تأثیر سطوح مختلف پادلینگ بر تغییرات رطوبت و چگالی حجمی سه بافت خاک غالب در اراضی شالیزاری استان گیلان

سمیه یوسفی مقدم - فرهاد موسوی*- بهروز مصطفی‌زاده فرد- محمد رضا یزدانی - عباس همت[1]

تاریخ دریافت: ۸۷/۲/۴

تاریخ پذیرش: ۸۷/۴/۲۳

چکیده

پادلینگ یکی از روش‌های معمول آماده‌سازی بستر برای نشاکاری برنج در اراضی شالیزاری می‌باشد. پادلینگ بر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و میکروبیولوژیک خاک تأثیر می‌گذارد و این تغییرات بر رشد برنج مؤثر است. خاکی که ساختمان آن بیشتر مستعد تخریب باشد راحت‌تر پادل می‌شود. در این پژوهش، اثر سطوح مختلف عملیات پادلینگ بر برخی ویژگی‌های فیزیکی (میزان رطوبت و چگالی حجمی) سه بافت خاک غالب در اراضی شالیزاری استان گیلان بررسی شد. طرح به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. از سه بافت خاک (رس سیلتی، لوم رسی و لوم) نمونه‌های دست نخورده با سیلندرهایی به قطر و ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر تهیه شد. نمونه‌ها توسط دستگاه همزن تحت تأثیر سطوح مختلف پادلینگ (P_0: پادل نشده، P_1: پادل کم، P_2: پادل متوسط و P_3: پادل زیاد) قرار گرفتند. رطوبت خاک به روش وزنی و چگالی حجمی با استفاده از استوانه‌های نمونه‌گیری به فاصله زمانی هر ۲۴ ساعت یک‌بار به مدت شش روز برای هر یک از سه بافت خاک اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف پادلینگ بر رطوبت وزنی و چگالی حجمی خاک در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. مقدار آب لایه‌های پادل شده با افزایش زمان ته‌نشینی ذرات خاک کاهش یافت. شیب کاهشی منحنی‌های رطوبت وزنی در طول زمان در تیمار پادل نشده (P_0) بیشتر از تیمارهایP_1 تا P_3 بود، که نشانگر نرخ بیشتر خشک شدن خاک در این تیمار بود. در بافت لوم، از زمان اعمال سطوح پادلینگ تا ۱۴۴ ساعت پس از آن در تیمارهای P_0 تا P_3 ، رطوبت خاک به ترتیب ۲۲/۶، ۱۶/۳، ۱۴/۸ و ۹/۶ درصد کاهش یافت. در هر سه بافت خاک، روند این تغییرات تقریبا مشابه بود. با انجام پادلینگ کم، در عمق ۱۵-۰ سانتی‌متر، چگالی حجمی خاک در بافت‌های رس سیلتی و لوم رسی به ترتیب ۲۳/۸درصد و ۲۲/۸درصد کاهش یافت. اما عملیات پادلینگ در بافت لوم سبب شد چگالی حجمی ۴/۱درصد افزایش یابد. در هر سه نوع بافت خاک، با گذشت زمان، چگالی حجمی افزایش یافت. چگالی حجمی خاک با عمق نیز افزایش یافت و این افزایش برای سطوح کمتر پادلینگ بیشتر بود. به نظر می‌رسد که سطوح بالاتر پادلینگ به دلیل آن که رطوبت را با سرعت کمتری از دست می‌دهند، برای آماده سازی اراضی شالیزاری مناسب‌تر باشد. اما برای تعیین این که چه سطحی از پادلینگ باید در چه بافت خاکی استفاده شود بایستی پارامترهایی نظیر سرعت نفوذ آب به خاک، نگهداشت آب و مقدار آب مصرفی را مورد بررسی قرار داد.

واژه‌های کلیدی: پادلینگ، اراضی شالیزاری، خاکدانه، تهیه بستر، برنج.

۱-به ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استادان دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان و کارشناسی ارشد مرکز تحقیقات برنج کشور، رشت و استاد دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

* - نویسنده مسئول: Email: mousavi@cc.iut.ac.ir

مقدمه

کشاورزان، در مرحله عملیات خاک‌ورزی ثانویه شالیزارها، طی عملیاتی تحت عنوان پادلینگ[1] (گل‌خرابی، گل‌آب، شله‌زنی) خاک را با آب مخلوط می‌کنند تا ضمن نرم و آماده نمودن زمین برای نشاکاری، تلفات نفوذ آب به خاک را کاهش دهند. از هدف‌های عمده پادلینگ می‌توان موارد زیر را نام برد: ۱- تسهیل در عمل نشاکاری، ۲- مبارزه با علف‌های هرز، ۳- مخلوط کردن یکنواخت کود با خاک، ۴- جلوگیری از نفوذ زیاد آب به خاک، ۵- تسطیح زمین، ۶- تسهیل در جذب عناصر غذایی خاک توسط ریشه و ۷- فراهم نمودن محیط مناسب برای رشد و توسعه ریشه (۴، ۶ و ۱۴). پادلینگ علاوه بر تمام مزایای ذکر شده معایبی نیز دارد. بسیاری از تحقیقات نشان داده که حداکثر نیاز آبی در آبیاری برنج، اغلب در زمان انجام پادلینگ است، به ویژه در جایی که این عمل در مدت زمان خیلی کوتاه، که هیچگونه بارندگی نیز اتفاق نیفتد، انجام گیرد. پادلینگ با تخریب خواص فیزیکی خاک باعث ایجاد مشکلاتی در اراضی می‌شود که کشت دوم در آنها صورت می‌گیرد.

یک مزرعه خوب آماده شده برای کاشت برنج باید دارای شرایط زیر باشد: الف) بقایای گیاهی و علف‌های هرز در عملیات خاک‌ورزی اولیه به طور مطلوبی در بین لایه‌های شخم مدفون گردد، ب) در مرحله خاک‌ورزی ثانویه، عمل گل‌خرابی به طور کامل انجام گیرد و ج) سطح مزرعه قبل از نشاکاری کاملا تراز شود.

مرطوب کردن یک خاک خشک شالیزاری جهت انجام عملیات پادلینگ موجب تورم غیریکنواخت[2] در خاکدانه‌ها و خروج هوای محبوس شده از داخل خلل و فرج خاک می‌شود. در اثر پادلینگ، ممکن است قسمتی از و یا کل خاکدانه‌ها، بسته به پایداریشان، تخریب شوند. چنانچه خاک دارای خاکدانه و خلل و فرج خوب و مناسب باشد در اثر پادلینگ به صورت یک توده گل خمیر مانند و بدون ساختمان در می‌آید. لایه پادل شده چه از نظر ساختمانی و چه از نظر شیمیایی یکنواخت نیست (۱۱). شارما و داتا (۱۱) گزارش نمودند که در نتیجه انجام پادلینگ، چگالی حجمی لایه‌های سطحی (۱۰-۰، ۲۰-۱۰ و ۳۰-۲۰ سانتی‌متری) در خاک رسی از ۰/۸۳ به ۰/۵۳ تن در متر مکعب و در خاک لوم رسی از ۱/۱۶ به ۰/۸۱ تن در متر مکعب کاهش یافت. ولی با گذشت زمان و همراه با ته‌نشین شدن ذرات، خصوصا ذرات رسی، چگالی حجمی خاک غرقاب شده و پادل شده افزایش می‌یابد.

باج‌پایی و تریپاتی (۲) در تحقیقی که روی خاک لوم رسی سیلتی انجام دادند نتیجه گرفتند که پادلینگ به طور معنی‌داری سبب کاهش چگالی حجمی در عمق ۶- ۰ سانتی‌متری سطح خاک می‌گردد. در حالی‌که پس از برداشت برنج، چگالی حجمی مجددا به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد. سینگ و همکاران (۱۰) دریافتند که در خاک لوم رسی سیلتی و لوم شنی افزایش درجه پادلینگ سبب افزایش چگالی حجمی لایه ۲۰-۱۵ سانتی‌متری خاک می‌گردد که احتمالا به دلیل تشکیل سخت‌لایه[3] می‌باشد.

راتاری و همکاران (۱۰) تأثیر سطوح مختلف پادلینگ (پادلینگ در ۱، ۱۰، ۳۰ و ۶۰ دقیقه) بر پارامترهای فیزیکی خاک را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج تحقیقات آنها نشان داد که مقدار رطوبت لایه‌های پادل شده با افزایش عمق پادلینگ و نیز با گذشت زمان کاهش می‌یابد.

نتایج فوق نشان می‌دهد که تأثیر سطوح مختلف پادلینگ بر ویژگی‌های فیزیکی خاک در بافت‌های مختلف متفاوت

1 - Puddling
2 - Uneven swelling
3 - Hardpan

است. لذا هدف از این پژوهش بررسی تأثیر سطوح مختلف پادلینگ بر تغییرات رطوبت وزنی و چگالی حجمی سه بافت مختلف خاک در اراضی شالیزاری استان گیلان بود.

مواد و روش‌ها

الف) تیمارها و طرح آماری

این تحقیق روی سه بافت خاک غالب مربوط به شهرستان‌های پیربازار، سروندان و سراوان در استان گیلان و به صورت آزمایشگاهی انجام شد. طرح به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام گرفت. فاکتورهای آزمایش شامل پادلینگ با زمان‌های مختلف در ۴ سطح و بافت خاک در ۳ سطح بود. سطوح پادلینگ عبارت بودند از خاک پادل نشده (P_0)، پادل کم (P_1)، پادل متوسط (P_2) و پادل زیاد (P_3). بافت خاک شامل رس سیلتی (۴۳درصد رس، ۴۵درصد سیلت و ۱۲درصد شن)، لوم رسی (۳۳درصد رس، ۴۱درصد سیلت و ۲۶درصد شن) و لوم (۲۴درصد رس، ۳۸درصد سیلت و ۳۸درصد شن) بود.

بلافاصله پس از آنکه زارعین عملیات شخم اولیه را انجام دادند (دهه سوم اسفند ۱۳۸۵تا دهه دوم فروردین ۱۳۸۶)، به کمک سیلندرهایی به قطر و ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر از خاک مزارع در سه تکرار نمونه دست نخورده تهیه شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه مؤسسه تحقیقات برنج واقع در شهرستان رشت منتقل گردید.

ب) شرح دستگاه همزن

یک دستگاه پادلینگ (همزن) آزمایشگاهی طراحی و ساخته شد که از یک صفحه فلزی به ضخامت ۲ میلی‌متر و قطر ۴۹ سانتی‌متر و ۱۰ عدد میله فولادی به قطر ۱ و ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر که به صفحه فلزی متصل می‌شدند، تشکیل شده است (شکل ۱). صفحه فلزی به وسیله یک الکتروموتور AC چرخیده و عملیات پادلینگ را اعمال می‌نمود. موتور AC به دستگاه مبدل وصل بوده و دور الکتروموتور به صورت دلخواه (۱۲۰ دور دقیقه) تنظیم می‌گردید. حداکثر دور موتور به گونه‌ای انتخاب گردید که سبب پاشیده شدن خاک داخل سیلندر به اطراف نگردد.

در آزمایشگاه، به نمونه‌های تهیه شده از خاک مزرعه آب به مقدار مشخص اضافه شد و به مدت حداقل ۲۴ ساعت اجازه داده شد تا چسبندگی بین ذرات خاک کاهش یابد. پس از آن روی نمونه‌های خاک با دستگاه ساخته شده پادلینگ انجام داده شد. با چرخش میله‌ها درون خاک به عمق ۱۵ سانتی‌متر و به مدت مشخص تیمارهای مورد نظر به صورت زیر اعمال گردید: P_1، چرخش میله‌ها به مدت ۱۵ دقیقه؛ P_2، چرخش میله‌ها به مدت ۳۰ دقیقه و P_3، چرخش میله‌ها به مدت ۴۵ دقیقه. تیمار P_0 نیز حاوی خاک دست نخورده (پادل نشده) بود.

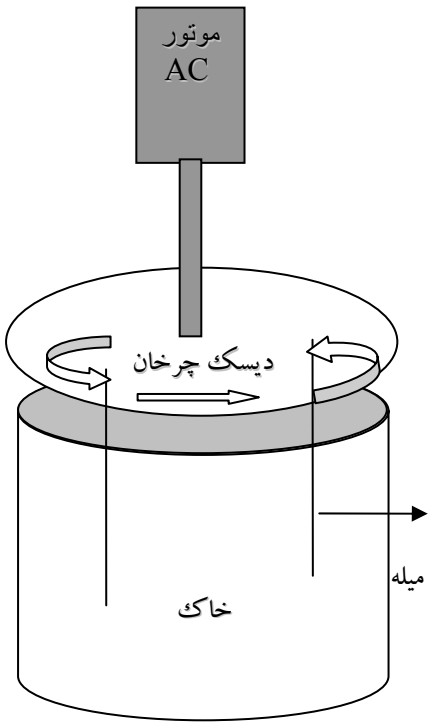
در حین عملیات پادلینگ، به تدریج آب به وسیله ظرف مدرج به خاک اضافه می‌شد به اندازه‌ای که چرخش میله‌ها داخل خاک به راحتی صورت گیرد و چسبندگی بین ذرات خاک و میله مانع حرکت آن‌ها نگردد.

ج) اندازه‌گیری‌ها

برای اندازه‌گیری رطوبت خاک به روش وزنی، با استفاده از مته نمونه‌برداری، تا عمق ۱۵ سانتی‌متر از سطح خاک داخل سیلندر به فواصل ۵ سانتی‌متر نمونه‌برداری شد. نمونه‌گیری‌ها پس از اعمال سطوح پادلینگ مورد نظر و به فاصله زمانی هر ۲۴ ساعت یک‌بار، با سه تکرار، به مدت شش روز برای هر یک از سه بافت خاک انجام شد.

برای اندازه‌گیری چگالی حجمی خاک، پس از اعمال سطوح پادلینگ مورد نظر، با کمک سیلندرهایی به قطر ۴ و

ارتفاع ۵ سانتی‌متر، تا عمق ۱۵ سانتی‌متری از سطح خاک نمونه دست نخورده تهیه شد.



(شکل ۱) - طرح‌واره دستگاه پادلینگ آزمایشگاهی (۸).

د) تحلیل داده‌ها

پس از برداشت و ثبت همه داده‌های مورد نظر، داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار (MSTAT-C) مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. در صورت معنی‌دار بودن آزمون F، مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن درسطح احتمال ۵ درصد انجام شد. نمودارها نیز به کمک نرم‌افزارهای (Excel) و(Table Curve) ترسیم شدند.

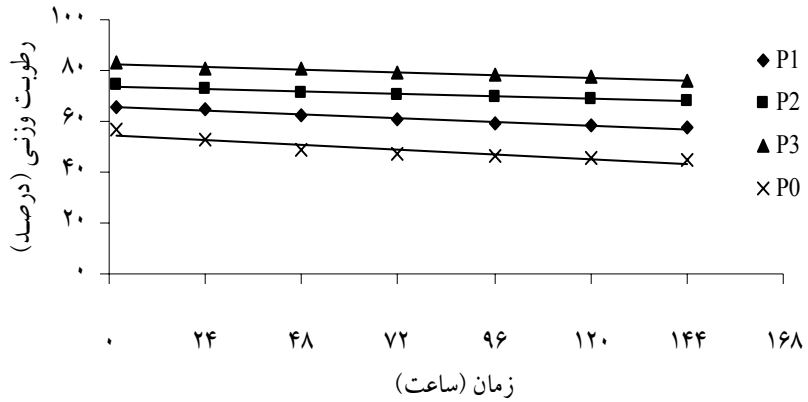
نتایج و بحث

الف) رطوبت وزنی

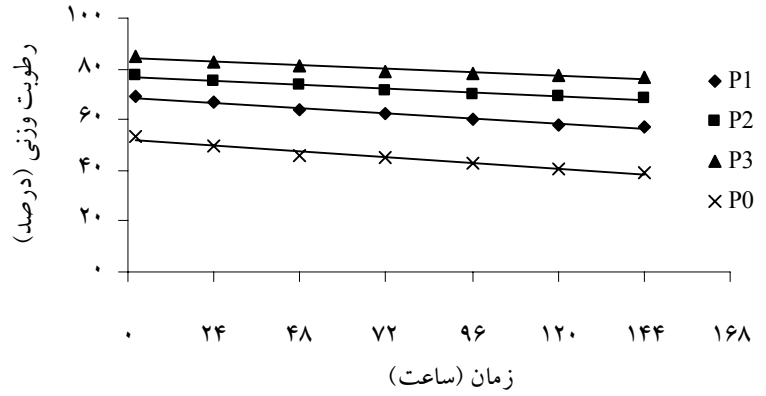
نتایج تجزیه واریانس داده‌های رطوبت وزنی خاک نشان داد که تأثیر تیمارهای مختلف پادلینگ بر این پارامتر در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. درحالی‌که اثر عامل بافت خاک، تا ۲۴ ساعت پس از پادلینگ معنی‌دار بود، ولی پس از آن تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای بافت خاک مشاهده نشد. اثر متقابل بافت خاک و میزان پادلینگ بر رطوبت وزنی خاک تا ۹۶ ساعت پس از پادل معنی‌دار بود، در حالی‌که پس از آن تفاوت تیمارهای بافت خاک معنی‌دار نبود.

(شکل‌های ۲ تا ۴) تغییرات رطوبت خاک را برای سطوح مختلف پادلینگ در سه نوع بافت خاک نشان می‌دهند. چنانچه مشاهده می‌شود، روند کاهش رطوبت وزنی خاک با زمان به صورت خطی است. در هر سه بافت خاک، شیب کاهشی منحنی‌ها در تیمار خاک پادل نشده (P_0) بیشتر از سه تیمار دیگر (P_1 تا P_3) است که نشانگر سرعت بیشتر خشک‌شدن خاک پادل نشده (P_0) می‌باشد (به‌ویژه در خاک لوم، که شیب آن تندتر از دو بافت

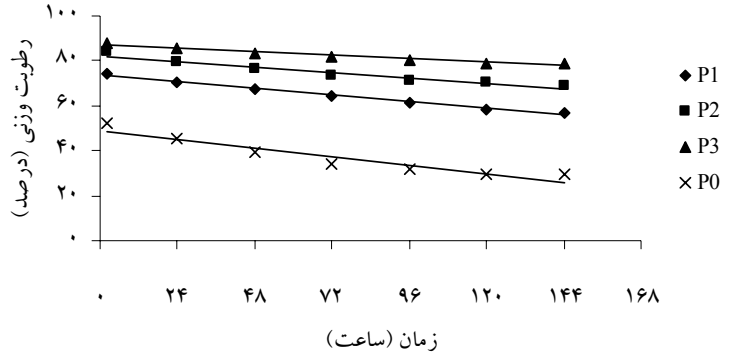
سنگین‌تر دیگر است). به عنوان مثال، در بافت لوم از زمان اعمال سطوح پادلینگ تا ۱۴۴ ساعت پس از آن در تیمارهای P_0 تا P_3، رطوبت به ترتیب ۲۲/۶، ۱۶/۳، ۱۴/۸ و ۹/۶ درصد کاهش یافت (شکل ۴). در واقع خاک پادل نشده نسبت به خاک پادل شده دارای رطوبت کمتری است و زودتر هم رطوبت خود را از دست می‌دهد. از طرفی با افزایش مدت پادلینگ، میزان کاهش رطوبت در طول زمان پس از پادلینگ کمتر می‌گردد. به عبارت بهتر، درجات بالاتر پادلینگ باعث می‌شوند خاک‌ها رطوبت را برای مدت بیشتری در خود حفظ کنند. این نتایج در مورد بافت لوم رسی و رس سیلتی نیز صدق می‌کند، با این تفاوت که میزان کلی کاهش رطوبت در طول زمان در تیمارهای پادلینگ در این دو بافت تفاوت چشمگیری ندارد. به عنوان مثال، در بافت رس سیلتی از زمان اعمال سطوح پادلینگ تا ۱۴۴ ساعت پس از آن در تیمارهای P_0 تا P_3، رطوبت به ترتیب به اندازه ۱۲/۶، ۸/۶، ۶/۰ و ۶/۷ درصد کاهش نشان داد (شکل ۲).



(شکل ۲) - تغییرات رطوبت وزنی خاک با زمان پس از پادلینگ برای خاک رس سیلتی. P_0، P_1، P_2 و P_3 به ترتیب خاک پادل نشده، پادل کم، پادل متوسط و پادل زیاد را نشان می‌دهد.



(شکل ۳) - تغییرات رطوبت وزنی خاک با زمان پس از پادلینگ برای خاک لوم رسی. P_0، P_1، P_2 و P_3 به ترتیب خاک پادل نشده، پادل کم، پادل متوسط و پادل زیاد را نشان می‌دهد.



(شکل ۴) - تغییرات رطوبت وزنی خاک با زمان پس از پادلینگ برای خاک لوم. P_0، P_1، P_2 و P_3 به ترتیب خاک پادل نشده، پادل کم، پادل متوسط و پادل زیاد را نشان می‌دهد.

میزان کلی کاهش رطوبت در طول زمان برای بافت لوم بیشتر از دو بافت دیگر است (شکل‌های ۲ تا ۴). کاهش بیشتر رطوبت در بافت لوم سبب افزایش سریع‌تر جرم مخصوص ظاهری در این خاک شده است. به عنوان مثال، از زمان اعمال پادل کم تا ۱۴۴ ساعت پس از آن در تیمارهای خاک لوم، لوم رسی و رس سیلتی میزان رطوبت به ترتیب به اندازه ۲۲/۶، ۱۴/۰ و ۱۲/۶ درصد کاهش یافت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در درجه ثابتی از پادلینگ، سرعت خشک شدن خاک در بافت سبک بیشتر از بافت سنگین است. در واقع بافت رس سیلتی به دلیل دارا بودن تخلخل‌های ریز بیشتر نسبت به دو بافت دیگر، با قدرت بیشتری رطوبت را در خود حفظ می‌کند. موهانتی و همکاران (۹) نیز دریافتند که خاک پادل شده نسبت به خاک پادل نشده ۲۵ درصد بیشتر رطوبت را حفظ می‌کند.

این امر ممکن است به این دلیل باشد که در خاک‌های پادل شده بیشتر حجم منافذ توسط خلخل و فرج ریز اشغال شده است.

مقایسه میانگین‌های اثر متقابل بافت خاک و سطح پادل بر درصد رطوبت وزنی خاک نشان داد که تیمار با پادل زیاد (P_3) و بافت خاک لوم دو ساعت پس از انجام پادل بیشترین، و تیمارپادل نشده (P_0) و بافت لوم ۱۴۴ ساعت پس از پادل، کمترین میزان رطوبت را داشتند.

ب) چگالی حجمی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های چگالی حجمی نشان داد که اثر پادلینگ و بافت خاک بر میزان چگالی حجمی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل این دو عامل بر چگالی حجمی به جز ۲ ساعت پس از پادل، در سایر زمان‌ها معنی‌دار بود. شکل‌های ۵ تا ۷ تغییرات چگالی حجمی را با گذشت زمان برای تیمارهای پادلینگ در هر یک از سه بافت خاک نشان می‌دهند. ملاحظه می‌شود چگالی حجمی لایه‌های پادل شده، در تمامی سطوح پادلینگ، با زمان افزایش می‌یابد و روند این افزایش به صورت خطی است. با وجود آنکه هر سه تیمار پادلینگ (پادل کم، متوسط و زیاد) رفتاری مشابه از خود نشان دادند اما تیمار P_1 در کل دوره اندازه‌گیری همواره دارای چگالی حجمی بیشتر نسبت به دو تیمار دیگر بود. این امر ممکن است در نتیجه سرعت تندتر در ته‌نشینی ذرات باشد (۱۰).

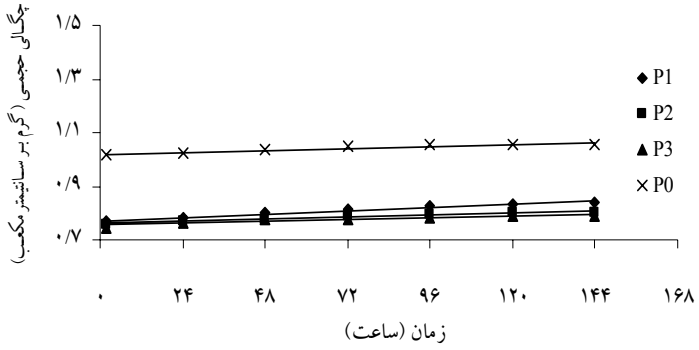
(شکل ۵) نشان می‌دهد که در خاک رس سیلتی از زمان اعمال سطوح پادلینگ تا ۱۴۴ ساعت پس از آن در تیمارهای P_0 تا P_3، چگالی حجمی به ترتیب به اندازه ۳/۹، ۹/۱، ۵/۳ و ۵/۳ درصد افزایش یافت. از طرفی با دقت در نمودار مشاهده می‌گردد که شیب منحنی در هنگام افزایش،

در تیمار P_1 بیشتر از سه تیمار دیگر است. در واقع چگالی حجمی در تیمار P_1 با سرعت بیشتری افزایش یافته است.

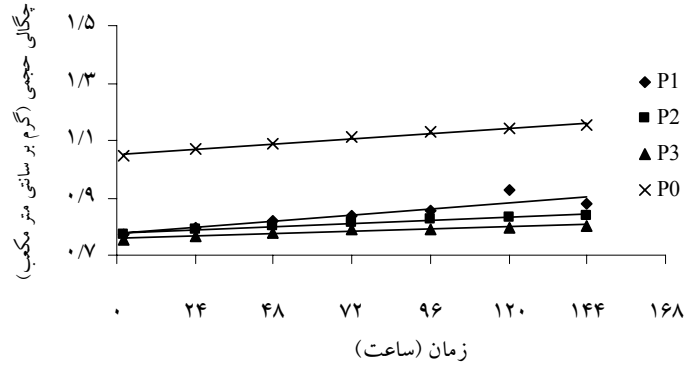
در (شکل ۶) مشاهده می‌گردد که در خاک لوم رسی از زمان اعمال سطوح پادلینگ تا ۱۴۴ ساعت پس از آن در تیمارهای P_0 تا P_3، چگالی حجمی به ترتیب به اندازه ۹/۵ ، ۱۴/۳ ، ۹/۱ و ۵/۳ درصد افزایش یافت و روند این افزایش خطی بود. نتیجه به دست آمده در این مورد با نتایج حاصل از تحقیقات راتاری و همکاران (۱۰) هم‌خوانی دارد. آنها نشان دادند که با افزایش زمان ته‌نشینی، چگالی حجمی خاک نیز افزایش می‌یابد.

در (شکل ۷) ملاحظه می‌گردد که در خاک لوم، شیب افزایش چگالی حجمی در تیمار P_1 بیشتر از سه تیمار دیگر است. در واقع چگالی حجمی در تیمار P_1 با سرعت بیشتری افزایش می‌یابد. ملاحظه می‌گردد در تمامی سطوح پادلینگ (P_1 تا P_3) خاک لوم نسبت به دو تیمار دیگر بافت خاک تغییر بیشتری در چگالی حجمی داشته است. در این خاک، سطوح مختلف پادلینگ (P_1 تا P_3) تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد با تیمار پادل نشده (P_0) از لحاظ چگالی حجمی نداشتند.

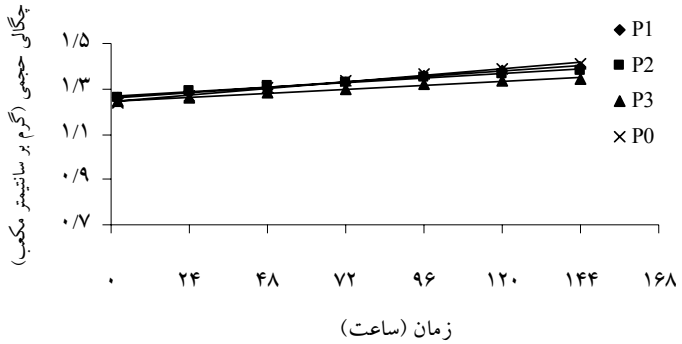
در هر سه بافت خاک، با افزایش پادلینگ، چگالی حجمی خاک کاهش یافته است. نتایج تحقیق سینگ و همکاران (۱۲) مغایر با نتایج به دست آمده در این پژوهش است. آنها نشان دادند که افزایش در جه پادلینگ سبب افزایش چگالی حجمی هر دو نوع خاک (لوم شنی و لوم رسی سیلتی) شده است. بهرا و همکاران (۳) گزارش نمودند که چگالی حجمی خاک پادل شده در مقایسه با خاک پادل نشده بیشتر است. آنها همچنین نشان دادند که در خاک لوم رسی سیلتی افزایش سطح پادلینگ، چگالی حجمی خاک را افزایش داد.



(شکل ۵) - تغییرات چگالی حجمی خاک با زمان پس از پادلینگ برای خاک رس سیلتی.



(شکل ۶) - تغییرات چگالی حجمی خاک با زمان پس از پادلینگ برای خاک لوم رسی.



(شکل ۷) - تغییرات چگالی حجمی خاک با زمان پس از پادلینگ برای خاک لوم.

با دقت در (جدول ۱)، که تغییر چگالی حجمی خاک‌ها را قبل و پس از پادلینگ نشان می‌دهد، مشخص می‌گردد که با انجام پادلینگ، چگالی حجمی در خاک لوم رسی و نیز رس سیلتی کاهش یافت و این کاهش در بافت رس سیلتی بیشتر بود. به عنوان مثال با انجام پادلینگ کم، چگالی حجمی در بافت لوم رسی و رس سیلتی به ترتیب به اندازه ۲۲/۸ و ۲۳/۸ درصد کاهش یافت. این در حالی است که چگالی حجمی بافت لوم با انجام پادلینگ کم ۴/۱ درصد افزایش داشت.

اگر پادلینگ موجب تشکیل یک ساختمان بسته از یک ساختمان باز شود، چگالی حجمی افزایش می‌یابد. درمورد بافت لوم احتمالا این امر موجب افزایش چگالی حجمی خاک پس از پادلینگ شد. آب‌بندی منافذ خاک با متفرق شدن ذرات ریز رس و یا متراکم شدن خاک در نتیجه انجام پادلینگ نیز می‌تواند دلیل افزایش چگالی حجمی در بافت لوم باشد (۱، ۵، ۷ و ۱۳).

پادلینگ معمولا باعث تشکیل ساختمان بازتری شده و بنابراین چگالی حجمی را کاهش می‌دهد. شاید همین مسئله سبب کاهش چگالی حجمی در بافت لوم رسی و رس سیلتی شده باشد. از آنجا که تیمارهای لوم رسی و رس سیلتی دارای درصد بالایی از رس مونت‌موریلونیت بودند، کاهش چگالی حجمی در نتیجه انجام پادلینگ ممکن است به دلیل تورم رس و ایجاد یک ساختمان باز از یک ساختمان بسته باشد.

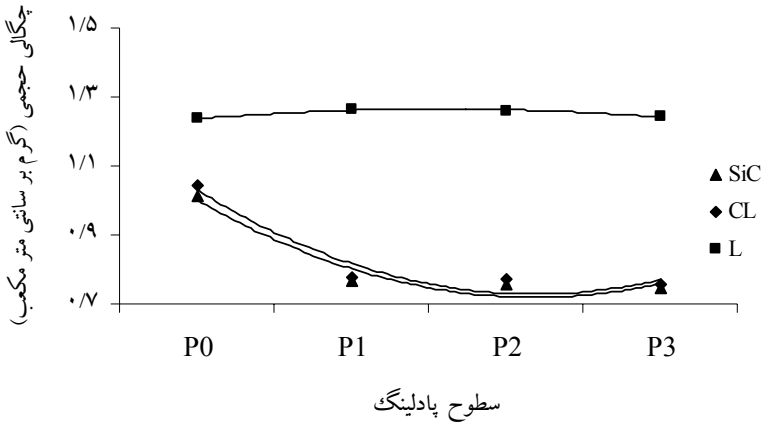
(جدول ۱) - مقایسه چگالی حجمی (گرم بر سانتی‌متر مکعب) در تیمارهای مختلف، قبل و پس از انجام پادلینگ.

تیمار پادل / بافت خاک	P_0		P_1		P_2		P_3	
	ρ_1^*	ρ_2^*	ρ_1	ρ_2	ρ_1	ρ_2	ρ_1	ρ_2
رس سیلتی	۱/۰	۱/۰۱	۱/۰۱	۰/۷۷	۱/۰۲	۰/۷۶	۱/۰۲	۰/۷۵
لوم رسی	۱/۰۲	۱/۰۵	۱/۰۱	۰/۷۸	۱/۰۲	۰/۷۷	۱/۰۱	۰/۷۶
لوم	۱/۲	۱/۲۴	۱/۲۱	۱/۲۶	۱/۲	۱/۲۶	۱/۱۸	۱/۲۴

ρ_1^* و ρ_2^* به ترتیب چگالی حجمی خاک قبل و پس از انجام شخم اول؛ ρ_1 و ρ_2 به ترتیب چگالی حجمی خاک قبل و پس از انجام پادلینگ. تفاوت مختصر در چگالی اولیه خاک تیمارهای پادل به دلیل خطا در اندازه‌گیری است.

وقتی که مونت‌موریلونیت مرطوب می‌شود آماس قابل توجهی در بین لایه‌ها ایجاد می‌کند و در نتیجه چسبندگی بین خاکدانه‌ها کم می‌گردد.

(شکل ۸) نیز اثر متقابل بافت خاک و میزان پادل را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد با وجود اینکه هر سه نوع بافت خاک از منحنی درجه دوم پیروی می‌کنند، تیمار لوم روند افزایشی را در سطوح پادلینگ نشان می‌دهد در حالی‌که این روند در تیمار لوم رسی و رس سیلتی کاهشی می‌باشد.

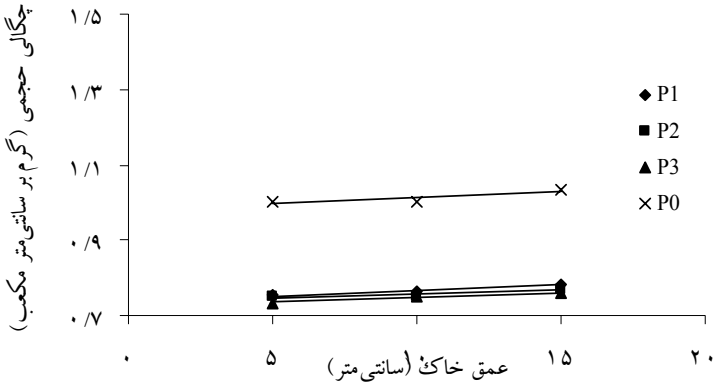


(شکل۸) - اثر متقابل تیمار پادل و بافت خاک بر چگالی حجمی ۲ ساعت پس از انجام پادلینگ.

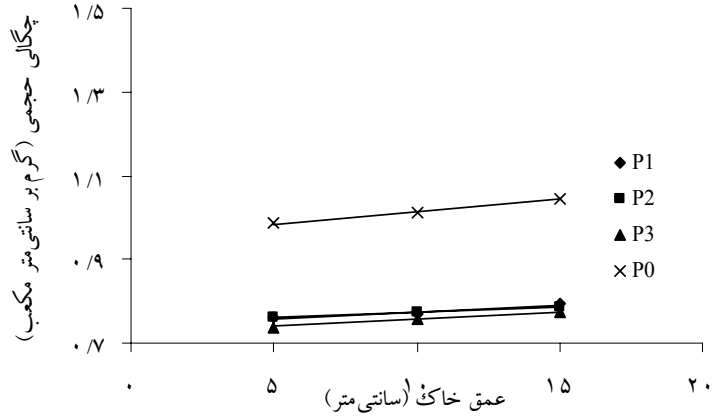
تفاوت در چگالی حجمی با عمق برای سطوح مختلف پادلینگ و بافت رس سیلتی در (شکل ۹) نشان داده شده است. ملاحظه می‌شود که چگالی حجمی خاک با عمق افزایش می‌یابد. از طرفی در درجات بالاتر پادلینگ، شیب افزایش چگالی حجمی با عمق کاهش می‌یابد. به عنوان مثال مشاهده می‌شود که میزان افزایش چگالی حجمی با عمق در تیمار پادل کم ۳/۸ درصد و در تیمار پادل زیاد ۳/۴ درصد می‌باشد. البته این تغییرات از لحاظ آماری معنی‌دار نبود. کمتر بودن چگالی حجمی در لایه سطحی ممکن است به دلیل بیشتر بودن مواد آلی در این لایه باشد. برای خاک لوم رسی (شکل ۱۰) و لوم (شکل ۱۱) نیز نتایج مشابهی به دست آمد. راتاری و همکاران (۱۰) نیز تغییرات چگالی حجمی را در عمق ۲۱۰-۰ میلی‌متری خاک بررسی نمودند. نتایج بررسی آنها نشان داد که سرعت افزایش چگالی حجمی در اعماق پایین‌تر نسبت به لایه سطحی خاک کمتر است.

نتیجه

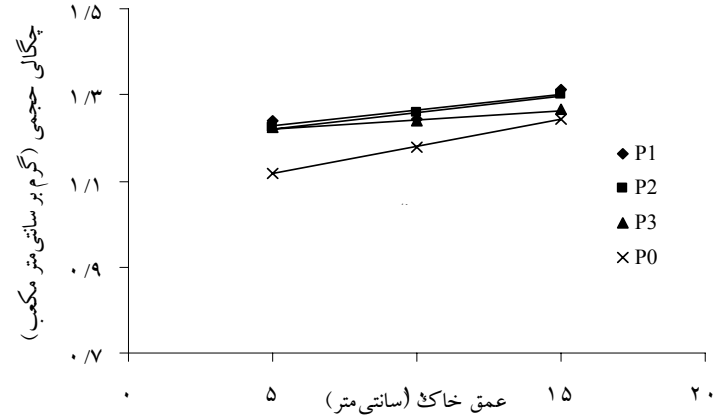
اثر سطوح مختلف عملیات پادلینگ بر میزان رطوبت و چگالی حجمی سه بافت خاک غالب در اراضی شالیزاری استان گیلان بررسی شد. از سه بافت رس سیلتی، لوم رسی و لوم نمونه‌های دست‌نخورده تهیه شد. نمونه‌ها توسط دستگاه همزن با میله‌های عمودی از کم تا زیاد پادل شدند. نتایج نشان داد که با انجام عملیات پادلینگ در هر سه بافت خاک، قابلیت نگهداری آب خاک در طول زمان افزایش یافت. این مسئله احتمالا به دلیل وجود منافذ ریز بیشتر در خاک‌های پادل شده می‌باشد.



(شکل ۹) - تغییرات چگالی حجمی با عمق خاک برای بافت رس سیلتی.



(شکل ۱۰) - تغییرات چگالی حجمی با عمق خاک برای بافت لوم رسی.



(شکل ۱۱) - تغییرات چگالی حجمی با عمق خاک برای بافت لوم.

در هر سه نوع بافت خاک، با افزایش سطح پادلینگ نرخ کاهش رطوبت در طول زمان کاهش یافت. به عبارت دیگر، درجات بالاتر پادلینگ باعث شدند خاک‌ها رطوبت را برای مدت بیشتری در خود حفظ کنند. دلیل این پدیده احتمالا افزایش سطح ویژه ذرات خاک در پادلینگ زیاد است. با انجام عملیات پادلینگ کم، در بافت رس سیلتی و نیز لوم

رسی، چگالی حجمی خاک کاهش یافت. این در حالی است که در بافت لوم، عملیات پادلینگ سبب شد چگالی حجمی خاک افزایش یابد. چگالی حجمی خاک با افزایش عمق افزایش یافت و این افزایش در سطوح بالاتر پادلینگ کمتر بود. به نظر می‌رسد که سطح متوسط پادلینگ به دلیل آن که رطوبت را با سرعت کمتری از دست می‌دهد، برای آماده سازی اراضی شالیزاری مناسب‌تر باشد. اما برای تعیین این که چه سطحی از پادلینگ باید در چه بافت خاکی استفاده شود بایستی پارامترهای دیگری نظیر سرعت نفوذ آب به خاک، نگهداشت آب و مقدار آب مصرفی بررسی شوند.

منابع

1- Arora, V.K., P.R. Gajri and H.S. Uppal. 2006. Puddling, irrigation and transplanting–time effects on productivity of rice-wheat system on a sandy loam soil of Punjab, India. Soil and Tillage Res. 85: 212-220.

2- Bajpai, R.K. and R.P. Tripathi. 2000. Evaluation of non-puddling under shallow water tables and alternative tillage methods on soil and crop parameters in a rice-wheat system in Uttar Pradesh. Soil and Tillage Res. 55: 99-106.

3- Behera, B.K., B.P. Varshney and S. Swain. 2007. Effect of puddling on physical properties of soil and rice yield. Agicultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. 38(1): 23-28.

4- Fukda, H. and H. Tsutsvi. 1979. Rice irrigation in Japan. JAJA.

5- Hemmat, A. and O. Taki. 2003. Comparison of compaction and puddling as pre-planting soil preparation for mechanized rice transplanting in very gravelly Calcisols in central Iran. Soil and Tillage Res. 70: 65-72.

6- Inoue, H. and K. Tokunaga. 1995. Soil and water management. pp. 305-324. In: T. Tabuchi and S. Hasegawa (Eds.) Paddy Fields in the World. Jap. Soc. Irrigation, Drainage and Reclamation Engineering, Tokyo, Japan.

7- Kirchhof, G., S. Priyono, W.H. Utomo, T. Adisarwanto, E.V. Dacanay and H.B. So. 2000. The effect of soil puddling on the soil physical properties and the growth of rice and post-rice crops. Soil and Tillage Res. 56: 37-50.

8- Kirchhof, G. and H.B. So. 2005. Soil puddling for rice production under glasshouse conditions-its quantification and effect on soil physical properties. *Aust. J. Soil Res*. 43: 617-622.

9- Mohanty, M., D.K. Pahnuli and K.G. Mandal. 2003. Effect of puddling intensity on temporal variation in soil physical conditions and yield of rice (*Oryza sativa* L.) in a vertisol of central India. Soil and Tillage Res. 76: 83-94.

10-Rautaray, S.K., C.W. Watts and A.R. Dexter. 1997. Puddling effects on soil physical parameters. Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 28: 37-40.

11-Sharma, P.K. and S.K. De Datta. 1985. Effect of puddling on soil physical properties and processes. Soil Physics and Rice. IRRI, Los Banos, Philippines, pp. 217-234.

12-Singh, K.B., P.R. Gajri and V.K. Arora. 2001. Modelling the effects of soil and water management practices on the water balance and performance of rice. Agric. Water Manage. 49: 77-95.

13-Sur, H.S., S.S. Prihar and S.K. Jalota. 1981. Effect of rice-wheat and maize-wheat rotations on water transmission and wheat root development in a sandy loam of the Punjab, India. Soil and Tillage Res. 1: 361-371.

14-Yoshida, Sh. and K. Adachi. 2002. Influence of puddling intensity on the water retention characteristic of clayey paddy soil. 17th WCSS, 14-21 August, Thailand, Symposium No. 53, Paper No. 235: 1-8.

Effect of different puddling levels on moisture variations and bulk density of three dominant soil textures in paddy fields of Guilan province

S.Yousefi-Moghadam - F. Mousavi[*] - B. Mostafazadeh-Fard[1] - M. R. Yazdani - A. Hemmat[1]

Abstract

Puddling is the most common method of land preparation of paddy fields in lowland rice cultivation. Puddling affects the physical, chemical and biological properties of soil and these changes are effective on rice growth. The soil that is more susceptible to changes in structure is easier to puddle. This research was aimed to investigate the effects of different puddling levels on moisture content and bulk density of three dominant soil textures of paddy fields in Guilan province. The experiment was designed as factorial with completely randomized blocks having three replications. Undisturbed soil samples were taken from 3 different soils (silty clay, clay loam and loam) with cylindrical samplers with diameter and height of 50 cm. The soil samples were puddled by a laboratory apparatus. The puddling treatments were: P_0 (no puddling), P_1 (low puddling), P_2 (medium puddling) and P_3 (high puddling). Soil moisture content and bulk density of all soil samples was measured every 24 hrs for six days. Analysis of variance showed that puddling had significant effect ($p < 0.05$) on soil moisture content and bulk density. The water content of the puddled layers decreased with an increase in settling time. During drying period, P_0 dried faster than P_1, P_2 and P_3. In P_0 to P_3 treatments of the loamy soil, the moisture content decreased about 22.6, 16.3, 14.8 and 9.6% after 144 hrs past puddling, respectively. The trend was similar for other two soils. Measurement of bulk density in 0-15 cm depth showed that P_1 caused bulk density of silty clay and clay loam soils to decrease 23.8 and 22.8%, respectively; however, it caused the bulk density of loamy soil to increase 4.1%. Bulk density increased with time in all the three soils. Bulk density increased with depth and this increase was higher for lower puddling levels. It seems that higher puddling levels are more suitable for paddy fields preparation because they loose water more slowly. To determine what puddling level is appropriate for different soil textures, parameters such as water infiltration, water retention and amount of water used should be investigated.

Key words: Puddling, Paddy fields, Soil bulk density, Soil moisture content, land preparation, Rice

* - Corresponding author Email: mousavi@cc.iut.ac.ir
1 - College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan & Researcher, Rice Research Institute, Rasht, Iran.