

اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر حفظ رطوبت خاک و عملکرد آفتابگردان روغنی در شرایط دیم

زین العابدین شم آبادی*

تاریخ دریافت: 90/12/23 تاریخ پذیرش: 91/12/21

عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی سمنان، شاهرود

* مسئول مکاتبه Zshamabadi@gmail.com

چکیده

به منظور بررسی اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر حفظ رطوبت خاک و عملکرد آفتابگردان در منطقه دیم کالپوش شاهرود آزمایشی بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار در چهار تکرار در تناوب آفتابگردان - گندم - آیش - آفتابگردان اجرا شد. تیمارهای خاک‌ورزی شامل شخم با گاواهن قلمی در بهار، شخم با گاواهن برگرداندار، کم خاک‌ورزی با دیسک در بهار، شخم با گاواهن بشقابی و شخم با گاواهن قلمی در پاییز بودند. تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد که از نظر رطوبت خاک در عمق 5-20 سانتی‌متری خاک و عملکرد آفتابگردان، بین تیمارها اختلاف معنی‌دار (در سطح 5 درصد) وجود داشت. گاواهن قلمی و برگرداندار به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار رطوبت وزنی و عملکرد را داشتند. از نظر شاخص برگردانی خاک بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌دار (در سطح 1 درصد) وجود داشت، تیمار گاواهن برگرداندار و قلمی به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار برگردانی خاک را دارا بودند. بین تیمارهای مختلف از نظر کربن آلی خاک در عمق 0-15 سانتی‌متری خاک اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. نتایج نشان می‌دهد که مقدار کربن آلی در تیمارهای کم‌خاک‌ورزی نسبت به گاواهن برگرداندار و بشقابی بیشتر بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که کم‌خاک‌ورزی (به دلیل عدم برگردانی بقایا و حفظ آن در لایه سطحی خاک) موجب بهبود مواد آلی خاک، حفظ رطوبت خاک و افزایش عملکرد آفتابگردان می‌شود. بنابراین شخم با گاواهن قلمی می‌تواند به عنوان جایگزینی مناسب برای گاواهن برگرداندار توصیه شود.

واژه‌های کلیدی: آفتابگردان، خاک‌ورزی، رطوبت خاک، عملکرد دانه

Effect of Conservation Tillage on Soil Moisture Conservation and Sunflower Yield under Rain-fed Conditions

Z Shamabadi

Received: February 2012 Accepted: February 2013

Academic Member, Agricultural Engineering Research Department, Agricultural Research Center of Semnan

*Corresponding Author: E-mail: Zshamabadi@gmail.com

Abstract

In order to study the effect of conservation tillage on soil moisture conservation and sunflower performance at Shahrood area, along term experiments were carried out during four years in sunflower-wheat rotations. The experimental design was Randomize Complete Block design (RCBD) with four replications and five treatments. The treatments were chisel plowing in spring, moldboard plowing, reduced tillage with disk harrow, disk plowing and chisel plowing in autumn. Combined analysis of data showed that the effect of treatment were significant on crop yield and soil moisture content (at 5-20 cm depth) ($P < 5\%$). Maximum and minimum of soil moisture content and yield were obtained by chisel and moldboard plough, respectively. Soil inversion index difference was significant among the treatments ($P < 1\%$). Maximum and minimum of soil inversion index was related to moldboard and chisel plough, respectively. Soil organic carbon content difference wasn't significant among the treatments ($P < 5\%$), but values for chisel and disk harrow were higher than those moldboard and disk plough. It is concluded that reduced tillage causes an improvement on soil organic content, soil water conservation and yield. Therefore, chisel plough is recommended as a best alternative for moldboard plough.

Keywords: Seed yield, Soil moisture content, Sunflower, Tillage

مقدمه

عملکرد محصول در شخم بدون برگردان از روش مرسوم کمتر نمی شود. حفظ بقایا در سطح خاک یا مخلوط کردن سطحی آن در خاک موجب افزایش مواد آلی خاک و هوای خاک می شود (بولیگلو و گلن 2003). شخم های مکرر و عمیق موجب خارج شدن سریع کربن به صورت دی اکسید کربن و موجب فقر خاک و اثر گلخانه ای می شود (عباسی و همکاران 2008).

خاک به عنوان مهم ترین منبع تولید مواد غذایی می باشد، که علاوه بر مسائل زیست محیطی و اقتصادی، توجه به روش های خاک ورزی که موجب حفظ پتانسیل تولید خاک می شوند نیز ضروری است. در روش های خاک ورزی حفاظتی، بقایای گیاهی در سطح خاک حفظ شده یا با خاک سطحی مخلوط می شوند. حفظ بقایا در سطح خاک موجب پوشش سطح و جلوگیری از تبخیر رطوبت می شود.

خاک‌ورزی حفاظتی (صرفه جویی در زمان و عدم کاهش معنی‌دار عملکرد) موافق هستند، اما شرایط اقلیمی تاثیرات متفاوتی دارد بطوریکه محاسن بعضی از روش‌ها، متناسب با شرایط منطقه تغییر می‌کند (استوت و همکاران 2001).

روش‌های شخم با گاو آهن برگرداندار تا عمق 23-25 سانتی‌متر، شخم با گاو آهن قلمی و دیسک‌زنی تا عمق 14-12 سانتی‌متر مورد بررسی قرار گرفتند. اختلاف عملکرد دانه آفتابگردان در تیمارهای شخم از نظر آماری معنی‌دار نبود و عملکرد در تیمارهای شخم با گاو آهن برگرداندار، چیزل‌زنی و دیسک‌زنی به ترتیب 1/57، 1/47 و 1/57 تن درهکتار بود (لاسکو و اوراسچی 1990).

آزمایشی به منظور بررسی اثر کاشت آفتابگردان بر تولید زیست توده، مواد آلی خاک و عملکرد محصول بعدی (گندم زمستانه) انجام شد. نتایج نشان داد در صورت استفاده از خاک ورزی مرسوم، به دلیل کاهش بقایای سطحی، ماده آلی خاک و عملکرد گندم کاهش می‌یابد. بنابراین برای تولید آفتابگردان باید از روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی استفاده کرد (باومن و همکاران 2000).

با توجه به نقش تعیین کننده رطوبت خاک در مناطق دیم، آزمایشی جهت بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی حفاظتی بر حفظ بقایای گیاهی در سطح خاک و اثر آن بر بهبود مواد آلی و حفظ رطوبت خاک و عملکرد آفتابگردان روغنی در شرایط دیم انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور مطالعه اثر روش‌های خاک‌ورزی بر عملکرد آفتابگردان، این آزمایش بر اساس طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار در چهار تکرار در تناوب آفتابگردان-گندم-آیش - آفتابگردان اجرا شد. تیمارهای خاک‌ورزی؛ 1- شخم با گاو آهن قلمی در بهار + دیسک (T1)، 2- شخم با گاو آهن برگرداندار در بهار + دیسک‌زنی (T2)، 3- کم خاک‌ورزی با دیسک در بهار (T3)، 4- شخم با گاو آهن بشقابی در بهار + دیسک زنی (T4) و 5- شخم با گاو آهن قلمی در پاییز + دیسک زنی در بهار (T5) بودند که در کرت‌های به ابعاد 30 × 5 متر اجرا شدند. عملیات کاشت

آب مهم‌ترین عامل محدودکننده زراعت در مناطق خشک و نیمه‌خشک است. خاک ورزی حفاظتی در ذخیره و جذب رطوبت موثر است. در مقایسه با خاک‌ورزی مرسوم، خاک‌ورزی حفاظتی توسط کاهش تبخیر و افزایش نفوذپذیری، موجب کارآیی بیشتر ذخیره آب بارندگی می‌شود (پوتن و همکاران 2003).

یکی از مشکلات کاهش تولیدات کشاورزی در مناطق خشک و نیمه خشک پایین بودن میزان مواد آلی خاک است. عدم مدیریت صحیح در استفاده از ماشین (استفاده بی رویه از ماشین‌ها و ادوات)، سوزاندن بقایای گیاهی، بارندگی‌های شدید، عدم تناوب مناسب زراعی و عوامل دیگر باعث شده تا خاک‌های این مناطق در معرض فرسایش آبی و بادی قرار گیرد (محمودی و محمدی 1999).

خاک‌ورزی حفاظتی در مقایسه با روش خاک‌ورزی مرسوم موجب کاهش تعداد عملیات زراعی می‌شود، که منافع زیادی دارد. افت رطوبت و تخریب ساختمان خاک و اکسیداسیون بقایای آلی کاهش می‌یابد. این مسئله علاوه بر کاهش هزینه‌ها موجب افزایش کارآیی مصرف آب می‌شود (کامیل و همکاران 2005).

خاک‌ورزی حفاظتی به عنوان یکی از روش‌های کاربردی در کشاورزی پایدار، در کندکردن روند تخریب زمین‌ها و افزایش پایداری در کشاورزی موثر می‌باشد. استفاده از خاک‌ورزی حفاظتی و بقایا حفظ در سطح خاک، موجب افزایش عملکرد محصول می‌شود (بی‌نام 1385).

در آزمایشی اثر روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی) بر عملکرد آفتابگردان در تناوب با گندم در شرایط دیم مطالعه شد. در روش مرسوم از گاو آهن برگرداندار و در روش حفاظتی از گاو آهن قلمی و قبل از کاشت گندم از دیسک استفاده شد. نتایج نشان داد، خاک‌ورزی حفاظتی موجب افزایش ماده آلی در سطح خاک شد و عملکرد محصول را در دوره خشک‌سالی بهبود بخشید (موریلو و همکاران 1998).

انتخاب روش‌های خاک‌ورزی مرسوم و یا خاک‌ورزی حفاظتی هنوز در برنامه تحقیقاتی محققین قرار دارد، زیرا راه حل یکسانی برای همه شرایط وجود ندارد. همه با مزیت

تجزیه و تحلیل آماری شدند. میانگین صفات اندازه‌گیری شده به روش دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در سال اول آزمایش نشان داد که بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی از نظر صفات مورد مطالعه (قطر طبق، وزن دانه در طبق، درصد روغن و رطوبت خاک در عمق 20-5 و 40-20) اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. ولی در مورد شاخص برگردانی خاک، بین تیمارهای آزمایشی اختلاف کاملاً معنی‌داری وجود داشت. بیشترین و کمترین مقدار برگردانی خاک به ترتیب مربوط به گاواهن برگرداندار (69/5 درصد) و قلمی (33 درصد) بود.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها در سال سوم آزمایش نشان داد که بین تیمارهای مختلف خاک‌ورزی از نظر صفات مورد مطالعه (وزن دانه در طبق و درصد روغن) اختلاف معنی‌دار وجود نداشت. اما بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر عملکرد، اختلاف معنی‌دار (در سطح 5 درصد) وجود داشت. بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به گاواهن قلمی (1220 کیلوگرم در هکتار) و برگرداندار (1017/5 کیلوگرم در هکتار) بود. همچنین بین تیمارهای آزمایش از نظر رطوبت خاک اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد وجود داشت. تیمار استفاده از گاواهن قلمی در بهار و برگرداندار به ترتیب با 9/41 و 7/81 درصد بیشترین و کمترین رطوبت وزنی را داشتند. در عمق 40-20 سانتی‌متری خاک بین تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌دار از لحاظ آماری وجود نداشت.

در سال شروع آزمایش (1387) بین تیمارهای مختلف، در عمق 0-15 سانتی‌متری خاک از نظر کربن آلی، اختلافی وجود نداشت. میانگین کربن آلی در همه تیمارها حدود 2 درصد بود. در سال آخر آزمایش هرچند بین تیمارهای مختلف از نظر کربن آلی (0-15 سانتی‌متری) اختلاف معنی‌دار وجود نداشت، ولی مقدار آن در تیمار استفاده از گاواهن قلمی و دیسک بیشتر از گاواهن برگرداندار بود (شکل 1).

آفتابگردان (رقم پروگرس¹) در اردیبهشت ماه سال‌های 1387 و 1389 بعد از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی و در ردیف‌هایی به فاصله 50 سانتی‌متر توسط ردیف‌کار انجام شد. فاصله بین بوته‌ها حدود 30 سانتی‌متر از یکدیگر بود که تراکم 60000 بوته در هکتار ایجاد کرد.

در پاییز سال 1387 پس از برداشت آفتابگردان در همه تیمارها گندم (رقم آذر2) کشت شد. پس از برداشت گندم در سال 1388 زمین به حالت آیش ماند و در اردیبهشت 1389 آفتابگردان کشت گردید. شاخص برگردانی خاک با استفاده از یک کادر چوبی مربعی به ابعاد 50 سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. برای این منظور قبل و بعد از انجام عملیات شخم در تیمارهای مختلف، در 4 نقطه متفاوت وزن بقایای گیاهی تعیین شد، و با استفاده از رابطه 1 شاخص برگردانی خاک در تیمارهای مختلف محاسبه گردید (بی نام 1995):

$$F = \frac{W_P - W_E}{W_P} \times 100 \quad [1]$$

که در آن؛ F=شاخص برگردانی خاک (درصد)، W_P و W_E به ترتیب وزن علف‌های هرز یا بقایای محصول (گرم) در واحد سطح قبل و بعد از شخم می‌باشند. صفات مختلف (عملکرد دانه و زیست‌توده)، شاخص برداشت، درصد روغن و وزن دانه در طبق) اندازه‌گیری شد. شاخص برداشت نسبت عملکرد دانه به عملکرد بیولوژیک می‌باشد، که در تیمارهای مختلف از رابطه 2 محاسبه گردید (پورصالح 1374):

$$H_I = \frac{S_Y}{B_Y} \times 100 \quad [2]$$

که در آن؛ H_I =شاخص برداشت (درصد)، S_Y و B_Y به ترتیب عملکرد دانه و زیست‌توده می‌باشند.

میزان رطوبت خاک در عمق‌های 20-5 و 40-20 سانتی‌متری در مرحله دانه‌بندی آفتابگردان و میزان کربن آلی خاک در عمق 0-15 سانتی‌متری خاک اندازه‌گیری شد. داده‌های حاصل با استفاده از نرم افزار MSTATC

¹ *Helianthus annuus* Var. Progress

² Biomass

ادامه جدول 1- نتایج تجزیه واریانس مرکب (میانگین مربعات)

برگردانی و رطوبت خاک در دو سال آزمایش

منابع تغییر	درجه آزادی	رطوبت خاک	
		برگردانی خاک	رطوبت خاک
		5-20	20-40
سال	1	86/26 ^{NS}	9/14 ^{NS}
اشتباه اصلی	6	84/18	0/69
خاک‌ورزی	4	4650**	2/19 ^{NS}
خاک‌ورزی×سال	4	92/54 ^{NS}	0/21 ^{NS}
اشتباه فرعی	24	60/05	1/16
ضریب تغییرات (%)		15/8	10/85

NS: عدم اختلاف معنی‌دار، * و **: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در

سطح 5 درصد و 1 درصد

جدول 2- مقایسه میانگین مرکب صفات آفتابگردان

ردیف	تیمار شخم	روغن (%)	وزن دانه در طبق (g)	عملکرد (Kg/ha)
1	قلمی در بهار	49/42 a	31/45 a	1124 ab
2	برگرداندار	49/08 a	30/77 a	987/8 c
3	دیسک	48/72 a	29/8 a	993 c
4	بشقابی	48/95 a	30/14a	1001 b
5	قلمی در پاییز	47/72 a	31/83a	1160 a

NS: عدم اختلاف معنی‌دار، * و **: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در

سطح 5 درصد و 1 درصد

ادامه جدول 2- مقایسه میانگین برگردانی و رطوبت خاک در

تجزیه مرکب

ردیف	تیمار شخم	برگردانی خاک	
		رطوبت خاک (درصد)	برگردانی خاک (درصد)
		5-20	20-40
1	قلمی در بهار	35/75 c	9/41 a
2	برگرداندار	70/25 a	7/81 b
3	دیسک	39/75 c	9/14 ab
4	بشقابی	53 b	8/87 ab
5	قلمی در پاییز	33/65 c	10/1 a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک از نظر آزمون دانکن در

سطح احتمال 5 درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.



شکل 1- کربن آلی خاک در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

نتایج حاصل از تجزیه واریانس مرکب داده‌ها نشان داد بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر صفات، وزن دانه در طبق و درصد روغن اختلاف معنی‌دار وجود نداشت (جدول 1).

درصد رطوبت خاک

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌های مربوط به محتوای رطوبت خاک در عمق 5-20 سانتی‌متری نشان داد که بین تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌دار در سطح 5 درصد وجود داشت (ادامه جدول 1). گاو آهن قلمی در پایین و برگرداندار به ترتیب بیشترین (10/1 درصد) و کمترین (7/81 درصد) مقدار رطوبت را دارا بودند. در عمق 20-40 سانتی‌متری، بین تیمارها از نظر رطوبت اختلاف معنی‌دار وجود نداشت.

جدول 1- نتایج تجزیه واریانس مرکب اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر

حفظ رطوبت خاک و عملکرد آفتابگردان روغنی در شرایط دیم

منابع تغییر	درجه آزادی	روغن (درصد)	وزن دانه در طبق (g)	عملکرد (Kg/ha)
سال	1	188/9 ^{NS}	25/28 ^{NS}	50197 ^{NS}
اشتباه اصلی	6	16/41	5/27	6133/5
خاک‌ورزی	4	2/39 ^{NS}	5/83 *	54313*
خاک‌ورزی×سال	4	3/72 ^{NS}	2/54 ^{NS}	5721 ^{NS}
اشتباه فرعی	24	22/97	1/25	14425/3
ضریب تغییرات (%)		9/47	3/62	116/41

NS: عدم اختلاف معنی‌دار، * و **: به ترتیب اختلاف معنی‌دار در

سطح 5 درصد و 1 درصد

عملکرد دانه

نتایج نشان داد بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر عملکرد، اختلاف معنی‌دار (در سطح 5 درصد) وجود داشت (جدول 1). بیشترین و کمترین عملکرد دانه به ترتیب مربوط به گاوآهن قلمی (1460kg/ha) و برگرداندار (988kg/ha) بود که اختلاف معنی‌داری را در سطح احتمال آماری 5 درصد داشتند (جدول 2).

بحث

در سال 1387، تیمار شخم با گاوآهن قلمی و دیسک‌زنی، به ترتیب بیشترین و کمترین عملکرد دانه را داشتند (اختلاف عملکرد از نظر آماری معنی‌دار نبود). عملکرد کمتر در کم‌خاک‌ورزی با دیسک نسبت به تیمارهای دیگر، به رطوبت کمتر خاک در عمق 40-20 سانتی‌متر مربوط می‌شود. می‌توان نتیجه گرفت که استفاده از گاوآهن قلمی، برگرداندار و بشقابی در مقایسه با دیسک موجب نفوذ بهتر رطوبت به عمق 40-20 سانتی‌متری شده است. در سال 1389 از نظر عملکرد، بین تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌دار (در سطح 5 درصد) وجود داشت و گاوآهن قلمی و دیسک در گروه برتر و گاوآهن برگرداندار و بشقابی در گروه بعدی قرار گرفتند. عملکرد بیشتر تیمار گاوآهن قلمی و دیسک مربوط به رطوبت بیشتر می‌باشد. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (بون سیارلی و کاردینالی 1991 فریبین و سیلورن 2004). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در سال با بارندگی بیشتر (1387) استفاده از گاوآهن قلمی و برگرداندار موجب نفوذ بهتر رطوبت به عمق 40-20 سانتی‌متری شده است و در سال با بارندگی کمتر (1389)، استفاده از گاوآهن قلمی و دیسک موجب برگردانی کمتر خاک و جلوگیری از تبخیر رطوبت از سطح خاک شده است. در سال سوم آزمایش (1389) رشد اولیه آفتابگردان (در خرداد ماه) در تیمار استفاده از گاوآهن برگرداندار بهتر از روش حفاظتی بود اما در ادامه فصل رشد (مردادماه) رشد آفتابگردان در تیمار حفاظتی بهتر بود (به دلیل رطوبت بیشتر). رشد اولیه کم

در روش خاک‌ورزی حفاظتی عملکرد محصول را تحت‌تاثیر قرار نداد. نتیجه مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (موریلو و همکاران 1998). تجزیه مرکب داده‌های مربوط به عملکرد آفتابگردان در سال‌های 1387 و 1389 نشان داد که بیشترین مقدار عملکرد مربوط به تیمار استفاده از گاوآهن قلمی و کمترین مقدار عملکرد مربوط به تیمارهای گاوآهن برگرداندار بود. عملکرد بیشتر مربوط به رطوبت بیشتر خاک می‌باشد. تجزیه واریانس داده‌های مربوط به برگردانی خاک در تیمارهای مختلف نشان داد که بین تیمارهای مختلف از نظر آماری اختلاف آماری (در سطح 1 درصد) وجود داشت و گاوآهن برگرداندار بیشترین شاخص برگردانی (کمترین حفظ بقایا در سطح خاک) را دارا بود. حفظ بقایای بیشتر در سطح خاک، از عوامل مهم در حفظ رطوبت بیشتر در خاک است که اثر آن در سال با بارندگی کمتر (1389) مشهودتر است. رطوبت بیشتر در خاک شخم خورده با گاوآهن قلمی و دیسک (برخلاف گاوآهن برگرداندار) مربوط به حفظ بقایای بیشتر در سطح خاک و عدم برگردانی خاک و جلوگیری از تبخیر آب می‌باشد. نتایج نشان داد که خاک‌ورزی حفاظتی در افزایش ماده آلی در لایه سطحی خاک موثر بود. هرچند بین تیمارهای مختلف از نظر کربن آلی خاک در عمق 0-15 سانتی‌متری خاک اختلاف معنی‌دار وجود نداشت، اما مقدار کربن آلی در تیمارهای استفاده از گاوآهن جیزل و دیسک نسبت به گاوآهن برگرداندار و بشقابی بیشتر بود. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که خاک‌ورزی حفاظتی (به دلیل عدم برگردانی بقایا و حفظ آن در لایه سطحی خاک) موجب بهبود مواد آلی خاک می‌شود. نتایج مشابهی توسط سایر محققان گزارش شده است (موریلو و همکاران 1998). نتایج نشان داد که علی‌رغم مدت زمان کم آزمایش (3 سال) کم‌خاک‌ورزی و حفظ بقایا در سطح خاک بر ماده آلی خاک و عملکرد آفتابگردان در شرایط دیم اثر مثبت داشته است. نتایج مشابهی توسط پژوهشگران دیگر نیز گزارش شده است (پیرس و بورپی 1995 و دیکی و همکاران 1994). چون در مناطق خشک و نیمه‌خشک فرسایش خاک

افزایش ذخیره رطوبت و عملکرد محصول می‌شود. بنابراین شخم با گاواهن قلمی (به دلیل حفظ بقایای بیشتر در سطح خاک و جلوگیری از اتلاف رطوبت خاک) به عنوان جایگزین گاواهن برگرداندار توصیه می‌شود.

مساله آفرین می‌باشد و در شخم با گاواهن قلمی مالچ کلشی در سطح خاک بیشتر بوده و فرسایش خاک به همان میزان بیشتر کاهش می‌یابد. بنابراین در اراضی دیم پذیرش خاک‌ورزی حفاظتی و حفظ بقایا در سطح خاک توسط کشاورزان، فرصتی برای بهبود مواد آلی و ساختمان خاک،

منابع مورد استفاده

- بی‌نام، 1385. یک دهه تلاش موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. کرج.
- پورصالح م. 1374. گیاهان اقتصادی جهان. مرکز نشر سپهر. تهران.
- عباسی ف، آسودار م، سعادت‌فرد م و عالمی خ، 1387. اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر خصوصیات فیزیکی خاک. پنجمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. مشهد.
- محمودی ا و محمدی‌نشلی، ی، 1385. بررسی تاثیرات استفاده از ادوات خاک‌ورزی اولیه روی خصوصیات فیزیکی خاک. سومین کنفرانس دانشجویی مهندسی ماشین‌های کشاورزی و مکانیزاسیون. شیراز.
- Anonymous, 1995. RNAM Test Codes & Procedures for Farm Machinery. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. Bangkok.
- Boligłowa E and Glen k, 2003. Yeiding and quality of potato tubers depending on the kind of organic fertilization and tillage method. Electronic journal of Polish Agricultural Universities. 6 (1). Available Online <http://www.ejpau.media.pl>.
- Bonciarelli F and cardinali A, 1991. Soil preparation and sunflower yields. Agronomy Journal. 47 (8): 47-54.
- Bowman RA, Nielsen DC, Vigil MF and Aiken RM, 2000. Effects of sunflower on soil quality indicators and subsequent wheat yield. SoilScience. 165 (6): 516-522.
- Freebairn DM and Silbur N, 2004. Soil conservation in Austrians semi arid tropics: Pathways to success, and new challenges. 13th international soil conservation organization conference.
- Kamil Bayhan A, Isildar A and Akgul M, 2005. Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in a loam soil of a dryland in Turkey. Acta Agriculture Scandinavica, Section B-Plant soil science. 55 (3): 214-220.
- Lascu I and ursachi F, 1990. Influence of some methods of soil working on sunflower yield. Analele, institute, Fundulea. 58(5): 269-277.

- Murillo JM, Moreno F, Pelegrin, F and Fernandez J E,1998. Responses of sunflower to traditional and conservation tillage under rainfed conditions in southern Spain. *Soil & Tillage Research*. 49 (3): pp. 233-241.
- Pierce EJ and Burpee CG, 1995. Zone tillage effects on soil properties and yield and quality of potatoes. *Soil and tillage research*. 35(3): 135-146.
- Robert C, Schwartz J, Bell M and Louis R, 2006. Tillage effects on surface soil properties, crusting, and sorghum emergence. *Conservation and Production Res. Lab. Experiment Station Rd, Bushland*.
- Stot DE, Mohtar RH and Steinhardt GC, 2001. *Frontiers in conservation tillage and advances in conservation practice*. 10th International Soil Conservation Organization. 248-254.