مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی/جلد ۸/ شماره ۲/ تابستان ۱۳۸۶/ص ۴۶-۳۳

مقایسهٔ چند روش خاک‌ورزی جهت کاشت گندم در تناوب با سیب‌زمینی

محمدرضا بختیاری*

* عضو هیئت علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، نشانی: همدان، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی همدان، ص. پ. ۸۸۷-۶۵۱۵۵، تلفن: ۲۳۷۲۷٤۰ (۰۸۱۱)، پیام‌نگار: ym_bakhtiyari@yahoo.com

تاریخ دریافت مقاله: ۸۴/۸/۱۴؛ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱/۲۵

چکیده

به منظور بررسی امکان کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی، جهت کاشت گندم آبی در تناوب با سیب‌زمینی، تحقیقی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی اجرا شد که شامل ۸ تیمار بود: ۱- شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دو بار دیسک زدن + لولر زدن؛ ۲- شخم با گاوآهن قلمی + یک‌بار دیسک زدن + لولر زدن؛ ۳- استفاده از شش‌خیش+ یک‌بار دیسک زدن + لولر زدن؛ ۴- یک‌بار دیسک + لولر زدن؛ ۵- استفاده از پنجه غازی + لولر زدن؛ ۶- استفاده از شش‌خیش + لولر زدن؛ ۷- شخم با گاوآهن قلمی + لولر زدن؛ ۸- لولر زدن. این تحقیق در سه تکرار و طی دو سال زراعی در خاک لوم رسی شنی ایستگاه تحقیقات کشاورزی تجرک واقع در شهرستان همدان، اجرا شد. در این تحقیق علاوه بر فاکتورهای ماشینی از قبیل: سرعت پیشروی، لغزش، عمق‌کار، بازده ماشین، و ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر و عملکردهای خالص، کاه و شاخص برداشت محصول نیز اندازه‌گیری و ارزیابی شد. نتایج نشان داد که روش مناسب خاک‌ورزی جهت کاشت گندم پس از برداشت سیب‌زمینی توسط سیب‌زمینی‌کن، استفاده از دیسک و لولر است اما اگر پس از برداشت سیب‌زمینی توسط ماشین سیب‌زمینی‌کن، به منظور بیرون آوردن سیب‌زمینی‌ها از زیر خاک از پنجه‌غازی نیز استفاده شود، در این حالت دیگر نیازی به دیسک زدن نیست. در این شرایط توصیه می‌شود که فقط از لولر استفاده گردد که شرایط تیمار ۵ (استفاده پنجه غازی + لولر زدن) برقرار می‌شود.

واژه‌های کلیدی

تناوب، سیب‌زمینی، کم‌خاک‌ورزی، گندم

مقدمه

کاشت گندم بعد از سیب‌زمینی، تناوب رایج منطقه است؛ در این برنامهٔ تناوبی، ابتدا غده‌های سیب‌زمینی با ماشین سیب‌زمینی‌کن برداشت می‌شود. پس از آن با استفاده از گاوآهن برگردان‌دار، زمین شخم‌زده می‌شود و عملیات ثانویه با چند بار دیسک‌زدن و تسطیح با لولر دنبال و سرانجام نسبت به کاشت گندم اقدام می‌شود. ولی با توجه به محدودیت زمانی جهت کاشت گندم، امکان فرارسیدن سرمای زودرس، و شروع بارندگی‌ها، کاشت این محصول بعد از برداشت سیب‌زمینی دشوار است و تأخیر در کاشت گندم باعث افزایش افت کمی و کیفی محصول می‌شود.

از طرف دیگر، تیغه‌های ماشین سیب‌زمینی‌کن تا عمق حدود ۲۰ - ۱۵ سانتی‌متری خاک نفوذ و با فشاری که به غده‌های سیب‌زمینی وارد می‌کند باعث خروج غده‌ها از خاک می‌شود و خاک را تا این عمق گسیخته و خرد می‌کند. بنابراین می‌توان این عمل را به عنوان عملیات خاک‌ورزی اولیه تلقی کرد و از شخم دوباره با گاوآهن برگردان‌دار، که روش مرسوم منطقه است، صرف نظر کرد یا شدت عملیات خاک‌ورزی را کاهش داد، این کار علاوه

© 2010,The Author(s). Published by Agricultural Engineering Research Institute. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

بر کاهش هزینه‌ها، جلوگیری از تردد ماشین، و کاستن از تعدد ماشین‌های مورد نیاز، پایین آوردن استهلاک و مصرف سوخت و غیره، همچنین با کشت به موقع گندم می‌توان از افت کمی و کیفی محصول جلوگیری کرد.

در تحقیقی که در استان اصفهان انجام پذیرفت، اثر چهار شیوهٔ تهیهٔ بستر بذر و کاشت شامل: ۱- دیسک زدن + کاشت با خطی‌کار؛ ۲- خاک‌ورزی با خاک‌ورز دوار (رتیواتور زدن) + کاشت با خطی‌کار؛ ۳- ورز- کاشت (نوعی کشت مستقیم)؛ و ۴- بی‌خاک‌ورزی بر سبز شدن گندم آبی پاییزهٔ رقم قدس ارزیابی و نشان داده شد که در روش دیسک‌زدن که بستر بذر نرم ولی تا حدی فشرده می‌شود، درصد سبز نهایی و شاخص سرعت سبز شدن به طور معنی‌داری بیشترین است (Hemmat, 1996).

اثر هفت روش مختلف تهیهٔ زمین شامل: ۱- شخم با گاوآهن برگردان‌دار در بهار+ شخم با گاوآهن برگردان‌دار در پاییز؛ ۲- شخم با گاوآهن برگردان‌دار در بهار؛ ۳- شخم با گاوآهن برگردان‌دار در بهار+ شخم با گاوآهن قلمی در پاییز؛ ۴- دو نوبت شخم هم جهت با گاوآهن قلمی در بهار؛ ۵- شخم با گاوآهن قلمی در بهار+ شخم با گاوآهن قلمی در پاییز؛ ۶- شخم با گاوآهن برگردان‌دار در پاییز؛ و ۷- دو نوبت شخم عمود بر هم با گاوآهن قلمی در پاییز بر عملکرد گندم آبی در سال‌های ۷۵-۱۳۷۱ در استان فارس مقایسه شد. نتایج نشان داد که تیمار شخم با گاوآهن برگردان‌دار یک‌بار در بهار و یک‌بار در پاییز بیشترین میزان عملکرد و تیمار شخم با گاوآهن قلمی یک‌بار در بهار و مجدداً در پاییز کمترین عملکرد را دارد هر چند اختلاف بین تیمارهای ۱، ۲، ۳، ۴، ۶، و ۷ از لحاظ میزان عملکرد معنی‌دار نبود (Khosrovani, 1998).

در تحقیق دیگر با عنوان: بررسی امکان خاک‌ورزی سطحی در کشت گندم آبی، دو روش خاک‌ورزی سطحی و خاک‌ورزی مرسوم و اثر این دو روش بر عملکرد گندم و اجزا آن مورد بررسی و مقایسه شد. این طرح با دو تیمار و چهار تکرار، به مدت سه سال متوالی در مناطق مختلف کشور اجرا شد. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: ۱- خاک‌ورزی مرسوم شامل: شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک زدن + لولر زدن+ کودپاشی + کشت با خطی‌کار؛ ۲- خاک‌ورزی سطحی شامل: هرس سبک به عمق ۸-۶ سانتی‌متر بلافاصله پس از جمع‌آوری کاه و کلش + دیسک زدن به عمق ۱۵-۱۲ سانتی‌متر+ هرس دندانه میخی + کودپاشی + کشت با خطی‌کار. نتایج نشان داد که در کشت گندم آبی به طور کلی خاک‌ورزی سطحی قابل توصیه است (Khosrovani, 2003).

در یک مطالعه که طی سه سال در ایستگاه تحقیقات کشاورزی داراب اجرا شد، تاثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد گندم در تناوب با ذرت و خصوصیات فیزیکی خاک بررسی گردید. در این تحقیق چهار روش خاک‌ورزی شامل: ۱- خاک‌ورزی مرسوم (شخم با گاوآهن برگردان‌دار + دیسک زدن)، به عنوان شاهد؛ ۲- گاوآهن قلمی + دیسک زدن؛ ۳ و ۴- استفاده از ساقه‌خردکن ذرت قبل از شروع عملیات ۱ و ۲ مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که روش خاک‌ورزی با گاوآهن قلمی (تیمار اول) اختلاف معنی‌داری با روش خاک‌ورزی مرسوم (تیمار دوم) ندارد (Rozbeh, 2000).

در تحقیق دیگر در استان اصفهان طی سال‌های ۷۳-۱۳۷۲، به منظور مقایسهٔ سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی شامل: خاک‌ورزی مرسوم، حداقل خاک‌ورزی، مستقیم- کاشت و بی‌برگردان‌ورزی (نوعی شخم بدون برگرداندن خاک) بر عملکرد گندم آبی، اثر هفت روش مختلف خاک‌ورزی شامل: ۱- شخم با گاوآهن برگردان‌دار+ دیسک زدن؛ ۲- شخم با گاوآهن قلمی+

دیسک زدن؛ ۳- شخم با گاوآهن قلمی + روتیواتور زدن؛ ۴- دو بار شخم عمود بر هم با گاوآهن قلمی + دیسک زدن؛ ۵- شخم با ماشین محلی به نام خیش‌چی + دیسک زدن؛ ۶- ورز- کاشت؛ و ۷- بی‌خاک‌ورزی ارزیابی و مقایسه و پیشنهاد شد که از یک سیستم خاک‌ورزی (شخم با گاوآهن قلمی به عمق ۱۵ سانتی‌متر) به عنوان سیستم جایگزین برای عملیات خاک‌ورزی مرسوم در کشت گندم آبی استفاده شود (Hemmat *et al*., 1998).

در مطالعه‌ای دیگر با عنوان: بررسی اثرات عمق شخم و رطوبت زمین در کشت گندم آبی در خاک با بافت متوسط، اثر چهار سطح رطوبت (۵-۰، ۱۰-۵ ، ۱۵-۱۰، و ۲۰-۱۵درصد) در زمان خاک‌ورزی، به عنوان فاکتورهای اصلی و چهار سطح عمق شخم (۱۰-۵، ۱۵-۱۰، ۲۰-۱۵، و ۲۵-۲۰ سانتی‌متر) با گاوآهن برگردان‌دار به عنوان فاکتورهای فرعی بررسی شد (Mohsenimanesh *et al*., 1998). در این تحقیق، فاکتورهای: عملکرد محصول در واحد سطح، وزن هزار دانه و وزن کاه در واحد سطح، در خاک‌های سیلتی لوم اندازه‌گیری شد و نتایج نشان داد که به طور کلی با توجه به اینکه وزن محصول در واحد سطح و وزن هزار دانه، نسبت به کاه که محصولی جانبی است در اولویت قرار دارند، عمق خاک‌ورزی ۱۰ سانتی‌متری (جهت کاهش انرژی مورد نیاز) و رطوبت ۱۵-۱۰ درصد خاک در زمان عملیات خاک‌ورزی (جهت کاهش هزینه) توصیه می‌شود.

ناکال (Knakal, 1988) در تحقیقی اثر سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی را بر عملکرد گندم پاییزه در تناوب با سیب‌زمینی به مدت سه سال زراعی بررسی کرد. آزمایش‌ها در شش مزرعه با خاک شنی لومی اجرا شد. وی متوسط عملکرد گندم را در سیستم‌های خاک‌ورزی مرسوم، حداقل خاک‌ورزی، و کاشت مستقیم به ترتیب ۶/۷۰۶ ، ۶/۷۷۱، و ۶/۴۳۷ تن در هکتار به دست آورد. با توجه به نتایج پیشنهاد شد که به منظور کاهش هزینه‌های سوخت و سرمایه، بهتر است از سیستم کاشت مستقیم استفاده شود.

تاچتون (Touchton, 1982) اثر سه روش مختلف تهیهٔ زمین و کاشت شامل ۱- شخم با گاوآهن برگردان‌دار، ۲- شخم با گاوآهن قلمی و ۳- بدون شخم را بر عملکرد گندم و سویا بررسی کرد و به این نتیجه رسید که حداکثر عملکرد مربوط به شخم با گاوآهن قلمی است.

بنابراین، با توجه به تحقیقات فوق، خاک‌ورزی عمیق و مرسوم که مستلزم مصرف انرژی و زمان زیادتری است، برای تولید گندم لازم نیست بلکه خاک‌ورزی حداقل نیز کفایت می‌کند. هدف از اجرای این تحقیق تعیین مناسب‌ترین روش کمینهٔ خاک‌ورزی جهت کاشت گندم در تناوب با سیب‌زمینی است.

مواد و روش‌ها

مواد

این تحقیق در ایستگاه تحقیقات تجرک در استان همدان، و در سال‌های زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱ در قطعه زمینی به مساحت حدود یک هکتار در خاک لوم رسی شنی اجرا شد. مساحت کرت‌های آزمایش ۱۸۰ متر مربع (۳۰×۶ متر) در نظر گرفته شد شامل ۶ خط کاشت که با خطی‌کار ۴ ردیفه ماشین برزگر و با رعایت ۱۰ متر فاصله بین تکرارها کشت شد. زمین مورد نیاز حدود ۵۲۸ متر مربع تعیین گردید. در این تحقیق از ماشین‌های مختلف خاک‌ورزی استفاده شد که مشخصات آنها در جدول ۱ درج شده است.

جدول ۱- مشخصات فنی ماشین‌های مورد استفاده

نوع ماشین	عرض کار (متر)	مشخصات
گاوآهن برگردان‌دار	۱	سه خیش، یک طرفه، سوارشونده
گاوآهن قلمی	۳	۹ ساقه، (۴ ساقه جلو، ۵ ساقه عقب)، سوارشونده، عرض تیغه‌ها ۶ سانتی‌متر
شش خیش	۱/۵	۶ خیش، سوارشونده، عرض هر خیش ۱۲ سانتی‌متر با فاصله ۱۶ سانتی‌متر از هم
پنجه غازی	۳	۹ ساقه (۴ ساقه جلو، ۵ ساقه عقب)، سوارشونده، عرض تیغه‌ها ۳۰ سانتی‌متر
دیسک	۳	دیسک تاندم، سوارشونده، ۲۸ پره با قطر ۴۹ سانتی‌متر، دیسک‌های جلو کنگره‌ای، دیسک‌های عقب ساده
سیب‌زمینی‌کن	۱/۵	ساخت شرکت گریمه، دو ردیفه با تیغه‌های مثلثی
بذرکار	۳	جوی و پشته ساز چهارردیفه با ۲۰ ردیف کاشت روی پشته (تعداد پشته‌ها ۵ عدد و تعداد ردیف‌های روی هر پشته ۴ عدد)، فاصلهٔ بین فاروئرها ۵۹ سانتی‌متر و فاصلهٔ بین ردیف‌های روی هر پشته ۱۲ (۱۳- ۸) سانتی‌متر. (ساخت شرکت ماشین برزگر همدان، مدل KF3-20/4) با شیارسازهای بیلچه‌ای

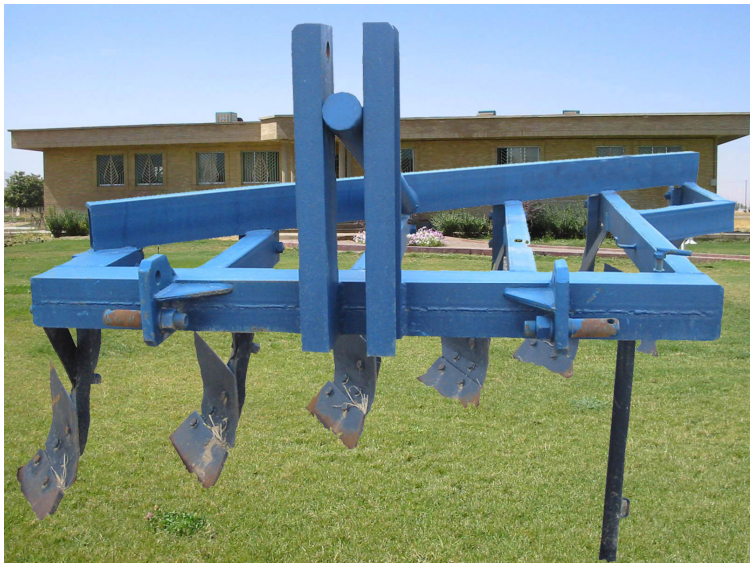
روش‌ها

در شهریورماه ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱، ابتدا با مصرف علف‌کش گراماکسون اندام‌های سبز سیب‌زمینی خشکانده شد. پس از آن، با ماشین دو ردیفه سیب‌زمینی‌کن گریمه، غده‌های سیب‌زمینی برداشت و با تریلر به بیرون منتقل شد. پس از کرت‌بندی زمین و نمونه‌گیری خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری، نیاز کودی گندم به این شرح تعیین شد: ۲۵۰ کیلوگرم اوره و ۱۰۰ کیلوگرم سوپر فسفات در هکتار در سال زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۲۱۰ کیلوگرم اوره، ۵۰ کیلوگرم فسفات آمونیوم و ۵۰ کیلوگرم پتاسیم در هکتار در سال زراعی ۸۲-۱۳۸۱. در هر دو سال زراعی نصف کود نیتروژنی، تمام کود فسفره، و تمام کود پتاسه بعد از لولر زنی و قبل از کاشت به زمین اضافه و با خطی‌کار با خاک مخلوط شد. جهت تهیهٔ بستر بذر، از روش‌های مختلف خاک‌ورزی استفاده شد. یادآوری می‌شود که تمام تیمارهای خاک‌ورزی در پاییز و در رطوبت ۱۶-۱۴ درصد (رطوبت گاورو) و عملیات خاک‌ورزی اولیه و ثانویه طی یک روز و عملیات لولر زنی نیز پس از سه روز انجام شد. در این پژوهش، از دو سیستم تهیهٔ بستر بذر و کاشت شامل: خاک‌ورزی مرسوم و کمینه خاک‌ورزی استفاده شد که در ۸ تیمار به قرار زیر ترکیب و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی، شامل سه تکرار بررسی شد. این تیمارها عبارت بودند از:

۱- شخم با گاوآهن برگردان‌دار + دو بار دیسک زدن + لولر زدن (MDL) به عنوان روش مرسوم در منطقه؛
۲- شخم با گاوآهن قلمی + یک‌بار دیسک زدن + لولر زدن (CDL)؛
۳- استفاده از شش خیش + یک‌بار دیسک زدن + لولر زدن (FDL)؛
۴- یک‌بار دیسک زدن + لولر زدن (-DL)؛
۵- کولتیواتور (پنجه‌غازی) زدن + لولر زدن (-SL)؛
۶- استفاده از شش خیش + لولر زدن (-FL)؛
۷- استفاده از گاوآهن قلمی + لولر زدن (-CL)؛ و
۸- لولر زدن (--L)

در تیمار اول که روش مرسوم خاک‌ورزی و تهیهٔ زمین در منطقه، پس از برداشت سیب‌زمینی با ماشین سیب‌زمینی‌کن، کرت مورد نظر با گاوآهن برگردان‌دار، شخم و سپس دیسک و لولر زده شد.

در تیمارهای دوم و سوم، جهت کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی اولیه، به ترتیب از گاوآهن قلمی و شش خیش (شبیه به گاوآهن برگردان‌دار بدون برگردان و در ابعاد کوچک‌تر) استفاده شد.



شکل ۱- نمای روبروی شش خیش

در تیمارهای چهارم تا هفتم، به منظور کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی ثانویه و رسیدن به سیستم کم‌خاک‌ورزی، عملیات اولیه خاک‌ورزی حذف و عملیات ثانویه به ترتیب با ماشین‌های مختلف: دیسک، کولتیواتور، شش خیش، و گاوآهن قلمی، اجرا شد. توضیح داده می‌شود که کولتیواتور به کار برده شده در تیمار ۵، از نوع پنجه‌غازی بود که برای عملیات خاک‌ورزی با شدت کمتر به کار می‌رود، و پشته‌های ایجاد شده برای محصول قبلی (سیب‌زمینی) را نیز از بین می‌برد.

در تیمار هشتم، خاک‌ورزی اولیه و ثانویه حذف شد

تا سیستم کمینه‌خاک‌ورزی اعمال شود.

در پاییز هر سال پس از اجرای تیمارهای خاک‌ورزی گفته شده و لولر زنی، عملیات کودپاشی، کاشت گندم رقم الوند و نیز نهرکنی دنبال شد. در فروردین سال‌های ۸۱ و ۸۲ با مصرف مخلوط 2 , 4 , D و گرانستار با علف‌های هرز مبارزه شد. باقیمانده کود اوره نیز به صورت سرک در فروردین سال‌های ۸۱ و ۸۲ به صورت دستی در مزرعه پاشیده شد. برای عملیات خاک‌ورزی، از تراکتور جاندیر ۳۳۵۰ با قدرت ۱۱۰ اسب بخار استفاده شد. به منظور بررسی امکان کاهش شدت عملیات خاک‌ورزی برای کاشت گندم در تناوب با سیب‌زمینی و تعیین سیستم مناسب خاک‌ورزی، برخی پارامترهای ماشین و محصول به شرح زیر تعیین شد:

الف- پارامترهای ماشین

سرعت پیشروی: سرعت پیشروی مجموعه تراکتور و انواع مختلف ماشین‌های خاک‌ورزی با اندازه‌گیری زمان لازم به منظور طی کردن ۳۰ متر طول کرت با استفاده از رابطهٔ ۱ به دست آمد:

$$S = \frac{X}{t} \times ۳/۶ \qquad (۱)$$

که در آن،

S = سرعت پیشروی (بر حسب کیلومتر بر ساعت)؛ X = مسافت پیموده شده (بر حسب متر)؛ و t = زمان طی مسافت (برحسب ثانیه) هستند.

لغزش چرخ‌های محرک تراکتور: لغزش چرخ‌های محرک تراکتور با توجه به نوع ماشین خاک‌ورز متصل به تراکتور از روش اندازه‌گیری مسافت پیموده شده با بار و بدون بار جهت دوران ۱۰ دور چرخ محرک تراکتور از رابطهٔ ۲ محاسبه شد:

$$TR = \frac{A-B}{A} \times 100 \qquad (۲)$$

که در آن،

TR = لغزش چرخ‌های محرک تراکتور (بر حسب درصد)؛ A = مسافت پیموده شده بدون بار (بر حسب متر)؛ و B = مسافت پیموده شده با بار (بر حسب متر) هستند.

بازده ماشین: بازده ماشین‌های مختلف خاک‌ورز با اندازه‌گیری زمان مفید و زمان تلف‌شده جهت اجرای عملیات خاک‌ورزی از رابطهٔ ۳ تعیین شد:

$$e = \frac{T_o}{T_t} \times 100 \qquad (۳)$$

که در آن،

e = بازده ماشین (بر حسب درصد)؛ T_o = زمان مفید (بر حسب ثانیه)؛ و T_t = زمان کل که برابر است با زمان مفید+ زمان تلف شده (بر حسب ثانیه) هستند.

ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر: با اندازه‌گیری سرعت پیشروی، عرض‌کار، و بازده تک‌تک ماشین‌های خاک‌ورزی برحسب هکتار در ساعت، ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر به ترتیب از رابطه‌های ۴ و ۵ به دست آمد:

$$C_t = \frac{S \times W}{10} \qquad (۴)$$

$$C_e = C_t \times e \qquad (۵)$$

که در آنها،

C_t = ظرفیت مزرعه‌ای تئوری (بر حسب هکتار بر ساعت)؛ S = سرعت پیشروی (بر حسب کیلومتر بر ساعت)؛ W = عرض کار مؤثر (بر حسب متر)؛ C_t = ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر (بر حسب هکتار در ساعت)؛ و e = بازده ماشین (اعشاری) هستند.

ب- پارامترهای محصول:

عملکرد دانه (خالص): ابتدا در سه نقطه از هر کرت آزمایشی کادرهایی به مساحت یک متر مربع به طور تصادفی قرار داده و کلیهٔ محصول داخل کادر همراه با کاه برداشت شد. سپس دانه‌های گندم از کاه جدا و هر یک جداگانه توزین شد. برای تعیین عملکرد خالص، دانه‌های گندم برحسب تن در هکتار محاسبه شد.

عملکرد کاه: مقدار کاه به‌دست آمده به روش بالا برحسب تن در هکتار محاسبه شد.

شاخص برداشت: این شاخص از رابطهٔ ۶ به دست آمد:

$$R_y = \frac{Net}{Gross} \times 100 = \frac{Y_n}{Y_k + Y_n} \times 100 \qquad (۶)$$

که در آن،

R_y = ضریب برداشت (برحسب درصد)؛ Net = عملکرد خالص (برحسب تن در هکتار)؛ $Gross$ = عملکرد ناخالص (برحسب تن در هکتار)؛ Y_n = عملکرد خالص (برحسب تن در هکتار)؛ و Y_k = عملکرد کاه (برحسب تن در هکتار) هستند.

کلیهٔ پارامترهای ماشین و محصول با طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه و میانگین‌ها نیز با آزمون دانکن مقایسه شدند.

نتایج و بحث

نتایج

پارامترهای ماشین: نتایج تجزیهٔ واریانس مرکب تیمارهای مختلف ماشین‌های خاک‌ورزی بر برخی پارامترهای ماشین در جدول ۲ درج شده است. این جدول نشان می‌دهد که اثر تیمارهای مختلف ماشین‌های خاک‌ورزی بر پارامترهای ماشین شامل: سرعت پیشروی مجموعه ماشین و تراکتور، لغزش چرخ‌های محرک تراکتور، عمق‌کار و ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است، اما اثر آن بر بازده ماشین معنی‌دار نیست.

مقایسهٔ مرکب میانگین‌های تیمارهای مختلف ماشین‌های خاک‌ورزی بر برخی پارامترهای ماشین نیز در جدول ۳ درج شده است.

جدول ۲- تجزیهٔ واریانس مرکب تیمارهای مختلف ماشین‌های خاک‌ورزی بر برخی پارامترهای ماشین در سال‌های زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	سرعت پیشروی	لغزش	بازده ماشین	ظرفیت مزرعه‌ای تئوری	ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر
سال	۱	۰/۰۱ ns	۱/۳ ns	۶۷/۷ **	۱/۲ ns	۲۰/۵ *
ماشین‌های مختلف خاک‌ورزی	۴	۱۲۸/۰ **	۸/۲ **	۱/۱ ns	۸۱۸/۱ **	۹۸/۶ **
خطا	۱۶	-	-	-	-	-

** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد، * اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns نبود اختلاف معنی‌دار

جدول ۳- مقایسهٔ مرکب میانگین‌های برخی پارامترهای ماشین در تیمارهای مختلف ماشین‌های خاک‌ورزی در سال‌های زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱

ماشین‌های مختلف خاک‌ورزی	سرعت پیشروی (کیلومتر بر ساعت)	لغزش (درصد)	بازده ماشین (درصد)	ظرفیت مزرعه‌ای ماشین (هکتار)	
				تئوری	مؤثر
گاوآهن برگردان‌دار	۳/۶d	۱۱/۹a	۴۳/۴	۰/۳۶d	۰/۱۶d
گاوآهن قلمی	۴/۵b	۱۰/۱abc	۴۶/۵	۱/۳۷b	۰/۶۴b
شش خیش	۴/۱c	۱۱/۵ab	۴۷/۶	۰/۶۱c	۰/۳۰c
پنجه غازی	۴/۳bc	۹/۶ bc	۴۳/۳	۱/۲۹b	۰/۵۵b
دیسک	۶/۷a	۸/۲ c	۴۳/۸	۲/۰۱ a	۰/۸۷a

در هر ستون میانگین‌های دارای حروف مشترک، از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

اینک هر یک از پارامترهای فوق، بر اساس جداول ۱ و ۲ به تفکیک زیر تشریح می‌شود:

سرعت پیشروی مجموعه تراکتور و ماشین

در جداول مذکور مشاهده می‌شود که بین اثر تیمارهای مختلف ماشین‌های خاک‌ورزی بر سرعت پیشروی، در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. بیشترین سرعت پیشروی به دیسک زدن اختصاص دارد که ۶/۷ کیلومتر بر ساعت است. کمترین سرعت مربوط به گاوآهن برگردان‌دار با ۳/۶ کیلومتر بر ساعت است که در عملیات خاک‌ورزی مرسوم از آن استفاده می‌شود.

لغزش چرخ‌های محرک تراکتور

در میزان لغزش چرخ‌های محرک تراکتور، بین تیمارهای مختلف ماشین‌های خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. بیشترین میزان لغزش مربوط به استفاده از گاوآهن برگردان‌دار است که در روش مرسوم از آن استفاده می‌شود و از نظر آماری این نوع گاوآهن با شش خیش و گاوآهن قلمی در یک سطح قرار دارند. کمترین میزان لغزش مربوط به استفاده از دیسک است که با پنجه‌غازی از نظر میزان لغزش در یک سطح آماری دیگر قرار گرفته است و بین آنها اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

بازده ماشین

با توجه به نبود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد توسط آزمون دانکن، بین سطوح بازده ماشین‌های مختلف خاک‌ورزی، استفاده از شش خیش بیشترین بازده و پنجه‌غازی کمترین بازده را با اختلاف بسیار ناچیزی به خود اختصاص داده است.

ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر

ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر دیسک بیشترین و گاوآهن برگردان‌دار، که در روش مرسوم خاک‌ورزی از آن استفاده می‌شود، کمترین است.

این مقادیر با توجه به رابطهٔ ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر ماشین محاسبه شده است و از آنجا که سرعت پیشروی تراکتور برای ماشین‌های مختلف خاک‌ورزی متفاوت و عرض کار آنها نیز گاهی مختلف است، لذا ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر آنها نیز متفاوت به دست آمده است و با هم اختلاف معنی‌داری دارند.

پارامترهـــای محـــصول: نتـایج تجزیـهٔ واریـانس مرکـب روش‌های مختلف خاک‌ورزی در جدول ۴ درج شده اسـت. دیده می‌شود کـه بـین روش‌هـای مختلـف خـاک‌ورزی از لحاظ عملکرد خـالص، کـاه، و شـاخص برداشـت اخـتلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد وجود ندارد.

مقایسهٔ مرکب میانگین‌های صفات گندم در تیمارهای مختلف روش‌های تهیه زمین در سطح احتمال ۱ درصد بـا روش دانکن در جدول ۵ درج شده است. این جـدول نیـز مقادیر میـانگین‌هـا و میـزان اخـتلاف بـین آنهـا را نـشان می‌دهد.

جدول ۴- تجزیه واریانس مرکب روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی پارامترهای گندم در سال‌های زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱

منابع تغییر	درجهٔ آزادی	عملکرد خالص	عملکرد کاه	شاخص برداشت
سال	۱	۰/۳ ns	۸/۹*	۱/۰ ns
روش‌های خاک‌ورزی	۷	۰/۴ ns	۰/۴ ns	۰/۲ ns
خطا	۲۸	–	–	–

* اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ns نبود اختلاف معنی‌دار

جدول ۵- مقایسه مرکب میانگین‌های برخی پارامترهای گندم در روش‌های مختلف خاک‌ورزی در سال‌های زراعی ۸۱-۱۳۸۰ و ۸۲-۱۳۸۱

روش‌های مختلف خاک‌ورزی	عملکرد خالص (تن در هکتار)	عملکرد کاه (تن در هکتار)	شاخص برداشت (درصد)
MDL	۵/۶	۷/۳	۴۳/۵
CDL	۴/۷	۶/۶	۴۱/۵
FDL	۴/۹	۶/۳	۴۲/۸
-DL	۵/۱	۶/۶	۴۴/۴
-SL	۵/۰	۶/۶	۴۲/۰
-FL	۴/۶	۶/۵	۴۰/۴
-CL	۴/۹	۶/۶	۴۲/۴
-- L	۵/۲	۶/۷	۴۲/۹

کلیهٔ صفات فوق از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار ندارند.

عملکردهای خالص، کاه، و شاخص برداشت

هر چند اختلاف معنی‌داری بین عملکردهـای خـالص، کاه، و شاخص برداشت در تیمارهای متفاوت وجـود نـدارد اما بیشترین مقدار عملکـردهـای خـالص، کـاه، و شـاخص برداشت مربوط به تیمار MDL است کـه در روش مرسـوم خاک‌ورزی از آن استفاده می‌شود.

با توجه به اینکه عمق خاک تاثیر چندانی در رشد گندم ندارد، می‌توان نتیجه گرفت که روش‌های مختلف خاک‌ورزی با عمق‌های مختلف نمی‌توانند در معنی‌دار شدن عملکرد تاثیرگذار باشند. نتایج محققان دیگر (Rozbeh, 2000، Mohsenimanesh, 1998 ، Hemmat, *e. al.,* 1998 و Knakal, 1988) نیز این ادعا را تأیید می‌کند.

بحث

جدول ۲ نشان می‌دهد که بین تیمارهای مختلف ماشین‌های خاک‌ورزی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد بر روی صفات ماشین نظیر: سرعت پیشروی، لغزش، عمق‌کار، و ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر وجود دارد اما اثر این تیمارها بر بازده ماشین‌های مختلف معنی‌دار نیست. اینک با استفاده از جدول ۳ به شرح زیر فاکتورهای اندازه‌گیری شده ماشین تشریح می‌گردد:

سرعت پیشروی و لغزش چرخ‌های محرک تراکتور: دیسک نسبت به سایر ماشین‌های خاک‌ورزی استفاده شده در این طرح، از سرعت پیشروی بالاتری برخوردار است. لغزش چرخ‌های محرک تراکتور در کشش دیسک کمترین (حدود ۸/۲ درصد) و در حد قابل قبولی است. با توجه به اینکه گاوآهن برگردان‌دار، نسبت به دیسک، مقاومت کششی بیشتری دارد (Summers *et al.,* 1986)، و با در نظر گرفتن اینکه طبق توصیه‌های فنی باید از توان متعارف تراکتور (که برابر است با ۸۵ درصد توان حداکثر تراکتور) استفاده شود، و نیز با توجه به اینکه طبق تحقیقات انجام یافته، با افزایش سرعت گاوآهن (Bukhari *et al.,* 1988) و عمق شخم (Eskandari, 1997)، مقاومت کششی گاوآهن نیز افزایش می‌یابد (Eskandari, 1997 و Bukhari *et al.,* 1988)، و برای اینکه مقاومت کششی گاوآهن برگردان‌دار و دیسک تقریباً با هم برابر شود تا بتوان از قدرت مجاز تراکتور استفاده شود لذا باید گاوآهن برگردان‌دار با سرعت کمتر و دیسک با سرعت بیشتری عملیات خاک‌ورزی را انجام دهد. این کار با انتخاب دندهٔ مناسب تراکتور، حاصل می‌شود. برای تعیین دندهٔ مناسب سایر ماشین‌های خاک‌ورزی آزمایش‌هایی در مزرعه اجرا شد.

عمق‌کار: از آنجا که روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر عملکرد خالص گندم اثر معنی‌داری ندارد (جداول ۳ و ۴) و عملیات خاک‌ورزی نیز در عمق‌های مختلف انجام شده است، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که عمق‌های مختلف خاک‌ورزی نیز بر عملکرد خالص معنی‌دار نیست. محققان دیگر نیز نتیجهٔ مشابهی به دست آوردند (Mohsenimanesh, 1998 و Hemmat *et al.,* 1998). با توجه به اینکه ریشهٔ گندم سطحی است و به عمق شخم زیاد نیاز ندارد و چون عمق ۱۰ سانتی‌متری ایجاد شده توسط دیسک اثر معنی‌داری بر عملکرد محصول ندارد، استفاده از دیسک به عنوان ماشین خاک‌ورز برتری دارد زیرا انرژی کمتری نسبت به روش مرسوم مصرف می‌کند که عمق شخم در آن ۲۷/۷ سانتی‌متر است (Summers *et al.,* 1986). اسکندری در تحقیقی نشان داد که با افزایش عمق شخم گاوآهن برگردان‌دار (روش

خاک‌ورزی مرسوم)، مقاومت کششی و در نتیجه انرژی مصرفی افزایش می‌یابد (Eskandari, 1997).

بازده ماشین: بین سطوح بازده ماشین‌های مختلف خاک‌ورزی اثر معنی‌داری وجود ندارد. دلیل این موضوع آن است که کلیهٔ ادوات مذکور به صورت اتصال سوار هستند و کرت‌های آزمایشی نیز با ابعاد یکسان در نظر گرفته شده‌اند که در این حالت همهٔ ادوات تقریباً یک مسیر ثابت (توسط تراکتور) و در زمان معین (مفید و غیر مفید) طی می‌کنند. با توجه به رابطهٔ بازده ماشین، اگر سرعت پیشروی تراکتور برای وسیله‌ای بیشتر شود صورت کسر (زمان مفید) به مخرج آن (زمان کل) نیز به همان نسبت تغییر می‌کند و بازده ماشین تقریباً ثابت می‌ماند. بنابراین، تغییر سرعت پیشروی با توجه به ثابت بودن مسیر پیموده شده نمی‌تواند تغییرات معنی‌دار را در بازده ماشین‌ها ایجاد کند.

ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر: بیشترین ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر مربوط به دیسک است. بنابراین دیسک، در مقایسه با گاوآهن، می‌تواند کار بیشتری در واحد زمان انجام دهد. این مقادیر با توجه به رابطهٔ ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر ماشین محاسبه شده است و از آنجا که سرعت پیشروی تراکتور برای ماشین‌های مختلف خاک‌ورزی متفاوت و عرض کار آنها نیز در پاره‌ای موارد مختلف است، ظرفیت مزرعه‌ای تئوری و مؤثر آنها نیز متفاوت به دست آمده است و با هم اختلاف معنی‌داری دارند.

عملکرد: جدول‌های ۲ الی ۵ نشان می‌دهند که روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی صفات محصول که در این تحقیق بررسی شده‌اند، (از جمله عملکرد خالص گندم) اثر معنی‌داری ندارند که مطابق با نتایج محققان دیگر است (Rozbeh, 2000 و Hemmat *et al.*, 1998). از آنجا که دیسک می‌تواند بستر بذر نرم و تا حدی فشرده ایجاد کند (Hemmat, 1996) همچنین با توجه به پارامترهای ماشین، مناسب‌ترین پارامتری که ویژگی‌های ماشین را در بر دارد ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر ماشین است و دیسک به دلیل سرعت پیشروی و عرض کار بیشتر نسبت به سایر ادوات خاک‌ورز دارای ظرفیت مزرعه‌ای مؤثر بیشتری است و در واحد زمان، کار بیشتری انجام می‌دهد. بنابراین در این طرح تیمار ۴ (دیسک زدن+ لولر زدن) پس از برداشت سیب‌زمینی توسط سیب‌زمینی‌کن، مناسب‌ترین روش خاک‌ورزی جهت کاشت گندم شناخته شد. سایر محققان نیز استفاده از خاک‌ورزی حداقل را برای آماده‌سازی بستر بذر گندم، نسبت به خاک‌ورزی‌های مرسوم، توصیه کرده‌اند. (Rozbeh, 2000; Khosravani, 1998; Knakal, 1988; Hemmat *et al*., 1998; Touchton, 1982)

نتیجه‌گیری

روش مناسب خاک‌ورزی و تهیهٔ زمین برای کاشت گندم پس از برداشت سیب‌زمینی توسط ماشین سیب‌زمینی‌کن، استفاده از دیسک و لولر است. برخی از کشاورزان پس از برداشت سیب‌زمینی توسط ماشین سیب‌زمینی‌کن، به منظور بیرون آوردن غده‌های سیب‌زمینی زیر خاک از پنجه‌غازی نیز استفاده می‌کنند که می‌توان آن‌را نیز خاک‌ورزی تلقی کرد که دیگر نیازی

بـــه دیـــسک زدن نباشـــد. بنـــابراین، در ایـــن شـــرایط توصیه می‌شود که فقط از لولر اسـتفاده شـود کـه شـرایط تیمار ۵ (پنجه‌غازی + لولر) برقـرار مـی‌گـردد کـه در ایـن حالـت پنجـه‌غـازی دو وظیفـه دارد: یکـی بیـرون آوردن سـیب‌زمینـی از زیـر خـاک و دیگـری اجـرای عملیـات خاک‌ورزی.

مراجع

Bukhari, S., Bhutto, M. A., Baloch, J. M., Bhutto, A. B. and Mirani, A. N. 1988. Performance of selected tillage implements. AMA. 19(4): 9-14.

Eskandari, A. 1997. Estimated drawbar power of moldboard plow in the different depths in dray land farming. Research Report. No. 319. West Azarbayejan Agricultural Research Center. (in Farsi)

Hemmat, A. 1996. Effects of seedbed preparation and planting methods on emergence of irrigated winter wheat. Iranian J. Agric. Sci. 37(1): 55-67. (in Farsi)

Hemmat, A., Asadi, A. and Taki, O. 1998. Effects of tillage different methods on irrigated wheat and compration of their yields parameters. Research Report. No. 106. Isfahan Agricultural Research Center. (in Farsi)

Khosrovani, A. 1998. Effect of soil preparation different methods on irrigated wheat yield. Research Report. No. 107. Fars Agricultural Research Center. (in Farsi)

Khosrovani, A. 2003. Evaluation of the possibility of surface tillage in irrigated wheat. Research Report. No. 233. Fars Agricultural Research Center. (in Farsi)

Knakal, Z. 1988. Effect of different systems of soil cultivation on grain yields of winter wheat in potato growing region. Rostlinna Vyroba. 34, 505 - 472.

Mohsenimanesh, A. 1998. Evaluation of tillage depth and moisture content effects in irrigated wheat at medium soil texture. Research Report. No. 578. Khorasan Agricultural Research Center. (in Farsi)

Rozbeh, M. 2000. Effects of tillage different methods on wheat yield in rotation with corn. Research Report. No. 156. Fars Agricultural Research Center. (in Farsi)

Summers, J. D., Khalilian, A. and Batchelder, D. G. 1986. Draft relationships for primary tillage in Oklahama soils. Trans. ASAE. 29(1): 37-39.

Touchton, J. T. 1982. Soybean tillage and planting methods effects on yield of double cropped wheat and soybeans. Agro. J. 74, 57.

Journal of Agricultural Engineering Research/Vol.8 /No.2 / Summer 2007/P: 33-46

Comparison of Different Methods to Reduce Tillage Operation in Wheat Planting After Potato

M. R. Bakhtiyari*

* Corresponding Author: Academic Member, Agriculture Engineering Research Department, Agriculture and Natural Resources Research Center, P. O. Box: 65155-887, Hamedan, Iran. E-mail: ym_bakhtiyari@yahoo.com

In order to study the possibility of reduced tillage methods in Wheat planting after Potato, a field experiment was conducted on a sandy clay loam soil in the Tajarak Agricultural Research Station located in 70km Northeast of Hamedan. A randomized complete block design experiment with 8 tillage treatments (consisted of 1. Moldboard plowing + Twice disking + Leveler 2. Chisel plowing + Once disking + Leveler 3. Six bottoms plow + Once disking + Leveler 4. Once disking + Leveler 5. Sweeping + Leveler 6. Six bottoms plow + Leveler 7. Chisel plowing + Leveler 8. Leveler) was performed in 3 replication during 2 years (2001-2 and 2002-3). In this study, the machine parameters of forward speed, tractor drive wheel slip, working depth, field efficiency and theoretical and effective field capacity, as well as crop parameters of grain, straw yield and harvesting index, were measured or calculated. It was noted the method of disking + leveler after potato harvesting was for wheat planting. However if sweep used after harvesting potato, only leveler can be suggested as the most suitable method.

Key words: Minimum Tillage, Potato, Rotation, Wheat