



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
2-4 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۱ تا ۱۳ آذرماه ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب  
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران  
College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



## تأثیر بیوچار چوب سیب بر نفوذ آب و پارامترهای هیدرولیکی خاک در کشت دیم آویشن

امیر منصورشاهسوار<sup>۱</sup>، محمدرضا مصدقی<sup>۲</sup>، مهدی قیصری<sup>۳</sup> و مهدی رحیم ملک<sup>۴</sup>

۱- دانش‌آموخته دکتری، گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، mansourshahsavar@gmail.com

۲- استاد گروه علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- دانشیار گروه مهندسی آب و توسعه روستایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۴- استاد گروه زیست‌فناوری کشاورزی و علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

### چکیده

بیوچار ماده‌ای جامد و سیاه‌رنگ غنی از کربن است که از پیرولیز مانده‌های آلی در محیطی با اکسیژن کم یا بدون اکسیژن تولید می‌شود. این ماده موجب بهبود کیفیت خاک و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود. ولی پژوهش‌های اندکی در مورد اثر کاربرد بیوچار در شرایط مزرعه‌ای بر نفوذ آب و ویژگی‌های هیدرولیکی خاک انجام شده است. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر کاربرد بیوچار شاخه‌های درخت سیب (۰، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار تقریباً معادل ۰، ۱ و ۲ درصد) بر نفوذ آب به خاک، هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع ( $K_{unsat}$  و  $K_s$ ) و طول درخت موئینه ( $\lambda_c$ ) در کشت دیم آویشن انجام شد. اندازه‌گیری نفوذ غیراشباع آب به خاک با دستگاه نفوذسنج مکشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با کرت‌های خردشده در زمان (در سال‌های متوالی ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹) انجام شد. نتایج نشان داد کاربرد بیوچار موجب افزایش نفوذ جمعی آب به خاک و هدایت هیدرولیکی اشباع و نزدیک‌اشباع خاک شد. به دلیل تأثیر مفید بیوچار بر ساختمان و ماده آلی خاک، بیشترین میزان نفوذپذیری آبی خاک،  $K_{unsat}$  و  $K_s$  در تیمار بیوچار ۳۰ تن در هکتار مشاهده شد. ولی کاربرد بیشتر بیوچار (۶۰ تن در هکتار) موجب افزایش کمتر نفوذپذیری آبی خاک،  $K_{unsat}$ ،  $K_s$  و نسبت به شاهد شد که به پرشدن منافذ خاک توسط ذرات بیوچار و تشدید آب‌گریزی خاک می‌تواند مرتبط باشد. همچنین نفوذپذیری آبی و پارامترهای هیدرولیکی خاک در سال دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از سال اول بود که نشان می‌دهد با گذشت زمان تأثیر تیمارهای بیوچار افزایش می‌یابد.

**واژگان کلیدی:** بیوچار، طول درخت موئینه، نفوذسنج مکشی، هدایت هیدرولیکی غیراشباع

### مقدمه

بیشتر فرآیندهای طبیعی تحت تأثیر برهمکنش آب-خاک-اتمسفیر-گیاه در شرایط غیراشباع خاک رخ می‌دهند. جریان آب در خاک بستگی به ویژگی‌های هیدرولیکی خاک شامل منحنی نگهداشت آب یا  $\theta(h)$  و تابع هدایت هیدرولیکی یا  $K(h)$  دارد. روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری و تعیین آزمایشگاهی و مزرعه‌ای تابع  $K(h)$  وجود دارد. یکی از روش‌های اندازه‌گیری نفوذ غیراشباع آب به خاک و تعیین ویژگی‌های هیدرولیکی خاک، استفاده از نفوذسنج مکشی/دیسکی است (Perroux and White 1988; Špongrová et al. 2009; Vandervaere et al. 1997). مزایای استفاده از نفوذسنج مکشی مانند حداقل دست‌خوردگی سطح خاک، سادگی و تکرارپذیری اندازه‌گیری‌ها، توسط Ventrella و همکاران (۲۰۰۵) گزارش شده است. ویژگی‌های هیدرولیکی خاک تغییرات زمانی (فصلی) داشته، و تحت تأثیر عوامل زیادی مانند بافت و ساختمان خاک، شیوه آبیاری، فرسایش و تراکم خاک قرار می‌گیرند.



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب  
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



امروزه بیوجار به‌عنوان یک ماده اصلاح‌کننده مؤثر برای بهبود دامنه وسیعی از ویژگی‌های فیزیکی خاک، از جمله گنجایش نگهداشت آب و نفوذپذیری خاک مورد استفاده قرار می‌گیرد و پتانسیل زیادی در کاهش آثار خشک‌سالی و افزایش محصول از راه افزایش گنجایش نگهداشت آب خاک دارد (Baïamonte et al., 2019). ترکیب متفاوت بیوجارها به دلیل تفاوت در نوع ماده اولیه و شرایط تولید آن‌ها باعث می‌شود که در برهمکنش با خاک، ویژگی‌های متفاوت آب‌دوستی یا آب‌گریزی، و اسیدی یا بازی از خود نشان دهند (Atkinson et al., 2010). پژوهشگران معتقدند که کاربرد بیوجار اغلب باعث بهبود نفوذپذیری خاک می‌شود ولی در مورد برخی از خاک‌ها مانند خاک‌های دارای رس زیاد، به دلیل قابلیت تجمع ذرات رس، کاهش قابلیت زهکشی و واکنش متفاوت ساختارهای خاک‌های رسی به کاربرد بیوجار هنوز مورد بحث است (Asai et al., 2009). بیوجار می‌تواند توزیع اندازه منافذ، ساختمان، تخلخل و چگالی ظاهری (BD) خاک، الگوی جریان و مسیر جریان‌های ترجیحی و جریان آب و مواد در پیکره خاک را تغییر داده و باعث افزایش نفوذپذیری خاک در کوتاه‌مدت شود (Atkinson et al., 2010). ولی چون پس از افزوده شدن به خاک، ذرات بیوجار به سرعت به ذرات کوچک‌تر تبدیل می‌شوند، ممکن است نفوذپذیری خاک را در درازمدت کاهش دهد که به نوع بیوجار و زمان بستگی دارد (Brodowski et al., 2007). بنابراین، بیوجار به دلیل وجود منافذ ریز در ساختار آن می‌تواند مقدار آب بیش‌تری را در خاک نگهداری کرده و آب قابل استفاده (PAW) خاک را افزایش دهد. هدف پژوهش حاضر بررسی تاثیر کاربرد بیوجار بر نفوذ آب به خاک، هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع ( $K_{s}$  و  $K_{unsat}$ ) و طول درشت مویینه ( $\lambda_c$ ) بود.

### مواد و روش‌ها

منطقه اجرای این پژوهش، "ایستگاه تحقیقاتی دیم همدان آب‌سرد" وابسته به موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور بود. آزمایش مزرعه‌ای در دو سال متوالی (۱۳۹۸ و ۱۳۹۹) و به صورت طرح کرت‌های خردشده در زمان اجرا شد. گیاه مورد نظر دو گونه آویشن (*T. daenensis* و *T. migricus*) و مدیریت آبیاری به روش دیم به اجرا گذاشته شد. بیوجار شاخه‌های درخت سیب در سه سطح (۰، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار تقریباً معادل ۰، ۱ و ۲ درصد) در سال ۱۳۹۸ به خاک رویین مزرعه افزوده شد. نفوذ غیراشباع آب به خاک و ویژگی‌ها و پارامترهای هیدرولیکی خاک در تیمارها در شرایط مزرعه با استفاده از دستگاه نفوذسنج مکشی در مهرماه سال‌های آزمایش اندازه‌گیری و محاسبه شد. به‌همین منظور از دستگاه نفوذسنج مکشی/ادیسکی ساخت شرکت Soil Measurement Systems, USA استفاده شد. با استفاده از دستگاه نفوذسنج مکشی نفوذ تجمعی و شدت نفوذ سه‌بعدی آب به درون خاک اندازه‌گیری شده و با مدل‌سازی داده‌ها ویژگی‌ها و پارامترهای هیدرولیکی خاک شامل هدایت هیدرولیکی غیراشباع ( $K(h)$ ) و جذب‌پذیری خاک ( $S$ ) در مکش‌های ماتریک مختلف ( $h$ )، هدایت هیدرولیکی اشباع ( $K_s$ ) و طول درشت مویینه ( $\lambda_c$ ) محاسبه شد. در این پژوهش نفوذ آب به خاک در مکش‌های ماتریک ورودی ۲، ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. در ابتدا مکش دستگاه در ۱۵ سانتی‌متر تنظیم شد و اندازه‌گیری نفوذ تا حصول جریان ماندگار ادامه یافت. در مراحل بعدی به ترتیب مکش‌های ۱۰، ۵ و ۲ سانتی‌متر نیز اعمال شده و اندازه‌گیری‌ها تکرار شد. با استفاده از روش تحلیلی وودینگ، داده‌های برداشت‌شده با دستگاه نفوذسنج مکشی تجزیه و تحلیل شدند. به منظور محاسبه شدت جریان ماندگار ( $q$ ) داده‌های نفوذ تجمعی (برحسب میلی‌متر) در برابر زمان (برحسب ساعت) و برای محاسبه جذب‌پذیری ( $S$ ) داده‌های نفوذ تجمعی (برحسب میلی‌متر) در برابر جذر زمان (برحسب جذر ساعت) ترسیم شدند. سپس با کمینه‌نمودن مربعات خطا بین مقادیر شدت جریان ماندگار اندازه‌گیری شده ( $q_{measured}$ ) و برآوردشده ( $q_{predicted}$ ) با استفاده از ابزار Excel Solver، معادلات وودینگ و گاردنر برازش داده شد و مقادیر بهینه  $\lambda_c$  و  $K_s$  برآورد گردید (Hussen & Warrick 1995). از رابطه فیلیپ (معادله ۱) برای زمان‌های کوتاه ابتدای آزمایش استفاده شد (Hussen & Warrick 1995):

$$I = S t^{0.5} \quad (1)$$



مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب  
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



که در این معادله  $I$  نفوذ تجمعی (میلی متر)،  $S$  جذب پذیری خاک (میلی متر بر جذر ساعت) و  $t$  زمان بر حسب ساعت است. همچنین وودینگ برای محاسبه شدت جریان ماندگار ( $q$ ) در زمان های طولانی معادله ۲ را ارائه نمود (Wooding 1968):

$$q = K_{wet} \left[ 1 + \frac{4\lambda_c}{\pi r_0} \right] \quad (2)$$

به منظور برآورد میزان جذب پذیری خاک نیز بر اساس معادله فیلیپ (۱)، در بازه زمانی ابتدای آزمایش (۴۰ تا ۱۸۰ ثانیه) در هر مکش به صورت جداگانه مقادیر  $I$  در برابر  $t^{0.5}$  ترسیم شده و شیب منحنی به عنوان جذب پذیری ( $S(h)$ ) در مکش ماتریک مورد بررسی (میلی متر بر جذر ساعت) در نظر گرفته شد (Hussen & Warrick 1995).

هدایت هیدرولیکی در مکش های ماتریک مختلف نیز براساس مدل گاردنر (معادله ۳) محاسبه شد:

$$K(h) = K_s \exp\left(-\frac{h}{\lambda_c}\right) \quad (3)$$

که در این معادله،  $K(h)$  هدایت هیدرولیکی غیراشباع (سانتی متر بر ساعت) در مکش ماتریک ( $h$ ) مورد نظر (سانتی متر)، و  $K_s$  نیز هدایت هیدرولیکی اشباع (سانتی متر بر ساعت) است (Gardner 1956).

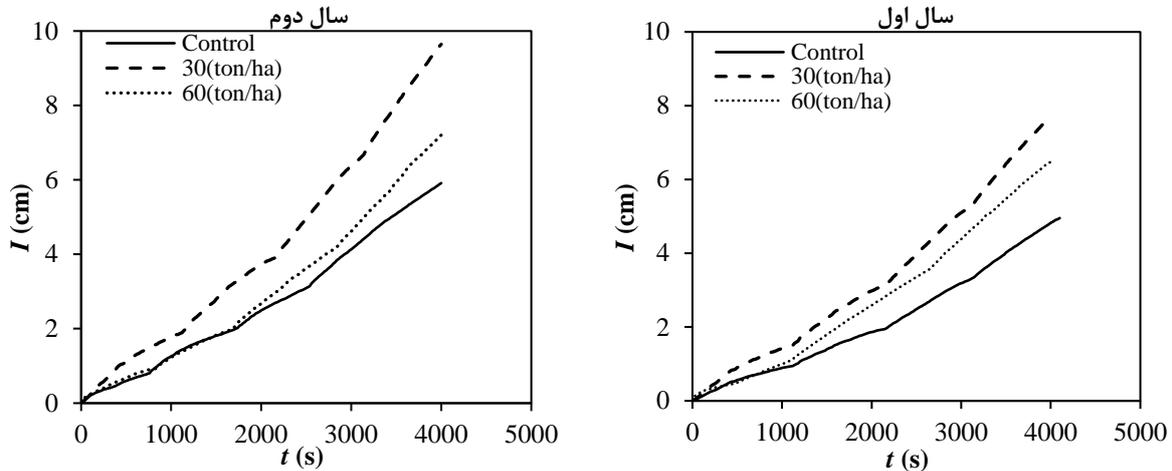
با در نظر گرفتن معادله گاردنر (۳) و جاگذاری پارامترها، مقادیر  $\lambda_c$  نیز برای هر دو مکش متوالی اعمال شده با استفاده از معادله ۴ محاسبه شد:

$$\lambda_c = \frac{|h_2 - h_1|}{|\ln q_2 - \ln q_1|} \quad (4)$$

در این پژوهش از طرح کرت های خرد شده در زمان در قالب بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و از نرم افزار آماری SAS ۹.۲ برای تجزیه آماری داده ها استفاده شد. مقایسه میانگین ها با آزمون LSD انجام شد. چون اندازه گیری نفوذ بین ردیف های کشت صورت گرفت، گونه آویشن اثر قابل توجهی بر نفوذ آب به خاک و پارامترهای هیدرولیکی خاک نداشت و در نتیجه اثر تیمارهای بیوچار غالب بود.

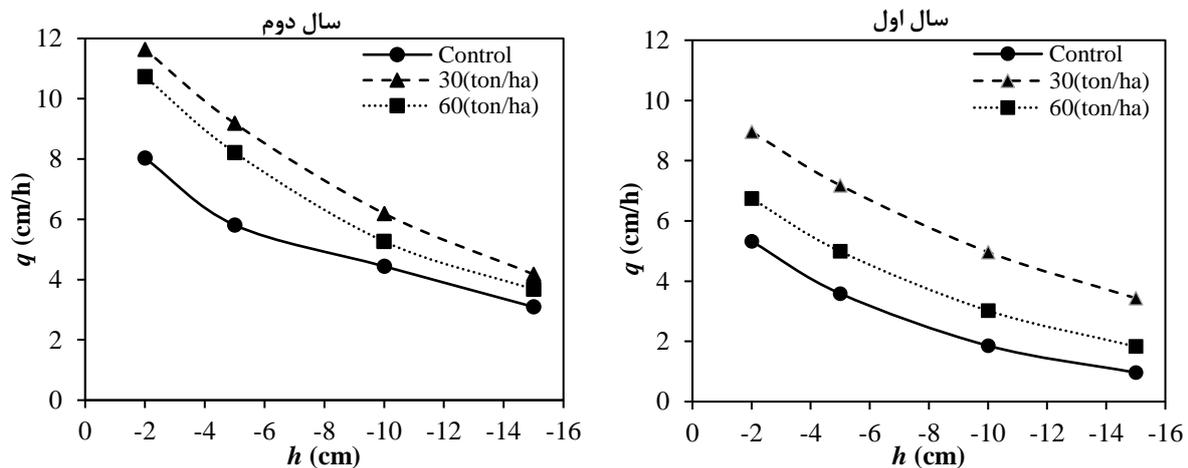
## نتایج و بحث

شکل ۱ داده های نفوذ آب به خاک در سال های اول و دوم را تحت تاثیر تیمارهای بیوچار نشان می دهد. نمودارها نشان می دهد کاربرد بیوچار سبب بهبود نفوذ آب به خاک شده و این اثر با کاهش مکش ماتریک و نزدیک شدن به شرایط اشباع چشم گیر شده است. بنابراین می توان گفت کاربرد بیوچار سبب بهبود ساختمان و افزایش فراوانی منافذ درشت خاک شده است. Novak و همکاران (۲۰۱۶) نیز گزارش کردند که افزودن مخلوط بیوچار تهیه شده از تراشه چوب کاج و کود مرغی با نسبت ۵۰:۵۰ و ۸۰:۲۰ به خاک متراکم، موجب افزایش معنی دار سرعت نفوذ آب به خاک نسبت به تیمار شاهد (بدون بیوچار) شد. به نظر می رسد تاثیر بیش تر کاربرد ۳۰ تن در هکتار بیوچار بر نفوذ آبی خاک به دلیل بهبود ساختمان و کیفیت فیزیکی خاک است در حالی که کاربرد زیادتر بیوچار (۶۰ تن در هکتار) به دلیل انسداد منافذ درشت، منجر به افزایش کم تر نفوذ آبی خاک در مقایسه با شاهد شده است. تاثیر تیمارهای بیوچار در سال دوم بر نفوذ آب به خاک مشخص تر از سال اول است (شکل ۱). این یافته به اهمیت گذشت زمان برای اثرگذاری بهتر بیوچار بر ساختمان و کیفیت فیزیکی خاک مرتبط است.



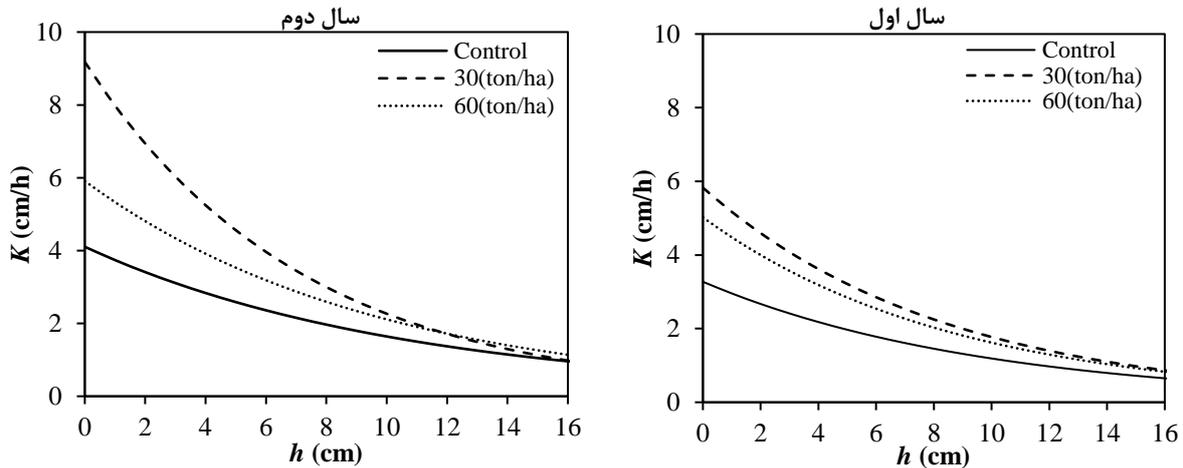
شکل ۱- داده‌های نفوذ تجمعی ( $I$ ) در برابر زمان ( $t$ ) در مکش‌های ماتریک مرز ورودی ۲، ۵، ۱۰ و ۱۵ سانتی‌متر در تیمارهای مختلف بیوجار (۰، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) در دو سال متوالی

نتایج نشان داد کاربرد ۳۰ تن در هکتار بیوجار به دلیل بهبود ساختمان خاک و خاکدانه‌سازی سبب افزایش شدت جریان ماندگار آب در خاک ( $q$ ) شد در حالی که کاربرد بیشتر آن به دلیل مسدود نمودن منافذ خاک منجر به افزایش کمتر  $q$  شده است. همچنین گذشت زمان سبب بهبود تاثیر بیوجار بر  $q$  شد (شکل ۲).



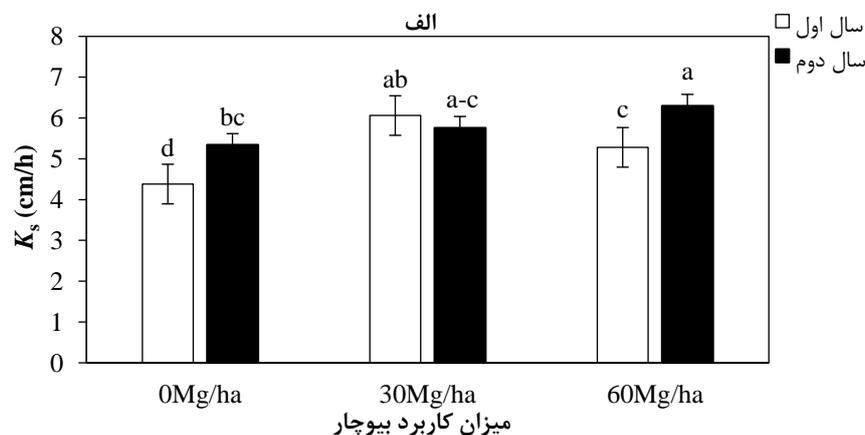
شکل ۲- تغییرات شدت جریان ماندگار ( $q$ ) در برابر پتانسیل ماتریک ( $h$ ) در تیمارهای مختلف بیوجار (۰، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) در دو سال متوالی

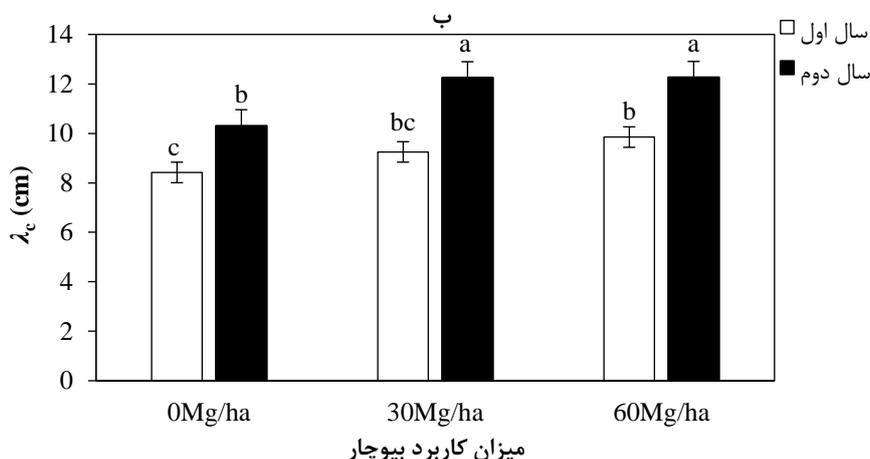
همچنین یافته‌ها نشان داد تاثیر مثبت کاربرد ۳۰ تن در هکتار بیوجار بر هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع به دلیل بهبود ساختمان و کیفیت فیزیکی خاک است در حالی که کاربرد ۶۰ تن در هکتار آن به دلیل مسدود نمودن منافذ و افزایش آب‌گریزی خاک منجر به افزایش کمتر هدایت هیدرولیکی خاک ( $K$ ) نسبت به شاهد شده است (شکل ۳).



شکل ۳- منحنی هدایت هیدرولیکی ( $K$ ) در برابر مکش ماتریک ( $h$ ) در تیمارهای مختلف بیوجار (۰، ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار) در دو سال متوالی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارهای آزمایشی (بیوجار و سال) بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ( $K_s$ ) و طول درشت موینه ( $\lambda_c$ ) معنی دار بود. مقادیر  $K_s$  و  $\lambda_c$  در اثر کاربرد ۳۰ تن در هکتار بیوجار نسبت به شاهد افزایش معنی دار یافت ولی تفاوت معنی داری بین سطوح ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار آن وجود نداشت. همچنین مقادیر این دو پارامتر در دو سال متوالی تفاوت معنی دار داشتند. در سال اول، درصد افزایش  $K_s$  در تیمارهای بیوجار ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار نسبت به شاهد به ترتیب ۶۳ و ۲۲ درصد بود. همچنین نتایج نشان داد که در سال دوم، مقادیر  $K_s$  نسبت به سال اول از افزایش معنی داری برخوردار بود، این افزایش به ترتیب ۳۲ و ۱۵ درصد برای تیمارهای بیوجار ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار نسبت به شاهد بود (شکل ۴-الف). در سال اول، افزایش پارامتر  $\lambda_c$  در تیمارهای ۳۰ و ۶۰ تن در هکتار به ترتیب برابر ۲۳ و ۱۳ درصد نسبت به شاهد بود، همچنین در سال دوم نیز این پارامتر افزایش معنی داری برابر ۲۴ و ۱۳ درصد در مقایسه با شاهد داشت (شکل ۴-ب). بنابراین کاربرد بیوجار موجب افزایش توان هدایت و جذب آب توسط خاک می شود.





شکل ۴- مقایسه میانگین اثر برهمکنش بیوپچار و سال بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ( $K_s$ ) و طول درشت مویینه ( $\lambda_c$ ). ستون‌های دارای حروف مشترک براساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

### نتیجه‌گیری

اثر کاربرد بیوپچار شاخه‌های درخت سیب بر نفوذ آب به خاک و ویژگی‌های هیدرولیکی خاک قابل توجه و معنی‌دار بود. کاربرد بیوپچار موجب افزایش توان هدایت و جذب آب توسط خاک می‌شود. همچنین کاربرد ۳۰ تن در هکتار بیوپچار برای بهبود شرایط خاک و گیاه در منطقه مورد بررسی پیشنهاد می‌شود که از نظر اقتصادی نیز به‌صرفه خواهد بود. به‌نظر می‌رسد مصرف ۶۰ تن در هکتار بیوپچار به‌دلیل انسداد منافذ قابل زهکشی خاک منجر به کاهش هدایت هیدرولیکی و نفوذ آب به خاک می‌شود. همچنین نتایج نشان داد گذشت زمان موجب اثرگذاری بهتر بیوپچار بر نفوذآبی، ساختمان و کیفیت فیزیکی خاک شد. بنابراین آثار مثبت بیوپچار بر خاک و فرایندهای آن زمان‌بر بوده و با گذشت زمان افزایش می‌یابد.

### فهرست منابع

- Asai, H., K. Samson, B., M. Stephan, H., Songyikhangsuthor, K., Homma, K., Kiyono, Y., Inoue, Y., Shiraiwa, T., Horie, T., 2009. Biochar amendment techniques for upland rice production in Northern Laos: 1. Soil physical properties, leaf SPAD and grain yield. *Field Crops Research*, 111(1-2), 81-84
- Atkinson, J.C., Fitzgerald, D. J., Hipps, A. N., 2010. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. *Plant and soil*, 337, 1-18
- Baiamonte, G., Crescimanno, G., Parrino, F., De Pasquale, C., 2019. Effect of biochar on the physical and structural properties of a sandy soil. *Catena*, 175, 294-303
- Brodowski, S., Amelung, W., Haumaier, L., Zech, W., 2007. Black carbon contribution to stable humus in German arable soils. *Geoderma*, 139(1-2), 220-228
- Hussen, A.A., and Warrick, A.W., (1993). Alternative analysis of hydraulic data from disc tension infiltrometers. *Water Resour. Res.*, 29(12), 4103-4108
- Gardner, W.H., Hsieh, J.C., 1956. Water velocity in unsaturated porous materials. *Soil Science Society of America Journal*, 20(2), 157-161
- Johnson A.I. (1963). A Field Method for Measurement of Infiltration. Washington, Geological Survey Water-Supply Paper 1544-F, United States Government Printing Office, 27.
- Mosaddeghi, M.R., Safari, S, A.A., Farhangi, M.B., Mahboubi, A.A., Unc, A., (2010). Saturated and unsaturated transport of cow manure-borne *Escherichia coli* through in situ clay loam lysimeters. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 137, (1-2), 163-171



19<sup>th</sup> Iranian Soil Science Congress  
2-4 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران  
۱۱ تا ۱۳ آذرماه ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب  
Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



- Novak, P., Sigua, G., Watts, D., Cantrell, K., Shumaker, P., Szogi., Johnson, M. J., Spokas, K., (2016). Biochars impact on water infiltration and water quality through a compacted subsoil layer. *Chemosphere*, 142, 160-167
- Perroux, K.M., White, I., (1988). Designs for disc permeameters. *Soil Science Society of America Journal*. 52(5), 1205-1215
- Šimůnek, J., Wendroth, O., van Genuchten, M.T., (2009). Estimating unsaturated soil hydraulic properties from laboratory tension disc infiltrometer experiments. *Water Resources Research*. 35 (10), 2965-2979
- Šimůnek, j., Wendroth, O., van Genuchten, M.Th., (1999). Estimating unsaturated soil hydraulic properties from laboratory tension disc infiltrometer experiments. *Water Resources Research*, 35,(10), 2965-2979
- Špongrová, K., Kechavarzi, C., Dresser, D., Matula, S., J. Godwin, R., (2009). Development of an automated tension infiltrometer for field use. *Vados Zone Journal*, 8(3), 810-817
- Vandervaere, P., Peugeot, C., Vauclin, M., Angulo, J. R., Lebel, T., (1997). Estimating hydraulic conductivity of crusted soils using disc infiltrometers and minitensiometers. *Journal of Hydrology*, 188–189, 203-223
- van Genuchten, M.Th., Naveira-Cotta, C., Skaggs, T.H., Raof, A., Ponted, E.M., (2014). The use of numerical flow and transport models in environmental analyses. In: *Application of Soil Physics in Environmental Analyses, Measuring, Modelling and Data Integration*.
- Ventrella, D., Losavio, N., Vonella, A.V., Leij, F.J., 2005. Estimating hydraulic conductivity of a fine-textured soil using tension infiltrometry. *Geoderma*, 124 (3–4), 267-277

### Effect of apple wood biochar on water infiltration and soil hydraulic parameters in rainfed cultivation of Thymus

Amir Mansour Shahsavari<sup>1</sup>, Mohammad Reza Mosaddeghi<sup>2</sup>, Mahdi Gheysari<sup>3</sup>, Mahdi Rahimmalek<sup>4</sup>

1. Graduated PhD, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology  
[mansourshahsavari@gmail.com](mailto:mansourshahsavari@gmail.com)
2. Professor, Department of Soil Science, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
3. Associate Professor, Department of Water Engineering and Rural Development, College of Agriculture, Isfahan University of Technology
4. Professor, Department of Agricultural Biotechnology and Horticultural Sciences, College of Agriculture, Isfahan University of Technology

#### ABSTRACT

Biochar is a solid black carbon-rich material produced from pyrolysis of organic residues under low or no-oxygen conditions. It can improve soil quality and reduce greenhouse gas emissions. Few studies have been conducted to investigate the effect of field-scale application of biochar on water infiltration and soil hydraulic properties. This study aimed to evaluate the effect of applying biochar derived from apple tree branches (rates of 0, 30 and 60 Mg ha<sup>-1</sup>, approximately equivalent to 0, 1 and 2%) on water infiltration into the soil, saturated and unsaturated hydraulic conductivities ( $K_s$  and  $K_{unsat}$ ), and macroscopic capillary length ( $\lambda_c$ ) in rainfed cultivation of Thymus. Unsaturated water infiltration into the soil was measured using a tension infiltrometer in a randomized complete blocks design with split-plot arrangement in time (two years of 2019 and 2020). Results indicated that biochar application increased cumulative water infiltration and saturated and near-saturated hydraulic conductivities. The highest water infiltration into the soil, and  $K_s$ ,  $K_{unsat}$  and  $\lambda_c$  were observed in the 30 Mg ha<sup>-1</sup> biochar treatment, due to positive effect of biochar on soil organic matter and structure. However, the higher biochar rate of 60 Mg ha<sup>-1</sup> resulted in smaller increases in water infiltration and  $K_s$ ,  $K_{unsat}$  and  $\lambda_c$  compared to the control, presumably due to pore filling by biochar particles and induced water repellency. Additionally, the water infiltration and soil hydraulic parameters were significantly greater in the second year than the first year, indicating noticeable effect of biochar treatments upon the time.

**Keywords:** Biochar, Macroscopic capillary length, Tension infiltrometer, Unsaturated hydraulic conductivity