نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و دوم، شماره ششم، ۱۳۹٤
http://jwsc.gau.ac.ir

تأثیر بقایای گیاهی و زئولیت بر مقاومت فروروی خاک‌های ترک‌دار شالیزاری

*مریم علیزاده[۱]، فرهاد میرزایی[۲]، تیمور سهرابی[۳] و محمدرضا یزدانی[۴]
[۱]دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشگاه زابل، [۲]دانشیار گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران،
[۳]استاد گروه مهندسی آبیاری و آبادانی، دانشگاه تهران، [۴]استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات برنج کشور
تاریخ دریافت: ۹۳/۸/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۳/۵

چکیده

سابقه و هدف: راه‌کارهای مقابله با تراکم خاک شامل کنترل رطوبت خاک در موقع خاک‌ورزی، کنترل تردد وسایط نقلیه بر روی خاک، کاهش وزن و فشار تماسی وسایط نقلیه با خاک و بهبود ساختمان خاک با اضافه کردن ماده آلی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر بقایای گیاهی و زئولیت و اثر متقابل آن‌ها در مراحل مختلف تشکیل ترک بر مقاومت فروروی خاک، فاکتور بقایای گیاهی در چهار سطح (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد)، فاکتور زئولیت در چهار سطح (صفر، ۸، ۱۶ و ۲۴ تن در هکتار)، همچنین فاکتور ترک در پنج سطح (اشباع، ظهور ترک موئین، ترک نهایی، بازگشت ترک نهایی به ترک موئین و از بین رفتن ترک) در قالب آزمایشی با سه تکرار به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور مورد بررسی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزودن بقایای گیاهی برنج سبب افزایش مقاومت فروروی خاک به‌میزان ۳۷ درصد شده است، دلیل افزایش مقاومت فروروی خاک در تیمارهای حاوی بقایای گیاهی برنج، سطوح تجزیه نشده بقایای گیاهی می‌باشد. در حالی‌که افزودن بقایای گیاهی باعث گردید کاهش مقاومت فروروی خاک در روند خیس شدن، تسریع یابد. همچنین تأثیر زئولیت بر مقاومت فروروی خاک معنی‌دار نشد. روابط حاکم بین مقاومت فروروی خاک با ویژگی‌هایی نظیر نشست خاک، حجم انقباض، جرم مخصوص ظاهری، رطوبت وزنی از همبستگی بالایی (۰/۷۸۱۱-۰/۹۹۱۶) برخوردار بود.

نتیجه‌گیری: در نهایت توصیه می‌شود جهت کاهش مقاومت فروروی خاک، بقایای گیاهی به‌طور طولانی‌مدت به خاک اضافه گردد.

واژه‌های کلیدی: مقاومت فروروی خاک، خاک‌های شالیزاری، برنج

* مسئول مکاتبه: malizadeh87@gmail.com

مقدمه

ویژگی‌های فیزیکی خاک نقش مهمی در سبز شدن بذر، رشد و توسعه ریشه گیاه و تولید محصول دارد. ویژگی‌های مفید یک محیط فیزیکی خوب شامل تهویه مناسب، حرکت مناسب آب در خاک، تنظیم دما برای رشد ریشه و نگهداری رطوبت کافی برای رشد گیاه می‌باشد، در این زمینه، مهم‌ترین عامل، مقدار منافذ و نیز توزیع اندازه خلل و فرج خاک است (2, 3).

تراکم‌پذیری خاک عبارت است از بیان کمی رفتار خاک تحت‌تأثیر فشارهای مشخص، که معمولاً این رفتار با تغییر جرم مخصوص ظاهری، تخلخل تهویه‌ای، نفوذپذیری آب به خاک و مقاومت خاک بیان می‌شود (13, 14). تراکم خاک باعث حساسیت بیش از حد گیاه به خشکی، تهویه ناکافی، کاهش جذب آب و عناصر غذایی، رشد غیریکنواخت گیاهان و سیستم ریشه‌ای بدشکل و ضعیف و نهایتاً سبب کاهش محصول می‌گردد (14, 21).

سوان (1990) چند ساز و کار برای توجیه اثر کاهشی مواد آلی بر تراکم‌پذیری ارائه کرد که عبارتند از: تقویت پیوندهای داخلی و خارجی خاکدانه‌ها، افزایش قابلیت ارتجاع و آسایش تنش خاک، اثر پوک‌کنندگی، اثر رشته‌ای، تغییر در اصطحکاک داخلی و ایجاد اثر نرم‌کنندگی در خاک (13). اهایو و همکاران (1994) گزارش کردند که کاربرد ماده آلی سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری، مقاومت فروروی و مقاومت برشی خاک گردید و به‌طور کلی تراکم‌پذیری خاک با افزودن مواد آلی، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (10). قنبری (2009) اثر سطوح مختلف زئولیت را بر روی برخی خصوصیات فیزیکی و وضعیت رطوبتی سه بافت خاک شالیزاری استان اصفهان بررسی نمود و نشان داد که افزودن زئولیت تأثیری بر مقادیر عرض ترک و نشست خاک نداشته، در حالی‌که کاربرد زئولیت دانه درشت در کاهش عمق ترک موثر واقع شده است (6).

سوان و اورکرک (1994) گزارش کردند که افزودن کود سبز به خاک سبب کاهش مقاومت فروروی خاک به مقدار ۱۵ تا ۸۰۰ کیلوپاسکال گردید (14). مواد آلی سبب افزایش حدود پایداری خاک شده، بنابراین سبب افزایش دامنه رطوبتی مطلوب برای تردد ماشین‌های کشاورزی می‌شود (4, 15, 16)، البته در این رابطه مواد آلی تازه و تجزیه نشده به‌طور متفاوتی عمل می‌نمایند (1). هولا با اضافه نمودن سالانه کود سبز به‌میزان صفر، ۴۰ و ۸۰ تن در هکتار به‌مدت سه سال و اعمال فشار تماسی حدود ۲۵۰ کیلوپاسکال، نتیجه گرفت که شاخص مخروطی در تیمارهای کودی نسبت به تیمار شاهد بسیار کم‌تر است (13). یانگ و همکاران (2010) نشان دادند که ویژگی‌های فیزیکی خاک نظیر سختی خاک و جرم مخصوص ظاهری با اضافه کردن کاه و کلش برنج کاهش یافت (19).

شیرانی و همکاران (2011) اثر تفاله‌های پسته بر خصوصیات فیزیکی و تراکم‌پذیری دو نوع خاک را مورد مطالعه قرار داده و نشان دادند که سطوح بالای تفاله قبل از عمل تراکم، موجب کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری خاک شنی شد ولی بر جرم مخصوص ویژه ظاهری خاک رسی تأثیر معنی‌داری نداشت. این در حالی بود که مقاومت فروپذیری هر دو خاک در اثر افزودن تفاله پسته به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (12).

شیرانی و همکاران (2010) تأثیر سیستم خاک‌ورزی و کود آلی بر مقاومت فروروی خاک را مورد بررسی قرار گرفت. نتایج پژوهش ایشان نشان داد که با افزایش عمق خاک‌ورزی، شاخص مخروطی کاهش یافت. همچنین افزودن کود دامی در لایه رویین موجب کاهش معنی‌دار مقاومت خاک در مقایسه با شاهد گشت (11). موجدسی (2011) تأثیر کاربرد ماده آلی را بر مقاومت فروروی مورد مطالعه قرار داد

و نتایج نشان داد که کاربرد ماده آلی تأثیر معنی‌داری در کاهش مقاومت فروروی دارد (9). مامان و همکاران (2007) تأثیر درجه فشردگی و ماده آلی را بر روی خصوصیات فیزیکی خاک مورد بررسی قرار داد. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد که مقدار جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی با افزایش ماده آلی کاهش می‌یابد. ماکزیمم مقدار جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی در ٪۲ ماده آلی و رطوبت ٪۳۵ ثبت گردید (7).

مصدقی و همکاران (1999) تأثیر رطوبت خاک و کود دامی را بر تراکم‌پذیری خاک مورد مطالعه قرار دادند و نشان دادند که افزودن کود دامی سبب کاهش قابل‌توجه تأثیر بارگذاری و رطوبت بر جرم مخصوص ظاهری و شاخص مخروطی می‌شود و تفاوت معنی‌داری بین تأثیر دو سطح کود دامی ۵۰ و ۱۰۰ تن در هکتار بر جرم مخصوص ظاهری دیده شد، ولی در مورد شاخص مخروطی این تفاوت معنی‌دار نبود. مواد آلی در رطوبت‌های زیاد سبب کاهش و در رطوبت‌های پایین سبب افزایش نشست خاک شد (8). به‌طور کلی تأثیر مواد آلی بر تراکم‌پذیری خاک در رطوبت‌های بالا و فشارهای کم قابل‌توجه است (13). اگرچه ژانگ و همکاران (21) معتقدند که اضافه نمودن پیت به خاک‌های شنی در رطوبت بحرانی حداکثر تأثیر را در کاهش تراکم‌پذیری دارد.

به‌طور خلاصه نتایج مرور منابع بیانگر انجام مطالعات گسترده در خارج و داخل کشور در مورد بررسی تأثیر ماده آلی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک‌ها بود. در عین‌حال بررسی تأثیر زئولیت و بقایای گیاهی بر خواص فیزیکی خاک‌های شالیزاری ضروری بود. بنابراین در این پژوهش اثرات عواملی نظیر مراحل مختلف ترک، بقایای گیاهی و زئولیت و اثر متقابل آن‌ها بر مقاومت فروروی خاک و روابط بین ویژگی‌های فیزیکی خاک در سطوح مختلف بقایای گیاهی در اراضی شالیزاری استان گیلان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به‌منظور بررسی اثر بقایای گیاهی و زئولیت و اثر متقابلشان در مراحل مختلف بروز درز و ترک بر مقاومت فروروی خاک به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار در بافت غالب استان گیلان (رس سیلتی) و به‌صورت گلدانی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور به اجرا درآمد. سطوح فاکتور بقایای گیاهی شامل صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد و سطوح فاکتور زئولیت شامل صفر، ۸، ۱۶ و ۲۴ تن در هکتار و همچنین مراحل رطوبتی خاک (فاکتور ترک) در دو مرحله تر و خشک در ۵ سطح می‌باشد که مرحله خشک شامل: مرحله اشباع (T_1)، مرحله ترک موئین (T_2 یعنی رسیدن سطح ترک به ۱۷-۱۳ سانتی‌متر مربع)، مرحله ترک نهایی (T_3 یعنی زمانی‌که سطح ترک به ۵۹-۵۵ سانتی‌متر مربع می‌رسد) بود. در پایان مرحله خشک، ظروف باقی‌مانده از هر تیمار وارد مرحله تر شدند که مرحله تر نیز خود شامل دو زیرمرحله بود که مرحله اول (W_1) یعنی زمانی‌که ترک از حد نهایی به حد ترک اولیه (T_2 در مرحله خشک) می‌رسید و مرحله دوم (W_2) یعنی زمانی‌که ترک از بین می‌رفت. حدود یک تن خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تهیه گردید. بر روی خاک‌های منتقل شده از شالیزار به مؤسسه تحقیقات، عملیات گلخرابی به‌طور دستی انجام شد. مشخصات بافت، کربن آلی، اسیدیته گل اشباع و هدایت الکتریکی خاک در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- مشخصات خاک مورد مطالعه.

Table 1. Properties of studied soil.

عمق نمونه‌برداری Depth of sampling	هدایت الکتریکی EC ×۱۰^{۳}	اسیدیته گل‌اشباع pH of Paste	کربن آلی %O.C	درصد شن % Sand	درصد سیلت %Silt	درصد رس %Clay	بافت خاک soil texture
0-30	1.13	6.87	1.63	10	44	46	رس سیلتی

بقایای گیاهی مورد نظر از کاه و کلش برنج در مزرعه تهیه شد و در معرض هوا خشک گردید. بقایای گیاهی به قطعات کوچک با طول تقریبی دو سانتی‌متر خرد شدند مشخصات نمونه بقایای گیاهی در جدول ۲ آورده شده است. محتویات خاک در سطل‌های بزرگ با سطوح مختلف بقایای گیاهی (صفر، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد) مخلوط شدند تا مخلوط خاک، آب، کاه و کلش به‌صورت گل اشباع درآید. این‌بار هر یک از تیمارهای مورد نظر به یک سطل بزرگ پلاستیکی که در کف دارای تعدادی سوراخ به‌عنوان زهکش بودند، منتقل شدند. تیمارها به‌مدت شش ماه در معرض هوای آزاد قرار گرفتند. پس از پایان شش ماه محتویات هر یک از سطل‌ها مجدداً به حالت اشباع درآمد. سپس زئولیت با سطوح صفر، ۸، ۱۶ و ۲۴ تن در هکتار به مخلوط حاصل اضافه گردید و مخلوط حاصل به ظروفی با قطر متوسط ۱۶ و ارتفاع ۱۰/۵ سانتی‌متر با وزن مساوی منتقل شدند. زئولیت استفاده شده برای این آزمایش از نوع کلینوپیتلولایت بود که تجزیه شیمیایی آن بر حسب درصد در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۲- مشخصات نمونه کاه برنج.

Table 2. Properties samples of rice straw.

درصدها (Percents)				
OC	N	P	K	C/N
کربن آلی	نیتروژن	فسفر	پتاس	
47.1	0.955	0.1	1.44	49

جدول ۳- تجزیه شیمیایی زئولیت استفاده شده در آزمایش.

Table 3. Chemical analysis of the zeolite used in the experiment.

Sio_2 سیلیس (٪)	Al_2o_3 آلومینا (٪)	Cao اکسید کلسیم (٪)	K_2o پتاسیم اکسید (٪)	Na_2o سدیم اکسید (٪)	Fe_2o_3 اکسید آهن (٪)	Mgo اکسید منیزیم (٪)	Tio اکسید تیتانیم (٪)	Mno منگنز اکسید (٪)	P_2O_5 فسفر پنتا اکسید (٪)
66.5	11.8	3.1	2.1	2	1.3	0.8	0.3	0.04	0.01

جمعاً ۲۴۰ ظرف (۸۰ ظرف در ۳ تکرار) به‌طور تصادفی در محل آزمایش قرار داده شد و مقاومت فروروی خاک در آن‌ها به‌صورت روزانه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پنترومتر مورد استفاده در آزمایش از نوع عقربه‌ای بود که نیروی فشاری ۶-۰ تن بر فوت مربع یا کیلوگرم بر سانتی‌مترمربع توسط دستگاه قابل قرائت بود. از زمان گذاشتن نمونه‌ها در آزمایشگاه و شروع مرحله خشک، وضعیت خاک‌ها در تیمارهای مختلف بررسی شد و با مشاهده فاصله گرفتن خاک از جداره ظرف، فاصله از جدار با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شد (20). هر جا ترک نیز مشاهده شد، عرض و طول ترک‌ها با استفاده از خط‌کش اندازه‌گیری شدند برای اندازه‌گیری عرض ترک سعی شد که بزرگ‌ترین مقادیر آن‌ها در نظر

گرفته شود، به‌طوری‌که در مورد عرض به‌طور چشمی بزرگ‌ترین عرضی که در طول ترک دیده می‌شد، انتخاب و اندازه‌گیری شد (20)، در ضمن، برای اندازه‌گیری سطح مقطع ترک از نرم‌افزار اتوکد استفاده شد. همچنین جرم مخصوص ظاهری، نشست ستون خاک، درصد رطوبت وزنی خاک، حجم انقباض خاک اندازه‌گیری شد. نرم‌افزار استفاده شده در این پژوهش SAS.9.1 و SigmaPlot بود.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مطابق جدول ۴ نشان داد که اثر بقایای گیاهی و فاکتور ترک بر مقاومت فروروی خاک در سطح آماری ٪۱ معنی‌دار بوده است. همان‌گونه که در شکل ۱ مشاهده می‌شود افزودن بقایای گیاهی به خاک به‌میزان ٪۱/۵، سبب افزایش مقاومت فروروی خاک گشته است. به‌طور معمول با افزایش بقایای گیاهی، مقدار مقاومت فروروی خاک کاهش می‌یابد، زیرا بقایای گیاهی مقدار آب قابل دسترس و رطوبت خاک را افزایش می‌دهد. نتایج بسیاری از پژوهشگران نیز بیانگر این مطلب است. اکیووایک و استون (1995) و یانگ و همکاران (2010) گزارش نمودند که مقدار مقاومت فروروی با افزایش مقدار مواد آلی کاهش می‌یابد (5, 19). در این پژوهش افزایش مقاومت فروروی در تیمارهای حاوی بقایای گیاهی، در مرحله ترک نهایی اتفاق افتاد. در این مرحله سطح خاک بسیار خشک بود و مقدار رطوبت خاک به ٪۳۰ رسید (شکل ۶) و ترک‌هایی با عرض ۲/۵ تا ۳ سانتی‌متری در خاک پدیدار گشت، در نتیجه مقاومت فروروی در این مرحله به‌شدت افزایش یافت. در حالی‌که بقایای گیاهی در مرحله ترک موئین سبب کاهش مقاومت فروروی در خاک شده است.

جدول ٤- تجزیه واریانس اثر بقایای گیاهی و زئولیت و فاکتور ترک بر مقاومت به فروروی (کیلوپاسکال) در خاک.

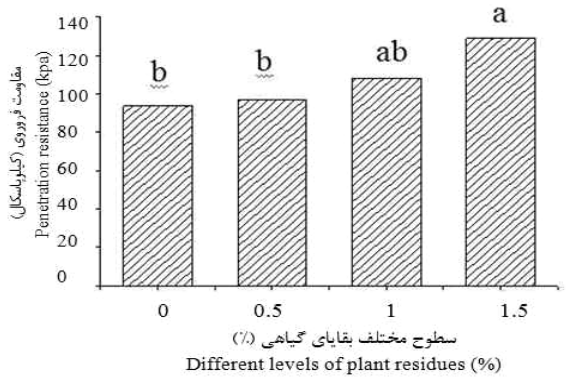
Table 4. Analysis of variance for effects of crop residues, zeolite and crack on penetration resistance.

مقدار F F value	میانگین مربعات Mean Square	مجموع مربعات Sum squares	درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییرات Sources of variations
4.44**	19961.408	39922.817	2	تکرار Replication
3.41**	15327.505	45982.514	3	بقایای گیاهی Plant residues
2.29^{ns}	10305.901	30917.702	3	زئولیت Zeolite
470.21**	2112737.752	8450951.009	4	ترک Crack
1.57^{ns}	7051.808	63466.273	9	بقایای گیاهی × زئولیت Zeolite × Plant residues
4.55**	20452.544	245430.528	12	بقایای گیاهی × ترک Crack × Plant residues
1.86^{ns}	8373.000	100476.005	12	زئولیت × ترک Crack × Zeolite
1.61*	7228.777	260235.956	36	زئولیت × بقایای گیاهی × ترک Crack × Plant residues × Zeolite
	4493.199	709925.521	158	خطا Error
		9947308.324	239	کل Total

^{ns}، *، ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ٪۵ و ٪۱.

^{ns}, *, ** not significant and significant at P<0.05 and P<0.01, respectively.

تأثیر زئولیت بر مقاومت فروروی خاک معنی‌دار نشد (جدول ۴)، در نتیجه با افزودن زئولیت به خاک با این‌که مقدار رطوبت خاک افزایش یافت، اما کاهشی در مقدار مقاومت فروروی ایجاد نشد. همچنین مطابق نتایج جدول ۴ اثر فاکتور ترک بر مقاومت فروروی در سطح آماری ٪۱ معنی‌دار شد.

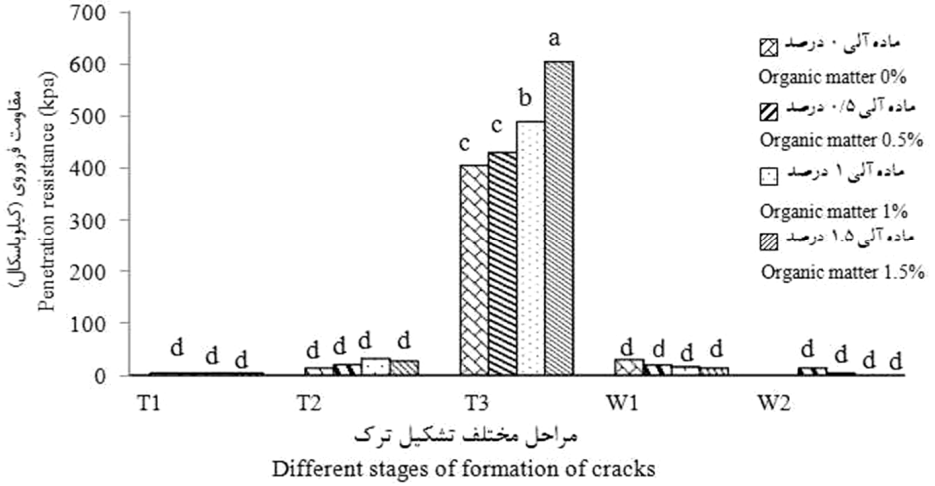


شکل ۱- اثر سطوح مختلف بقایای گیاهی بر مقاومت فروروی.

Figure 1. Effect of crop residues on penetration resistance.

بیش‌ترین مقاومت فروروی خاک (۴۸۱/۵ کیلوپاسکال) مربوط به مرحله سوم (ایجاد ترک نهایی) بوده و کم‌ترین مقاومت فروروی (صفر کیلوپاسکال) مربوط به مرحله اول (مرحله اشباع) بود. توارس و رادریگز (1996) بیان کردند که یکی از فاکتورهای بسیار مهم بر روی مقاومت به نفوذ پنترومتر، مقدار رطوبت آن می‌باشد (17). همچنین یوتست و سید (2001) بر اساس نتایج به‌دست آمده در پژوهش خود بیان کردند که شرایط رطوبتی خاک به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بر مقاومت فروروی خاک تأثیر می‌گذارد. همچنین مقدار مقاومت فروروی به‌طور ویژه‌ای با جرم مخصوص ظاهری خاک در ارتباط است و الگوی تراکم خاک، ۲۴ ساعت بعد از آبیاری با الگوی تراکم خاک قبل از آبیاری کاملاً متفاوت است (18). نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نیز با نتایج پژوهشگران قبلی کاملاً همخوانی دارد. نتایج جدول ۴ نشان داد که اثر متقابل بقایای گیاهی و زئولیت و همچنین اثر متقابل ترک و زئولیت بر مقاومت فروروی معنی‌دار نبوده است. بقایای گیاهی بیش‌ترین تأثیر خود را در مرحله ترک نهایی بر مقاومت فروروی گذاشت و بیش‌ترین مقاومت فروروی در مرحله ترک نهایی متعلق به تیماری با ۱/۵ درصد بقایای گیاهی بود، یکی از دلایل افزایش مقاومت فروروی در مرحله ترک نهایی در تیمار ۱/۵ درصد بقایای گیاهی، می‌تواند سطوح زبر بقایای گیاهی و عدم تجزیه کامل آن‌ها باشد، همچنین می‌توان بیان نمود که بقایای گیاهی در شرایطی که خاک، رطوبت زیادی از دست داده باشد تأثیری در کاهش مقاومت فروروی ندارد (شکل ۲).

در این پژوهش مشاهده شد با این‌که ترک موئین در تیمار حاوی ۱/۵ درصد بقایای گیاهی نسبت به تیمار شاهد با ۸ روز تأخیر اتفاق افتاد اما مقاومت فروروی در این مرحله در تیمار حاوی ۱/۵ درصد بقایای گیاهی تفاوت معنی‌داری با تیمار شاهد نداشت، پس می‌توان نتیجه گرفت که افزودن بقایای گیاهی به خاک سبب کاهش مقاومت فروروی در مراحلی که خاک دارای درصد رطوبت بالا می‌باشد، می‌گردد.



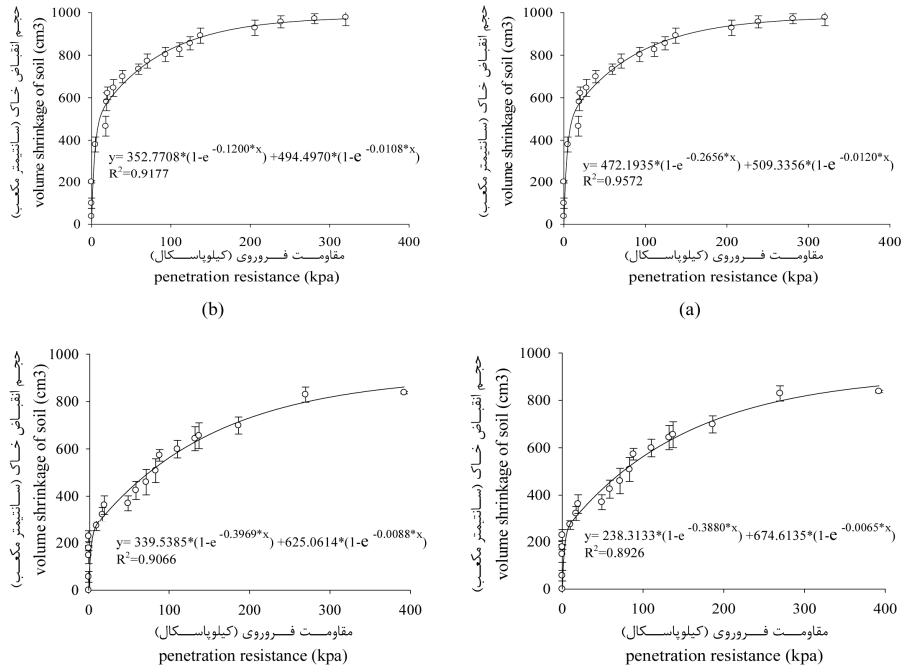
شکل ۲- اثر متقابل بقایای گیاهی و فاکتور ترک بر مقاومت فروروی.

Figure 2. The interaction effect of Crack × Plant residues on penetration resistance.

با توجه به شکل ۳ مشاهده می‌شود که در تیمار شاهد با رسیدن خاک به حجم انقباض ۶۰۰ سانتی‌متر مکعب، افزایشی در میزان مقاومت فروروی اتفاق نیفتاد در حالی‌که در تیمار ۱/۵ درصد بقایای گیاهی، مقاومت فروروی در خاک بعد از رسیدن حجم انقباض خاک به مقدار ۲۵۰ سانتی‌متر مکعب شروع به افزایش کرد. همچنین در یک مقدار ثابت مقاومت فروروی خاک (به‌عنوان مثال در ۳۰۰ کیلوپاسکال) مقدار حجم انقباض تیمارهای شاهد، ٪۰/۵، ٪۱ و ٪۱/۵ بقایای گیاهی به‌ترتیب برابر با مقدار ۹۸۰، ۸۲۰، ۹۰۰ و ۸۰۰ سانتی‌متر مکعب می‌باشد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که افزودن بقایای گیاهی به خاک سبب کاهش حجم انقباض خاک در یک مقدار ثابت مقاومت فروروی می‌گردد. شایان ذکر است که در تمامی تیمارها زمانی‌که خاک به حجم انقباض نهایی می‌رسد و تغییرات حجم انقباض خاک ناچیز گردیده ولی باز هم مقاومت فروروی روند افزایشی دارد.

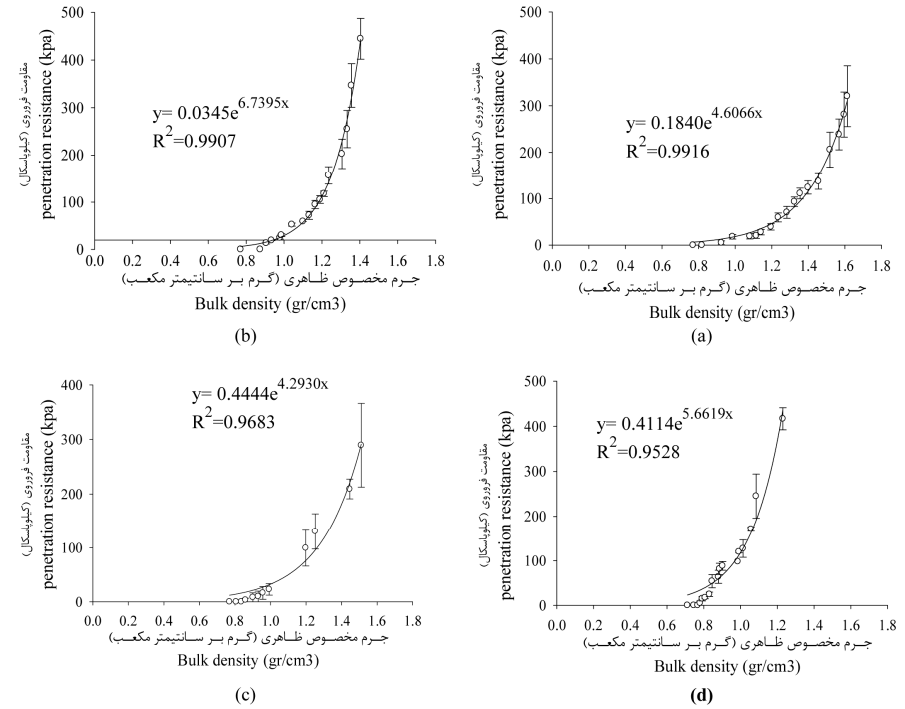
همچنین شکل ۳ نشان می‌دهد که روابط حاکم بین مقاومت فروروی و حجم انقباض خاک از همبستگی بالایی برخوردار است.

توجه به شکل ۴ نشان می‌دهد که با افزایش مقاومت فروروی، تغییرات جرم مخصوص ظاهری سیر صعودی دارد و نیز روابط حاکم بین مقاومت فروروی و جرم مخصوص ظاهری خاک در تمامی سطوح مختلف بقایای گیاهی از همبستگی بالایی برخوردار است. همچنین در یک مقدار ثابت مقاومت فروروی خاک (به‌عنوان مثال در ۳۰۰ کیلوپاسکال) مقدار جرم مخصوص ظاهری تیمارهای شاهد، ٪۰/۵، ٪۱ و ٪۱/۵ بقایای گیاهی به‌ترتیب برابر با مقدار ۱/۶، ۱/۳، ۱/۴۵ و ۱/۱۷ گرم بر سانتی‌متر مکعب می‌باشد. همچنین با توجه به شکل در می‌یابیم که میزان مقاومت فروروی با افزایش جرم مخصوص ظاهری به‌شدت افزایش می‌یابد.



شکل ۳- رابطه بین حجم انقباض خاک و مقاومت فروروی در سطوح مختلف بقایای گیاهی ((a) بدون افزودن بقایای گیاهی، (b) ۰/۵ درصد بقایای گیاهی، (c) ۱ درصد بقایای گیاهی، (d) ۱/۵ درصد بقایای گیاهی).

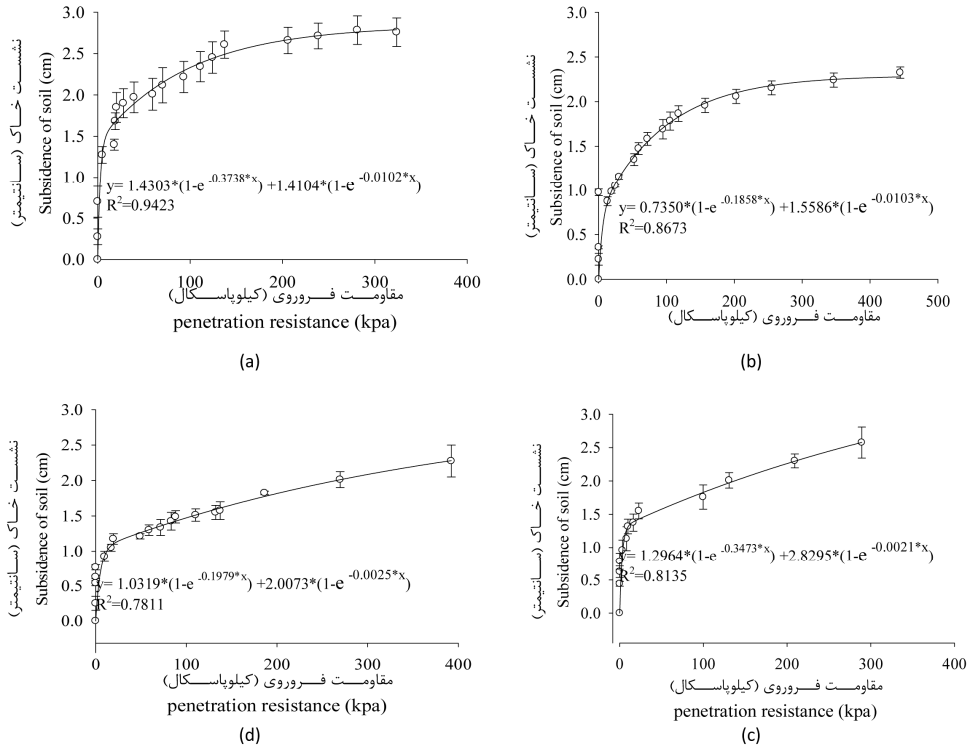
Figure 3. The relationship between volume shrinkage and penetration resistance of soil at different levels of plant residues ((a) Without plant residues, (b) 0.5% plant residues, (c) 1% plant residues, (d) 1.5% plant residues).



شکل ٤- رابطه بین جرم مخصوص ظاهری و مقاومت فروروی در سطوح مختلف بقایای گیاهی ((a) بدون افزودن بقایای گیاهی، (b) ۰/۵ درصد بقایای گیاهی، (c) ۱ درصد بقایای گیاهی، (d) ۱/۵ درصد بقایای گیاهی).

Figure 4. The relationship between bulk density and penetration resistance of soil at different levels of plant residues ((a) Without plant residues, (b) 0.5% plant residues, (c) 1% plant residues, (d) 1.5% plant residues).

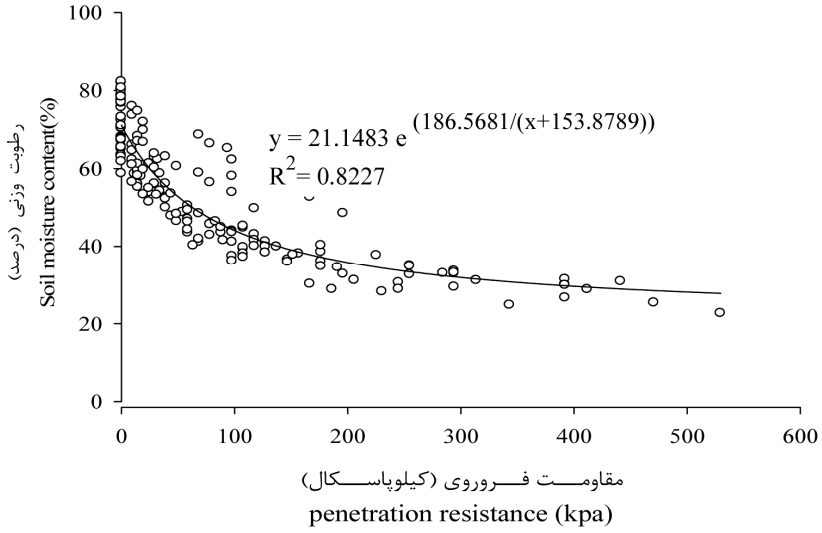
همان‌گونه که در شکل ۵ مشاهده می‌گردد با افزایش نشست خاک (انقباض عمودی خاک)، مقاومت فروروی در خاک به‌صورت نمایی افزایش یافته و همچنین شکل ۵ همبستگی بالایی را بین مقاومت فروروی و انقباض عمودی خاک نشان می‌دهد. شایان ذکر است از ابتدای آزمایش تا زمانی‌که نشست خاک به cm ۱ برسد میزان مقاومت فروروی در خاک در تمامی تیمارها ناچیز و نزدیک به صفر است ولی با افزایش میزان نشست خاک از cm ۱ به cm ۳ افزایش چشمگیری در مقاومت فروروی دیده می‌شود.



شکل ۵- رابطه بین نشست خاک و مقاومت فروروی در سطوح مختلف بقایای گیاهی ((a) بدون افزودن بقایای گیاهی، (b) ۰/۵ درصد بقایای گیاهی، (c) ۱ درصد بقایای گیاهی، (d) ۱/۵ درصد بقایای گیاهی).

Figure 5. The relationship between Soil subsidence and penetration resistance of soil at different levels of plant residues ((a) Without plant residues, (b) 0.5% plant residues, (c) 1% plant residues, (d) 1.5% plant residues).

شکل ۶ نشان می‌دهد که با کاهش میزان درصد رطوبت از حالت اشباع تا زمانی‌که خاک دارای رطوبت ٪۵۰ باشد تغییرات چندانی در میزان مقاومت فروروی در خاک دیده نمی‌شود اما با کاهش درصد رطوبت وزنی خاک از ٪۵۰ به ٪۳۰ افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در میزان مقاومت فروروی دیده می‌شود و با گذشت زمان و ثابت ماندن درصد رطوبت وزنی خاک میزان مقاومت فروروی هم‌چنان افزایش می‌یابد. همچنین شکل ۶ همبستگی بالایی را بین مقاومت فروروی و درصد رطوبت وزنی نشان می‌دهد.



شکل ٦- رابطه بین مقاومت فروروی و درصد رطوبت وزنی در خاک‌های ترک‌دار شالیزاری.

Figure 6. The relationship between penetration resistance and soil moisture content in cracked paddy soil.

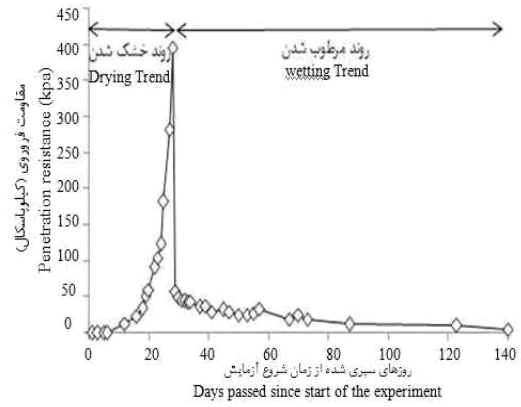
شکل ۷ روند تغییرات مقاومت به نفوذ را در کل آزمایش نشان می‌دهد که با توجه به شکل درمی‌یابیم که تغییرات مقاومت فروروی شامل سه فاز می‌باشد:

فاز اول: روند افزایشی مقاومت فروروی در طول مرحله خشک شدن و ترک خوردن خاک

فاز دوم: افت ناگهانی مقاومت فروروی بلافاصله بعد از مرطوب شدن خاک

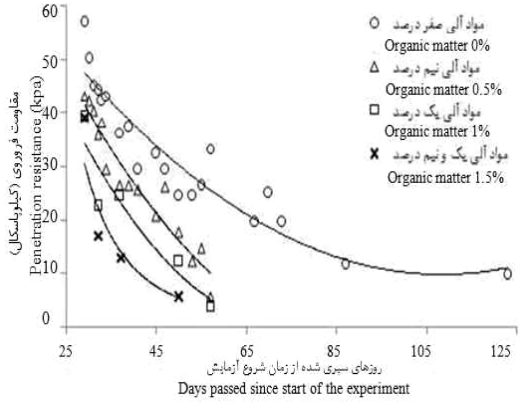
فاز سوم: روند کاهشی مقاومت فروروی با شیب کم در طول مرحله مرطوب شدن

لازم به ذکر است مقاومت فروروی در مرحله مرطوب شدن، ابتدا با یک شیب تند کاهش پیدا می‌کند اما بعد از آن، برای رسیدن به مقدار اولیه خود به‌مدت زمان زیادی نیازمند است (تقریباً مدت ۳ ماه وقت نیاز است) و حتی در برخی تیمارها نظیر تیمارهایی که به آن‌ها بقایای گیاهی اضافه نشده بود مقاومت فروروی به مقدار اولیه خود که در شروع آزمایش داشتند، نرسید. روند تغییرات روزانه مقاومت فروروی در مرحله مرطوب شدن در شکل ۸ آورده شده است.



شکل ۷- تغییرات روزانه مقاومت فروروی در طول آزمایش.

Figure 7. Daily variations penetration resistance During experiment.



شکل ۸- تغییرات روزانه مقاومت فروروی به در روند مرطوب‌شدن.

Figure 8. Daily variations penetration resistance in the process of wetting.

شکل ۸ نشان می‌دهد که افزودن بقایای گیاهی به خاک سبب تسریع در کاهش مقاومت فروروی در مرحله تر شدن می‌گردد و در تیمار شاهد حتی بعد از گذشت مدت زمان تقریباً ۳ ماه، مقدار مقاومت فروروی در آن به مقدار اولیه آن نمی‌رسد.

نتیجه‌گیری

افزودن بقایای گیاهی سبب افزایش مقاومت فروروی در خاک در مرحله ترک نهایی گردیده است. به‌طور کلی دلیل افزایش مقاومت فروروی در تیمارهای حاوی بقایای گیاهی، سطوح زبر و تجزیه نشده کاه و کلش می‌باشد (چون این آزمایش اثر کوتاه‌مدت افزودن بقایای گیاهی را مورد بررسی قرار داده و بقایای گیاهی نیز به‌طور کامل تجزیه نشده باعث افزایش مقاومت فروروی در روند خشک گردیده است)، در حالی‌که بقایای گیاهی موجود در خاک تأثیر زیادی در کاهش مقاومت فروروی در روند مرطوب شدن داشته است. اثر زئولیت و همچنین اثر متقابل زئولیت و بقایای گیاهی بر مقاومت فروروی معنی دار نشد. نتایج نشان داد که روابط حاکم بین مقاومت فروروی با حجم انقباض خاک، نشست خاک، جرم مخصوص ظاهری و درصد رطوبت وزنی از همبستگی بالایی برخوردار است همچنین میزان مقاومت فروروی با افزایش جرم مخصوص ظاهری به‌شدت افزایش یافت. بنابراین توصیه می‌گردد جهت کاهش مقاومت فروروی، بقایای گیاهی به‌صورت طولانی‌مدت به خاک اضافه گردد.

منابع

1.Alakukku, K. 1996. Persistence of soil compaction due to high axle load traffic, I. shrot-term effects on the properties of clay and organic soils. Soil & Tillage Res. 37: 211-222.

2.Aluko, O.B., and Koolen, A.J. 2000. The essential mechanics of capillary crumbling of structured soils. Soil Till. Res. 55: 117-126.

3.Aluko, O.B., and Koolen, A.J. 2001. Dynamics and characteristics of pore space changes during the crumbling on drying of structured agricultural soils. Soil Till. Res. 58: 45-54.

4.Baver, L.D., Gardner, W.H., and Gardner, W.R. 1972. Soil Physics, P 498. John Wiley, New York.

5.Ekwue, EI., and Stone, R.J. 1995. Organic matter effects on the strength properties of compacted agricultural soils. Trans ASAE. 38: 357-365.

6.Ghanbari, Z. 2009. Effect of zeolite on some physical properties and moisture conditions dominant three textural paddy. M.Sc. Thesis University of Esfehan. 104p. (In Farsi)

7.Mamman, E., Ohu, J.O., and Crowther, T. 2007. Effect of soil compaction and organic matter on matter on the early growth of maize (*Zea mays*) in a vertisol. Int. Agrophysics. 21: 367-375.

8.Mosadeghi, M.R., Haj Abasi, M.A., Hemat, A., and Afioni, M. 1999. Effect of soil moisture and manure on soil compressibility Lavark. Science and Technology of Agriculture and Natural Resources. 4: 27-39. (In Farsi)

9.Mujdeci, M. 2011. The effects of organic material application on soil penetration resistance. J. Food Agric. Environ. 9: 1045-1047.

10.Ohu, J.O., Ekwue, E.I., and. Folorunso, O.A. 1994. The effect of addition of organic matter on the compaction of a Vertisol from northern Nigeria. Soil Tech. 7: 155-162.

11.Shirani, H., Hajabasi, M.H., Afyini, M., and Hemmat, A. 1389. Effect of tillage and manure application on soil penetration resistance of soil under maize cultivation. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. Water and Soil Science. 51: 141-154. (In Farsi)

12.Shirani, H., Rizehbandi, A., Dashti, H., Mosadeghi, M.R., and Afiyoni, M. 1390. Effect of pistachio waste on some physical properties and compressibility of soil types. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. Water and Soil Science. 55: 85-97. (In Farsi)

13.Soane, B.D. 1990. The role of organic matter in soil compactibility: A review of some practical aspects. Soil & Tillage Res. 16: 179-201.
14.Soane, B.D., and Van Ouwerkerk, C. 1994. Soil Compaction in Crop Production. Elsevier, 662p.
15.Stone, R.J., and Ekwue, E.I. 1993. Maximum bulk density achieved during soil compaction as affected by the incorporation of three organic materials. Trans. ASAE. 36: 6. 1713-1719.
16.Stone, R.J., and Ekwue, E.I. 1995. Compressibility of some Trinidadian soil as affected by the incorporation of peat. J. Agric. Eng. Res. 60: 15-24.
17.Torres, J.S., and Rodrigues, L.A. 1996. Soil compaction management for sugarcane. Proceedings of the XXII Congress of the International Society of Sugar Cane Technologists, held 7-15 September 1995in Cartagena, Colombia. 2: 222-230.
18.Utset, A., and Cid, G. 2001. Soil penetrometer resistance spatial variability in a Ferralsol at several soil moisture conditions. Soil & Tillage Res. 61: 193-202.
19.Yang, C.H., Kim, T.K., Ryu, J.H., Lee, S.B., Kim, S., Baek, N.H., Choi, W.Y., and Kim, S.J. 2010. Effect of rice straw application on Soil Physico-chemical Properties. 19th World Congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World 1 – 6 August 2010, Brisbane, Australia.
20.Zein El Abedine, A., and Robinson, Gh. 1971. A study on cracking in some vertisols of the Sudan. Geoderma. 5: 3. 229-241.
21.Zhang, H., Hartge, H., and Ringe, H. 1997. Effectiveness of organic matter incorporation in reducing soil compactibility. Soil Sci. Soc. Am. J. 61: 1. 239-245.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 22(6), 2016
http://jwsc.gau.ac.ir

The effects of plant residues and zeolite on penetration resistance in paddy cracked soil

***M. Alizadeh[1], F. Mirzaie[2], T. Sohrabi[3] and M.R. Yazdani[4]**

[1]Ph.D. Student, Dept. of Water Engineering, University of Zabol, [2]Associate Prof., Dept. of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran (Karaj), [3]Professor, Dept. of Irrigation and Reclamation Engineering, University of Tehran (Karaj), [4]Research Assistant Prof., Rice Research Institute of Iran

Received: 11/06/2014; Accepted: 05/26/2015

Abstract

Background and Objectives: The ways of dealing with density include control of soil moisture during tillage, the control of vehicle's traffic on the soil, weight reduction and vehicle's contact pressure with soil and changing of soil structure by adding organic material.

Materials and Methods: In order to study the effect of organic materials and zeolite and their mutual effect at different moisture stages on resistance to pentrometer penetration, organic material factor in four levels (0, 0.5, 1 and 1.5 percent), zeolite factor in four levels (0, 8, 16 and 24 tons per hectare), also soil moisture levels which are in two dry and wet stages at five levels (saturation, capillary crack, final crack, return final crack to capillary crack and when the crack have destroyed) were examined in three replicates as the factorial based on complete randomized blocks design in Rice Research Institute.

Results: The results showed that adding plant residues has increased resistance to pentrometer penetration in soil to 37 percent, the reason of increased resistance to pentrometer penetration in treatments containing plant residues, is the levels of plant residues which aren't decomposed. While adding plant residues causes reduced resistance to pentrometer penetration will accelerate in wet process. It was also found that resistance to pentrometer penetration with subsidence of soil, volume shrinkage of soil, bulk density and soil moisture content highly correlated (0.7811-0.9916).

Conclusion: Finally it's recommended that in order to reduce of the resistance to pentrometer penetration, plant residues must be added to the soil for long time.

Keywords: Penetration resistance, Paddy soil, Rice

* Corresponding Author; Email: malizadeh87@gmail.com