

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر خواص خاک رسی و عملکرد گندم در تناوب

با نخود در شرایط دیم

رضا رحیم‌زاده^{1*} و حسین نوید²

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- گاواهن برگرداندار + غلطک (T1- روش مرسوم)، 2- گاواهن قلمی + غلطک (T2)، 3- سیکلوتیلر (T3)، 4- پنجه غازی + غلطک (T4) و 5- بی خاک‌ورزی (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: تناوب، 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 Navid²

Received: 21 February 2010 Accepted: 27 December 2010

¹Faculty member, Dryland Agricultural Research Institute, Maragheh, Iran

²Assist 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

تحقیقات اخیر در کشور نشانگر افزایش عملکرد و کاهش هزینه در کاشت مکانیزه حبوبات در مقایسه با کاشت سنتی در شرایط دیم می باشد (جوادی و همکاران، 1373؛ رحیمزاده و رنجبر، الف و ب، 1386). ولی بدلیل مشکل ایجاد کلوخه در تهیه زمین به روش خاکورزی مرسوم (استفاده از گاواهن برگرداندار) و

مقدمه

حبوبات یکی از محصولات اصلی برای تناوب با غلات در شرایط دیم می باشند ولی به دلیل پایین بودن عملکرد و بالا بودن هزینه تولید در روش کاشت سنتی (دست پاشی و زیر خاک کردن آن توسط گاواهن) در مقایسه با غلات در سطح کمتری کشت می شود.

فصل زراعی و بر روی گندم دوروم طی سه فصل زراعی تاثیر مثبت و معنی‌دار داشته است (بی‌نام، 1990). طی تحقیق دیگری در همین مرکز، روش‌های خاک‌ورزی متداول در زمان‌های مختلف (زود - متوسط و دیر) و روش بی خاک‌ورزی در دو مرحله زمانی زود و دیر در تناوب غلات - حبوبات (عدس) بررسی و نتایج نشان داده است که عملکرد دانه و عملکرد بیولوژیکی محصول (گندم و عدس) در سیستم بی خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری با روش متداول خاک‌ورزی نداشته ولی برتری روش بی خاک‌ورزی در تقلیل هزینه‌ها نیز مشهود بود است (بی‌نام، 1992).

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

یافته‌های برخی محققین در رابطه با اثرهای بلند مدت تناوب‌های زراعی مختلف و روش‌های متفاوت خاک‌ورزی، بیانگر افزایش 78 درصدی عملکرد گندم در روش خاک‌ورزی حفاظتی نسبت به روش خاک‌ورزی مرسوم در شایب دیم است (مجاهد و ساندن، 1998).

بررسی‌های انجام یافته در جنوب ایداهو در امریکا نشان می‌دهد که استفاده از ادوات خاک‌ورزی 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 درصد وزن خود آب جذب کند، در صورتی که تحت همان شرایط مواد رسی فقط 15 تا 20 درصد 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 اصلی‌ترین دلیل کاهش

نبود روش مناسب برای تهیه زمین برای کاشت گندم، استقبال از کشت مکانیزه کمتر است. اجرای عملیات خاک‌ورزی عمیق توسط ادواتی نظیر گاوآهن برگرداندار ضمن ایجاد کلوخه‌های 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 کلوخه‌های درشت و همچنین کنترل فرسایش، استفاده از روش‌های کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی می‌باشد (آسودار و سبزه زار، 1387 و طباطبائی فر و همکاران، 1387).

نتایج بررسی تاثیر عملیات خاک‌ورزی 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 خاک‌ورزی پاییزه توسط گاوآهن و استفاده از پنجه‌غازی 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 روش‌های 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 پنجه‌غازی (خاک‌ورزی سطحی) در تناوب غلات - حبوبات و محصول تابستانه بر روی عملکرد محصول و رطوبت خاک در مرکز تحقیقات مناطق خشک¹ در سوریه نشان داده است که خاک‌ورزی سطحی بر روی عملکرد گندم نان در طی دو

¹ICARDA

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.

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

جدول 1- میزان بارندگی و دمای متوسط ماهیانه در سال های 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

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 کرت هایی به طول 20 متر و عرض 7/5 متر با فاصله کافی بین هر کرت (یک متر) و هر بلوک (شش متر) تقسیم بندی و پنج تیمار خاکورزی زیر در چهار تکرار در قالب طرح آماری بلوک های کامل تصادفی اجراء شد.

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

۲- گاواهن قلمی + غلطک (T2)

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

دو قطعه زمین همجوار به ابعاد 98×42 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، 20-30 و 30-40 سانتی متری و برای تعیین نیاز غذایی محصول نمونه های مرکب تهیه و به آزمایشگاه ارسال گردید. سپس زمین مورد مطالعه بوسیله گاواهن برگرداندار در پاییز شخم و در بهار، محصول نخود (رقم ای.ال.سی 482 با تراکم 30 دانه در

۴- پنجه‌غازی + غلطک (T4)

۵- بی خاک‌ورزی (T5)

عمق شخم گاواهن برگرداندار و قلمی حدود 20 سانتیمتر، پنجه‌غازی 8-12 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 خاک‌ورزی بر خواص خاک اندازه‌گیری‌های زیر انجام شد.

1- جرم مخصوص ظاهری خاک در سال آخر در چهار عمق (0-10، 10-20، 20-30 و 30-40 سانتی‌متری) در زمان آخرین مرحله نمونه‌برداری رطوبت. رطوبت خاک در سه مرحله پنجه‌زنی، ساقه دهی و پر شدن دانه هر سال در چهار عمق (0-10، 10-20، 20-30 و 30-40 سانتی‌متری) به روش وزنی. توضیح اینکه به غیر سال زراعی 85-1384 که مرحله پنجه‌زنی در پاییز رخ داد در بقیه سال‌ها 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 0-20 سانتی‌متری در سال آخر.

2- علاوه بر پارامترهای ذکر شده در خاک عملکرد بیولوژیک و دانه‌گندم نیز در هر سال اندازه‌گیری شد. داده‌های جمع‌آوری شده در هر سال 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.

جدول 2- مشخصات فنی ادوات مورد استفاده

نوع ماشین	عرض کار (سانتی‌متر)	مشخصات فنی
گاواهن برگرداندار	90	سوار شونده، سه خیش، عرض برش هر خیش 30 سانتیمتر
گاواهن مرکب	200	مجهز به تیغه‌های قلمی، پنجه‌غازی و غلطک ساخت شرکت ماشین زراعت همدان
سیکلوتیلر	250	مدل HRB 252D - مجهز به غلطک

نتایج و بحث

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 0-10، 10-20، 20-30 و 30-40 سانتی‌متری 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 گاواهن 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.

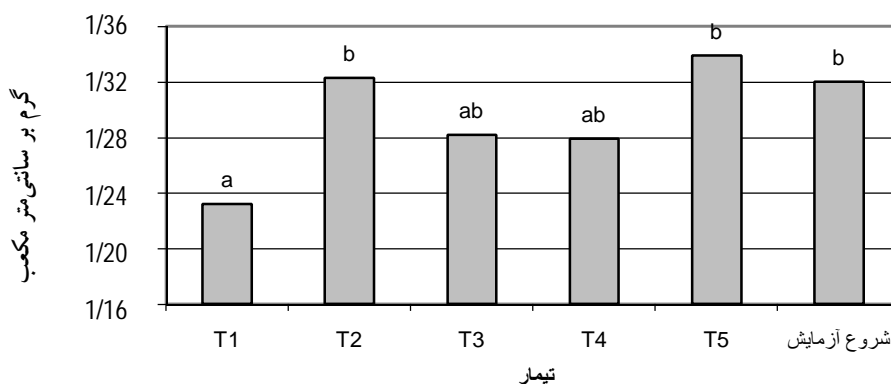
جدول 3- تجزیه واریانس اثر روش خاک‌ورزی و عمق نمونه‌برداری بر جرم مخصوص ظاهری خاک

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

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

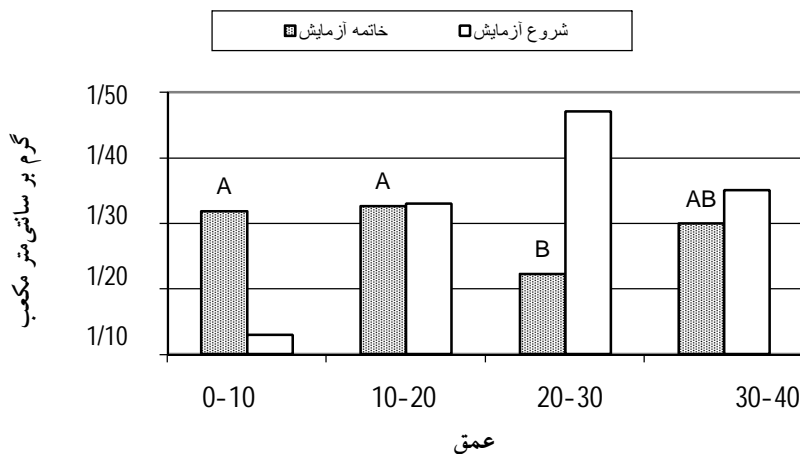
جرم مخصوص ظاهری در عمق 0-10 سانتی‌متری را می‌توان از یک طرف به کاهش تعدد عملیات خاک‌ورزی و تردد در محل اجرای آزمایش، در مقایسه با روش مدیریت قبلی در محل و از طرف دیگر تاثیر تناوب نسبت داد. همچنین کاهش تراکم در عمق‌های 20-30 و 30-40 سانتی‌متری نیز احتمالاً بدلیل کاهش تعداد تردد، افزایش نفوذپذیری آب مخصوصاً 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).

تیمار بی خاک‌ورزی 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 گاواهن برگرداندار) به طور معنی‌داری کمتر می‌باشد (حاج عباسی، 1378؛ طباطبائی فر و همکاران، 1387). میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق‌های 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 اعماق 0-10، 10-20، 20-30 و 30-40 سانتی‌متری به ترتیب 16/8٪، 17٪ و 3/7٪ کاهش داشته است. افزایش



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

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 جزئی 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 گاواهن برگرداندار)، میزان ماده آلی خاک افزایش یافته است که احتمالاً این افزایش به دلیل تناوب محصول گندم با حبوبات بوده است.

تجزیه واریانس خواص فیزیکی و شیمیایی خاک تجزیه واریانس خصوصیات فیزیکی و شیمیایی 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 بی‌خاک‌ورزی 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

جدول 4- تجزیه واریانس پارامترهای خاک در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی

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

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)	(%)	(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

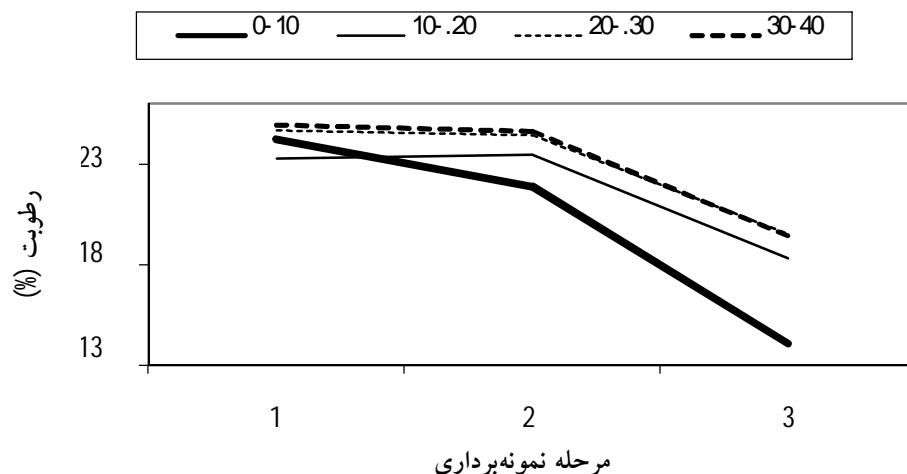
معنی‌دار می‌باشد. با توجه به اختلاف میزان و توزیع بارندگی و همچنین متغیر بودن میزان رطوبت در مراحل نمونه‌برداری معنی‌دار بودن اثر متقابل سال در عمق و مرحله، دور از ذهن نمی‌باشد. همچنین با توجه به زمان-های نمونه‌برداری که در روش اجراء ذکر شد معنی‌داری اختلاف بین عمق‌ها و مراحل نمونه‌برداری نیز کاملاً 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 10-20 سانتی‌متری کمتر از میزان رطوبت در عمق 0-10 سانتی‌متری می‌باشد (شکل 3). با توجه به اینکه در این مرحله کمبود رطوبتی در خاک وجود ندارد، احتمالاً کم بودن رطوبت در عمق 10-20 سانتی‌متری بدلیل پایین بودن قابلیت نگهداری رطوبت در این عمق باشد که داده‌های 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 معنی‌دار 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

میزان رطوبت خاک در سال زراعی 86-1385 در سه تکرار و دو مرحله (در تجزیه مرکب لحاظ نشد) و در سال‌های دیگر در دو تکرار و سه مرحله اندازه‌گیری 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 معنی‌دار نداشته است. تحقیقات نشان داده است که باقی‌نگه داشتن بقایای گیاهی در سطح خاک (روش‌های کم خاک‌ورزی و یی‌خاک‌ورزی) 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؛ هیلل، 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

جدول 6- تجزیه واریانس مرکب و سالانه درصد رطوبت خاک

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

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



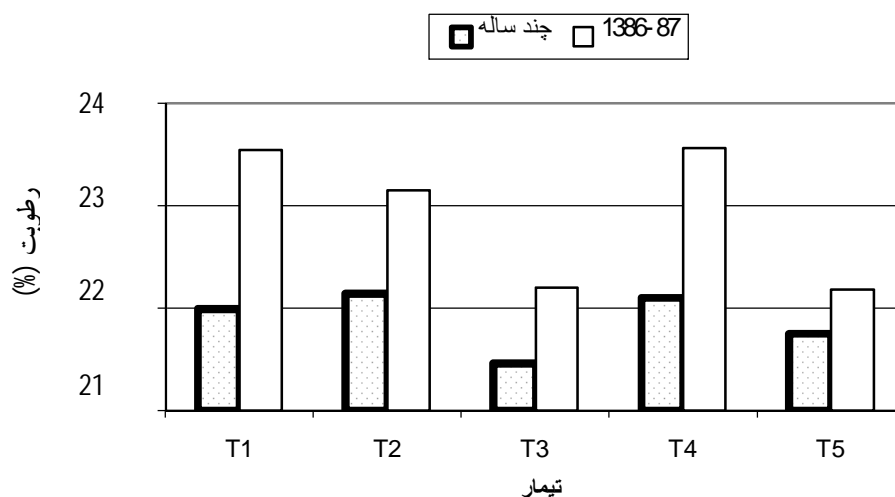
شکل 3- نمودار میانگین درصد رطوبت خاک تحت تاثیر عمق و مراحل مختلف نمونه برداری

می‌دهد. بیشتر بودن میانگین رطوبت در سال 1386-87 نسبت به چند ساله، به شرایط و زمان نمونه برداری بر- می‌گردد. تیمارهای T1 و T4 توانسته اند به شکل معنی‌دار نسبت به تیمارهای T3 و T5 در نخیره و حفظ رطوبت موثر باشند. احتمالاً کاهش تراکم خاک و افزایش فضای بین خاکدانه، موجب بالا بودن میزان

(350 میلی‌متر) یک سال خشک محسوب می‌شود (جدول 1). این نتیجه نشان می‌دهد که در سال‌های خشک تاثیر روش خاک‌ورزی در نخیره و حفظ رطوبت نسبت به سال‌های مرطوب بیشتر است. شکل شماره 4 میانگین نمودار درصد رطوبت در سال 1386-87 و همچنین میانگین چند ساله را نشان

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.

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،



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

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 بهار در این سال رخ داده) موجب افزایش عملکرد شده باشد، لویز 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).

عملکرد محصول

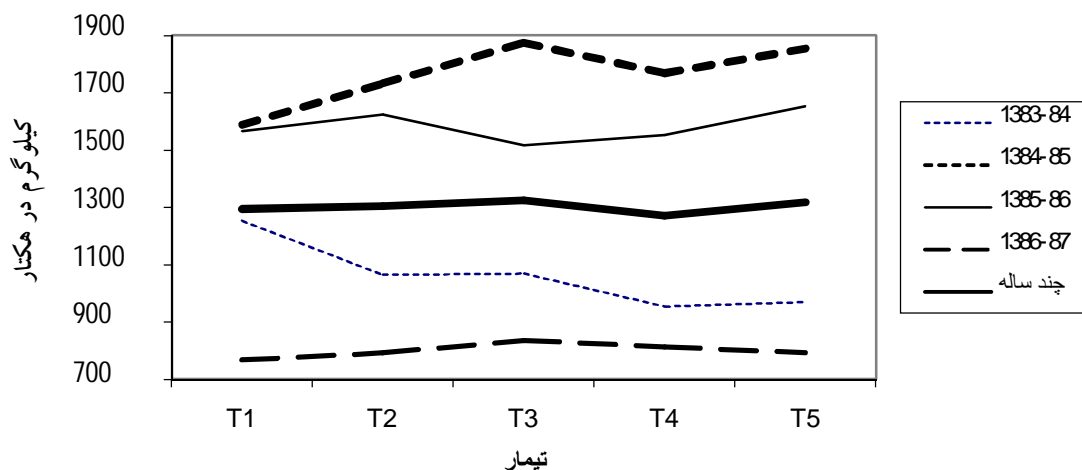
نتایج تجزیه واریانس مرکب و سالانه نشان داد که اثر سال بر روی عملکرد محصول معنی‌دار می‌باشد. از آنجایی که میزان و توزیع بارندگی در سال‌های مختلف، متفاوت می‌باشد معنی‌داری اثر سال منطقی می‌باشد. اثر روش خاک‌ورزی بر عملکرد محصول، در بلند مدت غیر معنی‌دار ولی در سال اول اجرای آزمایش معنی‌دار می‌باشد (جدول 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

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

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

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 (1386-87) می‌باشد که بدلیل خشکسالی کاملاً طبیعی می‌باشد.

شکل شماره 5 میانگین عملکرد دانه گندم را بصورت سالانه و چهار ساله نشان می‌دهد. طبق نمودار، بیشترین عملکرد محصول در سال 1384-85 (سال دوم) حاصل شده است. در صورتی که بیشترین میزان بارندگی در سال سوم (1385-86) 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



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

نتیجه گیری

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 معنی دار شد ولی در سالهای بعد و در کل اختلاف بین تیمارها معنی دار 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 می شود 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 بی خاکورزی 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 بررسی های بیشتر در این روش به ویژه از لحاظ علف هرز و بیماریها که مستلزم مدیریت دقیق می باشد می تواند در اولویت بعدی قرار می گیرد.

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

- روش خاکورزی به شکل معنی دار 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 اندازه گیری خواص خاک نشان داد که روش خاکورزی بر اسیدیته خاک تاثیر معنی دار داشته و در تیمار بی خاکورزی 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 معنی دار 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 معنی دار نبود ولی نتایج نشان داد

منابع مورد استفاده

- آسودار م ا و سبزه زار ه ، 1387. خاکورزی: اصول عملکرد ماشین ، مرکز آموزش کشاورزی.
- جوادی ا، رحیم زاده ر و یآوری 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 فرا، ندرلول، 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. Aleppo, Syria .
- Anonymous, 1992. Farm resource management program . Annual report for 1992. ICARDA . Aleppo , Syria .
- Arshad MA, Franzluebbbers 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.