نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۵، ص ۱۱۳-۱۰۲

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 6, No. 1, Spring - Summer 2016, p. 102-113

تعیین مقدار بقایای گیاهی، ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک در سیستم‌های خاک‌ورزی مختلف

پرویز احمدی مقدم[1*] - لعیا افتخاری[2] - عارف مردانی[3] - حبیب خداوردیلو[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۰۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۵/۲۵

چکیده

روش‌های خاک‌ورزی حفاظتی که با مدیریت مناسب بقایای محصول همراه باشد یکی از راه‌کارهای مؤثر در جلوگیری از فرسایش خاک، کاهش آلودگی هوا، کاهش مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ها در کشاورزی به‌شمار می‌رود. در این تحقیق، تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر پوشش بقایای گیاهی، مقاومت مکانیکی خاک و پایداری خاکدانه‌ها مورد بررسی قرار گرفت. همچنین تأثیر درصدهای مختلف بقایای گیاهی بر مقاومت غلتشی چرخ غیرمحرک در محیط انباره خاک مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشات مزرعه‌ای به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی انجام شد. روش‌های مختلف خاکورزی در سه تیمار (گاوآهن برگردان‌دار، گاوآهن بشقابی و گاوآهن چیزل) با چهار تکرار صورت گرفت. مقادیر بقایای گیاهی با استفاده از دو روش برش عرضیِ خطی و روش پردازش تصویر محاسبه گردید. آزمایشات مربوط به مقاومت غلتشی نیز در محیط انباره خاک و در سه سطح ۱۰، ۵۰ و ۹۰ درصد انجام گرفت. نتایج نشان داد که با افزایش شدت خاک‌ورزی، پایداری خاکدانه‌ها کاهش یافته است، به‌طوری‌که کمترین مقدار پایداری خاکدانه مربوط به تیمارهای خاک‌ورزی شده با گاوآهن برگردان‌دار و بیشترین مقدار پایداری مختص تیمار خاک‌ورزی شده با گاوآهن چیزل و بشقابی به‌دست آمد. نتایج حاصل از بررسی اثر بقایای گیاهی بر مقاومت غلتشی چرخ نشان داد که مقاومت غلتشی تیمارهای مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌داری ندارند. در نهایت استفاده از گاوآهن بشقابی به‌دلیل داشتن درصد بالایی از پوشش بقایای گیاهی و کاهش چشمگیر مقاومت مکانیکی و جرم ویژه ظاهری و نیز حفظ پایداری خاکدانه‌ها، به‌عنوان ابزار مناسب خاک‌ورز در این تحقیق توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: خاک‌ورزی حفاظتی، مدیریت بقایای گیاهی، مقاومت غلتشی

مقدمه

اغلب خواص فیزیکی خاک مانند جرم ویژه ظاهری، هدایت هیدرولیکی، پایداری خاکدانه‌ها، پوشش بقایای سطحی، ناهمواری سطحی، رطوبت و سرعت نفوذ آب به داخل خاک و نیز خواص مکانیکی آن مانند مقاومت مکانیکی خاک تحت تأثیر روش‌های خاک‌ورزی می‌باشد (Lampurlanes and Cantero-Mrtinez, 2006). از مشکلات جدی در امر کشاورزی فرسایش خاک‌های کشاورزی بوده که در چند دهه اخیر به دلیل افزایش شدت خاک‌ورزی به سرعت افزایش یافته است. این پدیده بیشتر در خاک‌هایی اتفاق می‌افتد که اراضی دارای شیب بوده و یا فاقد مواد آلی و بقایای گیاهی سطحی باشد. خاک‌ورزی حفاظتی نقش مهمی در به حداقل رساندن فرسایش خاک و بهبود کیفیت آن دارد، از این رو در سال‌های اخیر مورد توجه بسیاری از محققان و کشاورزان قرار گرفته است (Sparrow *et al.*, 2006). خاک‌ورزی حفاظتی با نگه داشتن بخشی از بقایای گیاهی بر روی سطح خاک و همچنین افزایش مواد آلی خاک و نیز افزایش پایداری خاکدانه‌ها موجب کاهش فرسایش خاک می‌گردد. اسپارو و همکاران (Sparrow *et al.*, 2006) با تحقیق بر روی تأثیرات بلندمدت سیستم‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایا بر خواص کیفی خاک، ثابت کردند که سیستم‌های خاک‌ورزی با شدت کم، موجب بهبود مواد آلی و معدنی و همین‌طور حفظ رطوبت خاک می‌شود. روستا (Rousta, 2009) با تحقیق بر روی اثر روش‌های خاک‌ورزی بر میزان ماده آلی و پایداری خاکدانه‌ها نشان داد که تیمارهای خاک‌ورزی حداقل و حفاظتی در مقایسه با تیمار خاک‌ورزی مرسوم، باعث افزایش معنی‌دار مقدار ماده آلی خاک و پایداری

۱- استادیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ارومیه
(*- نویسنده مسئول: Email: p.ahmadi@urmia.ac.ir)
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ارومیه
۳- دانشیار، گروه مهندسی مکانیک بیوسیستم، دانشگاه ارومیه
۴- دانشیار، گروه مهندسی علوم خاک، دانشگاه ارومیه

خاکدانه‌ها شده است. باسچر و همکاران (Busscher *et al.*, 2000) در تحقیقی نشان دادند که خاک‌ورزی عمیق در شروع هر فصل زراعی، شاخص مخروطی را کاهش و عملکرد را افزایش می‌دهد. حاج‌عباسی و همکاران (Hajabbasi *et al.*, 2007) با بررسی تأثیر دو روش بی‌خاک‌ورزی (NT) و خاک‌ورزی مرسوم (CT) بر ویژگی‌های فیزیکی یک خاک رسی سیلتی در اصفهان، طی دو سال نشان دادند که NT باعث افزایش ماده آلی خاک تا دو برابر نسبت به CT شد، همچنین چگالی ظاهری و شاخص مخروطی تحت هر دو روش یکسان بود. افضلی‌نیا و ذبیحی (Afzalinia and Zabihi, 2014) مطالعاتی را به منظور بررسی اثر خاک‌ورزی حفاظتی بر تراکم خاک در طی دوره رشد ذرت انجام دادند که نتایج نشان داد نوع روش خاک‌ورزی و عمق بر چگالی ظاهری خاک تأثیر معنی‌داری داشته است. بیشترین مقدار چگالی ظاهری خاک مربوط به روش بی‌خاکورزی و سطح اول عمق (۰/۱۰-۰ متر) گزارش شد. شاخص مخروطی نیز تحت تأثیر روش‌های خاک‌ورزی و عمق خاک، تغییرات معنی‌داری داشته است و بیشترین مقدار آن مختص روش بی‌خاکورزی و سطح سوم عمق (۰/۳۰-۰/۲۰ متر) به‌دست آمد. رابی و همکاران (Rabi *et al.*, 2011) طی پژوهشی که در شمال چین انجام گرفت، نشان دادند که در تمام لایه‌های خاک، چگالی ظاهری خاک در خاک‌ورزی مرسوم بیشتر از بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حفاظتی بوده و فقط در لایه ۱۰cm-۰ خاک‌ورزی مرسوم دارای چگالی ظاهری کمتر از بی‌خاک‌ورزی و خاک‌ورزی حفاظتی بوده است. تقوی‌فر و مردانی (Taghavifar and Mardani, 2013) اثر سرعت، فشار باد تایر و بار عمودی را بر مقدار مقاومت غلتشی تایر نوع رادیال و در محیط انباره خاک مورد بررسی قرار دادند. به عقیده این محققین، مؤلفه سرعت تأثیر معنی‌داری بر روی مقاومت غلتشی ندارد، در حالی‌که فشار بار عمودی و فشار باد تایر بر روی تغییرات مقاومت غلتشی چشمگیر می‌باشد. با توجه به نتایج متفاوت در مورد تأثیر روش‌های خاک‌ورزی بر خواص خاک‌های مختلف و همچنین عدم تحقیق جامع در زمینه اثر بقایای گیاهی بر مقدار مقاومت غلتشی چرخ، تحقیق حاضر با هدف بررسی اثر روش‌های خاک‌ورزی و مدیریت بقایای گیاهی بر ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی خاک و نیز مقاومت غلتشی چرخ غیرمحرک در خاک‌های شمال غرب ایران اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در مرداد ماه سال ۱۳۹۱ در مزارع کشاورزی دانشگاه ارومیه واقع در منطقه نازلو انجام گردید. زمین زراعی مورد آزمایش سالیان متمادی با تناوب گندم و جو کشت شده است. بافت خاک مزرعه از نوع لومی رسی بوده و آزمایشات به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی انجام گرفت. فاکتور اول، ابزارهای مختلف خاک‌ورزی در سه سطح، شامل گاوآهن چیزل، گاوآهن بشقابی و گاوآهن برگردان‌دار بوده و فاکتور دوم سه سطح عمق اندازه‌گیری (صفر تا ۶۰، ۶۰ تا ۱۴۰ و ۱۴۰تا ۲۰۰ میلی متر) می‌باشد.

پس از برداشت جو در اواخر تیر ماه توسط کمباین غلات، قطعه آزمایشی جهت انجام پژوهش، در مزرعه انتخاب شده و کرت‌های آزمایشی به ابعاد ۳۰ در ۴ متر و به تعداد ۱۳ واحد (۴ تکرار و در هر تکرار ۳ واحد آزمایشی به اضافه یک تیمار شاهد) طراحی شده و در جهت شیب بلوک‌بندی شد. پس از بلوک‌بندی زمین، بر روی هر یک از بلوک‌ها عملیات خاک‌ورزی توسط گاوآهن‌های مذکور انجام گرفت و بدین ترتیب تیمارهای مورد نظر ایجاد شدند. پس از قطعه‌بندی زمین و ایجاد کرت‌های مورد نظر، درصد بقایای سطحی مزرعه با استفاده از دو روش برش عرضی خطی و روش پردازش تصویر اندازه‌گیری شد. در روش برش عرضی خطی، از طنابی به طول ۷ متر که بر روی آن گره‌هایی به فاصله ۱۵ سانتی‌متر ایجاد شده بود، استفاده گردید. طناب به نحوی از میان ردیف‌های شخم ایجاد شده توسط گاوآهن کشیده شده تا با ردیف‌های کشت زاویه ۴۵ درجه ایجاد کند و حداقل یک عرض از ادوات به‌کار رفته در مزرعه را قطع نماید. آزمایش به‌طور تصادفی در نقاط مختلف هر کرت انجام گرفته، سپس تعداد گره‌های قرار گرفته بر روی بقایای گیاهی (بقایای گیاهی که اندازه آن‌ها از نظر طولی بزرگ‌تر از ۲۵ میلی‌متر باشد) شمارش شده و با تناسب‌گیری و به‌دست آوردن تعداد گره‌ها بر حسب درصد، درصد بقایای سطحی در هر یک از کرت‌ها محاسبه شد (Asoudar and Sabzezar, 2008). برای بالا رفتن دقت، این آزمایش در هر کرت ۳ بار تکرار و میانگین اعداد به‌دست آمده محاسبه گردید. در محاسبه بقایای گیاهی به روش پردازش تصویر، ابتدا از سطح مزرعه و از کرت‌های مختلف عمل تصویربرداری انجام گرفت. تصاویر در وضعیتی که دوربین نسبت به سطح تصویربرداری عمود بوده و در فاصله ۱۴۰ سانتی‌متر از سطح زمین قرار داشت، تهیه شد. سپس تصاویر تهیه شده توسط نرم افزار MATLAB مورد پردازش قرار گرفتند. نواحی مورد نظر که همان بقایای گیاهی جو بوده از پس زمینه جدا شده و در نهایت، بقایای گیاهی با رنگ سفید و زمینه تصویر با رنگ مشکی مشخص گردید (شکل ۱).

برای اندازه‌گیری مقاومت مکانیکی خاک از دستگاه نفوذسنج مخروطی مدل Rimik 20 ساخت کشور انگلستان استفاده شد. به علت تغییرپذیری شاخص مخروطی خاک، اندازه‌گیری در هر کرت و در هر تکرار، ۶ بار بعد از عملیات خاک‌ورزی انجام گرفت. به منظور تعیین شاخص مخروطی مزرعه قبل از عملیات خاک‌ورزی، در ۲۰ نقطه مختلف مزرعه مقدار آن اندازه‌گیری شد. عمق اندازه‌گیری از ۰

تا ۲۰۰ میلی‌متر می‌باشد. همچنین جرم ویژه ظاهری خاک نیز با استفاده از نمونه‌های برداشته شده از سطح مزرعه و خشک کردن آن‌ها در آون محاسبه گردید. پایداری خاکدانه‌ها نیز به روش الک خشک اندازه‌گیری گردید. رطوبت خاک مزرعه در هنگام اجرای عملیات خاک‌ورزی ٪۵/۳۰ بر مبنای خشک بوده است.

شکل ۱- تخمین درصد بقایای گیاهی به روش پردازش تصویر

Fig.1. A typical images of estimated method of crop residue percentage by image processing

به منظور بررسی دقیق‌تر مقاومت غلتشی و حذف برخی از متغیرها مانند پستی بلندی‌های سطح مزرعه، اندازه‌گیری‌ها در محیط کنترل شده انباره خاک صورت گرفت. آزمایشات انجام گرفته برای بررسی اثر بقایای گیاهی بر مقاومت غلتشی چرخ غیرمحرک به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی توسط آزمونگر تک‌چرخ انجام پذیرفت. جنس خاک از نوع لومی‌رسی می‌باشد. چرخ به‌کار رفته در این تحقیق متعلق به تراکتور گلدانی از نوع غیرمحرک کشاورزی به شماره 220.65R21 و ساختار رادیال می‌باشد. متغیرهای مورد آزمایش شامل نوع بقایای گیاهی در دو سطح (ذرت و جو) و درصد پوشش سطحی در سه سطح (۱۰٪، ۵۰٪ و ۹۰٪) می‌باشد. در این بخش از تحقیق، تیمار شاهد شامل خاک عاری از بقایای گیاهی می‌باشد. داده‌برداری در شرایط فشار باد و سرعت پیشروی ثابت انجام پذیرفت. شکل ۲ محیط انباره خاک و آزمونگر تک‌چرخ مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.

شکل ۲- انباره خاک و آزمونگر تک‌چرخ مورد استفاده در آزمایشات

Fig.2. Soil bin set up and a single wheel tester

نتایج و بحث

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر درصد بقایای گیاهی

نتایج تجزیه واریانس درصد بقایای جو محاسبه شده به روش برش عرضی خطی در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌های بقایای گیاهی نشان داد که مابین تیمارهای مختلف از لحاظ مقدار بقایای گیاهی اختلاف معنی‌داری وجود دارد

($P<0.05$). علت این امر این است که افزایش شدت خاک‌ورزی و همچنین عملکرد متفاوت ابزار مختلف خاک‌ورزی، موجب مخلوط شدن بیشتر خاک با بقایای گیاهی شده و در نتیجه کاهش بقایای گیاهی را به دنبال خواهد داشت.

با توجه به اینکه روش‌های مختلف خاک‌ورزی اثر معنی‌داری بر مقدار بقایای گیاهی سطحی داشته است، بررسی مقایسه میانگین درصد بقایا در تیمارهای مختلف ضروری می‌باشد (شکل ۳).

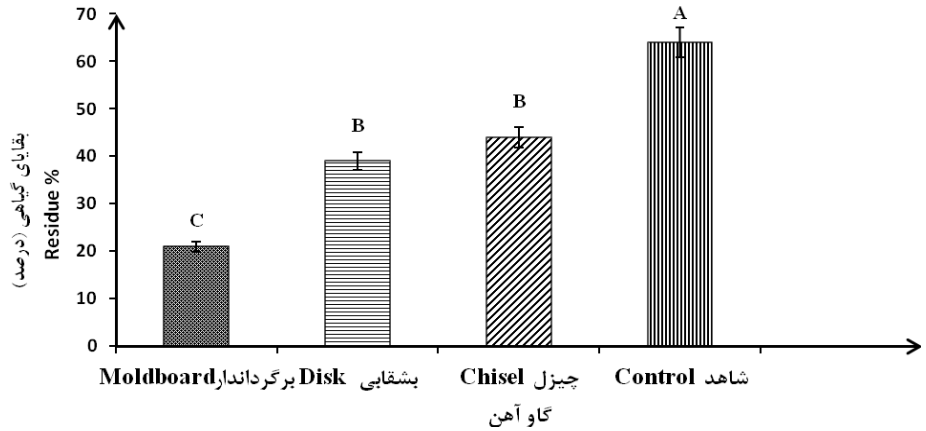
جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس درصد بقایای جو در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی به روش برش عرضی خطی

Table 1- Analysis of variance of barley residue in different tillage treatments with liner-transect method

منبع تغییرات Source of changes	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares	F فاکتور F
تیمار Treatment	2	854.876*	9.005
خطا Error	9	94.932	
کل Total	12		CV= 28.14%

* نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

* Significant at 5% level.



شکل ۳- درصد بقایای جو و مقایسه میانگین آن در تیمارهای مختلف به روش برش عرضی خطی

Fig.3. Residue cover present and comparison of averages in different treatments by liner-transect method

مقایسه میانگین درصد بقایای جو در تیمارهای مختلف نشان داد که گاوآهن برگردان‌دار در مقایسه با گاوآهن‌های بشقابی و چیزل مقدار درصد بقایای گیاهی سطحی را به شدت کاهش داده است. علت وجود اختلاف در مقدار بقایای گیاهی در تیمارهای مختلف، بستگی به ساختار و عملکرد گاوآهن‌های مورد استفاده دارد. در تیمار گاوآهن برگردان‌دار، به دلیل اختلاط بیشتر خاک و بقایای گیاهی، این بقایا به زیر خاک برده شده و مدفون می‌شوند و فقط درصد کمی از بقایا بر روی سطح مزرعه باقی می‌ماند. عملکرد گاوآهن برگردان‌دار طوری می‌باشد که خاک را در حدود ۱۵۰ درجه بر می‌گرداند که این مسئله باعث دفن بیشتر بقایای گیاهی شده است. در تیمار گاوآهن بشقابی، با توجه به ساختار آن و نحوه عملکرد اختلاط خاک، بخشی از بقایای گیاهی به زیر خاک برده می‌شوند که در مقایسه با گاوآهن برگردان‌دار کمتر می‌باشد. در تیمار گاوآهن چیزل، با توجه به ساختار گاوآهن، نحوه عملکرد آن به گونه‌ای است که در هنگام شخم زدن، فقط شیارهای باریک و سطحی بر روی خاک ایجاد می‌کند و در آن عمل اختلاط خاک و بقایا صورت نمی‌گیرد، همین امر موجب باقی ماندن درصد بالایی از بقایای گیاهی بر روی سطح مزرعه در این تیمار شده است.

نتایج تجزیه واریانس درصد بقایای جو محاسبه شده به روش پردازش تصویر در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از آنالیز واریانس داده‌های بقایای گیاهی نشان داد که مابین تیمارهای مختلف از لحاظ مقدار بقایای گیاهی زراعی اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($P<0.05$).

مقایسه میانگین درصد بقایای جو محاسبه شده در تیمارهای

مختلف با استفاده از روش پردازش تصویر در شکل ۴ نشان داده شده است.

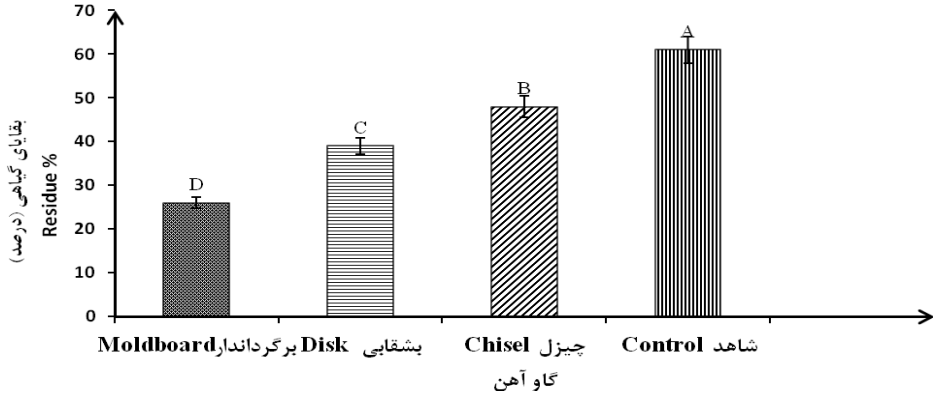
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس درصد بقایای جو در تیمارهای مختلف خاک‌ورزی به روش پردازش تصویر

Table 2- Analysis of variance of barley residue in different tillage treatments by image processing method

منبع تغییرات Source of changes	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares	F فاکتور F
تیمار Treatment	2	496.083*	41.923
خطا Error	9	11.833	
کل Total	12		CV= 9.38%

* نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

* Significant at 5% level.



شکل ٤- درصد بقایای جو و مقایسه میانگین آن در تیمارهای مختلف به روش پردازش تصویر

Fig.4. Residue cover present and comparison of averages in different treatments by image processing method

مطابق شکل ۴ بین تیمارها از لحاظ درصد بقایای جو اختلاف معنی‌داری مشاهده می‌شود. بیشترین مقدار بقایای جو مربوط به تیمار شاهد و کمترین مقدار آن مختص تیمار برگردان‌دار می‌باشد. نتایج ارائه شده در هر دو روش برای اندازه‌گیری مقدار بقایای گیاهی مشابه است، فقط در مقایسه میانگین‌ها در روش پردازش تصویر بین هر سه تیمار اختلاف معنی‌داری وجود دارد. در مقایسه دو روش فوق می‌توان اشاره کرد که با توجه به اینکه ضریب تغییرات در روش پردازش تصویر کمتر بوده است، انتظار می‌رود که دارای دقت بالاتری نسبت به روش برش عرضی باشد. از آن‌جایی‌که در روش برش عرضی شمارش دقیق تعداد گره‌ها مشکل می‌باشد دارای دقت کمتری نسبت به روش پردازش تصویر می‌باشد.

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر مقاومت مکانیکی خاک

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌های مقاومت مکانیکی خاک در جدول ۳ نشان داده شده است.

نتایج نشان داد که مابین تیمارها، از لحاظ مقاومت مکانیکی خاک، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمالی ۵ درصد وجود دارد. شکل ۵ تغییرات مقاومت مکانیکی خاک نسبت به عمق را نشان می‌دهد.

مطابق شکل ۵، مقاومت مکانیکی خاک در تمامی تیمارها، پس از عملیات خاک‌ورزی در مقایسه با تیمار شاهد کاهش یافته است. تمامی تیمارهای خاک‌ورزی در مقایسه با تیمار شاهد مقاومت مکانیکی را در سطوح مختلف عمق به‌طور چشم‌گیری کاسته‌اند. تفاوت بین روش‌های خاک‌ورزی با تیمار شاهد از نظر مقاومت مکانیکی در لایه‌های فوقانی بیشتر می‌باشد. اگرچه در تمامی عمق‌ها تیمارهای خاک‌ورزی در مقایسه با تیمار شاهد در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌داری دارند، ولی هرچه به اعماق پایین‌تر رفته از میزان این تفاوت‌ها کاسته شده است.

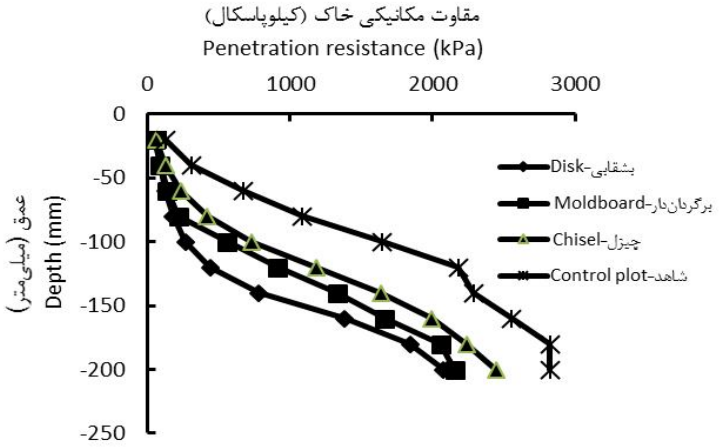
جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مقاومت مکانیکی خاک در تیمارهای مختلف

Table 3- Analysis of variance of cone index in different tillage treatments

منبع تغییرات Source of changes	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares	F فاکتور F
عمق Depth	2	10901396.3*	304.560
گاوآهن Plough	2	388800.217*	10.862
عمق*گاوآهن Depth*Plough	4	8157.647	2.279
خطا Error	27	35793.903	
کل Total	36		CV= 20.22%

* نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

* Significant at 5% level.



شکل ۵- تغییرات شاخص مخروطی خاک نسبت به عمق در تیمارهای مختلف

Fig. 5. Cone index changes versus depth in different treatments

همچنین در سطح سوم عمق تمامی تیمارها، مقاومت مکانیکی خاک به حد بحرانی تراکم رسیده است. مقاومت مکانیکی خاک در هر سه سطح عمق، در تیمار چیزل بیشترین مقدار و در تیمار بشقابی کمترین مقدار را به‌خود اختصاص داده است. علت این عامل را می‌توان خردشدگی بیشتر خاک توسط گاوآهن بشقابی نسبت به تیمارهای دیگر و همچنین عدم خردکنندگی و فقط ایجاد خراش‌های سطحی بر روی خاک توسط گاوآهن چیزل بیان کرد. تولون‌بکرا و همکاران (Tolon-Becerra *et al.*, 2011) و افضلی‌نیا و ذبیحی (Afzalinia and Zabihi, 2014) نیز به این نتیجه رسیدند که مقاومت مکانیکی خاک تحت تأثیر روش‌های خاک‌ورزی بوده و با افزایش عمق، مقدار مقاومت مکانیکی خاک نیز افزایش می‌یابد. بالا بودن مقاومت مکانیکی خاک در گاوآهن برگردان‌دار نسبت به گاوآهن بشقابی، می‌تواند به دلیل عمل اختلاط خاک در گاوآهن برگردان‌دار باشد. از آن‌جایی‌که گاوآهن برگردان‌دار عمل برگرداندن خاک را به‌صورت کپه‌ای انجام می‌دهد و شدت خرد کردن خاک در آن نسبت به گاوآهن بشقابی کمتر است، می‌توان این امر را توجیهی برای بیشتر بودن مقاومت مکانیکی خاک در تیمار شخم خورده توسط گاوآهن برگردان‌دار نسبت به تیمار بشقابی دانست. ضمن اینکه، تیغه گاوآهن برگرداندار یک نیروی پایین سو به کف شیار شخم وارد کرده و خاک این منطقه دچار فشردگی می‌شود.

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر جرم ویژه ظاهری خاک

نتایج حاصل از تجزیه واریانس جرم ویژه ظاهری خاک در

تیمارهای مختلف خاک‌ورزی، در جدول ۴ نشان داده شده است.

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس جرم ویژه ظاهری

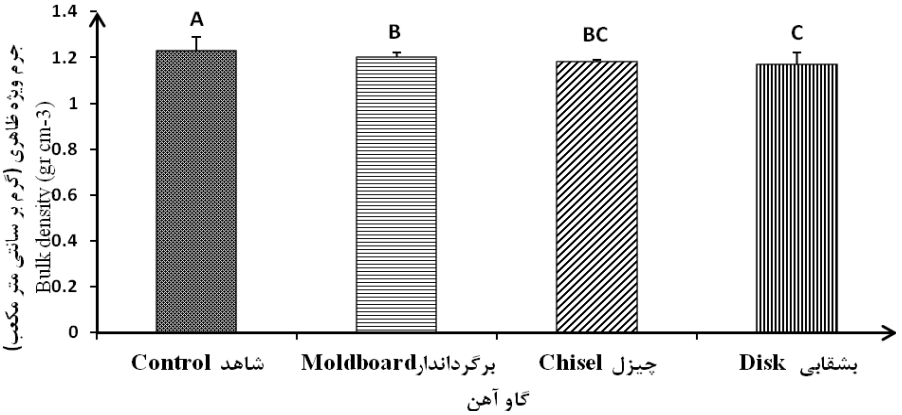
Table 4- Analysis of variance of bulk density

منبع تغییرات Source of changes	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares	F فاکتور F
تیمار Treatment	3	0.006*	14.13
خطا Error	9	0.000	
کل Total	15		CV= 1.74%

* نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

* Significant at 5% level.

نتایج نشان داد که بین روش‌های مختلف خاک‌ورزی از نظر جرم ویژه ظاهری در لایه سطحی خاک تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. شکل ۶ مقایسه میانگین بین تیمارهای خاک‌ورزی شده را نشان می‌دهد.



شکل ٦- جرم ویژه ظاهری خاک در تیمارهای مختلف

Fig.6. Bulk density in different treatments

نتایج نشان داد که بیشترین مقدار جرم ویژه ظاهری مربوط به تیمار شاهد و کمترین مقدار آن مختص تیمارهای گاوآهن بشقابی و چیزل می‌باشد. همچنان‌که انتظار می‌رفت عملیات خاک‌ورزی موجب کاهش جرم ویژه ظاهری خاک شده است. در تیمارهای خاک‌ورزی شده، بین تیمار خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار و تیمار گاوآهن بشقابی تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار در مقایسه با گاوآهن بشقابی جرم ویژه ظاهری را افزایش داده بود، این نتیجه در مقایسه شاخص مخروطی بین این دو تیمار نیز مشاهده شد، که در بخش قبلی به آن پرداخته شده است. یکی از دلایل این امر می‌تواند وجود کلوخ‌های سطحی بیشتر در گاوآهن برگردان‌دار نسبت به گاوآهن بشقابی باشد. این نتایج با یافته‌های حاج‌عباسی و همت (Hajabbasi and Hemmat, 2000) هم‌خوانی دارد، این محققین گزارش کردند که تیمار بدون‌خاک‌ورزی بیش‌ترین و تیمار خاک‌ورزی با گاوآهن بشقابی کم‌ترین مقدار جرم ویژه ظاهری را دارا می‌باشد. گانتزر و بلک (Gantzer and Black, 1978) و گریفیث و همکاران (Griffith *et al*., 1977) نیز نتایج مشابهی را گزارش دادند، آنها گزارش کردند که شخم با گاوآهن برگردان‌دار و بشقابی موجب کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک شده است. نتیجه به‌دست آمده با یافته‌های عظیم‌زاده و همکاران (Azim zade *et al*., 2002) نیز مطابقت دارد.

تأثیر روش‌های مختلف خاک‌ورزی بر پایداری خاکدانه‌ها

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های پایداری خاک‌دانه‌ها در جدول ۵ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که بین تیمارهای خاک‌ورزی از نظر پایداری خاک‌دانه‌ها اختلاف معنی‌داری وجود دارد. شکل ۷ مقایسه میانگین داده‌های پایداری را نشان می‌دهد.

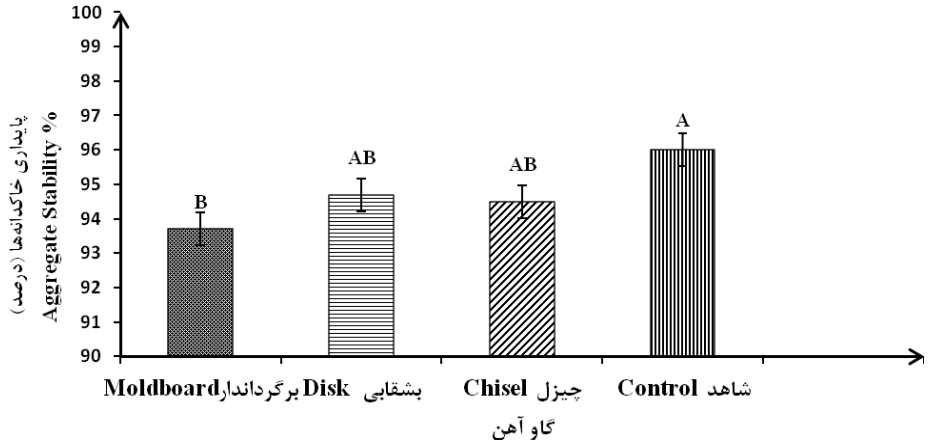
جدول ۵- خلاصه نتایج تجزیه واریانس پایداری خاکدانه‌ها

Table 5- Analysis of variance of aggregate stability

منبع تغییرات Source of changes	درجه آزادی Degrees of Freedom	میانگین مربعات Mean squares	F فاکتور F
تیمار Treatment	3	1.683*	4.71
خطا Error	9	0.357	
کل Total	15		CV= 0.63%

* نشان‌دهنده معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵٪ می‌باشد.

* Significant at 5% level.



شکل ۷- پایداری خاکدانه‌ها و مقایسه میانگین آن‌ها در تیمارهای مختلف

Fig.7. Aggregate stability and comparison of averages between treatments

مطابق با شکل ۷ بین تیمارهای مختلف از نظر پایداری خاک‌دانه‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد وجود دارد. این نتایج نشان می‌دهد که عملیات خاک‌ورزی موجب سست شدن خاک‌دانه‌ها شده و در بین عملیات خاک‌ورزی، گاوآهن برگردان‌دار مقاومت خاک‌دانه‌ها را در برابر عوامل تنش‌زا ازجمله فرسایش بادی بیش‌تر کاهش داده است. بیش‌ترین و کم‌ترین مقدار پایداری خاک‌دانه‌ها را به‌ترتیب تیمارهای شاهد و خاک‌ورزی با گاوآهن برگردان‌دار داشتند. همانطور که در مقایسه میانگین شکل ۷ مشاهده می‌شود، تیمار شاهد و تیمارهای خاک‌ورزی با گاوآهن چیزل و بشقابی از نظر پایداری خاک‌دانه‌ها با یکدیگر تفاوتی ندارند، این در حالی‌است که تیمار شاهد و تیمار گاوآهن برگردان‌دار، با یکدیگر تفاوت معنی‌داری دارند. پایداری کم خاک‌دانه‌ها در گاوآهن برگردان‌دار می‌تواند به دلیل جابه‌جایی زیاد خاک و فشار وارد به خاک‌دانه‌ها در طی عملیات شخم باشد. به‌طور کلی شخم با گاوآهن برگردان‌دار یا خاک‌ورزی مرسوم پایداری خاکدانه‌ها را کاهش می‌دهد. وجود اختلاف معنی‌دار بین پایداری خاکدانه‌ها در روش‌های مختلف خاک‌ورزی و نیز کاهش پایداری خاکدانه‌ها بر اثر افزایش شدت خاک‌ورزی بر طبق تحقیقات روستا (Rousta, 2009)، تأییدکننده نتیجه حاصل از این بخش از پژوهش می‌باشد. از آن‌جایی‌که پایداری خاکدانه‌ها به روش الک خشک اندازه‌گیری شده، پایداری در برابر فرسایش بادی مدنظر می‌باشد.

اثر بقایای گیاهی بر مقاومت غلتشی چرخ غیرمحرک

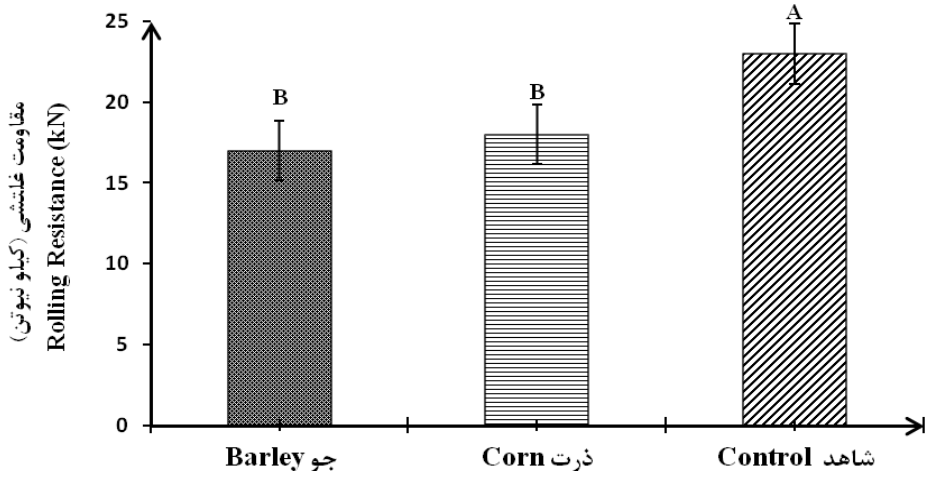
نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مقاومت غلتشی چرخ غیرمحرک در جدول ۶ نشان داده شده است.

مطابق با جدول ۶ مشاهده می‌شود که مقاومت غلتشی چرخ غیرمحرک، در دو تیمار جو و ذرت و سه سطح بقایای گیاهی، تحت تأثیر مقدار پوشش بقایای سطحی نبوده و در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. شکل ۸ مقایسه میانگین بین تیمارها و همین‌طور تیمار شاهد را در سطح بقایای ۱۰ درصد نشان می‌دهد.

جدول ٦- تجزیه واریانس مقاومت غلتشی چرخ غیر محرک در تیمارهای مختلف

Table 6- Analysis of variance of rolling resistance in different treatments

منبع تغییرات Source of changes	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean squares	F فاکتور F
نوع محصول Product type	1	2.554	1.942
درصد بقایای سطحی Residue percent	2	0.084	0.064
نوع محصول*درصد بقایا Product Type* Residue percent	2	0.079	0.060
خطا Error	12	1.315	
کل Total	18		CV= 7.11%



شکل ۸ – مقایسه میانگین مقاومت غلتشی در تیمارهای مختلف و در سطح بقایای ۱۰ درصد

Fig.8. Comparison of rolling resistance averages in treatments with 10% residue cover

مطابق با شکل ۸ مقاومت غلتشی در تیمارهای ذرت و جو در سطح ۱۰درصد بقایای گیاهی دارای اختلاف معنی‌داری نیستند. این در حالی‌است که بین تیمار شاهد و تیمار بقایای جو و همچنین تیمار شاهد و تیمار بقایای ذرت اختلاف معنی‌داری وجود دارد. نتایج نشان‌دهنده این است که پوشش بقایای گیاهی در سطح مزرعه، موجب کاهش مقاومت غلتشی چرخ غیرمحرک تراکتور شده است. علت این امر می‌تواند این باشد که بقایای گیاهی واقع در سطح خاک، همانند یک صفحه عمل کرده و موجب کاهش فشار وارده بر سطح خاک و در نتیجه کاهش تغییر شکل پلاستیکی آن می‌شود. از آن‌جایی‌که تغییر شکل خاک منشاء ایجاد مقاومت غلتشی بوده، با کاهش آن انتظار می‌رود که مقاومت غلتشی نیز کاهش یابد. بقایای سطح خاک، همچنین از کنده شدن خاک و یا انباشته شدن آن در جلوی چرخ به هنگام حرکت تایر جلوگیری کرده و موجب کاهش مقاومت غلتشی چرخ غیرمحرک و حرکت راحت‌تر چرخ بر روی سطح زمین می‌شود.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش، مشاهده شد که دو ابزار خاک‌ورز بشقابی و چیزل پایداری خاکدانه‌ای بالایی دارند و نیز بین این دو تیمار از نظر پایداری خاک‌دانه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. این در حالی‌است که ابزار خاک‌ورز برگردان‌دار، پایداری خاک‌دانه‌ای را به شدت کاهش داده است. کاهش پایداری خاک‌دانه‌ها می‌تواند بیانگر این نکته باشد که استفاده از گاوآهن برگردان‌دار

می‌تواند موجب فرسایش بیشتری در خاک خواهد شد و درنتیجه بایستی استفاده از آن را محدود کرد. از طرفی، گاوآهن بشقابی جرم ویژه ظاهری خاک را نسبت به دیگر ابزارهای خاک‌ورز بیشتر کاهش داده است که این موضوع می‌تواند موجب بهبود رشد ریشه و در نتیجه افزایش توسعه ریشه و عملکرد محصول واقع شود، و از این رو حائز اهمیت می‌باشد. همچنین می‌توان نتیجه گرفت که گاوآهن بشقابی به دلیل برجای گذاشتن درصد بالایی از بقایای گیاهی موجب کاهش مقاومت غلتشی چرخ غیرمحرک شده است. از این رو می‌توان استفاده از گاوآهن بشقابی را به دلیل حفظ درصد بالای بقایای گیاهی، تراکم کمتر خاک، جرم ویژه ظاهری کم، پایداری بالای خاکدانه‌ها و کاهش مقاومت غلتشی چرخ به‌عنوان روش مناسب و بهینه برای خاک‌ورزی در منطقه جغرافیایی مورد نظر معرفی کرد.

References

1. Afzalinia, S., and J. Zabihi. 2014. Soil compaction variation during corn growing season under conservation tillage. Soil & Tillage Research 137: 1-6.
2. Asoudar, M. A., and H. Sabzezar. 2008. Conservation tillage systems. Publication of agricultural education. Karaj. (In Farsi).
3. Azim zadeh, S., A. Kuchaki, and M. Pala. 2002. Study on the effect of plow different methods on bulk density, porosity, soil moisture and wheat yield. Iranian Journal of Crop Scince 4: 218-233.
4. Busscher, W. J., J. R. Frederick, and P. J. Baure. 2000. Timing effects of deep tillage on penetration resistance and wheat and soybean yield. Soil Scince Socity Journal 64: 999-1003.
5. Gantzer, C. J., and G. R. Blacke. 1978. Physical characteristics of le sueur clay loam soil following no-till and conventional tillage. Agronomy Journal 70: 853-857.
6. Griffith, D. R., J. V. Mannering, and W. C. Moldehauer. 1977. Conservation tillage in the eastern corn. Journal of Soil Conservation 32: 20-28.
7. Hajabbasi, M. A., and A. Hemmat. 2000. Tillage impacts on aggregate stability and crop productivity in a clay- loam soil in central Iran. Soil & Tillage Research 56 (3, 4): 205-212.
8. Hajabbasi, M. A., A. Basalatpour, and A. R. Maleki. 2007. Effect of shifting rangeland to farmland on some physical and chemical properties of south and southwest soils of Isfahan. Journal of Scince Technology of Agriculture Natural Resource 11 (42): 525-534.
9. Lampurlane´s, J., and C. Cantero-Martınez. 2006. Hydraulic conductivity, residue cover and soil surface roughness under different tillage systems in semiarid conditions. Soil & Tillage Research 85: 13-26.
10. Rabi, G., R. G. Rasaily, H. Li, J. He, Q. Wang, and L. U. Caiyun. 2011. Influence of no tillage controlled traffic system on soil physical properties in double cropping area of North China plain. African Journal of Biotecnology 11 (4): 856-864.
11. Rousta, M. J. 2009. Effect of tillage practices on organic matter content and aggregate stability. Soil and Water Research 23: 61-67. (In Farsi).
12. Sparrow, S. D., C. E. Lewis, and C. W. Knight. 2006. Soil quality response to tillage and crop residue removal under subarctic conditions. Soil & Tillage Research 91: 15-21.
13. Taghavifar, H., and A. Mardani. 2013. Investigating the effect of velocity, inflation pressure, and vertical load on rolling resistance of a radial ply tire. Journal of Terramechanics 50: 99-106.
14. Tolon-Becerra, A., M. Tourn, G. F. Botta, and X. Lastra-Bravo. 2011. Effects of different tillage regimes on soil compaction, maize (*Zea mays* L.) seedling emergence and yields in the eastern Argentinean Pampas region. Soil & Tillage Research 117: 184-190.

Journal of Agricultural Machinery
Vol. 6, No. 1, Spring - Summer 2016, p. 102-113

نشریه ماشین‌های کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، نیمسال اول ۱۳۹۵، ص ۱۱۳-۱۰۲

Determination of crop residues and the physical and mechanical properties of soil in different tillage systems

P. Ahmadi Moghaddam[1*]- L. Eftekhari[2]- A. Mardani[3]- H. Khodaverdilo[4]

Received: 25-02-2014
Accepted: 16-08-2014

Introduction: Monitoring and management of soil quality is crucial for sustaining soil function in ecosystem. Tillage is one of the management operations that drastically affect soil physical quality. Conservation tillage methods are one of the efficient solutions in agriculture to reduce the soil erosion, air pollution, energy consumption, and the costs, if there is a proper management on the crop residues. One of the serious problems in agriculture is soil erosion which is rapidly increased in the recent decades as the intensity of tillage increases. This phenomenon occurs more in sloping lands or in the fields which are lacking from crop residues and organic materials. The conservation tillage has an important role in minimizing soil erosion and developing the quality of soil. Hence, it has attracted the attention of more researchers and farmers in the recent years.

Materials and Methods: In this study, the effect of different tillage methods has been investigated on the crop residues, mechanical resistance of soil, and the stability of aggregates. This research was performed on the agricultural fields of Urmia University, located in Nazloo zone in 2012. Wheat and barley were planted in these fields, consecutively. The soil texture of these fields was loamy clay and the factorial experiments were done in a completely randomized block design. In this study, effect of three tillage systems including tillage with moldboard (conventional tillage), tillage with disk plow (reduced tillage), chisel plow (minimum tillage) and control treatment on some soil physical properties was investigated. Depth is second factor that was investigated in three levels including 0-60, 60-140, and 140-200 mm. Moreover, the effect of different percentages of crop residues on the rolling resistance of non-driving wheels was studied in a soil bin.

The contents of crop residues have been measured by using the linear transects and image processing methods. In the linear transects method, the experiments were replicated three times in each block due to increasing the accuracy and mean of datawas calculated. The tests were randomly performed in each block. Then, the number of nodes, which are located on crop residues of size 25 mm, longitudinally, was counted. So the percentage of crop residue in each block was calculated through the percentage of nodes. The experiments of rolling resistance were also performed in three levels, 10, 50, and 90% of crop residues, inside the soil bin.

Results and Discussion: Result showed that, in comparison with control treatment, tillage operation significantly decreased bulk density ($p<0.01$), penetration resistance ($p<0.01$), and aggregates stability ($p<0.01$), in the soil surface (0-10 cm). Also, the results showed that penetration resistance of soil was increased by depth.

The results of variance analysis in crop residue dataset showed that there were significant differences among the treatments in the terms of crop residues ($P<0.05$). Because of increasing the intensity of tillage and also the different performance of various tillage tools would mix crop residues with the soil and lead to reduce the crop residues. The consequences revealed that the treatments had significant differences in the terms of mechanical resistance of soil at the confidence level of 5%. The mechanical resistance of soil in three levels of depth had the most and the least contents in chisel and disk plows treatments, respectively. Because of disk plows can powder soil more than other treatments and chisel plows can only make narrow in the soil. The results of investigating the effect of crop residues on rolling resistance of wheels showed that there were not any significant differences between the treatments.

Conclusions: It can be concluded that increasing the tillage intensity would reduce the stability of aggregates. Thus, the least stability of aggregates was obtained when using moldboard plows. However, the most stability was achieved using chisel and disk plows. Finally, disk plough is recommended as an appropriate tool in this research due to the high percentage of crop residues, lower mechanical resistance, lower bulk density, and higher stability of aggregates in the soil. Generally, in short-term period, conservation tillage (reduced tillage and minimum tillage) results the improvement of soil physical quality in comparison with tillage operation. Further

1- Assistant Professor, Depatment of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran
2- MSc Student of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran
3- Associate Professor, Depatment of Biosystem Engineering, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran
4- Associate Professor, Depatment of Soil Science, Faculty of Agriculture, Urmia University, Iran
(*- Corresponding Author Email: P.ahmadi@urmia.ac.ir)

studies on long-term effects of various tillage systems are suggested in order to select and implement of optimum tillage method in the region.

Keywords: Conservation tillage, Residue management, Rolling resistance