اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم

مهدی حسینی[1]، سید علیرضا موحدی نائینی و حسینعلی شمس‌آبادی

دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ mehdi.h.2009@gmail.com

دانشیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ salirezam@yahoo.com

استادیار دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ hshamsabadi@yahoo.com

دریافت: 1391/6/20 و پذیرش: 1392/4/17

چکیده

به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک در طول دوره رشد گندم، رشد ریشه، جذب عناصر غذایی توسط گیاه و عملکرد گندم دیم، آزمایشی در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با 5 تیمار و 4 تکرار در خاکی با بافت لومی رسی سیلتی، طی سال زراعی 89-88 در مزرعه تحقیقاتی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واقع در 15 کیلومتری غرب گرگان اجرا گردید. پنج تیمار خاک‌ورزی شامل: شخم با گاوآهن برگرداندار سوار شونده سه خیش به عمق 25-20 سانتیمتر به همراه یک بار دیسک (MP)، رتیواتور به عمق 17-12 سانتیمتر (RP)، دیسک (هرس بشقابی) به عمق 10-8 سانتیمتر (DH)، گاوآهن چیزل به عمق 30-25 سانتیمتر (CP) و بدون خاک‌ورزی (NT)، بود. نتایج نشان داد که درطول دوره رشد گندم، کمترین و بیشترین جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق 8-0 سانتیمتری خاک خاک به ترتیب مربوط به تیمارهای MP و NT بود. اما در عمق 16-8 سانتیمتر به جز در مراحل قبل از پنجه زنی و برداشت نهایی، کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در تیمار MP مشاهده شد. مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در هر دو عمق 8-0 و 16-8 سانتیمتر در طول دوره رشد گندم و در تمام روش‌های مختلف خاک‌ورزی افزایش یافت. اما این افزایش در تیمار NT نسبت به سایر تیمارهای خاک‌ورزی کمتر بود. بیشترین و کمترین مقدار وزن ریشه در دو مرحله قبل از خوشه‌دهی و برداشت نهایی به ترتیب در تیمارهای MP و NT ظاهر شد. بیشترین جذب عناصر غذایی گیاه در تیمار خاک‌ورزی با MP بوده که منجربه افزایش عملکرد شد. میزان افزایش عملکرد دانه و کاه در تیمار MP نسبت به تیمار NT به ترتیب 65/9 و 58/61 درصد بود. بنابراین به منظور استفاده بهینه از منابع تولید (زمین زراعی، رطوبت و عناصر غذایی موجود در خاک)، روش خاک‌ورزی MP به عنوان مناسب‌ترین روش پیشنهاد شد.

واژه‌های کلیدی: جذب عناصر غذایی، گاوآهن برگرداندار، وزن ریشه

مقدمه

خاک یکی از مهمترین منابع تولید محصولات کشاورزی است و عملیات خاک‌ورزی مناسب از عوامل مؤثر در افزایش عملکرد محصول از نظر اقتصادی ایفاء می‌نماید. روش‌های مختلف خاک‌ورزی می‌تواند بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، استقرار گیاه، رشد ریشه و اندام‌های هوایی گیاه و در نهایت عملکرد محصول تأثیر بگذارد (کاسل[2] و همکاران، 1995). ذرات خاک با ابعاد و اشکال متفاوت، هنگامی که در کنار

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: گرگان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گروه مهندسی علوم خاک

[2]. Cassel

یکدیگر قرار می‌گیرند بسته به نوع استقرار آنها منافذ ریز و درشتی بین خود به وجود می‌آورند. منافذ درشت خاک در مقایسه با منافذ ریز که آب را در مکش‌های کم هدایت می‌کنند، به راحتی با فشردگی خاک تقلیل می‌یابد و در نتیجه جریان آب و حرکت عناصر غذایی در خاک و جذب عناصر غذایی توسط گیاه تغییر می‌یابد (آنکنی[1] و همکاران، 1995؛ دولان[2] و همکاران، 1992). افزایش تخلخل کل در خاک‌ورزی متداول معمولاً موقت است؛ زیرا بارش باران یا آب آبیاری موجب اثرات ماندگار بر خاک و منجر به فشردگی می‌شود (آنکنی و همکاران، 1990). اوسا بیتان و اویدل[3] (2005) اثر سیستم‌های خاک‌ورزی مختلف شامل بدون خاک‌ورزی، خاک‌ورزی دستی شامل استفاده از بیل سنتی دستی و خاک‌ورزی با دیسک (حداکثر عمق 15 سانتیمتر) را بررسی و گزارش کردند که مقدار جرم مخصوص ظاهری پس از اعمال تمام روش های خاک‌ورزی تحت تأثیر بارش و رسوب ذرات افزایش یافت. مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک به طور قابل توجهی در حالت بدون خاک‌ورزی نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی بیشتر بود. جرم مخصوص ظاهری خاک در خاک‌ورزی با دیسک از هر دو کمتر شد. در حالی که خلل و فرج کل در خاک‌ورزی با دیسک نسبت به بدون خاک‌ورزی افزایش یافت. با کاهش خاک‌ورزی ، فضای کل خلل و فرج کمتر، مقدار خلل و فرج ریز زیاد و خلل و فرج پر از هوا کمتر شد (وان کوور کرک و بون[4]، 1970). عظیم زاده و کوچکی (1381) به بررسی اثرات خاک‌ورزی با گاوآهن‌های برگرداندار، قلمی و پنجه غازی پرداختند و گزارش کردند کمترین و بیشترین جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق 10-0 سانتیمتر مربوط به خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار و قلمی بوده است. جرم مخصوص ظاهری 0/99 و 0/93 گرم بر سانتیمتر مکعب به ترتیب در تیمارهای بدون خاک‌ورزی و خاک‌ورزی با پنجه غازی مشاهده گردید. جرم مخصوص ظاهری خاک در همه تیمارهای خاک‌ورزی در عمق 20-10 سانتیمتر، بیشتر از عمق 10-0 سانتیمتر بود، در حالی که بیشترین جرم مخصوص ظاهری در این عمق مربوط به حالت بدون خاک‌ورزی بود. به طوری که جرم مخصوص ظاهری خاک معادل 1/1 و 1/08 گرم بر سانتیمتر مکعب به ترتیب به تیمارهای خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار و قلمی اختصاص یافت.

کورنیش و لینبری [5] (1987) گزارش کردند که واکنش گیاهان در سیستم بدون خاک‌ورزی مشابه واکنش گیاهان گلدانی و یا گیاهانی است که در محفظه کوچک رشد می‌کنند، حتی اگر آب و عناصر غذایی به اندازه کافی در اختیارشان باشد. کاهش رشد ریشه و عملکرد محصولات زراعی مختلف مانند سویا (لیندرمان و راندال[6]، 1982)، پنبه (تاکت و پیرسون[7]، 1964) و گندم (ویستل و هابز[8]، 1965) نیز گزارش شده است. در آزمایش دیگری توسط آتول[9] (1988) نشان داده شد که افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک منجربه افزایش قطر ریشه‌های اصلی و فرعی اولیه گیاه باقلای مصری گردید. چاسوت[10] و همکاران (2001) دریافت که خاک سطحی بدون خاک‌ورزی معمولاً سردتر و مرطوبتر و با جرم مخصوص ظاهری بیشتری نسبت به خاک‌ورزی‌های رایج است. این موضوع تأثیر بر رشد ریشه گیاه ذرت داشته و همچنین بر روی جذب عناصر غذایی مؤثر بوده است. ویلهلم[11] و همکاران (1989) به این نتیجه دست یافتند که تراکم کمتر ریشه در بدون خاک‌ورزی به دلیل زیادتر بودن جرم مخصوص ظاهری خاک حاصل شده و باعث محدودیت جذب آب و عناصر غذایی توسط ریشه گیاه گندم گردید. در نتیجه عملکرد کمتر محصول به سیستم بدون خاک‌ورزی حاصل شد. بر اساس گزارش اوسیبل[12] و همکاران (1992) کاهش عملکرد دانه و کاه گندم در سیستم بدون خاک‌ورزی ناشی از فشردگی لایه زیرین خاک بود. به طوری که این کاهش عملکرد مستقیماً متأثر از مقاومت مکانیکی بیشتر خاک و یا کمبود رطوبت و قابلیت دسترسی به عناصر غذایی می‌باشد. با افزایش سطح ویژه خاک‌ها و ریز شدن رس‌های خاک، خاصیت سیمانی آنها تقویت می‌شود و مقاومت مکانیکی خاک افزایش می‌یابد. حتی در حالت مرطوب نیز خاک های محل آزمایش با سطح ویژه بالا دارای مقاومت مکانیکی بالایی هستند زیرا بدلیل ریز بودن رسها سرعت تورم و تعادل آنها با جذب آب بسیار کند است که این خود موجب کوهیژن بین اجزاء خاک و مقاومت مکانیکی می‌شود (امینی و موحدی نائینی، 2013). با افزایش شدت خاکورزی و کاهش جرم مخصوص ظاهری مقاومت مکانیکی خاک

1. Ankenny
2. Dolan
3. Osunbitan and Oyedele
4. VanOuwerkerk and Boone
5. Cornish and Lymbery
6. Linderman and Randel
7. Tachett and Pearson
8. Wittsell and Hobbs
9. Atwell
10. Chassot
11. Wilhelm
12. Ossible

کاهش و ممکن است رشد ریشه و عملکرد گیاه افزایش یابد. هدف از انجام این مطالعه بررسی اثر پنج روش-خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک در طول دوره رشد گندم، وزن ریشه، جذب عناصر غذایی گیاه و عملکرد گندم دیم بود. و در نهایت به منظور استفاده بهینه از منابع تولید، از جمله زمین زراعی، رطوبت و عناصر غذایی موجود در خاک، مناسب‌ترین روش خاک‌ورزی ارائه خواهد شد.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی با 5 تیمار خاک‌ورزی در 4 تکرار، طی سال زراعی 89-88 در مزرعه تحقیقاتی شماره 1 دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان واقع در در 15 کیلومتری غرب گرگان - جنب روستای سید میران- اجرا گردید. متوسط بارندگی در سال زراعی 89-88، 40/48 میلیمتر بود. پنج تیمار روش خاک‌ورزی شامل: شخم با گاوآهن برگرداندار سوار شونده به عمق 25-20 سانتیمتر به همراه یک بار دیسک (هرس بشقابی) به عمق 10-8 سانتیمتر(MP)، رتیواتور به عمق 17-12سانتیمتر (RP)، دیسک به عمق 10-8 سانتیمتر (DH)، گاوآهن چیزل به عمق 30-25 سانتیمتر (CP)، و بالاخره بدون خاک‌ورزی (NT) بود. بعد از اعمال تیمارهای خاک‌ورزی یاد شده، کرت‌های آزمایش به ابعاد 5 × 5 متر در نظر گرفته شد. مقدار ازت کل خاک، پتاسیم (راو و تاکر[1]، 1997)، فسفر خاک و هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک (پیج و میلر[2]، 1982)، بافت خاک و درصد شن، سیلت و رس (کلوت و کمپل[3]، 1986) قبل از کوددهی و کشت اندازه‌گیری شد. شد. در تاریخ 88/9/29 گندم رقم N-80-19 با درصد قوه نامیه و خلوص به ترتیب 97 و 99 درصد در کرت-های آزمایشی با دست کشت گردید. فاصله ردیف‌های کاشت 20 سانتیمتر و مقدار بذر مصرفی معادل 268/5 کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته شد. مقدار کود مصرفی براساس نتایج آزمون خاک و نوع محصول تحت کشت (طالبی‌زاده، 1388) در تمام تیمارها 350 کیلوگرم در هکتار دی آمونیوم فسفات و 200 کیلوگرم در هکتار سولفات پتاسیم با دست به صورت پخش سطحی قبل از کشت به خاک افزوده شد. سپس به وسیله رتیواتور، دیسک، چیزل و برای تیمارهای گاوآهن برگردان‌ار و بدون خاک‌ورزی به ترتیب با استفاده از دیسک و گاوآهن پنجه غازی با خاک مخلوط گردید. مقدار 60 کیلوگرم در هکتار اوره به صورت کود سرک بدون مخلوط کردن با خاک در یک مرحله قبل از ساقه رفتن گیاه به تمام تیمارها افزوده شد. در فواصل بین بلوک‌ها و کرت‌ها حاشیه کشت ایجاد شد. بذور قبل از کشت به قارچ‌کش کربوکسی تیرام آغشته شد. جرم مخصوص ظاهری خاک در طول دوره رشد گندم در 6 مرحله قبل از پنجه زنی، بعد از پنجه‌زنی، قبل از خوشه‌دهی، بعد از خوشه دهی، هنگام خمیری شدن دانه، زمان برداشت گندم و در دو عمق 8-0 و 16-8 سانتیمتر با استفاده از استوانه فلزی و نمونه‌های دست نخورده خاک گرفته شد. در دو مرحله قبل از خوشه‌دهی و برداشت گندم، 10 بوته گندم به طور تصادفی از هر تکرار و تیمار خاک‌ورزی از عمق 30 سانتیمتری خاک برای تعیین وزن خشک ریشه نمونه-برداری شد و در آزمایشگاه پس از قطع ریشه از سایر قسمت‌های گیاه و شستشو، ریشه‌ها جمع آوری و در داخل ظروفی در آون به مدت 48 ساعت و در دمای 70 درجه سانتیگراد قرار داده و سپس توزین گردید. در پایان فصل رشد (89/3/21)، برای تعیین اجزای عملکرد شامل تعداد دانه در سنبله، وزن هزار دانه بر حسب گرم و تعداد خوشه در متر مربع، تعداد 15 بوته از هر کرت برداشت شد. برای تعیین عملکرد در واحد سطح از قطعه زمین بابعاد 1/5×1/5 متر از هر تکرار در تیمارها نمونه برداری انجام شد. پس از جدا کردن دانه‌ها در دمای 70 درجه سانتیگراد خشک شدند و عملکرد در واحد سطح بدست آمد. پس از جدا کردن دانه‌ها از کاه و کلش و خشک کردن در آون و انجام آسیاب، مقدار فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در دانه و کاه وکلش با روش‌های ارائه شده توسط موسسه تحقیقات خاک و آب اندازه‌گیری گردید (امامی، 1375). تحلیل آماری داده‌ها و همبستگی‌ها با استفاده از نرم افزار SAS انجام گردید.

نتایج و بحث

تجزیه شیمی خاک

نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از شخم در جدول 1 نشان داد که غلظت پتاسیم قابل جذب خاک 260 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در حد خیلی زیاد (دامنه 40>، 80-41، 120-81، 160-121 و بیشتر از 160 میلی-گرم در کیلوگرم پتاسیم قابل جذب خاک به ترتیب بیانگر مقادیر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد می‌باشد (هاولین[4] و همکاران 2005)) است. اما گیاه قادر به جذب این مقدار زیاد پتاسیم نمی‌باشد. در واقع با رفع

[1] Rao and Takker
[2] Page and Miller
[3] Klute and Campbell
[4] Havlin

محدودیت ازت، مهمترین عامل محدود کننده رشد گندم در محل آزمایش پتاسیم است (سبطی، 1386). فسفر قابل جذب خاک 7/33 میلی‌گرم در کیلوگرم خاک در حد متوسط (دامنه 3 >، 7-4، 11-8، 20-12 و 20 < میلی-گرم در کیلوگرم فسفر قابل جذب خاک که به ترتیب بیانگر مقادیر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد می‌باشد (هاولین و همکاران 2005)) بود. ازت خاک 0/11 درصد بود که در حد کم قرار داشت. هدایت الکتریکی عصاره اشباع خاک 0/6 دسی‌زیمس بر متر و واکنش گل اشباع 7/3 بود. درصد شن، سیلت و رس به ترتیب 18/47، 47/6 و 33/93 و بافت خاک لومی رسی سیلتی بود. جرم مخصوص ظاهری خاک در اعماق 8-0 و 16-8 سانتیمتر به ترتیب 1/52 و 1/67 بوده و همچنین مقدار جرم مخصوص حقیقی خاک در هر دو عمق 8-0 و 16-8 سانتیمتر 2/59 گرم بر سانتیمتر مکعب بوده است.

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر جرم مخصوص ظاهری خاک

نتایج تجزیه واریانس جرم مخصوص ظاهری خاک در دو عمق 8-0 و 16-8 سانتیمتر در جدول 2 نشان می‌دهد که در عمق 8-0 سانتیمتر در مراحل نمونه برداری قبل از پنجه‌زنی، پنجه‌زنی، قبل از خوشه‌دهی و خوشه دهی اثر تیمارها در سطح 1 درصد و در مرحله برداشت گندم در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌دار ایجاد کرد و در عمق 16-8 سانتیمتر نیز در مرحله خوشه‌دهی اثر تیمارها در سطح 1 درصد و در مراحل قبل از خوشه دهی و خمیری شدن در سطح 5 درصد اختلاف معنی‌دار ایجاد کرد.

جدول 3 مقایسه میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک متأثر از اعمال روش‌های مختلف خاک‌ورزی در دو عمق 8-0 و 16-8 سانتیمتر و در طول دوره رشد گندم (6 مرحله) را نشان می‌دهد. همان گونه که ملاحظه می‌شود در عمق 8-0 سانتیمتر در مرحله قبل از خوشه-دهی و در سایر مراحل دوره رشد گندم، کمترین و بیشترین مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک به ترتیب گاوآهن برگردان‌دار با یک بار دیسک و بدون خاک‌ورزی اختصاص یافت، بطوری که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای خاک‌ورزی وجود داشت. روند تغییرات مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در سایر تیمارهای خاک‌ورزی شرایط مشابهی را در پی داشت.

از نظر جرم مخصوص ظاهری خاک در بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی و در عمق 16-8 سانتیمتر، در دو مرحله قبل از پنجه زنی و برداشت اختلاف معنی-داری مشاهده نشد. اما در مراحل پنجه‌زنی، خوشه‌دهی و خمیری شدن اختلاف معنی‌ار در سطح 5 درصد وجود داشت. کمترین و بیشترین جرم مخصوص ظاهری خاک در مرحله قبل از خوشه‌دهی به ترتیب مربوط به روش خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک و روش بدون خاک‌ورزی اختصاص یافت (جدول 3). علت نتایج یاد شده را می‌توان در کیفیت خردکردن لایه‌های خاک توسط ماشین‌های خاک‌ورزی یاد شده در این مطالعه جستجو کرد. گاوآهن برگردان دار باعث برگردان کردن کامل لایه‌های خاک تا عمق 25 سانتیمتر شده و خلل و فرج خاک را تا این عمق افزایش می‌دهد و در نتیجه جرم مخصوص ظاهری خاک کاهش می‌یابد. خاک‌ورزی با رتیواتور باعث بر هم زدن و نرم کردن لایه سطحی خاک شده که منجربه کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک می‌گردد. خاک‌ورزی با دیسک نیز لایه‌های سطحی خاک را برش زده و جابجا هم می‌کند. گاوآهن چیزل خاک را به هم نمی‌زند، بلکه در خاک شکاف ایجاد می‌کند. در تیمار بدون خاک‌ورزی خاک اصلا به هم نمی‌خورد. به همین دلیل جرم مخصوص ظاهری آن در مقایسه با خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار بیشتر بود. جرم مخصوص ظاهری کمتر در لایه‌های سطحی خاک‌ورزی شده با گاوآهن برگردان‌دار در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی توسط رادکلیف[1] و همکاران (1988) و محبوبی و نومن فوزی (1371) گزارش شده است. الیس[2] و همکاران (1977) نیز روش‌های بدون خاک‌ورزی، قلمی و برگرداندار را مورد بررسی قرار داده و گزارش کردند که کمترین جرم مخصوص ظاهری خاک را در عمق 7/5-0 سانتیمتری خاک در خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار مشاهده نمودند. علت افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک در روش بدون خاک‌ورزی در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی در این اعماق این است که در روش بدون خاک‌ورزی فقط در زمان کاشت لایه سطحی خاک تا عمق قرار گرفتن بذر به کمک شیار بازکن دستی ساخته شده در کارگاه مزرعه تحقیقاتی دانشگاه شکافی ایجاد شد و اعماق پایین‌تر از عمق کاشت فشرده شده و چون خاک اصلاً به هم نمی‌خورد، با تأثیر عوامل آب و هوایی و انقباض و انبساط و حرکت اجزاء خاک، با گذشت زمان، این اجزاء بتدریج فضاهای خالی را پر می کنند و به هم نزدیک می‌شوند که در نتیجه جرم مخصوص ظاهری افزایش می‌یابد. در سیستم های بدون خاک‌ورزی این روند افزایش جرم مخصوص ظاهری تا قبل از رسیدن به یک تعادل نسبی بتدریج افزایش می‌یابد.

---

1. Radcliffe
2. Ellis

قبل از حصول این تعادل نسبی، خاک‌ورزی موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری می‌شود. انتظار می‌رود که با افزایش شدت خاک‌ورزی و یا تعداد سالانه خاک‌ورزی، میانگین جرم مخصوص ظاهری بیشتر کم شود. در خاک‌ورزی با دیسک خاک فقط تا عمق کاشت به هم می‌خورد (نرم می‌شود)، ولی اعماق پایین‌تر از عمق کاشت متأثر از ماشین آلات در زمان کاشت فشرده شده و سخت لایه در اعماق بالاتر بوجود آمده و منجربه افزایش جرم مخصوص ظاهری می‌شود.

از دیگر نتایج مستخرج از جدول 3 این است که میزان تغییرات جرم مخصوص ظاهری خاک در طول دوره رشد گندم در تمام تیمارهای خاک‌ورزی در عمق 16-8 سانتیمتر نسبت به عمق 8-0 بیشتر است. همچنین در هر دو عمق میزان تغییرات در روش بدون خاک‌ورزی نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی کمتر است و بیشترین مقدار تغییرات در عمق 16-8 سانتیمتر مربوط به خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار بدست آمد.

جدول 3 همچنین روند تغییرات جرم مخصوص ظاهری خاک در دو عمق 8-0 و 16-8 سانتیمتر ناشی از به کارگیری روش‌های مختلف خاک‌ورزی و در طی مراحل مختلف رشد گندم را نشان می‌دهد. روند تغییرات جرم مخصوص ظاهری خاک در مقابل روش‌های مختلف خاک‌ورزی اعمال شده در لایه بالایی مشابه به هم هستند، بجز در روش بدون خاک‌ورزی که اندکی از بقیه تیمارها فاصله گرفته است. در حالی که در لایه پایینی ناهمگونی زیادی در روند تغییرات مشاهده می‌شود. همانطور که اشاره شد این ناهمگونی زیاد در روند تغییرات می‌تواند ناشی از عمق کار هر یک از ماشین‌های خاک‌ورزی بکار رفته در این مطالعه و کیفیت عملیات شخم یا خاک‌ورزی باشد.

جدول 3 نشان می‌دهد که از مرحله قبل از پنجه زنی تا برداشت گندم مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق 8-0 سانتیمتر در تمام روش‌های مختلف خاک‌ورزی به طور معنی‌داری افزایش یافت و این افزایش در روش بدون خاک‌ورزی نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی کمتر بود ولی در عمق 16-8 سانتیمتر از مرحله قبل از پنجه‌زنی تا برداشت گندم مقدار جرم مخصوص ظاهری خاک در تمام روش‌های خاک‌ورزی افزایش یافت و این افزایش برای تیمارهای خاکورزی برگرداندار با یک بار دیسک و تیمار دیسک معنی‌دار بود ولی برای سایر روش‌های خاک‌ورزی معنی‌دار نبوده است. ظاهراً این تغییرات در افق 8-0 سانتیمتر که بیشتر در معرض عوامل محیطی قرار دارد از افق 16-8 سانتیمتر بیشتر شده است. قطرات باران بر اثر ضربه‌زدن به ذرات خاک، آنها را پراکنده کرده و باعث می‌شود که منافذ خاک بسته شده و جرم مخصوص ظاهری خاک افزایش یابد. علت اختلاف جرم مخصوص ظاهری در مراحل مختلف نمونه برداری در هر تیمار خاک‌ورزی این است که وزن مخصوص ظاهری بلافاصله پس از اعمال تیمارهای خاکورزی کاهش می‌یابد. با گذشت زمان و با تأثیر عوامل آب و هوایی (بارندگی و دما) و تورم و انقباض و حرکت اجزاء خاک، ذرات خاک با جابجایی به هم نزدیک می‌شوند و فضاهای خالی بین ذرات را پر می‌کنند که نتیجه آن افزایش تدریجی جرم مخصوص ظاهری خاک است. جودی و موحدی نائینی (1386) در اراضی محل تحقیق حاضر، با اختلاط برخی مواد معدنی و آلی با خاک ابتدا کاهش وزن مخصوص ظاهری و با گذشت زمان در طی فصل رشد افزایش تدریجی جرم مخصوص ظاهری را ملاحظه نمودند. رادکلیف[1] و همکاران (1988) نیز نشان دادند که به مرور زمان در طول فصل رشد ذرات خاک در خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار باعث مسدود شدن منافذ خاک شده و جرم مخصوص ظاهری خاک در طول فصل رشد افزایش یافت.

جدول 4 نشان می‌دهد که میانگین جرم مخصوص ظاهری در عمق 16-0 سانتیمتر از مرحله پنجه‌زنی تا مرحله برداشت در روش‌های خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک و نظام بدون خاک‌ورزی به ترتیب کمترین و بیشترین مقدار را دارا بودند و از لحاظ آماری با هم اختلاف معنی‌داری داشتند اما در مرحله پنجه‌زنی کمترین مقدار مربوط به خاک‌ورزی با روتیواتور بود و با نظام بدون خاک‌ورزی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری داشت.

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی **بر برخی صفات زراعی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم**

اثر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر برخی صفات زراعی، عملکرد و اجزاء عملکرد گندم در جدول 5 نشان داده شده است. بیشترین و کمترین وزن ریشه در دو مرحله قبل از خوشه‌دهی و برداشت، به ترتیب در خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک و نظام بدون خاک‌ورزی مشاهده شد، به طوری که در مرحله قبل از خوشه‌دهی اختلاف معنی‌داری بین خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک با سایر روش‌های خاک‌ورزی دیده شد. در مرحله برداشت، مقدار وزن ریشه در خاک‌ورزی با دیسک اختلاف معنی‌داری را نسبت به

1. Radcliffe

سایر روش‌های خاک‌ورزی داشت. میزان جذب عناصر غذایی فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم توسط دانه گیاه در روش خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک از همه بیشتر و در روش بدون خاک‌ورزی کمترین مقدار را دارا بود. بیشترین و کمترین مقدار جذب پتاسیم، کلسیم و منیزیم توسط کاه به ترتیب مربوط به خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک و نظام بدون خاک‌ورزی بود. اما بیشترین و کمترین مقدار برداشت فسفر توسط کاه در تیمار خاک‌ورزی با روتیواتور و نظام بدون خاک‌ورزی مشاهده شد. در مقدار فسفر دانه و کاه اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. اما در سایر عناصر غذایی اختلاف معنی‌داری بین روش‌های خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک و نظام بدون خاک‌ورزی وجود داشت (جدول6). بیشترین و کمترین عملکرد دانه و کاه، تعداد خوشه در مترمربع و تراکم بوته به ترتیب مربوط به تیمار خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک و نظام بدون خاک‌ورزی بود و اختلاف معنی‌داری بین آنها وجود داشت با توجه به کاهش تراکم گیاه با روش بدون خاکورزی، آزمایشات تراکم کاشت بذر به انتخاب بهترین تراکم کمک می‌کنند. ولی با توجه به کاهش وزن ریشه و تعداد خوشه در واحد سطح با روش‌های کم و بدون خاکورزی بنظر نمی‌رسد با انتخاب تراکم بهینه کاشت بذر بتوان کاهش عملکرد را نسبت به روش‌های رایج بطور قابل توجهی جبران کرد (جدول 5). افزایش عملکرد دانه در تیمارهای خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک، خاک‌ورزی با روتیواتور، خاک‌ورزی با دیسک و خاک‌ورزی با چیزل نسبت به نظام بدون خاک‌ورزی به ترتیب 68/9، 50، 26/67 و 15/3 درصد بوده است و همچنین افزایش عملکرد کاه در تیمارهای خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک، خاک‌ورزی با روتیواتور، خاک‌ورزی با دیسک و خاک‌ورزی با چیزل نسبت به نظام بدون خاک‌ورزی به ترتیب 58/61، 51/23، 40/61 و 14/72 درصد شد. در واقع با افزایش شدت خاک‌ورزی مقدار عملکرد نیز افزایش یافت. کاهش عملکرد در روش بدون خاک‌ورزی در مقایسه با سایر روش‌های خاک‌ورزی می‌تواند به دلایل زیر باشد. جرم مخصوص ظاهری خاک در این روش نسبت به سایر روش‌های خاک‌ورزی در هر دو عمق بیشتر بود، که این موضوع به دلیل وجود سخت لایه در این روش می‌باشد. اثر فشردگی لایه‌های زیرین خاک بر رشد ریشه ممکن است مستقیماً تحت تأثیر مقاومت مکانیکی خاک و یا به صورت غیر مستقیم متأثر از مقدار اکسیژن خاک و قابلیت دسترسی عناصر غذایی و وضعیت آب خاک باشد. گسترش کمتر ریشه در روش بدون خاک‌ورزی باعث می‌شود گیاه نتواند آب و عناصر غذایی مورد نیاز خود را جذب کند. پالا[1] و همکاران (1998) گزارش کردند که مصرف آب در روش بدون خاک‌ورزی نسبت به خاک‌ورزی‌های رایج کمتر بود. ویلهلم[2] و همکاران (1989) کاهش عملکرد گندم دیم را در روش بدون خاک‌ورزی را به کاهش رشد ریشه و محدودیت جذب آب نسبت داده است. اوسیبل[3] (1992) نیز گزارش کرد که ریشه‌های موجود در منطقه فشرده خاک، ضخیم‌تر و کوتاه‌تر بودند که همین موضوع باعث کاهش عملکرد دانه و کاه گردید. رقابت علف‌های هرز مزرعه به ویژه علف‌های هرز برگ باریک با گیاه اصلی برای کسب منابع محیطی نیز یکی دیگر از عوامل کاهش عملکرد در روش بدون خاک‌ورزی بود.

جدول 7 ضرایب همبستگی ویژگی‌های رشد گندم با جرم مخصوص ظاهری در دو عمق 8-0 و 16-8 سانتیمتر را نشان می‌دهد. بیشترین همبستگی منفی بین جرم مخصوص ظاهری خاک با وزن ریشه (در مرحله برداشت) در هر دو عمق و در مرحله قبل از خوشه دهی در عمق 8-0 سانتیمتر وجود داشت، و برابر با 0/758- بود. این ضریب همبستگی در عمق 16–8 سانتیمتر در مرحله خوشه دهی برابر 0/638- شد. همبستگی زیادی بین عملکرد دانه و کاه با جرم مخصوص ظاهری در عمق 8-0 سانتیمتر در مرحله قبل از خوشه دهی وجود داشت و در سایر مراحل رشد گندم بجز مرحله خوشه‌دهی برای کاه همبستگی بالایی وجود نداشت. بیشترین همبستگی بین تعداد خوشه با جرم مخصوص ظاهری خاک در اعماق 8-0 و 16-8 سانتیمتر به ترتیب در مراحل قبل از خوشه‌دهی (r= -0/711) و خوشه‌دهی (r= -0/659) حاصل شد. بیشترین همبستگی بین تعداد دانه در سنبله با جرم مخصوص ظاهری خاک در عمق 8-0 سانتیمتر در مرحله قبل از خوشه‌دهی اتفاق افتاد. جرم مخصوص ظاهری خاک بر تراکم گندم مؤثر بود و بیشترین همبستگی (0/701-) در عمق 8-0 سانتیمتری خاک زراعی در مرحله قبل از خوشه‌دهی دیده شد. که نشان می‌دهد جرم مخصوص ظاهری خاک، جوانه‌زنی بذر و خروج گیاهچه از خاک را به شدت تحت تأثیر قرار داده است.

همبستگی معنی‌داری بین عملکرد دانه با تعداد خوشه در مترمربع، تراکم بوته، عملکرد کاه وکلش، وزن

1. Pala
2. Wilhelm
3. Ossible

هزار دانه (در سطح 1%) و تعداد دانه در سنبله (در سطح 5%) وجود داشت. همچنین همبستگی معنی‌داری در سطح 1% بین وزن ریشه در هر دو مرحله با تعداد خوشه در واحد سطح، تراکم بوته و عملکرد دیده شد. بنظر می‌رسد تعداد خوشه در واحد سطح و تراکم بوته بیشتر تحت تأثیر وزن ریشه باشد زیرا خروج گیاهچه و تراکم آن به خروج ریشچه از بذر و مقاومت مکانیکی خاک وابسته است و نیز وزن ریشه نیز تابعی از میزان خروج ریشچه از بذر است و در نتیجه با افزایش شدت خاک‌ورزی و در نتیجه افزایش وزن ریشه در هر دو مرحله، تعداد خوشه در واحد سطح و تراکم افزایش یافت. بین تعداد خوشه در مترمربع با تراکم بوته و عملکرد کاه وکلش همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح 1% وجود داشت. به نظر می‌رسد که عملکرد دانه بیشتر تحت تأثیر تعداد خوشه در مترمربع، و عملکرد کاه وکلش تحت تأثیر تراکم گیاه واقع شده باشد (جدول 8).

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که جرم مخصوص ظاهری خاک و توسعه رشد ریشه دو عامل مهم در تعیین عملکرد گندم است. در خاک‌ورزی با گاوآهن برگرداندار با یک بار دیسک، علاوه بر کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک، باعث افزایش رشد و توسعه ریشه گندم و افزایش سطح تماس ریشه با خاک و همچنین افزایش جذب عناصر غذایی شده است که افزایش عملکرد گندم را بدنبال داشت. با رفع محدودیت ازت، مهمترین عامل محدود کننده رشد گندم در محل آزمایش پتاسیم است و افزایش رشد ریشه احتمالاً از طریق افزایش جذب پتاسیم موجب افزایش عملکرد گردیده است. با توجه به عملکرد پایین در روش بدون خاک‌ورزی بنظر می‌رسد استفاده از روش بدون خاک‌ورزی حداقل برای چند سال اول موجب محدودیت رشد گندم گردد که استفاده از این روش باید با تمهیدات لازم برای تأمین پتاسیم گیاه توأم باشد. پس از چند سال مداوم در استفاده از این روش و افزایش تجمع مواد آلی در سطح خاک ممکن است نیاز کودی پتاسیم با رشد ریشه و نیز تأمین پتاسیم از طریق منابع آلی کاهش یابد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات استاد راهنما بزرگوارم جناب آقای دکتر سید علیرضا موحدی نائینی، دکتر حسینعلی شمس آبادی استادیار گروه ماشین آلات کشاورزی، مهندس محمد عجمی و مهندس محمدزمان علاالدین کارشناسان آزمایشگاه گروه علوم خاک دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان کمال تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

جدول 1- نتایج تجزیه فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش پیش از کشت

سیلت	شن	رس	آهک	ماده آلی	نیتروژن	فسفر	پتاسیم	pH	EC (dS/m)	سطح ویژه
47/6	18/47	33/93	16/7	0/67	0/11	7/33	260	7/33	0/6	130

سیلت، شن، رس، آهک، ماده آلی و نیتروژن برحسب درصد هستند

فسفر و پتاسیم برحسب میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک هستند

سطح ویژه برحسب مترمربع بر گرم هست

جدول 2- تجزیه واریانس جرم مخصوص ظاهری خاک دردو عمق 8-0 و 16-8 سانتیمتر در مراحل مختلف رشد گیاه گندم

		میانگین مربعات					
منابع تغییر	درجه آزادی	قبل از پنجه‌زنی	پنجه‌زنی	قبل از خوشه‌دهی	خوشه‌دهی	خمیری شدن	برداشت
		عمق 8-0 cm					
تیمار	4	$0/123^{**}$	$0/058^{**}$	$0/046^{**}$	$0/024^{**}$	$0/017^{ns}$	$0/01^{*}$
بلوک	3	$0/012^{ns}$	$0/014^{ns}$	$^{U}/01^{ns}$	$0/013^{*}$	$0/003^{ns}$	$0/003^{ns}$
خطای آزمایش	12	0/0189	0/011	0/003	0/003	0/007	0/0026
		عمق 16-8 cm					
تیمار	4	$0/004^{ns}$	$0/004^{ns}$	$0/018^{*}$	$0/019^{**}$	$0/0074^{*}$	$^{U}/002^{ns}$
بلوک	3	$0/002^{ns}$	$^{U}/0017^{ns}$	$^{U}/0087^{ns}$	$0/013^{*}$	$0/025^{**}$	$^{U}/006^{ns}$
خطای آزمایش	12	0/0052	0/0022	0/0041	0/0029	0/0027	0/012

ns اختلاف معنی داری وجود ندارد * معنی دار در سطح 0/05 ** معنی دار در سطح 0/01

جدول 3- اثر روش های مختلف خاک‌ورزی بر میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتیمتر مکعب) در دو عمق 8-0 و 16-8 سانتیمتر در طول دوره رشد گندم

روش های خاک‌ورزی	قبل از پنجه زنی	پنجه‌زنی	قبل از خوشه‌دهی	خوشه‌دهی	خمیری شدن	برداشت
			0-8 cm			
MP	$1/17^{b}_{c}$	$1/28^{b}_{abc}$	$1/24^{c}_{bc}$	$1/30^{b}_{ab}$	$1/32^{b}_{ab}$	$1/38^{c}_{a}$
RP	$1/18^{b}_{b}$	$1/297^{b}_{ab}$	$1/33^{bc}_{ab}$	$1/31^{b}_{ab}$	$1/35^{b}_{ab}$	$1/42^{bc}_{a}$
DH	$1/37^{b}_{ab}$	$1/36^{b}_{ab}$	$1/34^{bc}_{ab}$	$1/32^{b}_{b}$	$1/36^{b}_{ab}$	$1/49^{ab}_{a}$
CP	$1/32^{b}_{b}$	$1/43^{ab}_{a}$	$1/37^{b}_{ab}$	$1/38^{b}_{ab}$	$1/35^{b}_{ab}$	$1/44^{abc}_{a}$
NT	$1/60^{a}_{a}$	$1/58^{a}_{ab}$	$1/53^{a}_{abc}$	$1/49^{a}_{c}$	$1/49^{a}_{c}$	$1/51^{a}_{bc}$
			8-16 cm			
MP	$1/50^{a}_{ab}$	$1/50^{b}_{ab}$	$1/46^{b}_{b}$	$1/47^{c}_{ab}$	$1/51^{b}_{ab}$	$1/59^{a}_{a}$
RP	$1/47^{a}_{a}$	$1/54^{ab}_{a}$	$1/56^{a}_{a}$	$1/53^{bc}_{a}$	$1/59^{ab}_{a}$	$1/57^{a}_{a}$
DH	$1/54^{a}_{b}$	$1/58^{a}_{ab}$	$1/61^{a}_{ab}$	$1/64^{a}_{a}$	$1/61^{a}_{ab}$	$1/62^{a}_{a}$
CP	$1/54^{a}_{a}$	$1/56^{ab}_{a}$	$1/55^{a}_{a}$	$1/59^{ab}_{a}$	$1/55^{ab}_{a}$	$1/62^{a}_{a}$
NT	$1/55^{a}_{a}$	$1/58^{a}_{a}$	$1/63^{a}_{a}$	$1/63^{a}_{a}$	$1/61^{a}_{a}$	$1/62^{a}_{a}$

حروف مشابه در هر ستون و ردیف نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر مبنای آزمون LSD در سطح 5 درصد

حروف بالای اعداد نشان دهنده مقایسه میانگین روش‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر آماری است

حروف پایین اعداد نشان دهنده مقایسه میانگین در طول رشد گندم از نظر آماری است

جدول 4- اثر روش های مختلف خاک‌ورزی بر میانگین جرم مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتیمتر مکعب) در عمق 16-0 سانتیمتر در طول دوره رشد گندم

روش خاک‌ورزی	قبل از پنجه‌زنی	پنجه‌زنی	قبل از خوشه‌دهی	خوشه‌دهی	خمیری شدن	برداشت
MP	$1/33^{c}$	$10/39^{c}$	$1/35^{c}$	$1/39^{c}$	$1/41^{b}$	$1/48^{c}$
RP	$1/32^{c}$	$1/42^{bc}$	$1/44^{b}$	$1/42^{c}$	$1/47^{ab}$	$1/49^{bc}$
DH	$1/46^{b}$	$1/47^{bc}$	$1/47^{b}$	$1/48^{b}$	$1/48^{ab}$	$1/55^{ab}$
CP	$1/43^{bc}$	$1/50^{ab}$	$1/46^{b}$	$1/49^{b}$	$1/45^{b}$	$1/53^{abc}$
NT	$1/58^{a}$	$1/58^{a}$	$1/58^{a}$	$1/56^{a}$	$1/55^{a}$	$1/56^{a}$

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر مبنای آزمون LSD در سطح 5 درصد می‌باشد

جدول 5- اثر روش‌های مختلف خاک ورزی بر عملکرد دانه و کاه (کیلوگرم بر هکتار)، وزن هزار دانه (گرم).تعداد خوشه در متر مربع، تعداد دانه در خوشه، وزن خشک ریشه (کیلوگرم بر هکتار) و تراکم (تعداد بوته در مترمربع) گیاه گندم

روش خاک ورزی	عملکرد خشک دانه	عملکرد کاه	وزن هزار دانه	تعداد دانه در سنبله	تعداد خوشه در متر مربع	وزن ریشه (قبل از خوشه دهی)	وزن ریشه (برداشت)	تراکم گیاه
MP	$2166/2^{a}$	$4872/7^{a}$	$32/21^{a}$	$32/90^{ab}$	$351/68^{a}$	$2371/6^{a}$	3155^{a}	$233/87^{a}$
RP	$1958/4^{ab}$	$4646/0^{a}$	$30/94^{a}$	$29/79^{ab}$	$340/48^{a}$	$1877/3^{b}$	$2726/3^{a}$	$232/61^{a}$
DH	$1653/7^{abc}$	$4319/7^{ab}$	$32/66^{a}$	$34/01^{a}$	$232/99^{bc}$	$1113/8^{c}$	$1738/3^{b}$	$190/94^{ab}$
CP	$1505/4^{c}$	$3524/2^{ab}$	$37/38^{a}$	$27/81^{bc}$	$192/33^{c}$	$488/7^{d}$	$1038/4^{c}$	$158/05^{b}$
NT	$1305/6^{c}$	$3072/1^{b}$	$38/26^{a}$	$22/69^{c}$	$176/99^{c}$	$452/4^{d}$	$899/2^{c}$	$152/23^{b}$

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی‌دار بر مبنای آزمون LSD در سطح 5 درصد می‌باشد

جدول 6- اثر روش‌های مختلف خاک ورزی بر میانگین جذب عناصر فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم توسط گیاه گندم (کیلوگرم در هکتار)

	دانه				کاه			
تیمار	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم	فسفر	پتاسیم	کلسیم	منیزیم
MP	6/46^{a}	10/52^{a}	1/45^{a}	3/30^{a}	4/56^{a}	45/61^{a}	5/52^{a}	6/78^{a}
RP	5/71^{a}	8/51^{ab}	1/29^{ab}	3/26^{a}	5/00^{a}	33/43^{abc}	3/76^{ab}	6/49^{a}
DH	4/60^{a}	6/81^{ab}	0/93^{ab}	2/56^{ab}	3/96^{a}	34/88^{ab}	3/14^{ab}	4/86^{ab}
CP	4/20^{a}	5/55^{ab}	0/86^{b}	2/36^{ab}	4/18^{a}	18/31^{bc}	3/13^{ab}	4/74^{ab}
NT	4/07^{a}	4/51^{b}	0/70 ^{b}	2/06^{b}	3/27^{a}	14/04^{c}	2/51^{b}	4/13^{b}

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار بر مبنای آزمون LSD در سطح 5 درصد

جدول 7- ضرایب همبستگی ویژگی‌های رشد گندم با جرم مخصوص ظاهری در اعماق 8-0 و 16-8 سانتیمتر خاک

ویژگی‌های رشد	عمق	قبل از پنجه‌زنی	پنجه‌زنی	قبل از خوشه‌دهی	خوشه‌دهی	خمیری‌شدن دانه	برداشت
وزن ریشه	8-0	-0/647**	-0/711**	-0/73**	-	-	-
(قبل از خوشه دهی)	16 -8	-0/282^{ns}	-0/543*	-0/585**	-	-	-
وزن ریشه(برداشت)	8-0	-0/652**	-0/681**	-0/758**	-0/561*	-0/442^{ns}	-0/567**
	16 -8	-0/228^{ns}	-0/487*	-0/528*	-0/638**	-0/389^{ns}	-0/164
عملکرد دانه	8-0	-0/478*	-0/402^{ns}	-0/711**	-0/56*	-0/389^{ns}	-0/489*
	16 -8	-0/106^{ns}	-0/32^{ns}	-0/498*	-0/561*	-0/659**	-0/028^{ns}
عملکرد کاه	8-0	-0/447*	-0/434^{ns}	-0/753**	-0/648**	-0/408^{ns}	-0/239^{ns}
	16 -8	-0/044^{ns}	-0/244^{ns}	-0/309^{ns}	-0/526*	-0/686**	0/015^{ns}
تعداد خوشه	8-0	-0/6**	-0/596**	-0/716**	-0/606**	-0/288^{ns}	-0/489*
	16 -8	-0/24^{ns}	-0/376^{ns}	-0/54*	-0/659**	-0/415^{ns}	-0/129^{ns}
تعداد دانه در سنبله	8-0	-0/371^{ns}	-0/476*	-0/627**	-0/571**	-0/486*	-0/244^{ns}
	16 -8	-0/044^{ns}	-0/0589^{ns}	-0/372^{ns}	-0/13^{ns}	-0/342^{ns}	0/095^{ns}
وزن هزار دانه	8-0	0/361^{ns}	0/363^{ns}	0/624**	0/6**	0/228^{ns}	0/135^{ns}
	16 -8	-0/105^{ns}	0/147^{ns}	0/291^{ns}	0/436^{ns}	0/664**	-0/129^{ns}
تراکم	8-0	-0/6**	-0/561**	-0/701**	-0/604**	-0/295^{ns}	-0/288^{ns}
	16 -8	-0/199^{ns}	-0/251^{ns}	-0/529*	-0/565*	-0/534*	-0/185^{ns}

ns همبستگی معنی‌داری وجود ندارد * معنی‌دار در سطح احتمال 0/05 ** معنی‌دار در سطح احتمال 0/01

جدول 8- ضریب همبستگی عملکرد دانه، اجزاء عملکرد و برخی صفات زراعی گیاه گندم

		1	2	3	4	5	6	7	8
1	عملکرد دانه	1							
2	وزن هزار دانه	-0/716**	1						
3	تعداد دانه در سنبله	0/543*	-0/416^{ns}	1					
4	تعداد خوشه در مترمربع	0/817**	-0/656**	0/473*	1				
5	عملکرد کاه	0/856**	-0/871**	0/482*	0/777**	1			
6	تراکم گیاه	0/799**	-0/766**	0/512*	0/91**	0/855**	1		
7	وزن ریشه (قبل خوشه دهی)	0/744**	-0/487*	0/552*	0/896**	0/62**	0/765**	1	
8	وزن ریشه (برداشت)	0/733**	-0/517*	0/662**	0/879**	0/676**	0/811**	0/977**	1

ns همبستگی معنی‌داری وجود ندارد * معنی‌دار در سطح احتمال 0/05 ** معنی‌دار در سطح احتمال 0/01

فهرست منابع:

۱. امامی، ع. 1375. روش‌های تجزیه گیاه. جلد اول، نشریه فنی شماره 982، مؤسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت کشاورزی. 128 ص.

۲. جودی، ز. و س. ع. موحدی نائینی. 1386. تأثیر زئولیت، لیکا و کمپوست بر دما و رطوبت خاک. مجله علوم و صنایع کشاورزی – ویژه خاک، آب و هوا، سال بیست و یکم. (2): 35-46.

۳. سبطی، م. 1386. رشد جمعیت میکروبی و ازتوباکتر با اضافه کردن ورمی کمپوست به خاک و تأثیر جمعیت میکروبی بر رشد و عملکرد گیاه گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. 1-110

۴. طالبی زاده، ع. 1388. بررسی کاربرد کودهای فسفره با مبانی کلسیم، آمونیوم و پتاسیم و تأثیر بر جذب پتاسیم توسط گندم زمستانه دیم در خاک لسی تثبیت کننده پتاسیم با رس غالب میکای هوازده. پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

۵. عظیم زاده، م.، ع. کوچکی، و م. بالا. 1381. بررسی اثر روش‌های مختلف شخم بر جرم مخصوص ظاهری، تخلخل، رطوبت خاک و عملکرد گندم در شرایط دیم. مجله علوم زراعی ایران. 4(3): 209-224.

۶. محبوبی، ع. و. و ر. ل. نومن فوزی. 1371. اثر بیست و هشت سال شخم بر دو نوع خاک در اوهایو. برگزیده مقالات سومین کنگره علوم خاک ایران. انجمن خاکشناسی ایران.

7. Amini, S., and S. A. R. Movahedi Naeini. 2013. Effects of Paper Mill Sludge Application on Physical Properties of an Illitic Loess Slowly Swelling Soil With High Specific Surface Area And Wheat Yield In a Temperate Climate. Journal of Agricultural Science. 1: 295-313.
8. Ankeny, M.D., T.C. Kaspar., and M. A. Prieksat. 1995. Traffic effect on water infiltration in chisel plow and no tillage system. Soil Sci. Soc .Am. J. 59:200-204.
9. Ankenny, M.D., T.C. Kaspar., and R. Horton. 1990. Characterization of tillage and traffic effects on unconfined infiltration measurements. Soil Sci. Am. J. 54, 837–840.
10. Atwell, B. J. 1988. Physiological response of Luin roots to soil compaction. Plant soil. 111:277-281.
11. Cassel, C.W., D.K. Raczkowski., and H.P. Denton. 1995. Tillage effects on corn production and soil physical conditions. Soil Sci. Soc. Am. J. 59: 1436-1443.
12. Chassot, A., P. Stamp., and W. Richner. 2001. Root distribution and morphology of maize seedling as affected by tillage and fertilizer placement. Plant Soil 231, 123–135.
13. Cornish, P. S., and J. R. Lymbery. 1987. Reduced early of direct drilled wheat in southern new south Wales: Causes and consequences. Aust. J. Exp. Agric. 27:869-880.
14. Dolan, M. S., R. H. Dowdy., W. B. Voorhees., J. F. Johnson., and A.M. Bidwellschradar. 1992. Corn phosphorus and potassium uptake in response to soil compaction. Agron. J. 84:639-642.
15. Ellis, F. B., and J. G. E. Elliot. 1977. Comparison of direct drilling, reduced cultivation and ploughing on the growth of cereals. J. Agric. Sci. Camb. 89: 631-642.
16. Havlin, J.L., Bbeaton, J.D., Tisdale, S.L., and Nelson, W.L. 2005. Soil fertility and fertilizers. Prentice, Hall. U.S.A. 517p.
17. Klute, A and G. S. Campbell. 1986. Method of Soil Analysis (part 1) Physical and mineralogical methods. Soil Science Society of America.
18. Linderman, G. E., and G. W. Randel. 1982. Soil campaction effects on soybean nodulation, N2 (C2H4) fixation and seed yield. Agron . J.74:307-310.
19. Ossible, M., R. K. Crookston., and W. E. Larson. 1992. Sub surface compaction reduces the root and shoot growth and gain yield of wheat. Agron. J. 84:34 -38.

20. Osunbitan, J., and A. Oyedele. 2005. Tillage effects on bulk density, hydraulic conductivity and strength of a loamy sand soil in southwestern Nigeria .Soil Till Res. 82: 57-64.
21. Page, A. L., and R. H. Miller. 1982. Method of Soil Analysis.Part 2, Chemical and microbiological properties, Secound Edition, No. 9.
22. Pala, M., J. Rayan., H. C. Harris., R. Makboul., and S. Dozom. 1998. Tillage systems and stubble management in a mediteranean-type environment N. R. M. P, ICARDA.
23. Radcliffe, D. E., E. W. Tollner., and W. L. Hargrove. 1988. Effect of tillage practices on infiltration and soil strength of a typic hapludult soil after ten years. Soil Sci. Soc. Am. J. 52: 798-804.
24. Rao, C. S., and P. N. Takker. 1997. Evaluation of differentextractants for measuring the soil potassium and determination of critical levels for plant available K in smectitic soils for sorghum. J. Indin Soc Soil Sci. 45:113-119.
25. Tachett, J. L., and R. W. Pearson. 1964. Oxygen requirements of cotton seedling roots for peneteration of compacted core. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 28:600-605.
26. VanOuwerkerk, C., and F. R. Boone. 1970. Soil physical aspects of zerotillage experiments. Neth. J. Agric. Sci. 18, 247–261.
27. Wilhelm, W. W., H. Bouzerzour., and J. F. Power. 1989. Soil disturbance residue management effect on winter wheat growth and yield. Agron. J.81:581-588.
28. Wittsell, L. E., and J. A. Hobbs. 1965. Soil compaction effect on field plant growth.Agron. J.54:534-537.