

بررسی تغییرات هدایت هیدرولیکی اشباع و آب‌گریزی تحت تاثیر اندازه ذرات کود گاوی

مه‌رنوش دهقانیان^{۱*}، سید حسن طباطبایی^۲، حسین شیرانی^۳

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۱۰/۱۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۸

DOI: 10.22103/nrswe.2023.21003.1028

چکیده

برای افزایش بهره‌وری محصولات کشاورزی و بهبود ویژگی‌های خاک از کود حیوانی استفاده می‌شود. ریزجانداران بیماری‌زای موجود در کود دامی سبب آلودگی محیط زیست می‌شود. لذا نیاز است اثر دانه‌بندی کود گاوی بر ویژگی‌های فیزیکی مانند هدایت هیدرولیکی و آب‌گریزی کود بررسی شود تا مبنایی برای سایر پژوهش‌های آلودگی منابع آب و خاک قرار گیرد. هدف این پژوهش بررسی اثر اندازه کود گاوی بر هدایت هیدرولیکی اشباع و آب‌گریزی کود گاوی می‌باشد. بدین منظور چهار تیمار دانه‌بندی (D1: ۱-۲، D2: ۰/۵-۱، D3: ۰/۲۵-۰/۵ و کوچکتر از ۰/۲۵ < میلی‌متر: D4) تهیه شد. هدایت هیدرولیکی اشباع با روش بار ثابت و آزمایش آب‌گریزی با روش زمان نفوذ قطره آب انجام شد نتایج به دست آمده نشان داد با کاهش اندازه ذرات کود گاوی هدایت هیدرولیکی اشباع به صورت معنی‌داری در سطح آماری ۱ درصد کاهش می‌یابد. به ترتیب بیشترین و کمترین هدایت هیدرولیکی اشباع مربوط به تیمار D4 با هدایت هیدرولیکی ۱/۶ سانتیمتر بر دقیقه و D1 با هدایت هیدرولیکی ۰/۰۶۳ سانتیمتر بر دقیقه بود. دلیل این امر، کاهش اندازه منافذ در دانه‌بندی‌های کوچک می‌باشد. کاهش اندازه ذرات کود گاوی موجب افزایش آب‌گریزی می‌شود. به ترتیب بیشترین و کمترین درجه آب‌گریزی مربوط به تیمار D1 و تیمار D4 می‌باشد. دلیل این امر، وجود ذرات میکروبی غنی از اسیدهای چرب در تیمارهای دانه‌بندی کوچکتر می‌باشد. به نظر می‌رسد که استفاده از کود گاوی درشت دانه در کشاورزی به دلیل هدایت هیدرولیکی بالاتر و عدم آب‌گریزی گزینه مناسب‌تری نسبت به کود گاوی ریزدانه باشد.

واژگان کلیدی: دانه‌بندی کود گاوی، روش بار ثابت، روش زمان نفوذ قطره آب، ویژگی‌های فیزیکی کود گاوی.

Email: Mehrnoosh.Dehghanian@stu.sku.ac.ir

^{۱*} - نویسنده مسئول و دانشجوی دکتری، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.^۲ - دانشیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه شهرکرد، شهرکرد، ایران.^۳ - نویسنده، استاد گروه علوم خاک، دانشگاه ولیعصر، رفسنجان، ایران.

مقدمه

کودهای دامی حاوی ترکیبات آلی هستند که این ترکیبات شامل ریزجانداران و مواد مورد نیاز برای رشد گیاه بوده و می‌تواند علاوه بر حاصلخیزی شیمیایی خاک، سبب بهبود ساختمان خاک و سایر ویژگی‌های فیزیکی خاک نیز باشد (Hepperly et al. 2009). ترکیبات آلی موجود در فضولات حیوانی، ساختمان خاک را تحت تاثیر قرار می‌دهند. ساختمان خاک اثر ویژه‌ایی در تنفس ریشه و رشد و نمو گیاه دارد. اگر ساختمان خاک کروی باشد، ریشه گیاه راحت‌تر در خاک نفوذ کرده و از آب و هوای موجود در آن تغذیه و تنفس نموده و رشد و بازدهی بیشتری خواهد داشت. از این جهت مقدار کافی آب در این نوع ساختمان خاک وجود دارد. اما در صورتی که خاک ماده آلی داشته باشد، این نوع ساختمان خاک آب را به اندازه کافی در خود ذخیره کرده و آب ثقلی را خارج می‌کند. یکی از راه‌های تامین ماده آلی خاک استفاده از کود دامی می‌باشد. کودهای دامی دارای بیشمار ریزجانداران مفید هستند که نواقص فیزیکی خاک را برطرف می‌کنند (Nyamangara et al. 2001). کاربرد کود در مزرعه، فعالیت زیستی را افزایش می‌دهد که در اثر آن فضاهای درشت در درون خاک افزایش می‌یابد. روش کوددهی به خاک به حالت کود (مابع یا جامد)، نوع خاک و نوع کشت بستگی دارد (Hagedorn and McCoy 1979). آب‌گریزی خاصیت برخی از مواد طبیعی یا مصنوعی است که سبب می‌شود آب به سختی به آن‌ها بچسبد. به عبارتی قطرات آب به راحتی از روی این مواد جامد می‌غلند و پس از برخورد با آنها به عقب باز می‌گردند (Dekker et al. 2001). آب‌گریزی زمانی رخ می‌دهد که زاویه تماس قطرات آب با سطح بیشتر از ۹۰ درجه باشد (Wallis and Horne 1992). مواد آلی آبگریز توسط ترشحات ریشه گیاهان، گونه‌های قارچی خاص، موم‌های سطحی برگ‌های گیاه و مواد آلی در حال تجزیه در خاک تولید می‌شود (Hallett et al. 2006). اگر خاکی مستعد آب‌گریزی باشد، زمانی که محتوای آب خاک کمتر از مقدار بحرانی باشد، خشک می‌شود. رفتار این خاک می‌تواند به طور ناگهانی از نفوذپذیر تا غیر نفوذپذیر تغییر کند (Dekker et al. 2001). مرطوب ماندن طولانی مدت می‌تواند این روند را معکوس کند و در نتیجه خاک‌های آب‌گریز دوباره قابلیت نفوذپذیری را به دست آورند

(Clothier et al. 2000). بیش از ۵۰ ترکیب آلی آب‌گریز در انواع خاک‌ها شناسایی شده است (Almendros et al. 1988). ترکیباتی که گزارش شده سبب آب‌گریزی می‌شوند را می‌توان به دو دسته غیرقطبی و آمفی‌فیلیک (ترکیباتی که هم آب‌دوست و هم چربی دوست هستند) دسته بندی کرد. گروه غیرقطبی شامل هیدروکربن‌های آلیفاتیک، زنجیره‌های بلند کربن و هیدروژن با بار خالص صفر است (McIntosh and Horne 1994). در خاک انواع کلئیدهای معدنی، آلی و زیستی از جمله کانی‌های رسی، اکسیدهای فلزی، هیدروکسیدها، مولکول‌های آلی و همچنین باکتری‌ها، ویروس‌ها و تک‌یاخته‌ها وجود دارد (McCarthy and McKay 2004). انتقال و رسوب این کلئیدها در خاک نقش تعیین کننده‌ایی بر آلودگی منابع آب و خاک دارد (McDowell-Boyer et al. 1986). باکتری‌ها از نظر اندازه (از ۰/۲ تا ۲ میکرومتر) و شکل (کوکوئید، کروی و میله ای و ...) بسیار متفاوت هستند و از انواع مختلف مولکول‌های بزرگ به عنوان مثال پلیمرهای زیستی تشکیل شده‌اند. این عوامل سبب می‌شوند که تغییرات پویایی در سطح باکتری رخ دهد و سبب تغییر ویژگی‌های آبدوستی و آب‌گریزی شود (Kögel-Knabner 2002). بررسی‌های صورت گرفته بر انتقال باکتری‌ها با کمک آب در ستون‌های غیراشباع خاک با در نظر گرفتن تأثیر آب‌گریزی سطحی سلول باکتری و ویژگی‌های خاک نشان داد که سرعت انتقال باکتری به کمک آب در باکتری‌های آبدوست ۲ تا ۳ برابر بیشتر از سرعت انتقال باکتری به کمک آب در باکتری‌های آبگریز است و دلیل این اختلاف بیشتر بودن نیروی چسبندگی بین سلول‌های باکتری آبگریز به ذرات خاک بود. (Huysman and Verstraete 1993) انتقال و نگهداشت باکتری‌ها را در ستون‌های خاک با شدت جریان‌های ۰/۸، ۲ و ۴/۷ سانتی‌متر بر ساعت بررسی کردند و دریافتند که تعداد باکتری‌های با افزایش شدت آبیاری در عمق‌های مختلف خاک کاهش می‌یابد و با بررسی اثر شدت جریان‌های مختلف بر انتقال باکتری‌های آبگریز و آبدوست به این مهم دست یافتند که گونه‌های آبگریز دارای آبشویی کم‌تری نسبت به باکتری‌های آبدوست بوده است و میزان زمان تماس بین باکتری با خاک بر نگهداشت و انتقال باکتری اثر به سزایی دارد. بررسی‌ها نشان داد

با پارافین مایع روغن کاری شد. در این پژوهش کودگاو مورد نیاز از یک دامداری سنتی بدون مصرف هیچ‌گونه از انواع آنتی‌بیوتیک و پروبیوتیک‌ها تهیه شد. کود گاوی مورد استفاده به صورت روزانه تهیه شد و در دمای اتاق به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفت تا به رطوبت ۲۰ تا ۳۰ درصد وزنی رسید. سپس کود خشک شده از الک‌های شماره ۱۰، ۱۸، ۳۵ و ۶۰ عبور داده شد و تیمارهای دانه‌بندی مورد نظر (۲-۱، ۱-۰/۵، ۰/۵-۰/۲۵ و کوچکتر از ۰/۲۵ میلیمتر) به دست آمد (Sepehrnia et al. 2021) و تیمارها مطابق جدول (۱) نام گذاری شدند. کود گاوی پس از الک شدن و طبقه‌بندی در تیمار مورد نظر، درون استوانه به صورت لایه لایه قرار گرفت. در ابتدا با توجه به وزن مخصوص اندازه‌گیری شده برای هر تیمار کود، وزن کود مورد نظر برای هر لایه ۵۰ میلیمتری محاسبه شد و کود با وزن مورد نظر به ستون اضافه شد. برای رسیدن به ارتفاع مورد نظر چند ضربه آهسته با کوبه دستی به سطح کود زده و دوباره لایه‌های بعدی به همین ترتیب اضافه شد. تمامی آزمایشات در سه تکرار اجرا شد. سپس ستون‌های آزمایش با تیمار دانه‌بندی کود مورد نظر پر شد و آزمایش هدایت هیدرولیکی به روش بار ثابت به شرح زیر انجام شد.

اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع تیمارهای کود

هدایت هیدرولیکی اشباع کود از روش بار ثابت اندازه‌گیری شد (Benson and Grib 1997). در این روش از استوانه‌هایی با جنس PVC با قطر داخلی ۵۰ و ارتفاع ۱۲۰ میلیمتر استفاده شد. سپس ستون‌های آزمایش به مدت ۲ روز از کف با آب شهری اشباع شدند و پس از آن بار ثابت هیدرولیکی روی ستون کود برقرار شد.

که مقدار معینی از مواد آلی موجود در خاک ممکن است برای پوشاندن ذرات ریز و درشت خاک کافی باشد. اگر چنین باشد، خاک‌هایی با بافت ریز می‌توانند درجات آب‌گریزی بالایی را نشان دهند. مطالعات زیادی این موضوع را تایید کردند (Doerr et al. 1996). آب‌گریزی کود گاوی در منابع مختلف به الیاف گیاهی موجود در آن نسبت داده شده است (Kulshreshtha et al. 2020). هدایت هیدرولیکی بیانگر سهولت حرکت آب در محیط متخلخل می‌باشد، تغییر این مولفه مقدار آب ورودی به منطقه فعالیت ریشه گیاه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. همچنین افزایش شدت آب‌گریزی سبب کاهش محتوای آب قابل دسترس برای گیاه می‌شود (Hewelke et al. 2016). بنابراین بررسی این دو مشخصه مهم می‌تواند در مدیریت کود دهی تعیین کننده باشد. همچنین با توجه به اثر آب‌گریزی و هدایت هیدرولیکی اشباع بر محتوای آب خاک و آب قابل دسترس برای گیاه، لزوم بررسی اثر اندازه کود گاوی بر ویژگی‌های ذکر شده در مدیریت آبیاری تعیین کننده است. لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر اندازه ذرات کود گاوی بر هدایت هیدرولیکی اشباع و درجه آب‌گریزی می‌باشد.

مواد روش‌ها

مشخصات ستون‌های آزمایش

این پژوهش به صورت آزمایشگاهی داخل ستون در آزمایشگاه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد در سال ۱۳۹۹-۱۴۰۰ اجرا شد. ستون آزمایش قسمتی از لوله پلی اتیلن با قطر داخلی ۵۰ میلیمتر و ارتفاع ۱۲۰ میلیمتر بود که با اسید کلریدریک رقیق میکروزدایی و برای جلوگیری از ایجاد جریان‌های ترجیحی سطح داخلی ستون

جدول (۱): تیمارهای تحقیق

D4	D3	D2	D1	تیمار دانه‌بندی کود گاوی
۱-۲	۰/۵-۱	۰/۲۵-۰/۵	>۰/۲۵	اندازه (mm)

در این معادله Q دبی جریان خروجی با واحد $(L^3.T^{-1})$ ، K هدایت هیدرولیکی اشباع با واحد $(L.T^{-1})$ ، i گرادیان

در پایان هدایت هیدرولیکی اشباع از معادله داری محاسبه شد.

$$Q=KiA \quad (1)$$

ویژگی‌های فیزیکی کود مورد استفاده

شکل (۱) و (۲) به ترتیب جرم مخصوص ظاهری و تخلخل تیمارهای دانه‌بندی کود گاوی را نشان می‌دهد. با توجه به شکل (۱) با افزایش اندازه تیمارهای کود گاوی، مقدار جرم مخصوص ظاهری افزایش می‌یابد. به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری در تیمار دانه‌بندی (D1:۶۷٪) و (D4:۴۴٪) مشاهده شد. همچنین با کاهش اندازه دانه‌بندی کود گاوی، درصد تخلخل افزایش یافت. به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار جرم مخصوص ظاهری در تیمار دانه‌بندی (D1:۶۷٪) و (D4:۴۴٪) مشاهده شد. بیشترین و کمترین درصد تخلخل به دانه‌بندی (D1:۶۸٪) و (D4:۴۰٪) تعلق دارد (شکل ۲). تحقیقات زیادی نشان می‌دهد که با کاهش اندازه ذرات محیط متخلخل، جرم مخصوص ظاهری افزایش پیدا می‌کند و درصد تخلخل افزایش می‌یابد (Boadu 2000).

هدایت هیدرولیکی اشباع کود

جدول (۴) تجزیه واریانس اثر دانه‌بندی بر هدایت هیدرولیکی کود گاوی را نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، اثر دانه‌بندی بر هدایت هیدرولیکی در سطح آماری ۱درصد معنی‌دار است. شکل (۳) نشان می‌دهد که با افزایش اندازه ذرات کود گاوی، مقدار هدایت هیدرولیکی افزایش می‌یابد و اندازه ذرات کود گاوی با مقدار هدایت هیدرولیکی رابطه مستقیم دارد. چنان‌که به ترتیب بیشترین و کمترین هدایت هیدرولیکی در تیمار دانه‌بندی D1 و D4 مشاهده شد. در تئوری هم هدایت هیدرولیکی اشباع به اندازه منافذ و نحوه توزیع و بهم پیوستگی آنها بستگی دارد. بسیاری از مدل‌هایی که برای تعیین هدایت هیدرولیکی خاک ارائه شده بر پایه توزیع اندازه ذرات خاک می‌باشد. (Sperry and Pierce 1995) در پژوهشی با استفاده از توزیع اندازه ذرات خاک و مقدار رطوبت آن، مدلی برای تخمین هدایت هیدرولیکی خاک ارائه کرد. در این مدل کمترین مقدار هدایت هیدرولیکی به دست آمده مربوط به نمونه خاک با کوچکترین اندازه ذرات بود. به علاوه بیشترین سرعت منفذی آب در خاک متعلق به درشت‌ترین

هیدرولیکی با واحد $(L.L^{-1})$ و A سطح مقطع جریان با واحد (L^2) است.

اندازه‌گیری آب‌گریزی

روش‌های مختلفی برای تعیین مقدار کمی و کیفی آب‌گریزی وجود دارد، از جمله آنها می‌توان به آزمون زمان نفوذ قطره آب (Dekker and Ritsema 2003)، اندازه‌گیری زاویه تماس آب (آزمون مولاریته اتانول)^۱ (Roy 2002) (and McGill)، روش صعود مویینگی^۲ (Leelamanie et al. 2008) و روش قطره ثابت^۳ اشاره کرد. پرکاربردترین روش در بررسی کمیت و کیفیت آب‌گریزی خاک آزمون زمان نفوذ قطره آب (WDPT) است. در آزمون زمان نفوذ قطره آب ابتدا قطره به آرامی روی سطح خاک قرار می‌گیرد و زمان نفوذ و یا زمان جذب قطره آب اندازه‌گیری می‌شود (Dekker and Retisma 2003). اگر خاک آب‌گریز باشد، قطره آب در خاک نفوذ نمی‌کند و مدت زمان مشخصی روی سطح خاک می‌ماند. این مدت زمان، زمان نفوذ قطره آب به خاک نام دارد. این روش شاخص کیفی بررسی آب‌گریزی سطوح می‌باشد. جدول (۲) حد آب‌گریزی سطوح را بر اساس زمان نفوذ قطره آب نشان می‌دهد.

محاسبات آماری

طرح آماری مورد استفاده در تحقیق حاضر، طرح کامل تصادفی بود. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS و SPSS انجام شد. تحلیل آماری شامل آنالیز واریانس و پس از آن آزمون مقایسه میانگین با روش^۴ LSD، در سطح احتمال یک درصد انجام گرفت.

ویژگی‌های شیمیائی کود گاوی مورد استفاده

جدول (۳) برخی ویژگی‌های شیمیایی کود مورد بررسی را نشان می‌دهد. کود مورد بررسی از نظر اسیدیته در محدوده بازی می‌باشد. از لحاظ شوری غیر شور است و مقدار SAR (نسبت جذبی سدیم) برابر $(meq.l)^{0.5}$ ۵/۳۷ است که نشان می‌دهد در این کود غالبیت جذب سدیم وجود ندارد.

۱. Ethanol Molarity

۲. Capillary Rise

۳. Sessile Drop Method (SDM)

۴. Lowest Significant Difference

۵. Water Drop Penetration Time

می‌باشد. بررسی‌های انجام شده در مورد اثر توزیع اندازه ذرات خاک بر هدایت هیدرولیکی نشان می‌دهد که پارامتر d_{10} به نسبت سایر پارامترها در تخمین هدایت هیدرولیکی اثر بیشتری دارد. به علاوه در میان ۲۵ نوع خاک، نمونه‌هایی که دانه‌بندی ریزتر با یکنواختی بالاتری داشتند، هدایت هیدرولیکی کمتری را نشان دادند (Chapious et al. 2012). افزایش اندازه ذرات کود گاوی، مقدار هدایت هیدرولیکی افزایش می‌یابد و اندازه ذرات کود گاوی با مقدار هدایت هیدرولیکی رابطه مستقیم دارد. چنان‌که به ترتیب بیشترین و کمترین هدایت هیدرولیکی در تیمار دانه‌بندی $D1$ و $D4$ مشاهده شد. در تئوری، هدایت هیدرولیکی اشباع به اندازه منافذ و نحوه توزیع و بهم پیوستگی آنها بستگی دارد (Dekker and Ritesma 2003).

بافت خاک بود. شکل و اندازه ذرات خاک تعیین کننده شکل و اندازه منافذ خاک می‌باشند. این منافذ در سهولت حرکت آب در خاک و افزایش نگهداشت آب در خاک نقش تعیین کننده‌ایی دارند. خاک‌هایی که در آنها ذرات درشت دانه فراوانی بیشتری دارند به دلیل بزرگ بودن منافذ، قابلیت هدایت هیدرولیکی بالاتری نسبت به خاک‌های ریز دانه دارند (Boadu 2000). به عنوان مثال (Wang et al. 2017) با بررسی چند نمونه خاک دست نخورده نشان داد که هدایت هیدرولیکی خاک با بافت شنی ۲۹ سانتیمتر بر ساعت، در خاک سیلتی شنی ۱/۴ سانتیمتر بر ساعت و خاک رس سیلتی ۰/۰۹۱ سانتیمتر بر ساعت بود. همچنین آنها دریافتند که هدایت هیدرولیکی اشباع در خاک شنی ۳۰۰ برابر بیشتر از مقدار مشابه در خاک رس سیلتی

جدول (۲): سطوح مختلف آب‌گیری بر اساس روش زمان نفوذ قطره آب (WDP) (Dekker and Retisma 2003)

درجه آب‌گیری	بدون آب‌گیری	آب‌گیری جزئی	آب‌گیری زیاد	آب‌گیری شدید	آب‌گیری خیلی شدید
زمان نفوذ قطره آب (WDPT)(ثانیه)	<۵	۵-۶۰	۶۰-۶۰۰	۶۰۰-۳۶۰۰	>۳۶۰۰

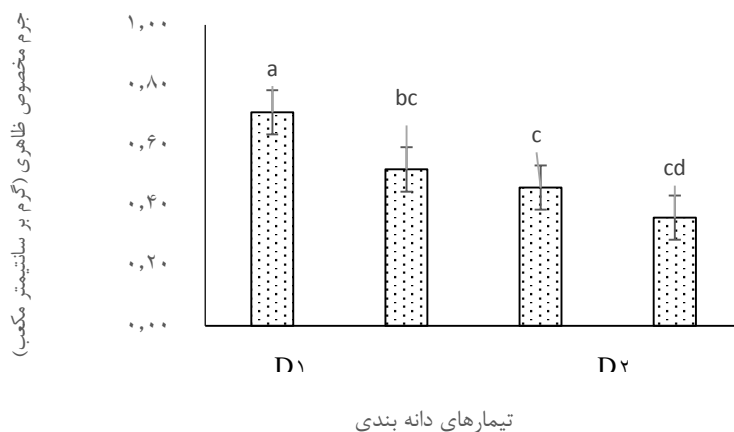
جدول (۳): ویژگی‌ها شیمیایی کود مورد بررسی

ماده مورد بررسی	pH	EC (dS. m ⁻¹)	Mg ²⁺ (meq. L ⁻¹)	Ca ²⁺ (meq. L ⁻¹)	Na ⁺ (meq. L ⁻¹)	ماده آلی
کود گاوی	۸/۵۵	۳/۶۵	۲۸/۵	۱۲/۵	۲۴/۳۴	۶۹ درصد

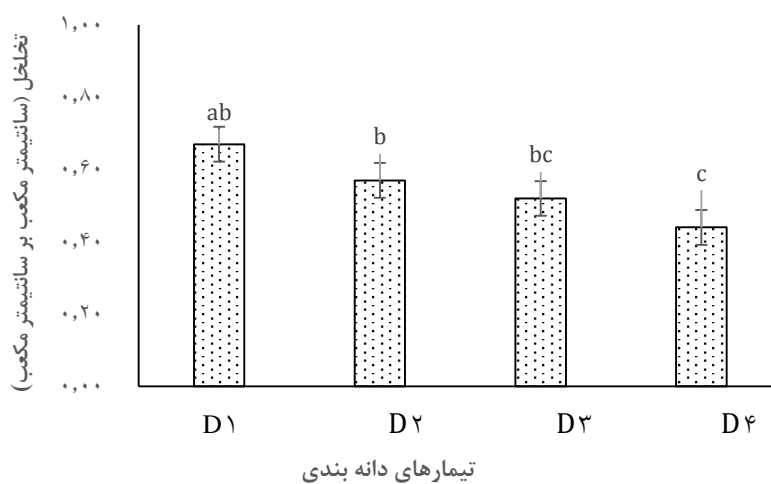
جدول (۴): تجزیه واریانس هدایت هیدرولیکی تیمارهای مختلف کود گاوی

منبع تغییر	درجات آزادی	میانگین مربعات	F
دانه‌بندی کود گاوی	۳	۱/۴۰	۷۰/۹۰۵*
خطا	۸	۰/۰۲۰	
کل	۱۱		

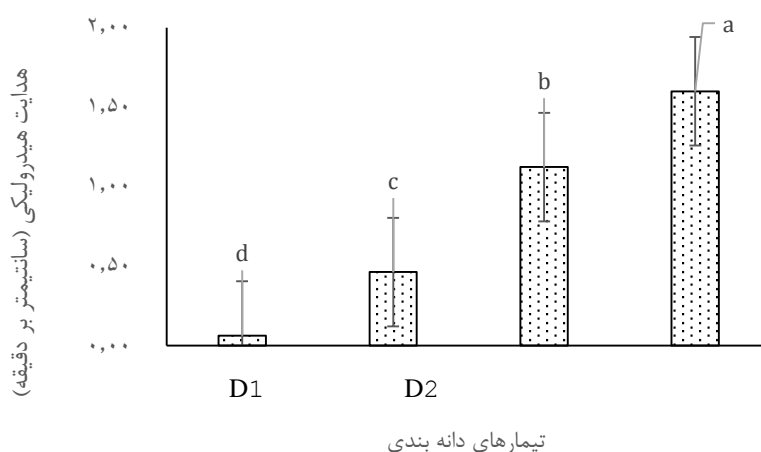
* معنی داری در سطح ۱ درصد آماری.



شکل (۱): وزن مخصوص ظاهری در تیمارهای دانه بندی کود گاوی



شکل (۲): میزان تخلخل در تیمارهای دانه بندی کود گاوی



شکل (۳): مقایسه هدایت هیدرولیکی در تیمارهای دانه بندی کود گاوی

است. با توجه به شکل (۴) بیشترین آب گریزی مربوط به تیمار D1 (قطر ذرات کود گاوی کوچکتر از ۰/۲۵ میلیمتر)

جدول (۵) نشان می دهد که اثر دانه بندی کود گاوی بر آب گریزی ذرات این کود در سطح آماری ۱ درصد معنی دار

Rodriguez-Alleres) در زمینه مقایسه آب‌گیری در سه خاک مختلف مزرعه ذرت، علفزار و جنگل در چهار دانه بندی ۱-۲، ۰/۵-۱، ۰/۵-۰/۲۵ و ۰/۰۵-۰/۲۵ میلی‌متر نشان داد که بیشترین مقدار آب‌گیری در کوچکترین دانه‌بندی مشاهده شد. همچنین بررسی‌های صورت گرفته بر نمونه‌های خاک الک شده و خشک شده در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت دو روز نشان داد که بیشترین آب‌گیری مربوط به کوچکترین دانه‌بندی خاک بوده است (Hallin et al. 1993). اما در مطالعاتی که توسط (Bisdorn et al. 2015) انجام شد برای کاهش آب‌گیری خاک، دو گروه بیوچار با اندازه ذرات درشت و اندازه ذرات ریز به خاک اضافه شد. نتایج نشان داد که ذرات ریزتر سبب کاهش بیشتر آب‌گیری شد، دلیل این امر افزایش سطح جذب آب توسط بیوچار ریزتر عنوان شد.

و کمترین آب‌گیری مربوط به تیمار D4 (قطر ذرات کود بین ۱ تا ۲ میلی‌متر) می‌باشد. با توجه به جدول (۶) تیمار دانه‌بندی D4 بدون آب‌گیری و تیمارهای D3 و D2 با آب‌گیری جزئی و D1 دارای آب‌گیری زیاد است. در واقع تفاوت زمان نفوذ آب به درون کود در تیمار D3 و D4 معنی‌دار نیست. اما با توجه به جدول (۲) که نشان دهنده شدت آب‌گیری است، این دو تیمار در دو گروه بدون آب‌گیری و با آب‌گیری جزئی قرار می‌گیرند که در هر صورت این دو تیمار یا به عبارتی تیمارهای درشت دانه نسبت به تیمارهای ریز دانه، شدت آب‌گیری کمتری دارند. همچنین بررسی‌های صورت گرفته نشان می‌دهد که بیشترین شدت آب‌گیری در خاکی مشاهده می‌شود که دارای ریزترین دانه‌بندی است (Mataix-Solera and Doer 2004). به علاوه پژوهش‌های انجام گرفته توسط (et al. 2007)

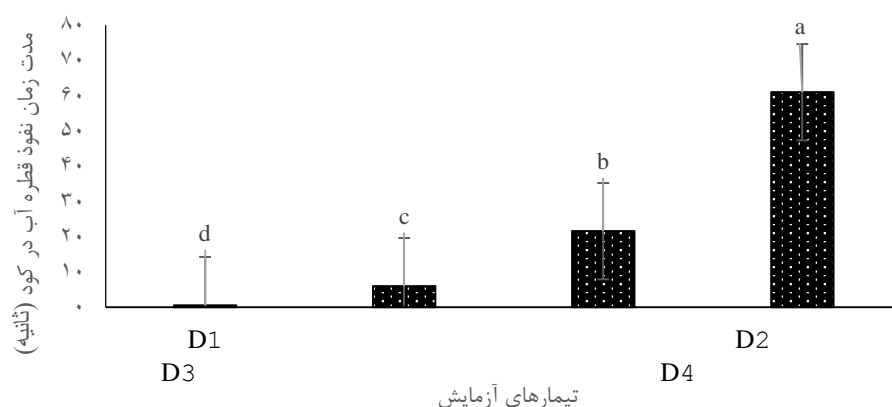
جدول (۵): تجزیه واریانس آب‌گیری تیمارهای مختلف دانه‌بندی کود

F	میانگین مربعات	درجات آزادی	منبع تغییر
۲۵۱/۹۹۱*	۲۲۳۰/۳۳۴	۳	دانه‌بندی کود گاوی
	۸/۸۵۱	۸	خطا
		۱۱	کل

* معنی داری در سطح ۱ درصد آماری

جدول (۶): درجات آب‌گیری کود در تیمارهای مختلف دانه‌بندی

D4	D3	D2	D1	تیمار دانه‌بندی کود گاوی
۲-۱	۰/۵-۱	۰/۲۵-۰/۵	>۰/۲۵	اندازه (میلی‌متر)
۰/۷	۶	۲۱/۶۷	۶۱	زمان نفوذ آب (ثانیه)
بدون آب‌گیری	آب‌گیری جزئی	آب‌گیری جزئی	آب‌گیری زیاد	درجه آب‌گیری



شکل (۴): اثر اندازه ذرات کود گاوی بر آب‌گریزی. تیمارهای دانه‌بندی عبارتند از: D1: قطر ذرات کود کوچکتر از ۰/۲۵ میلی‌متر، D2: قطر ذرات کود بین ۰/۵-۰/۲۵ میلی‌متر، D3: قطر ذرات کود بین ۱-۰/۵ میلی‌متر و D4: قطر ذرات کود بین ۱ تا ۲ میلی‌متر.

نتیجه‌گیری

وجود ذراتی به اندازه ذرات رس بار منفی و غنی از اسید چرب در تیمارهای دانه‌بندی کوچکتر می‌باشد. به نظر می‌رسد که کود گاوی با ذرات درشت‌تر گزینه بهتری نسبت به کود گاوی ریزدانه برای استفاده کشاورزی باشد. دلیل این امر بیشتر بودن هدایت هیدرولیکی اشباع که خود عامل تعیین‌کننده برای رسیدن آب به منطقه توسعه ریشه گیاه است، می‌باشد. همچنین آب‌گریزی کمتر کودهای گاوی درشت دانه سبب نگهداشت و ذخیره هر چه بیشتر آب در لایه سطحی کود و در صورت اختلاط با خاک، سبب افزایش ذخیره آب در خاک می‌شود.

در این پژوهش، اثر اندازه ذرات کود گاوی در چهار سطح (۱-۲، ۰/۵-۱، ۰/۲۵-۰/۵، و کوچکتر از ۰/۲۵ میلی‌متر) بر هدایت هیدرولیکی اشباع و آب‌گریزی آنها بررسی شده است. نتایج نشان داد که با کاهش اندازه ذرات کود گاوی مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع، کاهش می‌یابد. دلیل این امر، کاهش اندازه منافذ در تیمارهای ریزدانه می‌باشد. همچنین کاهش اندازه ذرات کود گاوی سبب افزایش شدت آب‌گریزی شد. به طوری که تیمارهای درشت دانه D4 و D3 بدون آب‌گریزی، تیمار D2 با آب‌گریزی جزئی و تیمار D1 شدیداً آب‌گریز بود. با توجه به نتایج پژوهش‌های (Kulshreshtha et al. 2020) دلیل افزایش درجه آب‌گریزی

منابع

- Almendros G., Martin F., and González-Vila F. J. 1988. Effects of fire on humic and lipid fractions in a Dystric Xerochrept in Spain, *Geoderma*, 42(2): 115-127. [https://doi.org/10.1016/0016-7061\(88\)90028-6](https://doi.org/10.1016/0016-7061(88)90028-6).
- Benson C., and Gribb M. 1997. Measuring unsaturated hydraulic conductivity in the laboratory and the field. *Geotechnical Special Publication*, (1):113-168.
- Bisdorf E. B. A., Dekker L. W., and Schouten J. T. 1993. Water repellency of sieve fractions from sandy soils and relationships with organic material and soil structure. In *Soil Structure/Soil Biota Interrelationships. International Workshop on Methods of Research on Soil Structure/Soil Biota Interrelationships*, 1(1): 105-118. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-81490-6.50013-3>
- Boadu F. K. 2000. Hydraulic conductivity of soils from grain-size distribution: new models. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 126(8): 739-746. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0241\(2000\)126:8\(739\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0241(2000)126:8(739))

5. Chapuis R. 2012. Predicting the saturated hydraulic conductivity of soils: a review. *Bulletin of Engineering Geology and the Environment*, (71):401-434. <https://doi.org/10.1007/s10064-012-0418-7>
6. Clothier B. E., Vogeler I., and Magesan G N. 2000. The breakdown of water repellency and solute transport through a hydrophobic soil. *Journal of Hydrology*, 231(1): 255-264. [https://doi.org/10.1016/S0022-1694\(00\)00199-2](https://doi.org/10.1016/S0022-1694(00)00199-2)
7. Dekker L W., Doerr S H., Oostindie K., Ziogas A K., and Ritsema C. J. 2001. Water repellency and critical soil water content in a dune sand. *Soil Science Society of America Journal*, 65(6): 1667-1674. <https://doi.org/10.2136/sssaj2001.1667>
8. Dekker L. W., and Ritsema C. J. 2003. Uneven moisture patterns in water repellent soils. *Geoderma*, 70(2-4): 87-99. <https://doi.org/10.2136/2008.soilsciencestepbystep.c8>
9. Doerr S. H., Shakesby R. A., and Walsh R. P. 1996. Soil hydrophobicity variations with depth and particle size fraction in burned and unburned *Eucalyptus globulus* and *Pinus pinaster* forest terrain in the Agueda Basin, Portugal. *Catena* 27(1): 25-47. [https://doi.org/10.1016/0341-8162\(96\)00007-0](https://doi.org/10.1016/0341-8162(96)00007-0)
10. Hagedorn C., and McCoy E. L. 1979. Soil suitability for on-site waste disposal: development of genetically marked *Escherichia coli* strains as tracers of subsurface water flow. Completion Report for Project A-039-ORE. *Water Resource And Technology*, (1):22-38.
11. Hallett P. D., White N. A., and Ritz K. 2006. Impact of basidiomycete fungi on the wettability of soil contaminated with a hydrophobic polycyclic aromatic hydrocarbon. *Biologia*, 61(19): S334-S338. <https://doi.org/10.2478/s11756-006-0184-8>
12. Hallin I. L., Douglas P., Doerr S. H., and Bryant R. 2015. The effect of addition of a wettable biochar on soil water repellency. *European Journal of Soil Science*, 66(6): 1063-1073. <https://doi.org/10.1111/ejss.12300>
13. Hepperly P., Lotter D., Ulsh C. Z., Seidel R. and Reider C. 2009. Compost, manure and synthetic fertilizer influences crop yields, soil properties, nitrate leaching and crop nutrient content. *Compost Science & Utilization*, 17(2): 117-126. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2009.10702410>
14. Hewelke E., Szatyłowicz J., Gnatowski T., and Oleszczuk R. 2016. Effects of soil water repellency on moisture patterns in a degraded sapric histosol. *Land Degradation & Development*, 27(4): 955-964. <https://doi.org/10.1002/ldr.2305>
15. Huysman F., and Verstraete W. 1993. Water-facilitated transport in porous media—evaluation of a model using laboratory observation. *Water Resource Research*, 28(1): 915-923. <https://doi.org/10.1029/91WR02980>
16. Kögel-Knabner I. 2002. The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as inputs to soil organic matter. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(2): 139-162. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(01\)00158-4](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(01)00158-4)
17. Kulshreshtha Y., Mota N. J., Jagadish K. S., Bredenoord J. Vardon P. J., van Loosdrecht M. C., and Jonkers H. M. 2020. The potential and current status of earthen material for low-cost housing in rural India. *Construction and Building Materials*, 247(1): 118615. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118615>
18. 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 Science Plant Nutrition*, 54(2): 179-187. <https://doi.org/10.1111/j.1747-0765.2007.00232.x>
19. Mataix-Solera J., and Doerr S. H. 2004. Hydrophobicity and aggregate stability in calcareous topsoils from fire-affected pine forests in southeastern Spain. *Geoderma*, 118(1-2): 77-88. [https://doi.org/10.1016/S0016-7061\(03\)00185-X](https://doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00185-X)
20. McCarthy J. F., and McKay L. D. 2004. Colloid transport in the subsurface: Past, present, and future challenges. *Vadose Zone Journal*, 3(2): 326-337. <https://doi.org/10.2113/3.2.326>

21. McDowell-Boyer L. M., Hunt J. R., and Sitar N. 1986. Particle transport through porous media. *Water Resources Research*, 22(13): 1901-1921. <https://doi.org/10.1029/WR022i013p01901>
22. McIntosh J. C., and Horne D. J. 1994. Causes of repellency: The nature of the hydrophobic compounds found in a New Zealand development sequence of yellow-brown sands. In *Proceedings of the 2nd National Water Repellency Workshop* (pp. 1-5). Perth Western Australia.
23. Nyamangara J., Gotosa J., and Mpfu S. E. 2001. Cattle manure effects on structural stability and water retention capacity of a granitic sandy soil in Zimbabwe. *Soil and Tillage Research*, 62(3-4): 157-162. [https://doi.org/10.1016/S0167-1987\(01\)00215-X](https://doi.org/10.1016/S0167-1987(01)00215-X)
24. Rodriguez-Alleres M., de Blas E., and Benito E. 2007. Estimation of soil water repellency of different particle size fractions in relation with carbon content by different methods. *Science of the Total Environment*, 378(1-2): 147-150. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2007.01.034>
25. Roy J. L., and McGill W. B. 2002. Assessing soil water repellency using the molarity of ethanol droplet (MED) test. *Soil Science*, 167(2): 83-97.
26. Sepehrnia N., Tabatabaei S. H., Norouzi H., Gorakifard M., Shirani H., Rezanezhad F. 2021. Particle fractionation controls *Escherichia coli* release from solid manure. *Heliyon*, 7(5): e07038. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07038>
27. Sperry J. M., and Peirce J. J. 1995. A model for estimating the hydraulic conductivity of granular material based on grain shape, grain size, and porosity. *Groundwater*, 33(6): 892-898. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6584.1995.tb00033.x>
28. Wallis M.G., and Horne D J. 1992. Soil water repellency. *Advances in Soil Science*, 20(1): 91-146. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-2930-8_2
29. Wang J P., François B. and Lambert P. 2017. Equations for hydraulic conductivity estimation from particle size distribution: A dimensional analysis. *Water Resources Research*, 53(9): 8127-813. <https://doi.org/10.1002/2017WR020888>

Investigating the Changes of Saturated Hydraulic Conductivity and Water Repellency Under the Influence of the Particle Size of Cattle Manure

Mehrnoush Dehghanian^{*1}, Sayyed Hasan Tabatabaei², Hosein Shirani³

DOI: 10.22103/nrswe.2023.21003.1028

Abstract

Animal manure is used to increase the productivity of agricultural products and improve soil properties. Pathogenic microorganisms present in animal manure cause environmental pollution. Therefore, it is necessary to investigate the effect of cattle manure granulation on physical characteristics such as hydraulic conductivity and hydrophobicity of manure in order to be a basis for other researches on water and soil pollution. The aim of this research is to investigate the effect of cow manure size on saturation hydraulic conductivity and hydrophobicity of cow manure. For this purpose, four granulation treatments were prepared (D1-1-2, D2-0.5-1, D3-0.25-0.5 and D4>0.25 mm smaller). Saturated hydraulic conductivity was done by constant load method and water repellency test was done by water drop penetration time method. The obtained results showed that by reducing the size of cow dung particles, saturated hydraulic conductivity decreases significantly at a statistical level of 1%. Respectively, the highest and lowest saturation hydraulic conductivity was related to treatment D4 with hydraulic conductivity of 1.6 cm/min and D1 with hydraulic conductivity of 0.063 cm/min. The reason for this is to reduce the pore size in small grains. Reducing the particle size of cow dung increases water repellency. The highest and lowest degree of water repellency is related to treatment D1 and treatment D4, respectively. The reason for this is the presence of microbial particles rich in fatty acids in smaller granulation treatments. It seems that the use of coarse-grained cow manure in agriculture is a more appropriate option than fine-grained cow manure due to its higher hydraulic conductivity and lack of hydrophobicity.

Keywords: Cattle manure granulation, Constant load method, Water drop penetration time method, Physical properties of cow manure.

1*. Corresponding author, Ph.D. student, Department of Water Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Iran. Email: Mehrnoosh.Dehghanian@stu.sku.ac.ir

2. Associate Professor, Department of Water Engineering, Shahrekord University, Shahrekord, Iran.

3. Professor, Department of Soil Science, Rafsanjan University, Rafsanjan, Iran.