



19th Iranian Soil Science Congress
16-18 September, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۲۵ تا ۲۷ شهریور ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



بررسی فشرده‌گی خاک و عملکرد گندم دیم در روشهای مختلف خاک ورزی و کاشت.

مجید فروهر^{۱*}، سعید ظریف نشاط^۲، حسین شکری^۳

۱- استادیار بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منبع طبیعی خراسان رضوی

* نویسنده مسئول مقاله m.forouhar@areeo.ac.ir

۲- دانشیار بخش تحقیقات فنی مهندسی و رئیس مرکز تحقیقات کشاورزی و منبع طبیعی خراسان رضوی

۳- محقق بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات کشاورزی و منبع طبیعی خراسان رضوی

چکیده

به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف خاک ورزی بر عملکرد گندم دیم و فشرده‌گی خاک آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار روش مختلف خاک ورزی در دو حالت با زیرشکنی و بدون زیرشکنی (مجموعاً ۸ تیمار) در ۴ مشاهده اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل دو روش خاک ورزی سنتی و دو روش خاک ورزی حفاظتی بود. روشهای خاک ورزی و کاشت سنتی بصورت: الف) شخم با گاوآهن برگرداندار + دیسک + بذرپاشی با دست + کولتیواتور زنی (بعنوان روش سنتی قدیمی)، ب) شخم با گاوآهن برگرداندار + دیسک + کاشت با عمیق‌کار (بعنوان روش سنتی متداول) و روشهای خاک ورزی و کاشت حفاظتی بصورت: ج) شخم با چینل پکر + کاشت با عمیق‌کار (کم خاک ورزی) و د) کاشت گندم با کارنده کاشت مستقیم (بدون خاک ورزی) بود. نتایج تجزیه و تحلیل این آزمایش نشان داد که روشهای مختلف خاک ورزی و کاشت در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی داری بر عملکرد دانه گندم داشته است ولی بر میزان فشرده‌گی خاک در عمق ۰ تا ۶۰ سانتیمتری تاثیر معنی داری نداشت.

واژگان کلیدی: بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی متداول، کم خاک‌ورزی

مقدمه

سطح زیر کشت گندم دیم در استان خراسان رضوی حدود ۴۷۰۰۰ هکتار بوده و میانگین عملکرد گندم دیم ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار می باشد (بی نام، ۱۴۰۲). در سالهای اخیر، استفاده از سامانه های ناسازگار خاک ورزی با شرایط دیمزارهای ایران و تعدد عملیات کشت و کار و عدم رعایت خاک ورزی حفاظتی، استفاده بی رویه از کودهای شیمیایی در کشور و عدم توجه به اهمیت و اثرات مثبت مواد آلی در بهبود حاصلخیزی خاکهای زراعی و تأثیر آن بر عملکرد کمی و کیفی محصول، علاوه بر کاهش در حاصلخیزی خاک، سبب عدم همسویی تولید محصولات کشاورزی با افزایش در مصرف کودهای شیمیایی نیز شده است. Biederbeck و همکاران (1980) روشهای نامناسب خاک ورزی و عدم رعایت تناوب زراعی مناسب را، عوامل افزایش تراکم خاک، کاهش نفوذپذیری، تخریب ساختمان خاک و افزایش رواناب و در نهایت فرسایش خاک و کاهش توان تولید آن عنوان کرده اند. بر اساس نتایج Swan (1994) باقی ماندن بقایای گیاهی زراعی در سطح خاک و وجود ریشه های انبوه سطحی گیاهان زراعی در خاک به میزان دو سوم در مقایسه با زمین بدون پوشش و عاری از مواد یاد شده، فشردگی خاک را کاهش می دهد. در تحقیقات Moraru و Rusu (2012) روی محصولات گندم، سویا و ذرت در سال اول، روشهای کم خاک ورزی و بی خاک ورزی موجب افزایش تراکم خاک شدند که این تراکم با توجه به نوع خاک متفاوت بوده و در سالهای بعد کاهش یافت. رطوبت خاک در کم و بی خاک ورزی در زمان کاشت و مراحل اولیه رشد گیاه افزایش داشت که این افزایش و تفاوت در طی زمان تعدیل شد.

Bonfil و همکاران (1999) گزارش نمودند که در مناطق خشک با بارندگی سالیانه کمتر از ۲۰۰ میلیمتر، کاربرد روش بی خاک ورزی و در تناوب آیش-گندم عملکرد محصول و بهره وری استفاده از آب می تواند افزایش یابد. خاک ورزی حفاظتی که در قالب کشاورزی حفاظتی تعریف شده است، شامل محدوده وسیعی در عملیات تولید بوده و اصولاً به کاهش عملیات خاک ورزی بین دو محصول و همچنین پوشش سطح خاک به میزان ۳۰ درصد یا بیشتر با بقایای محصول قبلی و یا به کاهش کلی عملیات خاک ورزی به میزان ۴۰ درصد اطلاق می گردد (Mitchell et al., 2009). هر روشی که بتواند در حفظ رطوبت خاک و افزایش کارایی آبیاری کمک کند منجر به افزایش سطح زیر کشت محصولات زراعی در این مناطق خواهد شد. کاهش شدت تبخیر بخصوص در فصل تابستان، با نگهداری بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک می تواند به حفظ رطوبت خاک کمک کند. خاک ورزی متداول به علت عدم امکان مدیریت بقایای گیاهی در سطح یا نزدیک سطح خاک، شرایط محیطی را برای حفظ رطوبت خاک فراهم نمی سازد (Mitchell et al., 2009). Stagnari و (2007) طی تحقیقی بلند مدت روشهای خاک ورزی مبتنی بر گاواهن و روش های بی خاک ورزی را روی عملکرد گندم دوروم ارزیابی نمودند. عملکرد بالا و بهره وری مصرف آب در بی خاک ورزی و در شرایط بارندگی کمتر از ۳۰۰ میلی متر مشاهده شد. اسکندری و فیضی اصل (۱۳۹۶) تأثیر ۴ روش خاک ورزی شامل روش کم خاک ورزی، خاک ورزی کاهش یافته، متداول و بی خاک ورزی بر برخی خواص فیزیکی خاک و عملکرد محصول در منطقه سردسیر دیم را بررسی کردند. برترین تیمار از نظر متوسط مقدار عملکردهای زیست توده و دانه تولیدی و نیز تأثیر مثبت بر خواص فیزیکی خاک، روش کاشت مستقیم بود.

مواد و روشها

این آزمایش در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸ با رقم گندم دیم باران در ۳۵ کیلومتری شرق شهرستان قوچان اجرا شد. میزان بارندگی منطقه حدود ۳۸۰ میلی متر ثبت شده است. آزمایش بصورت طرح آزمایشی بلوک های کامل تصادفی با چهار روش مختلف خاک ورزی در دو حالت با زیرشکنی و بدون زیر شکنی (مجموعاً ۸ تیمار) در ۴ مشاهده اجرا شد. روش های خاک ورزی شامل الف) شخم با گاواهن برگرداندار + دیسک + بذریاشی با دست + کولتیواتور زنی (بعنوان روش سنتی قدیمی)، ب) شخم با گاواهن برگرداندار + دیسک + کاشت با عمیق کار (بعنوان روش سنتی متداول) ج) شخم با چیزل پکر + کاشت با عمیق کار (کم خاک ورزی) و د) کاشت گندم با کارنده کاشت مستقیم (بدون خاک ورزی) بود. ابعاد کرت های آزمایش عرض ۲۰ متر و طول ۳۵ متر (۷۰۰ مترمربع) بود. مقدار کود بر اساس آزمایش خاک و به میزان مساوی بین همه تیمارها توزیع شد. در تیمار کاشت مستقیم از بذرکار کاشت مستقیم مدل Aske 2200 با عرض کار ۲۲۰ سانتیمتر و تعداد ۱۳ ردیف کشت با فواصل ۱۷/۵ سانتیمتر استفاده

شد. در تیمار کم خاک ورزی از یک دستگاه گاوآهن قلمی غلتک دار (چیزل پکر) ۷ ساقه با عرض کار ۲ متر استفاده شد. صفات اندازه گیری شده شامل عملکرد دانه و فشردگی خاک (شاخص مخروط) بود. برای اندازه گیری شاخص مخروطی خاک از دستگاه نفوذ سنج (فروسنج) الکترونیکی مدل Eijkelkmap ساخت کشور هلند استفاده گردید. به هنگام استفاده از نفوذ سنج، از مخروط استاندارد با زاویه راس ۶۰ درجه (Neill و Sims, 1994)، قطر اسمی ۱۱/۲۸ میلیمتر و سطح یک سانتی متر مربع استفاده شد و سرعت نفوذ دستی به هنگام نفوذ به صورت عمودی درون خاک ۲ سانتی متر در ثانیه بود. در هر کرت، سه نفوذ بصورت تصادفی تا عمق ۷۵ سانتیمتری اندازه گیری شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج آزمون دانکن (جدول ۱) تیمار کشت مستقیم بدون زیرشکنی با عملکرد دانه ۱۷۹۵ کیلوگرم در هکتار بیشترین مقدار عملکرد را داشته است و بعد آن تیمار کشت مستقیم با زیرشکنی با مقدار عملکرد ۱۶۸۵ کیلوگرم در هکتار در رتبه دوم قرار می گیرد. در انتها هم تیمارهای خاک ورزی سنتی قدیمی با و بدون زیرشکنی با عملکردهای بترتیب ۸۲۰ و ۷۷۰ کیلوگرم در هکتار کمترین مقادیر عملکرد گندم را داشتند.

جدول ۱- مقایسه میانگین های صفات مورد بررسی

شماره تیمار	تیمار مورد بررسی	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	ارتفاع ساقه (سانتیمتر)
۱	خاک ورزی سنتی قدیمی (بدون زیرشکنی)	۷۷۰ c	۶۶ c
۲	خاک ورزی سنتی قدیمی (با زیرشکنی)	۸۲۰ c	۶۸/۲۵ bc
۳	خاک ورزی سنتی متداول (بدون زیرشکنی)	۱۰۹۰ bc	۷۵/۵ abc
۴	خاک ورزی سنتی متداول (با زیرشکنی)	۱۲۰۵ abc	۷۹/۵ ab
۵	کم خاک ورزی (بدون زیرشکنی)	۱۰۱۵ c	۷۶ abc
۶	کم خاک ورزی (با زیرشکنی)	۱۳۶۰ abc	۷۳/۲۵ abc
۷	کشت مستقیم (بدون زیرشکنی)	۱۷۹۵ a	۷۵/۵ abc
۸	کشت مستقیم (با زیرشکنی)	۱۶۸۵ ab	۸۲/۷۵ a

*حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.

افزایش عملکرد در تیمارهای کاشت حفاظتی را می توان با افزایش رطوبت ذخیره شده در خاک و کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمارهای مذکور مرتبط دانست. اسکندری و همت (۱۳۹۶) نیز طی تحقیقی در تناوب گندم- نخود و در شرایط دیم به این نتیجه رسیدند که عملکرد گندم در کاشت مستقیم و گاوآهن چیزل در یک کلاس آماری قرار گرفته ولی عملکرد گندم در روش کاشت مستقیم تفاوت معنی داری در سطح احتمال یک درصد با تیمار متداول (گاوآهن برگرداندار) داشت آنان این امر را با بهره وری استفاده از بارندگی در تیمارهای کاشت مستقیم و گاوآهن قلمی مرتبط دانستند.

دلیل دیگر افزایش عملکرد در تیمارهای کشت مستقیم نسبت به سایر تیمارها، بالا بودن درصد سبز شدن بذرها است. با توجه به زیاد بودن وزن ماشینهای کاشت مستقیم و عمیق کار مورد استفاده در آزمایش، استفاده از آنها در زمینهای خاک ورزی شده باعث نفوذ بیشتر شیاربازکن ها در خاک میشود و به تبع آن عمق کاشت افزایش پیدا میکند در صورتی که این ماشینها در زمینهای سفت کارایی بهتری داشته و بذرها را در عمق مناسب قرار می دهند. بیشترین ارتفاع ساقه مربوط به تیمار کشت مستقیم با زیر شکنی به مقدار ۸۲/۷۵ سانتیمتر و کمترین مقدار مربوط به تیمار خاک ورزی سنتی قدیمی با ارتفاع ساقه ۶۶ سانتیمتر بود. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می شود انجام عملیات زیر شکنی اختلاف معنی داری را در عملکرد دانه و ارتفاع ساقه در تیمارهای مختلف خاکورزی نداشته است. هر چند ممکن است اثر زیرشکنی بر صفات عملکردی، خصوصیات مربوط به خاک و طول ریشه، در سالهای بعد مشخص گردد. همچنین این نتایج نشان داد روشهای خاک ورزی تاثیر معنی داری بر فشردگی خاک (شاخص مخروط خاک) در عمق ۱۵ تا ۴۵ سانتیمتری خاک نداشت. با این وجود تیمارهای کاشت مستقیم در عمقهای

۱۵-۰ و ۶۰-۴۵ سانتیمتری فشردگی کمتر و تیمارهای کشت سنتی فشردگی بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشت (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین های شاخص مخروط خاک (مگاپاسکال) در عمق های مختلف

شماره تیمار	تیمار مورد بررسی	عمق ۰-۱۵ سانتیمتر	عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتر	عمق ۳۰-۴۵ سانتیمتر	عمق ۴۵-۶۰ سانتیمتر
۱	خاک ورزی سنتی قدیمی (بدون زیرشکنی)	۰/۶ ab	۱/۰۲ a	۱/۳۸ a	۱/۷۶ a
۲	خاک ورزی سنتی قدیمی (با زیرشکنی)	۰/۶۶ a	۱/۱۲ a	۱/۲۶ a	۱/۴۷ ab
۳	خاک ورزی سنتی متداول (بدون زیرشکنی)	۰/۳۷ b	۰/۷۸ a	۱/۳ a	۱/۳۷ b
۴	خاک ورزی سنتی متداول (با زیرشکنی)	۰/۴۱ b	۰/۸۱ a	۱/۴۶ a	۱/۴۵ ab
۵	کم خاک ورزی (بدون زیرشکنی)	۰/۵۲ ab	۰/۹۹ a	۱/۵۵ a	۱/۴۲ ab
۶	کم خاک ورزی (با زیرشکنی)	۰/۵۶ ab	۰/۸۱ a	۱/۲۸ a	۱/۵۳ ab
۷	کشت مستقیم (بدون زیرشکنی)	۰/۵۱ ab	۱/۱۲ a	۱/۲۸ a	۱/۴ b
۸	کشت مستقیم (با زیرشکنی)	۰/۳۷ b	۱/۱۲ a	۱/۳۶ a	۱/۲۸ b

*حروف غیر مشابه بیانگر اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.

اختلاف میانگین مقدار شاخص مخروطی در عمق ۱۵ - ۰ سانتیمتری را می توان به دلیل اثر نوع ادوات خاک ورزی دانست. زیرا کاهش عملیات خاک ورزی، از طریق کاهش تخریب ساختمان خاک و جلوگیری از فشردگی آن، موجب کاهش شاخص مخروطی می شود (Lapen et al., 2004).

نتیجه گیری

با توجه به وجود آب و هوای خشک و نیمه خشک در استان خراسان رضوی، اجرای سیستمهای خاکورزی حفاظتی به دلیل مزایایی از جمله حفظ رطوبت خاک، افزایش درجه حرارت خاک در فصل پاییز و تعدیل آن در فصل زمستان، افزایش حاصلخیزی خاک و امکان انجام سریع تر و به موقع کشت در زراعت دیم، قابل توصیه می باشد. در این راستا استفاده از بذرکارهای کاشت مستقیم و حذف عملیات خاک ورزی مرسوم، استفاده از روش پخش کاه و کلش در زمین و خاک ورزی با گاوآهن قلمی در پاییز و استفاده از پنجه غازی در بهار، موجب تأمین شرایط مناسب برای ذخیره و حفظ رطوبت در خاک می شود. خصوصاً در اواخر فصل رشد که با قطع بارندگیها، فعالیتهای دانه بستن و رشد فیزیولوژیکی گیاه با تنش رطوبتی شدید مواجه می شوند، مقدار رطوبت ذخیره شده به این روش، می تواند در تعویق یا تعدیل این تنش ها موثر باشد.

فهرست منابع

- اسکندری، ا و فیضی اصل، و. ۱۳۹۶. تأثیر خاکورزی حفاظتی بر برخی خواص فیزیکی خاک و عملکرد محصول در تناوب گندم-ماشک در منطقه سردسیر دیم. نشریه ماشینهای کشاورزی. جلد ۷، شماره ۲، صفحات ۴۶۷-۴۵۱.
- بی نام. آمارنامه کشاورزی. ۱۴۰۲. معاونت برنامه ریزی اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی.
- Biederbeck, V., Campbell, C., Bowren, K., Schnitzer, M. and McIver, R. 1980. Effect of burning cereal straw on soil properties and grain yields in Saskatchewan. *Soil Science Society of America Journal* 44:103-111
- Bonfil, D. J., Mufradi, I., Klitman, S. and Asido, S. 1999. Wheat grain yield and soil profile water distribution in a no-till arid environment. *Agronomy Journal* 91: 368-373
- Hemmat, A. and Eskandari, L. 2004. Tillage system effects upon productivity of a dryland winter wheat-chickpea rotation in the northwest region of Iran. *Soil and tillage research* 78: 69-81.
- Lapen, D.R., Topp, G.C., Edwards, M.E., Gregorich, E.G. and Curnoe, W.E., 2004. Combination cone penetration resistance/water content instrumentation to evaluate cone penetration-water content relationships in tillage research. *Soil and Tillage Research*, 79(1), pp.51-62.
- Mitchell, J. P., Pettygrove, G. S., Upadhyaya, S., Shrestha, A. A., Fry, R., Roy, R., Hogan, P., Vargas, R., and Hembree K.. 2009. Classification of conservation tillage practices in California irrigated row crop systems. Oakland, CA: UCANR Pub. 8364. 8p.

-
- Mitchell, J., Singh, P., Wallender, W., Munk, D., Wroble, J., Horwath, W., Hogan, P., Roy, R. and Hanson, B. 2012. No-tillage and high-residue practices reduce soil water evaporation. *California Agriculture* 66: 55-61.
- Moraru, P.I. and Rusu, T. 2012. Effect of tillage systems on soil moisture, soil temperature, soil respiration and production of wheat, maize and soybean crops. *Journal of Food Agriculture & Environment* 10: 445-448
- Pisante, M., and Stagnari, F. 2007. Conservation agriculture Italian way -Principles, technologies and methods for sustainable production. *Edagricole, Bologna, Italy Blue Agriculture*, p 317.
- Sims, B.G. and O'Neill, D.H., 1994. Testing and evaluation of agricultural machinery and equipment: Principles and practices (No. 110). *Food & Agriculture Org.*
- Swan, R.J., Eash, N. S. and Jordahl, J. L. 1994. Long-term tillage effects on soil quality. In: *Hand Book of Soil Science*. M. E. Sumner (ed). CRC Press

The effect of different tillage and planting methods on soil compaction and yield of rain fed wheatMajid Forouhar*¹, Saeed Zarifneshat² and Hossein Shekari³

1- Assistant Professor of Soil and Water Research Department of Khorasan Razavi Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

*m.forouhar@areeo.ac.ir

2- Associated Professor of Agricultural Engineering Department of Khorasan Razavi Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

3- Researcher of Soil and Water Research Department of Khorasan Razavi Agriculture and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

Abstract

The effect of different tillage methods on rain fed wheat yield and soil compaction was investigated. This experiment was performed as a randomized complete block design with four different tillage methods in two modes with sub-soiling and no sub-soiling (8 treatments) in 4 replications. Experimental treatments included two conventional and two conservation tillage methods. Conventional tillage and planting methods were: a) Plowing with moldboard plow + Harrow disc + hand sowing + cultivator (as an old traditional method), b) Plowing with moldboard plow + Harrow disc + deep drill (as a traditional method) and methods conservation tillage and planting as: c) plowing with chisel packer + deep drill (as minimum tillage) And d) wheat direct planting (zero tillage). Grain yield parameters and Soil compaction were measured after applying tillage and wheat planting methods. The results showed that different methods of tillage and planting had a significant effect on wheat grain yield at the level of 5% but did not have a significant effect on stem height. Also, tillage methods had no significant effect on soil compaction at depths of 0 to 60 cm.

Keywords: Conventional tillage, Minimum tillage, Zero tillage