هدایت هیدرولیکی اشباع خاکهای با درجات متفاوت آبگریزی

نسرین کریمیان شمس آبادی [۱]، شجاع قربانی دشتکی [۲]، سید حسن طباطبایی [۳]
۱-دانشجوی کارشناسی ارشد دانشگاه شهرکرد، ۲-دانشیار گروه خاک دانشگاه شهرکرد
۳ -دانشیار گروه آب دانشگاه شهرکرد و محقق گروه انتقال املاح و آلاینده ها دپارتمان خاک آب و علوم محیط زیست دانشگاه آریزونا آمریکا

چکیده
آبگریزی خاک باعث افزایش مقاومت خاک به تر شدن میگردد. این پژوهش به منظور بررسی هدایت هیدرولیکی اشباع خاکهای تحت آبگریزی متفاوت انجام شد. بدین منظور از نمونه خاکهایی که به واسطه‌ی اضافه شدن لجن فاضلاب آبگریز شدند به صورت ۳ تیمار بدون آبگریزی (بدون لجن فاضلاب)، آبگریزی جزئی (۵۰ درصد لجن فاضلاب) و آبگریزی قوی (۸۰درصد لجن فاضلاب) استفاده گردید. آبگریزی خاک به روش مدت زمان نفوذ قطره آب به خاك (WDPT (و هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار افتان تعیین گردید. مطابق نتایج حاصله لجن فاضلاب تاثیر معنی داری بر WDPT و هدایت هیدرولیکی اشباع خاك داشت. به صورتی که با افزایش درصد لجن فاضلاب ، آبگریزی خاك افزایش یافت. همچنین هدایت هیدرولیکی اشباع تحت تاثیر تیمارهای لجن فاضلاب کاهش یافته و مقدار آن از ۱۹/۲ در تیمار شاهد به ۱۸/۱ در تیمار با ۸۰ درصد لجن فاضلاب رسید.

واژه های کلیدی: آبگریزی خاك ، مدت زمان نفوذ قطره آب، هدایت هیدرولیکی اشباع

مقدمه
آبگریزی خاک یا قرار گرفتن آب روی سطح خاک بدون اینکه در آن نفوذ کند یک پدیدهی شناخته شده در خاکهای نقاط مختلف جهان میباشد (نوروزی و رمضان پور، ۱۳۹۰). پدیدهی آبگریزی باعث کاهش وابستگی خاک به آب میشود چرا که در یک دورهی زمانی مشخص از چند ثانیه تا چند ساعت یا چندین روز در برابر مرطوب شدن مقاومت نشان میدهد (دبانو، ۱۹۸۱).
دلیل اصلی آبگریزی خاک وجود مواد آبگریز آزاد شده توسط گیاهان مانند واکسها (ویلیس و هورن، ۱۹۹۲)، فعالیت قارچی (چائو و همکاران، ۲۰۱۲)، مواد آلی ناشی از میکروارگانیسمها (ریلینگ، ۲۰۰۵)، آتش سوزی (آری و همکاران، ۲۰۱۱) میباشد. آبگریزی خاک بر اثر پوشانده شدن سطح ذرات معدنی خاک بهوسیلهی ترکیبهای آبگریز ایجاد میشود. علاوه بر مواردی که خاک در آنها به طور طبیعی آبگریز است، حرارت بالا (ذوالفقاری و حاج عباسی، ۱۳۸۷)، آلایندههای نفتی (راسیا و همکاران، ۱۹۹۰)، آبیاری با پساب (آری و همکاران، ۲۰۱۱) و لجن فاضلاب (اجدا و همکاران، ۲۰۱۰) باعث ایجاد خاصیت دفع آب در خاک میگردد.
لجن فاضلاب ماده آلی خاک را افزایش میدهد. اما به علت وجود ترکیبات آبگریز قابلیت مرطوب شدن را کاهش میدهد. کاربرد زیاد لجن فاضلاب به دلیل وجود مواد آبگریز از قبیل چربیها یا ترکیبات آمفیفیلیک در آن قابلیت تر شدن خاک را کاهش میدهد (اوجدا و همکاران، ۲۰۱۰). نتایج مطالعات رحیم خانی (۱۳۹۱) نیز نشان داد کاربرد مقادیر مختلف لجن فاضلاب شهری اثر معنی داری بر افزایش مدت زمان نفوذ قطره آب به داخل خاک دارد. خاکهای تیمار شده با لجن فاضلاب آبگریز شده و با افزایش میزان لجن فاضلاب، آبگریزی خاک نیز افزایش مییابد. نلسون و همکاران (۱۹۹۶) نیز بیان کردند افزودن لجن فاضلاب به خاک باعث افزایش نگهداشت آب در رطوبت FC و PWP میشود. بیشترین درصد افزایش نگهداشت آب در تیمارهای با درصد لج ن زیاد و بافت درشت مشاهده شد.
دفع آب خاک یا آبگریزی خاک، خیس خوردگی غیر یکنواخت خاک باعث کاهش نفوذ پذیری خاک میشود. بنابراین باعث افزایش سیلاب ناشی از باران های شدید و در نتیجه تشدید فرسایش می گردد. افزایش پراکنش ذرات خاک در اثر تشدید قطرات باران باعث افزایش رواناب سطحی و به موجب آن افزایش فرسایش خاک در مناطق شیب دار میشود. همچنین آبگریزی خاک باعث کاهش عناصر غذایی میشود. بنابراین مدیریت این خاکها و جلوگیری از توسعه آنها امری ضروری به شمار میآید (ایمنسون و همکاران، ۱۹۹۲). باکزکو و همکاران (۲۰۰۶) بیان کردند ویژگی های دافع آب خاک روز به روز در حال گسترش است و با گذشت زمان میتواند اکثر مناطق را فراگیرد. بنابراین این خاک باید به طور جدی مدیریت شوند. در غیر اینصورت خسارات زیان بار و جبران ناپذیری بر محصولات کشاورزی و محیط زیست به بار میآورد.
یکی دیگر از ویژگیهایی که آبگریزی بر آن تاثیرگذار است ویژگیهای هیدرولیکی خاک میباشند (دبانو، ۱۹۸۱). هدایت هیدرولیکی اشباع خاك از ویژگیهای مهم فیزیکی خاك میباشد که اطلاع از تغییرات مکانی و زمانی آن برای بهینه سازی مدیریت آب و خاك ضروری است (قانی و همکاران، ۱۳۹۱). با توجه به اهمیت آبگریزی خاك و تاثیری که بر ویژگی های خاك از جمله هدایت هیدرولیکی اشباع خاك دارد، در این پژوهش به بررسی هدایت هیدرولیکی اشباع در خاکهای تحت آبگریزی متفاوت پرداخته شد.

مواد و روشها

نمونه خاک از محوطه دانشگاه شهرکرد نمونه برداری و پس از هوا خشک شدن از الک ۲ میلیمتری گذرانده شد و برخی از خصوصیات خاک از جمله جرم ویژهی ظاهری به روش سیلندر (بلیک و هارتج، ۱۹۸۶)، pH خاک در سوسپانسیون ۵:۱ آب به خاک (توماس،۱۹۹۶)، هدایت الکتریکی خاك با استفاده از دستگاه هدایت سنج، میزان مواد آلی بر اساس درصد کربن آلی خاک به روش والکی بلك (نلسون و سامرز، ۱۹۹۶)، سدیم خاك با استفاده از دستگاه فلیم فتومتر و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به روش بارافتان (باگرلو، ۲۰۰۷) اندازه گیری شد (جدول ۱). نمونه لجن فاضلاب نیز از تصفیه فاضلاب شهرکرد تهیه گردید)جدول ۲).

جدول ۱- برخی ویژگی های نمونه خاک مورد مطالعه

pH	EC (ds/m)	ρ_b (g/cm^3)	Clay (%)	Silt (%)	Sand (%)	OC (%)
۴۰/۷	./۳۰	۱۳/۱	۹/۳۲	۹۰/۵۳	۲۰/۱۳	./۹۰

جدول ۲- برخی ویژگیهای شیمیایی لجن فاضلاب شهری مورد استفاده

pH	Caco۳ (%)	OC (%)	EC (ds/m)
۷/۶	۳۰/۳	۷۰/۲۶	۹۰/۳

در این پژوهش از لجن فاضلاب به منظور آبگریز کردن خاک استفاده گردید. با استفاده از سطوح ۰، ۵۰ و ۸۰ درصد لجن فاضلاب، نمونه ها با ۳ درجه بدون آبگریزی، آبگریزی کم و آبگریزی قوی تهیه شدند (باچرز و همکاران، ۲۰۰۰). برای اندازه گیری درجه آبگریزی در خاک مورد مطالعه از روش زمان نفوذ قطره (WDPT) استفاده شد. بدین منظور ۳ قطره آب مقطر با استفاده از قطره چکان پزشکی بر روی سطح هر نمونه خاک قرار داده شد و مدت زمان نفوذ این قطرات با استفاده از کرنومتر اندازه گیری شد. در نهایت از الگوی دکر برای طبقه بندی آبگریزی خاک استفاده شد. به این صورت که اگر WDPT کمتراز ۵ ثانیه باشد، خاک قابل مرطوب شدن، ۵ تا ۶۰ ثانیه خاک به طور جزیی آبگریز، ۶۰ تا ۶۰۰ ثانیه خاک قویا آبگریز، ۶۰۰ تا ۳۶۰۰ ثانیه خاک به شدت آبگریز و بیشتر از ۳۶۰۰ ثانیه خاک بی نهایت آبگریز میباشد (دبانو، ۱۹۸۱; دکر و ریتسما، ۱۹۹۴). نتایج این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. جدول تجزیه واریانس (ANOVA) برای بررسی اثرات هر تیمار محاسبه و مقایسه میانگینها با استفاده از روش LSD فیشر در سطح احتمال ۵./. مورد و با استفاده از نرم افزار SAS (ورژن ۹) مورد ارزیابی قرار گرفت.

نتایج و بحث

در این پژوهش به منظور آبگریز شدن خاک از لجن فاضلاب شهری با سطوح مختلف ۰، ۵۰ و ۸۰ استفاده شد. بر اساس الگوی طبقه بندی دکر و ریتسما (۱۹۹۴) تیمار بدون لجن فاضلاب (WDPT کمتر از ۲ ثانیه(آبدوست ، تیمار با ۵۰ درصد لجن فاضلاب (WDPT کمتر از ۲۵ ثانیه(آبگریز جزئی و تیمار با ۸۰ درصد لجن فاضلاب (۶۰ WDPTثانیه(آبگریز قوی طبقه بندی شد. براساس نتایج تجزیه واریانس اثر تیمار لجن فاضلاب بر WDPT (جدول ۳)، لجن فاضلاب شهری در سطح احتمال ۵ درصد اثر معنی دار و مثبتی بر آبگریزی خاک داشت. به گونه ای که با افزایش لجن فاضلاب شهری، آبگریزی خاك افزایش یافت.

نتایج مطالعات رحیم خانی (۱۳۹۱) نیز نشان داد کاربرد مقادیر مختلف لجن فاضلاب شهری اثر معنی داری بر افزایش مدت زمان نفوذ قطره آب به داخل خاک دارد. با افزایش میزان لجن فاضلاب، آبگریزی خاک نیز افزایش میابد. نلسون و همکاران (۱۹۷۹) نیز بیان کردند افزودن لجن فاضلاب به خاک باعث افزایش نگهداشت آب در رطوبت fc و pwp میشود. بیشترین درصد افزایش نگهداشت آب به تیمارهای با درصد لجن زیاد و بافت درشت مربوط است. نور مهناد (۱۳۹۲) نیز در مطالعات به منظور آبگریز کردن خاک از لجن استفاده کرد نتایج او نشان داد کاربرد زیاد لج ن فاضلاب به دلیل وجود مواد آبگریز از قبیل چربیها یا ترکیبات آمفیفیلیک در آن باعث کاهش قابلیت مرطوب شدن خاک میگردد.

جدول ۳-نتایج تجزیه واریانس اثر لجن فاضلاب شهری بر مدت زمان نفوذ قطره آب به خاک (WDPT)

		میانگین مربعات	
	درجه آزادی	WDPT	مقدار F
لجن فاضلاب	۲	۳۶۸۹	۰۳۶۳۳
خطا	۹	۰۱/۱	
ضریب تغییرات	۱۱	۴۴/۳	

*نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۵%

جدول ۴ نتایج تجزیه واریانس اثر لجن فاضلاب بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک را نشان میدهد. این جدول بیانگر آن است که کاربرد لجن فاضلاب تاثیر معنیداری بر هدایت هدرولیکی اشباع خاک داشت. با توجه به جدول مقایسه میانگین هدایت هیدرولیکی اشباع (جدول ۵) بیشترین هدایت هیدرولیکی مربوط به تیمار بدون لجن فاضلاب و کمترین آن مربوط به تیمار با ۸۰ درصد لجن فاضلاب بود. به صورتی که در تیمار با ۸۰ درصد لجن فاضلاب هدایت هیدرولیکی اشباع ۱۰/۴۶ درصد و در تیمار با ۵۰ درصد لجن فاضلاب ۷۰/۳۳ درصد نسبت به شاهد کاهش یافت. مطابق نتایج بدست آمده یکی از مهمترین دلایل کاهش هدایت هیدرولیکی افزایش مقدار ماده آلی ناشی از لجن فاضلاب میباشد. میتوان بیان کرد افزایش شوری خاک باعث پراکنده شدن ذرات و کاهش هدایت هیدرولیکی خاک شد (اپستین، ۱۹۷۵).

هرچه غلظت املاح در آب خاک کمتر و مقدار سدیم قابل تبادل بیشتر باشد، کاهش هدایت هیدرولیکی افزایش میبابد. وجود ذرات معدنی و آلی در لجن فاضلاب ممکن است باعث انسداد خلل و فرج خاک به خصوص در لایههای سطحی خاک شود. این امر میتواند باعث کاهش میزان نفوذ آب به درون خاک و هدایت هیدرولیکی خاک شود (رحیم خانی، ۱۳۹۱). بررسی نیبر و همکاران (۲۰۰۰) نشان داد خاکهای آبگریز شده با محلول oc tadelcyltrichlorasilane هدایت هیدرولیکی بالاتری نسبت به خاکهای آبدوست داشتند.

اپستین (۱۹۷۵) تاثیر لجن فاضلاب بر برخی خواص فیزیکی خاک را مورد بررسی قرار داد و نتیجه گرفت که کاربرد لجن، ابتدا هدایت هیدرولیکی خاک را افزایش میدهد ولی ۵۰ تا ۸۰ روز پس از استفاده از لجن فاضلاب هدایت هیدرولیکی کاهش یافته و با مقدار آن در خاک شاهد برابر میشود. اپستین (۱۹۷۵) بیان نمود افزایش هدایت هیدرولیکی در اثر افزودن لجن فاضلاب در خاکهای رسی چشمگیرتر است. آنچه تعیین کننده میزان تداوم اثر لجن فاضلاب بر هدایت هیدرولیکی است مقدار لجن فاضلاب اضافه شده به خاک است. لووی و همکاران (۱۹۹۹) طی مطالعات خود در بررسی اثر اندازه اجزای جامد در پسابهای آلی، بیان نمودند وجود مقادیر ماده آلی سبب کاهش هدایت هیدرولیکی گردید، نتایج آنها نشان داد که در مقادیر کم ماده آلی غلظت الکترولیت و ترکیبات آن باعث تغییر ویژگیهای هیدرولیکی خاك و کاهش هدایت هیدرولیکی میگردد.

جدول ۴- نتایج تجزیه واریانس اثر لجن فاضلاب شهری بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

		میانگین مربعات	
	درجه آزادی	Ks	pr>f
لجن فاضلاب	۲	۰۸۵/۱	./۰۰۰۱* >
خطا	۹		./۰۰۰۰۵
ضریب تغییرات	۱۱		

% نشان دهنده معنی دار بودن در سطح احتمال ۵ *

جدول ۵- نتایج مقایسه میانگین اثر لجن فاضلاب شهری بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک

سطح لجن فاضلاب		هدایت هیدرولیکی اشباع (سانتیمتر بر ساعت)	
۰	a	۱۹/۲	
۵۰	b	۴۵/۱	
۸۰	c	۱۸/۱	

حروف متفاوت نشان دهنده معنیدار بودن به روش LSD در سطح احتمال ۵%

منابع

ذوالفقاری، ع.ا. و حاج عباسی، م. ۱۳۸۷. تاثیر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و آبگریزی خاک در مراتع فریدون شهر و جنگلهای لردگان. مجله آب و خاک علوم و صنایع کشاورزی، جلد ۲۲، صفحات ۲۶۲-۲۵۱.

رحیم خانی، ی. ۱۳۹۱. کارایی منحنی رطوبتی اندازه گیری شده با دستگاه صفحات فشاری برای شبیه سازی حرکت آب در خاك آبگریز. پایان نامه گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد.

قانی، ف. طباطبایی، س.ح. شایان نژاد، م. و قربانی دشتکی،م. ۱۳۹۱. مقایسه ۴ روش اندازهگیری درجات هدایت آبی اشباع خاك. مجله مهندسی منابع آب، سال پنجم.

نوروزی، م. و رمضان پور،ح. ۱۳۹۱. اثرات سیلاب و آتش سوزی بر برخی از ویژگیهای خاک جنگل لاکان در گلستان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی(علوم آب و خاک)، شماره ۶۱.
نورمهناد، ن.، طباطبایی، س.ح.، نوری امامزاده ای، م.ح. و قربانی دشتکی، ش. ۱۳۹۲. تعیین منحنی رطوبتی و پارامترهای معادله ون گنوختن در خاك های آبدوست و آبگریز شده در اثر حرارت. مجله پژوهش های (علوم خاك و آب)، جلد ۲۷، شماره ۴.
Arye G., Tarchitzky J. and Chen Y. ۲۰۱۱. Treated wastewater effects on water repellency and soil hydraulic properties of soil aquifer treatment infiltration basins. Journal of Hydrology, ۳۹۷: ۱۳۶-۱۴۵.
Bagarello V. and Sgroi A. ۲۰۰۷. Using the simplified falling head technique to detect temporal changes in field-saturated hydraulic conductivity at the surface of a sandy loam soil. Soil and Tillage Research, ۹۴: ۲۸۳-۲۹۴
Bauters T.W.J., Steenhuis T.S., DicarloD.A., Nieber J.L., DekkerL.W., Ritsema C.J. and Parlange, J.Y. ۲۰۰۰. Physics of water repellent soils. Journal of Hydrology, ۲۳۱-۲۴۳.
Blake G.R. and Hartge K.H. ۱۹۸۶. Bulk Density. In: Klute, A (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part ۱. ۲nde. Agron. Monoger. ۹. ASA. Madison. WI: PP. ۳۶۳-۳۷۵.
Buczko U., Bens O. and Durner W. ۲۰۰۶. Spatial and temporal variability of water repellency in a sandy soil contaminated with tar oil and heavy metal. Journal of Contaminant Hydrology, ۸۸: ۲۴۹-۲۶۸.
Burch G.J., Moor J.D. and Burns J. ۱۹۸۷. Soil hydrophobic effects on infiltration and catchment runoff. Hydrological Processes, ۳:۲۱۱-۲۲۲.
Chau H.W., Goh YK., Vujanovic V. and Si B.C. ۲۰۱۲ Wetting properties of fungi mycelium alter soil infiltration and soil water repellency in a sterilized wettable and repellent soil. Fungal Biology, DOI: ۱۰.۱۰۱۶/ j.funbio. ۲۰۱۲.۰۰۴.
DeBano L.F. ۱۹۸۱. Water repellent soils: a state-of-the-art. Gen. Technical Report PSW- ۴۶. Berkeley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station. ۲۱ p.
Dekker L.W. and Ritsema C.G. ۱۹۹۴. How water moves in a water repellent sandy soil. ۱. Potential and actual water repellency. Water Resourses Research, ۳۰:۲۵۰۷-۲۵۱۷.
Epstein E. ۱۹۷۵. Effect of Sewage Sludge on some soil physics properties. Journal of Environ. Qual, ۴(۱), ۱۳۹-۱۴۲.
Imenson A.C., Vertraten J.M., Van Mullingen E.J. and Sevink J. ۱۹۹۲. The effects of fire and water repellency on infiltration and runoff under Mediterranean type forests. Catena, ۱۹: ۳۴۵-۳۶۱.
Morel J.L., Guckert A. and Sedogo, M. ۱۹۷۸. Effects of spreading urban residue sludges on the physical state the soil. Bulletin de I Ecole Nationale Superieure Agronomic et des Industries Alimentaires; ۲۰: ۱۳-۲۰.
Nelson D.W. and Summers L.E. ۱۹۹۶. Total carbon organic carbon and organic matter. In: D.L. Sparks (ed.) Methods of Soil Analysis. Part ۳, chemical methods. Soil Science Society of America Madison Wisconsin, ۹۶۱-۱۰۱۰.
Ojeda G.S., Mattana Alcaniz J.M., Marando G., Bonmati M., Woche S.K. and Bachmam J. ۲۰۱۰. Wetting Process and Soil Water retention of a minesoil amended with composted and thermally dried sludges. Geoderma, ۱۵۶: ۳۹۹-۴۰۹.
Rasiah V., Voroney R.P., Groenvelet and Kachanoski P.H. ۱۹۹۰. Modifications in soil water retention and hydraulic conductivity by an oily waste. Cremlingen, Vol. ۳: ۳۶۷-۳۷۲.
Rillig M.C. ۲۰۰۵. A connection between fungal hydrophobins and soil water repellency? Pedobiologia, ۴۹: ۳۹۵-۳۹۹.
Thomas G.W. ۱۹۹۶. Soil pH and soil acidity. In: Method of Soil Analysis. Part۳, chemical methods. Soil Science Society of America Madison Wisconsin, ۴۷۵-۴۹۰.

Abstract

Water repellency reduces the hydrophobic of soil. The objective of this study was to investigate the hydraulic Conductivity of soils under different water repellency. Therefore, three levels of water repellency (zero, weak and strong) synteticly made in a silty clay loam soil by adding urban sewage sludge. water repellency were determined with water drop penetration time (WDPT) method. Then, Hydrualic Conductivity were measured. Results showed a positive relationship between urban sewage sludge and WDPT. A negative relationship between urban sewage sludge and hydraulic conductivity was observed.