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

مدیریت سطوح ایستابی کم‌عمق در مقابله با بروز درز و ترک در اراضی شالیزاری

مریم علیزاده[۱] و *پیمان افراسیاب[۲]
[۱]دانشجوی دکتری گروه مهندسی آب، دانشگاه زابل، [۲]دانشیار گروه مهندسی آب، دانشگاه زابل
تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۳۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۰/۹

چکیده

سابقه و هدف: محدودیت منابع آبی مناسب، از عمده‌ترین مشکلات کشاورزی در ایران می‌باشد. بنابراین یافتن راهکارهایی برای غلبه بر کمبود آب در این مناطق همواره از اولویت‌های مطالعاتی و پژوهشی بوده است. یافته‌های مختلف پژوهشی و مدیریتی در زمینه مدیریت آب در اراضی شالیزاری منجر به ارائه روش آبیاری غرقابی متناوب در مقابل آبیاری غرقابی دائم گردیده است. با توجه به کاربرد وسیع مدیریت آبیاری تناوبی، بروز ترک در شالیزارها در اثر ازدیاد فاصله آبیاری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی اثر سطوح ایستابی کم‌عمق بر وضعیت رطوبتی و خواص فیزیکی خاک‌های شالیزاری، آزمایشی شامل تیمار بافت خاک در سه منطقه (مؤسسه، شاندرمن و آستانه) و تیمار سطح ایستابی در سه سطح (صفر، ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر) و در سه تکرار به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت گلدانی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور به اجرا درآمد. درصد رطوبت وزنی، عرض ترک، مقاومت به نفوذ پنترومتر در خاک، ارتفاع ستون خاک، عملکرد و اجزای عملکرد برنج اندازه‌گیری شد.

یافته‌ها: تأثیر سطوح ایستابی کم‌عمق بر ارتفاع ستون خاک، عرض ترک، درصد رطوبت وزنی و مقاومت به نفوذ پنترومتر در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار گردید. در هر سه بافت خاک در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر، درصد رطوبت وزنی کم‌تر از میزان رطوبت در حد ظرفیت زراعی شد. میزان مقاومت به نفوذ پنترومتر در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر برای خاک منطقه مؤسسه و شاندرمن به‌ترتیب به ۵۲/۲۹ و ۱۱/۴۴ کیلوپاسکال رسید. همچنین تأثیر سطح ایستابی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج معنی‌دار نشد.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که ماکزیمم عرض ترک، در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر مشاهده شده که مقدار آن بین ۱/۵– ۱/۲ سانتی‌متر متغیر بود و در سطح ایستابی ۷/۵ سانتی‌متر، تنها ترک موئین دیده شد. در نهایت می‌توان بیان نمود مدیریت سطوح ایستابی در مقیاس گلدانی در جلوگیری از بروز درز و ترک مؤثر واقع شده است.

واژه‌های کلیدی: سطح ایستابی کم‌عمق، خاک شالیزاری، عرض ترک، مقاومت به نفوذ پنترومتر

* مسئول مکاتبه: peyman.afrasiab@uoz.ac.ir

مقدمه

محدودیت منابع آبی مناسب، از عمده‌ترین مشکلات کشاورزی در ایران می‌باشد از طرف دیگر افزایش روزافزون جمعیت، نیاز به تولید مواد غذایی بیش‌تر را ایجاب می‌کند. بنابراین یافتن راهکارهایی برای غلبه بر کمبود آب در این مناطق همواره از اولویت‌های مطالعاتی و پژوهشی بوده است. یافته‌های مختلف پژوهشی و مدیریتی در زمینه مدیریت آب در اراضی شالیزاری منجر به ارائه روش آبیاری غرقابی متناوب در مقابل آبیاری غرقابی دائم گردیده است. گزارش‌ها بیانگر این است که با این روش می‌توان تا ۳۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی نمود. بسیاری از پژوهشگران بهترین زمان شروع آبیاری مجدد را بروز ترک‌های موئین بیان نموده‌اند. بررسی‌های انجام‌شده نشان داد که تناوب خشک و تر شدن بر روی خاکی با بافت لوم رسی در چین با عمق آب زیرزمینی ۳۰-۵ سانتی‌متری موجب ۱۵-۱۰٪ ذخیره آب گردید و تأثیری منفی بر عملکرد برنج نداشت و بهره‌وری آب از طریق طولانی کردن دوره خشکی خاک و تحمیل مقداری تنش خشکی بر گیاه افزایش یافت (5).

رابطه بین عمق سطح ایستابی و تبخیر از سطح خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار مهم است. در این مناطق به‌علت آبیاری بیش از حد نیاز، اغلب سطح ایستابی نزدیک زمین است که باعث شوری خاک می‌شود. این شرایط ممکن است در حاشیه رودخانه‌ها و دریاچه‌ها نیز وجود داشته باشد (9, 14). بارگاهی و موسوی (2006) نسبت کمک آب زیرزمینی به تبخیر و تعرق گلرنگ را در شرایط گلخانه‌ای در حالت آب زیرزمینی شور بین ۵۴/۹-۵۲/۵ درصد و در شرایط آب زیرزمینی شیرین بین ۸۲/۷-۸۱/۷ درصد گزارش نمودند (4). کنترل سطح ایستابی ابزار مناسبی برای مدیریت رطوبت خاک و کاهش تجمع نیترات در آب‌های سطحی و زیرزمینی در خاک‌هایی با سطح ایستابی بالا می‌باشد (19). گوینز و همکاران (1966) با مطالعه چهار عمق سطح ایستابی ۱۵، ۳۰، ۴۶ و ۶۱ سانتی‌متر روی گیاهان گوجه‌فرنگی، لوبیا سبز و ذرت شیرین در سه بافت خاک در گلخانه دریافتند که میزان محصول متأثر از بافت خاک و عمق سطح ایستابی می‌باشد (8).

مطالعه چهار عمق سطح ایستابی (۴۶، ۱۰۱، ۱۵۵ و ۲۱۰ سانتی‌متر) و سه سطح آبیاری (۰/۳، ۰/۸ و ۱/۳ برابر تبخیر و تعرق) روی گیاه یونجه نشان داد که بیش‌ترین تبخیر و تعرق واقعی مربوط به عمق سطح ایستابی ۴۶ سانتی‌متر می‌باشد (6). همچنین پژوهش‌ها نشان داده‌اند که حدود ۲۰ تا ۴۰٪ میزان آب مورد نیاز تبخیر و تعرق گیاهان مختلف می‌تواند از جریان صعودی آب حاصل از موئینگی سطح ایستابی در اعماق ۰/۷ تا ۱/۵ متر تأمین شود (10). آزمایش‌های مزرعه‌ای به‌منظور برنامه‌ریزی آبیاری برای محصول گندم تحت شرایط سطح ایستابی کم‌عمق در هند نشان داد که مقادیر فصلی مشارکت آب زیرزمینی بین ۱۴۱ تا ۱۵۸ میلی‌متر در سال متغیر بود، میزان مشارکت آب زیرزمینی در تأمین نیاز آبی گندم ۴۱٪ بود (15). مطالعات مودودی و همکاران (2004) در مازندران نشان داد که بیش‌ترین میزان عملکرد دانه گندم، در سطح ایستابی ۹۰ سانتی‌متر و کم‌ترین آن در سطح ایستابی ۳۰ سانتی‌متر از سطح خاک می‌باشد (۱۳).

لوو و سوفوکلوس (2010)، متوسط درصد مشارکت آب زیرزمینی را تابعی از مقدار آب ورودی به خاک و عمق آب زیرزمینی گزارش نمودند (11). باباجیموپولوز و همکاران (2007) با بررسی سهم آبیاری از سطح ایستابی کم‌عمق نشان دادند که در شرایط مزرعه‌ای حدود ۳/۶ میلی‌متر بر روز از آب در منطقه توسعه ریشه از سطح ایستابی کم‌عمق نشأت می‌گیرد که حدود ۱۸٪ آب مورد نیاز ذرت از طریق صعود موئینه فراهم می‌شود (3). مدل‌های شبیه‌سازی نشان داد که

میزان صعود موئینگی در محدوده ۰/۵ تا ۸ میلی‌متر بر روز متغیر می‌باشد (14, 7).

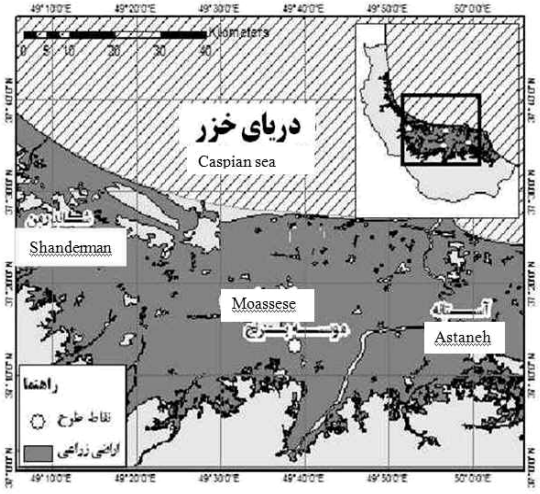
با توجه به کاربرد وسیع مدیریت آبیاری تناوبی، بروز ترک در شالیزارها در اثر ازدیاد فاصله آبیاری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. با بررسی مطالعات انجام گرفته به‌نظر می‌رسد که سطوح ایستابی کم‌عمق می‌تواند بر خصوصیات فیزیکی خاک‌های شالیزاری تأثیرگذار باشد. هدف از این پژوهش ارزیابی اثرات سطوح ایستابی کم‌عمق بر انقباض عمودی و افقی خاک، درصد رطوبت وزنی، مقاومت به نفوذ پنترومتر در خاک، عملکرد و اجزای عملکرد برنج می‌باشد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور دستیابی به اهداف این پژوهش، آزمایش فاکتوریل با طرح بلوک‌های کامل تصادفی به‌صورت گلدانی در مؤسسه تحقیقات برنج کشور در سال ۱۳۹۲ به اجرا درآمد. به‌منظور بررسی اثر سطوح ایستابی کم‌عمق بر خواص فیزیکی خاک‌های شالیزاری و همچنین عملکرد و اجزای عملکرد برنج، تیمارهای بافت خاک و سطح ایستابی هر کدام در سه سطح و در سه تکرار مورد بررسی قرار گرفت. سطوح تیمار بافت خاک شامل بافت غالب مؤسسه تحقیقات برنج کشور (رشت)، شاندرمن و آستانه و سطوح عمق ایستابی شامل صفر، ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر از سطح خاک بودند. سه منطقه انتخاب شده در گستره شبکه آبیاری سپیدرود شامل بخش شرقی (آستانه اشرفیه، واقع در رسوبات آبرفتی رودخانه‌ای در حاشیه رودخانه سپیدرود)، بخش غربی (شاندرمن، واقع در دشت دامنه‌ای غرب)، بخش جنوبی (اراضی مؤسسه تحقیقات برنج واقع در دشت دامنه‌ای) از واحدهای مختلف فیزیوگرافیک دشت مرکزی استان گیلان می‌باشد، به‌طوری‌که از نظر پراکنش مکانی نماینده شرایط متفاوت اراضی و سه واحد فیزیوگرافیک این استان هستند (شکل ۱).

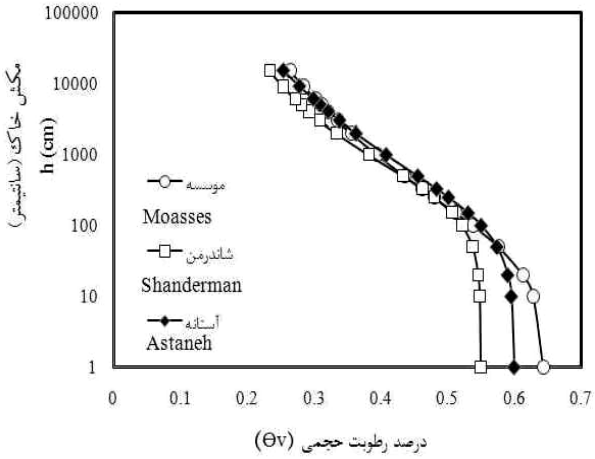
خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک‌های مورد مطالعه در جدول ۱ و منحنی مشخصه رطوبتی در شکل ۲ آورده شده است (20). مقدار کربن آلی، قابلیت هدایت الکتریکی خاک و گنجایش تبادل کاتیونی که از عوامل مؤثر در بهم پیوستگی ذرات خاک است در خاک‌های مؤسسه و شاندرمن کم‌تر از آستانه است. از سوی دیگر بافت خاک‌های آستانه و شاندرمن به‌دلیل داشتن رس کم‌تر، از خاک مؤسسه سبک‌تر می‌باشند. ضریب انبساط‌پذیری خطی که شاخصی از پتانسیل انقباض و انبساط است در خاک‌های مطالعه شده در گروه با پتانسیل انقباض و انبساط خیلی زیاد قرار دارند، اما مقدار این شاخص در خاک مؤسسه که دارای مقدار رس بیش‌تری بود از دیگر خاک‌ها بیش‌تر است.

از هر یک از مزارع شالیزاری مورد نظر حدود ۱۰۰ کیلوگرم خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری (لایه سطحی) تهیه گردید. عملیات پادلینگ به‌طور دستی انجام شد تا جایی‌که کلوخه‌های خاک کاملاً باز شد و خاک به‌طور یکنواخت به‌صورت گل نرم درآمد. هر یک از تیمارها در یک گلدان پلاستیکی دوازده کیلوگرمی با قطر متوسط ۲۰ و ارتفاع ۲۷ سانتی‌متر به اجرا درآمد. جمعاً ۲۷ گلدان (۹ گلدان در ۳ تکرار) به طرز تصادفی در محل آزمایش قرار داده شد. نشاءکاری در تاریخ ۴ تیر ۱۳۹۲ انجام شد و رقم کشت شده هاشمی بود. تمامی گلدان‌ها در فضای آزاد و در معرض نور خورشید قرار گرفت و آبیاری گلدان‌ها با دور ۲ روز و حجم ۲ لیتر انجام شد و تا شروع گلدهی دائماً خاک تمامی گلدان‌ها غرقاب بود. هنگام نشاءکاری به تمامی گلدان‌ها کود NPK (ازت ۲ گرم، فسفر ۱ گرم و پتاس ۱ گرم) اضافه شد.



شکل ۱- شمای موقعیت نقاط آزمایشی انتخاب شده.

Figure 1. The position of the selected test points.



شکل ۲- منحنی مشخصه رطوبتی در خاک‌های مورد مطالعه (20).

Figure 2. Retention curve in studied soils (20).

جدول ۱- خواص فیزیکی و شیمیایی در خاک‌های مورد مطالعه (20).

Table 1. Physical and chemical properties of studied soils (20).

مکان Site	بافت Texture	شن (٪) Sand (%)	سیلت (٪) Silt (%)	رس (٪) Clay (%)	درصد اشباع S.P	هدایت الکتریکی EC $dS.m^{-1}$	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC (meq/100 g)	کربن آلی (٪) O.C (%)	چگالی ظاهری خاک Bd	چگالی ذرات خاک Pd	ضریب انبساط خطی COLE
مؤسسه Moassese	رس سیلتی SiC	6	47	47	0.64	0.62	35	1.22	0.97	2.62	0.2
آستانه Astaneh	لوم رس سیلتی SiCL	12	49	39	0.6	1.28	39	2.37	0.91	2.3	0.152
شاندرمن Shanderman	لوم رس سیلتی SiCL	16	47	37	0.55	0.54	34	1.28	1.08	2.66	0.161

اعمال تیمار با شروع گلدهی (۹۲/۵/۱۳) آغاز گردید. جهت تثبیت سطح ایستابی، در جدار گلدان، سوراخ‌هایی به قطر ۵ میلی‌متر با فواصل ۵ سانتی‌متر با استفاده از مته ایجاد گردید. تیمارهای مربوط به هر یک از سطوح ایستابی مورد نظر داخل ظرف‌های بزرگ قرار داده شد و روزانه سطح آب داخل ظرف بزرگ تنظیم می‌شد، در زمان وقوع بارندگی آب اضافی از داخل ظرف‌های بزرگ خارج می‌شد. درصد رطوبت وزنی، عرض ترک (هر جا که ترک مشاهده نشد فاصله خاک از جدار ظرف به‌عنوان ترک در نظر گرفته شد (1, 2, 12))، مقاومت به نفوذ پنترومتر در عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر خاک، ارتفاع ستون خاک از خصوصیاتی بودند که در هر یک از تیمارها به‌صورت روزانه از زمان اعمال تیمار تا برداشت محصول اندازه‌گیری شدند و در نهایت عملکرد و اجزای عملکرد برنج در هر تیمار ثبت شد. پس از اتمام مراحل آزمایش، تحلیل آماری داده‌های برداشت شده با استفاده از نرم‌افزار SAS.9.1 و SigmaPlot انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که سطوح ایستابی کم‌عمق بر ارتفاع ستون خاک، عرض ترک، درصد رطوبت وزنی و مقاومت به نفوذ پنترومتر در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار شد (جدول ۲). با توجه به جدول ۲ تأثیر بافت‌های مختلف بر ارتفاع ستون خاک در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار گردید و حداکثر و حداقل ارتفاع ستون خاک به‌ترتیب مربوط به خاک‌های مناطق آستانه و مؤسسه بود (شکل ۳)، زیاد بودن ارتفاع ستون خاک در نمونه‌های مربوط به منطقه آستانه به‌دلیل بالا بودن مقدار ماده آلی در آن می‌باشد، همان‌گونه که مؤذنی (2007)، علیزاده (2013) و سوان (1990) بیان نمودند اضافه کردن مواد آلی به خاک، نشست خاک را کاهش می‌دهد (2, 12, 16). دلیل این امر خاصیت ارتجاعی مواد آلی در رطوبت‌های بالا می‌باشد. همچنین با توجه به شکل ۴ در می‌یابیم که کم‌ترین ارتفاع ستون خاک مربوط به سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر بوده و در سطوح ایستابی صفر و ۷/۵ سانتی‌متر نیز تفاوت معنی‌داری در ارتفاع ستون خاک مشاهده نشد.

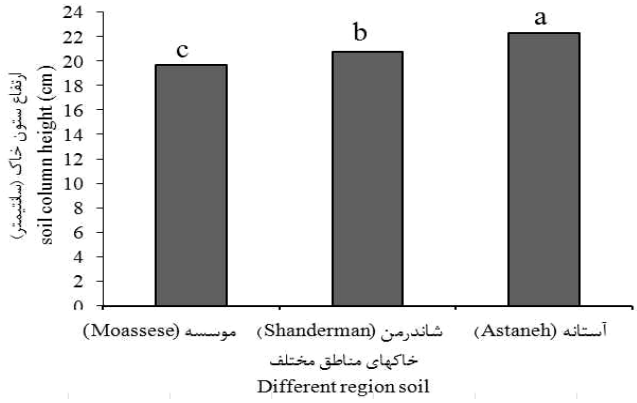
جدول ۲- تجزیه واریانس اثر بافت خاک و سطح ایستابی بر خصوصیات فیزیکی خاک‌های شالیزاری مورد مطالعه.

Table 2. Analysis of variance effect of soil texture and water table on physical properties of studied soils.

منبع تغییرات Sources of variations	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean square			
		ارتفاع ستون خاک Height of soil column	عرض ترک Crack width	رطوبت وزنی Soil moisture	مقاومت به نفوذ پنترومتر Penetration resistance
تکرار Replication	2	0.2063^{ns}	2.1111^{ns}	0.00029^{ns}	145.85^{ns}
بافت Texture	2	14.9743**	11.1944^{ns}	0.03335**	755.90*
سطح ایستابی Water table	2	0.9477**	478.7777**	0.01198**	1354.22**
بافت × سطح ایستابی Texture × Water table	4	0.2148^{ns}	3.7222^{ns}	0.00235*	755.90**
خطا Error	16	0.1316	4.5069	0.00082	140.89

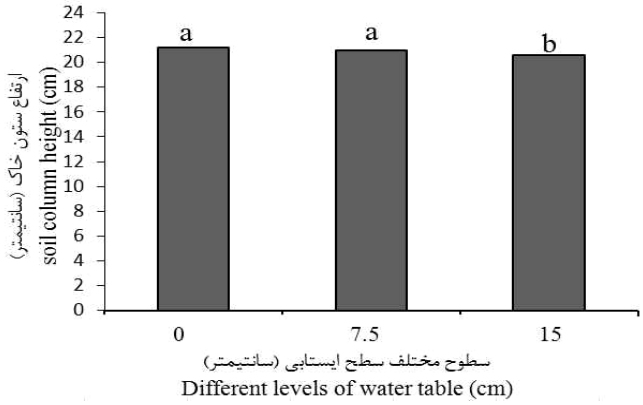
^{ns}، * و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطوح ۵٪ و ۱٪.

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



شکل ۳- تأثیر بافت خاک مناطق مختلف بر ارتفاع ستون خاک (سانتی‌متر).

Figure 3. Effect of soil texture on height of soil (cm).

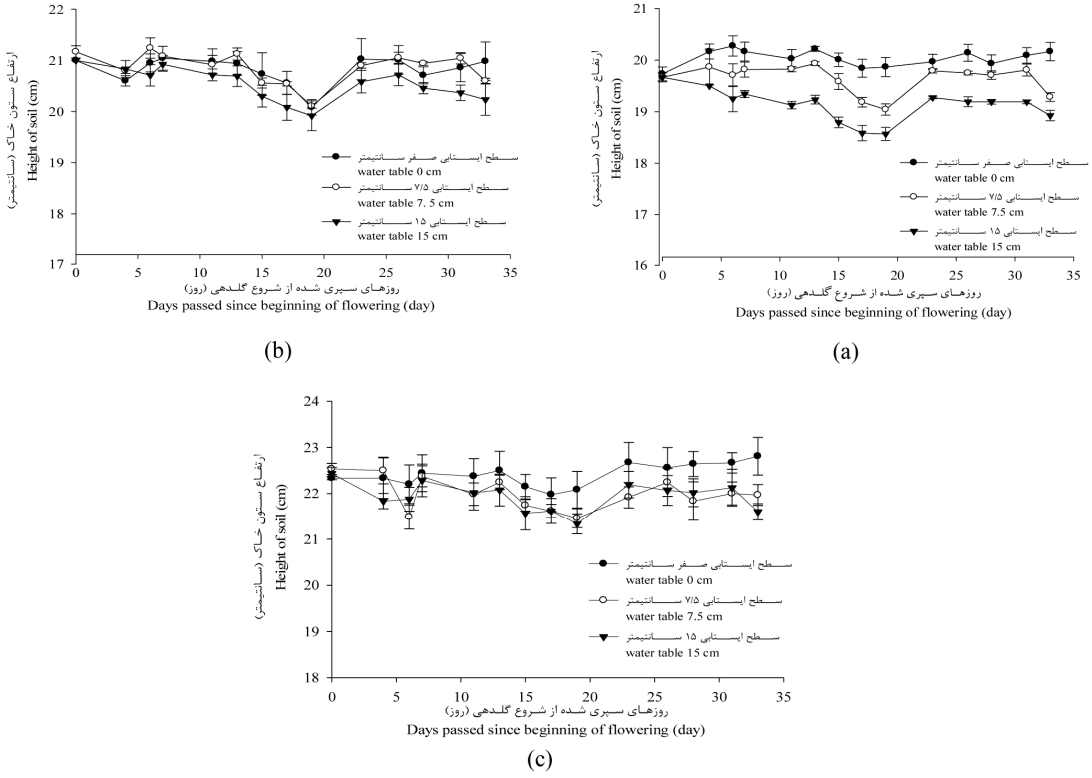


شکل ٤- تأثیر سطوح مختلف سطح ایستابی بر ارتفاع ستون خاک (سانتی‌متر).

Figure 4. Effect of water table on height of soil (cm).

همان‌گونه که در شکل ۵ دیده می‌شود ارتفاع ستون خاک در بافت خاک منطقه مؤسسه در سطح ایستابی ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر به مرور زمان کاهش پیدا کرده در حالی‌که در سطح ایستابی صفر سانتی‌متر بدون تغییر باقی ماند. نشست خاک در منطقه آستانه در سطوح ایستابی ۷/۵ و ۱۵ سانتی‌متر تقریباً یکسان به‌دست آمد.

تأثیر سطوح ایستابی بر عرض ترک در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار گردید (جدول ۲). همان‌گونه که در شکل ۶ و جدول ۳ دیده می‌شود در سطح ایستابی ۷/۵ سانتی‌متر، ترک‌های موئین در سطح خاک دیده شد، این در حالی است که در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر، ترک‌هایی با عرض ۱/۵-۱/۲ سانتی‌متر در خاک‌هایی با بافت مختلف اتفاق افتاد. به‌طوری‌که ترکی با عرض ۸ میلی‌متر سه روز پس از اعمال تیمار در سطوح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر پدیدار شد. نوسانات عرض ترک در شکل ۶ به‌دلیل وجود بارندگی می‌باشد (سطح ایستابی در حین بارندگی نیز ثابت نگه داشته شد). همچنین در سطح ایستابی صفر سانتی‌متر در تمامی خاک‌های مورد مطالعه درز و ترکی مشاهده نشد.



شکل ۵- تغییرات ارتفاع ستون خاک‌هایی با بافت مختلف ((a) مؤسسه، (b) شاندرمن، (c) آستانه).

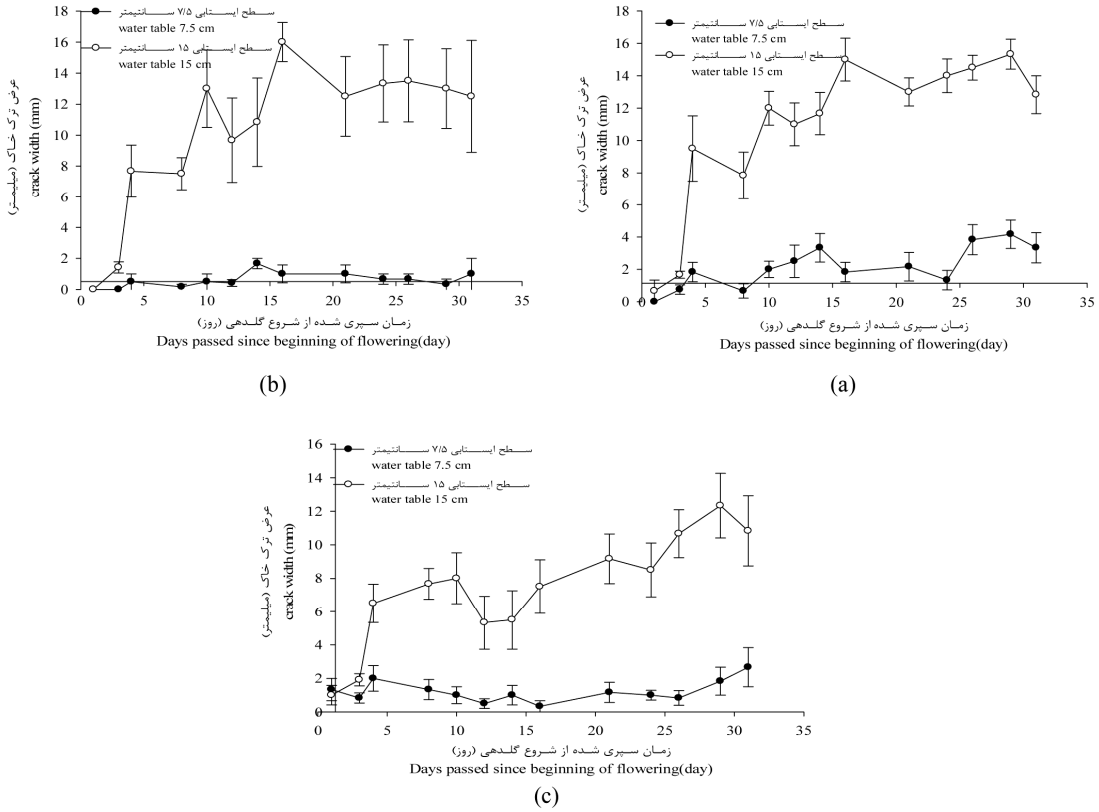
Figure 5. Variations of height of soils column with different texture ((a) Moassese, (b) Shanderman, (c) Astaneh).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و سطوح مختلف ایستابی بر عرض ترک.

Table 3. The means comparison between the interaction effects of soil texture × water table on the crack width.

بافت خاک	سطوح مختلف سطح ایستابی Different levels of water table		
Soil texture	صفر سانتی‌متر (0 cm)	۷/۵ سانتی‌متر (7.5 cm)	۱۵ سانتی‌متر (15 cm)
مؤسسه Moassese	0.00^{d}	4.16^{c}	15.33^{a}
شاندرمن Shanderman	0.00^{d}	0.33^{d}	13.00^{ab}
آستانه Astaneh	0.00^{d}	1.83^{cd}	10.50^{b}

در هر ستون، تفاوت اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.



شکل ٦- تغییرات عرض از ترک خاک‌هایی با بافت مختلف ((a) مؤسسه، (b) شاندرمن، (c) آستانه).

Figure 6. Variations of crack width in soils with different textures ((a) Moassese, (b) Shanderman, (c) Astaneh).

اثر بافت خاک و سطح ایستابی بر درصد رطوبت وزنی در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار بود و اثر متقابل‌شان بر درصد رطوبت وزنی در سطح آماری ۵٪ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۲). حداکثر و حداقل درصد رطوبت وزنی به‌ترتیب مربوط به خاک منطقه مؤسسه در سطح ایستابی صفر و خاک منطقه شاندرمن در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر بود. به‌طورکلی نمونه‌های مورد مطالعه در سطح ایستابی صفر سانتی‌متر در حالت اشباع بوده و در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر، مقدار درصد رطوبت وزنی در خاک‌های مناطق مؤسسه، شاندرمن و آستانه به‌ترتیب ۷٪، ۱۳٪ و ۲٪ نسبت به حالت اشباع کاهش یافت، که یکی از دلایل حفظ رطوبت در خاک منطقه آستانه درصد بالای مواد آلی می‌باشد (جدول ۴). به‌طوری‌که مؤذنی (2007) و علیزاده (2010) نشان دادند که وجود بقایای گیاهی می‌تواند باعث افزایش درصد رطوبت وزنی گردد که نتایج این پژوهش نیز مؤید مطالعات پیشین می‌باشد (1, 12).

جدول ٤- مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و سطح ایستابی بر درصد رطوبت وزنی در خاک‌های مورد مطالعه.

Table 4. The means comparison between the interaction effects of soil texture × water table on the soil moisture.

بافت خاک	سطوح مختلف سطح ایستابی Different levels of water table		
Soil texture	صفر سانتی‌متر (0 cm)	۷/۵ سانتی‌متر (7.5 cm)	۱۵ سانتی‌متر (15 cm)
مؤسسه Moassese	0.656^{a}	0.609^{b}	0.581^{bc}
شاندرمن Shanderman	0.564^{bcd}	0.479^{e}	0.440^{e}
آستانه Astaneh	0.547^{cd}	0.542^{cd}	0.531^{d}

در هر ستون، تفاوت اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

همان‌گونه در جدول ۵ مشاهده می‌شود میزان مقاومت به نفوذ پنترومتر در خاک در سطوح ایستابی صفر و ۷/۵ سانتی‌متر برابر صفر کیلوپاسکال می‌باشد اما در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر این مقدار برای خاک منطقه مؤسسه و شاندرمن به‌ترتیب به ۵۲/۲۹ و ۱۱/۴۴کیلو پاسکال رسید، در حالی‌که در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر در خاک منطقه آستانه مقدار مقاومت به نفوذ پنترومتر همچنان صفر بوده که از دلایل آن می‌توان به سطوح بالای ماده آلی در این خاک اشاره نمود. علیزاده (2010) در مطالعات خود نشان داد که مقاومت به نفوذ پنترومتر از صفر کیلوپاسکال در رطوبت اشباع به ۵۰۰ کیلوپاسکال در رطوبت وزنی ۳۰ درصد تغییر می‌کند (1)، همچنین مؤذنی (2007)، توارس و رادریگز (1996) و یوتست و سید (2001) نشان دادند که یکی از عوامل مؤثر بر مقاومت به نفوذ پنترومتر، شرایط رطوبتی خاک می‌باشد که نتایج این پژوهش با پژوهش‌های پیشین هماهنگی دارد (12, 18, 17).

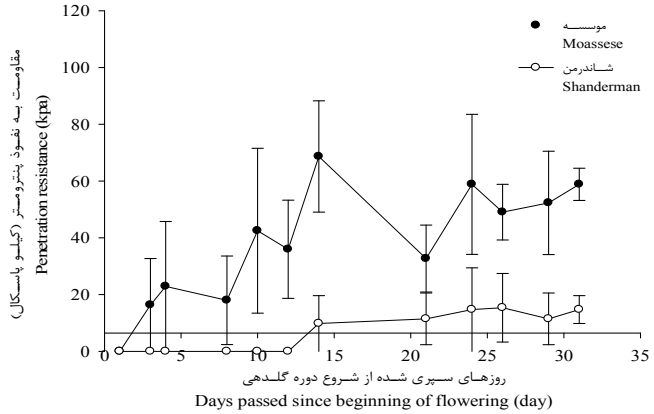
جدول ۵- مقایسه میانگین اثر متقابل بافت خاک و سطوح مختلف ایستابی بر مقاومت به نفوذ پنترومتر.

Table 5. The means comparison between the interaction effect of soil texture × water table on the penetration resistance.

بافت خاک	سطوح مختلف سطح ایستابی Different levels of water table		
Soil texture	صفر سانتی‌متر (0 cm)	۷/۵ سانتی‌متر (7.5 cm)	۱۵ سانتی‌متر (15 cm)
مؤسسه Moassese	0.00^{b}	0.00^{b}	52.29^{a}
شاندرمن Shanderman	0.00^{b}	0.00^{b}	11.44^{b}
آستانه Astaneh	0.00^{b}	0.00^{b}	0.0^{b}

در هر ستون، تفاوت اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

شکل ۷ نوسانات مقاومت به نفوذ پنترومتر در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر در دو منطقه مؤسسه و شاندرمن را نشان می‌دهد. با توجه به شکل مقاومت به نفوذ در مؤسسه در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر بیش‌تر از شاندرمن می‌باشد که یکی از دلایل آن می‌تواند درصد بالای رس در خاک منطقه مؤسسه باشد.



شکل ۷- نوسانات مقاومت به نفوذ پنترومتر در دو منطقه مؤسسه و شاندرمن در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر.

Figure 7. Fluctuation of the Penetration resistance in Moassese and Shanderman at the level of the water table 15 cm.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر بافت خاک بر طول بوته، تعداد خوشه و وزن صد دانه در سطح آماری ۵٪ و بر تعداد پنجه، عملکرد و عملکرد بیولوژیک در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار شد. همچنین اثر سطوح ایستابی کم‌عمق بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج معنی‌دار نشد (جدول ۶)، که نتایج این پژوهش با نتایج بلدر و همکاران (2004) مطابقت دارد (5).

جدول ٦- تجزیه واریانس اثر بافت خاک و سطح ایستابی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج.

Table 6. Analysis of variance effect of soil texture and water table on yield and yield components of rice.

درصد پوکی Percentage of unfilled	عملکرد بیولوژیک Biological yield	وزن صددانه weight of hundred seed	تعداد خوشه Number of panicle	عملکرد yield	طول خوشه Panicle length	تعداد پنجه Number of tillers	طول بوته Plant height	درجه آزادی Degree of freedom	منبع تغییرات Sources of variations
0.0006^{ns}	3.92^{ns}	0.008^{ns}	7.00^{ns}	10.56^{ns}	3.52^{ns}	2.25^{ns}	17.37^{ns}	2	تکرار Replication
0.0012^{ns}	288.20**	0.079*	62.11*	165.94**	0.74^{ns}	190.03**	225.81*	2	بافت Texture
0.0007^{ns}	17.15^{ns}	0.022^{ns}	14.33^{ns}	4.36^{ns}	3.26^{ns}	0.70^{ns}	69.14^{ns}	2	سطح ایستابی Water table
0.0020^{ns}	4.49^{ns}	0.043^{ns}	24.11^{ns}	24.81^{ns}	2.99^{ns}	20.87^{ns}	29.25^{ns}	4	بافت × سطح ایستابی Texture × Water table
0.0009	14.78	0.017	12.45	22.72	1.76	23.55	55.03	16	خطا Error

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

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

نتایج جدول ۷ نشان می‌دهد که بیش‌ترین مقدار طول بوته، تعداد پنجه، عملکرد، تعداد خوشه، عملکرد بیولوژیک مربوط به منطقه مؤسسه و کم‌ترین مقدار طول بوته، تعداد پنجه، عملکرد، تعداد خوشه و عملکرد بیولوژیک مربوط به آستانه می‌باشد.

جدول ۷- مقایسه میانگین اثر بافت خاک و سطح ایستابی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج.

Table 7. The means comparison effect of soil texture and water table on the yield and yield components of rice.

سطح ایستابی Water table			بافت خاک Soil texture			پارامترها Parameters
۱۵ سانتی‌متر (15 cm)	۷/۵ سانتی‌متر (7.5 cm)	صفر سانتی‌متر (0 cm)	آستانه Astaneh	شاندرمن Shanderman	مؤسسه Moassese	
114.22[a]	119.44[a]	118.44[a]	112.88[b]	116.44[ab]	122.77[a]	طول بوته (cm) Plant height (cm)
28.11[a]	28.66[a]	28.33[a]	25.44[b]	26.00[b]	33.66[a]	تعداد پنجه Number of tillers
21.08[a]	22.22[a]	21.98[a]	21.57[a]	21.61[a]	22.09[a]	طول خوشه (cm) Panicle length (cm)
28.09[a]	28.48[a]	29.44[a]	25.36[b]	27.13[b]	33.52[a]	عملکرد (gr/pot) Yield (gr/pot)
25.66[a]	23.33[a]	25.33[a]	22.88[b]	23.66[b]	27.77[a]	تعداد خوشه Number of panicle
2.78[a]	2.84[a]	2.75[a]	2.90[a]	2.76[b]	2.72[b]	وزن صددانه (gr) seed weight of hundred (gr)
41.37[a]	44.11[a]	42.43[a]	39.48[b]	39.25[b]	49.17[a]	عملکرد بیولوژیک (gr/pot) Biological yield (gr/pot)
0.08[a]	0.10[a]	0.09[a]	0.08[a]	0.10[a]	0.09[a]	درصد پوکی (٪) Percentage of unfilled (%)

در هر ستون، تفاوت اعدادی که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار نیست.

نتیجه‌گیری

سطوح ایستابی کم‌عمق بر ارتفاع ستون خاک، عرض ترک، درصد رطوبت وزنی و مقاومت به نفوذ پنترومتر در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار است. همچنین تأثیر بافت بر ارتفاع ستون خاک و درصد رطوبت وزنی در سطح آماری ۱٪ معنی‌دار می‌باشد. در هر سه بافت خاک در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر درصد رطوبت وزنی کم‌تر از میزان رطوبت در حد ظرفیت زراعی شد، به همین دلیل ترک‌هایی به عرض ۱/۵-۱/۲ سانتی‌متر در خاک پدیدار گردید. میزان مقاومت به نفوذ پنترومتر در خاک در سطوح ایستابی صفر و ۷/۵ سانتی‌متر برابر صفر کیلوپاسکال می‌باشد اما در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر این مقدار برای خاک منطقه مؤسسه و شاندرمن به‌ترتیب به ۵۲/۲۹ و ۱۱/۴۴ کیلوپاسکال رسید. حداکثر عرض ترک در سطح ایستابی ۱۵ سانتی‌متر مشاهده شده است که مقدار آن بین ۱/۵-۱/۲ سانتی‌متر متغیر می‌باشد و در سطح ایستابی ۷/۵ سانتی‌متر تنها ترک موئین دیده شد.

همچنین تأثیر سطح ایستابی بر عملکرد و اجزای عملکرد برنج معنی‌دار نشد. در نهایت می‌توان بیان نمود مدیریت سطوح ایستابی در مقیاس گلدانی می‌تواند در جلوگیری از بروز درز و ترک مؤثر واقع گردد.

سپاسگزاری

این پژوهش با همکاری مسئولان مؤسسه تحقیقات برنج کشور در شهر رشت انجام شده است که بدین‌وسیله از آن‌ها سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1.Alizadeh, M. 2010. The Study of Joint Effect of Organic Matters and Zeolite on Soil Hydraulic Properties and Prevention of Cracks in Periodic Flooding Irrigation. M.Sc. Thesis. Irrigation and Drainage. University of Tehran, 104p. (In Persian)

2.Alizadeh, M., Mirzaei, F., Sohrabi, T., Kavoosi, M., and Yazdani, M.R. 2013. The Role of Rice Straw and Zeolite Cracked Paddy Soil Improvement. J. Water Soil. Pp: 103-112. (In Persian)

3.Babajimopoulos, C., Panoras, A., Georgoussis, H., Arampatzis, A., Hatzigiannakis, E., and Papamichail, D. 2007. Contribution to irrigation from shallow water table under field conditions. J. Agric. Water Manage. Pp: 205-210.

4.Bargahi, Kh., and Mosavi, S.A.A. 2006. Effects of water table depths and salinity of groundwater on contribution of groundwater to evapotranspiration of safflower (*Carthamustinctorius* L.) In greenhouse. J. Sci. Technol. Agric. Natur. Resour. Pp: 59-69. (In Persian)

5.Belder, P., Bouman, B.A.M., Cabangon, R., Lu, G., Quilang, E.J.P., Li, Y., Spiertz, J.H.J., and Tuong, T.P. 2004. Effect of Water-Saving Irrigation on Rice Yield and Water Use in Typical Lowland Conditions in Asia. Agricultural Water Management. 65: 3. 193-210.

6.Benz, L.C., Doering, E.J., and Reichman, G.A. 1985a. Alfalfa yield and evapotranspiration response to static water table and irrigation. Trans. ASAE. 28: 4. 1178-1185.

7.Doorenbos, J., and Prut, W.O. 1977. Cropwater requirements, FAO Irrigation and Drainage No. 24. Rome, Italy.

8.Goins, T., Lunin, J., and Worley, H.L. 1966. Water table effects on growth of tomatoes, snap beans and sweet corn. Trans. ASAE. 9: 530-533.

9.Gowing, J.W., Konukcu, F., and Rose, D.A. 2006. Evaporative flux from a shallow water table: The influence of a vapour–liquid phase transition. J. Hydrol. 321: 77-89.

10.Khandker, M.H.K., Gowing, J.W., and Rose, D.A. 1994. Influence of salinity and water table depth on water uptake by plant roots. Proceedings International Conference on Agricultural Engineering, Milan, Italy, Aug-Sept.

11.Luo, Y., and Sophocleous, M. 2010. Seasonal groundwater contribution to crop-water useassessed with lysimeter observations and model simulations Original Research Article. J. Hydrol. 389: 325-335.

12.Moazeni, M. 2007. Effect of organic matter on soil hydraulic properties Guilan Rice Paddy Fields. M.Sc. Thesis. University of Isfahan. 108p. (In Persian)

13.Mododi, M.N., Esmaili Azad-Galeh, M.E., and Tashakori, E. 2004. Study of ground water table depth effect on Tajan wheat cultivar growth and production. Agric. Sci. Natur. Resour. J. Khazar. 2: 3. 57-65. (In Persian)

14.Raes, D., and Deproost, P. 2003. Model toassess water movement from a shallow water table to the root zone. Agric. Water Manage. 62: 79-91.

15.Singh, R.V., and Chauhan, H.S. 1996. Irrigation scheduling in wheat under shallow water table condition, Evapotanspiration and irrigation scheduling. Proceedings of the International Conference, San Antonio, Texas, USA, November 3-6 1996. American Society of Agricultural Engineers (ASAE), Pp: 103-108.

16. Soane, B.D. 1990. The role of organic matter in soil compactibility. A review of some practical aspects. Soil & Tillage Res. 16: 179-201.
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 1995 in 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 Research. 61: 193-202.
19. Willis, G.H., Southwick, L.M., Fouss, J.L., and Brown, L.C. 1998. Nitrates in runoff and leachate from controlled water table plots on a Mississippi river alluvial soil. Drainage in the 21st century: food production and the environment, proceedings of the seventh international drainage symposium, Orlando. Florida. USA. 8-10: 559-566.
20. Yazdani, M.R. 2013. Study on trends of soil cracking in paddy fields and management recommendations on percolation reduction. Ph.D. Thesis University of Tehran. 193p. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 22(5), 2016
http://jwsc.gau.ac.ir

Shallow water table management in the face cracking soil in paddy fields

M. Alizadeh[1] and *P. Afrasiab[2]

[1]Ph.D. Student, Dept. of Water Engineering, University of Zabol,
[2]Associate Prof., Dept. of Water Engineering, University of Zabol
Received: 05/21/2014; Accepted: 12/30/2014

Abstract

Background and Objectives: Limitation of suitable water resources is a major problem of agriculture in Iran. Therefore finding ways to overcome water shortages in these areas has always been a priority for study and research. The findings of various research and management in the field of water management in paddy fields have led to intermittent flood irrigation methods. Increase in irrigation interval caused cracks in the intermittent irrigation in paddy fields.

Materials and Methods: To evaluate the effect of shallow water table on humidity conditions and physical properties of paddy soils, soil texture factors at three regions (Moassese (Rasht), Shanderman and Astaneh) and a factor shallow water table at three levels (zero, 7.5 and 15 cm) and in three replicates as the factorial based on complete randomized blocks design in Rice Research Institute. The amount of moisture, crack width, soil's resistance to penetrometer, soil column height, yield and yield components of rice were measured.

Results: Results showed that the effect of shallow water table levels on soil column height, cracks width, moisture content and resistance to pentrometer penetration has been significant at one percent statistical level. In all three soil textures, moisture content in the 15 cm water table level was below field capacity. Resistance to pentrometer penetration at water table 15 cm for the Moasese and Shanderman reached to 52.29 and 11.44 kPa, respectively. Also effect of water table on yield and yield components of rice was not significant.

Conclusion: The maximum width of the crack in the water table 15 cm is between 1.2-1.5 cm. At water table 7.5 cm only capillary crack was observed. It can be expressed that in the shallow water table management in the scale of pot could be effective in preventing leaks and cracks.

Keywords: Shallow water table, Paddy soil, Crack width, Resistance to pentrometer penetration

* Corresponding Author; Email: peyman.afrasiab@uoz.ac.ir