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

تأثیر زهکشی سطحی میان‌فصل بر مشخصات ترک‌های ایجاد شده در خاک سطحی مزارع شالیزاری

نسرین دهقانی[۱]، *نادر پیرمرادیان[۲]، ولی‌الله کریمی[۳] و مریم نوابیان[۲]

[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان، [۲]استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه گیلان،
[۳]دکتری مهندسی آبخیزداری، مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز

تاریخ دریافت: ۹۳/۶/۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۳/۱۱/۱۱

چکیده

سابقه و هدف: در راستای افزایش بهره‌وری اراضی شالیزاری مدیریت مناسب زهکشی میان‌فصل می‌تواند به‌عنوان یک گزینه مدنظر قرار گیرد. با توجه به اثر میزان رطوبت خاک و طول دوره خشکی بر مشخصات و میزان گسترش ترک‌های خاک، هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل مشخصات ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک بر اثر اعمال تداوم‌های مختلف زهکشی سطحی میان‌فصل در کشت برنج رقم طارم هاشمی بود.

مواد و روش‌ها: عملیات مزرعه‌ای در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کاملاً تصادفی با شش تیمار تداوم زهکشی صفر (شاهد)، ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ روز در ۳ تکرار در اراضی شالیزاری مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز و به مساحت ۳۶۰ مترمربع به اجرا درآمد. رطوبت خاک در طول دوره زهکشی میان‌فصل برای تیمارهای مختلف به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد. همچنین در پایان دوره زهکشی سطحی تیمارهای مختلف و پیش از آبیاری مجدد کرت‌ها، ۱۲ نقطه از هر کرت به‌صورت شبکه‌ای و با فواصل ۱×۱ متر انتخاب شد و مشخصات ترک‌های ایجاد شده در این نقاط (طول، عرض و عمق ترک‌ها) اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری تحمل‌پذیری خاک در کرت‌های آزمایشی، پس از برداشت محصول با استفاده از دستگاه نفوذسنج مخروطی در پنج عمق (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر) انجام شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج به‌دست آمده، اثر زمان تداوم زهکشی سطحی میان‌فصل بر طول، عرض و عمق ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک معنی‌داری بود. بیش‌ترین مقادیر عرض و طول ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک به‌ترتیب با میانگین ۷ میلی‌متر و ۱۰ سانتی‌متر در تیمار تداوم زهکشی ۱۳ روز به‌دست آمد. اعمال تیمارهای تداوم زهکشی ۱۱ و ۱۳ روز سبب افزایش معنی‌دار عمق ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک شد. در محدوده رطوبتی کم‌تر از حد ظرفیت زراعی، افزایش قابل ملاحظه طول و عرض ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک با اندکی تغییر در میزان رطوبت خاک مشاهده شد. برای عمق‌های مختلف خاک از صفر تا ۲۵ سانتی‌متر، تفاوت بین بیش‌ترین (تیمار تداوم زهکشی ۱۳ روز) و کم‌ترین (تیمار شاهد) مقدار اندازه‌گیری شده تحمل‌پذیری خاک به‌طور میانگین برابر ۲۲۸/۸ کیلوپاسکال به‌دست آمد.

* مسئول مکاتبه: npirmorad@yahoo.com

نتیجه‌گیری: اعمال تداوم زهکشی میان‌فصل تا ۱۷ روز در منطقه مورد مطالعه، با توجه به کم‌تر بودن بیشینه عمق ترک ایجاد شده از عمق لایه سخت خاک و از دیدگاه مدیریت آبیاری تحت‌تأثیر ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک، قابل توصیه است. افزایش تحمل‌پذیری خاک در زمان برداشت محصول، قابلیت تردد ادوات کشاورزی را بالا برده که باعث کمینه شدن مصرف انرژی و ساعات کاری می‌گردد، در ضمن شرایط برای کشت محصولات ثانویه مناسب‌تر می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: خاک‌های شالیزاری، ترک، زهکشی میان فصل، زهکشی سطحی

مقدمه

برنج به‌عنوان غذای اساسی ۳/۵ میلیارد نفر در آسیا و مردم قسمت‌های دیگر جهان، مانند کشورهای اروپایی اطراف دریای مدیترانه محسوب می‌شود (6). در حدود ۷۵ درصد از کل برنج تولید شده در قاره آسیا از اراضی پست شالیزاری به‌دست می‌آید (3). این محصول به‌عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده آب و رایج‌ترین کشت در شمال کشور که بیش از ۷۵ درصد سطح زیر کشت برنج کشور را به خود اختصاص داده است، از اهمیت بالایی برخوردار است (18). در این میان با توجه به کمبود منابع آب، اتخاذ روش‌های کم‌آبیاری و افزایش کارآیی مصرف آب با هدف افزایش تولید به‌ازای هر واحد آب مصرفی و استفاده بهینه از منابع محدود آب، امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است (5).

با توجه به مطالعات و پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه زهکشی میان‌فصل اراضی شالیزاری، این راهکار در صورت اعمال مدیریت صحیح در افزایش عملکرد و بهره‌وری آب و نیز ارتقاء مدیریت زراعی می‌تواند مؤثر باشد. زهکشی میان‌فصل اراضی شالیزاری در زمان بین حداکثر پنجه‌زنی و ابتدای رشد زایشی، انجام می‌شود و اجازه می‌دهد تا زمین خشک شده و ترک‌های موئین در سطح زمین ایجاد شود (12). در زهکشی میان‌فصل، سطح خاک به‌مدت ۷-۱۰ روز در وضعیت غیرغرقاب قرار می‌گیرد و با این روش مدیریت آب، اکسیژن کافی در اختیار منطقه ریشه گیاه برنج قرار می‌گیرد و مواد سمی از قبیل سولفیدها و اسیدهای آلی خارج می‌گردند و انتشار متان با فراهم شدن محیط هوازی کاهش می‌یابد (13).

زهکشی اراضی شالیزاری در زمان میان‌فصل، قبل از برداشت و دوره غیرآبیاری مورد نیاز است. اگر در دوره میان‌فصل زمان زهکشی کافی نباشد، پنجه‌های نارس افزایش یافته و راندمان برداشت کاهش می‌یابد. به همین دلیل، زهکشی آب‌های موجود در سطح مزرعه به‌وسیله زهکشی سطحی بسیار مهم است (11). در این فرایند به‌دلیل خشک شدن مزرعه، ساختمان خاک متراکم‌تر شده و تا زمان برداشت حفظ می‌گردد (12). بروز ترک‌های سطحی و گسترش آن‌ها همراه با از دست دادن رطوبت خاک یکی از مشکلات زهکشی در اراضی شالیزاری است (4). با گسترش ترک‌ها تلفات آب از طریق ترک‌ها افزایش یافته و موجب کاهش بازده آبیاری می‌شود. مطالعات اسلام و همکاران (2003) نشان داد که عملیات مدیریتی جهت کاهش ترک‌ها در حین آبیاری می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر بازده استفاده از آب داشته باشد (9). بین ۲۵ تا ۸۵ درصد آب آبیاری اراضی شالیزاری به‌صورت نشت و نفوذ عمقی تلف می‌شود (8). بر این اساس مدیریت مناسب خاک‌های ترک‌دار اراضی شالیزاری تأثیر به‌سزایی در شدت نفوذ دارد (7 ,1). مطالعات لیو و همکاران (2003) نشان داد که در خاک‌های ترک‌دار شالیزاری شدت نفوذ به‌طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (14). آب و مواد محلول به سرعت به‌وسیله جریان ترجیحی از میان ترک‌ها به زیر خاک جریان می‌یابند. بنابراین جریان ترجیحی

می‌تواند ارتباط مستقیمی با خشکی منطقه ریشه داشته باشد. این فرآیند منجر به کمبود آب و مواد غذایی برای گیاهان و آلودگی آب‌های زیرزمینی و لایه‌های زیرین خاک می‌شود (19).

بر اساس تجربیات تادا و همکاران (1967) تحمل‌پذیری خاک یک کرت با بافت رسی در زمان برداشت محصول در نقاطی که ترک‌ها در زمان زهکشی میان‌فصل توسعه‌یافته، بیش‌تر از نقاطی است که ترک‌ها وجود نداشته است (20). باندیوپادهایای و همکاران (2003) به این نتیجه دست یافتند که همه پارامترهای ترک (پهنا، عمق، سطح و حجم) در خاکی با بافت رسی، با مقدار آب در لایه صفر تا ۱۵ سانتی‌متری خاک دارای اثرات متقابل معنی‌داری می‌باشند. پهنا و عمق ترک ارتباط مستقیمی با جرم مخصوص ظاهری خاک دارد (2).

طبق پژوهش‌های جعفری (2007) و بر اساس مشاهدات مزرعه‌ای در اراضی شالیزاری کاهش رطوبت خاک به میزان ۱۰ درصد را می‌توان حد رطوبت ترک موثین فرض نمود. همچنین وی نشان داد که در رطوبت وزنی ۴۰ تا ۴۵ درصد گسترش چندانی در عمق و پهنای ترک به‌وجود نمی‌آید و زمانی که رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی کم‌تر شود با تغییر کمی در میزان رطوبت وزنی خاک، پهنا و عمق ترک افزایش قابل‌ملاحظه‌ای می‌یابد (10).

با توجه به اثر میزان رطوبت خاک و طول دوره خشکی بر مشخصات و میزان گسترش ترک‌های خاک، هدف از این مطالعه بررسی و تحلیل مشخصات ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک بر اثر اعمال تداوم‌های مختلف زهکشی سطحی میان‌فصل در کشت برنج رقم طارم هاشمی بود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: این پژوهش در اراضی شالیزاری مرکز ترویج و توسعه تکنولوژی هراز واقع در ۱۰ کیلومتری جاده آمل- محمودآباد در استان مازندران با موقعیت جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۷ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع ۵/۵ متر از سطح دریا انجام شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک محل آزمایش در جدول ۱ نشان داده شده است.

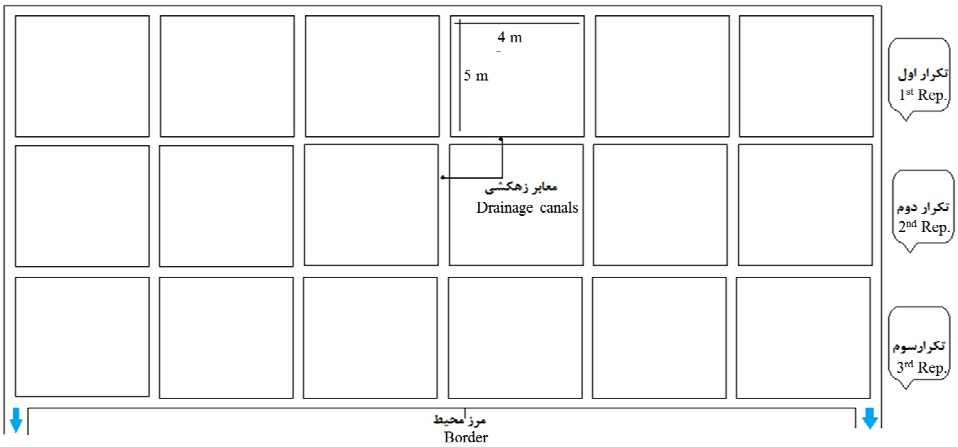
جدول ۱- مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک محل اجرای آزمایش.

Table 1. Soil physical and chemical characteristics of experimental site.

مقدار Value	مشخصه خاک Soil characteristic	مقدار Value	مشخصه خاک Soil characteristic
74.6	درصد سیلت Silt (%)	0-30	عمق نمونه‌برداری (cm) Sampling depth
10.9	درصد رس Clay (%)	1.19	چگالی ظاهری، ρ_b ($gr\ cm^{-3}$) Bulk density
سیلت لومی	بافت خاک Soil Texture	0.45	FC ($cm^3\ cm^{-3}$)
3.2	درصد ماده آلی Organic matter (%)	0.11	PWP ($cm^3\ cm^{-3}$)
1.252	هدایت الکتریکی ($dS\ m^{-1}$) EC ($dS\ m^{-1}$)	14.5	درصد شن Sand (%)

اطلاعات هواشناسی منطقه مورد مطالعه برای دوره رویش گیاه شامل ۴ ماه اردیبهشت، خرداد، تیر و مرداد جمع‌آوری و بررسی شد. در دوره مذکور میانگین بیشینه و کمینه دما به‌ترتیب برابر ۲۳/۵ و ۱۸/۷ درجه سلسیوس و مجموع بارندگی این دوره برابر ۱۰۴ میلی‌متر بود.

طرح آزمایشی در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با ۶ تیمار برای مدت زمان تداوم زهکشی سطحی میان‌فصل (صفر (تیمار شاهد)، ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ روز) در ۳ تکرار در کرت‌هایی به ابعاد ۵×۴ متر اجرا شد. رقم برنج مورد مطالعه، طارم هاشمی بود. جانمایی کرت‌ها در مزرعه مورد مطالعه در شکل ۱ ارایه شده است. به‌منظور کنترل نفوذ جانبی مرز کرت‌ها از داخل و خارج با پلاستیک پوشانده شد. زهکش‌های سطحی با عمق ۱۰ سانتی‌متر پایین‌تر از سطح کرت، عرض ۴۰ سانتی‌متر و فاصله ۴ متر (در دو طرف کرت) ایجاد شد.



شکل ۱- جانمایی کرت‌های مورد مطالعه در مزرعه.

Figure 1. Presentation of the studied plots location in the field.

تیمارها با نام‌های T_0، T_5، T_7، T_9، T_{11} و T_{13} در تکرارهای R_1، R_2 و R_3 (به‌طور مثال R_1T_0) نامگذاری شدند. نشاکاری در تاریخ ۱۷ اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۹۲ صورت گرفت و آرایش نشاء در کرت‌ها به‌صورت ۲۰×۲۰ سانتی‌متر و سه نشاء در هر نقطه صورت گرفت. مقدار کود مصرفی برای هر کرت ۲۵۰ کیلوگرم از مخلوط اوره (۴۶ درصد) و سوپر فسفات تریپل به‌ازای هر هکتار محاسبه و به زمین انتقال داده شد. در اراضی مورد مطالعه رقم برنج کاشته شده (طارم هاشمی)، منبع تأمین آب آبیاری، مدیریت آبیاری و کود مورد استفاده یکسان بود. آب آبیاری با استفاده از پمپ به کانال‌های بتنی بالای این اراضی وارد شده و با استفاده از دریچه موجود در آن‌جا وارد کرت‌ها می‌شد. فرآیند آماده‌سازی بذر، تهیه خزانه، عملیات نشاء و عملیات داشت مطابق توصیه کارشناسان مرکز و عرف منطقه صورت گرفت. تیمارهای مذکور در دوره رشد سبزینه‌ای گیاه (ابتدای رشد زایشی) بر اساس میزان رشد رویشی گیاه و در تاریخ ۲۹ خرداد ماه اعمال شدند.

آبیاری کرت‌ها با هدف حفظ شرایط غرقابی در خارج از دوره زهکشی به‌صورت یک روز در میان انجام شد. آب آبیاری به‌وسیله پمپ به کانال‌های بتنی بالای این اراضی وارد شده و با استفاده از دریچه موجود در آن‌جا وارد کرت‌ها می‌شد. میزان آب آبیاری

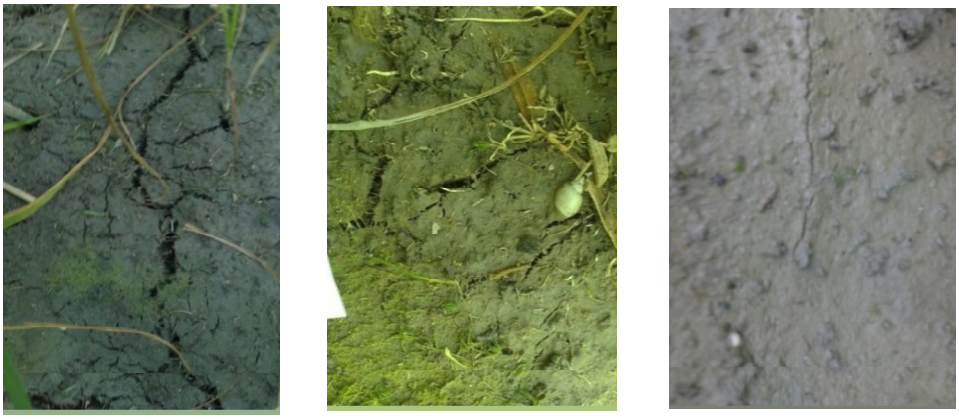
به‌کار برده شده به روش حجمی اندازه‌گیری شد. برای بررسی میزان رطوبت خاک در طول دوره زهکشی میان‌فصل برای تیمارهای مختلف به‌صورت روزانه از هر کرت و از عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر نمونه‌برداری انجام شد و به روش وزنی میزان رطوبت محاسبه گردید. همچنین به‌منظور بررسی اثر زهکشی سطحی میان‌فصل بر اندازه ترک‌های ایجاد شده روی سطح خاک کرت‌های مورد مطالعه، در پایان دوره زهکشی سطحی تیمارهای مختلف و پیش از آبیاری مجدد کرت‌ها، ۱۲ نقطه از هر کرت به‌صورت شبکه‌ای و با فواصل ۱×۱ متر انتخاب شد و مشخصات ترک‌های ایجاد شده در این نقاط (طول، عرض و عمق ترک‌ها) با استفاده از خط‌کش و کولیس اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری تحمل‌پذیری خاک در کرت‌های آزمایشی، پس از برداشت محصول با استفاده از دستگاه نفوذسنج مخروطی در پنج عمق (۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ سانتی‌متر) میزان تحمل‌پذیری خاک در ۱۲ نقطه مشخص شده برای بررسی ترک‌ها، اندازه‌گیری شد.

ارزیابی و تحلیل نتایج آزمایش با تجزیه و تحلیل آماری مقادیر اندازه‌گیری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

از دیدگاه مدیریت آبیاری بررسی مشخصات ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک در اثر اعمال زهکشی میان‌فصل از اهمیت بالایی برخوردار است. نمونه‌ای از تصاویر ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک کرت‌های آزمایشی بر اثر اعمال تیمارهای تداوم زهکشی میان‌فصل در شکل ۲ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با افزایش مدت تداوم زهکشی، با توجه به افزایش دوره خشکی (4)، فراوانی و اندازه ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک نیز افزایش می‌یابد.

نتایج تجزیه واریانس تأثیر تداوم زهکشی سطحی میان‌فصل بر میانگین طول و عرض ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک در جدول ۲ ارائه شده است. تفاوت بین میانگین عرض ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک در تیمارهای مختلف تداوم زهکشی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود. همچنین با افزایش تداوم زهکشی، در میزان طول ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک نیز تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. تغییر معنی‌دار در مشخصات ترک همراه با تغییر رطوبت خاک در مطالعات جعفری (2007) و موسوی و همکاران (2012) نیز گزارش شد (10, 17).



شکل ۲- ترک‌های ایجاد شده در پایان دوره اعمال زهکشی میان‌فصل، به‌ترتیب از راست به چپ: تداوم ۵، ۹ و ۱۳ روز.

Figure 2. Created soil cracks at the end of midseason drainage period, from right to left: 5, 9, 13-day drainage duration, respectively.

جدول ۲- میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های طول و عرض ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک در تیمارهای تداوم زهکشی.

Table 2. Means of square gained from analysis variance of soil surface cracks length and width in drainage duration treatments.

عرض ترک (میلی‌متر) Crack width (cm)	طول ترک (سانتی‌متر) Crack length (cm)	درجه آزادی Degrees of freedom	منابع تغییرات Variations resources
2.49*	34.13*	5	تداوم زهکشی Drainage Duration
0.12	1.75	12	خطای آزمایش Error
66.12	61.65	-	ضریب تغییرات (درصد) CV (%)

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

ns, **, * Not-significant and significant at 1% and 5% probability levels, respectively.

میانگین طول و عرض ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک و نتایج تحلیل آماری تفاوت بین آن‌ها در سطح احتمال ۵ درصد برای تیمارهای مختلف تداوم زهکشی سطحی میان‌فصل در جدول ۳ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، بین میانگین‌های عرض ترک در تیمارهای تداوم زهکشی تفاوت معنی‌دار بود. بیش‌ترین مقادیر عرض ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک با میانگین ۷ میلی‌متر در تیمار تداوم زهکشی ۱۳ روز به‌دست آمد. به‌عبارتی می‌توان بیان نمود تداوم زهکشی تا ۱۱ روز تنها باعث ایجاد ترک‌های موئین در خاک گردیده است. این مسأله با توجه به مقدار پایین درصد رس در خاک مورد مطالعه (جدول ۱) قابل انتظار است. ارتباط مشخصات ترک و گسترش آن با میزان رس خاک توسط زین‌العابدین و رابینسون (1971) و مونتس (2005) گزارش شد (15, 22). تفاوت میانگین طول ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک در تیمار شاهد با تیمارهای تداوم زهکشی ۵، ۷، ۹، ۱۱ و ۱۳ روز معنی‌دار بود. تیمارهای تداوم زهکشی ۷ و ۹ روز از نظر میانگین طول ترک در یک گروه قرار گرفته و تفاوت بین میانگین‌ها معنی‌دار نبود. بیش‌ترین مقادیر طول ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک با میانگین ۱۰ سانتی‌متر در تیمار تداوم زهکشی ۱۳ روز به‌دست آمد که با میانگین به‌دست آمده در دیگر تیمارها تفاوت معنی‌داری داشت.

جدول ۳- میانگین طول و عرض ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک در تیمارهای تداوم زهکشی.

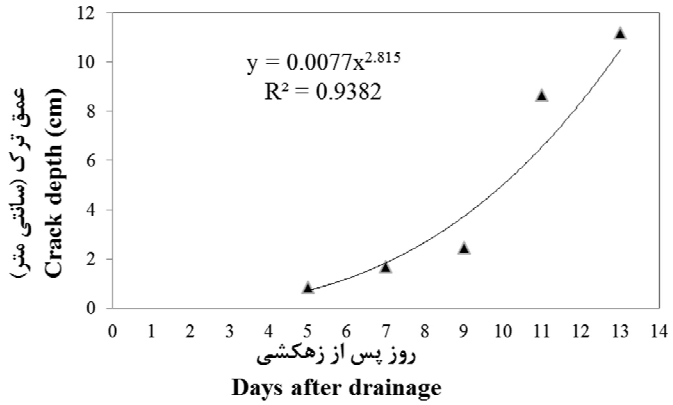
Table 3. Means of cracks length and width created on soil surface in drainage duration treatments.

عرض ترک (mm) Crack width (cm)	طول ترک (cm) Crack Length (cm)	تیمار Treatment
0^{a}	0^{a*}	T_0
0.8^{b}	2^{b}	T_5
2.3^{c}	3.6^{bc}	T_7
2.7^{c}	3.6^{bc}	T_9
3.2^{c}	5^{c}	T_{11}
7^{d}	10^{d}	T_{13}

* مقادیری که دارای حرف مشترک هستند فاقد تفاوت آماری در سطح احتمال ۵ درصد هستند.

* The values followed by the same letters are not significantly different at 5% probability level.

با توجه به اهمیت اندازه عمق ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک در اثر زهکشی اراضی شالیزاری از دیدگاه مدیریت آبیاری، ارتباط بین مقادیر بیشینه عمق ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک با زمان تداوم زهکشی میان‌فصل در شکل ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، افزایش بیشینه عمق ترک‌های خاک در اثر افزایش تداوم زهکشی از رابطه نمایی تبعیت می‌کند به‌طوری‌که با افزایش تداوم زهکشی تا ۹ روز، افزایش عمق ترک‌ها ناچیز است. ولی اعمال تیمارهای ۱۱ و ۱۳ روز سبب افزایش معنی‌دار عمق ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک شده است. ارتباط بین مشخصات ترک و طول دوره خشکی در مطالعات زین‌العابدین و رابینسون (1971) نیز اشاره شده است (22). از آن‌جا که عمق لایه سخت خاک بر اساس اندازه‌گیری انجام شده برابر ۲۵ سانتی‌متر بود و با فرض رابطه نمایی به‌دست آمده در شکل ۳، اعمال تداوم زهکشی میان‌فصل تا ۱۷ روز در منطقه مورد مطالعه، با توجه به کم‌تر بودن بیشینه عمق ترک ایجاد شده از عمق لایه سخت خاک و از دیدگاه مدیریت آبیاری و ایجاد جریان ترجیحی تحت‌تأثیر ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک (19)، مشکلی را در پی نخواهد داشت و قابل توصیه است.



شکل ۳- رابطه بین بیشینه عمق ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک با زمان تداوم زهکشی میان‌فصل.

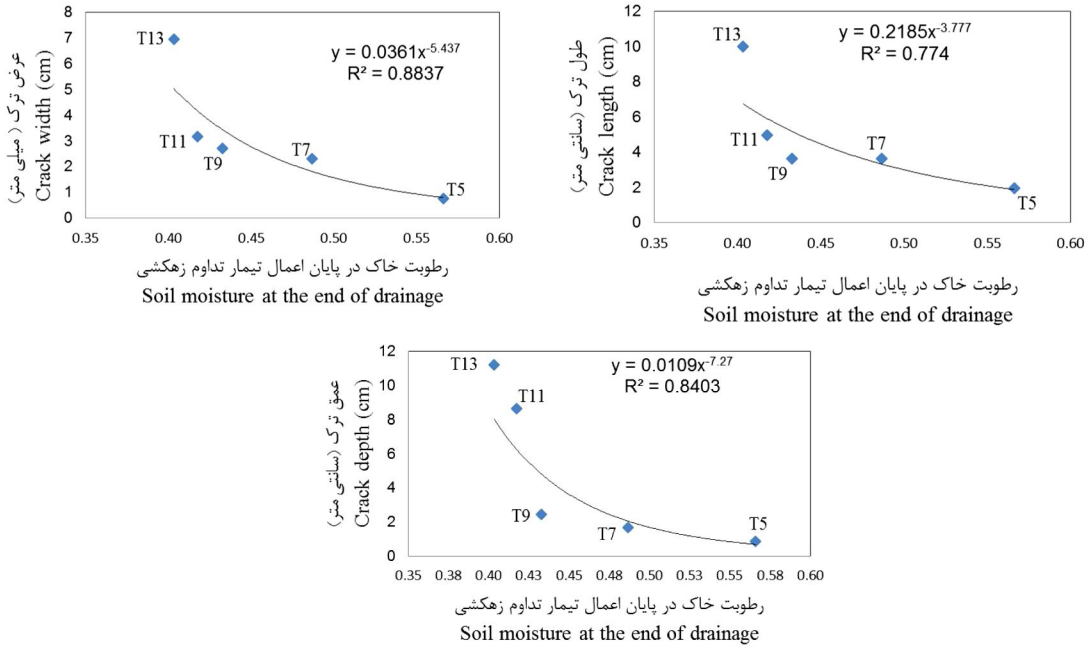
Figure 3. Relationship between maximum depth of soil cracks and midseason drainage duration.

رابطه بین میانگین طول، عرض و بیشینه عمق ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک با میزان رطوبت اندازه‌گیری شده خاک در پایان دوره اعمال زهکشی میان‌فصل در شکل ۴ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، با کاهش میزان رطوبت خاک در پایان دوره اعمال زهکشی میان‌فصل، طول، عرض و بیشینه عمق ترک‌های خاک افزایش یافت. وجود رابطه غیرخطی بین مشخصات ترک و مقدار رطوبت خاک در مطالعات مصطفی‌زاده و مالانو (1996) نیز اشاره شده است (16). بر اساس مقادیر اندازه‌گیری شده رطوبت خاک و با توجه به رابطه نمایی به‌دست آمده، افزایش قابل ملاحظه طول و عرض ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک با اندکی تغییر در میزان رطوبت خاک در محدوده رطوبتی کم‌تر از حد ظرفیت زراعی قابل مشاهده است. مطالعات جعفری (2007) نشان داد که وقتی رطوبت خاک از حد ظرفیت زراعی کم‌تر شود، با تغییر کمی در میزان رطوبت وزنی خاک پهنا و عمق ترک افزایش قابل ملاحظه‌ای می‌یابد (10).

بیش‌ترین میزان رطوبت خاک اندازه‌گیری شده (۵۷ درصد وزنی) در پایان اعمال زهکشی میان‌فصل مربوط به تیمار ۵ روز زهکشی میان‌فصل و کم‌ترین میزان رطوبت خاک (۴۱ درصد وزنی) در تیمار بیش‌ترین تداوم زهکشی (۱۳ روز) به‌دست آمد. بر این اساس زهکشی میان‌فصل با تداوم ۱۳ روز موجب کاهش رطوبت خاک در طول دوره اعمال زهکشی میان‌فصل به‌میزان ۱۶ درصد وزنی نسبت به تیمار تداوم زهکشی ۵ روز شده است.

لازم به ذکر است که ایجاد ترک در سطح خاک اراضی شالیزاری در اثر کم‌آبی می‌تواند صدمه جدی به گیاه وارد نماید (21). به همین دلیل، مدیریت بر مدت زمان تداوم زهکشی میان‌فصل و در نتیجه آن کنترل کاهش میزان رطوبت خاک امری ضروری است. در صورت کاهش میزان رطوبت خاک بیش از حد معمول عمق ترک‌ها افزایش یافته و باعث پاره شدن ریشک‌های گیاه و همچنین از دست رفتن حجم زیادی از آب آبیاری در پایان دوره اعمال تیمارهای تداوم زهکشی میان‌فصل می‌شود. به‌منظور تأیید ادعای ذکرشده می‌توان به نتیجه تحقیق لیو و همکاران (2003) اشاره نمود که نشان دادند، خاک شالیزاری ترک‌دار به‌طور قابل‌توجهی سرعت نفوذ آب را افزایش می‌دهد (14).

در این مطالعه از آن‌جا که بیشینه عمق ترک‌های ایجاد شده کم‌تر از عمق اندازه‌گیری شده لایه سخت در این اراضی (۲۵ سانتی‌متر) بود، ترک‌های ایجاد شده نمی‌تواند منجر به برقراری جریان ترجیحی و افزایش تلفات آب آبیاری شود.

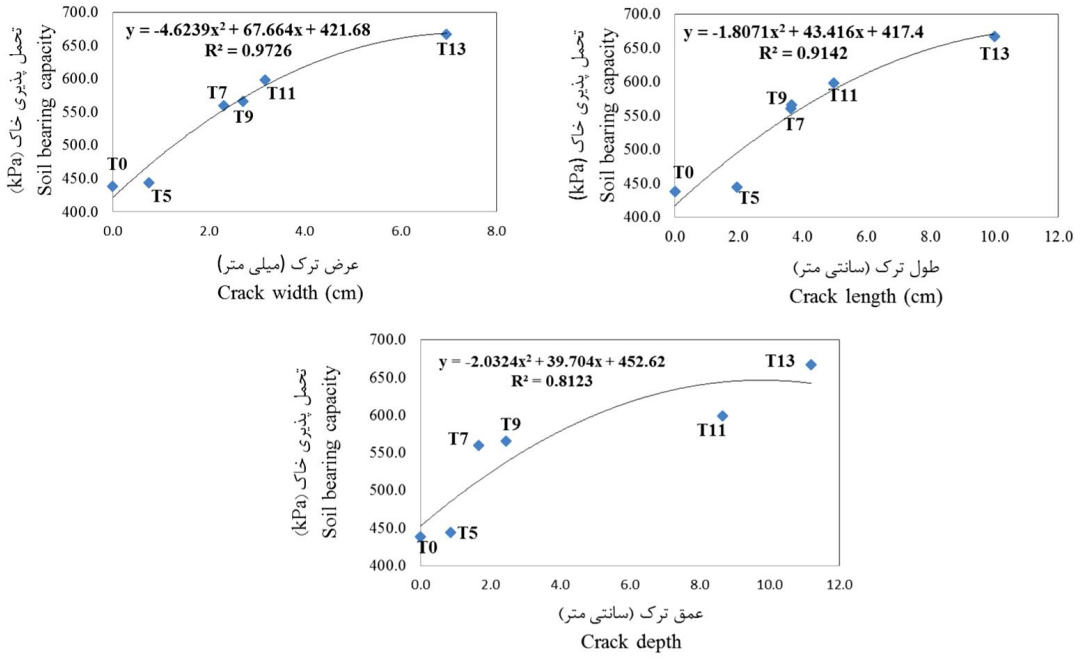


شکل ٤- رابطه بین میانگین طول، عرض و بیشینه عمق ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک با میزان رطوبت خاک در پایان دوره زهکشی میان‌فصل.

Figure 4. Relationship between length, width and maximum depth of soil cracks and soil moisture at the end of midseason drainage period.

رابطه بین میانگین طول، عرض و بیشینه عمق ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک با میزان تحمل‌پذیری خاک در زمان برداشت محصول در شکل ۵ ارائه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، ضریب همبستگی محاسبه شده بین اندازه ترک‌ها و میزان تحمل‌پذیری در شکل ۶، بالا بود.

با توجه به شکل۵ بیش‌ترین مقدار میانگین تحمل‌پذیری خاک (عمق صفر تا ۲۵ سانتی‌متر) در زمان برداشت محصول در تداوم زهکشی ۱۳ روز با مقدار ۶۶۷/۱ کیلوپاسکال بوده و کم‌ترین آن در تداوم صفر با مقدار ۴۳۸/۴ کیلوپاسکال اتفاق افتاده است. برای عمق‌های مختلف خاک از صفر تا ۲۵ سانتی‌متر، تفاوت بین بیش‌ترین (تیمار تداوم زهکشی ۱۳ روز) و کم‌ترین (تیمار شاهد) مقدار اندازه‌گیری شده تحمل‌پذیری خاک به‌طور میانگین برابر ۲۲۸/۸ کیلوپاسکال به‌دست آمد. با افزایش رطوبت خاک، تنش پیش تراکمی کاهش می‌یابد یعنی مقاومت در برابر تراکم خاک کم می‌شود، آب بین ذرات خاک مانند یک روان‌کننده عمل می‌کند، بنابراین نیروی اصطکاک بین ذرات خاک را کاهش داده و حرکت ذرات را نسبت به هم بیش‌تر می‌کند و در نتیجه تراکم خاک را افزایش می‌دهد یا به‌عبارتی میزان تحمل‌پذیری خاک کاهش می‌یابد.



شکل ۵- رابطه بین میانگین طول، عرض و بیشینه عمق ترک‌های سطح خاک با میزان تحمل‌پذیری خاک در زمان برداشت محصول.

Figure 5. Relationship between length, width and maximum depth of soil cracks and soil bearing capacity at the yield harvest.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش بیانگر تأثیر تداوم زهکشی میان‌فصل بر مشخصات ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک در کشت برنج رقم طارم هاشمی بود. اثر تداوم زهکشی میان‌فصل بر طول و عرض ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک از نظر آماری معنی‌دار بود. با توجه به ارتباط عمق ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک با دوره تداوم زهکشی، اعمال تداوم زهکشی

میان‌فصل تا ۱۷ روز با توجه به کم‌تر بودن بیشینه عمق ترک ایجاد شده از عمق لایه سخت خاک، منجر به برقراری جریان ترجیحی در خاک و افزایش تلفات آب آبیاری نخواهد شد و بنابراین از دیدگاه مدیریت آبیاری تحت‌تأثیر ترک‌های ایجاد شده در سطح خاک، مشکلی را در پی نخواهد داشت. به‌طور کلی با افزایش تداوم زهکشی میان‌فصل و به‌تبع آن کاهش میزان رطوبت خاک و افزایش فراوانی و اندازه ترک‌ها، تحمل‌پذیری خاک در زمان برداشت نیز افزایش یافت. افزایش تحمل‌پذیری خاک در زمان برداشت محصول، قابلیت تردد ادوات کشاورزی را بالا برده که باعث کمینه شدن مصرف انرژی و ساعات کاری می‌گردد، در ضمن شرایط برای کشت محصولات ثانویه مناسب‌تر می‌گردد.

منابع

1.Arora, V.K. 2006. Application of a rice growth and water balance model in an irrigated semi-arid subtropical environment. Agric. Water Manage. 83: 51-57.

2.Bandyopadhyay, K.K., Yu, M.S., and Chen, S.K. 2003. Water infiltration rate in cracked paddy soil. Geoderma. 117: 169-181.

3.Bouman, B.A.M. 2005. Rice: feeding the billions, P 515-549. In: Molden, D. (Ed.), Water for food water for life: Comprehensive assessment of water management in agriculture. International Water Management Institute, Colombo, Srilanka.

4.Bronswijk, J.J.B. 1990. Shrinkage geometry of a heavy clay soil at various stresses. Soil Sci. Soc. Am. J. 54: 1500-1502.

5.English, M.J., Musick, J.T., and Murty, V.V.N. 1990. Deficit Irrigation, P 631-663. In: Hoffman, G.J., T.A. Howell and K.H. Solomon (Eds.). Management of Farm Irrigation Systems. ASAE, St. Joseph, MI.

6.FAO. 2014. Rice market monitor. Vol. 17, Issue No. 2.

7.Guney, Y., Dursun, D., Cetin, M., and Tuncan, M. 2007. Impact of cyclic wetting-drying on swelling behavior of lime-stabilized soil. Building Environ. 42: 681-688.

8.Hafeez, M.M., Bouman, B.A.M., Van de Giesen, N., and Vlek, P. 2007. Scale effects on water use and water productivity in a rice-based irrigation system (UPRIIS) in the Philippines. Agric. Water Manage. 92: 81-89.

9.Islam, M.J., Mowla, G., Islam, M.S., and Leeds-Harrison, P.B. 2003. Model for efficient use of limited water for rice production. Pak. J. Biol. Sci. 6: 18. 1600-1607.

10.Jafari, F. 2007. Irrigation management in cracked paddy soils. M.Sc. Thesis, Water Engineering Department, Isfahan University of Technology. (In Persian)

11.Jalali-Kotnaee, N. 2009. Principles and Criteria of the studies, design and implementation of integration projects paddy fields. 223p. (In Persian)

12.Karimi, V., Yousefian, H., and Salmani, M.Gh. 2007. Assessment of the underground drainage system shell coated rice paddy fields. Conference of Irrigation and Drainage Network Construction Experience, Karaj, November 1-3. (In Persian)

13.LI, C. 2007. Quantifying greenhouse gas emissions from soils: Scientific basis and modeling approach. Soil Science and plant Nutrition. 53: 344-352.

14.Liu, C.W., Cheng, S.W., Yu, W.S., and Chen, S.K. 2003. Water infiltration rate in cracked paddy soil. Geoderma. 117: 169-181.

15.Montes, H.G. 2005. Swelling–shrinkage measurements of bentonite using coupled environmental scanning electron microscopy and digital image analysis. J. Coll. Int. Sci. 284: 271-277.

16.Mostafazadeh-Fard, B., and Malano, H.M. 1996. Infiltration in cracking clay soils as affected by initial soil moisture content. Iran Agric. Res. 15: 133-154.

17.Mousavi, S.F., Moazzeni, M., Mostafazadeh-Fard, B., and Yazdani, M.R. 2012. Effects of Rice Straw Incorporation on Some Physical Characteristics of Paddy Soils. J. Agr. Sci. Tech. 14: 1173-1183.

18. Salahshor-Dalivand, F., Nazemi, A., and Yazdani, M. 2009. Improved management of water distribution in paddy fields. Twelfth Conference of Iranian National Committee on Irrigation and Drainage, March 5-6. (In Persian)
19. Smaling, E.M.A., and Bouma, J. 1992. Bypass flow and leaching of nitrogen in Kenyan Vertisol at the onset of growing season. Soil Use and Manage. 8: 44-48.
20. Tada, A., Yasutomi, R., Tsutsumi, S., and Tabuchi, T. 1967. The studies on bearing capacity in paddy field of heavy clay soil (2) The relation between bearing capacity and surface drainage. Trans. Agric. Eng. Soc. Japan. 21: 28-35.
21. Yazdani, M.R. 2006. Management of water distribution in paddy fields. Proceedings of Investigate Water Problems in Guilan. Rice Research Institute of Iran. (In Persian)
22. Zein El Abedine, A., and Robinson, G.H. 1971. A study on cracking in some vertisols of the Sudan. Geoderma. 5: 3. 229-241.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

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

Effect of midseason surface drainage on the cracks characteristics of surface soil in paddy fields

N. Dehghani[1], *N. Pirmoradian[2], V. Karimi[3] and M. Navabian[2]

[1]M.Sc. Student, Dept. of Water Engineering, University of Guilan, [2]Assistant Prof., Dept. of Water Engineering, University of Guilan, [3]Ph.D. of Watershed Engineering, Haraz Extension and Technology Development Center

Received: 08/23/2014; Accepted: 01/31/2015

Abstract

Background and Objectives: To increase productivity of paddy fields, a suitable management of midseason drainage can be considered. Due to the effect of soil moisture and dry duration on the characteristics of soil cracks, this study was conducted to investigate the effect of surface midseason drainage duration in paddy fields of *Tarom-Hashemi* rice cultivar on surface cracks of soil.

Materials and Methods: A field experiment was done with the six surface drainage duration treatments of 0, 5, 7, 9, 11, 13 days and three replications at Haraz Extension and Technology Development Center. The planted area was 360 m^2. The values of daily soil moisture were measured during midseason drainage for different treatments. Also, there were identified 12 points of each plot on a 1×1 network and the soil cracks characteristics (length, width and depth) were measured in these points. After harvesting, the soil bearing capacity in experimental plots were measured using a cone penetrometer in five depth (5, 10, 15, 20 and 25 cm).

Results: Base on the results, the effects of surface midseason drainage duration on length, width and depth of the soil cracks were significant. Maximum width and length of the soil cracks were 7 mm and 10 cm, respectively, which were gained by 13-day drainage duration treatment. Application of the 11 and 13 days drainage duration treatments significantly increased the depth of soil cracks. Also, for the values less than FC, a little decrease in soil moisture resulted in a considerable increase in soil cracks length and width. For different depth of soil from 0 to 25 cm, the mean difference between the highest (13-day drainage duration treatment) and lowest (control) measured soil bearing capacity was gained 228.8 kPa.

Conclusion: With considering the maximum soil crack depth be less than hardpan depth, applying 17-day midseason drainage duration in study area is recommended. Increasing soil bearing capacity at the harvesting time will make the land ready to apply agricultural machines that minimizes energy consumption and working hours. Therefore, the conditions will be more suitable for the cultivation of secondary products.

Keywords: Paddy soils, Crack, Mid-season drainage, Surface drainage

* Corresponding Author; Email: npirmorad@yahoo.com