Research Paper

Print ISSN: 2251-7480
Online ISSN: 2251-7400

Journal of
Water and Soil Resources Conservation (WSRCJ)

Web site:
https://wsrcj.srbiau.ac.ir

Email:
iauwsrcj@srbiau.ac.ir
iauwsrcj@gmail.com

Vol. 13
No. 2 (50)

Received:
2023-03-03

Accepted:
2023-05-01

Pages: 25-37

Effect of Initial Moisture and Soil Texture on some Characteristics of Puddling Process in Paddy Soils

Ali Talebpour [1], **Nader Pirmoradian** [2*], **Mohammad Reza Yazdani**[3], **Mohammad Reza Alizadeh**[4]

1) Former MSc. Candidate, Water Engineering Department, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
2) Associate Professor, Water Engineering Department, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.
3) Research Assistant Prof., Rice Research Inst. Of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.
4) Research Associate Prof., Rice Research Inst. Of Iran, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rasht, Iran.
*Corresponding author email: npirmoradian@guilan.ac.ir

Abstract:

Background and Aim: Puddling process is a part of land preparation in rice cultivation. In other words, puddling is an important method of soil management, which is done to disturb the structure of the surface layer of the soil and prepare the field for rice transplanting. Usually, in this process, the soil is flooded and tillage is done on it. The soil texture and the soil moisture conditions before flooding are factors that affect the process of the puddling. Therefore, this study was conducted to determine the effect of initial soil moisture and soil texture on some properties of paddy soils puddling process in Guilan province.

Method: The experiment was conducted as a factorial based on a randomized complete block design in three replications. Three textures (silt, silty clay, and clay) of paddy soils were prepared under four initial soil moisture treatments (85, 90, 95, and 100% degrees of saturation). After preparing the soil samples, they were puddled using a laboratory panel. During and after the puddling process, the amount of net water consumed, the depth of water collected on the soil 2 and 6 days after puddling, the soil swelling at the end of the operation, the depth of soil settlement after 2, 4 and 6 days and the final depth of the soil were measured. Statistical analysis of the effect of the experimental treatments on the measured properties and their mean comparison was done with LSD test using SPSS 23 software. Calculations and graphs were done using EXCEL software.

Results: The results showed that the independent effects of initial soil moisture and soil texture on all of the measured properties except the depth of soil after 6 days were statistically significant at 1%. With increasing initial soil moisture, the amount of net water consumption and the final depth of soil decreased and other measured parameters increased. On the other hand, the effect of soil texture on net water consumption, water collected on the soil 2 and 6 days after puddling, soil amass at the end of the operation, depth of soil after 2 and 4 days, and the final depth of the soil were statistically significant at 1%. The interaction effect of initial soil moisture and soil texture on soil amass at the end of the operation and final soil depth was statistically significant at 1%, and for the depth of water accumulated on the soil 2 days after puddling and the depth of soil after 2 days was statistically significant at 5%. By increasing the initial soil moisture content from 85 to 100% of saturation degree, the amount of water used for the puddling process decreased by 61%.

Conclusion: According to the results, the features of the puddling process are affected by the initial moisture and soil texture. Therefore, the results of this research can be used in the agricultural management of paddy fields in Guilan province. With increasing soil clay content, the measured parameters include the amount of net water consumed, the depth of water collected on the soil 2 and 6 days after puddling, the soil swelling at the end of the operation, the depth of soil settlement after 2, 4 and 6 days and the final depth of the soil were increased. The range of net water consumed in the puddling process for experimental treatments varied between 31 and 114 mm, and the lowest was obtained in silty soil texture with 20% clay and initial moisture treatment of 100% degree of saturation. Estimating water consumption in the puddling process and its correlation with initial soil moisture and clay percentage can inform the management of the agricultural calendar and water allocation program in the Sefidroud irrigation network for paddy fields. This information can help optimize water usage, especially in light of rainfall events at the start of the irrigation season, with the goal of reducing overall water consumption.

Keywords: Clay percentage, Rice, Soil saturation degree

10.30495/WSRCJ.2023.72277.11363

مقاله پژوهشی

اثر رطوبت اولیه و بافت خاک بر برخی ویژگی‌های فرآیند گلخرابی در خاک‌های شالیزاری

علی طالب‌پور[1]، نادر پیرمرادیان[2*]، محمدرضا یزدانی[3] و محمدرضا علیزاده[4]

۱) دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۲) دانشیار گروه مهندسی آب، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
۳) استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات برنج، رشت، ایران.
۴) دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات برنج، رشت، ایران.
* ایمیل نویسنده مسئول: npirmoradian@guilan.ac.ir

چکیده:

زمینه و هدف: فرآیند گلخرابی بخشی از عملیات آماده‌سازی زمین در کشت نشایی برنج است. به عبارتی، گلخرابی یک روش مهم مدیریت خاک است که به منظور بر هم زدن ساختمان لایه سطحی خاک و مهیا شدن زمین برای نشاء برنج انجام می‌شود. به‌طور معمول در این فرآیند، خاک غرقاب شده و عملیات خاک‌ورزی بر روی آن انجام می‌شود. بافت خاک و شرایط رطوبتی خاک پیش از غرقاب شدن، از عوامل اثرگذار بر فرآیند گلخرابی است. از این‌رو، این پژوهش به‌منظور مطالعه اثر رطوبت اولیه و بافت خاک بر برخی ویژگی‌های فرآیند گلخرابی خاک‌های شالیزاری در استان گیلان انجام شد.

روش پژوهش: آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. سه بافت خاک (سیلت، رس سیلتی و رسی) شالیزاری در چهار سطح رطوبت اولیه (۸۵، ۹۰، ۹۵ و ۱۰۰ درصد درجه اشباع) تحت فرآیند گلخرابی قرار گرفت. پس از آماده‌سازی نمونه‌های خاک، برای اعمال گلخرابی از یک پنل آزمایشگاهی استفاده شد. طی فرآیند گلخرابی و پس از آن، مقدار آب خالص مصرفی، عمق آب جمع شده روی خاک دو و شش روز پس از گلخرابی، تورم خاک در پایان عملیات، عمق نشست خاک پس از دو، چهار و شش روز و عمق نهایی خاک اندازه‌گیری شد. تحلیل آماری اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات اندازه‌گیری شده و مقایسه میانگین آنها با روش LSD با استفاده از نرم‌افزار SPSS 23 انجام شد. محاسبات و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار EXCEL انجام شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که اثر مستقل رطوبت اولیه خاک و نیز بافت خاک بر تمام ویژگی‌های اندازه‌گیری شده به جز عمق نشست خاک پس از شش روز در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بوده است. با افزایش رطوبت اولیه خاک، مقدار آب خالص مصرفی و عمق نهایی خاک در فرآیند گلخرابی روند کاهشی داشته و دیگر پارامترهای اندازه‌گیری شده دارای روند افزایشی بودند. از طرفی، اثر بافت خاک بر آب خالص مصرفی، آب جمع شده روی خاک دو و شش روز پس از گلخرابی، تورم خاک در پایان عملیات، عمق نشست خاک پس از دو و چهار روز و عمق نهایی خاک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بوده است. اثر متقابل رطوبت اولیه و بافت خاک بر تورم خاک در پایان عملیات و عمق نهایی خاک در سطح آماری یک درصد و بر عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی و عمق نشست خاک پس از دو روز در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بود. با افزایش رطوبت اولیه خاک از ۸۵ درصد به ۱۰۰ درصد اشباع، میزان آب مصرفی برای فرایند گلخرابی ۶۱ درصد کاهش یافت.

نتیجه‌گیری: با توجه به نتایج، ویژگی‌های فرآیند گلخرابی متاثر از رطوبت اولیه و بافت خاک است. از این‌رو، نتایج این پژوهش می‌تواند در مدیریت زراعی اراضی شالیزاری استان گیلان مورد استفاده قرار گیرد. با افزایش میزان رس خاک، پارامترهای اندازه‌گیری شده شامل مقدار آب خالص مصرفی، عمق آب جمع شده روی خاک دو و شش روز پس از گلخرابی، تورم خاک در پایان عملیات، عمق نشست خاک پس از دو، چهار و شش روز و عمق نهایی خاک افزایش یافت. دامنه تغییرات آب خالص مصرفی در فرآیند گلخرابی برای تیمارهای آزمایش بین ۳۱ تا ۱۱۴ میلی‌متر متغیر بوده و کمترین آن در بافت خاک سیلتی با ۲۰ درصد رس و تیمار رطوبت اولیه ۱۰۰ درصد درجه اشباع به‌دست آمد. نتایج برآورد آب مصرفی در فرآیند گلخرابی و ارتباط آن با رطوبت اولیه و درصد رس خاک می‌تواند در مدیریت تقویم زراعی و تنظیم برنامه رهاسازی آب در شبکه آبیاری سفیدرود برای اراضی شالیزاری، با توجه به رخدادهای بارش در ابتدای فصل آبیاری و با هدف کاهش آب مصرفی مورد استفاده قرار گیرد.

کلید واژه‌ها: برنج، درجه اشباع خاک، درصد رس

شاپا چاپی: ۷۴۸۰-۲۲۵۱
شاپا الکترونیکی: ۷۴۰۰-۲۲۵۰

نشریه حفاظت منابع آب و خاک

آدرس تارنما:
https://wsrcj.srbiau.ac.ir

پست الکترونیک:
iauwsrcj@srbiau.ac.ir
iauwsrcj@gmail.com

سال سیزدهم
شماره ۲ (۵۰)

تاریخ دریافت:
۱۴۰۱/۱۲/۱۲

تاریخ پذیرش:
۱۴۰۲/۰۲/۱۱

صفحات: ۳۷-۲۵

10.30495/WSRCJ.2023.72277.11363

مقدمه

آماده‌سازی زمین بخشی از عملیات زراعی و مقدمه کاشت گیاه است. در کشت نشایی برنج، گلخرابی[1] بخشی از عملیات آماده‌سازی زمین است. گلخرابی به مفهوم تخریب ساختار خاک‌دانه‌ای خاک با دستکاری مکانیکی در محدوده رطوبتی بالاتر از گنجایش زراعی است به‌گونه‌ای که خاک‌دانه‌های خاک ساختار خود را از دست داده و خاک به یک توده با ساختاری کم و بیش همگن از ذرات نهایی خود تبدیل می‌شود (Buehrer & Rose, 1943). در بیشتر سیستم‌های زراعی، تخریب خاکدانه‌های خاک که ممکن است در اثر عملیات خاک‌ورزی و یا رفت آمد ماشین‌آلات در شرایط رطوبتی نامناسب رخ دهد، به‌طور معمول منجر به اختلال در تقویم و عملیات زراعی و کاهش شدید عملکرد گیاه می‌شود (Manik et al., 2019). این در حالی است که در کشت نشایی برنج، گلخرابی یک روش مهم مدیریت خاک است که با دقت بسیار و با هدف از بین بردن ساختار خاکدانه‌ای لایه سطحی خاک انجام می‌شود (Singha et al., 2022). از جمله مزایای این روش، کنترل علف‌های هرز، سهولت عملیات نشاء و کاهش تلفات آب و مواد مغذی خاک است (Kalita et al., 2020).

برنج پس از گندم و ذرت مهم ترین محصول کشاورزی است که غذای نیمی از مردم جهان و نزدیک به چهار میلیارد آسیایی را تأمین می‌کند. در اراضی استان گیلان نیز برنج زراعت عمده بوده و بر اساس آمارنامه سال زراعی ۱۴۰۰-۱۳۹۹ سطح زیرکشت آن در استان حدود ۱۷۸۰۰۰ هکتار از کل ۶۵۰۰۰۰ هکتار در کل کشور بوده است (Jihad-e-Agriculture, 2022).

با توجه به رشد روز افزون جمعیت در جهان و در نتیجه افزایش میزان مصرف مواد غذایی، لزوم افزایش تولیدات کشاورزی، به‌ویژه برنج، روز به روز در حال افزایش است. در استان گیلان، با توجه به محدودیت‌های زمین، آب و محیط زیست، افزایش تولید در واحد سطح با استفاده از روش‌های به-زراعی ممکن می‌شود. از جمله این روش‌ها، می‌توان به مدیریت بهینه تقویم زراعی و آماده‌سازی زمین برای کشت برنج اشاره کرد. زمان و روش مناسب آماده‌سازی زمین می‌تواند علاوه بر ایجاد بستر مناسب کشت و رشد گیاه، کاهش مصرف نهاده‌هایی مانند آب و کود را نیز درپی داشته باشد (Kalita et al., 2020). از دیدگاه آب مصرفی اراضی شالیزاری، نوسانات آب و هوایی و وقوع خشکسالی و نیز اثرات آن بر منابع آب، اساسی‌ترین عامل محدود کننده تولید برنج است. از طرفی، منبع عمده تامین کننده آب مورد نیاز اراضی شالیزاری استان گیلان سد مخزنی سفیدرود است. علاوه بر آن، بخشی از نیاز با برداشت از رودخانه‌های محلی و آب زیرزمینی تامین می‌شود. بنابراین، با هدف رسیدن به تولید پایدار، ارتقاء بهره‌وری آب و مدیریت آبیاری اراضی شالیزاری باید در دستور کار قرار گیرد (Pirmoradian & Davatgar, 2019). بخشی از آب مصرفی در شالیزارها در فرآیند آماده‌سازی زمین صرف عمل گلخرابی می‌شود. عملیات گلخرابی، به سبب تأثیر زیاد روی تلفات نفوذ و افزایش راندمان کاربرد آب، برای تولید موفقیت‌آمیز برنج بسیار مورد توجه است (Islam et al., 2004). می‌توان گفت ویژگی‌های فرآیند و میزان آب مصرفی در این مرحله تا حد زیادی به نوع خاک و شرایط رطوبتی آن بستگی دارد. بنابراین مطالعه اثر عوامل مذکور بر ویژگی‌های فرآیند و میزان آب مصرفی مرحله گلخرابی می‌تواند در مدیریت بهینه اراضی شالیزاری راهگشا باشد.

در استان گیلان، زمان انجام عملیات شخم دوم چند روز قبل از انجام نشاء و از دهه سوم فروردین تا دهه دوم اردیبهشت است. در فرآیند مذکور، ابتدا زمین را آبیاری کرده و خاک را به حالت اشباع درمی‌آورند. سپس چند روز صبر کرده و با استفاده از رتیواتورهای تیلری و یا تراکتوری اقدام به انجام شخم ثانویه و گلخرابی می‌کنند.

مطالعات مختلفی در خصوص فرآیند گلخرابی گزارش شده است. به طور مثال، اثر گلخرابی بر عملکرد محصول (Alizadeh, 2015; Asenso et al., 2022; Bameri et al., 2022; Kukal & Aggarwal, 2002; Yoshida & Adachi, 2002)، عمق گلخرابی (Behera et al., 2009; Kirchhof et al., 2000; Verma & Dewangan, 2006)، جرم مخصوص ظاهری (Alizadeh, 2015; Asenso et al., 2022; Bajpai & Tripathi, 2000; Mousavi et al., 2009; Rautaray et al., 1997; Sharma & De Datta, 1985; Singh et al., 2001)، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (Sharratt et al., 2006)، سرعت نفوذ آب به خاک (Kukal & Sidhu, 2004; Mohanty et al., 2004)، نگهداشت آب خاک (Fernández-Gálvez & Barahona, 2005; Mairghany et al., 2019; Rautaray et al., 1997; Yoshida & Adachi, 2002) و آب مصرفی (Arora, 2006; Verma, 1996) انجام شده است.

در ایران تا کنون تحقیقات چندانی در مورد اثر توامان رطوبت اولیه و بافت خاک بر ویژگی‌های فرآیند گلخرابی و نیز تعیین میزان دقیق آب مصرفی در مرحله گلخرابی انجام نشده است. تنها برخی گزارش‌ها حاکی از برآورد میزان آب مصرفی در مرحله گلخرابی است. سیادت، میزان آب مورد نیاز برای آماده-سازی زمین را ۴۰۰ تا۴۵۰ میلی‌متر بیان کرد (Siadat, 1970). فلاح نیز اظهار داشت آب مورد نیاز در مرحله آماده-سازی زمین بر حسب عمق خاکی که باید اشباع شود، تخلخل خاک و نیز عمق آب پس از عمل گلخرابی متفاوت است (Fallah, 1969). پیرمرادیان و همکاران مقدار آب مصرفی برای گلخرابی یک خاک رس سیلتی در منطقه کوشکک استان فارس را ۳۲۷ میلی‌متر گزارش کردند (Pirmoradian et al., 2005).

این پژوهش با هدف بررسی اثر رطوبت اولیه و بافت خاک بر برخی ویژگی‌های فرآیند گلخرابی مانند عمق گلخرابی، عمق نشست، عمق نهایی خاک و میزان آب مصرفی در مرحله آماده‌سازی خاک‌های شالیزاری استان گیلان انجام شد.

مواد و روش‌ها

مکان و زمان مطالعه

این پژوهش در موسسه تحقیقات برنج کشور (با عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی، طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه شرقی و ارتفاع ۲۵ متر بالاتر از سطح آب‌های آزاد) واقع در ۶ کیلومتری شهر رشت اجرا شد. زمان برداشت‌های میدانی و انجام آزمایش سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ بود.

روش پژوهش

آزمایش به صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار انجام شد. عامل‌های آزمایش شامل عامل رطوبت اولیه خاک در چهار سطح و عامل بافت خاک در سه سطح بودند. سطوح رطوبت بر حسب درجه اشباع عبارت بودند از ۱۰۰ (M1)، ۹۵ (M2)، ۹۰ (M3) و ۸۵ (M4) درصد. سطوح بافت خاک نیز شامل بافت‌های سیلت (S_1)، رس سیلتی (S_2) و رسی (S_3) بود.

بر مبنای اطلاعات موجود در بخش تحقیقات خاک و آب موسسه تحقیقات برنج و با هدف به‌کارگیری بافت‌های مختلف خاک‌های شالیزاری منطقه، سه منطقه از استان گیلان برای انجام نمونه‌برداری انتخاب شد. بدین منظور و با بررسی پرونده‌های موجود در بخش مذکور که ماحصل انجام طرح‌های پژوهشی در آن بخش بود، سه مزرعه در موقعیت‌های موسسه تحقیقات برنج، شهرستان فومن و رستم‌آباد شهرستان رودبار در نظر گرفته شد. سعی شد تا مزارع انتخاب شده از شهرستان‌های هم‌جوار رشت باشند تا از نظر خرداقلیم[۲] تفاوت بارزی با هم نداشته باشند. موقعیت جغرافیایی نمونه‌برداری در سه مزرعه انتخاب شده در شکل ۱ نشان داده شده است. آزمایش تعیین بافت خاک برای نمونه‌های برداشت شده در آزمایشگاه فیزیک خاک بخش خاک و آب موسسه تحقیقات برنج انجام شد که نتایج آن در جدول ۱ نشان داده شده است.

به منظور نگهداری و جابجایی نمونه‌های خاک، اعمال تیمارهای رطوبت و اندازه‌گیری ویژگی‌های فرآیند و میزان آب مصرفی در زمان اعمال گلخرابی، از استوانه‌های فلزی ته بسته، به قطر ۵۸ و ارتفاع ۵۰ سانتی‌متر با وزن پر حدود ۷۰ کیلوگرم (شکل ۲) به تعداد ۱۲ عدد استفاده شد.

شکل ۱. موقعیت جغرافیایی نقاط نمونه‌برداری

جدول ۱. نتایج آزمایش تعیین بافت خاک‌های مورد مطالعه

منطقه نمونه‌برداری	رس (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	بافت خاک
فومن	۲۰	۵۶	۲۴	Silt
رستم آباد	۳۷	۴۹	۱۴	Silty clay
موسسه تحقیقات برنج	۵۰	۴۰	۱۰	Clay

شکل ۲. استوانه‌های فلزی مورد استفاده در آزمایش

دستگاه آزمایشگاهی اعمال گلخرابی

برای اعمال گلخرابی از پنل آزمایشگاهی اعمال گلخرابی موجود در موسسه تحقیقات برنج کشور استفاده شد (شکل ۳). دستگاه مذکور شامل یک قاب فلزی به ابعاد (۱/۵×۲) متر بود که روی آن یک دستگاه الکتروموتور AC با قدرت ۳ اسب بخار، توان ۲/۲ کیلووات و سرعت ۱۴۱۰ دور بر دقیقه نصب شد. انرژی دورانی تولید شده توسط الکتروموتور از طریق تسمه برای چرخاندن یک صفحه فلزی قابل حرکت در جهات مختلف به قطر ۴۹ سانتی‌متر (با تعداد ۵ میله فولادی به قطر ۱ و طول ۵۰ سانتی‌متر متصل بر آن به‌عنوان عامل خاک‌ورزی) برای انجام گلخرابی منتقل می‌شد. الکتروموتور AC به دستگاه مبدل (اینورتر) وصل شده و دور الکتروموتور به‌صورت دلخواه قابل تنظیم بود.

شکل ۳. دستگاه ساخته شده برای انجام عملیات گلخرابی

تنظیم تیمارهای رطوبت اولیه و اعمال گلخرابی

در آغاز، استوانه‌های فلزی حاوی نمونه‌های تهیه شده از خاک مزرعه در محیط بیرون آزمایشگاه و در فضای باز نگهداری شده و به آنها مقدار مشخص آب اضافه شد، به‌گونه‌ای که غرقاب شوند. نگهداری نمونه‌ها در حالت غرقاب به مدت دو ماه تداوم یافت. سپس با تخلیه آب موجود در سطح خاک، رطوبت تیمارهای آزمایش در سطح اشباع تنظیم شد. از طرفی، با استفاده از ترازوی دیجیتالی نمونه‌ها توزین و وزن همه آن‌ها ثبت شد. به‌منظور تنظیم سطوح رطوبتی مورد نظر برای اعمال گلخرابی، کنترل سطح رطوبت نمونه‌ها به روش وزنی و با توزین روزانه استوانه‌های حاوی نمونه در ساعت خاصی از روز انجام شد. بدین ترتیب، با محاسبه تغییرات روزانه وزن نمونه‌ها، درصد کاهش رطوبت نسبت به شرایط اشباع (درجه اشباع ۱۰۰ درصد) به‌طور روزانه ثبت شد. بر این اساس، انجام عملیات گلخرابی برای تیمارهای رطوبت اولیه در زمان مناسب و در سطوح رطوبتی ۱۰۰ (حد اشباع)، ۹۵ (۵ درصد زیر حد اشباع)، ۹۰ (۱۰ درصد زیر حد اشباع) و ۸۵ (۱۵ درصد زیر حد اشباع) درصد درجه اشباع، با استفاده از دستگاه ساخته شده اعمال شد.

اندازه‌گیری‌ها

انجام گلخرابی، افزودن آب و خشکاندن موجب تغییر در حجم خاک و کاهش (نشست) و یا افزایش (تورم) عمق آن در داخل استوانه‌ها می‌شود. در این آزمایش، تغییرات عمق خاک در تیمارهای مختلف با استفاده از خطکش فلزی اندازه‌گیری شد. بدین صورت که سطح نمونه خاک قبل از آزمایش به‌طور کامل صاف شد تا همه جای ستون خاک داخل استوانه عمق یکسانی داشته باشد. سپس عمق خاک قبل و بعد از عملیات گلخرابی ثبت شد.

برای اندازه‌گیری مقدار آبی که صرف انجام عملیات گلخرابی می‌شود، از ظروف (استوانه) مدرج آزمایشگاهی استفاده شد. برای جلوگیری از ریزش آب به بیرون از استوانه فلزی در اثر برخورد با میله‌های پادلر (عامل گلخرابی) در زمان خاک‌ورزی، آب به تدریج به داخل استوانه‌ها اضافه شد.

پس از انجام عملیات گلخرابی، مقدار آب جمع شده بر روی سطح خاک، به مدت ۶ روز در فواصل زمانی ۲ روز با استفاده از اسفنج و ظرف مدرج، ، جمع‌آوری، اندازه‌گیری و ثبت شد. در هر مرحله بلافاصله پس از خارج کردن آب، عمق خاک اندازه‌گیری شد. تفاوت عمق خاک با عمق قبلی، به عنوان عمق نشست خاک در هر مرحله ثبت شد.

تجزیه آماری صفات اندازه‌گیری شده به منظور تعیین معنی-دار بودن یا عدم معنی‌دار بودن اثر تیمارهای آزمایشی بر صفات مذکور و مقایسه میانگین آنها با روش LSD با استفاده از نرم‌افزار SPSS 23 انجام شد. نمودارهای لازم با استفاده از نرم-افزار EXCEL رسم شد.

نتایج و بحث

تحلیل آماری نتایج

نتایج تجزیه واریانس اثر رطوبت اولیه و بافت خاک بر ویژگی‌های ذکر شده در عملیات گلخرابی در جدول ۲ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود اثر ساده رطوبت اولیه خاک بر عمق آب خالص مصرفی، عمق آب جمع شده روی خاک دو و شش روز پس از گلخرابی، تورم خاک در پایان عملیات، عمق نشست خاک پس از دو روز، عمق نشست خاک پس از چهار روز و عمق نهایی خاک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بوده ولی بر عمق نشست خاک پس از شش روز معنی‌دار نشده است.

اثر ساده بافت خاک بر عمق آب خالص مصرفی، عمق آب جمع شده روی خاک دو و شش روز پس از گلخرابی، تورم خاک در پایان عملیات، عمق نشست خاک پس از دو روز، عمق نشست خاک پس از چهار روز و عمق نهایی خاک در سطح آماری یک درصد معنی‌دار بوده ولی اثر بافت خاک بر عمق نشست خاک پس از شش روز معنی‌دار نشده است.

اثر متقابل رطوبت اولیه و بافت خاک نیز بر تورم خاک در پایان عملیات و عمق نهایی خاک در سطح آماری یک درصد و عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی و عمق نشست خاک پس از دو روز در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار بوده و بر پارامترهای عمق آب خالص مصرفی، عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی، عمق نشست خاک پس از چهار روز و عمق نشست خاک پس از شش روز معنی‌دار نشده است.

جدول ۲. نتایج تجزیه واریانس اثر رطوبت و بافت خاک بر پارامترهای اندازه‌گیری‌شده در عملیات گلخرابی

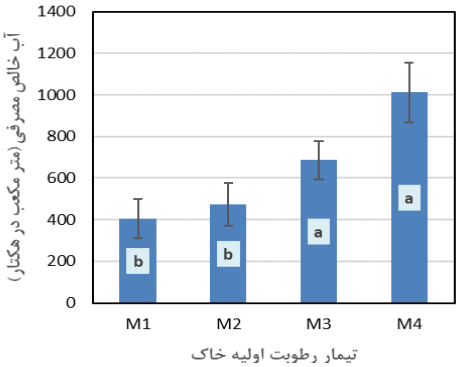
منبع تغییرات	تکرار	رطوبت اولیه خاک	بافت خاک	رطوبت * بافت خاک	خطا	ضریب تغییرات (درصد)
درجه آزادی	۲	۳	۲	۶	۲۲	–
عمق آب خالص مصرفی	۳۶۸/۸**	۶۰۷۱/۶**	۱۰۱۲/۰**	۳۴/۹^{ns}	۲۹/۷	۴۰/۹
عمق آب جمع‌شده روی خاک ۲ روز پس از گلخرابی	۵/۹^{ns}	۱۴۲/۳**	۵۵/۴**	۹/۰*	۳/۳	۴۳/۷
عمق آب جمع‌شده روی خاک ۶ روز پس از گلخرابی	۱۶/۶^{ns}	۱۰۹/۳**	۱۳۶/۴**	۸/۱^{ns}	۵/۳	۲۹/۳
تورم خاک در پایان عملیات	۰/۰۸^{ns}	۳/۹**	۲۰/۲**	۱/۸**	۰/۳	۳۶/۲
عمق نشست خاک پس از ۲ روز	۰/۹۲*	۲/۶**	۳/۱**	۰/۴۴*	۰/۱۸	۵۴/۶
عمق نشست خاک پس از ۴ روز	۰/۵۱*	۰/۸**	۲/۲**	۰/۲^{ns}	۰/۱۴	۷۱/۰۲
عمق نشست خاک پس از ۶ روز	۰/۰۷^{ns}	۰/۰۷^{ns}	۰/۳۲^{ns}	۰/۰۵^{ns}	۰/۲۱	۸۲/۷۱
عمق نهایی خاک	۲/۴۸**	۳۹/۳**	۵۸/۵**	۳/۷**	۰/۲۹	۱۵/۰۲

**، * و ns به‌ترتیب معنی‌دار در سطوح ۱٪ ، ۵٪ و غیرمعنی‌دار

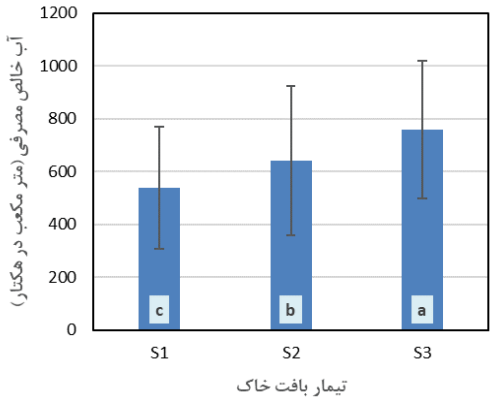
آب خالص مصرفی

نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه و بافت خاک بر آب خالص مصرفی در عملیات گلخرابی به ترتیب در شکل‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. با افزایش میزان رطوبت اولیه خاک، آب خالص مصرفی کاهش می‌یابد. آب خالص مصرفی در تیمارهای رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۵ و ۱۰۰ درصد از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان ندادند. این در حالی است که اختلاف تیمارهای مذکور با تیمارهای ۸۵ و ۹۰ درصد رطوبت اشباع معنی‌دار است. با افزایش درصد رس، آب خالص مصرفی در عملیات گلخرابی افزایش یافته است. علاوه بر آن تفاوت مقدار آب خالص مصرفی در تیمارهای مختلف بافت خاک از نظر آماری با یکدیگر معنی‌دار است.

همان‌گونه که اشاره شد، در این آزمایش، اثر متقابل رطوبت و بافت خاک (رس) بر آب خالص مصرفی معنی‌دار نبوده است. این در حالی است که بیشترین آب خالص مصرفی (۱۱۳۶ مترمکعب بر هکتار) در تیمار M4S3 و کمترین آب خالص مصرفی (۳۰۹ متر مکعب بر هکتار) در تیمار M1S1 رخ داد. به طور کلی، میزان آب مصرفی در عملیات گلخرابی تیمار رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد و بافت خاک سیلت نسبت به تیمار رطوبت اولیه با ۸۵ درصد درجه اشباع و بافت خاک رس، حدود ۷۳ درصد کمتر بوده است.



شکل ۴. مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه خاک بر آب خالص مصرفی در عملیات گلخرابی

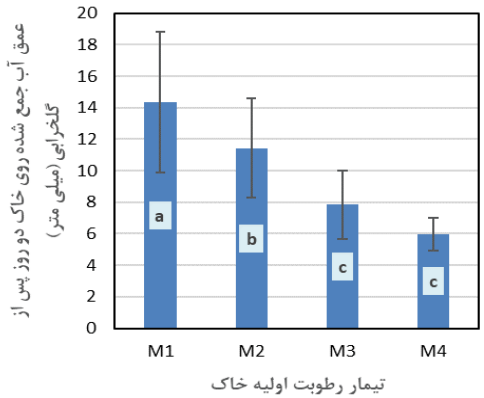


شکل ۵. مقایسه میانگین اثر بافت خاک (درصد رس) بر آب خالص مصرفی در عملیات گلخرابی

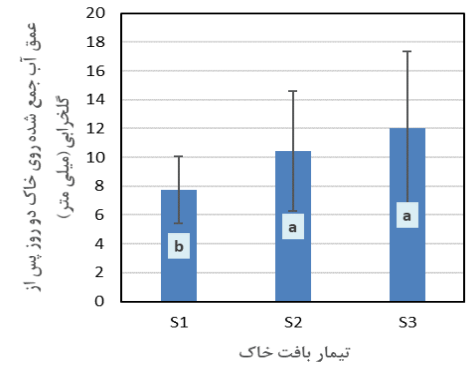
عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی

پس از عملیات گلخرابی و تسطیح، کشاورزان زمین را چند روز به حال خود رها می‌کنند تا نشست لازم صورت گرفته و خاک قوام یابد. در این شرایط مشاهده می‌شود که پس از گلخرابی به تدریج درخاک نشست رخ داده و مقداری آب روی زمین جمع می‌شود که اگر تخلیه نشود می‌تواند برای عملیات نشاکاری و استقرار نشاء مشکلاتی ایجاد کند. به همین دلیل مقدار این آب در تیمارهای مختلف اندازه‌گیری شد. نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه و بافت خاک بر عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی به ترتیب در شکل‌های ۶ و ۷ نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می‌شود با افزایش رطوبت اولیه خاک، عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی نیز افزایش می‌یابد. اختلاف عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی در تیمارهای ۹۰ و ۸۵ درصد درجه اشباع معنی‌دار نبوده ولی تفاوت عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی در تیمارهای مذکور با تیمارهای ۱۰۰ و ۹۵ درصد درجه اشباع از نظر آماری معنی‌دار است. در مورد اثر بافت خاک بر عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی، با افزایش درصد رس، مقدار عمق آب جمع روی خاک دو روز پس از گلخرابی نیز روند افزایشی دارد.

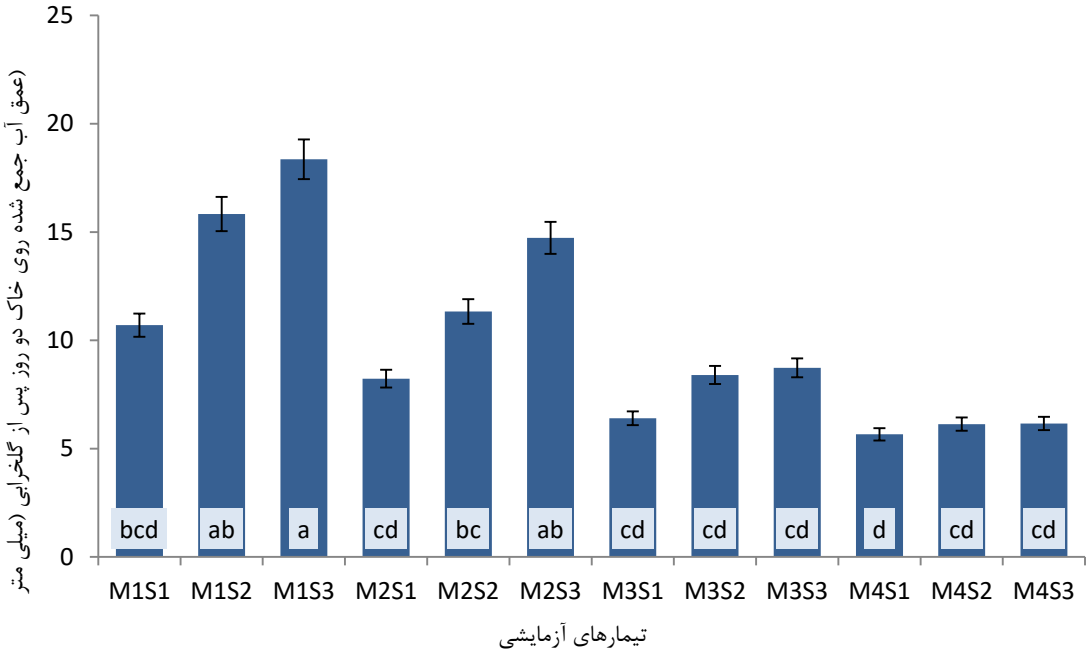
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیبات تیماری رطوبت اولیه و بافت خاک بر بر عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی در شکل ۸ نشان داده شده است. بیشترین (۱۸/۳۶ میلی‌متر) و کمترین (۵/۶۶ میلی‌متر) عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی به‌ترتیب در تیمارهای M1S3 و M4S1 مشاهده شد. به‌طور کلی، ترکیب رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد و بافت خاک با ۵۰ درصد رس باعث ۳/۲ برابر شدن عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی نسبت به رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵ درصد و بافت خاک با ۲۰ درصد رس شد. در تیمارهای M3 و M4 افزایش درصد رس نتوانسته اثر معنی‌داری بر تغییرات عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی داشته باشد. در تیمارهای رطوبت اولیه خاک M1 با افزایش درصد رس از S1 به S2 تفاوت معنی‌داری در عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی ایجاد شده است. به بیان دیگر، در رطوبت بالاتر، بافت خاک اثر معنی‌داری بر میزان آب جمع شده پس از خاکورزی دارد و هر چه رطوبت اولیه قبل از خاکورزی کمتر شود، تفاوت آب جمع شده در دو روز پس از خاکورزی کمتر می‌شود.



شکل ۶. مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه خاک بر عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی



شکل ۷. مقایسه میانگین اثر بافت خاک (درصد رس) بر عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی



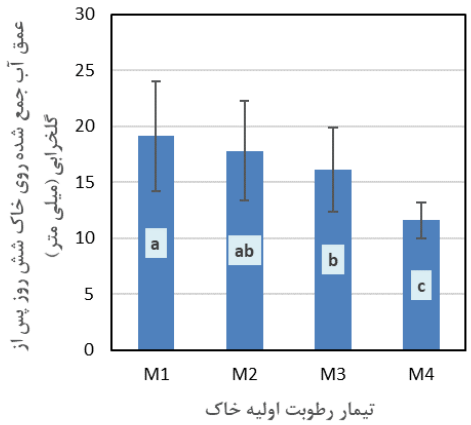
شکل ۸. مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیبات تیماری مختلف رطوبت و بافت خاک بر عمق آب جمع شده روی خاک دو روز پس از گلخرابی.

داشتن حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده اختلاف غیرمعنی دار با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد است (M1: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد، M2: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۵ درصد، M3: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۰ درصد، M4: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵ درصد، S1: بافت خاک با ۲۰ درصد رس، S2: بافت خاک با ۳۷ درصد رس، S3: بافت خاک با ۵۰ درصد رس).

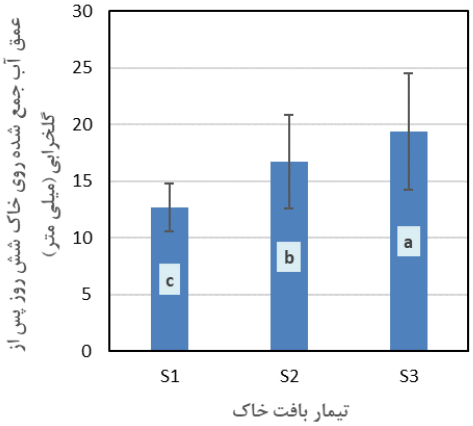
عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی

نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه خاک بر عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی در شکل ۹ نشان داده شده است. روند کلی بیان‌گر افزایش مقادیر عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی با افزایش رطوبت اولیه خاک است و تفاوت بین دو تیمار با درجه اشباع ۹۰ و ۹۵ درصد و دو تیمار با درجه اشباع ۹۵ و ۱۰۰ درصد معنی‌دار نبوده است. مقایسه میانگین اثر بافت خاک بر عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی در شکل ۱۰ مشاهده می‌شود. با افزایش درصد رس، عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی نیز افزایش می‌یابد. میزان عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی در تیمارهای مختلف خاک از نظر آماری با یکدیگر اختلاف معنی‌دار نشان می‌دهند.

اثر متقابل رطوبت و بافت خاک بر عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی معنی‌دار نبود. این در حالی است که بیشترین (۲۴/۳ میلی‌متر) و کمترین (۱۰/۱۳ میلی-متر) مقدار عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی به‌ترتیب در تیمارهای M1S3 و M4S1 مشاهده شد. به طور کلی، ترکیب رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد (M1) و بافت خاک با ۵۰ درصد رس (S3) باعث ۲/۴ برابر شدن عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی نسبت به رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵ درصد و بافت خاک با ۲۰ درصد رس شد.



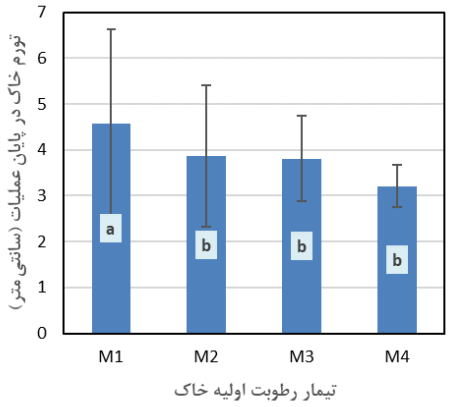
شکل ۹. مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه خاک عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی



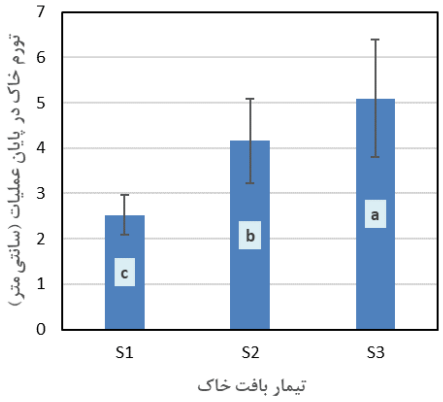
شکل ۱۰. مقایسه میانگین اثر بافت خاک (درصد رس) بر عمق آب جمع شده روی خاک شش روز پس از گلخرابی تورم خاک در پایان گلخرابی

پس از اتمام عملیات گلخرابی مشاهده می‌شود که خاک دچار تورم شده و عمق خاک پادل شده نسبت به حالت اولیه بیشتر شده است. البته این تورم در روزهای بعد کاهش یافته و به حداقل خود می‌رسد. نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه و بافت خاک بر تورم خاک در پایان عملیات در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش درصد رطوبت اولیه خاک، تورم خاک در پایان عملیات نیز دارای روند افزایشی است. تفاوت مقادیر تغییرات عمق در اثر گلخرابی در تیمارهای ۸۵، ۹۰ و ۹۵ درصد درجه اشباع معنی‌دار نبوده است. در خصوص اثر بافت خاک بر تورم خاک در پایان عملیات، تفاوت بین تیمارهای آزمایش از نظر آماری معنی‌دار است، با افزایش درصد رس، تورم خاک در پایان عملیات نیز روند افزایشی دارد.

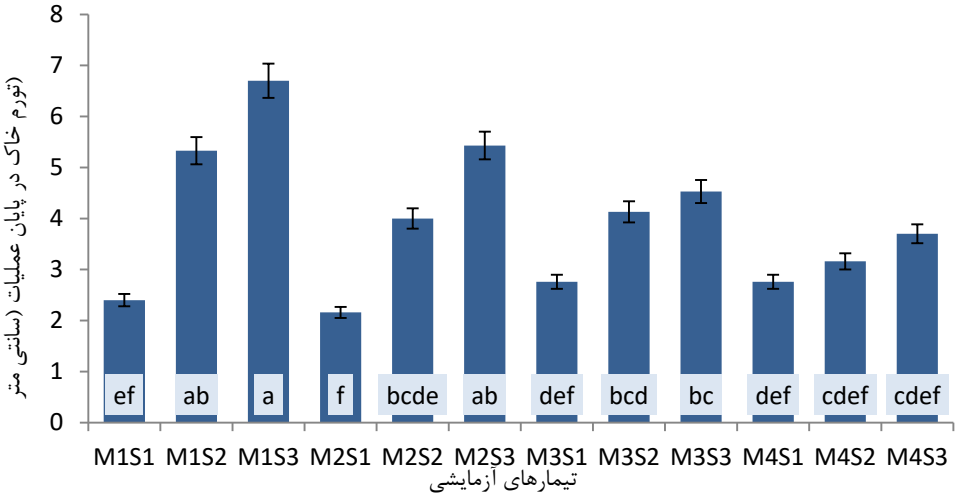
نتایج مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیبات تیماری رطوبت اولیه و بافت خاک بر تورم خاک در پایان عملیات در شکل ۱۳ مشاهده می‌شود. بیشترین (۶/۷۰ سانتی‌متر) و کمترین (۲/۴۰ سانتی‌متر) مقدار تورم خاک در پایان عملیات به‌ترتیب در تیمارهای M1S3 و M4S1 مشاهده شد. به طور کلی، ترکیب رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد و بافت خاک با ۵۰ درصد رس باعث ۲/۸ برابر شدن مقدار تورم خاک در پایان عملیات نسبت به رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد و بافت خاک با ۲۰ درصد رس شد. در تیمارهای M1 و M2، افزایش درصد رس از ۲۰ به ۳۷ و ۵۰ درصد موجب بروز اختلاف معنی‌دار در تورم خاک شد. به بیان دیگر بیشترین تغییرات در عمق تورم خاک در پایان عملیات در رطوبت های بالاتر مشاهده شد.



شکل ۱۱. مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه خاک بر تورم خاک در پایان عملیات



شکل ۱۲. مقایسه میانگین اثر بافت خاک (درصد رس) بر تورم خاک در پایان عملیات



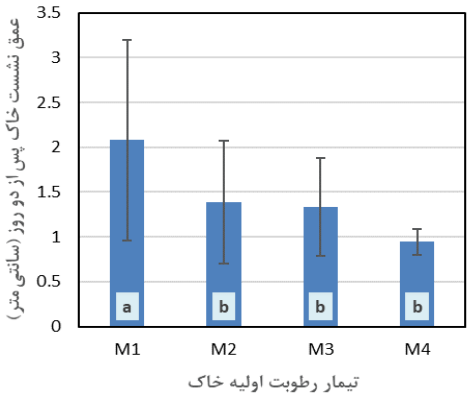
شکل ۱۳. مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیبات تیماری مختلف رطوبت اولیه و بافت خاک بر تورم خاک در پایان عملیات.

داشتن حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده اختلاف غیرمعنی دار با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد است. . (M1: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد،- M2: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۵ درصد،- M3: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۰ درصد، M4: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵ درصد، S1: بافت خاک با ۲۰ درصد رس،- S2: بافت خاک با ۳۷ درصد رس،- S3: بافت خاک با ۵۰ درصد رس)

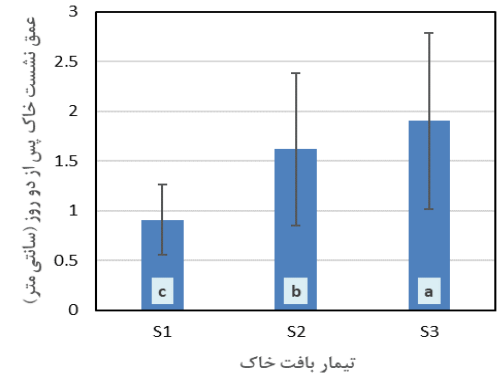
نشست خاک پس از گلخرابی

نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه و بافت خاک بر نشست خاک پس از دو روز پس از اتمام گلخرابی در شکل‌های ۱۴ و ۱۵ نشان داده شده است. با افزایش درصد رطوبت اولیه خاک، مقدار نشست خاک پس از دو روز نیز روند افزایشی دارد. اختلاف بین تیمارهای رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵، ۹۰ و ۹۵ درصد معنی‌دار نیست. این در حالی است که تیمار رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد با دیگر تیمارها اختلاف معنی‌داری دارد. همچنین نتایج مقایسه میانگین اثر بافت خاک بر نشست خاک پس از دو روز، نشان از افزایش مقدار نشست با افزایش درصد رس دارد. تفاوت مقدار نشست بین تیمارهای بافت خاک با ۲۰ و ۳۷ درصد رس معنی‌دار ولی بین تیمارهای بافت خاک با ۳۷ و ۵۰ درصد رس غیرمعنی‌دار بوده است.

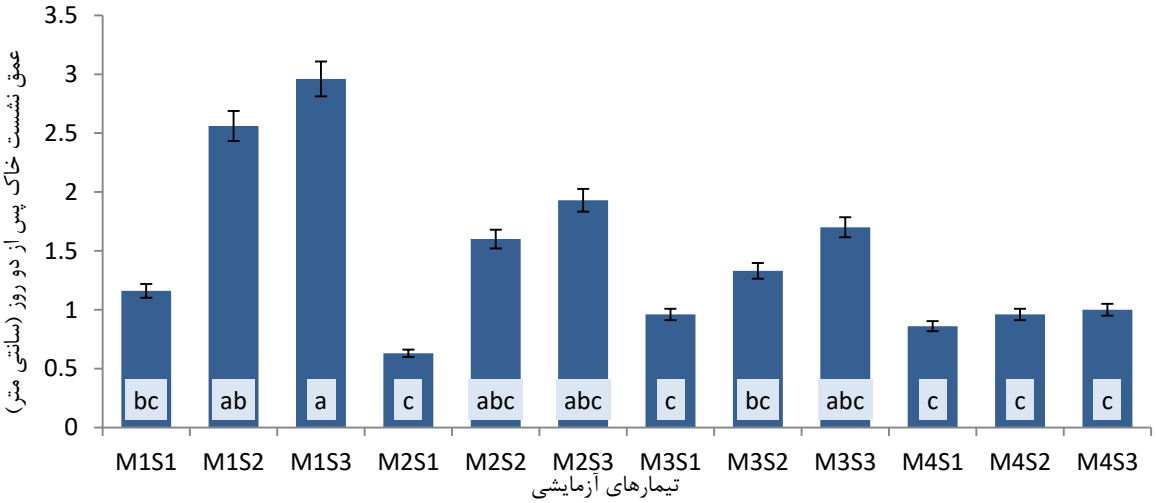
مقایسه میانگین اثر متقابل رطوبت اولیه و بافت خاک بر عمق نشست خاک پس از دو روز در شکل ۱۶ نشان داده شده است. بیشترین (۲/۹۶ سانتی‌متر) و کمترین (۰/۸۶ سانتی‌متر) عمق نشست خاک پس از دو روز به‌ترتیب در تیمارهای M1S3 و M4S1 رخ داده است. به طور کلی، ترکیب رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد و بافت خاک با ۵۰ درصد رس باعث ۳/۴ برابر شدن عمق نشست خاک پس از دو روز نسبت به رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵ و بافت خاک با ۲۰ درصد رس شد. در تیمارهای رطوبت اولیه خاک M2، M3, و M4 با تغییر درصد رس، تفاوت معنی‌داری در عمق نشست خاک ایجاد نشده است. این در حالی است که در تیمار M1 با افزایش درصد رس از ۲۰ به ۵۰ درصد، اختلاف معنی‌داری در مقدار نشست خاک رخ داده است.



شکل ۱۴. مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه خاک بر عمق نشست خاک پس از دو روز



شکل ۱۵. مقایسه میانگین اثر بافت خاک (درصد رس) بر عمق نشست خاک پس از دو روز



شکل ۱۶. مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیبات تیماری مختلف رطوبت اولیه و بافت خاک بر عمق نشست خاک پس از دو روز.

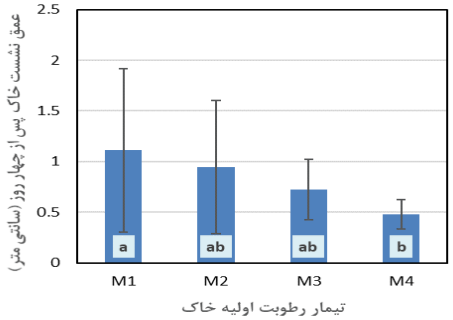
داشتن حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده اختلاف غیرمعنی‌دار با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد است. (M1: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد، M2: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۵ درصد، M3: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۰ درصد، M4: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵ درصد، S1: بافت خاک با ۲۰ درصد رس، S2: بافت خاک با ۳۷ درصد رس، S3: بافت خاک با ۵۰ درصد رس)

نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه و بافت خاک بر عمق نشست خاک پس از چهار روز در شکل های ۱۷ و ۱۸ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود با افزایش درصد رطوبت اولیه خاک، عمق نشست خاک پس از چهار روز نیز افزایش می‌یابد. بین مقدار نشست خاک در تیمارهای رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵ و ۱۰۰ درصد تفات معنی‌داری وجود دارد. همچنین با افزایش درصد رس، مقدار عمق نشست خاک پس از چهار روز نیز روند افزایشی دارد. تفاوت مقدار نشست خاک بین تیمارهای بافت خاک با ۲۰ و ۳۷ درصد رس معنی‌دار ولی بین تیمارهای بافت خاک با ۳۷ و ۵۰ درصد رس غیرمعنی‌دار بوده است.

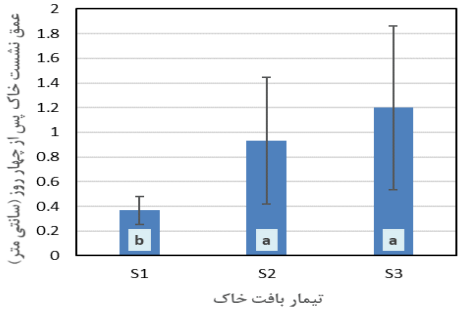
بر مبنای نتایج تجزیه واریانس داده‌ها، اثر متقابل رطوبت و بافت خاک (رس) بر عمق نشست خاک پس از چهار روز معنی‌دار نبوده است. این در حالی است که بیشترین (۱/۸۶ سانتی‌متر) و کمترین (۰/۳۳ سانتی‌متر) عمق نشست خاک پس از چهار روز به‌ترتیب در تیمارهای M1S3 و M4S1 مشاهده شده است. به طور کلی، ترکیب رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ و بافت خاک با ۵۰ درصد رس باعث ۴/۳ برابر شدن عمق نشست خاک پس از روز چهار نسبت به ترکیب رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵ و بافت خاک با ۲۰ درصد رس شد.

عمق نهایی خاک پس از گلخرابی

نتایج مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه و بافت خاک بر عمق نهایی خاک در شکل‌های ۱۹ و ۲۰ نشان داده شده است. با افزایش درصد رطوبت اولیه خاک، عمق نهایی خاک روند کاهشی دارد. در مقدار عمق نهایی خاک بین تیمارهای رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۰ و ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. در نتایج اثر بافت خاک بر عمق نهایی خاک نیز مشاهده می‌شود که با افزایش درصد رس، مقدار عمق نهایی نیز روند افزایشی دارد و اختلاف بین مقدار آن در تیمارهای مختلف معنی‌دار است.

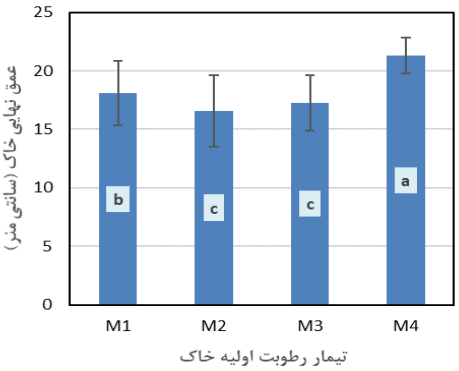


شکل ۱۷. مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه خاک بر عمق نشست خاک پس از چهار روز

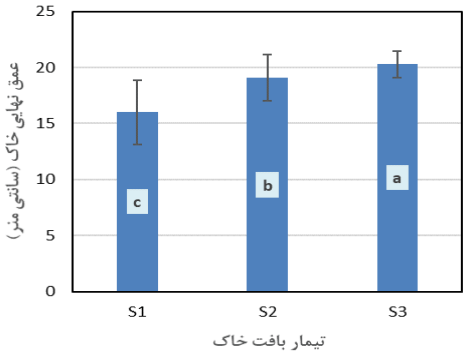


شکل ۱۸. مقایسه میانگین اثر بافت خاک (درصد رس) بر عمق نشست خاک پس از چهار روز

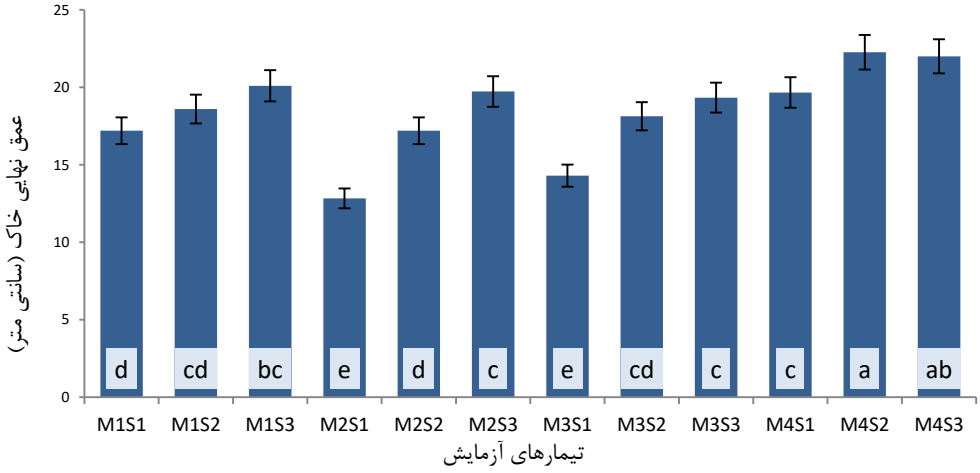
مقایسه میانگین اثر متقابل رطوبت اولیه و بافت خاک بر عمق نهایی خاک در شکل ۲۱ مشاهده می‌شود. بیشترین (۲۲/۳ سانتی‌متر) و کمترین (۱۲/۸ سانتی‌متر) عمق نهایی خاک به‌ترتیب در تیمارهای M4S3 و M2S1 مشاهده شد. به طور کلی، ترکیب رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵ درصد و بافت خاک با ۵۰ درصد رس باعث ۱/۷ برابر شدن عمق نهایی خاک نسبت به رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۵ درصد و بافت خاک با ۲۰ درصد رس شد. تفاوت عمق نهایی خاک در تیمار رطوبتی M2 با افزایش درصد رس معنی‌دار شده است. در تیمارهای M3 و M4 با افزایش درصد رس از ۲۰ به ۳۷ درصد تفاوت معنی‌دار در مقادیر عمق نهایی خاک مشاهده شد.



شکل ۱۹. مقایسه میانگین اثر رطوبت اولیه خاک بر عمق نهایی خاک



شکل ۲۰. مقایسه میانگین اثر بافت خاک (درصد رس) بر عمق نهایی خاک



شکل ۲۱. مقایسه میانگین اثر متقابل ترکیبات تیماری مختلف رطوبت اولیه و بافت خاک بر عمق نهایی خاک.

داشتن حداقل یک حرف مشترک نشان‌دهنده اختلاف غیرمعنی‌دار با استفاده از آزمون توکی در سطح ۵ درصد است. (M1: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۱۰۰ درصد، M2: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۵ درصد، M3: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۹۰ درصد، M4: رطوبت اولیه خاک با درجه اشباع ۸۵ درصد، S1: بافت خاک با ۲۰ درصد رس، S2: بافت خاک با ۳۷ درصد رس، S3: بافت خاک با ۵۰ درصد رس)

نتیجه‌گیری

گلخرابی یک مرحله مهم از عملیات خاکورزی و آماده‌سازی زمین برای نشاء برنج است. در این پژوهش، بررسی اثرات ساده و متقابل بافت و رطوبت اولیه موجود در خاک نشان داد که ویژگی‌های عملیات گلخرابی مانند عمق گلخرابی، عمق نشست، عمق نهایی خاک و میزان آب مصرفی تابعی از بافت و رطوبت موجود در خاک در زمان شروع خاک‌ورزی هستند.

بنابر نتایج پژوهش، مقدار آب مازاد جمع شده روی سطح خاک پس از عملیات گلخرابی به رطوبت اولیه خاک پیش از گلخرابی و بافت خاک بستگی دارد؛ به‌طوری‌که با کاهش رطوبت اولیه پیش از گلخرابی، از حالت اشباع به ۸۵ درصد اشباع، پس از شش روز حدود دو سانتی متر بر عمق آب مازاد اضافه می‌شود. همچنین در این فاصله ازدیاد مقدار رس خاک از ۲۰ تا ۵۰ درصد موجب افزایش حدود شصت درصدی آب مازاد پس از گلخرابی می‌شود. میزان نشست خاک پس از گلخرابی نیز به مقدار رطوبت اولیه خاک و درصد رس ارتباط دارد. رطوبت اولیه پایین خاک پیش از گلخرابی کمترین مقدار نشست را درپی دارد. در عین حال بیشرین مقدار نشست مربوط به خاک با مقدار رس بیشتر است.

افزایش رطوبت اولیه خاک، کاهش مقدار آب خالص مصرفی و عمق نهایی خاک را در فرآیند گلخرابی درپی داشت. این در حالی است که با افزایش رطوبت اولیه خاک، دیگر پارامترهای اندازه‌گیری شده دارای روند افزایشی بودند. از طرفی، با افزایش میزان رس خاک، پارامترهای اندازه‌گیری شده در فرآیند گلخرابی افزایش یافت. دامنه تغییرات آب خالص مصرفی در فرآیند گلخرابی برای تیمارهای آزمایش بین ۳۱ تا ۱۱۴ میلی‌متر متغیر بوده و کمترین آن در بافت خاک سیلتی با ۲۰ درصد رس و تیمار رطوبت اولیه ۱۰۰ درصد درجه اشباع به‌دست آمد. با افزایش رطوبت اولیه خاک از ۸۵ درصد درجه اشباع به ۱۰۰ درصد درجه اشباع، میزان آب خالص مصرفی برای فرایند گلخرابی به میزان ۶۱ درصد کاهش یافت. این میزان کاهش در آب مصرفی از دیدگاه مدیریت آبیاری در شبکه آبیاری و زهکشی سفیدرود دارای اهمیت است. چرا که منبع اصلی تامین آب آبیاری اراضی شالیزاری استان گیلان سد مخزنی سفید رود است و تاریخ رهاسازی آب از این سد در میزان آب مورد استفاده در اراضی شالیزاری تاثیرگذار است. به طور معمول در ابتدای فصل بهار وقوع بارش در استان گیلان موجب مرطوب شدن خاک‌های شالیزاری و خشک شدن آنها با گذشت زمان از ابتدای سال می‌شود. بنابراین، تنظیم برنامه رهاسازی آب از مخزن بر اساس رخدادهای بارش و تحویل آب به کشاورز برای آماده‌سازی زمین در شرایط بالا بودن رطوبت اولیه خاک با پایش مداوم رطوبت موجود در خاک‌های شالیزاری در تاریخ‌های مختلف و تعیین نقطه بهینه می‌تواند کاهش آب مصرفی را در فرایند گلخرابی به دنبال داشته باشد.

Reference:

Alizadeh, M. R. (2015). Effect of method and times of puddling on some soil physical properties and rice grain yield. Cereal Research, 5(1), 33-43. https://cr.guilan.ac.ir/article_158_74ae13d443958ffea5e3a89f8961d019.pdf

Arora, V. K. (2006). Application of a rice growth and water balance model in an irrigated semi-arid subtropical environment. Agricultural Water Management, 83(1), 51-57. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.09.004

Asenso, E., Wang, Z., Kai, T., Li, J., & Hu, L. (2022). Effects of puddling types and rice establishment methods on soil characteristics and productivity of rice in southern China. Applied and Environmental Soil Science, 2022, 3192003. https://doi.org/10.1155/2022/3192003

Bajpai, R. K., & Tripathi, R. (2000). Evaluation of no-puddling under shallow water tables and alternate tillage methods on soil and crop parameters in a rice–wheat system in Uttar Pradesh. Soil and Tillage Research, 55, 99-106. https://doi.org/10.1016/S0167-1987(00)00111-2

Bameri, A., Lotfi, M., & Khaleghi, M. (2022). The effect of tillage and pudding on some soil physical properties and rice yield in paddy lands (Case study: Ghaemshahr). Applied Soil Research, 10(3), 30-42 .

Behera, B. K., Varshney, B. P., & Goel, A. K. (2009). Effect of puddling on puddled soil characteristics and performance of self-propelled transplanter in rice crop. Agricultural Engineering International: CIGR Journal, 10, 1-18 .

Buehrer, T. F., & Rose, M. S. (1943). Studies in Soil Structure V. Bound Water in Normal and Puddled Soils. In (Vol. Technical Bulletin, No. 100, pp. 155-218). Agricultural Experiment Station, University of Arizona, Tucson, AZ.

Fallah, V. M. (1969). Rice water requirements and its measurement. S. W. R. Institute. https://civilica.com/doc/1087801/

Fernández-Gálvez, J., & Barahona, E. (2005). Changes in soil water retention due to soil kneading. Agricultural Water Management, 76(1), 53-61. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agwat.2005.01.004

Islam, M. J., Mowla, G., Parul, S. S., Alam, M. Z., & Islam, M. S. (2004). Management of cracking puddled soils and its impact on infiltration. Journal of Biological Sciences, 4(1), 21-26 .

Jihad-e-Agriculture. (2022). Agricultural Statistics of the Year 2020-21, Volume 1: Agronomy Crops. Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Center, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran

Kalita, J., Ahmed, P., & Baruah, N. (2020). Puddling and its effect on soil physical properties and growth of rice and post rice crops: A review. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry, 9(4), 503-510 .

Kirchhof, G., Priyono, S., Utomo, W. H., Adisarwanto, T., Dacanay, E. V., & So, H. B. (2000). The effect of soil puddling on the soil physical properties and the growth of rice and post-rice crops. Soil and Tillage Research, 56(1), 37-50. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0167-1987(00)00121-5

Kukal, S. S., & Aggarwal, G. C. (2002). Percolation losses of water in relation to puddling intensity and depth in a sandy loam rice (Oryza sativa) field. Agricultural Water Management, 57(1), 49-59. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0378-3774(02)00037-9

Kukal, S. S., & Sidhu, A. S. (2004). Percolation losses of water in relation to pre-puddling tillage and puddling intensity in a puddled sandy loam rice (Oryza sativa L.) field. Soil and Tillage Research, 78(1), 1-8. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.still.2003.12.010

Mairghany, M., Yahya, A., Adam, N. M., Su, A. S. M., Aimrun, W., Elsoragaby, S. J. S., & Research, T. (2019). Rotary tillage effects on some selected physical properties of fine textured soil in wetland rice cultivation in Malaysia. Soil and Tillage Research, 194, 104318. https://doi.org/doi.org/10.1016/j.still.2019.104318

Manik, S. M. N., Pengilley, G., Dean, G., Field, B., Shabala, S., & Zhou, M. (2019). Soil and crop management practices to minimize the impact of waterlogging on crop productivity [Review]. Frontiers in Plant Science, 10. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00140

Mohanty, M., Painuli, D. K., & Mandal, K. G. (2004). 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 Research, 76(2), 83-94. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.still.2003.08.006

Mousavi, S. F., Yousefi-Moghadam, S., Mostafazadeh-Fard, B., Hemmat, A., & Yazdani, M. R. (2009). Effect of puddling intensity on physical properties of a silty clay soil under laboratory and field conditions. Paddy and Water Environment, 7(1), 45-54. https://doi.org/10.1007/s10333-008-0148-4

Pirmoradian, N., & Davatgar, N. (2019). Simulating the effects of climatic fluctuations on rice irrigation water requirement using AquaCrop. Agricultural Water Management, 213, 97-106. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.agwat.2018.10.003

Pirmoradian, N., Kamgar-Haghighi, A. A., & Sepaskhah, A. R. (2005). Lateral seepage, deep percolation, runoff, and the efficiencies of water use and application in irrigation rice in Kooshkak region in Fars province, I.R. of Iran. IRAN AGRICULTURAL RESEARCH, 23-24(1-2), 1-8. https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?ID=142641

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

Sharma, P. K., & De Datta, S. K. (1985). Effect of puddling on soil physical properties and processes. In Soil Physics and Rice (pp. 217-234). IRRI .

Sharratt, B., Zhang, M., & Sparrow, S. (2006). Twenty years of tillage research in subarctic Alaska: I. Impact on soil strength, aggregation, roughness, and residue cover. Soil and Tillage Research, 91. https://doi.org/10.1016/j.still.2005.11.006

Siadat, H. (1970). Rice irrigation studies in Rasht water and soil station. S. W. R. Institute. https://civilica.com/doc/1086505/

Singh, K., Gajri, P. R., & Arora, V. (2001). Modelling the effects of soil and water management practices on the water balance and performance of rice. Agricultural Water Management, 49, 77-95. https://doi.org/10.1016/S0378-3774(00)00144-X

Singha, R., Chattopadhyay, S., & Maji, S. (2022). Puddling and its Effect on Soil Physical Condition. Agriculture&Food: E-Newsletter, 4(6), 492-494 .

Verma, A. K., & Dewangan, M. L. (2006). Efficiency and energy use in puddling of lowland rice grown on Vertisols in Central India. Soil and Tillage Research, 90(1), 100-107. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.still.2005.08.009

Verma, V. P. (1996). Water use in relation to soil manipulation for wet land paddy cultivation on clay loam. Journal of Indian Water Resources Society, 62-64 .

Yoshida, S., & Adachi, K. (2002). Influences of puddling intensity on the water retention characteristics of clayey paddy soil. Proceedings of the 17th World Congress of Soil Science. 14-21 August 2002, 5, 2351-2359.

یادداشت ها

[1] *Puddling*
[2] *Micro-climate*