بررسی اثر شیب و ویژگی‌های خاک در رطوبت خاک در برخی کشتزارهای دیم شمال غرب ایران

فریبا السادات حسینی و علی‌رضا واعظی[۱] *

دانشجوی ارشد فیزیک و حفاظت خاک گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

Fhoseini_69@yahoo.com

دانشیار فیزیک و حفاظت خاک گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

Vaezi.alireza@znu.ac.ir

چکیده

محتوای آب خاک نقشی مهم در رشد گیاه به‌ویژه در کشتزارهای دیم مناطق خشک و نیمه‌خشک ایفاء می‌کند. آگاهی از عوامل مؤثر بر میزان نگهداشت آب در خاک برای مدیریت آب حاصل از بارش‌آسمانی و هم‌چنین درک طیف وسیعی از فرآیندهای هیدرولوژیکی شامل نفوذ، رواناب، و تبخیر و تعرق ضروری است. این متغیر تحت تأثیر هم‌زمان آب‌وهوا، ویژگی‌های خاک، پوشش زمین و توپوگرافی قرار دارد. در این بررسی، تغییرات محتوای آب خاک در هفت کشتزار گندم دیم با شیب چهار، هشت، ۱۱، ۱۵، ۱۸، ۲۰ و ۲۴ درصد تحت شرایط آیش در غرب استان زنجان مورد بررسی قرار گرفت. محتوای آب خاک در عمق ۲۰ سانتی‌متر در سه کرت (۱/۵ متر ×۲/۵ متر) با فاصله پنج روز در طول دوره رشد گندم زمستانه از سال ۱۳۹۴ تا ۱۳۹۵ اندازه‌گیری شد. محتوای آب خاک تغییرات زیادی را طی دوره پژوهش نشان داد که با تغییر ماهانه بارش همگام بود. تفاوتی معنی‌دار بین کشتزارها از نظر محتوای آب خاک وجود داشت ($P<0/01$). محتوای آب خاک از شیب چهار تا ۱۱ درصد به شدت کاهش یافت اما کاهش آن در شیب‌های بالاتر (۱۵-۲۴ درصد) ناچیز بود. کاهش در محتوای آب خاک در کشتزارها به افزایش رواناب سطحی در آن‌ها مربوط بود. ماتریس همبستگی (r) برای تعیین اثرات ویژگی‌های کشتزارها (درجه شیب و خصوصیات خاک) نشان داد که محتوای آب خاک با درجه شیب، شن، رس، ماده آلی و نفوذپذیری خاک همبستگی معنی‌داری در سطح یک درصد دارد. تجزیه‌وتحلیل رگرسیون چندگانه نشان داد که محتوای آب خاک رابطه‌ای معنی‌دار با شیب و مقدار شن دارد ($P<0/01$ و $R^2=0/78$).بر این اساس محتوای آب خاک در کشتزارهای دیم مناطق نیمه‌خشک را می‌توان با استفاده از درجه شیب و مقدار شن خاک برآورد نمود.

واژه‌های کلیدی: بارندگی، توزیع اندازه ذرات، رواناب سطحی، گندم زمستانی.

۱- آدرس نویسنده مسئول: زنجان، گروه خاکشناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه زنجان.

*- دریافت: آبان ۱۳۹۵ و پذیرش: اسفند ۱۳۹۵

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

محتوای آب خاک به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر رشد گیاه محسوب می‌شود (سیلونت و همکاران، ۲۰۱۲). حتی یک تغییر کوچک در محتوای آب خاک می‌تواند تا حد زیادی بر تولید محصول اثر بگذارد (لیو و همکاران، ۲۰۱۰). آب خاک یک متغیر مهم برای درک و براورد طیف وسیعی از فرآیندهای هیدرولوژیکی مانند سیل، فرسایش و انتقال املاح است. آب خاک درجه وسیعی از تغییرات زمانی و مکانی را ارائه می‌دهد (گریسون و همکاران، ۱۹۹۷). هر دو رطوبت سطحی و زیرسطحی خاک تأثیر زیادی بر فرآیندهای هیدرولوژیکی دارند (وسترن و گریسون، ۱۹۹۸). محتوای آب خاک توسط دو نیروی موییننگی و جذب سطحی نگهداشته می‌شود. نیروی جذب مسئول نگهداری آب در سطح ذرات خاک است در حالی که نیروی موییننگی مسئول نگهداری آب در خلل و فرج بین ذرات خاک است (مارشال و همکاران، ۱۹۹٦). محتوای آب خاک رابطه بین مقدار آب نگهداشته شده در خاک و نیروهای نگهداشت آن است (توو و همکاران، ۲۰۱٤).

آب حاصل از بارندگی یا آبیاری طی فرآیند نفوذ وارد خاک می‌شود. شرایط رطوبتی خاک یکی از مهمترین خصوصیات مکانی بوده که تأثیر معنی‌داری بر حرکت آب در خاک دارد (سنده و چوو، ۲۰۱۲). نگهداشت آب، تحت تأثیر تعدادی از عوامل خاکی و محیطی قرار می‌گیرد. عواملی مانند بافت خاک، ساختمان خاک، مواد آلی، مدیریت و نوع لایه‌های خاک بر میزان نفوذپذیری و محتوای آب خاک تأثیر دارند (راولز و همکاران، ۱۹۹۳). مطالعات پژوهشگران نشان می‌دهد که توپوگرافی یا شیب زمین بر خصوصیات هیدرولیکی از قبیل توزیع رطوبت و شدت نفوذ در شرایط اشباع و غیراشباع تأثیر دارد (بودهینایاک و همکاران، ۲۰۰٤). در درجات بالای شیب، سرعت و حجم جریان سطحی افزایش می‌یابد. این موضوع به دلیل کاهش نفوذپذیری و افزایش حجم رواناب در این شیب‌ها است (اکویو و هاریال، ۲۰۱۰). تأثیر بافت، جرم مخصوص ظاهری و ماده آلی خاک بر مقدار آب خاک از مدت‌ها قبل به‌خوبی تشخیص داده شده است (گوپتا و لارسون، ۱۹۷۹). توزیع اندازه ذرات اولیه ازجمله خواص فیزیکی مهم هر خاک محسوب می‌شود که به طور گسترده‌ای برای تخمین هدایت آبی، منحنی‌های رطوبتی و نفوذ بکار می‌رود (هوانگ و همکاران، ۲۰۰۲). ترکیبات و محتوای ماده آلی خاک بر ساختار خاک و جذب آب تأثیر می‌گذارند. ازاین‌رو، محتوای آب خاک می‌تواند تحت تأثیر ماده آلی قرار گیرد (راولز و همکاران، ۲۰۰۳). ساختمان خاک به علت اینکه نگهداشت آب خاک را تعیین می‌کند، می‌تواند بیلان آب خاک را تحت تأثیر قرار دهد (رئوف و همکاران، ۱۳۹۰). ورکن و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که حداکثر تغییرات آب خاک بین ۰/۱۷ درصد و ۰/۲۳ درصد برای بیشتر کلاس‌های بافتی بود و این مقدار توسط پارامترهایی که توزیع اندازه خلل و فرج خاک را توصیف می‌کنند، کنترل می‌شود.

مناطق نیمه‌خشک با میانگین بارندگی بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر در سال حدود ٤۰ درصد سطح اراضی دنیا را دربر می‌گیرند (آی‌پی‌سی‌سی، ۲۰۰۸). این مناطق اقلیمی که حدود ۳۹ درصد مساحت ایران را شامل می‌شود (واعظی، ۲۰۱٤)، یکی از مناطق مهم کشت دیم در کشور است. کمبود آب چالش اصلی تولید محصول در کشتزارهای دیم است. یکی از راهکارهای مهم در سیستم مدیریت آب و خاک، افزایش نفوذ آب به خاک و کاهش تولید رواناب است. این امر موجب افزایش محتوای سطحی آب خاک و بهبود خصوصیات هیدروفیزیکی و فیزیکی خاک‌ها شود (برادی و ویل ، ۱۹۹۹). شناخت مقدار محتوای آب خاک و عوامل تعیین‌کننده آن گامی نخست برای برنامه‌ریزی مدیریتی برای افزایش مقدار آن در کشتزارهای دیم است. ازاین‌رو هدف از این پژوهش، اندازه‌گیری محتوای آب خاک در کشتزارهای دیم و تعیین

Archive of SID

www.SID.ir

عوامل مؤثر بر آن و در ادامه کمی‌سازی تغییرات محتوای آب خاک برای پیش‌بینی مقدار آن در کشتزارهای دیم منطقه نیمه‌خشک است.

مواد و روش‌ها

کشتزارهای موردبررسی

این پژوهش در هفت کشتزار با شیب متفاوت واقع در محدوده اراضی دانشگاه زنجان در طول سال ۹۵-۱۳۹٤ انجام شد. منطقه مورد مطالعه بین عرض‌های جغرافیایی ۳٦ درجه ٤۱/۰۱۸ دقیقه تا ۳٦ درجه ٤۱/۰۳ دقیقه شمالی و بین طول‌های جغرافیایی ٤۸ درجه ۲٤/٤۹ دقیقه تا ٤۸ درجه ۲٤/۵۲ دقیقه شرقی قرار گرفته و میانگین ارتفاع از سطح دریا ۱٦۰۹ متر ثبت شده است. دلیل اصلی انتخاب کشتزارهای مورد مطالعه، انتخاب کشتزارهایی با درجات مختلف شیب که امکان استقرار کرت‌های مورد نظر در آن‌ها فراهم باشد، بود. شیب زمین‌ها با استفاده از دوربین نقشه‌برداری نیوو (مدلCST/berger 32X) تعیین شد. بدین ترتیب شیب زمین‌ها ٤/۱۵، ۸/٤۳، ۱۱/۵٦، ۱۵/۱۲، ۱۸/٦۳، ۲۰/۷۵ و ۲٤/۱٤ درصد بود. خاک‌های موجود در منطقه دارای افق-های سطحی اکریک و افق‌های زیرسطحی جیپسیک، کلسیک و کمبیک هستند. در بسیاری از خاک‌ها سنگریزه و قلوه سنگ در طبقات سطحی و زیرین خاک وجود دارد و از لحاظ مقدار ماده آلی فقیر هستند. رژیم رطوبتی و حرارتی خاک‌ها در منطقه مورد مطالعه به ترتیب زریک و مزیک است و خاک‌ها در دو رده انتی سول و اینسپتی سول طبقه‌بندی شدند.

کرت‌های آزمایشی

واحدهای آزمایشی عبارت از کرت‌هایی به ابعاد ۲/۵ متر × ۱/۵ متر بود که در تحقیقات ال-کاتب و همکاران (۲۰۱۳) مورداستفاده قرار گرفته بود. در اواخر آبان ماه ۱۳۹٤، کرت‌های آزمایشی در جهت موازی شیب با استفاده از دستگاه پنجه‌غازی تحت شخم سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) قرار گرفتند. در هر زمین، سه قطعه کرت احداث شد و پیرامون آن‌ها با استفاده از پشته‌های خاکی مسدود گردید. در ضلع پایین کرت‌ها از ورق گالوانیزه و لوله و مخزن برای جمع‌آوری رواناب استفاده شد (شکل ۱). برای حذف نقش گیاه در حفظ آب خاک، کرت‌ها تحت شرایط آیش نگه‌داشته شدند.

شکل ۱- نمایی از کرت‌های آزمایشی

اندازه‌گیری رواناب

در انتهای هر کرت آزمایشی مخزنی با حجم ۷۰ لیتر قرار داده شد و مقدار رواناب حاصل از رخدادهای طبیعی باران بین سال‌های ۹۵-۱۳۹٤ اندازه‌گیری شد. برای این کار، پس از پایان هر بارندگی منجر به رواناب، ابتدا وزن و حجم مخلوط داخل مخزن‌ها اندازه‌گیری شد و برای تعیین مقدار رواناب، محتویات داخل مخزن‌ها با همزن دستی به‌صورت یکنواخت درآمد (حسین و همکاران، ۲۰۰۷). میانگین رواناب در هر رخداد باران، از متوسط مقدار رواناب در سه کرت به دست آمد.

تعیین ویژگی‌های خاک

محتوای آب خاک با استفاده از دستگاه TDR مدل IDRG SMS-T2 در هر یک از کرت‌ها طی دوره یک‌ساله (۱۳۹٤ تا ۱۳۹۵) اندازه‌گیری شد. برای این کار در هر کرت آزمایش دو پروب یکی در پایین و یکی در بالای کرت در عمق صفر تا ۲۰ سانتی‌متر کار گذاشته شد. دستگاه مورد نظر ابتدا در آزمایشگاه، مورد واسنجی قرار

Archive of SID

www.SID.ir

گرفت. رطوبت حجمی خاک در فواصل زمانی پنج روز طی دوره مطالعاتی اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری ویژگی‌های خاک، نمونه‌های خاک از عمق صفر تا ۳۰ سانتی‌متری از سه نقطه از خاک هر کشتزار مورد بررسی برداشت شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، هوا خشک شده و با استفاده از الک دو میلی‌متری غربال شدند. بافت خاک به روش هیدرومتری (گیی و بادر، ۱۹۸٦)، درصد سنگریزه به روش وزنی برای هر خاک اندازه‌گیری شد. چگالی ظاهری با استفاده از استوانه فلزی به قطر ٤/۸ و ارتفاع ۵/۸ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد (گیی و بادر، ۱۹۸٦). رطوبت ظرفیت مزرعه به روش مستقیم اندازه‌گیری شد (گاردنر، ۱۹۷۰). برای اندازه‌گیری نفوذپذیری خاک، آزمایش نفوذ با استفاده از استوانه مضاعف (هیس و همکاران، ۱۹٥٦) انجام گرفت. پایداری خاکدانه‌ها به روش الک‌تر (آنگرز و مهیوس، ۱۹۹۳) با استفاده از الک‌های ۰/۲، ۱، ۲ و ٤ میلی‌متری در مدت یک دقیقه بر مبنای میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) تعیین شد. درصد کربن آلی به روش واکلی- بلک (نلسون و سامر، ۱۹۸۲) اندازه‌گیری شد. مقدار کربنات کلسیم معادل از روش تیتراسیون با استفاده از اسیدکلریدریک یک نرمال (جونز، ۲۰۰۱) و اندازه‌گیری شدند.

تجزیه‌و تحلیل آماری

پارامترهای آماری شامل کم‌ترین، بیش‌ترین، میانگین و ضریب تغییرات (CV) برای متغیرهای مورد بررسی محاسبه شد. تحلیل‌های آماری برای بررسی تفاوت بین کشتزارها ازنظر ویژگی‌های خاک و محتوای آب خاک به روش تجزیه واریانس انجام شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت. همبستگی محتوای آب خاک با شیب و ویژگی‌های خاک به روش پیرسون (r) بررسی شد. از روش رگرسیون خطی چندگانه برای دستیابی به رابطه‌ای برای برآورد آب خاک بر مبنای شیب زمین و ویژگی‌های خاک استفاده شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های خاک کشتزارها

جدول (۱) برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشتزارهای مورد بررسی را نشان می‌دهد. بافت خاک‌ها غالباً در کلاس لوم رسی قرار دارد. خاک‌های عمدتاً دارای درصد سنگریزه بالا (بین ۲۰ تا ٤٤ درصد) و ازنظر ماده آلی فقیر (۰/۷ تا ۱/۲ درصد) بودند. میانگین چگالی ظاهری خاک‌ها به دلیل حضور ذرات درشت زیاد (شن و سنگریزه)، ۱/٦٥ گرم بر سانتی‌متر مکعب بود. با توجه به مقدار کربنات کلسیم (به‌طور میانگین۲۲/٤۹ درصد) خاک‌ها در گروه خاک‌های آهکی قرار دارند (تن، ۲۰۰۵). با توجه به ضریب تغییرات (CV) ویژگی‌های خاک، بالاترین میزان تغییرات، مربوط به نفوذپذیری خاک ۸۰ درصد و کم‌ترین آن مربوط به چگالی ظاهری ۱۳ درصد است. تجزیه واریانس ویژگی‌های مختلف خاک بین هفت کشتزار مورد بررسی نشان داد که تمام ویژگی‌های موردبررسی به‌جز جرم مخصوص ظاهری و رطوبت ظرفیت مزرعه دارای تفاوتی معنی‌دار بین کشتزارها می‌باشند. در جدول (۱) نتایج ویژگی‌های خاک کشتزارهای دیم و نتایج تجزیه واریانس بین آن‌ها ارائه شده است.

تغییرات زمانی محتوای آب خاک

از آنجا که تغییرات محتوای آب خاک غالباً تحت تأثیر شرایط اقلیمی ازجمله بارندگی قرار دارد (ویلیامز و همکاران، ۲۰۰۹)، تغییرات این دو در ابعاد زمانی ماهانه مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). بیشترین بارش ماهانه طی دوره پژوهشی، در ماه اردیبهشت (۱۲/٦۳ میلی‌متر) و کمترین آن در ماه خرداد (۹/۳٤ میلی‌متر) اتفاق افتاد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک کشتزارهای دیم و نتایج تجزیه واریانس بین آن‌ها

خصوصیات خاک	کم‌ترین	بیش‌ترین	ضریب تغییرات (٪)	میانگین مربعات
شن (٪)	۲۸/۰۰	۵۱/۵۰	۱۸	۱۸۷/۴۷**
سیلت (٪)	۱۵/۹۰	۲۶/۸۲	۱۸	۴۷/۵۳**
رس (٪)	۲۲/۴۴	۴۶/۰۰	۱۹	۱۳۵/۱۳**
سنگریزه (٪)	۲۰/۰۰	۴۴/۰۰	۱۷	۵۴/۸۰**
چگالی ظاهری ($g\ cm^{-3}$)	۱/۳۴	۱/۹۸	۱۳	۰/۰۹ns
نفوذپذیری ($cm\ h^{-1}$)	۳/۳	۷/۶۶	۸۰	۲۸/۴۴**
پایداری خاکدانه (mm)	۰/۱۴	۰/۶۷	۵۸	۰/۱۳**
رطوبت ظرفیت مزرعه (٪)	۱۱/۳	۱۶/۸۰	۳۶	۳/۳۹ns
ماده آلی (٪)	۰/۶۹	۱/۲۰	۱۸	۰/۰۹**
کربنات کلسیم معادل (٪)	۹/۰۰	۳۷/۰۰	۴۸	۳۸۳/۲۶**

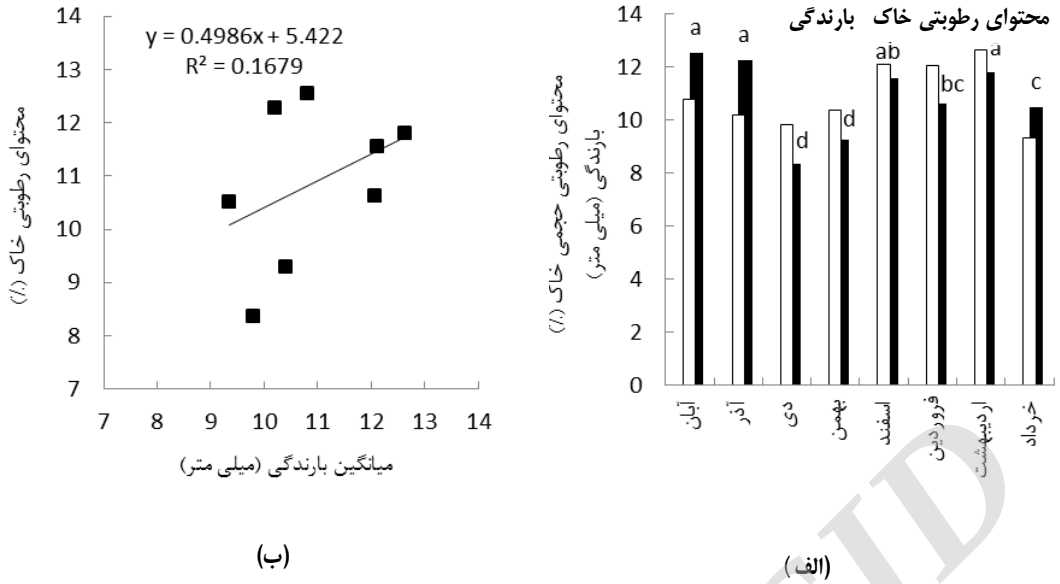
بیشترین محتوای آب خاک در ماه آبان (۱۲/۵۵ درصد) و کمترین آن در ماه دی (۸/۳۶ درصد) بود (شکل ۲).اگرچه مقدار بارندگی ماهانه در آبان (۱۰/۸ میلی‌متر) کمتر از اواخر اسفند و وایل بهار (اسفند تا اردیبهشت) بود، به نظر می‌رسد انجام عملیات خاک‌ورزی در اوایل آبان نفوذپذیری خاک را افزایش داده و شرایط را برای افزایش محتوای آب خاک فراهم آورد

تغییرات زمانی محتوای آب خاک

از آنجا که تغییرات محتوای آب خاک غالباً تحت تأثیر شرایط اقلیمی ازجمله بارندگی قرار دارد (ویلیامز و همکاران، ۲۰۰۹)، تغییرات این دو در ابعاد زمانی ماهانه مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲). بیشترین بارش ماهانه طی دوره پژوهشی، در ماه اردیبهشت (۱۲/۶۳ میلی‌متر) و کمترین آن در ماه خرداد (۹/۳٤ میلی-متر) اتفاق افتاد. بیشترین محتوای آب خاک در ماه آبان (۱۲/۵۵ درصد) و کمترین آن در ماه دی (۸/۳٦ درصد) بود (شکل ۲). اگرچه مقدار بارندگی ماهانه در آبان (۱۰/۸ میلی‌متر) کمتر از اواخر اسفند و وایل بهار (اسفند تا اردیبهشت) بود، به نظر می‌رسد انجام عملیات خاک‌ورزی در اوایل آبان نفوذپذیری خاک را افزایش داده و شرایط را برای افزایش محتوای آب خاک فراهم آورد. بررسی رابطه بین محتوای آب خاک و بارندگی در ابعاد ماهانه نشان داد که رابطه‌ای معنی‌دار بین آن دو وجود ندارد (R^2=۰/۱۷). این نتایج نشان می‌دهد که محتوای آب خاک در کنار شرایط خاک تحت تأثیر سایر مشخصات باران (تعداد رخدادها و شدت آن‌ها) و نیز متأثر از سایر متغیرهای اقلیمی ازجمله درجه حرارت است. به هر حال به نظر می‌رسد چنانچه محتوای آب خاک بلافاصله پس از وقوع هر بارندگی مورد اندازه‌گیری قرار می‌گرفت، رابطه‌ای قوی بین محتوای آب خاک و مقدار بارندگی در ابعاد رخداد مشاهده می‌شد. در پژوهشی، مولینا و همکاران (۲۰۱٤) نیز با بررسی تغییرپذیری مکانی و زمانی محتوای آب خاک در منطقه کوهستانی نشان داد که تغییرات محتوای آب خاک اگرچه تحت تأثیر تغییرات بارندگی قرار دارد، اما تغییرات محتوای آب خاک در ابعاد رخداد بارندگی وابستگی بیش‌تری به مقدار بارندگی دارد.

Archive of SID

www.SID.ir



(الف) (ب)

شکل ۲- تغییرات ماهانه بارندگی و محتوای آب خاک (الف) و رابطه بین آن دو در کشتزارهای دیم (ب)

تغییرات آب خاک بین کشتزارها

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین کشتزارها ازنظر حفظ آب خاک تفاوتی معنی‌دار ($P<$ ۰/۰۱) وجود دارد (جدول ۲). در میان کشتزارها، شیب چهار درصد بیشترین محتوای آب خاک (۱۵/۷۱ درصد) و شیب ۲٤ درصد کمترین مقدار آن (۱۰/۱۸ درصد) را دارا بود (شکل ۳). به‌طورکلی محتوای آب خاک با افزایش شیب زمین کاهش یافت، با این وجود کاهش محتوای آب خاک از شیب ۱۱ درصد تا ۲٤ درصد قابل‌توجه نبود. همچنین تفاوتی معنی‌دار بین کشتزار با شیب هشت درصد و کشتزار با شیب ۱۱ درصد ازنظر محتوای آب خاک وجود نداشت. این نتایج نشان می‌دهد که از شیب چهار تا شیب حدود ۱۱ درصد نقش درجه شیب در تغییرات محتوای آب خاک بارز است، ازاین‌رو لازم است اقدامات مدیریتی ازجمله خاک‌ورزی حفاظتی در کشتزارهای دیم برای مهار هدررفت آب و حفظ آب خاک در این محدوده از شیب موردتوجه قرار گیرد.

تغییرات رواناب بین کشتزارها

محتوای آب خاک در یک کشتزار عمدتاً تحت تأثیر عواملی قرار دارد که بر تولید رواناب در کشتزار تأثیر می‌گذارند. بررسی تولید رواناب در کشتزارهای با شیب متفاوت نشان داد که بیش‌ترین ارتفاع رواناب در شیب ۲٤ درصد (۰/۳ میلی‌متر) و کمترین ارتفاع آن در شیب چهار درصد (۰/۱ میلی‌متر) است (شکل ۳). با افزایش شیب، حجم و سرعت جریان‌های سطحی افزایش و اصطکاک ذرات با سطح کاهش می‌یابد. همچنین، در شیب‌های تندتر، پاشمان ذرات به طرف پایین شیب نیز بیشتر می‌شود (کوسما و همکاران، ۲۰۰۱). نتایج تجزیه واریانس تغییرات رواناب در شیب‌های مختلف نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها ($P <$ ۰/۰۵) وجود داشت (جدول ۲).

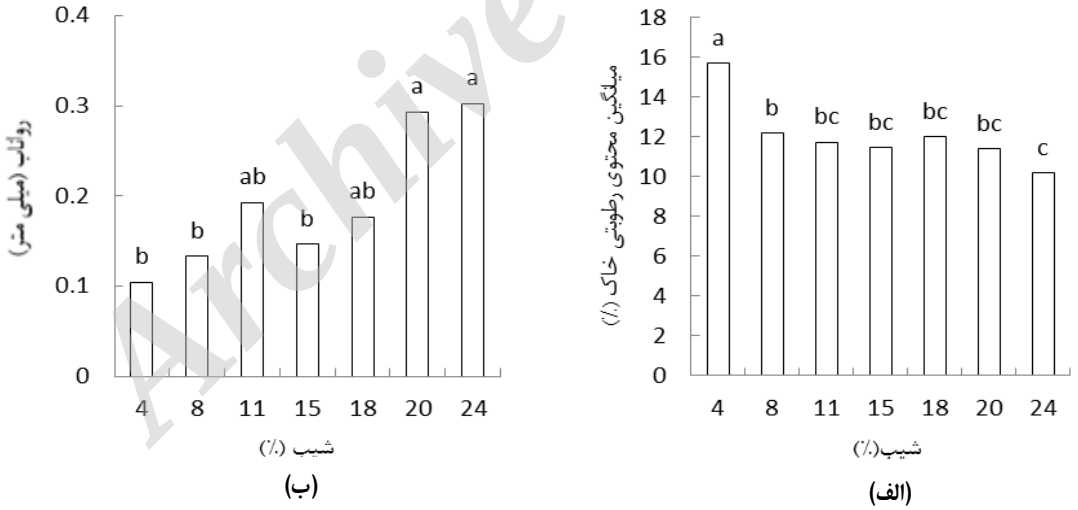
جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تغییرات آب خاک و رواناب تحت تأثیر شیب زمین

متغیر	درجه آزادی	میانگین مربعات
آب خاک (٪)	۶	۸/۹۰**
خطا	۱۴	۱/۰۲
رواناب (میلی‌متر)	۶	۰/۰۱۸*
خطا	۱۴	۰/۰۰۵

Archive of SID

www.SID.ir

تولید رواناب از شیب چهار تا ۱۱ درصد شدیداً افزایش یافت و پس از آن تفاوتی معنی‌دار بین کشتزارها ازنظر تولید رواناب مشاهده نشد. کاهش رواناب در شیب‌های ۱۵ و ۱۸ درصد به دلیل بالا بودن درصد شن (بیش‌تر از ٤٠ درصد) و درنتیجه افزایش نفوذپذیری بود. گرچه در بسیاری از پژوهش‌ها رابطه کاهشی شدید بین آب خاک و رواناب گزارش‌شده است اما در این پژوهش این رابطه، رابطه کاهشی قابل‌توجه نبود (شکل ٤). این موضوع می‌تواند به دلیل بافت سبک خاک کشتزارها (شنی و سنگریزه‌ای) باشد. کشتزارهایی که دارای خاک با بافت سبک می‌باشند به دلیل نفوذپذیری بالا، قابلیت تولید رواناب کمتر دارند. این خاک‌ها همچنین دارای ظرفیت نگهداری آب پایین بوده و از اینرو دارای محتوای آب بالاتری نیستند (شکل ٤). چنگ و همکاران (۲۰۰۸) با بررسی‌های خود در شمال چین مشاهده کردند که افزایش شیب افزایش تولید رواناب و هدررفت خاک را به دنبال داشته است. نیسون و ورمرش(۲۰۱۰) نیز در بررسی خود روی عوامل اثرگذار بر فرسایش‌های سطحی، شیاری، آبکندی و لغزش در بلژیک نشان دادند که بین تندی و جهت شیب با فرسایش در اغلب موارد همبستگی مثبت وجود دارد. کارول و همکاران (۲۰۰۰) نیز نشان دادند که مقدار رواناب با افزایش شیب در کرت‌های آزمایشی از الگوی خاصی تبعیت نکرده بلکه تحت تأثیر عواملی همچون پوشش و وضعیت خاک کم وزیاد شده است. ظریف و همکاران (۱۳۸۸) نیز در بررسی تغییرات رواناب در دو شیب حوزه آبخیز جنگلی بیان نمودند که حجم رواناب در شیب زیاد بیشتر از شیب کم بوده است. پژوهش‌های آسولاین و بن-هور (۲۰۰٦) نشان داد که هدررفت خاک تحت تأثیر شدت بارندگی قرار دارد. در شدت بارندگی ۱۲ میلی‌متر بر ساعت افزایش شیب تغییر معنی‌داری روی افزایش تولید رسوب ایجاد نکرده است. ولی در شدت ٦٠ میلی‌متر بر ساعت باعث افزایش نمایی هدررفت خاک شده است.

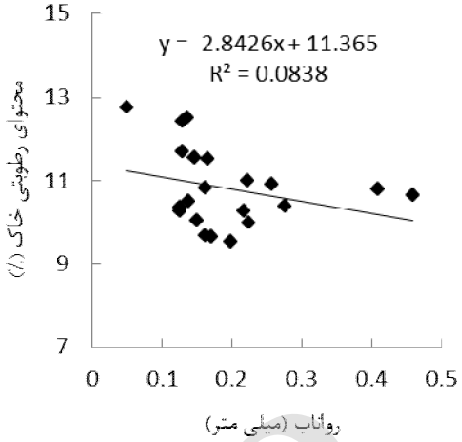


(الف) (ب)

شکل ۳- تأثیر شیب زمین (الف) و مقدار رواناب (ب) بر محتوای آب خاک در کشتزارهای دیم

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۴- رابطه بین محتوای آب خاک و تولید رواناب در کشتزارهای دیم مورد بررسی

وابستگی محتوای آب خاک به شیب زمین و ویژگی‌های خاک

نتایج نشان داد که همبستگی معنی‌دار بین درصد شیب کشتزار و مقدار رس خاک (P< ۰/۰۱ و r= -۰/۵۹)، ماده آلی (P< ۰/۰۱ و r= ۰/۵۶)، ظرفیت نگهداری آب (P< ۰/۰۱ و r= -۰/۷۳) و کربنات کلسیم معادل (P< ۰/۰۱ و r= ۰/۵۹) وجود دارد (جدول ۳). با افزایش شیب کشتزار، مقدار ماده آلی و کربنات کلسیم معادل خاک افزایش و در مقابل مقدار رس و ظرفیت نگهداری آب خاک کاهش می‌یابد. انتقال بیشتر ذرات خاک در کشتزارهای با شیب بالا یکی از دلایل کاهش ظرفیت نگهداری آب خاک است. رضایی و گیلکز (۲۰۰۵) نشان دادند که بسیاری از ویژگی‌های خاک مانند ضخامت خاکرخ خاک، ظرفیت نگهداری آب و درصد سنگریزه درشت خاک به‌طور معنی‌داری به شیب وابسته است. رابطه‌ای منفی بین محتوای آب خاک و درصد شیب زمین (p < ۰/۰۱ و r= -۰/۷۳) وجود داشت. این موضوع می‌تواند ناشی از تولید رواناب بیشتر و بنابراین کاهش نگهداشت آب در شیب‌های تند باشد که با نتایج ارائه شده توسط پاچپسکی و همکاران (۲۰۰۱) مطابقت دارد. محتوای آب خاک با شن دارای همبستگی منفی معنی‌دار بود (p< ۰/۰۱ و r= -۰/۵۵). ذرات شن برخلاف سایر اجزای بافت، به دلیل اندازه درشت باعث ایجاد خلل و فرج بزرگ‌تر شده و درنتیجه موجب افزایش میزان نفوذپذیری نهایی خاک و کاهش محتوای آب خاک شوند (هوانگ و همکاران، ۲۰۰۲). محتوای آب خاک ارتباط مثبت و معنی‌داری را با رس خاک نشان داد (p < ۰/۰۱ و r= ۰/٦٤). زیرا رس سبب ایجاد منافذ ریز و نیروی موبینگی شده و هم‌چنین باعث افزایش سطح ویژه ماتریکس خاک و درنتیجه جذب بیشتر آب در خاک می‌شود. در پژوهشی لادو و همکاران (۲۰۰٤) نیز بیان کردند که نفوذپذیری خاک با افزایش میزان رس، کاهش می‌یابد.

بر خلاف تصور، بین محتوای آب خاک و درصد ماده آلی خاک یک همبستگی منفی و معنی‌دار مشاهده شد (p < ۰/۰۱ و r= -۰/۵۷) که می‌تواند به سبب مقدار ماده آلی ناچیز در خاک کشتزارها (۰/۹٦) و همچنین ریزبافت بودن خاک‌های مورد مطالعه باشد. این نتایج با نتایج پژوهش‌های راولز و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد. گزارش‌های متفاوتی در مورد تأثیر مقدار ماده آلی خاک بر محتوای آب خاک ارائه شده است. بل و وان‌کیلن (۱۹۹۵) مشاهده کردند که برای تخمین محتوای آب خاک در نقطه پژمردگی به مقدار ماده آلی و pH نیاز است. مک‌براید و مک‌اینتوش (۱۹۸٤) دریافتند که نگهداشت آب خاک در مکش ۱۵۰۰- کیلوپاسکال تنها زمانی که مقدار ماده آلی بیش از پنج درصد بود، تحت تأثیر محتوای ماده آلی خاک، قرار گرفت. دانالاتوز و همکاران (۱۹۹٤) هیچ‌گونه تأثیری از محتوای ماده آلی خاک بر نگهداشت آب خاک نیافتند. رابطه مثبت و معنی‌دار بین نفوذپذیری و محتوای آب خاک وجود داشت (p < ۰/۰۵ و r= ۰/٤٤). این موضوع می‌تواند به اختلاف نحوه آرایش ذرات در اراضی شیب‌دار بستگی داشته باشد. به این صورت که، با افزایش شیب زمین مقدار تخلخل درشت با یک نسبت بسیار کم، کاهش و درنتیجه سرعت نفوذ نیز کاهش می‌یابد (جوئل و مسینگ، ۲۰۰۰).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ماتریس همبستگی (r) بین محتوای آب خاک و شیب و ویژگی‌های خاک در کشتزارها (N =۲۱)

	Slope	Sand	Silt	Clay	Gravel	BD	CCE	OM	MWD	FC	IF	SWC
Slope	۱											
Sand	۰/۰۷	۱										
Silt	۰/۲۴	-۰/۸۳**	۱									
Clay	-۰/۵۹**	-۰/۳۴	۰/۲۲	۱								
Gravel	-۰/۲۹	۰/۴۰	-۰/۲۵	۰/۲۸	۱							
BD	-۰/۳۹	۰/۱۹	-۰/۴۰	-۰/۰۲	-۰/۲۹	۱						
CCE	۰/۵۹**	-۰/۲۲	۰/۴۸*	-۰/۵۸**	-۰/۰۸	-۰/۵۰*	۱					
OM	۰/۵۶**	۰/۳۶	-۰/۰۹	-۰/۶۳**	-۰/۴۱	۰/۲۳	۰/۲۱	۱				
MWD	-۰/۱۶	-۰/۴۲	۰/۲۶	۰/۵۸**	۰/۰۹	-۰/۳۵	-۰/۱۴	-۰/۶۳**	۱			
FC	۰/۰۳	-۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۲۰	-۰/۱۶	۰/۱۹	-۰/۰۶	-۰/۰۶	۰/۱۳	۱		
IF	-۰/۵۱*	-۰/۲۹	۰/۰۳	-۰/۱۷	-۰/۱۵	۰/۳۳	۰/۱۱	-۰/۱۷	-۰/۳۵	-۰/۱۲	۱	
SWC	-۰/۷۳**	-۰/۵۵**	۰/۲۵	۰/۶۴**	-۰/۰۱	۰/۲۹	-۰/۳	-۰/۵۷**	۰/۳۵	۰/۲۱	۰/۴۴*	۱

BD: چگالی ظاهری، OM: ماده آلی، MWD: پایداری خاکدانه در آب، FC: رطوبت ظرفیت مزرعه، IF: نفوذپذیری، CCE: کربنات کلسیم معادل و SWC: محتوای آب خاک.
*و**: همبستگی معنی‌دار در سطح پنج و یک درصد

به منظور تعیین مهم‌ترین عوامل مؤثر بر محتوای آب خاک در کشتزارهای مورد مطالعه، از روش رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد. نتایج نشان داد که محتوای آب خاک رابطه‌ای معنی‌دار با درجه شیب کشتزار و درصد شن خاک ($P<۰/۰۱$ و $R^2=۰/۷۸$) قرار دارد. جدول (٤) ضرایب رگرسیونی اثر ویژگی‌های خاک بر محتوای آب خاک را نشان می‌دهد. رابطه رگرسیونی بین محتوای آب خاک و درجه شیب و درصد شن خاک به‌صورت زیر است:

$$SWC=۲۰/۰٥٤ - ۰/۱۹۱Slope - ۰/۱۲۳ Sand \qquad R^2= ۰/۷۸ \text{ و } P<۰/۰۱$$

که در آن:

SWC محتوای آب خاک (درصد)، Slope شیب کشتزار (درصد) و Sand محتوای شن خاک (درصد) است.

شیب کشتزار و شن خاک هر دو اثری منفی بر محتوای آب خاک داشتند (جدول ٤). تأثیر کاهشی شن بر محتوای آب خاک می‌تواند تا حدودی به دلیل افزایش تخلخل درشت و تا اندازه‌ای کاهش ظرفیت نگهداری آب خاک باشد. این نتیجه با یافته‌های ریچرت و همکاران (۲۰۰۹) مبنی بر تأثیر شن بر کاهش محتوای رطوبتی خاک مطابقت دارد. دانگ- شنگ و همکاران (۲۰۰۰) عملکرد خاک در تنظیم آب باران را در چین بررسی نموده و گزارش دادند که ذخیره آب باران وابسته به کاربری زمین، شیب و خصوصیات خاک است که بیشترین همبستگی را با ماده آلی خاک در زمین‌های زراعی کشت‌شده و با مقدار شن و رس خاک در زمین‌های کشت نشده دارد.

جدول ۴- نتایج رگرسیون چند متغیره بین محتوای آب خاک (SWR) و برخی ویژگی‌های خاک

	ضرایب غیراستاندارد	ضرایب استاندارد	T	معنی‌داری
ثابت	۲۰/۰۵۴		۱۶/۶۶	۰/۰۰۰
شیب (٪)	-۰/۱۹۱	-۰/۶۹۴	-۶/۳۳	۰/۰۰۰
شن (٪)	-۰/۱۲۳	-۰/۵۰۴	-۴/۶۰	۰/۰۰۰

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که محتوای آب خاک دارای تغییرات زمانی بین ماه‌های سال در کشتزارهای دیم مورد بررسی در منطقه نیمه‌خشک است. این تغییرات زمانی به شرایط اقلیمی ازجمله مقدار و نوع بارندگی وابسته است. بیشترین محتوای آب خاک در اسفند ماه زمانی که

Archive of SID

www.SID.ir

بیشترین مقدار بارندگی رخ داده و اغلب بارش‌ها از نوع برف است، مشاهده می‌شود. کمترین محتوای آب خاک در خرداد ماه زمانی که بارش‌ها حداقل بوده و درجه حرارت بالا است، مشاهده می‌شود. بین کشتزارهای مطالعاتی تفاوتی چشم‌گیر از نظر حفظ آب خاک و تولید رواناب وجود دارد. بررسی تغییرات محتوای آب خاک در کشتزارهای مورد بررسی نشان داد که محتوای آب خاک با رس و نفوذپذیری همبستگی مثبت و با شیب و شن و ماده آلی همبستگی منفی دارد. از بین عوامل مؤثر بر محتوای آب خاک، شیب زمین و مقدار شن خاک مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده تغییرات محتوای آب خاک در کشتزارهای منطقه نیمه‌خشک می‌باشند. محتوای آب خاک در کشتزارهایی که دارای شیب زیاد (بیش از هشت درصد) و درصد شن بالا (بیش از ٤٢ درصد) می‌باشند، کمترین است. در چنین کشتزارهایی به‌کارگیری روش‌های حفاظتی برای کاهش تولید رواناب و افزایش محتوای آب خاک و تأمین بخشی از نیاز گیاه برای تولید محصول ضروری است.

فهرست منابع

۱. رئوف، م .، س، ع، اشرف صدرالدینی.، ا، ح، ناظمی.، و ص، معروفی. ۱۳۹۰. بررسی تأثیر شیب زمین روی میزان نفوذ و برخی از مشخصه‌های فیزیکی خاک مجله دانش آب‌وخاک. جلد ۲، شماره ۱، ص ٦٨ –٥٧.

۲. ظریف، م، س.، س، ح، ر، صادقی.، و س، خ، میرنیا. ۱۳۸۸. بررسی تغییرات رواناب و رسوب در دو شیب مختلف در حوزه آبخیز جنگلی کجور. پنجمین همایش ملّی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، گرگان، ۲ و ۳ اردیبهشت ۲۱۲:۱۳۸۸.

3. Angers, D. A., and G. R. Mehuys. 1993. Aggregate stability to water. In Cartner, M. R. (ed.) Soil Sampling and Methods of Analysis. Lewis Publishers, Boca Raton. pp 651–657.
4. Assouline, S., and M. Ben-Hur. 2006. Effect of rainfall intensity and slope gradient on the dynamics of interrill erosion during soil Surface sealing. Catena, 66(3): 211-220.
5. Bell, A. M., and H. van Keulen. 1995. Soil pedotransfer functions for four Mexican soils. Soil Science Society of America Journal, 59: 865–871.
6. Bodhinayake, W., B. C. Si., and C. Xiao. 2004. New method for determining water-conducting macroand mesoporosity from tension infiltrometer, Soil Science Society of America Journal, 68(3): 760–769.
7. Brady, N. C., and R. R. Weil. 1999. The nature and properties of soils 12th ed.
8. Carroll, C., L. Merton., and P. Burger. 2000. Impact of vegetative cover and slope on runoff, erosion, and water quality for field plots on a range of soil and spoil materials on central Queensland coal mines. Soil Research, 3(2):313-327.
9. Cheng, Q., W. Ma., and Q. Cai. 2008. The relative importance of soil crust and slope angle in runoff and soil loss: a case study in the hilly areas of the Loess Plateau, north China. GeoJournal, 71(2-3):117-125.
10. Danalatos, N. G., C. S. Kosmas., P. M. Driessen., and N. Yassoglou. 1994. Estimation of the draining soil moisture characteristics from standard data as recorded in soil surveys. Geoderma, 64:155– 165.
11. Dong-Sheng, Y. U., S. Xue-Zheng., W. Hong-Jie., Z. Xiang-Yan., and D. C. Weindorf. 2000. Function of soils in regulating rainwater in southern china: impacts of land uses and soils. Pedosphere, 18(6): 717–730.

Archive of SID

www.SID.ir

12. Ekwu, E. I., and Harrilal, A. 2010. Effect of soil type, peat, slope, compaction effort and their interactions on infiltration, runoff and raindrop erosion of some Trinidadian soils. Biosystems Engineering, 105(1):112-118.
13. El Kateb, H., H. Zhang., P. Zhang., and R. Mosandl. 2013. Soil erosion and surface runoff on different vegetation covers and slope gradients: A field experiment in Southern Shaanxi Province, China. Catena, 105:1–10.
14. Gardner, W. R. 1970. Field measurement of soil water diffusivity. Soil Science Society of American Proceeding, 34(5): 832- 833.
15. Gee, G. W., and J. W. Bauder. 1986. Particle Size Analysis.p. 383-411. In: Klute A. (Ed.) Methods of Soil Analysis. Part 1 .2nd ed. Agron.Monogr, 9.ASA,SSSA, Madison, WI.
16. Grayson, R. B., A. W. Western., F. H. S. Chiew., and G. Bloschl. 1997. Preferred states in spatial soil moisture patterns: local and nonlocal controls. Water Resource Research,33:2897–2908.
17. Gupta, S., and W. E. Larson. 1979. Estimating soil water retention characteristics from particle size distribution, organic matter percent, and bulk density. Water Resources Research, 15(6): 1633-1635.
18. Haise, H. R., W. W. Donnan., j. T. Phelan., L. F. Lawhon., and D. G. Shockley. 1956. The use of cylinder infiltrometers to determine the intake characteristics of irrigated soils. Publ ARS41 USDA. Agricultueral Resarch Service and Soil conservation Service. Washington D.C
19. Hussein, M. H., T. H. Kariem., and A. K. Othman. 2007. Predicting soil erodibility in northern Iraq using natural runoff data. Soil and Tillage Research, 94(1): 220-228.
20. Hwang, S., K. P. Lee., D. S. Lee., and S. E. Powers. 2002. Models for estimating soil particle-size distributions. Soil Science Society of America Journal, l66:1143-1150.
21. IPCC. 2008. Climate change and water, intergovernmental panel on climate change Technical Report IV.
22. Joel, A., and I. Messing. 2000. Application of two methods to determine hydraulic conductivity with disc permeameters on sloping land. European Journal of Soil Science, 51(1): 93-98.
23. Jones, E. P. 2001. Circulation in the arctic ocean. Polar Research, 20(2): 139-146.
24. Kosmas, C., S. Gerontidis., M. Marathianou., B. Detsisa., T. Zafiriou., W. Van Muysen., G. Govers., T. A. Quine., and K. Vanoost. 2001. The effects of tillage displaced soil on soil properties and wheat biomass. Soil and Tillage Research, 58(1): 31–44.
25. Lado, M., A. Paz., and M. Ben-Hur. 2004. Organic matter and aggregate size interactions in infiltration, seal formation, and soil loss. Soil Science Society of American Journal, 68(3): 935-942.
26. Liu, Y., S. Q. Li., F. Chen., S. J. Yang., and X. P. Chen. 2010. Soil water dynamics and water use efficiency in spring maize (Zea mays L.) fields subjected to different water management practices on the Loess Plateau, China. Agricultural Water Management, 97(5): 769–775.
27. Marshall, T. J., J. W. Holmes., and W. C. Rose. 1996. Soil Physics. Cambridge University Press. Cambridge, UK, pp 274-307.

Archive of SID

www.SID.ir

28. McBride, R. A., and E. E. Mackintosh. 1984. Soil survey interpretations from water retention data: Development and validation of a water retention model. Soil Science Society of America Journal, 48(6): 1338– 1343.
29. Molina, A. J., J. Latron, C. M., Rubio, F. Gallart, F., and P. Llorens. 2014. Spatio-temporal variability of soil water content on the local scale in a Mediterranean mountain area (Vallcebre, North Eastern Spain). How different spatio-temporal scales reflect mean soil water content. Journal of Hydrology, 516(3): 182–192.
30. Nelson, D. W., and L. Sommers. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, (methods of soilan 2). pp 539-579.
31. Nyssen, J., and D. Vermeersch. 2010. Slope aspect affects geomorphic dynamics of coal mining spoil heaps in Belgium. Geomorphology, 123(1): 109-121.
32. Pachepsky, Y. A., D. J. Timlin., and W. J. Rawls. 2001. Soil water retention as related to topographic variables. Soil Science Society of America Journal, 65(6): 1787-1795.
33. Rawls, W. J., Y. A. Pachepsky., J. C. Ritchie., T. M. Sobecki., and H. Bloodworth. 2003. Effect of soil organic carbon on soil water retention. Geoderma, 116(1): 61-76.
34. Rawls, W.J., T.J. Gish and D.L. Brakensiek. 1993. Estimating Soil Water Retention from Soil Physical Properties and Characteristics. In Advances in Soil Science, 16: 213-234.
35. Reichert, J. M., J. A. Albuquerque., D. R. Kaiser., D. J. Reinert., F. L. Urach., and R. Carlesso. 2009. Estimation of water retention and availability in soils of Rio Grande do Sul. Brazilian Society of Soil Science, 33(6): 1547-1560.
36. Rezaei, S., and R. Gilkes. 2005. The effects of landscape attributes and plantcommunity on soil physical properties in rangelands. Geoderma, 125(1): 167-176.
37. Sande, L., and X. Chu. 2012. Laboratory experiments on the effect of microtopography on soil-water movement: Spatial variability in wetting front movement. Applied and Environmental Soil Science.
38. Silvente, S., A. P. Sobolev., and M. Lara. 2012. Metabolite Adjustments in Drought Tolerant and Sensitive Soybean Genotypes in Response to Water Stress. Plos One, 7(6): 38554.
39. Tan, K. H. 2005. Soil sampling preparation and Analysis. CRC press, Boca Raton.
40. Too, V. K., C. T. Omuto., E. K. Biamah., and J. P. Obiero. 2014. Review of Soil Water Retention Characteristic (SWRC) Models between Saturation and Oven Dryness. Open Journal of Modern Hydrology, 4(04): 173.
41. Vaezi, A.R. 2014. Modeling runoff from semi-arid gricultural lands in northwest Iran. Pedosphere, 24(5): 595‑604.
42. Vereecken, H., T. Kamai., T. Harter., R. Kasteel., J. Hopmans., and J. Vanderborght. 2007. Explaining soil moisture variability as a function of mean soil moisture: astochastic unsaturated flow perspective. Geophysical Research Letters, 34(22): 22402.
43. Western, A. W., and R. B. Grayson. 1998. The Tarrawarra data set: soil moisture patterns, soil characteristics, and hydrological flux measurements. Water Resources Research, 34(10): 2765–2768.
44. Williams, C. J., J. P. McNamara., and D. G. Chandler. 2009. Controls on the temporal and spatial variability of soil moisture in a mountainous landscape: the

Archive of SID

www.SID.ir

signature of snow and complex terrain. Hydrology and Earth System Sciences, 13(7): 1325-1336.

Archive of SID

www.SID.ir