

اثر شیب، خاک‌ورزی و روش‌های کاشت در سطوح شیب دار بر میزان فرسایش خاک، عناصر غذایی، مواد آلی و عملکرد گندم دیم

- جلال زکیئی، کارشناس ارشد مکانیزاسیون دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین (نویسنده مسئول)
- محمدمبین آسودار، دانشیار، گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی رامین
- مرتضی الماسی، استاد، گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه چمران اهواز

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۹۰

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۶۷۲۳۹۶۸۵

Email: j_zakii@yahoo.com

چکیده

در اثر فرسایش، عناصر غذایی مورد نیاز گیاه از بین رفته، حاصلخیزی خاک کاهش یافته؛ و در نتیجه از میزان تولید و کیفیت محصول کاسته می‌شود. به منظور بررسی تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی و کاشت در سطوح شیب‌دار بر میزان فرسایش خاک و عملکرد گندم دیم، آزمایشی در سال ۸۶-۸۷ در استان کرمانشاه، انجام گردید. این آزمایش، به صورت کرت‌های نواری خرد شده در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، شامل شیب در دو سطح (۶ تا ۸ و ۱۰ تا ۱۲ درصد) و تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی به همراه روش‌های کاشت مرسوم، کاشت با خطی کار موازی با شیب و عمود بر شیب با سه تکرار انجام گردید. نتایج نشان داد میزان روان آب در شیب ۶-۸ درصد، ۱۲۰۳۱/۹۸ لیتر در هکتار بود؛ که با افزایش شیب به ۱۰-۱۲ درصد، به ۱۳۶۸۰/۲۱ لیتر در هکتار افزایش یافت. تیمار گاوآهن قلمی و پنجه‌غازی اثر معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت؛ به طوری که با عملکرد ۲۸۵۰ کیلوگرم در هکتار نسبت به تیمار گاوآهن برگردان دار و پنجه‌غازی (با عملکرد ۲۰۸۰ کیلوگرم در هکتار) برتر بود. میزان کل پتاسیم خارج شده از خاک در شیب ۶-۸ درصد، ۷۹/۳۳ و در شیب ۱۰-۱۲ درصد، ۱۰۳/۲۰ کیلوگرم در هکتار بود.

واژه‌های کلیدی: فرسایش، سیستم‌های خاک‌ورزی، رسوب، روان آب و مواد آلی خاک

Agronomy Journal (Pajouhesh & Sazandegi) No:102 pp: 101-109

Effect of hill slope, tillage and seeding techniques on soil erosion, alimentary elements, organic material and wheat grain yield under rain fed condition

By: J. Zakii, (Corresponding Author; Tel: 09167239685), MS. In Agricultural Mechanization Engineering Ramin Agricultural and Natural Resources University, M. A. Asoodar, Dr. Department of Mechanization and Machinery Engineering Ramin Agricultural and Natural Resources University, M. Almasi Pr. Department Farm Machinery, Collage of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz.

Received: January 2011

Accepted: April 2011

The erosion in dryland caused decrease in yield and soil quality, especially in slope land with conventional tillage. To investigate effect of tillage and planting methods in slope land on erosion and yield of dryland wheat, an experiment was conducted in 2007 at Kermanshah province. The statistical design for this research was strip split plots in RCB (Randomized Complete Blocks) with three replications. Two slope levels (6-8 and 10-12 percent) arranged in main plots, three tillage systems (conventional, reduced and no tillage) three levels of planting methods (hand spreading, seeding by a drill parallel and perpendicular to slope) arranged in sub-plots. The results revealed run off was shown 12031.98 L/ha for 6-8 percent slope while on 10-12 percent was 13680.21 L/ha. The signification ($P < 0.01$) grain yield was produced (2850 kg/ha) where chisel and sweep ploughs were applied. No tillage system produced 2750 kg/ha grain yield but was not significantly different with others. 79.33 kg/ha of potassium was lost at 6-8 percent slope compared to 103.20 kg/ha for 10-12 percent respectively.

Key words: erosion, tillage systems, sediment, runoff and soil organic material

در اثر فرسایش از بین می‌رود، بیش تر از میزان فسفوری است که به وسیله گیاه برداشت می‌شود؛ زیرا فسفوری که به وسیله گیاه مصرف می‌شود فسفر قابل جذب است؛ در حالی که فسفوری که به وسیله فرسایش خاک از بین می‌رود معادل کل فسفوری است که فسفر قابل جذب نیز جزئی از آن است؛ و جبران آن گرچه از طریق کودهای فسفاته امکان پذیر بوده ولی مستلزم هزینه گزافی است (Keller et al., 2007).

میزان سالانه فرسایش خاک در جهان، ۷۵ میلیارد تن می‌باشد؛ که سهم ایران از آن، بیش از ۲ میلیارد تن و حدود سه برابر فرسایش خاک در آسیا، گزارش شده است (Rafahi, 2004). ارزش اقتصادی خسارات سالانه فرسایش خاک در کشور ما در حدود ۱۰ هزار میلیارد ریال و معادل تخریب یک میلیون هکتار زمین کشاورزی است (Rafahi, 2004). در مجموع سیستم‌های خاک‌ورزی بر بخش مهمی از خصوصیات فیزیکی خاک از قبیل: جرم مخصوص ظاهری خاک، دما، ذخیره و پراکنش رطوبت، تراکم خاک، نیز میزان ماده خشک تولیدی و عملکرد محصول اثر می‌گذارند (Rafahi, 2004). ماشین‌های کاشت نیز با توجه به ترکیب قطعات و طراحی بر میزان روان آب، رسوب، هدررفت عناصر غذایی و در نهایت، عملکرد محصول مؤثرند (Rafahi, 2004).

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر شیب، خاک‌ورزی و روش‌های کاشت بر میزان فرسایش خاک، عناصر غذایی، مواد آلی و عملکرد گندم دیم در شرایط آب و هوای شهرستان هرسین، استان کرمانشاه تحقیقی در سال ۱۳۸۷ انجام شد. این شهرستان در مختصات طول‌های جغرافیایی ۴۶ درجه، ۱۶ دقیقه و ۴۴ درجه و ۳۴ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۴ درجه، ۲۷

مقدمه

خاک از جمله منابعی است که عمده نیازمندی‌های انسان و دام از آن فراهم می‌گردد؛ ولی متأسفانه دائماً در معرض تجاوز و دگرگونی‌های ناشی از عوامل انسانی و عناصر طبیعی قرار دارد (Arnaez et al., 2007). خاک‌ورزی از طریق فرسایش و هم چنین تغییر خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی خاک، بر کیفیت آن اثر می‌گذارد (Zhang et al., 2007). میزان فرآیند فرسایش وابسته به نوع ادوات به کار برده شده در عملیات خاک‌ورزی است (Arnaez et al., 2007). انتخاب ادوات مناسب خاک‌ورزی در اراضی شیب‌دار و انجام عملیات خاک‌ورزی عمود بر شیب باعث افزایش ذخیره رطوبت در خاک می‌شود (Gardner and Gerrard, 2003; Mohanty et al., 2007).

تأثیر ماده آلی در خاک‌هایی با ساختار ضعیف و فقیر بسیار بیش تر از خاک‌هایی با ساختار خوب می‌باشد (Zhang et al., 2007). اثر سودمند ماده آلی بر خاک همواره ثابت و یکسان نبوده، و به مقدار و تیپ ماده آلی بستگی دارد (Oostwoud et al., 1998; Govers et al., 2006). مواد غذایی مورد نیاز گیاه یا به صورت ترکیب‌های محلول (ازت نیتراتی) و یا به صورت چسبیده به ذرات ریز، مانند فسفر و عناصر کم یاب می‌باشد (Govers et al., 2006). قسمت عمده ازت و هوموس معمولاً در خاک سطح‌الارض وجود دارد؛ بنابراین فرسایش، خاک سطحی مزارع را از بین برده و مقدار قابل توجهی ازت و هوموس را با خود حمل می‌کند (Oostwoud et al., 1998). بخش عمده‌ای از پتاسیم همراه با ذرات رس در اثر روان آب از دسترس گیاه خارج می‌شود (Dehaan, 1999). معمولاً میزان فسفوری که

که در آن:

OC: کربن آلی

M: نرمالیتته فروآمونیم سولفات (۰/۵ N)

V: فروآمونیم سولفات مصرفی برای نمونه خاک (mlit)

S: وزن خاک خشک (gr)

V: فروآمونیم سولفات مصرفی برای نمونه بدون خاک (mlit)

اندازه‌گیری عناصر موجود در روان آب و رسوب

برای تعیین میزان مواد غذایی از دست رفته از یک قطعه زمین باید میزان مواد غذایی موجود در رسوب و روان آب حاصل از فرسایش را اندازه‌گیری کرد. مقدار مواد غذایی از دست رفته خاک در اثر فرسایش از رابطه ۳ محاسبه گردید (Zhang et al., 2004):

$$C = T M. Er \quad (3)$$

که در آن:

C: مقدار مواد غذایی از دست رفته (شامل: ازت، فسفر، پتاس، منیزیم و کلسیم) (Kg/ha)

T: مقدار خاک از بین رفته (T/ha)

M: مقدار مواد غذایی خاک اولیه $[Kg (T/ha)^{-1}]$

Er^۱: نسبت غنی شدن ماده غذایی (مواد غذایی موجود در واحد وزن خاک از دست رفته به مقدار مواد غذایی در واحد وزن اولیه)

بعد از توزین روان آب جمع شده در ظرف، یک نمونه به حجم ۱۰۰ سانتی مترمکعب، به منظور اندازه‌گیری عناصر غذایی موجود در آن انتخاب و به آزمایشگاه (مرکز تحقیقات آب و خاک کرمانشاه) ارسال شد. برای اندازه‌گیری میزان عناصر غذایی موجود در خاک فرسایش یافته، رسوب هر کرت را، در طی چند مرحله بارندگی با هم مخلوط کرده و سرانجام یک نمونه ۱۰۰ گرمی از آن برای تعیین درصد مواد غذایی فرسایش یافته به آزمایشگاه ارسال شد. بعد از اندازه‌گیری درصد عناصر غذایی در روان آب و رسوب، طی مراحل مختلف، تمام داده‌ها با هم جمع وزنی شدند.

اندازه‌گیری عملکرد و اجزای عملکرد گندم

به منظور اندازه‌گیری میزان عملکرد در هر کرت از یک قاب یک مترمربعی (یک در یک متر) استفاده گردید. قاب مزبور به طور تصادفی در هر کرت سه بار انداخته شد. بعد از هر بار جای گذاری قاب، نمونه‌ها را برش داده و وزن کردیم. سپس دانه‌های موجود در هر سنبله توزین و در نهایت کاه و کلش باقی مانده از هر نمونه نیز به طور جداگانه وزن گردید. داده‌ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS تجزیه و تحلیل شد. برای رسم نمودارها (جهت بررسی مقایسه‌ای) هم از نرم افزار Excel استفاده گردید.

نتایج و بحث

جرم مخصوص ظاهری خاک

شیب زمین در لایه سطحی خاک (عمق کشت بذری) بر جرم مخصوص ظاهری، موثر ولی در اعماق ۲۰-۳۰ و ۳۰-۲۰ سانتی متر بر آن بی تأثیر بود (جدول ۱). لایه بالائی خاک در شیب‌های بیش تر، به دلیل حرکات اضافی و تردد زیاد ماشین‌آلات و انتقال وزن آنها (که به طرف پایین تر متمایل است) فشرده می‌شود؛ ولی لایه‌های پایین در زیر لایه‌ی مزبور از آسیب بیش تر در امان می‌مانند (Lobb et al., 2007). تخریب خاک‌دانه‌ها در اثر عملیات خاک‌ورزی مکرر نیز مزید بر علت است (Keller et al., 2007; Lobb et al., 2007; Choi, 2002). بر مبنای آزمایش حاضر، خاک‌ورزی در

دقیقه و ۳۱ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی قرار دارد. چون امکان دخالت عامل شیب (فاکتور اصلی) در طرح آزمایشی وجود نداشت، لذا از دو آزمایش مستقل که در دو شیب ۶ تا ۸ و ۱۰ تا ۱۲ درصد (فاکتور اصلی) استفاده شد. هر یک از آزمایش‌ها به صورت کرت‌های خردشده [خاک‌ورزی در کرت‌های بزرگ تر (فرعی) و روش کاشت در کرت‌های کوچک تر (فرعی فرعی)] در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار اجرا شدند. تیمارهای خاک‌ورزی مرسوم (گاواهن برگردان دار در عمق ۲۵ و سپس پنجه‌غازی در عمق ۱۵ سانتی متر)، کم خاک ورزی (گاواهن قلمی در عمق ۲۵ و بعد از آن، پنجه‌غازی در عمق ۱۵ سانتی متر) و بی‌خاک‌ورزی اعمال و در پی آن، تیمارهای کاشت (کاشت مرسوم یا دست پاشی، کاشت با خطی کار موازی با شیب و کاشت با خطی کار عمود بر شیب) نیز انجام گردید. خاک محل اجرای آزمایش دارای pH ۶/۵-۷ و بافت آن شنی لومی رسی (رس ۲۵٪، سیلت ۳۵٪ و شن ۴۰٪) بود.

جرم مخصوص ظاهری خاک

جرم مخصوص ظاهری خاک در لایه‌های سطحی و عمقی (در ۳ عمق ۱۰-۲۰، ۲۰-۳۰ و ۳۰-۲۰ سانتی متری خاک) در سه نوبت: قبل از اجرای آزمایش، در طول دوره رشد و پس از برداشت محصول، با استفاده از رینگ‌های نمونه‌برداری اندازه‌گیری شد. از رابطه ۱، جرم مخصوص ظاهری خاک محاسبه گردید (Papendick et al., 1998).

$$Pb = \frac{M_{od}}{V_t} \quad (1)$$

Pb = جرم مخصوص ظاهری $(m^3)^{-1}$ gr

M_{od} = وزن خاک خشک شده در آون (gr)

V_t = حجم نمونه خاک (cm^3) برابر با ۱۰۰ سانتی متر مکعب (چون قطر و ارتفاع استوانه ثابت است)

اندازه‌گیری روان آب و رسوب

برای اندازه‌گیری روان آب و رسوب ناشی از بارندگی در هر کرت، از پشته‌های خاکی در اطراف کرت‌ها استفاده شد. ابتدا پشته‌ی پایین هر کرت با پلاستیک پوشانده شد؛ و در انتها، روان آب حاصل از بارندگی درون کرت از طریق لوله‌های پلی‌اتیلن به درون ظرف جمع‌آوری هدایت گردید. پس از هر بارندگی، ظروف به مدت ۴ ساعت بی‌حرکت نگهداری شدند تا مواد معلق، در ته آنها رسوب کنند. سپس آب صاف و تمامی خاک فرسایش یافته (درون ظرف و روی پلاستیک پایین کرت) به طور جداگانه توزین گردید (Rafahi, 2004).

اندازه‌گیری کربن آلی خاک

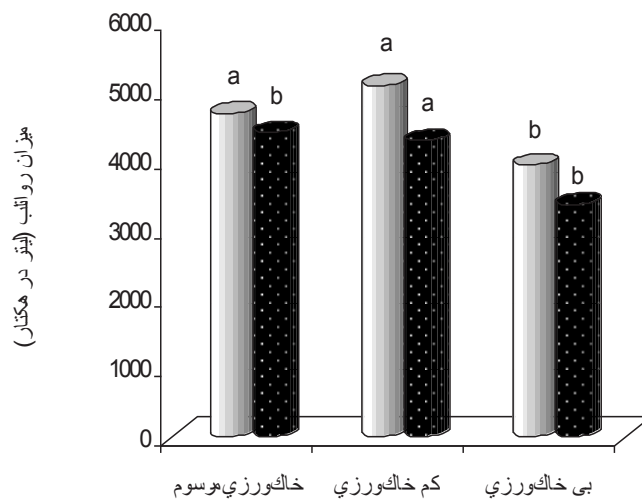
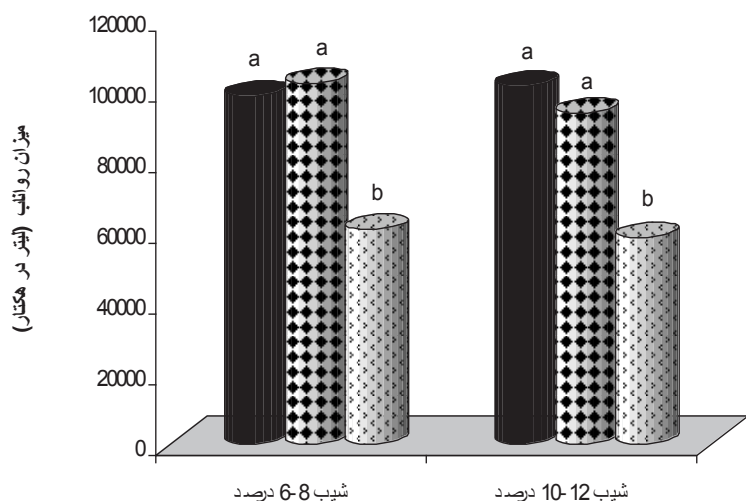
برای تعیین اثر سیستم‌های خاک‌ورزی و کاشت بر میزان کربن آلی خاک در دو مرحله قبل از کاشت و بعد از برداشت محصول به صورت تصادفی تعداد ۵۴ نمونه خاک گرفته شد. با استفاده از روش والکی-بلاک (Rafahi, 2004) نمونه‌های خاک با اسید سولفوریک غلیظ (۹۶ درصد) و بی‌کرومات پتاسیم (یک نرمال) مخلوط شده و بعد از اتمام واکنش اکسیداسیون و احیاء، بی‌کرومات باقیمانده با فروآمونیم سولفات (۰/۵ نرمال) تیتر، و از معرف آرتوفانتروپین فرو ۰/۰۲۵ ملکول گرم در لیتر استفاده شد. از رابطه ۲، درصد کربن آلی خاک محاسبه گردید (Lobb et al., 2007).

$$OC = M \times 0/39 \times \left[\frac{(V_1 - V_2)}{S} \right] \quad (2)$$

هر سه عمق بر جرم مخصوص ظاهری خاک اثر بسیار معنی‌داری داشت (جدول ۱).

کاشت با خطی‌کار عمود بر شیب □ کاشت با خطی‌کار موازی با شیب ▣ کاشت موسوم ■

شیب 10-12 درصد ■ شیب 6-8 درصد □



شیب زمین

نوع سیستم خاک‌ورزی

نمودار ۲- اثر روش‌های کاشت بر میزان روان آب در شیب‌های ۸-۶ و ۱۲-۱۰ درصد

نمودار ۱- اثر سیستم‌های خاک‌ورزی بر میزان روان آب در شیب‌های ۸-۶ و ۱۲-۱۰ درصد

جدول ۱- تجزیه واریانس جرم مخصوص ظاهری، روان آب و رسوب خاک

رسوب (کیلوگرم در هکتار)	روان آب (لیتر در هکتار)	جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی متر مکعب)			درجه آزادی df	منبع تغییرات s.ov
		میانگین مربعات				
		۲۰-۳۰ cm	۱۰-۲۰ cm	۰-۱۰ cm		
۲۶۹۶/۴ ^{ns}	۱۱۵۱۰۰ ^{**}	۰.۰۰۰۰۱۸ ^{ns}	۰.۰۰۰۳۱۲ ^{ns}	۰.۰۱۸۹ [*]	۱	شیب
۸۹۵/۹۶۰ ^{ns}	۱۲۰۵۹۹ ^{ns}	۰.۰۰۰۰۹۶ ^{ns}	۰.۰۰۰۰۹۴ ^{ns}	۰.۰۰۰۲۸۲ ^{ns}	۴	خطای مرکب
۳۲۷۵۳/۳ ^{**}	۲۴۵۲۹۶ ^{**}	۰.۰۳۲۹۵۷ ^{**}	۰.۰۱۱۱۷ ^{**}	۰.۰۰۹۴۹ ^{**}	۲	خاک‌ورزی
۱۷۵۲/۱۴ ^{ns}	۴۹۳۶۴۰ ^{ns}	۰.۰۰۰۰۱۸ ^{ns}	۰.۰۰۰۳۱۲ ^{ns}	۰.۰۰۰۱۱۹ ^{ns}	۲	شیب×خاک‌ورزی
۷۹۹/۶۱۹ ^{ns}	۳۲۸۱۶۴ ^{ns}	۰.۰۰۲۵۴۳ ^{ns}	۰.۰۰۰۳۷۴ ^{ns}	۰.۰۰۰۴۲۳ ^{ns}	۸	خطای خاک‌ورزی
۳۲۸۱۸/۴ ^{**}	۱۳۴۲۶۴ ^{**}	۰.۰۰۲۹۴۶ [*]	۰.۰۰۹۲۸۰ ^{**}	۰.۰۱۳۸ ^{ns}	۲	کاشت
۳۸۰/۸۶۲ ^{ns}	۲۲۵۶۰۰ ^{ns}	۰.۰۰۰۱۱۲ ^{ns}	۰.۰۰۰۱۱۲ ^{ns}	۰.۰۰۰۰۳۵ ^{ns}	۲	شیب×کاشت
۸۶۶۰/۱۸ ^{**}	۳۵۲۲۴۱ ^{ns}	۰.۰۰۱۱۷۴ ^{ns}	۰.۰۰۱۱۰ ^{ns}	۰.۰۰۱۶۱۲ ^{ns}	۴	خاک‌ورزی×کاشت
۱۶۸/۶۳۴ ^{ns}	۵۵۶۹۷۵ ^{ns}	۰.۰۰۰۱۱۳ ^{ns}	۰.۰۰۰۱۱۳ ^{ns}	۰.۰۰۰۰۷۴ ^{ns}	۴	شیب×خاک‌ورزی×کاشت
۱۲۳۰/۳۶	۲۸۲۲۳۳	۰.۰۰۰۸۹	۰.۰۰۲۲۷	۰.۰۰۰۹۱۰	۱۶	خطای باقی مانده
۱۱/۴۳	۱۷/۹۸	۳/۰۳	۳/۲۳	۳/۱۲۷		ضریب پراکندگی (%)

ns و ** و *** به ترتیب: متفاوت در سطح اعتماد ۹۵ و ۹۹ درصد و عدم وجود تفاوت معنی‌دار

داد (نمودار ۲).

رسوب ناشی از بارندگی

جدول ۱ تأثیر بسیار معنی‌داری متقابل خاک‌ورزی بر کاشت را نشان می‌دهد. به نظر می‌رسد اختلاف معنی‌داری بین شیب‌ها (به دلیل نزدیکی شیب‌های انتخاب شده) وجود نداشت. خاک‌ورزی و کاشت نیز اثر بسیار معنی‌داری بر میزان رسوب داشتند (جدول ۱).

محققان، دلیل عمده ایجاد رسوب را عدم وجود بقایای گیاهی و انجام کشت در شیب‌های بیش از ۱۲ درصد دانسته‌اند (Zhang et al., 2007; Choi, 2002; Lobbe et al., 1999). در این آزمایش، خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی در شیب ۸-۶ درصد بیش‌ترین میزان رسوب را داشت (۳۹۰۲/۸۶ کیلوگرم در هکتار)؛ ولی در شیب ۱۲-۱۰ درصد، خاک‌ورزی مرسوم بیشینه مقدار رسوب را به خود اختصاص داد (۴۳۸۷/۱۴ کیلوگرم در هکتار). به طور کلی مقدار رسوب ایجاد شده در شیب ۸-۶ درصد، ۱۰۸۵۴ و در شیب ۱۲-۱۰ درصد، ۱۲۱۰۳ کیلوگرم در هکتار بود؛ که نمایان‌گر فرسایش کم‌تر خاک (حدود ۵ درصد) در شیب ۸-۶ درصد است (جدول ۱).

عناصر غذایی فرسایش یافته از طریق روان آب**منیزیم**

در این تحقیق، روش کاشت تأثیر بسیار معنی‌داری بر میزان منیزیم خروجی (از طریق روان آب) در شیب‌های ۶ تا ۸ و ۱۰ تا ۱۲ درصد داشت (جدول ۲). این نتیجه با یافته‌های قبلی که دلیل عمده خروج منیزیم را نوع بافت خاک و میزان بقایای گیاهی موجود در سطح خاک ذکر کرده‌اند، مطابقت داشت (Keller et al., 2007; Lobbe et al., 2007; Choi, 2002). منیزیم خروجی در کاشت مرسوم در شیب ۶ تا ۸ درصد، ۴۷۳ کیلوگرم در هکتار بود؛ که نسبت به کاشت با خطی کار و به دو صورت عمود و موازی بر شیب به ترتیب ۴۰ و ۷ درصد افزایش داشت. به همین ترتیب، مقدار منیزیم خروجی (در شیب ۱۰ تا ۱۲ درصد) در کاشت‌های عمود و موازی بر شیب به ترتیب ۲۷ و ۱۹ درصد نسبت به کاشت مرسوم (با میزان ۵۱۹ کیلوگرم در هکتار) کم‌تر بود.

روان آب

شیب زمین به طور بسیار معنی‌داری بر میزان روان آب مؤثر بود؛ با افزایش درصد شیب زمین روان آب ناشی از بارندگی، افزایش می‌یابد (جدول ۱). مقدار کل میزان روان آب در شیب ۸-۶ درصد ۱۲۰۳۱/۹۸ (Li/he) و در شیب ۱۲-۱۰ درصد، ۱۳۶۸۰/۲۱ (Li/he) اندازه‌گیری شد.

سیستم‌های خاک‌ورزی اعمال شده به طور بسیار معنی‌داری بر میزان روان آب مؤثر بودند (جدول ۱)؛ به طوری که در شیب ۸-۶ درصد، خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی و پنجه‌غازی بیش‌ترین میزان روان آب را نسبت به خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی داشت (نمودار ۱) به طوری که خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی و پنجه‌غازی (با ایجاد ۴۸۶۳۱/۷ لیتر روان آب در هکتار) نسبت به بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی مرسوم (به ترتیب با میانگین ۳۳۵۷۰/۶ و ۴۶۷۹۰/۳ لیتر در هکتار) روان آب بیش‌تری را در پی داشته است. لازم به ذکر است که در اوایل کاربرد خاک‌ورزی مرسوم (که هنوز لایه متراکم زیرین تشکیل نشده است) و بیش‌تر سست شدن خاک نسبت به روش بی‌خاک‌ورزی (که دست نخورده باقی می‌ماند) و کم‌خاک‌ورزی (که گاوآهن قلمی، خاک را به میزان بسیار کمی سست می‌نماید) امکان نفوذ باران به داخل خاک افزایش یافته و از تشکیل روان آب جلوگیری می‌گردد؛ ولی به مرور زمان و طی سال‌های بعد، با تشکیل لایه متراکم زیرین روان آب آن از سایر سیستم‌های خاک‌ورزی افزون‌تر می‌گردد.

در مطالعاتی که بر روی سیستم‌های خاک‌ورزی و اثر آنها بر میزان روان آب انجام شد؛ نیز به این نتیجه رسیده‌اند که در سال‌های آغازین اجرای سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی روان آب به دلیل فشردگی خاک در لایه‌های سطحی، بیش‌تر از سایر سیستم‌های خاک‌ورزی می‌باشد (Lobbe et al., 2007; Choi, 2002). در مطالعه حاضر، روش‌های کاشت اعمال شده به طور بسیار معنی‌داری بر میزان روان آب اثر داشتند (جدول ۱)؛ و کاشت مرسوم (دست‌پاش)، روان آب را نسبت به سایر روش‌های کاشت (عمود بر شیب و کاشت موازی با شیب) به میزان ۲۴ درصد افزایش

جدول ۲- تجزیه واریانس عناصر غذایی موجود در روان آب و رسوب ناشی از بارندگی

میانگین مربعات			درجه آزادی df	منبع تغییرات S.OV
عناصر غذایی موجود در رسوب		عناصر غذایی موجود در روان آب		
پتاسیم	فسفر	ازت	کلسیم	منیزیم
۱۰۵۴۴۷/۹۴ ^{oo}	۱۰۶/۴۰۰۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۳۴ ^{ns}	۱/۱۸۲۲۲ ^{ns}	۲/۳۸۶۶ ^{ns}
۱۹۶۸۲/۶۶ ^o	۱۴۸/۱۸۲۹ ^{ns}	۰/۰۰۰۳۳ ^{ns}	۰/۰۷۷۷۲ ^{ns}	۰/۸۶۷۷۵ ^{ns}
۲۳۰۹/۰۵ ^{ns}	۲۹۶/۶۷۸۵ ^{ns}	۰/۰۰۱۳۲ ^o	۲/۲۱۷۱۳ ^{ns}	۱/۳۷۸۶۱ ^{ns}
۳۱۶۶۷/۳۹ ^{oo}	۵۳۳/۲۸۲۹ ^{ns}	۰/۰۰۲۱۵ ^{oo}	۰/۶۹۸۹۵ ^o	۰/۳۵۶۲۳ ^{ns}
۸۰۶۲/۱۸ ^{ns}	۳۵۳/۹۶۵۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۲۳ ^{ns}	۰/۱۲۶۲۴ ^{ns}	۱/۶۸۸۰۲ ^{ns}
۲۱۶۳۳/۳۶ ^{ns}	۲۲۴/۰۶۷۴ ^{ns}	۰/۰۰۱۵۳ ^{ns}	۰/۱۲۶۲۴ ^{ns}	۴/۳۵۲۲۲ ^{oo}
۱۹۶۲/۵۳ ^{ns}	۱۴۶/۹۲۵۱ ^{ns}	۰/۰۰۰۳۸ ^{ns}	۰/۰۰۹۱۸ ^{ns}	۰/۲۴۱۸۹ ^{ns}
۱۵۱۴۵/۸۶ ^{ns}	۷۳۵/۶۰۹۶ ^o	۰/۰۰۰۱۹ ^{ns}	۰/۱۱۲۵۱ ^{ns}	۰/۶۲۵۲۳ ^{ns}
۹۸۶۵/۳۱ ^{ns}	۱۹۶/۳۶۱۲ ^{ns}	۰/۰۰۰۱۱ ^{ns}	۰/۰۴۸۷۳ ^{ns}	۲/۹۴۷۳۶ ^{ns}
۶۷۴۹/۳۳	۲۲۹/۳۶۶۳	۰/۰۰۰۵۲	۰/۱۶۷۰۲	۱/۰۹۳۴۸
۶۶/۶۹	۲۳/۵۵	۲۳/۵۵	۱۶/۸۹	۱۸/۴۵

ضریب پراکندگی (%)

به ترتیب: معنی‌دار، خیلی معنی‌دار و غیر معنی‌دار NS، *، ** و

به طور کلی میزان منیزیم از دست رفته در هر دو شیب، ۹۹۲ کیلوگرم در هکتار محاسبه شد.

کلسیم

شیب به تنهایی بر میزان خروج این عنصر مؤثر نبوده؛ ولی در ترکیب با خاک‌ورزی اثر خود را نشان داد (جدول ۲). بنابراین بسته به میزان شیب زمین بایستی سیستم خاک‌ورزی مناسب انتخاب شود.

میزان کلسیم موجود در روان آب به دلیل پیوند کلسیم با کلوئیدهای خاک و تأثیر سیستم‌های خاک‌ورزی بر آنها و تخریبشان در اثر اعمال سیستم‌های خاک‌ورزی نامطلوب، متغیر است. (Cotler and Ortega, 2006; Larrocea, 2006)

در شیب ۶ تا ۸ درصد، خاک‌ورزی مرسوم بیشترین مقدار کلسیم از دست‌رفته (۲۲۷/۸ کیلوگرم در هکتار) را دارا بود؛ ولی در شیب ۱۰ تا ۱۲ درصد، بی‌خاک‌ورزی با مقدار ۳۶۳/۱ کیلوگرم در هکتار بیشترین کلسیم خروجی را به خود اختصاص داد (جدول ۲).

عناصر غذایی فرسایش یافته از طریق رسوب

ازت

سیستم‌های خاک‌ورزی اعمال شده، به طور معنی‌دار بر میزان ازت از دست‌رفته مؤثر بودند (جدول ۲). شیب نیز در ترکیب با خاک‌ورزی به صورتی معنی‌دار بر مقدار ازت خروجی (از طریق فرسایش) تأثیر گذاشت (جدول ۲)؛ ولی هیچ‌یک از اثرات متقابل بر این عامل مؤثر نبود.

سیستم‌های خاک‌ورزی با تأثیری که بر مقدار بقایای گیاهی و درصد برگرداندن سطح خاک، بر میزان ازت موجود در خاک اثر می‌گذارند (Lobb et al., 2007). اگرچه در سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی، مقدار از دست‌رفتن ازت موجود در خاک در سال‌های اول بیش‌تر از سایر سیستم‌های خاک‌ورزی است؛ ولی با گذشت زمان نه تنها هیچ‌گونه کمبود ازتی مشاهده نمی‌شود؛ بلکه بقایای گیاهی باقی‌مانده نیز باعث افزایش میزان ازت مورد استفاده گیاه در خاک می‌شوند. (Cotler and Ortega, 2006; Larrocea, 2006)

در سیستم کم‌خاک‌ورزی، میزان ازت خروجی در شیب ۶ تا ۸ درصد، به ترتیب ۷ و ۸ درصد بیش‌تر از سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم و بی‌خاک‌ورزی بود (جدول ۲). سیستم بی‌خاک‌ورزی در شیب ۱۰ تا ۱۲ درصد، بیش‌ترین مقدار ازت از دست‌رفته را به خود اختصاص داد، که به ترتیب ۲۸ و ۲۶ درصد افزون‌تر از سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم و کم‌خاک‌ورزی بود (جدول ۲).

فسفر

در این بررسی، فقط اثر متقابل خاک‌ورزی و کاشت بر میزان فسفر موجود در خاک فرسایش یافته، مؤثر بود (جدول ۲). بنابراین بسته به اینکه از چه سیستمی برای خاک‌ورزی استفاده شود، باید روش کاشت مناسب را برای کاهش میزان خروج فسفر از خاک انتخاب کرد. به دلیل اینکه فسفر جزء عناصر غیرمتحرک بوده و جذب کلوئیدهای خاک می‌گردد، خروج آن بیش‌تر با خاک فرسایش یافته صورت می‌گیرد. (Adekalu et al., 2007; Lobb et al., 2007)

پتاسیم

پتاسیم از جمله عناصر کم‌تحرک در خاک می‌باشد؛ که قسمت عمده آن بر اثر فرسایش خاک از دست می‌رود (Keller et al., 2007). با افزایش

درصد شیب زمین، روان آب ناشی از بارندگی نیز افزایش یافته و بر مقدار خروج پتاسیم (در اثر فرسایش خاک) افزوده می‌گردد.

در این پژوهش، اثر متقابل شیب و خاک‌ورزی، به طور بسیار معنی‌داری بر میزان خروج پتاسیم به وسیله رسوب مشهود بود (جدول ۲). این بدین معنی است که شیب، هم به تنهایی و هم در ترکیب با سیستم‌های خاک‌ورزی، بر شدت از دست رفتن پتاسیم خاک مؤثر بوده؛ و اثر آن همراه با استفاده از سیستم‌های خاک‌ورزی نامناسب تسریع می‌گردد.

جذب پتاسیم توسط کلوئیدهای خاک و سپس فرسایش خاک به وسیله روان آب، عامل اصلی خروج پتاسیم از خاک بوده و نقش سیستم‌های خاک‌ورزی حفاظتی در حفظ و حتی افزایش مقدار این ماده بسیار پررنگ است (Arnaez et al., 2007; Mohanty et al., 2007).

در این مطالعه، میزان کل پتاسیم خارج شده در شیب ۸-۶ درصد، ۷۹/۳۳ کیلوگرم در هکتار بود؛ که در شیب ۱۰-۱۲ درصد به ۱۰۳/۲۰ کیلوگرم در هکتار افزایش یافت (جدول ۲).

مواد آلی خاک

شیب و اثر متقابل آن با خاک‌ورزی، بعد از برداشت محصول اثر معنی‌داری بر میزان مواد آلی خاک داشت (جدول ۳). مقایسه میانگین‌های اثر شیب و اثر متقابل آن با خاک‌ورزی بر میزان مواد آلی خاک، نشان داد که شیب ۱۰ تا ۱۲ درصد نسبت به شیب ۶ تا ۸ درصد، مقدار مواد آلی خاک را حدود ۲۰/۵ درصد افزایش داد.

تغییرات (کاهش یا افزایش) مواد آلی خاک به حضور و مقدار بقایای گیاهی در سطح خاک بستگی دارد. فاقد پوشش بودن سطح خاک به مدت طولانی باعث می‌شود که مواد آلی خاک بر اثر آب شوئی و فرسایش و هم‌چنین خروج مستقیم کربن آلی خاک به صورت دی‌اکسیدکربن از دسترس خارج گردیده و خاک را با کاهش مواد آلی مواجه می‌نماید (Cotler and Ortega-Larrocea, 2006).

عملکرد دانه و کاه

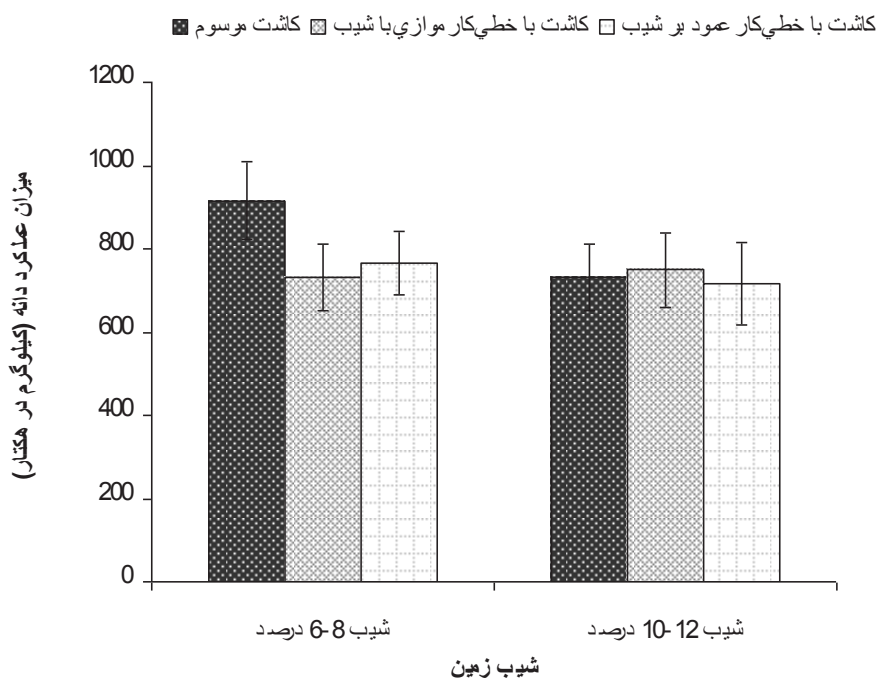
اثر متقابل شیب و کاشت بر عملکرد دانه و کاه معنی‌دار بود (جدول ۳). خاک‌ورزی نیز اثر بسیار معنی‌داری بر عملکرد دانه داشت. این نتیجه نشان می‌دهد که شیب به تنهایی هیچ‌یک از این دو صفت مهم را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. در شیب ۸-۶ درصد، روش کاشت مرسوم هم به صورت عمود بر شیب و هم به حالت موازی با شیب، نتیجه‌ای بهتر از کاشت با خطی کار داشت؛ در حالی که در شیب ۱۰-۱۲ درصد، نتیجه کاملاً معکوس بود؛ و جهت کاشت نیز در هر دو روش هیچ تأثیر معنی‌داری بر نتیجه نداشت (جدول ۳).

در میان سیستم‌های خاک‌ورزی نیز بیش‌ترین عملکرد دانه متعلق به خاک‌ورزی با گاواهن قلمی و پنجه‌غازی (با ۲۸۵۰ کیلوگرم در هکتار) بود؛ و کم‌ترین آن به خاک‌ورزی با گاواهن برگرداندار و پنجه‌غازی (۲۰۸۰ کیلوگرم در هکتار) اختصاص داشت (جدول ۳). اما ماحصل بی‌خاک‌ورزی با عملکردی حدود ۲۷۵۰ کیلوگرم در هکتار تفاوت چندانی با تیمار گاواهن قلمی و پنجه‌غازی نداشت (جدول ۳). بنابراین با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار تیمارهای مزبور و صرفه‌جویی در هزینه، وقت و هم‌چنین عدم فرسایش معنی‌دار در سیستم بی‌خاک‌ورزی (جدول ۳) به نظر می‌رسد سیستم مزبور از اولویت انتخاب بالاتری برخوردار باشد. عدم معنی‌دار شدن سایر اثرات متقابل، پیشنهاد ترکیب بی‌خاک‌ورزی و کاشت مرسوم در شیب

۶ تا ۸ درصد (و هم چنین ترکیب آن با خطی کار در شیب ۱۰ تا ۱۲ درصد) را منطقی می نماید (نمودار ۳).
جدول ۳- تجزیه واریانس عملکرد دانه گندم و مواد آلی موجود در خاک

میانگین مربعات				درجه آزادی df	منبع تغییرات S.OV
تفاضل قبل از کاشت و بعد از برداشت	مواد آلی (گرم) بعد از برداشت	قبل از کاشت	عملکرد دانه		
.۸۱۴۰۱۶۶ ^{NS}	۱/۱۸۲۲۲۴*	.۰۳۴۲۵۱۸ ^{NS}	۰/۷۸۲۴۰۷۴ ^{NS}	۱	شیب
.۱۴۹۸۱۱۱ ^{NS}	.۰۷۷۷۱۸۵ ^{NS}	.۰۳۳۴۶۲۹ ^{NS}	۱/۷۱۲۹۶ ^{NS}	۴	خطای مرکب
.۰۱۵۱۷۲۳ ^{NS}	.۲۱۷۱۳۵۱ ^{NS}	.۱۳۲۴۱۲۹*	۲/۶۷۱۲۹**	۲	خاک ورزی
.۳۳۶۳۵ ^{NS}	.۶۹۸۹۵۷*	.۲۱۵۵۲۴۰**	۰/۲۲۶۸۵۱ ^{NS}	۸	شیب×خاک ورزی
.۱۶۲۶۴۷۳ ^{NS}	.۱۳۶۲۴۶۳ ^{NS}	.۰۲۳۰۴۰۷ ^{NS}	۰/۹۰۷۴۰۷ ^{NS}	۲	خطای خاک ورزی
.۱۱۶۸۲۲ ^{NS}	.۰۰۳۹۱۲۹ ^{NS}	.۱۵۳۱۷۹۶ ^{NS}	۰/۴۶۲۹۶۳ ^{NS}	۲	کاشت
.۰۵۴۶۰۰ ^{NS}	.۰۰۹۱۷۶۹ ^{NS}	.۰۳۸۷۴۶۳ ^{NS}	۱/۵۱۸۵۱*	۴	شیب×کاشت
.۱۴۹۴۱۱۱ ^{NS}	.۱۱۱۲۵۱۸ ^{NS}	.۰۱۹۳۵۴۶ ^{NS}	۱/۱۱۵۷۴ ^{NS}	۴	خاک ورزی×کاشت
.۰۸۱۸۶۶ ^{NS}	.۰۴۸۷۲۹۶ ^{NS}	.۰۱۱۷۱۰۱ ^{NS}	۰/۲۵۴۶۶۳ ^{NS}	۱۶	شیب×خاک ورزی×کاشت
.۲۶۳۴۲۵	.۱۶۷۰۲۴	.۰۵۲۱۲۵	۰/۷۹۹۷۶۸	-	خطای باقی مانده
۱۶/۶۷	۳۱/۹۰	۱۹/۸۲	۱۹/۸۲		ضریب پراکندگی (%)

NS و ** و *** به ترتیب: معنی دار، خیلی معنی دار و غیر معنی دار



نمودار ۳- اثر متقابل شیب و روش های کاشت بر میزان عملکرد دانه

جدول ۴- هم بستگی جرم مخصوص ظاهری، روان آب، رسوب، عناصر غذایی خاک و عملکرد محصول

عملکرد دانه	روان آب	رسوب	ازت	فسفر	پتاسیم	منیزیم	کلسیم	ماده آلی خاک (بعد از برداشت)	جرم مخصوص ظاهری عمق ۰-۱۰ سانتی متر
روان آب	-۰/۱۷۴۴۱۲								
رسوب	۰/۱۹۶۴۹	۰/۰۹۳۰۴							
ازت	-۰/۱۱۶۰۴	-۰/۱۹۶۴۲	-۰/۲۲۹۶۱						
فسفر	-۰/۰۲۳۵۳	-۰/۱۲۲۴۸	۰/۱۶۷۷۹	۰/۲۴۳۵۰					
پتاسیم	۰/۰۱۶۶۹	۰/۷۳۱۲۳۰۰	۰/۱۶۷۷۹	۰/۲۴۳۵۰	۰/۰۵۰۶۵				
منیزیم	-۰/۰۹۱۴۷	-۰/۳۳۶۷۴۰	-۰/۲۷۴۸۲۰	۰/۴۱۱۱۰	۰/۲۶۴۶۲۰				
کلسیم	-۰/۰۵۳۳۰	-۰/۰۹۲۳۳	-۰/۰۴۹۶۰	۰/۰۳۱۰۲	-۰/۰۹۲۳۷	۰/۳۴۰۲۲۰	۰/۱۳۷۷۷		
ماده آلی خاک (بعد از برداشت)	-۰/۱۷۷۴۸	-۰/۰۷۸۳۳	-۰/۱۵۸۳۵	۰/۱۴۵۰۹	۰/۱۱۹۵۱	۰/۰۴۱۹۴	۰/۸۰۰۶۷۰۰	۰/۳۱۸۹۳۰	
جرم مخصوص ظاهری ۰-۱۰ سانتی متر	۰/۲۳۲۹۴	۰/۰۹۲۷۵	۰/۵۵۲۳۳۰۰	۰/۲۶۲۶۶	۰/۱۵۸۴۹	۰/۲۷۳۱۸	۰/۱۲۷۷۱	۰/۲۳۲۹۴	
جرم مخصوص ظاهری ۱۰-۲۰ سانتی متر	۰/۱۴۴۶۸	۰/۰۲۶۸۷	۰/۴۹۳۴۶۰۰	-۰/۱۶۵۲۵	-۰/۱۸۴۸۹	-۰/۱۷۹۴۲	-۰/۰۶۱۲۹	-۰/۰۱۰۲۰۳	۰/۷۵۷۰۴۰۰
جرم مخصوص ظاهری ۲۰-۳۰ سانتی متر	۰/۱۲۲۶۸	۰/۰۳۲۱۷	۰/۴۵۲۲۴۰۰	-۰/۱۹۵۶۴	-۰/۱۵۹۸۱	-۰/۲۱۴۷۸	-۰/۲۳۱۴۵	-۰/۱۴۱۰۹	۰/۸۴۷۰۲۰۰

باعث ایجاد روان آب و فرسایش خاک می شود.

نتیجه گیری

میزان روان آب و رسوب در شرایط دیم قابل توجه بود. فرسایش مواد آلی و عناصر غذایی نیز اثرات قابل ملاحظه ای در حاصلخیزی خاک داشت. مشخص گردید که مناسب ترین ترکیب سیستم خاک ورزی و کاشت برای کاهش میزان روان آب، به ویژه در اراضی شیب دار، استفاده از سیستم بی خاک ورزی و کاشت عمود بر شیب بود؛ به طوری که، این روش کاشت در شیب ۸-۶ درصد، حدود ۴۸ و در شیب ۱۲-۱۰ درصد، تقریباً ۴۲ درصد روان آب را کاهش داد. بی خاک ورزی در شیب ۸-۶ و ۱۲-۱۰ درصد به ترتیب با ۹/۱۱ و ۱۰/۰۱ کیلوگرم در هکتار، بیش ترین اثر را بر میزان ماده خشک نشان داد. شیب و خاک ورزی هر کدام به تنهایی اثر خاص خود را بر رشد گندم داشتند. به طور مثال در شیب ۶ تا ۸ درصد حدود ۹ درصد ماده خشک بیش تری تولید شد. با توجه به کاهش ۴۵ درصدی روان آب و نقصان ۳۵ درصدی فرسایش خاک در سیستم های خاک ورزی با گاو آهن قلمی و خاک ورزی مرسوم و هم چنین عدم تفاوت معنی دار در عملکرد نهایی گندم دیم، به نظر می رسد که کشت مستقیم (بی خاک ورزی) در دراز مدت با افزایش عملکرد و خاک ورزی پایدار سازگارتر باشد.

سپاس گذاری

از آقایان مهندس رویین تن (ریاست محترم سازمان جهاد کشاورزی کرمانشاه)، مهندس کیومرث صیادیان، دکتر سیروس جعفری، دکتر محمدرضا مرادی تلاوت، دکتر علی مشتقی، سرکار خانم مهندس آسیه قادری و کلیه عزیزانی که در اجرای این پژوهش همکاری نموده اند، تشکر و قدردانی می گردد.

پاورقی ها

1. Enrichment ratio

مقدار عملکرد با میزان ازت خاک به طور معنی داری هم بستگی داشت (*۲/۹۵-) (جدول ۴)؛ به طوری که با افزایش میزان ازت موجود در خاک فرسایش یافته، عملکرد کاهش یافت (جدول ۳). سیستم های خاک ورزی و روش های کاشتی که بقایای گیاهی را در سطح خاک نگه دارند، باعث نقصان میزان روان آب و رسوب حاصل از بارندگی شده و مانع کاهش میزان ازت خاک و در نهایت باعث افزایش عملکرد می شوند (Gardner et al., 2003; Mohanty et al., 2007).

مقدار مواد آلی خاک بعد از برداشت محصول، با میزان عناصر غذایی آن از جمله منیزیم و کلسیم به ترتیب هم بستگی بسیار شدید (**۰/۸) و قوی (**۰/۳۲) داشت (جدول ۴). بنابراین با تغییر میزان مواد آلی خاک، عناصر غذایی نیز در اثر روان آب و رسوب ناشی از بارندگی تغییر می نمایند.

عناصر غذایی موجود در روان آب و رسوب ناشی از بارندگی، به طور معنی داری با میزان عملکرد هم بستگی داشت (*۰/۲۹۵-) (جدول ۴). اعمال سیستم های خاک ورزی که باعث حفظ بیش تر عناصر غذایی در خاک شوند، عملکرد را بالا می برند. در بین عناصر غذایی خاک، منیزیم با میزان روان آب و رسوب به طور معنی داری هم بستگی داشت (به ترتیب *۰/۳۳۶- و *۰/۲۷۴-) (جدول ۴). این مسئله حاکی از تحت تأثیر قرار گرفتن عنصر مزبور توسط میزان روان آب و رسوب ناشی از بارندگی است. منیزیم و کلسیم موجود در روان آب نیز با میزان مواد آلی خاک هم بستگی شدیدی (به ترتیب **۰/۸ و *۰/۳۱۸) داشتند (جدول ۴). جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق ۰-۱۰ سانتی متر با میزان منیزیم خروجی هم بستگی داشت (*۰/۲۷۲). این امر به دلیل متراکم شدن سطح خاک در اثر انجام مکرر عملیات خاک ورزی بود (جدول ۴).

رسوب با جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق های ۰-۱۰، ۱۰-۲۰ و ۲۰-۳۰ سانتی متر به طور بسیار معنی داری هم بستگی داشت (به ترتیب **۰/۵۵، **۰/۴۹ و **۰/۳۷) (جدول ۴). در اثر عملیات مکرر خاک ورزی، سطح خاک متراکم شده و به سرعت از آب اشباع می گردد؛ و در نهایت

منابع مورد استفاده

1. Adekalu, K.O., Olorunfemi, I.A. and Osunbitan, J.A. (2007). Grass mulching effect on infiltration, surface runoff and soil loss of three agricultural soils in Nigeria. *Bioresource Technology*, No, 98, pp: 912-917.
2. Arnaez, J., Lasanta, T. Ruiz-flaño, P. and Ortigosa, L. (2007). Factors affecting runoff and under simulated rainfall in Mediterranean vineyards. *Soil and Tillage Research Journal*. Vol, 93. No, 69, pp: 324-334.
3. Choi, C.C.E. (2002). Modeling of wind-driven rain and its oil detachment effect hill slopes. *Wind Engineering and Industrial Aerodynamics Journal*, Vol, 90. No, 89, pp: 1081-1097.
4. Cotler, H., and Ortega-Larrocea, M.P. (2006). Effects of land use soil erosion in a tropical dry forest ecosystem. *Chamela watershed, Mexico. Catena*, Vol, 65. No, 45, pp: 107-117.
5. Dehaan, W. (1999). Estimation of soil splash detachment rates on the forest floor of an unmanaged Japanese cypress plantation based on field measurements of throughfall drop sizes and velocities. *Catena Journal*. Vol, 67. No, 45, pp: 217-227.
6. Gardner, R.A., and Gerrard, A.J. (2003). Runoff and soil erosion on cultivated rain fed terraces in the Middle Hills of Nepal. *Applied Geography*, Vol, 23. No, 71, pp: 23-45.
7. Govers, G.K. Van Oost and Poesen, J. (2006). Responses of a semi-arid landscape to human disturbance: A simulation study of the interaction between rock fragment cover, soil erosion and land use change. *Geoderma Journal*. No, 133, pp: 19-31.
8. Keller T., Arvidsson, J. and Dexter, A. R. (2007). Soil structures produced by tillage as affected by soil water content and the physical quality of soil. *Soil and Tillage Research Journal*. No, 92, pp: 45-52.
9. Lobb, A.D., Huffmanb, E.D. and Reicosky, C. (2007(a)). Importance of information on tillage practices in the modeling of environmental processes and in the use of environmental indicators. *Journal of Environmental Management*, Vol, 78. No, 342, pp: 100-123.
10. Lobb, A.D., Kachanoski, R.G., and Miller, M.H. (1999(b)). Tillage translocation and tillage erosion in the complex upland landscapes of southwester Ontario, Canada. *Soil and Tillage Research Journal*, Vol, 51. No, 142, pp: 189-209.
11. Mohanty, M., Bandyopadhyay, K.K., Painuli, D.K., Ghosh, P.K., Misra, A.K, and Hati, K.M. (2007). Water transmission characteristics of a Vertisol and water use efficiency of rain fed soybean (*Glycine max (L) Merr*) Under subsoiling and manuring. *Soil and Tillage Research Journal*, Vol, 93. No, 78, pp: 420-428.
12. Oostwoud, Wijdenes, D. J., and Ergenzinger, P. (1998). Erosion and sediment transport on steep marly hill slopes, Draix, Haute-Provence, France: an experimental field study. *Catena Journal*. No, 33, pp: 179-200.
13. Papendick, R.I., Parr, I. and Schilfgaard, V. (1998). Soil quality: New perspective for sustainable. In soil and water conservation—challenges and opportunities L., S. Bhushan, I. P. Abrol, and MS. Mohan Rohan. Dehradun, Idian: *Indian Association of soil and water conservation*. No, 94, pp: 227-237.
14. Rafahi, Gh.H. (2004). Water erosion and conservation. *University of Tehran Press*. pp: 670.
15. Zhang, G.S., Chan, K.Y. Oates, A. Heenan, D.P. and Huang, G.B. (2007). Relationship between soil structure and runoff/soil loss after 24 years of conservation tillage. *Soil and Tillage Research Journal*, Vol, 92. No, 241, pp: 122-128.
16. Zhang, J.H., Lobb, D.A. Li, Y. and Liu, G.C. (2004). Assessment of tillage translocation and tillage erosion by hoeing on the steep land in hilly areas of Sichuan, China. *Soil and Tillage Research Journal*, Vol, 75. No, 123, pp: 99-107.