترین ارتفاع ساقه به تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و 10 تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 1/75 متر و کمترین ارتفاع ساقه به تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 1/14 متر اختصاص داشت (جدول 3). احتمالاً در تیمار هفت با توجه به وجود ماده آلی کافی، کود دامی و نیتروژن بیشتر در این تیمار تقسیم سلولی و رشد سلولها به دلیل نیتروژن بیشتر ارتفاع افزایش یافته است. پراساد و سینگ (Prasad & Singh, 1990) مشاهده نمودند که در ارقام مختلف ذرت، با افزایش میزان نیتروژن، ارتفاع بوته افزایش یافت.

تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 0/15 میلی گرم در کیلوگرم، دارای حداکثر مقدار نیتروژن خاک و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 0/03 میلی‌گرم در کیلوگرم، حداقل مقدار نیتروژن خاک را دارا بود (جدول 3). این نتیجه با نتایج هینان و همکاران (Heenan et al., 1995) هماهنگی دارد به طوری که آنها در بررسی اثر بقایای گیاهی بر نیتروژن خاک نشان دادند که از بین بردن بقایای گیاهی توسط عمل سوزانیدن در مقایسه با روش حفظ بقایای گیاهی دارای نیتروژن خاک کمتری است. نتایج قرنجیکی و میری (Gharanjiki & Miri, 2007) نیز این مطلب را تأیید می‌کند آن‌ها گزارش کردند که آتش زدن بقایای گیاهی به عنوان ماده آلی تثبیت شده، ظرفیت تبادل کاتیونی بالایی دارد و در نگهداری عناصر غذایی قابل دسترس گیاه مؤثر بوده و عناصری نظیر نیتروژن را به شکل قابل استفاده برای گیاهان در خاک نگه می‌دارد و بنابراین نیتروژن خاک تابعی از میزان ماده آلی خاک است و همراه با افزایش ماده آلی خاک، افزایش می‌یابد.

بیشترین مقدار فسفر خاک از تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 42/86 میلی‌گرم در کیلوگرم و کمترین مقدار آن از تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 30/73 میلی‌گرم در کیلوگرم بدست آمد (جدول 3). طبق اظهارات نجفی نژاد و همکاران (Najafinezhad et al., 2007) در بررسی تهیه بستر بذر بر عملکرد ذرت دانه ای و برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، بیشترین مقدار فسفر قابل جذب خاک در تیمار حفظ بقایای کشت در مقایسه با تیمار سوزانیدن بقایا حاصل شد

و شارما و نیشرا (Sharma & Mishra, 2001) نیز در تحقیقات خود در بررسی تاثیر سوزاندن بقایای برنج و گندم و تاثیر آن بر خصوصیات خاک گزارش کردند که سوزانیدن بقایای برنج و گندم باعث کاهش مقدار فسفر موجود در خاک شد. احتمالاً در تیمار یک به علت سوزاندن بقایای گیاهی، مواد آلی خاک سریعا به خاکستر تبدیل شده و در نهایت عناصر غذایی نظیر فسفر در خاکستر بقایای گیاهی به شکل محلول در می‌آید و به آسانی می‌تواند به وسیله فرسایش بادی یا آبی از خاک خارج گردد و در نهایت باعث کاهش مقدار فسفر موجود در خاک شود.

تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) بیشترین (263 میلی‌گرم در کیلوگرم) و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 211 میلی‌گرم در کیلوگرم کمترین مقدار پتاسیم خاک را به خود اختصاص دادند. در تائید این نتایج نجفی نژاد و همکاران (Najafinezhad et al., 2005) گزارش دادند که سوزاندن بقایای گیاهی باعث کاهش پتاسیم قابل جذب خاک نسبت به حفظ بقایا شده است. احتمالاً در تیمار هفت به علت حفظ بقایای گیاهی و استفاده کود دامی، به عنوان منبعی از پتاسیم، مقدار این عنصر به عنوان یکی از عناصر موجود در خاک افزایش می‌یابد و همچنین در تیمار یک کاهش و در تیمار هفت به بیشترین مقدار خود می‌رسد.

وزن مخصوص ظاهری خاک یکی از مهمترین مولفه‌های فیزیکی خاک محسوب می‌شود و نقش بسیار مهمی در سایر خصوصیات فیزیکی خاک دارد. بیشترین میزان وزن مخصوص ظاهری خاک (0/70 گرم بر سانتی‌متر مکعب) از تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) و کمترین مقدار آن (1/40 گرم بر سانتی متر مکعب) از تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) به دست آمده است (جدول 3). بنابراین می‌توان اذعان نمود که وجود بقایای گیاهی و کود دامی باعث کاهش معنی‌دار وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود. نتیجه این تحقیق با نتایج سایرین مطابقت دارد. مورچان و همکاران (Morachan et al., 1972) بیان داشتند که عامل اصلی کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک بر اثر افزایش ماده آلی تأثیر آن بر بهبود ساختمان و افزایش تخلخل خاک است.

رطوبت نقطه پژمردگی میزان رطوبتی است که خاک در مکش 15- بار در خود حفظ می‌کند. این خصوصیت یکی از مهمترین خصوصیات فیزیکی خاک است که در روابط آب و خاک نقش بسیار مهمی دارد. کمترین میزان رطوبت نقطه پژمردگی از تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) 8 درصد و بیشترین میزان رطوبت نقطه پژمردگی از تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) 11 درصد بدست آمد (جدول 3). احتمالاً در تیمار هفت به علت حفظ بقایای گیاهی و استفاده کود دامی، مقدار رطوبت نقطه پژمردگی افزایش می‌یابد. امرسون (Emerson, 1995) گزارش کرد که با افزایش ماده آلی در علفزارها، مقدار رطوبت در نقطه پژمردگی افزایش می‌یابد. امرسون و همکاران (Emerson et al., 1994) نشان دادند که با افزایش مقدار کربن آلی، ظرفیت نگهداری رطوبت در اثر تشکیل ژل‌های حاصل از تجزیه بقایای آلی و ترشحات میکروبی افزایش می‌یابد.

رطوبت ظرفیت زراعی مقدار رطوبتی است که خاک در مکش معادل 0/3- بار در خود حفظ می‌کند و در معادلات روابط آب و خاک نقش بسیار مهمی دارد. خاک‌های مختلف دارای مقادیر مختلف هستند و هرچه این ویژگی بیشتر باشد، گیاه راحت تر آب از خاک جذب می‌کند. در این آزمایش کمترین مقدار ظرفیت زراعی 19 درصد از تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) و بیشترین مقدار آن 28 درصد از تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) بدست آمده است (جدول 3). با افزودن بقایای گیاهی و کود دامی، ظرفیت زراعی افزایش معنی‌داری می‌یابد و سپس کاهش آن تا تیمار از بین بردن بقایای گیاهی توسط عمل سوزاندن ادامه دارد. امرسون (Emerson, 1995) گزارش کردند که با افزایش ماده آلی، مقدار رطوبت در ظرفیت زراعی افزایش می‌یابد.

ظرفیت نگهداری آب در خاک حداکثر مقدار آبی است که خاک حدفاصل ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی را در خود نگه می‌دارد و از عواملی است که توانمندی خاک را در عرضه آب به گیاه نشان می‌دهد. کمترین میزان ظرفیت نگهداری آب خاک 11 درصد از تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) و بیشترین ظرفیت نگهداری آب خاک 17 درصد از تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) بدست آمده است (جدول 3). مصرف کود دامی و بقایای گیاهی باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک شده است. بقایای گیاهی سبب کاهش رواناب شده بنابراین فرصت بیشتری برای نفوذ آب به خاک بیشتر ایجاد می‌کند و افزایش مقدار بقایای سطحی اثرات محافظتی فوق را تشدید کرده و سبب افزایش کل آب جذب شده توسط خاک می‌شود (Hemat & Mesdaghi, 2001) همچنین بقایای گیاهی و کود دامی حاوی مقادیر زیادی ماده آلی است و ماده آلی خاصیت جذب آب بالایی دارد، بنابراین افزودن بقایای گیاهی و کود دامی به خاک باعث افزایش چشمگیر ظرفیت نگهداری آب خاک می‌شود (Akef & Bagheri, 2008).

بیشترین و کمترین عملکرد ساقه به ترتیب به تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع

اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 17/91 تن در هکتار و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 11/53 تن در هکتار متعلق بود (جدول 3). دوانی (Davani, 2002) و اسدپور (Asadpour, 2005) در تحقیقات مشابه، بیشترین عملکرد ساقه را در تیمارهای با مصرف کود نیتروژن گزارش کردند و در مطالعات یاداو (Yadavar, 1997) نیز بیشترین وزن ساقه گیاه برنج در تیمارهایی حاصل شد که بقایای گیاهی حفظ شد و عمل سوزاندن و از بین بردن بقایا باعث کاهش چشمگیری در وزن ساقه شد. احتمالاً در تیمار هفت به دلیل وجود مواد آلی و کود دامی و نیتروژن غنی از عناصر غذایی و بهبود ساختمان خاک و جلوگیری از آبشویی عناصر موجب افزایش فتوسنتز و افزایش ارتفاع ساقه و رشد ساقه عملکرد ساقه نیز افزایش یافته است.

تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 17/78 تن در هکتار، بیشترین مقدار عملکرد بلال و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 12/08 تن در هکتار کمترین مقادیر عملکرد بلال را به خود اختصاص دادند (جدول 3). نجفی نژاد و همکاران (Najafinezhad et al., 2005) در تحقیقی برای بررسی تاثیر روش‌های مختلف بستر سازی بذر بر عملکرد ذرت، بیشترین وزن بلال و ذرت را در تیمار حفظ بقایای گندم در کشت قبل از ذرت گزارش داد و در تحقیقات عادل زاده و همکاران (Adelzadeh et al., 2007) نیز کمترین عملکرد در تیمار سوزاندن بقایا نسبت به سایر تیمارها حاصل شد.

تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 11/86 تن در هکتار، بیشترین مقدار عملکرد برگ و تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 6/7 تن در هکتار، کمترین مقدار عملکرد را به خود اختصاص داده است (جدول 3). جاسمی (Jasemi, 1997) و دوانی (Davani, 2003) در مطالعه تاثیر سطوح مختلف کود نیتروژن بر روی عملکرد کمی و کیفی ذرت گزارش کردند که افزایش کود نیتروژن باعث افزایش عملکرد برگ به میزان 6/1 درصد گردید. همچنین در بررسی‌های مجیدیان و همکاران (Majidian et al., 2008) بر روی ذرت، عامل نیتروژن به عنوان عامل مهم در افزایش عملکرد برگ ذرت بود. احتمالاً در تیمار یک به علت زیاد بودن وزن مخصوص خاک سبب بیشتر شدن مقاومت مکانیکی خاک در برابر نفوذ ریشه می‌شود.

تیمار هفت (ساقه خرد کن، شخم، دیسک، 50 کیلوگرم در هکتار کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی و فاروئر) با مقدار 47/65 تن در هکتار از نظر عملکرد کل برتری نشان داد و همچنین کمترین مقدار عملکرد ذرت به تیمار یک (آتش زدن کاه و کلش باقیمانده، عمل شخم، دیسک و فاروئر) با مقدار 27/06 تن در هکتار متعلق بود (جدول 3). احتمالاً در تیمار هفت با وجود بقایای گیاهی، کود دامی و نیتروژن که باعث افزایش عملکرد برگ، ساقه و بلال شده است و اشاره به این نکته که عملکرد کل از مجموع عملکرد ساقه، برگ و بلال به دست آمده است نهایتا عملکرد کل ذرت نیز در این تیمار افزایش یافته است و همچنین در تیمار هفت به دلیل زیاد بودن وزن مخصوص ظاهری خاک سبب بیشتر شدن مقاومت مکانیکی خاک در برابر نفوذ ریشه می‌شود و وزن مخصوص ظاهری زیاد به طور قطع بر میزان خلل و فرج خاک اثر می‌گذارد.

بین تمام ویژگی‌های مورد بررسی ارتباط معنی‌داری وجود داشت. بین نیتروژن خاک با قطر ساقه و وزن مخصوص ظاهری خاک ارتباط منفی و معنی‌داری وجود داشت. نتایج نشان می‌دهد که در صورتیکه میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک بیشتر باشد میزان این عناصر در برگ نیز بیشترین می‌شود بنابراین تاثیر بر پروتئین برگ می گذارد. همچنین میزان ماده آلی خاک با توانایی نگهداری رطوبت در خاک ارتباط مثبت و معنی‌داری وجود دارد بدین معنی که با افزایش ماده آلی خاک توانایی نگهداری رطوبت خاک نیز بیشتر شده است (جدول 4).

با بررسی در تیمارها درمی یابیم که در تیمار اول که بقایا آتش زده شده و توسط شخم و دیسک زیر خاک رفت در مقایسه با تیمار هفت که بقایای گیاه توسط ساقه خردکن، خرد شده و به خاک به همراه 50 کیلوگرم و 10 تن کود دامی در هکتار به زیر خاک رفت به طور مشهودی میزان نیتروژن، فسفر، پتاسیم و پروتئین برگ، ارتفاع ساقه، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک، نقطه پژمردگی، ظرفیت زراعی، ظرفیت نگهداری آب، عملکرد ساقه، عملکرد بلال، عملکرد برگ و عملکرد کل اختلاف داشت. در دو ویژگی وزن مخصوص ظاهری خاک و قطر ساقه پاسخ معکوسی را مشاهده کردیم که بدین علت است که با افزایش ماده آلی خاک وزن مخصوص ظاهری خاک کاسته می‌شود. وزن مخصوص ظاهری خاک‌های زراعی بین 1/4-1/3 گرم بر سانتیمتر مکعب می‌باشد. برای رشد مناسب گیاه باید وزن مخصوص ظاهری در خاک‌های شنی کمتر از 1/6 و در خاک‌های رسی کمتر از 1/4 گرم بر سانتی‌متر مکعب باشد (Soltani, 2008). بنابراین در این آزمایش مشاهده می‌شود که در تیماری که از ساقه خردکن، کود نیتروژنه و کود دامی استفاده شد میزان وزن مخصوص ظاهری به کمتر از می‌رسید و در حالتی که بقایا سوزانده شد میزان 1/7 بود. در مورد قطر ساقه نیز می دانیم که در شرایطی که میزان مواد غذایی در اختیار گیاه کم باشد گیاه ارتفاع کوتاهتری داشته و در قطر ساقه بیشترین حالت بین قطر و ارتفاع ساقه ارتباط منفی وجود دارد. ممکن است در صورتیکه میزان مواد غذایی خاک زیاد باشد ارتفاع گیاه افزایش یافته و در نتیجه از قطر ساقه کاسته می‌شود. بنابراین در تمامی موارد با افزایش ماده آلی خاک شاهد افزایش هستیم و تنها در مورد وزن مخصوص ظاهری و قطر ساقه نتیجه معکوس مشاهده می‌شود.

جدول ۲ میانگین مربعات خصوصیات گیاه و خاک در تیمارهای مختلف

Table 2- Mean square of soil and plant characteristics in different treatments

S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادی df	وزن مخصوص ظاهری خاک Bulk density	نقطه پژمردگی دائم PWP	ظرفیت زراعی FC	ظرفیت نگهداری آب خاک Water maintenance capacity of soil	نیتروژن خاک Soil N	فسفر خاک Soil P	پتاسیم خاک Soil K	پروتئین برگ Leaf Protein
Rep	تکرار	2	0.0061	0.571	3.00	1.00	0.0015	13.5442	70.9047	0.0406
Treatment	تیمار	6	0.0498**	3.714*	26.65**	11.65**	0.0052**	68.3919**	106.8730**	0.3016**
Error	خطا	12	0.0084	1.0714	0.888	1.38	0.0003	4.0742	36.1825	0.0645
C.V (%)	ضریب تغییرات (٪)		5.91	11.15	3.91	7.93	19.91	5.26	2.49	19.03

* و ** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد.

* and ** are significant difference at 5 and 1% level, respectively.

ادامه جدول ۲

Continues of table 2

S.O.V	منبع تغییرات	درجه آزادی df	فسفر برگ Leaf P	پتاسیم برگ Leaf K	نیتروژن برگ Leaf N	قطر ساقه Stem diameter	ارتفاع ساقه Stem height	عملکرد ساقه Stem yield	عملکرد بلال Ear yield	عملکرد برگ Leaf yield	عملکرد کل Total yield
Rep	تکرار	2	0.0254	0.7773	29.92	0.006	0.0034	0.09637	7.2872	1.0728	2.494
Treatment	تیمار	6	0.0163**	0.5515**	21.20**	0.1054**	1.5806**	16.9750**	15.1729**	10.5927**	123.703**
Error	خطا	12	0.0008	0.0404	1.55	0.0016	0.00045	0.18354	0.4883	0.2161	0.911
C.V (%)	ضریب تغییرات (٪)		12.75	10.83	10.84	2.29	1.37	2.89	4.53	4.77	2.38

**اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

** is significant difference at 1% level.

جدول ۳- مقایسه میانگین های اثر هر یک از تیمارها بر ویژگی‌های مختلف ذرت علوفه‌ای و خاک

Table 3- Mean effects of each treatment on soil and silage corn characteristics

Treatments	تیمارها	نیتروژن برگ Leaf N (%)	فسفر برگ Leaf P (%)	پتاسیم برگ Leaf K (%)	پروتئین برگ Leaf protein (%)	قطر ساقه Stem diameter (cm)	ارتفاع ساقه Stem height (m)	نیتروژن خاک Soil N (%)	فسفر خاک Soil P (%)	پتاسیم خاک Soil K
Treatment 1	تیمار ۱	1.31 e*	0.12 d	0.78 c	8.13 e	1.95 a	1.14 d	0.03 e	30.73 b	211 c
Treatment 2	تیمار ۲	1.50 de	0.14 d	1.1 bc	9.33 de	1.90 ab	1.23 c	0.04 de	32.43 b	219. 66 c
Treatment 3	تیمار ۳	1.61 cde	0.21 c	1.29 a-c	9.98 cde	1.88 abc	1.64 b	0.07 dc	39.26 a	243.33 a-c
Treatment 4	تیمار ۴	1.86 bcd	0.23 c	1.39 a-c	11.55 bcd	1.85 bc	1.66 b	0.09 bc	40.6 a	248 b
Treatment 5	تیمار ۵	1.96 bc	0.25 bc	1.45 a-c	12.19 bc	1.81 c	1.67 b	0.11 bc	41.13 a	251 b
Treatment 6	تیمار ۶	2.16 b	0.30 ab	1.60 a	13.41 b	1.54 d	1.73 a	0.12 ab	41.46 a	252.33 ab
Treatment 7	تیمار ۷	2.57 a	0.32 a	1.72 a	15.97 a	1.47 e	1.75 a	0.15 a	42.86 a	263 a

* اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی باشند

*Means fo lowed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level, according to Duncan Multiple Range Test.

ادامه جدول ۳

Continues of table 3

Treatments	تیمارها	وزن مخصوص ظاهری خاک Bulk density (gcm^{-3})	نقطه پژمردگی PWP	ظرفیت زراعی FC	ظرفیت نگهداری آب خاک Water maintenance capacity of soil	عملکرد ساقه Stem yield (gm^{-2})	عملکرد بلال Ear yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد برگ Leaf yield ($g.m^{-2}$)	عملکرد کل Total yield ($g.m^{-2}$)
Treatment 1	تیمار ۱	1.70 a*	8 b	19 d	11.00 e	11.53 d	12.08 d	6.70 d	27.06 d
Treatment 2	تیمار ۲	1.70 a	8 b	22.33 c	14.33 b	12.48 d	12.55 d	7.75 d	31.93 d
Treatment 3	تیمار ۳	1.60 ab	9 ab	23.66 c	14.66 b	14.09 c	15.36 c	9.80 c	39.73 c
Treatment 4	تیمار ۴	1.60 ab	9 ab	23.66 c	14.66 b	14.83 bc	15.98 bc	10.16 bc	40.03 bc
Treatment 5	تیمار ۵	1.43 bc	10 ab	15 b	16 ab	15.01 abc	16.75 ab	10.56 ab	42.36 abc
Treatment 6	تیمار ۶	1.43 bc	10 ab	26.33 ab	16 ab	17.56 ab	17.23 ab	11.25 ab	46. 6 ab
Treatment 7	تیمار ۷	1.40 c	11 a	28 a	17 a	17.91 a	17.78 a	11.86 a	47.65 a

* اعداد دارای حروف مشابه در هر ستون بر اساس آزمون دانکن دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد نمی باشند

*Means followed by similar letters in each column are not significantly different at 5% probability level, according to Duncan Multiple Range Test.

جدول ٤- ضریب همبستگی ساده بین ویژگی‌های گیاه و خاک

Table 4- Simple coefficient of correlation between plant and soil characteristics

			Soil N نیتروژن خاک	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Leaf N	نیتروژن برگ	2	0.57**															
Leaf P	فسفر برگ	3	0.57**	0.93**														
Leaf K	پتاسیم برگ	4	0.76**	0.59**	0.85**													
Yield	عملکرد	5	0.66**	0.86**	0.89**	0.94**												
Soil P	فسفر خاک	6	0.71**	0.60**	0.60**	0.73**	0.86**											
Soil K	پتاسیم خاک	7	0.86**	0.76**	0.73**	0.81**	0.87**	0.85**										
Plant height	ارتفاع گیاه	8	0.79**	0.67**	0.77**	0.79**	0.95**	0.95**	0.94**									
Stem diameter	قطر ساقه	9	-0.76**	-	-	-	-	-	-	-								
...af yield	عملکرد برگ	10	0.92**	0.79**	0.76**	0.84**	0.75**	0.82**	0.72**	0.67**								
Stem yield	عملکرد ساقه	11	0.90**	0.60**	0.67**	0.83**	0.79**	0.84**	0.92**	0.92**	0.95**							
Total yield	عملکرد کل	12	0.87**	0.74**	0.67**	0.80**	0.83**	0.82**	0.87**	0.87**	0.86**	0.92**						
Bulk density	وزن مخصوص ظاهری	13	-0.70**	0.78**	0.84**	0.81**	0.93**	0.89**	0.93**	0.94**	0.90**	0.94**	0.95**					
PWP	درصد پژمردگی دائم	14	0.71**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
				0.56**	0.69**	0.77**	0.76**	0.74**	0.75**	0.73**	0.73**	0.71**	0.80**	0.76**				
FC	رطوبت زراعی	15	0.82**	0.73**	0.75**	0.79**	0.86**	0.79**	0.86**	0.87**	0.78**	0.91**	0.88**	0.96**	-			
				0.58**	0.63**	0.75**	0.63**	0.57**	0.75**	0.68**	0.67**	0.76**	0.71**	0.73**	0.61**			
Water maintenance capacity	حداکثر نگهداری آب	16	0.71**	0.62**	0.63**	0.63**	0.72**	0.52**	0.77**	0.73**	-	0.79**	0.78**	0.80**	-	0.74**	0.77**	
											0.68**				0.61**			
Leaf pr	...ف برگ	17	0.57**	1.00**	0.93**	0.91**	0.85**	0.86**	0.76**	0.67**	0.79**	0.69**	0.74**	0.78**	-	0.58**	0.73**	0.65
															0.65**			

** بیانگر اختلاف معنی‌دار در سطح ۱ درصد

** is significantly different at 1% level

نتیجه‌گیری

بنابراین چنین بنظر می‌رسد که پس از برداشت گیاه زراعی بهترین حالت این است که بقایای گیاهی را بجای آتش زدن که تاثیری زود بازده دارد و باعث تسریع در کار کشاورز شود با استفاده از ساقه خرد کن سپس عمل شخم و دیسک زدن با پخش 50 کیلوگرم کود نیتروژنه از منبع اوره و ده تن کود دامی کاملا پوسیده و سپس استفاده از جوی و پشته ساز، شرایطی را برای خاک فراهم نمود که وزن مخصوص ظاهری کمتر، ظرفیت نگهداری رطوبت بیشتر، میزان مواد غذایی بیشتری را داراست و در نتیجه گیاه رشد بهتری را دارد.

منابع

1- Adelzadeh, R., Gharibeshghi, A., and Shahbazi, K. 2007. Effect of crop residue management on crop yield and soil properties. The Second Conference of Ecological Farming in Iran. (In Persian).
2- Aly, S.S.M., Soliman, S.M., Akel, E.A., and Ali, M.E. 1999. Significance of free N_2-fixing bacteria and nitrification inhibitors on saving the applied nitrogen to wheat (*Triticum aestivum* L.) plants. Faculty of Agriculture University of Cairo 50 (2): 347-365.
3- Asadpour, S. 2005. Evaluation effect of different amount of nitrogen and planting date on quality and quantity of forage and some morphological and physiological characteristics of maize (*Zea mays* L.) SC704 cultivar. MSc Thesis, Urmia University. (In Persian with English Summary)
4- Akef, M., and Bagheri, E. 2008. Soil Management and Role of Agricultural Machines in Physical Soil Characteristics. Gilan University Press. (In Persian)
5- Colvin, T.S. 1985. Corn (*Zea mays* L.) hybrid response to four methods of tillage. Agronomy Journal of Soil Research 17: 45-56.
6- Davani, D. 2003. Evaluation effect of plant density and nitrogen on quality and quantity yield and some morphological and physiological characteristics of silage maize cultivar SC 604. MSc Thesis. Urmia University. (In Persian with English Summary)
7- Emerson, W.W. 1995. Water retention, organic C and soil texture. Australian Journal of Soil Research 17: 45-56.
8- Emerson, W.W., Foster, R.C., Tisdal, J.M., and Weissmann, D. 1994. Carbon content and bulk density of irrigated natrixeralf in relation to three root growth and orchard management. Australian Journal of Soil Research 13: 31-39.
9- Gharanjiki, A., and Miri, A.A. 2007. Management of first crop residue for second planting in wheat-cotton planting system. 10th Soil congress Science Iran. (In Persian with English Summary)
10- Hemat, A., and Mosadeghi, M.R. 2001. Soil Tillage Preparing for Crop Production in Low Precipitation Region. (Translation). Agricultural Research, Education and Extension Organization. pp. 161. (In Persian)
11- Heenan, D.P., Mcghie, W.J., and Thomson, F.M. 1995. Decline in soil organic carbon and total nitrogen in relation to tillage, stubble management and rotation. Australian Journal of Experimental Agriculture 34 (7): 877-884.
12- Jasemi, S. 1996. Evaluation effect of nitrogen fertilizer level and plant density on quality and quantity of silage maize in Ahwaz climatic condition. MSc. Thesis, Shahid Chamran University. (In Persian with English Summary)
13- Klute, A. 1986. Methods of Soil Analysis. Part 1: Physical and Mineralogical Methods. Second edition, Soil Science Society of America Inc. pp. 1188.
14- Majidian, M., Ghalavand, A., Karimian, N.A., and Kamkar Haghighi, A.A. 2008. Effect of different amount of nitrogen, cattle manner and irrigation water in yield and yield component of maize (*Zea mays* L.). Electronic Journal of Crop Production 1(2): 67-85.
15- Malakouti, M.J. 1996. Sustainable Agriculture and Yield increase by Optimizing Fertilizer in Iran. Agriculture Education Center Press, Tehran. (In Persian)
16- Morachan, Y.B., Moldon Hauer, W.C., and Larson, W.E. 1972. Effect of increasing amounts of organic residues on continuous corn (*Zea mays* L.): yields and soil physical properties. Agronomy Journal 64: 199-203.
17- Najafinezhad, H., Davari, Z., and Rashidi, N. 2005. Effect of seed bed preparing method on grain yield of maize (*Zea mays* L.) and some soil characteristics in double cropping system. Seed and Plant 21(2): 315-330. (In Persian with English Summary)
18- Najafinezhad, A., Javaheri, M.A., Gheibi, M., and Rostamia, M.A. 2007. Influence of Tillage Practices on the grain yield of Maize and some soil properties in Maize-wheat cropping system of Iran. Journal of Agriculture and Social Science 3(3): 1813-2235.
19- Prasad, k., and Singh, P. 1990. Response of promising rainfed maize varieties to nitrogen application in north western Himalayan region. Indian Journal of Agriculture Science 60 (7):475-477.
20- Sharma, P.K., and Mishra, B. 2001. Effect of burning rice and wheat crop residues: loss of N, P, K and S from soil and changes in the nutrient availability.India Journal of Soil Science 49 (3).
21- Sharifi Ashourabadi, E. 1998. Evaluation fertility of agro ecosystems. Ph.D. Thesis. Islamic Azad University, Science and Research Branch. (In Persian with English Summary).
22- Soltani, A. 2007. Soil Water and Plant Relationship. Jahad Daneshghahi Mashhad Press. 246 pp. (In Persian)
23- Yadavar, R.L. 1997. Urea-N Management in relation to crop residue recycling in rice-wheat cropping system in northwestern India. Bioresource Technology 61 (2): 105-109.
24- Walsh, L.M., and Hensler, R.F. 1971. Manage Manure for its Value. Wisconsin Extension Circle pp 550.