اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خواص خاک رسی و عملکرد گندم در تناوب با نخود در شرایط دیم

رضا رحیم‌زاده[1*] و حسین نوید[2]

تاریخ دریافت: 88/12/2 تاریخ پذیرش: 89/10/6

1- عضو هیات علمی موسسه تحقیقات کشاورزی دیم کشور

2- استادیار گروه ماشین‌های کشاورزی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز

* مسئول مکاتبه : E-mail: rezarahimzadeh42@yahoo.com

چکیده

برای دست‌یابی به روش خاک‌ورزی مناسب در تناوب گندم با نخود، پنج روش خاک‌ورزی مختلف شامل 1- گاوآهن برگرداندار + غلطک (T1- روش مرسوم)، 2- گاوآهن قلمی + غلطک (T2)، 3- سیکلوتیلر (T3)، 4- پنجه غازی+ غلطک (T4) 5- بی خاک ورزی (T5)، به مدت پنج سال در ایستگاه تحقیقات دیم مراغه در چهار تکرار به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی اجراء گردید. خواص فیزیکی و شیمیایی خاک به همراه عملکرد محصول گندم اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه آماری نشان داد که اثر روش خاک‌ورزی بر روی جرم مخصوص ظاهری خاک معنی‌دار بوده و T1 با میانگین 1/23 گرم بر سانتی‌متر مکعب بیشترین تاثیر در کاهش تراکم را داشته و با T4 و T3 در یک کلاس قرار گرفت. T5 با میانگین 1/34 گرم بر سانتی‌متر مکعب بیشترین میزان جرم مخصوص را داشت. از میان خواص خاک، اختلاف بین تیمارها از نظر واکنش خاک معنی‌دار و T5 با میانگین 7/39 نسبت به سایر تیمارها کمترین مقدار را داشت. از نظر کربن آلی اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبود ولی نتایج، افزایش کربن آلی در T2 و T4 و T5 را نسبت به روش مرسوم نشان داد. اختلاف بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر رطوبت در خاک معنی‌دار نشد. نتایج نشان داد، تیمارهایی که کمترین جرم مخصوص ظاهری خاک را داشتند نسبت به تیمارهای دیگر دارای رطوبت بیشتری بودند. از نظر عملکرد محصول اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نشد. با توجه به نتایج بدست آمده و مزایای هر یک از روش‌های مختلف خاک‌ورزی می‌توان روش‌های کم خاک‌ورزی T2 یا T4 را به جای روش مرسوم T1 پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی : ت ناوب، شرایط دیم، خاک‌ورزی، خواص خاک، ، عملکرد، گندم

Different Tillage Methods Impacts on a Clay Soil Properties and Wheat Production in Rotation with Chickpea under Rainfed Condition

R Rahimzadeh[1*] and H Navid[2]

Received: 21 February 2010 Accepted: 27 December 2010
[1]Faculty member, Dryland Agricultural Research Institute, Maragheh, Iran
[2]Assist Prof, Agricultural Machinery Engineering, Faculty of Agriculture, University of Tabriz, Iran
*Corresponding author: E-mail: rezarahimzadeh42@yahoo.com

Abstract

Regarding to suitable tillage system achievement for wheat production in rotation with chickpea cultivation, five different tillage methods were examined during the 5 years (2004-08) in Dryland Agricultural Research Institute (DARI) of Maragheh with four replicates in randomized complete block design (RCBD). The five tillage treatments were T1= moldboard plow + roller, T2= chisel plow + roller, T3= cyclotiler, T4= sweep + roller and T5= no-tillage. Soil physical and chemical properties accompanied with wheat production were measured. Results obtained by statistical analysis showed that the treatments had significant effects on bulk density (BD) and soil pH. T1 (1.23 gr/cm3 in average) had most effect on decrease of soil compaction although; the differences were not significant compared with T4 and T3. T5 (1.34 gr/cm3 in average) had Maximum BD. T5 (7.39 in average) had minimum pH in compared with other treatments. The treatments had no significant in Organic mater (OC), but T5 and reduced tillage (T2 and T4) tended to increase the OC. The treatments had no significant differences in soil moisture. The results showed that decreased of BD, tended to increase soil moisture. The combine analysis showed that the treatments had no significant differences in grain yield. According to result and advantages of different tillage methods, T2 and T4 could be suggested instead of T1.

Key words: Dry land, Rotation, Soil properties, Tillage, Yield

مقدمه

حبوبات یکی از محصولات اصلی برای تناوب با غلات در شرایط دیم می‌باشند ولی به دلیل پایین بودن عملکرد و بالا بودن هزینه تولید در روش کاشت سنتی (دست پاشی و زیر خاک کردن آن توسط گاوآهن) در مقایسه با غلات در سطح کمتری کشت می‌شود. تحقیقات اخیر در کشور نشانگر افزایش عملکرد و کاهش هزینه در کاشت مکانیزه حبوبات در مقایسه با کاشت سنتی در شرایط دیم می‌باشد (جوادی و همکاران، 1373؛ رحیم زاده و رنجبر، الف وب، 1386). ولی بدلیل مشکل ایجاد کلوخه در تهیه زمین به روش خاک‌ورزی مرسوم (استفاده از گاوآهن برگرداندار) و

نبود روش مناسب برای تهیه زمین برای کاشت گندم، استقبال از کشت مکانیزه کمتر است. اجرای عملیات خاک ورزی عمیق توسط اداواتی نظیر گاوآهن برگرداندار ضمن ایجاد کلوخه های درشت (به خصوص در خاکهایی با درصد رس بالا) موجب به سطح خاک آمدن بذور غلات قبلی و علف‌های هرز که هنوز قابلیت جوانه زنی را دارند می‌شود (دیکمن و همکاران، 1994). از طرفی مدت زمان لازم برای تهیه زمین در روش خاک‌ورزی مرسوم زیاد بوده و در بین ادوات خاک‌ورزی اولیه، دارای بیشترین هزینه‌های سوخت و کارگری می‌باشد. از دیگر معایب این روش می‌توان به دفن کامل بقایای گیاهی محصول قبلی و ایجاد شرایط مساعد برای فرسایش بادی و آبی را نام برد. یکی از راه‌های جلوگیری از بروز کلوخه های درشت و همچنین کنترل فرسایش، استفاده از روش های کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی می‌باشد (آسودار و سبزه زار، 1387 و طباطبائی فر و همکاران، 1387).

نتایج بررسی تاثیر عملیات خاک ورزی در تناوب حبوبات بهاره- گندم به روی رطوبت و بعضی از خواص فیزیکی خاک و عملکرد محصول در آناتولی مرکزی ترکیه نشان داده است که انجام خاک ورزی پاییزه توسط گاوآهن و استفاده از پنجه غازی در بهار نسبت به روش دستپاشی و پوشانیدن بذر با گاوآهن برگرداندار، به میزان 13 درصد موجب افزایش عملکرد شده است. در این تحقیق، تهیه بستر بذر و روش های کاشت عدس بهاره بطور معنی‌داری بر روی محصول بعدی یعنی گندم تاثیر داشته است (دوروتان و همکاران، 1990).

مطالعه اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی شامل گاوآهن برگرداندار (خاک‌ورزی عمیق)، گاوآهن قلمی (خاک‌ورزی حفاظتی عمیق) و پنجه غازی (خاک‌ورزی سطحی) در تناوب غلات- حبوبات و محصول تابستانه برروی عملکرد محصول و رطوبت خاک در مرکز تحقیقات مناطق خشک[1] در سوریه نشان داده است که خاک ورزی سطحی برروی عملکرد گندم نان در طی دو فصل زراعی و برروی گندم دوروم طی سه فصل زراعی تاثیر مثبت و معنی‌دار داشته است (بی‌نام، 1990). طی تحقیق دیگری در همین مرکز، روش‌های خاک ورزی متداول در زمان‌های مختلف (زود- متوسط و دیر) و روش بی خاک ورزی در دو مرحله زمانی زود و دیر در تناوب غلات - حبوبات (عدس) برسی و نتایج نشان داده است که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی محصول (گندم و عدس) در سیستم بی خاک ورزی اختلاف معنی‌داری با روش متداول خاک‌ورزی نداشته ولی برتری روش بی خاک ورزی در تقلیل هزینه ها نیز مشهود بود است (بی‌نام،1992).

نتایج تحقیقات بلند مدت (1988 لغایت 1994) در آب هوای مدیترانه‌ای در اسپانیا به منظور بررسی اثر روش بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی متداول در تناوب های آیش-گندم، گندم-گندم، گندم-نخود، گندم-آفتابگردان و باقلا-گندم نشان داده که عملکرد گندم در سالهای خشک، در روش بی خاک ورزی و در سالهای پر باران در روش خاک ورزی متداول بیشتر بوده است (لوپز بلیدو و همکاران،1996).

یافته های برخی محققین در رابطه با اثرهای بلند مدت تناوب‌های زراعی مختلف و روش های متفاوت خاک ورزی، بیانگر افزایش 78 درصدی عملکرد گندم در روش خاک ورزی حفاظتی نسبت به روش خاک ورزی مرسوم در شایط دیم است (مجاحد و ساندر، 1998).

بررسی های انجام یافته در جنوب ایداهو در امریکا نشان میدهد که استفاده از ادوات خاک ورزی که ته ساقه‌های گندم را در روی خاک باقی می‌گذارند موجب افزایش رطوبت ذخیره شده در عمق 4 سانتیمتری خاک می‌شود (برنقل،1982). بقایای گیاهی در یک محیط اشباع از بخار آب می‌تواند 80 تا 90 در صد وزن خود آب جذب کند، در صورتی که تحت همان شرایط مواد رسی فقط 15 تا 20 در صد آب جذب می‌نمایند (ارشد و همکاران،1999). نتایج تحقیقات انجام گرفته در مورد استفاده از مالچ کلشی در مرکز و شمال فلات بزرگ امریکا نشان داد که اصلی ترین دلیل کاهش

[1] ICARDA

ذخیره باران در خاک، تولید کم بقایای گیاهی توسط محصولات دیم است (اونگر، 1978).

با توجه به اهمیت روش خاک‌ورزی و تاثیر آن در عملکرد محصول و خواص فیزیکی خاک، به منظور دست یابی به روش خاک ورزی مناسب برای کاشت گندم دیم در تناوب با نخود تحقیق حاضر تدوین شد که حاصل نتایج پنج سال زراعی متوالی است.

مواد و روش ها

مشخصات اقلیمی و جغرافیایی محل اجرای طرح

ایستگاه موسسه تحقیقات کشاورزی دیم مراغه در 25 کیلومتری شرق شهرستان مراغه در استان آذربایجان شرقی با عرض جغرافیایی °12 و °37 شمالی و طول جغرافیایی °20 و °46 شرقی در ارتفاع 1720 متری از سطح دریا واقع شده و دارای اقلیم نیمه خشک با زمستان سرد با میانگین بارندگی بلند مدت 350 میلی متر می باشد (قیاسی، 1370). خاک محل آزمایش با 49 درصد رس، 33 درصد سیلت و 18 درصد شن دارای بافت رسی می باشد. میزان بارندگی و دمای متوسط ماهیانه در سال های اجرای تحقیق طبق آمار ایستگاه هواشناسی تحقیقات کشاورزی دیم در جدول 1 آمده است.

جدول 1- میزان بارندگی و دمای متوسط ماهیانه در سال‌های اجرای آزمایش

سال زراعی	ماه	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مجموع
83-84	بارندگی (میلی متر)	9/5	102/2	28/1	15/2	39/1	27/5	66/2	70/3	9/9	-	368
	متوسط دما (سانتی گراد)	14/3	7	-3/7	-5/3	-7/2	1/1	6/3	12	16/7	21/9	
84-85	بارندگی	2/7	35	13/4	47/9	128/2	37/4	53	64/5	-	-	382/1
	متوسط دما	13/1	4/3	2/9	-5/5	-2/7	2/6	7/9	12/4	19/2	22/6	
85-86	بارندگی	21/2	144	0/7	13/4	41/5	41/8	92/3	53/4	9/6	3/6	417/7
	متوسط دما	13/8	4/9	-3/5	-8/9	-3/6	-0/2	4/1	11/7	18/4	21	
86-87	بارندگی	2/7	13/2	31/9	2/7	32/6	40/7	5/9	6/6	1/3	8	137/6
	متوسط دما	13/4	7/2	-0/3	-9/7	-6/8	1/3	9/7	12/4	7/8	22/2	

روش اجرای آزمایش

دو قطعه زمین همجوار به ابعاد 42×98 متر با خصوصیات فیزیکی و شیمیایی یکسان برای کشت گندم و نخود مشخص گردید. در ابتدا برای تعیین جرم مخصوص ظاهری خاک، نمونه دست نخورده از چهار عمق 0-10، 10-20، 20-30و 30-40 سانتی‌متری و برای تعیین نیاز غذایی محصول نمونه‌های مرکب تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. سپس زمین مورد مطالعه بوسیله گاوآهن برگرداندار در پاییز شخم و در بهار، محصول نخود (رقم ای.ال.سی 482 با تراکم 30 دانه در متر مربع) بوسیله خطی کار در عمق حدود پنج سانتی-متر کشت شد. در سال دوم پس از برداشت نخود برای کاشت گندم، زمین به کرت‌هایی به طول 20 متر و عرض 7/5 متر با فاصله کافی بین هرکرت (یک متر) و هر بلوک (شش متر) تقسم بندی و پنج تیمار خاک‌ورزی زیر در چهار تکرار در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی اجراء شد.

۱- گاوآهن برگرداندار + غلطک (T1- روش مرسوم)

۲- گاوآهن قلمی + غلطک (T2)

۳- سیکلوتیلر (هرس دوار عمودی + غلطک) (T3)

۴- پنجه غازی+ غلطک (T4)

۵- بی خاک ورزی (T5)

عمق شخم گاوآهن برگرداندار و قلمی حدود 20 سانتیمتر، پنجه غازی 12-8 سانتی‌متر، سیکلوتیلر 15-10 سانتیمتر متر تنظیم شد (مشخصات ادوات مورد استفاده در جدول 2 آمده است). کود مورد نیاز براساس تجزیه خاک محل اجرای طرح و نتایج تحقیقات انجام گرفته محاسبه و مصرف شد. رقم گندم سرداری 39 با تراکم 400 دانه در مترمربع تعیین و پس از ضد عفونی با سموم قارچ کش به وسیله خطی کار در عمق توصیه شده (حدود پنج سانتی‌متر) کشت شد. به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف خاک ورزی بر خواص خاک اندازه‌گیری‌های زیر انجام شد.

1- جرم مخصوص ظاهری خاک در سال آخر در چهار عمق (10 -0، 20-10، 30 -20 و 40 -30 سانتی‌متری) در زمان آخرین مرحله نمونه‌برداری رطوبت. رطوبت خاک در سه مرحله پنجه زنی، ساقه دهی و پر شدن دانه هر سال در چهار عمق (10 -0، 20-10، 30 -20 و 40 -30 سانتی‌متری) به روش وزنی. توضیح اینکه به غیر سال زراعی 85-1384 که مرحله پنجه زنی در پاییز رخ داد در بقیه سال ها هر سه مرحله در بهار انجام گرفت. پارامترهای واکنش خاک، هدایت الکتریکی، درصد کربن آلی، درصد مواد خنثی شونده، درصد گل اشباع و میزان فسفر و پتاسیم قابل جذب در خاک در عمق 20-0 سانتی‌متری در سال آخر.

2- علاوه بر پارامترهای ذکر شده در خاک عملکرد بیولوژیک و دانه گندم نیز در هر سال اندازه‌گیری شد. داده‌های جمع آوری شده در هرسال و بصورت مرکب چهار ساله در برنامه آماری گن استات (Genstat) تجزیه و تحلیل و مقایسات میانگین‌ها به روش LSD (حداقل اختلاف معنی‌دار) انجام گرفت.

جدول2- مشخصات فنی ادوات مورد استفاده

نوع ماشین	عرض کار (سانتی‌متر)	مشخصات فنی
گاوآهن برگرداندار	90	سوار شونده، سه خیش، عرض برش هر خیش 30 سانتیمتر
گاوآهن مرکب	200	مجهز به تیغه های قلمی، پنجه غازی و غلطک ساخت شرکت ماشین زراعت همدان
سیکلوتیلر	250	مدلHRB 252D - مجهز به غلطک

نتایج وبحث

جرم مخصوص ظاهری خاک

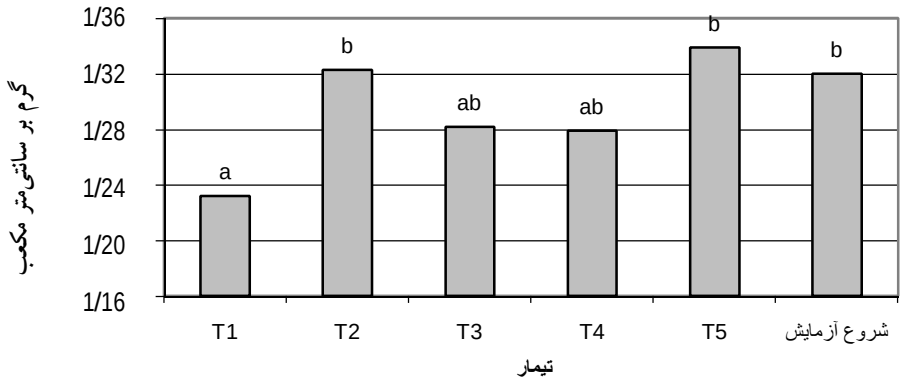
یکی از معمولی‌ترین روش‌های ارزیابی تراکم خاک، اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک می‌باشد. نتایج اندازه‌گیری جرم مخصوص ظاهری خاک در شروع و خاتمه اجرای آزمایش در چهار عمق 10-0، 20-10، 30-20 و 40-30 سانتی متری خاک نشان داد که اختلاف بین تیمارهای خاک‌ورزی و عمق نمونه‌برداری به ترتیب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار ولی اثر متقابل این دو فاکتور غیر معنی‌دار می‌باشد (جدول 3). میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای مختلف در شکل شماره 1 نشان می‌دهد که تیمار استفاده از گاوآهن برگرداندار با میانگین 1/23 گرم بر سانتی‌متر مکعب دارای بیشترین تاثیر در کاهش تراکم خاک نسبت به مقدار آن در شروع آزمایش (1/32 گرم بر سانتی‌متر مکعب) بوده و با تیمارهای T4 و T3 در یک کلاس قرار گرفت.

جدول 3- تجزیه واریانس اثر روش خاک‌ورزی و عمق نمونه‌برداری بر جرم مخصوص ظاهری خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات (جرم مخصوص ظاهری خاک)
تکرار	3	0/020 ns
روش خاک‌ورزی (T)	4	0/028 *
عمق نمونه برداری (D)	3	0/045 **
اثر متقابل دو فاکتور (T*D)	12	0/012 ns
خطا	57	0/010
درصد ضریب تغییرات	8	

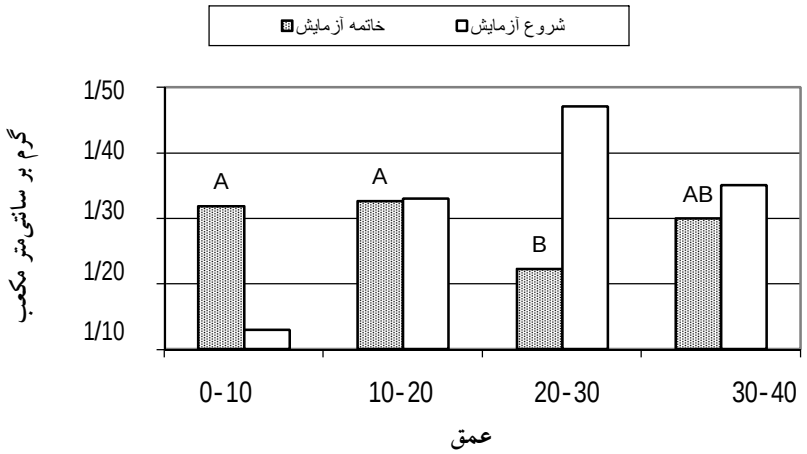
ns: غیر معنی دار؛ * و ** به ترتیب معنی دار در سطح احتمال 1و 5 درصد

تیمار بی‌خاک‌ورزی با میانگین 1/34 گرم بر سانتی‌متر مکعب دارای بیشترین تراکم بوده و نسبت به شروع آزمایش باعث افزایش تراکم شده است. بررسی‌های قبلی نیز نشان داده است که حجم منافذ درشت در سیستم‌های کم خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی مرسوم (استفاده از گاوآهن برگرداندار) به طور معنی‌داری کمتر می‌باشد (حاج عباسی، 1378؛ طباطبائی فر و همکاران؛ 1387). میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق-های مختلف (در شروع و خاتمه تحقیق) در شکل شماره 2 نشان می‌دهد که میزان تراکم خاک در خاتمه آزمایش نسبت به مقدار آن در شروع آزمایش در اعماق10-0، 20-10، 30-20 و 40-30 سانتی‌متری به ترتیب 16/8% افزایش، ثابت، 17% و 3/7% کاهش داشته است. افزایش جرم مخصوص ظاهری در عمق 10-0 سانتی‌متری را می‌توان از یک طرف به کاهش تعدد عملیات خاک‌ورزی و تردد در محل اجرای آزمایش، در مقایسه با روش مدیریت قبلی در محل و از طرف دیگر تاثیر تناوب نسبت داد. همچنین کاهش تراکم در عمق‌های 30-20 و 40-30 سانتی‌متری نیز احتمالاً بدلیل کاهش تعداد تردد، افزایش نفوذپذیری آب مخصوصاً در روش‌های کم خاک‌ورزی و بی خاک‌ورزی و افزایش مواد آلی (طبق نتایج) باشد. استفاده از روش‌های خاک‌ورزی به منظور بهبود ساختمان خاک قبلاً نیز گزارش شده است (آسودار و سبزه زار، 1387 و طباطبائی فر و همکاران، 1387).



شکل 1- میانگین جرم مخصوص ظاهری در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی در خاتمه و مقایسه آن با شروع تحقیق

حروف متفاوت در هر ستون بیانگر اختلاف معنی‌دار براساس آزمون LSD در سطح احتمال پنج درصد می‌باشد.



شکل 2- میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق‌های مختلف در خاتمه و شروع آزمایش

تجزیه واریانس خواص فیزیکی وشیمیایی خاک

تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی وشیمیایی خاک نشان داد که سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی تنها بر اسیدیته خاک در سطح احتمال پنج درصد اثر معنی‌دار داشته است (جدول 4). میزان اسیدیته خاک در تیمار T5 با میانگین 7/39 دارای کمترین مقدار بوده و با سایر تیمارها که از نظر آماری در یک کلاس می‌باشند، اختلاف معنی‌دار دارد (جدول 5). تحقیقات قبلی نیز نشان داده است که وقوع تغییرات شیمیایی ناشی از بی‌خاک‌ورزی سریعتر از تغییرات فیزیکی بوده و استفاده از سیستم بی خاک‌ورزی برای چندین سال متوالی باعث کاهش اسیدیته خاک می‌شود. خاک‌ورزی از طریق مصون ماندن مواد آلی از تجزیه در لایه‌های سطحی، شستن و حمل کاتیون‌ها و اسیدهای آلی به لایه‌های زیرین، معدنی نمودن و نیتراته ساختن مواد آلی و نیتراته نمودن آمونیوم بر اسیدیته خاک تاثیر می‌نماید. خاک (ذاکری و کاظمی، 1385). کاهش میزان اسیدیته در تیمار بی‌خاک‌ورزی را می‌توان به افزایش میزان مواد آلی در این تیمار نسبت داد. اسیدی شدن جزیی خاک می‌تواند یک مزیت برای تیمار T5 باشد چرا که اسیدی شدن خاک باعث حلالیت بیشتر مواد معدنی و مواد غذایی در خاک می‌شود (طباطبایی فرو همکاران، 1387). مقایسه نتایج سال اول و آخر نشان می‌دهد که در تمام تیمارهای خاک‌ورزی (حتی تیمار استفاده از گاوآهن برگرداندار)، میزان ماده آلی خاک افزایش یافته است که احتمالاً این افزایش به دلیل تناوب محصول گندم با حبوبات بوده است.

جدول 4- تجزیه واریانس پارامترهای خاک در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		اسیدیته	هدایت الکتریکی	مواد‌خنثی شونده	درصد اشباع	درصد کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب
تکرار	3	0/006 ns	0/015 ns	0/71 ns	8/27 ns	0/001 ns	9/20 ns	587 ns
تیمار	4	0/025 *	0/024 ns	0/40 ns	2/44 ns	0/009 ns	14/86 ns	3547 ns
خطا	12	0/007	0/042	0/89	5/16	0/009	6/50	1760
ضریب تغییرات (%)		1/2	21/2	28/8	3/8	13/3	19/7	7/6

جدول 5- میانگین پارامترهای خاک در روش های مختلف خاک‌ورزی

تیمار	اسیدیته	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر)	مواد خنثی شونده	اشباع	کربن آلی	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب
			(%)			(میلی گرم در کیلوگرم)	
شروع آزمایش	7/60	0/43	2/6	55/7	0/42	8/6	383
T1	7/54	0/91	3/65	60	0/66	11/8	513
T2	7/59	0/92	3/32	59	0/73	12/7	539
T3	7/59	0/96	3/55	60	0/75	10/7	543
T4	7/54	0/95	2/96	61	0/72	15/8	594
T5	7/39	1/10	2/97	60	0/80	13/6	555
حداقل اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال 5 درصد	0/13	0/31	1/46	3/5	0/15	3/9	65

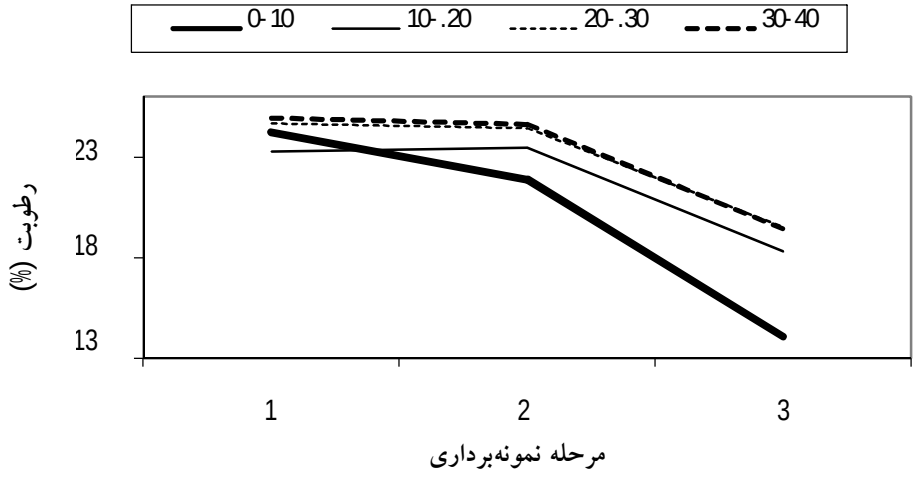
رطوبت خاک

میزان رطوبت خاک در سال زراعی 86-1385 درسه تکرار و دو مرحله (در تجزیه مرکب لحاظ نشد) و در سال‌های دیگر در دو تکرار و سه مرحله اندازه گیری شد. نتایج تجزیه مرکب و سالانه درصد رطوبت خاک در جدول 6 آمده است. نتایج تجزیه مرکب نشان می‌دهد که روش خاک‌ورزی بر روی رطوبت خاک تاثیر معنی دار نداشته است. تحقیقات نشان داده است که باقی نگه داشتن بقایای گیاهی در سطح خاک (روش‌های کم خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی) برای فراهم آوردن محیطی مناسب برای نفوذ آب در خاک، کاهش تبخیر از سطح خاک، ایجاد ساختمان مناسب و با به دام انداختن برف در سطح مزرعه در ذخیره آب مخصوصاً در مناطق دیم می‌تواند بسیار موثر باشد (اونگر و مک کالا، 1980؛ هیل، 1982). بر همین اساس انتظار می‌رفت اثر روش خاک‌ورزی بر رطوبت خاک معنی‌دار باشد. ممکن است نتیجه اخذ شده در این آزمایش به دلیل کم بودن ته ساقه‌های باقی مانده نخود پس از برداشت بوده باشد. نتایج نشان می‌دهد اثر متقابل سال در روش خاک‌ورزی نیز معنی‌دار نمی‌باشد، یعنی در سال‌های متفاوت تاثیر روش خاک‌ورزی بر رطوبت خاک یکسان می‌باشد. اختلاف میزان رطوبت بین عمق‌ها، مراحل و اثر متقابل سال در عمق و مرحله، در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد. با توجه به اختلاف میزان و توزیع بارندگی و همچنین متغیر بودن میزان رطوبت در مراحل نمونه‌برداری معنی‌دار بودن اثر متقابل سال در عمق و مرحله، دور از ذهن نمی‌باشد. همچنین با توجه به زمان-های نمونه‌برداری که در روش اجراء ذکر شد معنی‌داری اختلاف بین عمق‌ها و مراحل نمونه‌برداری نیز کاملاً طبیعی می‌باشد. اما معنی‌دار بودن اثر متقابل مرحله نمونه‌برداری در عمق، نشان می‌دهد که روند تغییرات رطوبت در عمق‌های مختلف در سه مرحله یکسان نمی‌باشد. در مرحله اول که نمونه‌برداری بعد از بارندگی‌های بهاره بوده میزان رطوبت در عمق 20-10 سانتی‌متری کمتر از میزان رطوبت در عمق 10-0 سانتی‌متری می‌باشد (شکل 3). با توجه به اینکه در این مرحله کمبود رطوبتی در خاک وجود ندارد، احتمالاً کم بودن رطوبت در عمق 20-10 سانتی‌متری بدلیل پایین بودن قابلیت نگهداری رطوبت در این عمق باشد که داده-های مربوط به جرم مخصوص ظاهری خاک نیز بیانگر بالا بودن تراکم خاک در این لایه در شروع آزمایش و حتی در خاتمه آزمایش در بعضی تیمارها می‌باشد. مطلب قابل بحث دیگر معنی دار بودن اثر روش خاک‌ورزی بر میزان رطوبت در سال زراعی 87-1386 می‌باشد. سال زراعی 87-1386 با میزان بارندگی 137/6 میلی‌متر نسبت به میانگین بلند مدت

جدول 6- تجزیه واریانس مرکب و سالانه درصد رطوبت خاک

منابع تغییر	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		سه ساله	درجه آزادی	1383-84	1384-85	1385-86	1386-87
سال (Y)	2	129/6 ns		39/5 ns	0/81 ns	7/17 ns	77/4 ns
روش خاک‌ورزی (T)	4	5/73 ns	4	6/94 ns	2/66 ns	2/55 ns	11/5 **
عمق نمونه برداری (D)	3	166 **	3	71/5 **	18/9 **	183 **	131 **
مرحله نمونه برداری (S)	2	1500 **	2	1097 **	1320 **	183 **	800 **
Y*T	8	7/67 ns	-	-	-	-	-
Y*D	6	27/7 **	-	-	-	-	-
T*D	12	4/88 ns	12	3/26 ns	3/35 ns	3/89 ns	3/35 ns
Y*S	4	858 **	-	-	-	-	-
T*S	8	6/32 ns	8	6/07 ns	12/60 **	6/87 ns	6/62 **
D*S	6	46/6 **	6	10/6 ns	41/31 **	22/2**	10/1 **
Y*T*D	24	2/54 ns	-	-	-	-	-
Y*T*S	16	9/49 **	-	-	-	-	-
Y*D*S	12	7/72 *	-	-	-	-	-
T*D*S	24	2/10ns	24	3/70 ns	4/17 ns	6/80	1/74 ns
Y*T*D*S	48	3/76 ns	-	-	-	-	-
خطا	177	4/10	59	6/54	3/48	3/90	2/29
ضریب تغییرات (%)		9/3	-	12/3	8/5	11/6	6/6

ns: غیر معنی‌دار؛ * و ** بترتیب معنی‌دار در سطح احتمال 1و 5 درصد

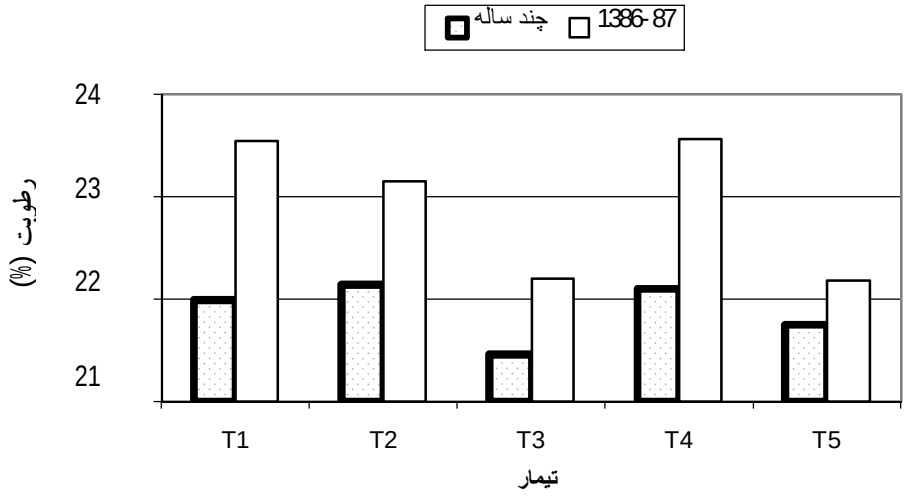


شکل 3- نمودار میانگین درصد رطوبت خاک تحت تاثیر عمق و مراحل مختلف نمونه‌برداری

(350 میلی‌متر) یک سال خشک محسوب می‌شود (جدول 1). این نتیجه نشان می‌دهد که در سال‌های خشک تاثیر روش خاک‌ورزی در ذخیره و حفظ رطوبت نسبت به سال‌های مرطوب بیشتر است.

شکل شماره4 میانگین نمودار درصد رطوبت در سال 87-1386 و همچنین میانگین چند ساله را نشان می‌دهد. بیشتر بودن میانگین رطوبت در سال 87-1386 نسبت به چند ساله، به شرایط و زمان نمونه‌برداری بر- می‌گردد. تیمارهای T1 و T4 توانسته اند به شکل |معنی‌دار نسبت به تیمارهای T5 و T3 در ذخیره و حفظ رطوبت موثر باشند. احتمالاً کاهش تراکم خاک و افزایش فضای بین خاکدانه، موجب بالا بودن میزان

رطوبت در تیمارهای T1 و T4 باشد. از طرفی با توجه به بالا بودن میزان ماده آلی در تیمار T5 (البته اختلاف بین تیمارها معنی دار نمی‌باشد) و تاثیر مواد آلی در افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک (آسودار و سبزه زار، 1387) انتظار می‌رفت که میزان رطوبت در این تیمار نیز بالا باشد ولی نتایج نشان می‌دهد که در کوتاه مدت تاثیر کاهش تراکم بر میزان رطوبت، بیشتر می‌باشد.



شکل 4- نمودار میانگین چند ساله و یک ساله درصد رطوبت در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

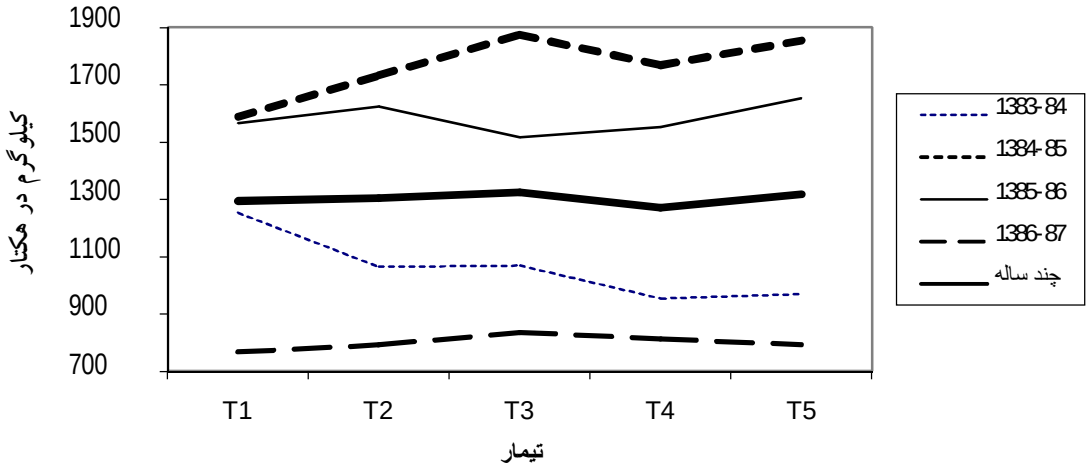
عملکرد محصول

نتایج تجزیه واریانس مرکب و سالانه نشان داد که اثر سال بر روی عملکرد محصول معنی‌دار می‌باشد. از آنجایی که میزان و توزیع بارندگی در سال‌های مختلف، متفاوت می‌باشد معنی‌داری اثر سال منطقی می‌باشد. اثر روش خاک‌ورزی بر عملکرد محصول، در بلند مدت غیر معنی‌دار ولی در سال اول اجرای آزمایش معنی‌دار می‌باشد (جدول 7). در سال اول، تیمار استفاده از گاوآهن برگرداندار (T1) با میانگین 1252 کیلوگرم در هکتار از نظر آماری نسبت به تیمارهای T2، T3، T4 و T5 در یک کلاس بالاتر قرار گرفت (شکل 5). احتمالاً تاثیر سریع گاوآهن برگرداندار در کاهش تراکم خاک در سال اول باعث افزایش عملکرد در این تیمار شده ولی با گذشت زمان اثر تناوب و همچنین افزایش میزان مواد آلی در روش دیگر موجب غیر معنی‌دار شدن اختلاف گردیده است. ممکن است توزیع مناسب باران در سال فوق مخصوصاً در بهار (بیشترین بارندگی بهاره در این سال رخ داده) موجب افزایش عملکرد شده باشد، لوپز و همکاران (1996) نیز افزایش عملکرد در روش‌های مرسوم خاک‌ورزی را در سال‌های پر باران گزارش کرده‌اند. از طرف دیگر از تفاوت‌های بین خاک‌ورزی مرسوم و حفاظتی، به پایین بودن عملکرد در خاک‌ورزی حفاظتی در ابتدا و افزایش آن در بلند مدت اشاره شده است (طباطبائی فر و همکاران،1387).

جدول 7- تجزیه مرکب چهار ساله و سالانه عملکرد گندم در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات					
		عملکرد دانه (چند ساله)	عملکرد بیولوژیک (چند ساله)	عملکرد دانه 1383-84	عملکرد دانه 1384-85	عملکرد دانه 1385-86	عملکرد دانه 1386-87
سال	3	4011824**	44030662**	9558ns	15528ns	3229ns	52101ns
تیمار	4	6707ns	243039ns	56572*	52005ns	12515ns	2568ns
سال در تیمار	12	38996ns	592846*	-	-	-	-
خطا	48	25611	273676	12880	18324	37525	33731
ضریب تغییرات (%)		12/3	14/2	10/7	7/7	12	23

شکل شماره 5 میانگین عملکرد دانه گندم را بصورت سالانه و چهار ساله نشان می‌دهد. طبق نمودار، بیشترین عملکرد محصول در سال 85-1384 (سال دوم) حاصل شده است. در صورتی که بیشترین میزان بارندگی در سال سوم (86-1385) با افزایش 35/6 میلی‌متری نسبت به سال دوم، به میزان 417/7 میلی‌متر بوده است (جدول 1). مناسب نبودن دما برای رشد در شرایطی که محدودیت نور و رطوبت وجود ندارد می‌تواند عملکرد را کاهش دهد (سرمدنیا و کوچکی، 1371). بررسی داده‌های جدول 1 نشان می‌دهد اگر چه میزان و توزیع باران در سال سوم مناسب می‌باشد ولی میزان دمای متوسط فروردین ماه (4/1 درجه سانتی‌گراد) در سال سوم نسبت به دمای متوسط در سال دوم (7/9 درجه سانتی‌گراد) پایین بوده و احتمالاً عامل اصلی کاهش عملکرد در سال سوم باشد. کمترین عملکرد محصول نیز در سال آخر (87-1386) می‌باشد که بدلیل خشکسالی کاملاً طبیعی می‌باشد.



شکل 5- نمودار میانگین چند ساله و سالانه عملکرد دانه در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

نتیجه گیری

مقایسه پنج روش خاک‌ورزی مختلف (استفاده از گاوآهن برگرداندار، گاوآهن قلمی، پنجه غازی، سیکلوتیلر و بی‌خاک‌ورزی) و تاثیر آن بر جرم مخصوص ظاهری، رطوبت، بعضی خواص خاک و عملکرد دانه نشان داد:

- روش خاک‌ورزی به شکل معنی‌دار بر جرم مخصوص ظاهری خاک تاثیر گذاشته و بیشترین کاهش در تراکم خاک از تیمار استفاده از گاوآهن برگرداندار و بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری در بی خاک‌ورزی حاصل شد.

- بررسی نتایج اندازه‌گیری خواص خاک نشان داد که روش خاک‌ورزی بر اسیدیته خاک تاثیر معنی‌دار داشته و در تیمار بی‌خاک‌ورزی به مقدار جزیی کاهش ملاحظه شد. علت این نتیجه به افزایش میزان کربن آلی در این تیمار نسبت داده شد. اگر چه از نظر کربن آلی اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبود ولی نتایج روند افزایش کربن آلی از روش خاک‌ورزی مرسوم به سمت بی خاک‌ورزی را نشان داد.

- روش خاک‌ورزی در طولانی مدت بر روی رطوبت خاک تاثیر معنی دار نداشت. اگر چه اختلاف بین تیمارها از نظر رطوبت معنی‌دار نبود ولی نتایج نشان داد تیمارهایی که بیشترین تاثیر را در کاهش تراکم خاک داشتند نسبت به سایر تیمارها دارای رطوبت بیشتری بودند.

- اثر روش خاک‌ورزی بر عملکرد دانه گندم در سال اول معنی‌دار شد ولی در سال‌های بعد و در کل اختلاف بین تیمارها معنی‌دار نبود. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق با در نظر گرفتن تمامی جوانب (عملکرد، خواص خاک، مزایا و معایب روش‌های خاک‌ورزی و همچنین امکانات زارعین) پیشنهاد می‌شود استفاده از گاوآهن قلمی و پنجه غازی به جای گاوآهن برگرداندار در تهیه زمین برای کاشت گندم بعد از نخود در اولویت اول باشد. روش بی‌خاک‌ورزی نیز دارای مزایای بیشتری است (مخصوصا میزان افزایش مواد آلی در این روش کشت قابل چشم پوشی نمی باشد) ولی بدلیل عدم دسترسی زارعین به بذکارهای مناسب برای کشت مستقیم در منطقه و نیاز به بررسی‌های بیشتر در این روش به ویژه از لحاظ علف هرز و بیمارها که مستلزم مدیریت دقیق می‌باشد می‌تواند در اولویت بعدی قرار می‌گیرد.

منابع مورد استفاده

آسودار م ا و سبزه‌زار ه ، 1387. خاکورزی: اصول عملکرد ماشین ، مرکز آموزش کشاورزی.

جوادی ا، رحیم زاده ر و یاوری ا،1383. مقایسه روش‌های کاشت سنتی و مکانیزه در سطوح مختلف تراکم بذر و تاثیر آن بر عملکرد نخود دیم. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی . شماره 5. صفحه 59 تا 78.

حاج عباسی مع، 1378. شرایط فیزیکی خاک و ریشه گیاهان. انتشارات غزال. اصفهان.

ذاکری ح و کاظمی ن. 1385. نظام‌های خاک‌ورزی در کشاورزی پایدار. انتشارات دانشگاه ایلام.

رحیم‌زاده ر و رنجبر ف الف، 1386. مکانیزاسیون نخود: بررسی اثر عملیات زراعی و امکان برداشت مکانیزه نخود در شرایط دیم (گزارش نهایی طرح). شماره 1267. موسسه تحقیقات کشاورزی دیم.

رحیم‌زاده ر و رنجبر ف ب، 1386. مکانیزاسیون عدس: بررسی اثر عملیات زراعی و امکان برداشت مکانیزه عدس در شرایط دیم (گزارش نهایی طرح). شماره 1326. موسسه تحقیقات کشاورزی دیم.

سرمدنیا غ و کوچکی ع، 1371. جنبه‌های فیزیولوژیکی زراعت دیم. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد.

طباطبائی فر ا، ندرلو ل، جوادی کیا پ و شیرکوند ح، 1387. سیستم‌های خاک‌ورزی و داشت محصول. جهاد دانشگاهی اصفهان.

قیاسی م‌ف، 1370. گزارش مطالعات خاکشناسی تفضیلی ایستگاه تحقیقات کشاورزی مراغه. انتشارات مرکز تحقیقات کشاورزی آذربایجانشرقی.

Anonymous, 1990. Farm resource management program. Annual report for 1990. ICARDA. Allepo, Syria .

Anonymous, 1992. Farm resource management program . Annual report for 1992. ICARDA . Allepo , Syria .

Arshad MA, Franzluebbers AJ and Gill KS, 1999.Improving barley yield on an acidic Boralf with crop rotation, and zero tillage. Soil and tillage research 50(1): 47 – 53.

Brengle KC, 1982. Principles and practices of dryland farming. Colorado Associated University press .Boulder. Colorado 309.

Diekmenn J, Bansal RK and Monroe GE, 1994. Developing and delivering mechanization for cool season food legume. Kuwer academic publisher. Netherlands.

Durutan N, Meyveci K, Karaca M, Avci M and Eyuboglu H, 1990. Annual cropping under dryland in Turkey.in The role of legumes in farming systems of Mediterranean areas. Kluwer Academic Publishers.

Hillel D, 1982. Introduction to soil physics. Academic Press, New York.

Lopez-Bellido L, Fuentes M, Castillo JE, Lopes-Garrido FJ and Fernandez EJ, 1996. Long term tillage, crop rotation, and nitrogen fertilizer effects on wheat yield under rained Mediterranean condition. Agronomy journal (USA) 88(5) :783-791.

Mejahed El and Sander KD, 1998. Rotation, tillage and fertilizer effects on wheat-based rain fed crop rotation in semiarid Morocco. Pp. 442-454. Proceeding of third European conference on grain legumes. Valladolid, Spain.

Unger PW, 1978. Straw mulch rate effect on soil water storage and sorghum yield . Soil Science Society of American Journal 42: 486 - 491.

Unger PW and McCalla TM, 1980.Conservation tillage systems. Advances in Agrono. 33: 1-58.