اثر درجه‌های مختلف آبگریزی و بافت خاک بر ماندگاری آبگریزی

حسین بیرامی[۱*]، شهرام شاه‌محمدی کلالق[۲]
[۱]-استادیار، مرکز ملی تحقیقات شوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
[۲]-استادیار گروه علوم و مهندسی آب، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران
مسئول مکاتبه، ایمیل: beyrami.h@hotmail.com

چکیده

ماندگاری آبگریزی در خاک‌ها تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند رطوبت، دوره‌های تر و خشک شدن و بافت خاک می‌باشد. در پژوهش حاضر، ماندگاری آبگریزی خاک سطحی در سه خاک لوم‌شنی، لوم و لوم‌رسی با درجه‌های متفاوت آبگریزی در طول زمان مورد بررسی قرارگرفت. بدین منظور، خاک‌های موردنظر به‌صورت مصنوعی در چهار غلظت متفاوت برای حصول چهار درجه مختلف آبگریزی با اسید استئاریک در لایه سه سانتی‌متری سطحی آبگریز شدند و ماندگاری آبگریزی درون لایسیمترهای کوچک (با ارتفاع و قطر ۳۰ سانتی‌متر) استقرار یافته در خاک در مزرعه‌ای در اطراف شهرستان مرند (با مختصات جغرافیایی ۱۶/۸۷" ۲۵' ۳۸° شمالی و ۳۰/۳۰" ۴۷' ۴۵° شرقی) بررسی گردید. نتایج نشان داد که ماندگاری آبگریزی در اثر گذشت زمان در خاک لوم رسی بیشتر بوده و خاکهای لوم و لوم شنی در درجات بعدی قرار داشتند. همچنین نتایج بیانگر ماندگاری آبگریزی کمتر در درجه‌های پایین‌تر آبگریزی نسبت به درجه‌های بالاتر آبگریزی با گذشت زمان بود.

واژه های کلیدی: اسید استئاریک، بافت خاک، درجه آبگریزی، ماندگاری آبگریزی.

مقدمه

خاک آبگریز خاکی است که وقتی قطره‌ای از آب روی سطح آن قرار گیرد، سریعاً خیس نمی‌شود (Doerr et al. 2006، Burguet et al. 2016). آبگریزی خاک شرایطی است که توسط ترکیبات آلی مومی پیچیده تشکیل می‌شود. در طی تجزیه مواد آلی این ترکیبات ذرات خاک را پوشانده و خاک به شکل آبگریز درمی‌آید. ماهیت ترکیبات آلی به‌وجود آورنده آبگریزی گزارش‌شده در مطالعات شامل مواد مومی مربوط به گیاهان و پوست آن‌ها، آلکان‌ها، اسیدهای چرب و نمک‌های آن‌ها، استرها، فیتان‌ها و استرول‌ها می‌باشند (Dekker and Jungerius 1990، Mao et al. 2016، Liyanage and Leelamanie 2016). آبگریزی خاک به‌صورت موضعی به علت نشت مواد نفتی و روغنی و آتش‌سوزی نیز ایجاد می‌شود. اخیراً مشاهده شده که آبیاری متوالی با استفاده از آب فاضلاب می‌تواند به توسعه آبگریزی خاک به علت مواد آلی محلول در آب فاضلاب بیانجامد (Arye et al. 2011، کریمیان شمس‌آبادی و همکاران ۱۳۹۵). آبگریزی خاک‌ها یک ویژگی مؤثر بر رشد گیاهان، هیدرولوژی سطحی، زیرسطحی و فرسایش خاک می‌باشد (Arye et al. 2011، بیرامی و همکاران a,b ۱۳۹۴). مطالعات گوناگونی بیانگر حضور آبگریزی در خاک‌های متنوع در انواع مختلفی از آب و هوا می‌باشند (Tumer et al. 2005، Regalado and Ritter 2016 و ذولفقاری و حاج‌عباسی ۱۳۸۷). آبگریزی عموماً در خاک سطحی، در ناحیه ریشه غنی از هوموس و در عمقی بین ۱۰ تا ۳۰ سانتی‌متر رخ می‌دهد. خاک این لایه می‌تواند قابل خیس شدن یا آبگریز باشد. نواحی خیس‌شونده به‌صورت لکه‌های تیره (مرطوب) و نواحی آبگریز به‌صورت لکه‌های روشن (خشک) ظاهر می‌شوند. نواحی آبگریز خاک قابل دسترس برای آب نبوده و برای دوره‌های طولانی خشک باقی می‌مانند (Doerr et al. 2000). Lichner et al. (2006) مطالعه اثربخشی کائولینایت، ایلایت و مونتموریلونایت سدیمی و مونتموریلونایت کلسیمی در کاهش آبگریزی برای یک مدل ساده مواد خاکی با ترکیب مشخص قبل و بعد از فازهای خیسیدگی و خشک‌شدن بود. شن با افزودن ۱۰ و (g kg-1) ۳۰ اسید استئاریک آبگریز شده و در ادامه مقدار متفاوت (۱، ۲ و ۳ درصد حجمی) از رس‌های فوق الذکر به آن اضافه شد. شن تیمار شده و تیمار نشده، جهت شبیه‌سازی اثرات خیسیدگی و سپس

خشک شدن، خیس شده و سپس در معرض خشک شدن طولانی مدت در ºC ۵۰ قرار گرفت. حضور آبگریزی با آزمون WDPT اندازه‌گیری شد. در طی چرخه خیسیدگی - خشکیدگی در نمونه‌های شن تیمار شده با استئاریک اسید و تیمار شده با رس رفتاری همانند خاک‌های آبگریز نشان دادند. نمونه‌های شن تیمار شده در رطوبت بیشتر از رطوبت بحرانی (وابسته به نوع تیمار از ۰/۱ تا ۱۱/۸ درصد) قابل خیس شدن و زیر آن آبگریز بودند همچنین با کاهش مقدار رطوبت، افزایش ماندگاری آبگریزی (WDPT) دیده شد. کائولینایت و مونتموریلونایت سدیمی تنها کانی‌های رسی بودند که قادر به کاهش ماندگاری آبگریزی شن تیمار شده با استئاریک اسید بودند. تفاوت در توانایی بین مونتموریلونایت سدیمی و کلسیمی در کاهش آبگریزی از روی تفاوت در نیروهای بین ذره‌ای در سیستم کاتیون تبادلی، رس و آب تشریح شد. در طی دوره خشک شدن در ℃ ۵۰، ماندگاری آبگریزی با افزایش دوره گرمایش در ℃ ۵۰ افزایش یافت. افزایش بیشتر ماندگاری آبگریزی در ۴۸ ساعت ابتدایی در اکثر نمونه‌ها دیده شد. برعکس اثر کاهشی کائولینایت و مونتموریلونایت سدیمی در آبگریزی، مونتموریلونایت کلسیمی و ایلایت دارای افزایش آبگریزی در شن‌های تیمار شده با استاریک اسید بودند. اثر نهایی افزودن کانی‌های رسی در آبگریزی وابسته به مقدار یون‌های +Ca2 سطح کانی‌های رسی گزارش شد.

با توجه به مطالعات صورت گرفته در این تحقیق سعی شد اثر بافت و درجه آبگریزی بر روی ماندگاری آبگریزی در خاک سطحی بررسی گردد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی ماندگاری لایه خاک آبگریز، سه خاک با بافت‌های ریز (لوم رسی از اطراف شهرستان کلیبر با موقعیت جغرافیایی عرض شمالی ″۳۰٫۳۶ ′۵۰ °۳۸ و طول شرقی ″۰۲٫۷۵ ′۰۳ °۴۶)، متوسط (لوم از غرب شهرستان تبریز با موقعیت جغرافیایی ″۵۹٫۲۸ ′۰۵ °۳۸ شمالی و ″۳۸٫۳۶ ′۱۲ °۴۶ شرقی) و درشت (لوم شنی از ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان دانشگاه تبریز با موقعیت جغرافیایی ″۵۰٫۲۱ ′۰۱ °۳۸ شمالی و ″۴۰٫۷۷ ′۲۳ °۴۶ شرقی) نمونه‌برداری شدند. بخشی از این خاک‌ها با استفاده از غلظت‌های متفاوتی از اسید استئاریک با توجه به کلاس‌بندی آبگریزی Dekker and Ritsema (1994) (جدول ۱) در چهار درجه آبگریز شد. با توجه به اینکه در هر خاکی با کلاس بافت و ویژگی‌های متفاوت، برای رسیدن درجه مشخصی از آبگریزی، مقدار متفاوتی از ماده آبگریز نیاز است، این عمل با آزمون و خطا در هر یک از خاک‌ها با اضافه نمودن مقادیر متفاوت اسید استئاریک انجام یافت.

جدول ۱- درجات آبگریزی بر اساس روش آزمون زمان نفوذ قطره آب (دکر و ریتسما ۱۹۹۴)

درجه آبگریزی	WDPT (ثانیه)
بدون آبگریزی	<۵
آبگریزی جزئی	۵-۶۰
آبگریزی زیاد	۶۰-۶۰۰
آبگریزی شدید	۶۰۰-۳۶۰۰
آبگریزی خیلی شدید	>۳۶۰۰

برای ایجاد درجه‌های مختلف آبگریزی از غلظت‌های متفاوت استئاریک اسید استفاده شد. با توجه به حلالیت بسیار کم اسید استئاریک در آب (Leelamanie et al. 2008)، از استون به‌عنوان حلال در اضافه نمودن اسید استئاریک به خاک استفاده شد. ابتدا مقدار اسید استئاریک لازم جهت رسیدن به درجه‌های آبگریزی متفاوت به‌صورت تجربی تعیین شد. به این ترتیب که محلول‌هایی با غلظت‌های متفاوت اسید استئاریک (در دامنه وسیع) تهیه و به مقدار مشخصی از هر خاک اضافه شد. پس از تبخیر کامل استون پس از حدود یک هفته و خشک شدن خاک، WDPT برای هریک از این خاک‌ها اندازه‌گیری شد. سپس با

توجه به کلاس‌بندی درجه آبگریزی Dekker and Ritsema (1994) ، برای هر یک از سه خاک لوم شنی، لوم و لوم رسی، چهار غلظت اسید استئاریک برای ایجاد چهار درجه مختلف آبگریزی انتخاب شد. حجم محلول اسید استئاریکی که به خاک‌ها اضافه شد، به‌طوری بود که حالت اشباع در خاک‌ها ایجاد شود تا خاک‌ها به‌طور یکنواخت آبگریز شوند. تیمار شاهد در این آزمایش‌ها، خاک با درجه آبگریزی صفر یا خاک بدون آبگریزی بود.

با توجه به اینکه مواد آبگریز عموماً جزء اسیدهای آلی موجود در خاک بوده و رفته‌رفته در طول فصل تجزیه خواهند شد؛ در نتیجه با تجزیه آن درجه آبگریزی می‌تواند متغیر باشد. جهت بررسی ماندگاری آبگریزی، در فواصل زمانی ۱۵ روز مقدار آبگریزی لایه سطحی هر یک از خاک‌ها با روش WDPT مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. این اندازه‌گیری به مدت ۳ ماه در سه تکرار انجام شد.

نتایج و بحث

ویژگی‌های عمومی خاک‌های مورد آزمایش در جدول ۲ آورده شده است. بر اساس جدول ۲ مشاهده می‌شود که دو خاک لوم و لوم رسی ماده آلی نسبتاً بالایی دارند. از نظر مقدار آهک نیز خاک لوم و لوم رسی دارای مقدار آهک بالایی هستند. از نظر شوری خاک‌های مذکور با EC پایین فاقد مشکل شوری می‌باشند.

جدول ۲- خصوصیات عمومی خاک‌های مورد آزمایش

خصوصیت	لوم شنی	لوم	لوم رسی
رس (٪)	۱۰٫۸	۲۳٫۷	۳۰
سیلت (٪)	۲۵٫۵	۴۲٫۴	۳۹
شن (٪)	۶۳٫۷	۳۳٫۹	۳۱
رطوبت FC (معادل مکش ۳۰ KPa) درصد وزنی	۱۵	۲۰	۲۶
EC عصاره اشباع ($dS\ m^{-1}$)	۱٫۸۸	۱٫۷	۰٫۷۸
pH گل اشباع	۸٫۲	۷٫۷	۷٫۶
کربنات کلسیم معادل (٪)	۵٫۴	۲۰٫۱	۱۹
ماده آلی (٪)	۱٫۳۱	۲٫۸۸	۳٫۹۴

مقدار زمان نفوذ قطره آب (WDPT) در تیمارهای مختلف در طول سه ماه پس از اتمام آزمایش‌های اندازه‌گیری تبخیر سطحی در خاک لوم شنی در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌گونه که دیده می‌شود با گذشت زمان، مقدار WDPT یا آبگریزی خاک کاهش یافته و خاک‌ها به درجه‌های پایین‌تر آبگریزی رسیده‌اند. دلیل این کاهش مقدار آبگریزی ناشی از تجزیه اسید استئاریک با گذشت زمان در اثر عوامل طبیعی (دوره‌های تر و خشک شدن و غیره) می‌باشد (Lichner et al. 2006).

جدول ۳- زمان نفوذ قطره آب (WDPT) در درجه‌های مختلف آبگریزی در مدت سه ماه در خاک لوم شنی

درجه آبگریزی	زمان (روز)						
	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰
صفر	۵<	۵<	۵<	۵<	۵<	۵<	۵<
۱	۱۹	۱۹	۱۷	۱۲	۵<	۵<	۵<
۲	۲۱۰	۲۰۰	۱۳۰	۵۰	۵<	۵<	۵<
۳	۱۶۵۰	۱۵۹۰	۷۸۰	۱۴۰	۴۰	۵<	۵<
۴	۳۶۰۰>	۲۰۸۰	۹۸۰	۳۵۰	۸۰	۵<	۵<

همچنین در جدول ۳ مشاهده می‌شود که ماندگاری آبگریزی در درجه‌های پایین‌تر آبگریزی کمتر از درجه‌های بالاتر آبگریزی می‌باشد. به‌عنوان مثال در خاک لوم شنی خاک با آبگریزی درجه ۲، پس از ۶۰ روز آبگریزی خود را از دست داده است. درحالی که این خاک در درجه آبگریزی ۴ پس از ۶۰ روز هنوز آبگریزی خود را حفظ کرده است، هرچند که دیگر دارای آبگریزی درجه ۴ نیست و به آبگریزی درجه ۲ رسیده است.

جدول ۴ بیان‌گر مقدار زمان نفوذ قطره آب (WDPT) در تیمارهای مختلف در طول سه ماه پس از اتمام آزمایش‌های اندازه‌گیری تبخیر سطحی در خاک لوم می‌باشد. با گذشت زمان، مقدار WDPT یا آبگریزی در این خاک نیز کاهش یافته و درجه‌های پایین‌تر آبگریزی مشاهده می‌شود. Lichner et al. (2006) دلیل کاهش مقدار آبگریزی با گذشت زمان را اثر عوامل طبیعی مانند تغییرات رطوبت بیان نموده‌اند. در این خاک نیز در درجه‌های پایین‌تر آبگریزی ماندگاری آبگریزی کمتری نسبت درجه‌های بالاتر آبگریزی مشاهده می‌شود (جدول۴).

جدول ۴- زمان نفوذ قطره آب (WDPT) در درجه‌های مختلف آبگریزی در مدت سه ماه در خاک لوم

درجه آبگریزی	زمان (روز)						
	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰
صفر	۵<	۵<	۵<	۵<	۵<	۵<	۵<
۱	۲۱	۲۰	۱۸	۱۵	۱۱	۵<	۵<
۲	۱۵۰	۱۲۰	۸۰	۴۰	۱۳	۵<	۵<
۳	۱۴۱۵	۱۱۱۰	۶۴۰	۲۷۰	۶۵	۵<	۵<
۴	۳۶۰۰>	۲۴۰۰	۱۱۲۰	۶۱۰	۱۳۰	۲۸	۵<

جدول ۵- زمان نفوذ قطره آب (WDPT) در درجه‌های مختلف آبگریزی در مدت سه ماه در خاک لوم رسی

درجه آبگریزی	زمان (روز)						
	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰	۷۵	۹۰
صفر	۵<	۵<	۵<	۵<	۵<	۵<	۵<
۱	۱۸	۱۸	۱۶	۱۳	۵<	۵<	۵<
۲	۱۴۰	۱۳۰	۹۰	۵۰	۲۱	۵<	۵<
۳	۱۳۹۰	۱۱۴۰	۷۸۰	۲۶۰	۵۰	۵<	۵<
۴	۳۶۰۰>	۲۷۰۰	۱۳۰۰	۵۴۰	۱۵۰	۳۱	۵<

نتایج اندازه‌گیری مقدار زمان نفوذ قطره آب (WDPT) در تیمارهای مختلف آبگریزی در طول سه ماه پس از اتمام آزمایش-های اندازه‌گیری تبخیر سطحی در خاک لوم رسی در جدول ۵ نشان داده شده است. در این خاک نیز با گذشت زمان، مقدار WDPT یا آبگریزی خاک با تجزیه اسید استئاریک کاهش یافته و به درجه‌های پایین‌تری از آبگریزی رسیده‌اند.

مقایسه نتایج جدول‌های ۳ تا ۵ نشان می‌دهد که کاهش مقدار آبگریزی در اثر گذشت زمان در خاک لوم شنی سریع‌تر صورت گرفته و در خاک‌های لوم و لوم رسی دیرتر اتفاق افتاده است. دلیل این امر می‌تواند ناشی از مقدار کمتر اسید استئاریک در این خاک و شرایط مطلوب‌تر برای تجزیه سریع‌تر آن در خاک درشت‌بافت‌تر باشد.

منابع

بیرامی ح.، نیشابوری م.ر.، عباسی ف. و ناظمی ا.ح. ۱۳۹۴. تأثیر آبگریزی خاک بر منحنی نگهداری رطوبت و شاخص کیفیت فیزیکی در دو خاک با بافت متفاوت، دانش آب و خاک، جلد ۲۵ شماره ۴/۱، صفحه‌های ۱۷ تا ۲۶.

بیرامی ح.، نیشابوری م.ر.، ناظمی ا.ح. و عباسی ف. ۱۳۹۴. تأثیر آبگریزی خاک بر مشخصات نفوذ در دو خاک لوم رسی و لوم شنی، دانش آب و خاک، جلد ۲۵ شماره ۲، صفحه‌های ۱۷۷ تا ۱۹۹.

کریمیان شمس آبادی ن.، قربانی دشتکی ش.، طباطبائی س.ح. ۱۳۹۵. ویژگی‌های هیدرولیکی خاک‌هایی با درجات متفاوت آبگریزی. نشریه حفاظت منابع آب و خاک، سال ششم، شماره اول، صفحه‌های ۷۵ تا ۸۶.

ذوالفقاری ع. ا. و حاج‌عباسی م. ع.، ۱۳۸۷. تأثیر تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و آبگریزی خاک در مراتع فریدون‌شهر و جنگل‌های لردگان. آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی) جلد ۲۲، شماره ۲ صفحه‌های ۲۶۲-۲۵۱.

Arye G., Tarchitzky J. and Chen Y. 2011. Treated wastewater effects on water repellency and soil hydraulic properties of soil aquifer treatment infiltration basins. J. Hydrol. 397:136–145.

Burguet, m., Taguas, E.V. Cerdàa, A. and Gómez, J. A. 2016. Soil water repellency assessment in olive groves in Southern and Eastern Spain. Catena 147: 187–195.

Dekker, L. W. and Jungerius, P. D., 1990. Water repellency in the dunes with special reference to The Netherlands. Catena, Supplement 18:173-183.

Dekker L.W. and Ritsema C.J. 1994. How water moves in a water repellent sandy soil: 1. Potential and actual water repellency. Water Resour. Res. 30:2507–2517.

Doerr, S. H., Shakesby, R. A. and Walsh R. P. D., 2000. Soil water repellency: its causes, characteristics and hydro-geomorphological significance. Earth Sci Rev. 51:33-65.

Doerr, S. H., Shakesby, R. A., Blake, W. H., Chafer, C. J., Humphreys, G. S. and Wallbrink, P. J., 2006. Effects of differing wildfire severities on soil wettability and implications for hydrological response. J. Hydrol. 319: 295–311.

Leelamanie, D. A. L., Karube, J. and Yoshida, A., 2008. Characterizing water repellency indices: Contact angle and water drop penetration time of hydrophobized sand. Soil Sci. Plant Nutr. 54:179–187.

Lichner, L., Dlapa, P., Doerr, S. H. and Mataix-Solera, J., 2006. Evaluation of different clay minerals as additives for soil water repellency alleviation. Applied Clay Science 31:238–248.

Liyanage, T.D.P. and Leelamanie, D.A.L. 2016. Influence of organic manure amendments on water repellency, water entry value, and water retention of soil samples from a tropical Ultisol. Journal of Hydrology and Hydromechanics 64(2): 160-166.

Mao, J., Nierop, K. G. J., Rietkerk, M., Sinninghe Damsté, J. S. and Dekker, S. C. 2016 .The influence of vegetation on soil water repellency-markers and soil hydrophobicity. Science of the total environment 566-567: 608-620.

Tumer, K., Stoffregen, H. and Wessolek, G. 2005. Determination of repellency distribution using soil organic matter and water content. Geoderma 125:107– 115.

Regalado, C. M. and Ritter, A. 2005. Characterizing Water Dependent Soil Repellency with Minimal Parameter Requirement. Soil Sci. Soc. Am. J. 69:1955–1966.

Effect of different water repellency degrees and soil texture on the repellency persistence

H. Beyrami[1*], Sh. Shahmohammadi-Kalalagh[2]

[1-] Assistant Professor, National Salinity Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran

[2-]Assistant Professor, Department of Water Sciences and Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

*Corresponding Author, Email: Beyrami.h@hotmail.com

Abstract

Persistence of repellency in soils affected by various factors such as moisture, wetting-drying periods and soil texture. In this research, the repellency persistence on the soil surface was evaluated on three soil (sandy loam, loam and clay loam) with different repellency degrees. For this purpose, soils artificially hydrophobized in 3 cm surface layer by Stearic acid at four different concentrations to obtain four different degrees of water repellency and persistence of repellency from the small lysimeters (with height and diameter 30 cm) located at the ground was investigated at a field in Marand area (latitude: 38° 25' 16.87" N and longitude: 45° 47' 30.30" E). The results showed that repellency persistence over the time in clay loam soil was higher and sandy loam and loam were followed in order. The results also indicated less repellency persistence in lower degrees compared to the higher degrees of soil water repellency over the time.

Keywords: Repellency degree, Repellency persistence, Soil texture, Stearic acid