Research Paper

The Effect of Land Use Change on the Soil Macroscopic Capillary Length and Saturated Hydraulic Conductivity Using Tension Disc Infiltrometer

Yaser Hoseini[1*], **Peyman Bagheri**[2], **Javad Ramazani Moghadam**[3]; **Ali Rasoulzadeh**[4]

[1]Associate Professor of Moghan College of Agriculture and Natural resources - University of Mohaghegh Ardabili - Ardabil – Iran, y_hoseini@uma.ac.ir.
[2]Master student of Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili; peyman.bagheri91@gmail.com
[3] Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili; j_ramezani@uma.ac.ir,
[4] Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, University of Mohaghegh Ardabili; rasoulzadeh@uma.ac.ir

10.22125/IWE.2022.295621.1533

Received:
July 7, 2021
Accepted:
January 31, 2022
Available online:
August 23, 2023

Keywords:
Macroscopic Capillary Length, Infiltrometer, Etimation, Land use, Tension Disc Infiltrometer.

Abstract

The macroscopic capillary length (λc) is a key parameter to use golf permemeter, double rings, and the tension infiltrometer. The value of this parameter indicates the predominance of gravitational potential over capillary potential. In this study, the field method of tension infiltrometer was used in both forest and agricultural in loamy-sand texture in Moghan Faculty of Agriculture. In order to perform the tension infiltrometer method, the experiments carried out in 5, 10 and 15 (cm) matric suctions at 20 points in the form of a regular square network with 3*3 m distances in forest and farm land uses and infiltration data was modeled using Wooding's analytical method (best fit) and was obtained macroscopic capillary length for each land uses. The mean macroscopic capillary length and the saturated hydraulic conductivity (Ks) for forest and farm land uses were obtained 9.4, 9.5 (cm) and 1.7, 6.7 (cm/hr), respectively. Also, in terms of sorptivity, S(h) and steady-state flux, q(h) in the applied matric suction, the values obtained for farm use were significantly higher than forest use values and its decreasing trend was seen from 5 to 15 suction, especially in farm use. The mean values of sorptivity, S(h) and steady-state flux, q(h) in applied suctions and in farm land use were calculated 1.2 and 1.6 times more than forest use, respectively. Performing Compare Means test at the level of 1% showed a significant difference between the two land uses in all indicators except for the macroscopic capillary length. Also, the trend of increasing the saturated hydraulic conductivity of soil was observed with decreasing macroscopic capillary length (λc) in both land uses, but the slope of this trend in forest use was almost twice that of field use.

1. Introduction

Land use in the general sense includes the allocation of land to activities such as pasture, forest, agriculture (rainfed and irrigated) and garden. Water, soil, forests and pastures, which are the main

Corresponding Author: Yaser Hoseini
Address: Associate Professor of Moghan College of Agriculture and Natural resources - University of Mohaghegh Ardabili - Ardabil – Iran,
Email: y_hoseini@uma.ac.ir
Tel: 09163069199

pillars of natural resources and agriculture, are among the main economic factors of any country. ecosystem has already been changed by human processes, mainly by burning the forest, practices still common when preparing the soil for agriculture. destroying vegetation cover with burning, can do drastically reduce wildlife populations, affect water quality and change the climate balance and soil balance. soils usually have a superficial crust in areas without vegetation because textural difference between horizons, directly influence the vertical infiltration of water, causing water deficit and few existing plant species in the area (Soares et al., 2017, Kelishadi et al., 2014). Soil use and management effect on physical quality of the soil. However, it also makes the soil susceptible to erosion (Lima et al., 2018, Dionizio et al., 2019). changing native vegetation by forage crop, due to soil management necessary for farming, modifies the physical properties of the soil in ways that can make restoration of good physical properties impossible (Soares, 2018, Hu et al., 2009). The macroscopic capillary length (λc) is a key parameter to use golf permemeter, double rings, and the tension infiltrometer. The value of this parameter indicates the predominance of gravitational potential over capillary potential. In this study, the field method of tension infiltrometer was used in both forest and agricultural in loamy-sand texture in Moghan Faculty of Agriculture to determine the effect of land use on the amount of macroscopic capillary length.

2. Materials and Methods

The study area is located in a part of north Ardabil province near to parsabad city, at 39°38' N and 47 °55' E. The average elevation is 32m above sea level; the mean annual precipitation is 285mm and the mean annual temperature is 14.7 °C. In order to perform the tension infiltrometer method, the experiments carried out in 5, 10 and 15 (cm) matric suctions at 20 points in the form of a regular square network with 3*3 m distances in forest and farm land uses. Suction was performed at 15, 10, 5 cm. The time required to achieve steady-state current resistance varied from 10 minutes to 25 minutes in different soils and suctions. First, a suction of 15 cm was applied and then, as mentioned, suctions of 10 and 5 cm were applied. In each suction, a reading was read every 20 seconds for the first 3 minutes and then the tank water level was recorded every seven seconds for up to seven minutes after the start of the test, then infiltration data was modeled using Wooding's analytical method (best fit) and was obtained macroscopic capillary length for each land uses.

3. Results

The results showed that the range of changes in soil water infiltration parameters in field use is more than forest use and this indicates a non-uniform effect of field operations on soil infiltration characteristics in farm use which can lead to inaccurate design of water advance and regression times. Performing Compare Means test at the level of 1% showed a significant difference between the two land uses in all indicators except for the macroscopic capillary length. The trend of increasing the saturated hydraulic conductivity of soil was observed with decreasing macroscopic capillary length (λc) in both land uses, but the slope of this trend in forest use was almost twice that of field use.

4. Discussion and Conclusion

The minimum, maximum and average saturated hydraulic conductivity statistics obtained in the field are more than the values calculated from forest use. The decrease in saturated hydraulic conductivity in forest use can be due to the increase in bulk density and soil compaction due to the passage of time in forest use. The mean macroscopic capillary length and the saturated hydraulic conductivity (Ks) for forest and farm land uses were obtained 9.4, 9.5 (cm) and 1.7, 6.7 (cm/hr.), respectively. Land use change did not have much effect on the average macroscopic capillary length and the amount of macroscopic capillary length in forest and agricultural land use was approximately equal. However, the maximum hydraulic conductivity measured in the field use was more than the maximum value of the forest use and was almost twice that. Also, in terms of sorptivity, S(h) and steady-state flux, q(h) in the applied matric suction, the values obtained for farm use were significantly higher than forest use values and its decreasing trend was seen from 5 to 15 suction, especially in farm use. The mean values of sorptivity, S(h) and steady-state flux, q(h) in applied suctions and in farm land use were calculated 1.2 and 1.6 times more than forest use, respectively. The results of comparing the means show that the hydraulic conductivity of the soil saturation obtained in forest and field use has a significant difference at the level of 99% probability.

5. Six important references

1) . Dionizio, E. A. and M. H. Costa. 2019. Influence of Land Use and Land Cover on Hydraulic and Physical Soil Properties at the Cerrado Agricultural Frontier. Agriculture. 9, pp.1–14.

2) . Hu, W., Shao, M., Wang, Q., Fan, J. and R. Horton. 2009. Temporal changes of soil hydraulic properties under different land uses. Geoderma, 149, pp. 355–366.

3) . Kelishadi, H., Mosaddeghi, M.R., Hajabbasi, M.A. and S. Ayoubi. 2014. Near-saturated soil hydraulic properties as influenced by land use management systems in Koohrang region of central Zagros, Iran. Geoderma. 213, pp. 426–434.

4) Lima, P. L. T., Silva, M. L. N., Quinton, J. N., Batista, P. V. G., Candido, B. M. and N. Curi. 2018. Relationship among crop systems, soil cover, and water erosion on a Typic Hapludox. Revista Brasileira de Ciências do Solo, 42, pp. 1–16.

5) . Soares, W. A.and C. Hammecker. 2017. Comparison of Mathematical Models for the layout of Granulometric Curves of Brazilian Soils. Revista de Geografia, 1, pp. 251-267.

6) Soares, W. A. 2018. Impact of spineless cactus cultivation (O. Ficus-indica) on the thermal characteristics of soil. Revista Ambiente & Água, 13(1), pp. 1-12.

Conflict of Interest

Authors declared no conflict of interest.

نشریه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب ایران
سال سیزدهم. ویژه نامه .تابستان ۱۴۰۲

تأثیر تغییر کاربری اراضی بر شاخص‌های طول درشت مویینگی و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با استفاده از نفوذسنج دیسک مکشی

یاسر حسینی[۱*]، پیمان باقری[۲]، جواد رمضانی مقدم[۳]، علی رسول‌زاده[۴]

تاریخ ارسال:۱۴۰۰/۰۴/۲۶
تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۱۱/۱۱

مقاله پژوهشی

چکیده

در این پژوهش از روش صحرایی اندازه‌گیری نفوذسنج مکشی در دو کاربری جنگل و کشاورزی با بافت لوم- شنی در دانشکده کشاورزی مغان استفاده شد. برای انجام آزمایش‌ها در روش نفوذسنج مکشی آزمایش‌ها در مکش‌های ۵ ، ۱۰ و ۱۵ (سانتی‌متر) به تعداد ۲۰ نقطه برای هر کاربری، به‌صورت شبکه منظم مربعی شکل با فواصل ۳*۳ متر در کاربری جنگل و مزرعه صورت گرفت و طول درشت مویینگی با استفاده از روش وودینگ (بهترین خط برازشی) برای هر کاربری به دست آمد. میانگین طول درشت مویینگی و هدایت هیدرولیکی اشباع به‌دست‌آمده برای کاربری جنگل و مزرعه به ترتیب برابر ۹/۴، ۹/۵ (سانتی‌متر) و ۱/۷، ۶/۷ (سانتی‌متر بر ساعت) به‌دست‌آمد. همچنین از نظر ضریب جذب و شدت نفوذ شبه‌پایدار در مکش‌های اعمالی مقادیر به‌دست‌آمده برای کاربری مزرعه از مقادیر کاربری جنگل به‌صورت معنی‌داری بیش‌تر بود و روند کاهشی آن از مکش ۵ به ۱۵ بخصوص در کاربری مزرعه دیده شد. میانگین مقادیر ضریب جذب و شدت نفوذ شبه‌پایدار در مکش‌های اعمالی در کاربری مزرعه به ترتیب برابر ۲/۱ و ۱/۶ برابر کاربری جنگل محاسبه گردید. انجام آزمون مقایسه میانگین‌ها در سطح یک درصد وجود اختلاف معنی‌دار بین دو کاربری را در همه شاخص‌ها به‌غیراز طول درشت مویینگی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: طول درشت مویینگی، نفوذ آب، تخمین، کاربری اراضی، نفوذسنج دیسک مکشی

۱- دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی مغان- دانشگاه محقق اردبیلی- ۰۹۱۶۳۰۶۹۱۹۹- y_hoseini@uma.ac.ir (نویسنده مسئول)
۲- کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی- ۰۹۱۹۵۳۵۳۵۳۲- peyman.bagheri91@gmail.com
۳- استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی- دانشگاه محقق اردبیلی- ۰۹۱۵۹۲۴۸۰۵۷- j_ramazani@uma.ac.ir
٤ - استاد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه محقق اردبیلی-۰۹۱۴۲۸۸۵۸۳۷- rasoulzadeh@uma.ac.ir

مقدمه

کاربری اراضی در مفهوم کلی شامل تخصیص اراضی به فعالیت‌هایی نظیر مرتع، جنگل، کشاورزی (دیمی و آبی)، باغ و ... است. آب، خاک، جنگل و مرتع که از رکن‌های اصلی منابع طبیعی و کشاورزی می‌باشند، ازجمله عوامل زیربنایی اقتصادی هر کشور محسوب می‌شوند. آگاهی از نحوه تغییرات مکانی و زمانی کاربری‌ها و اثرات آن بر چشم‌اندازها و خصوصیات خاک برای برنامه‌ریزی و مدیریت استفاده از زمین‌ها، امری مهم می‌باشد. امروزه تغییر کاربری جنگل‌ها و مراتع به اراضی کشاورزی به یکی از نگرانی‌های قابل‌توجه در سطح دنیا در زمینه تخریب محیط‌زیست و تغییر اقلیم جهانی تبدیل شده است(جعفری فوتمی و شیدای کرکج، ۱۳۹۲). خاک ازجمله منابع طبیعی دیرتجدید شونده است. استفاده از سیستم‌های مختلف خاک‌ورزی پس از تغییر ناآگاهانه و غیرعلمی کاربری این اراضی، تأثیرات نامطلوبی را به دنبال دارد چنان‌که برگرداندن و خرد کردن توده خاک توسط شخم و شیار سبب تسریع تجزیه ماده آلی خاک شده و سایر ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی آن و لذا کیفیت پویای خاک را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Kerna and Johnson, 1993). تخریب ساختمان خاک، سبب کاهش هدایت هیدرولیکی و افزایش چگالی ظاهری گردیده است (Canadell and Noble, 2001). تغییر کاربری اراضی، عموماً ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و لذا کیفیت آن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. یکی از پارامترهای مهم و پویای خاک که می‌تواند تحت تأثیر تغییر کاربری اراضی قرار گیرد، طول درشت مویینگی Macroscopic) (Capillary Length خاک می‌باشد. افزون بر نقشی که طول درشت مویینگی در تعیین سرعت نفوذ نهایی آب در خاک و هدایت آبی اشباع خاک دارد، این پارامتر در حل جریان نفوذ آب به خاک، تعیین منحنی رطوبتی خاک، تعیین هدایت آبی غیراشباع خاک، روند یابی مکش ماتریک جبههٔ رطوبتی خاک، ضریب جذب آب خاک و همچنین پتانسیل جریان آب خاک نیز، موردنیاز می‌باشد (White and Sully, 1992). همچنین طول درشت مویینگی، شاخصی مهم در روش‌هایی چون روش نفوذسنج گلف، استوانه‌های مجاور و نفوذسنج مکشی است و نشان‌دهندهٔ چیرگی پتانسیل ثقلی بر پتانسیل مویینگی است(Elrick and Reynolds, 1992., Reynolds et al., 1992). با توجه به اهمیت تعیین طول درشت مویینگی در مدل‌سازی جریان آب و انتقال املاح در خاک، در زمینه طول درشت مویینگی مطالعاتی انجام شده است که از آن جمله می‌توان به کارهای Stroosnidjdor (1976) اشاره کرد که در هلند برای مدل سازی نفوذپذیری آب در خاک و تغییرات رطوبت در پروفیل طولی خاک، مقادیر طول درشت مویینگی را بین ۱/۷ تا ۲۲/۴ (cm) برای ۲۰ نوع خاک به دست آورد. Reynolds and Elrick(1985) عکس طول درشت مویینگی را برای شن ۰/۶ و برای شن نرم ۹/۵ (بر متر) به دست آوردند. بر اساس تحقیقات Reynolds and Elrick(1985)، مقدار طول درشت مویینگی در حدود ۱ تا ۱۲ سانتی‌متر، برای بیش‌تر خاک‌ها مناسب است و ۱۲ مناسب‌ترین عدد است. Reynolds and Zebchuk (1985) در یک خاک رسی- سیلتی، جهت مقایسهٔ بین دو روش گلف و چاهک و همچنین برای رفع جواب‌های منفی و غیرمنطقی روش دو عمقی گلف، از سه آنالیز تک‌عمقی لاپلاس، رگرسیون پایه‌ای ریچاردز و آنالیز تک عمقی ریچاردز استفاده کردند. در این تحلیل، آنالیز رگرسیون پایه‌ای ریچاردز میانگین هندسی تقریباً نزدیکی نسبت به سایر آنالیزها با روش چاهک داشت و مقدار برآورد شده برای طول درشت مویینگی در حدود ۱ تا ۱۲ سانتی‌متر تعیین گردید که با فرض Elrick et al. (1989) همخوانی دارد. برای اولین بار، Ankeny et al. (1991) اندازه‌گیری‌های نفوذسنج دیسک را با استفاده از مکش‌های متعدد در یک نقطه انجام دادند. این روش که به روش معادلات هم‌زمان معروف است تنها به اندازه‌گیری سرعت نفوذ جریان پایدار نیاز دارد.

دستگاه نفوذسنج دیسک مکشی به علت سهولت استفاده و سادگی محاسبات امروزه یکی از وسایل بسیار مفید برای بررسی خصوصیات هیدرولیکی اشباع و غیراشباع خاک در مزرعه می‌باشد (Mohanti et al., 1991). در این روش برخلاف روش استوانه‌های مضاعف

که استوانه بیرونی نقش مانعی برای حرکت عمودی (یک‌بعدی) آب در خاک را دارد، نفوذ آب در خاک به‌صورت سه‌بعدی صورت می‌گیرد، لذا رسیدن جریان به حالت ماندگار نسبت به آزمایش‌های یک‌بعدی سریع‌تر صورت می‌گیرد. این دستگاه با دارا بودن سیستم ماریوت قابل تنظیم به‌راحتی امکان اعمال مکش‌های صفر تا ۲۰ سانتی‌متر را دارا می‌باشد. غفاری و همکاران(۱۳۸۸) در تحقیق خود ضمن معرفی دستگاه نفوذسنج دیسک‌مکشی به‌عنوان ارزان‌ترین و راحت‌ترین وسیله در تعیین خصوصیات هیدرولیکی غیراشباع خاک، شاخص‌های نفوذ را در خاک لومی در منطقه اهواز اندازه‌گیری و محاسبه نمودند. به این منظور، یازده نقطه به‌صورت تصادفی انتخاب و آزمایش نفوذ برای حالت افزایش مکش از حالت (مکش مثبت‌تر به منفی‌تر) انجام شد. سپس برای مقادیر مختلف مکش (h_i) شدت نفوذ در چاهک‌های مختلف، مقادیر ضریب جذب خاک و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک را با استفاده از نرم‌افزار SPSS و روش رگرسیون خطی محاسبه گردید. در این تحقیق منحنی هدایت هیدرولیکی و مکش با استفاده از معادله گاردنر رسم و موردبررسی قرار گرفت که نتایج مدل رگرسیون خطی با مقدار ۰/۷۱رضایت‌بخش بود. در پژوهشی در رابطه با استفاده از فاضلاب خام و تصفیه‌شده به‌منظور کشت سیب‌زمینی در شرایط لایسیمتری، تحقیقی توسط پارسافر و همکاران (۱۳۹۰) انجام شد. برای این منظور، سطح مزرعه به مدت پنج ماه به‌طور هفتگی آبیاری شد و نفوذ آب به خاک در شروع و پایان فصل رشد به کمک نفوذسنج دیسک مکشی اندازه‌گیری شد. و از دو روش عددی نرم‌افزار (DISC) و تحلیلی (وودینگ) پارامترهای نفوذ آب به خاک اندازه‌گیری گردید. نتایج نشان داد که روش عددی نرم‌افزار (DISC) دقت بیش‌تری را نسبت به روش وودینگ دارد و بیش‌ترین افزایش شدت ماندگار هدایت هیدرولیکی اشباع خاک به ترتیب در تیمارهای فاضلاب خام و ترکیب فاضلاب تصفیه‌شده واب معمولی مشاهده گردید و کمترین میزان هم مربوط به تیمار آب معمولی بود. در تحقیقی، قربانی عکس طول درشت مویینگی دولایه سطحی و زیرسطحی خاک را در ۶۰ نقطه از دشت آزدگان واقع در شهرستان شهرکرد با استفاده از استوانه و به روش بار ثابت چندگانه توسط دشتکی و همکاران (۱۳۹۱) اندازه‌گیری و با استفاده از ویژگی‌های زودیافت اندازه‌گیری شده،و به روش رگرسیون گام‌به‌گام توابعی برای برآورد عکس طول درشت مویینگی را تعیین نمودند. نتایج نشان داد، با افزایش میزان رس خاک، پارامتر طول درشت مویینگی افزایش و به‌تَبَع آن هدایت هیدرولیکی اشباع خاک کاهش می‌یابد. همچنین، در تحقیقات Kelishadi et al.(2014) برای تعیین میزان عکس طول درشت مویینگی بافت سیلتی- کلی- لوم ، مقدار این پارامتر برابر ۰/۱۴ (بر سانتی‌متر) برآورد شد.

قیومی محمدی و همکاران (۱۳۹۲) در پژوهشی، به بررسی اثر رهاسازی اراضی بر پارامترهای نفوذ آب به خاک در مراتع نیمه استپی در کاربری‌های مرتع و کشاورزی پرداختند. رهاسازی در سه بخش انجام شد و نفوذ آب به خاک در شش تکرار به روش نفوذسنج مکشی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که رهاسازی اراضی کشاورزی تأثیر معنی‌دار و مثبتی در افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک داشته و میانگین هدایت آبی اشباع مزرعه‌ای بیش‌تر از کاربری کشاورزی بود. نتایج تحقیق Kelishadi et al. (2014) نشان داد که پارامترهای طول درشت مویینگی و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک متأثر از کاربری اراضی بوده و همچنین بر مقادیر شدت نفوذ و ضریب جذب خاک نیز تأثیرگذار می‌باشد، به‌طوری‌که مقدار متوسط این پارامترها در مراتع به‌طور معنی‌داری از خاک زراعی کمتر برآورد شد. تأثیر کاربری‌های مرتع، باغ و کشاورزی را بر هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک مورد مطالعه توسط ابراهیمی و رئوف (۱۳۹۵) مورد مطالعه قرار گرفت. آزمایش‌های صحرایی نفوذ با استفاده از نفوذسنج دیسک مکشی در مکش‌های ۰، ۳، ۶، ۱۰و ۱۸ سانتی‌متر آب با سه تکرار در هر کاربری انجام شد. سپس مقادیر هدایت هیدرولیکی در کاربری‌های مختلف به روش ژانگ تعیین گردید. برای تخمین

پارامترهای هیدرولیکی مدل هدایت هیدرولیکی ون‌گنوختن از داده‌های اطلاعاتی راولز و همکاران، کارسل و پریش و نتایج مدل‌های Rosetta و Hydrus-2D استفاده شد. به‌غیراز روش کارسل و پریش سایر روش‌ها در همه کاربری‌ها در برآورد مقادیر هدایت هیدرولیکی در رطوبت‌های نزدیک اشباع دارای دقت پایینی بودند. دو روش صحرایی اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع با نفوذسنج گلف و نفوذسنج مکشی توسط حسینی (۱۳۹۶) مورد مقایسه قرار گرفت و دبی خروجی از دستگاه در بار آبی ۵ و ۱۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری گردید. در روش نفوذسنج مکشی، آزمایش‌ها در مکش‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ (سانتی‌متر) انجام شد. نتایج آزمون فیشر نشان‌داد، روش‌های مختلف تعیین هدایت هیدرولیکی در یک گروه قرارگرفته و تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد با یکدیگر نداشتند. همچنین میانگین مقادیر عکس طول درشت مویینگی خاک برابر ۰/۰۷ (بر سانتی‌متر) بود و با افزایش میزان هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، روند افزایشی این شاخص در خاک دیده شد. تعدادی از

تحقیقات Leite et al. (2018) نشان داده است که، کم شدن نفوذ به دلیل تراکم خاک، سبب ایجاد رواناب در اراضی گردید که این مسئله، سبب افزایش شیب این اراضی شده و سبب کاهش فرصت نفوذ و تشدید فرسایش خاک می گردد (Leite et al., 2018). تحقیقات Dionizio and Costa (2019) نشان داد، عملیات کشاورزی تأثیر مستقیم بر نفوذ عمودی آب در خاک ندارد مگر درصورتی‌که آبیاری سنگین و متناوب در خاک صورت گیرد. بر اساس نتایج این تحقیق کاهش هدایت هیدرولیکی سبب کاهش مواد آلی خاک براثر رواناب شده و فقیر شدن خاک را سبب گردید همچنین هدایت هیدرولیکی به ترتیب در جنگل، زمین‌های با کشت آبی، زمین‌های با کشت دیم و مراتع کاهش یافت، همچنین نتایج تحقیقات Baranian Kabir et al. (2020) نشان داد که در مکش ۵ سانتی‌متر مراتع خوب دارای بیش‌ترین مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع و ضریب جذب بوده و در مقابل در مراتع فقیر، مقادیر این شاخص‌ها کمترین بود. برای مراتع خوب مقادیر این شاخص ها به ترتیب، ۶۵/۶۱ (mmh^{-1}) و ۰/۴۶ (cm^{-1}) و برای مراتع فقیر ۳۹/۸۲ (mmh^{-1}) و ۳/۴۶ (cm^{-1}) محاسبه گردید. علت اختلاف مقادیر اندازه‌گیری شده نیز به‌اندازه روزنه خاک‌ها در دو کاربری مرتبط بود.

اثر ساختمان خاک بر پارامترهای نفوذ، از جمله هدایت هیدرولیکی اشباع و طول درشت مویینگی آن‌ها توسط در تحقیقی که توسط رمضانی و همکاران(۱۳۹۹) مورد بررسی قرار گرفت، نتایج نشان داد که میزان اختلاف هدایت هیدرولیکی اشباع بین خاک‌های با ساختمان دانه‌ای و خاک‌های با ساختمان فشرده، به‌طور متوسط۹۱درصد محاسبه گردید. نتایج نشان داد که خاک‌های با ساختمان فشرده با بیش‌ترین میزان طول ماکروسکوپی مویینگی، دارای کمترین پتانسیل وقوع جریان ترجیحی آب در خاک می باشند و به‌طور میانگین، طول ماکروسکوپی مویینگی در خاک‌های با ساختمان فشرده نسبت به خاک‌های با ساختمان دانه‌ای و مکعبی به‌ترتیب۲۰درصد و ۱۴درصد بیش‌تر محاسبه گردید میزان متوسط طول درشت مویینگی برای خاک‌ها برابر ۶ (cm) محاسبه گردید در تحقیق عبدالمحمدی و همکاران (۱۴۰۰) نتایج متفاوتی به دست آمد، در این پژوهش، به اثر تغییر کاربری اراضی بر روی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در حوزه آبخیز هلشی کرمانشاه، پرداخته شد. بررسی‌ها نشان داد، مقدار رس، سیلت و شن خاک در هر سه کاربری تفاوت معنی‌داری داشته در حالی که تغییر کاربری اراضی بر مقدار سیلت ،هدایت الکتریکی،PH و درصد آهک خاک در هر سه کاربری تاثیر معنی‌داری نداشت. انالیز واریانس یک طرفه نشان داد که تغییر کاربری اراضی تاثیر معنی‌داری بر ویژه‌گی‌های خاک، ازجمله پایداری خاک‌دانه‌ها و کربن آلی داشته است. در رابطه با اثر رها سازی خاک ها و میزان تاثیر آن بر فرسایش، نتایج تحقیق Soares et al(2020) نشان داد، خاک‌های طبیعی که عملیات کشاورزی در آن‌ها صورت نمی‌گیرد دارای هدایت هیدرولیکی کمتری بودند و به دلیل کاهش هدایت هیدرولیکی و میزان نفوذ، این خاک ها بیش‌تر در معرض فرسایش و رواناب سطحی قرار می‌گیرند. نتایج

تحقیق فوق نشان داد که فعالیت‌های انسانی باعث کاهش چگالی خاک و افزایش تخلخل خاک گردید با توجه به مطالب بیان‌شده و از آنجا که در اکثر تحقیقات انجام شده، میزان طول درشت مویینگی خاک، فقط در یک نوع خاک محاسبه شده است برای بررسی اثر تاثیرات خاک ورزی، بر پارامترهای نفوذ آب در خاک از جمله طول درشت مویینگی و تعیین آن، در این تحقیق تأثیر تغییر کاربری اراضی از جنگل به زمین کشاورزی در یک خاک مشخص، و تاثیر آن بر خصوصیات مهم نفوذ آب در خاک ازجمله طول درشت مویینگی و هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، موردبررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دانشکده کشاورزی مغان واقع در شهرستان پارس آباد در شمال استان اردبیل انجام شد. طول جغرافیائی منطقه مورد آزمایش ′۵۳ °۴۷ شرقی و عرض جغرافیای آن ′۳۹ °۳۹ شمالی و ارتفاع آن از سطح دریا ۳۲ متر می‌باشد. خاک مورداستفاده برای آزمایش از زمین زراعی و مناطق جنگلی موجود در محوطه دانشکده کشاورزی مغان برداشت گردید. منحنی دانه-بندی خاک برای هر کاربری با استفاده از روش الک کردن به‌دست آمد. در هر کاربری درصد ذرات خاک به روش هیدرومتری (Bouyoucos, 1962) با قرائت دو زمانه (۴۰ ثانیه و ۲ ساعت) اندازه‌گیری و با استفاده از مثلث بافت خاک به روش طبقه‌بندی آمریکایی (USDA)، بافت خاک تعیین گردید. کربن آلی خاک به روش احتراقی خشک اندازه گیری گردید. چگالی حقیقی نیز به روش پیکنومتر، (Flint & Flint، 2002) و میزان ماده آلی خاک به روش والکی و بلک (Walkley ، 1934 & Black) در هر کاربری در آزمایشگاه تعیین شد. نتایج آزمایش بافت خاک در هر دو کاربری نشان داد که نوع بافت خاک‌ها لوم شنی بود. خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول(۱) نشان شده است. این منطقه با ماکسیمم درجه حرارت ۴۲ درجه سانتی گراد و مینیمم ۱۶- درجه سانتی گراد و میانگین سالانه تبخیر و تعرق معادل ۱۴۸۶ میلیمتر و رطوبت نسبی ۷۰ درصدو متوسط بارندگی سالانه ۲۸۴/۶ میلی‌متر و دمای متوسط سالانه ۱۴/۷ درجه سانتی‌گراد طبق روش آمبرژه جزو اقلیم نیمه خشک طبقه‌بندی می‌گردد. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان را نشان می‌دهد.

انداز گیری با نفوذسنج دیسک مکشی

اندازه‌گیری‌های صحرایی نفوذ آب به خاک توسط دستگاه نفوذسنج مکشی (شرکت Soil Measurement Systems, Tucson, AZ 85704 USA) در ۲۰ نقطه در هر کاربری در مکش‌های مرز ورودی ۱۵، ۱۰، ۵ سانتی‌متر انجام گرفت. مدت‌زمان لازم برای رسیدن به‌شدت جریان ماندگار از ۱۰ دقیقه تا ۲۵ دقیقه در خاک‌ها و مکش‌های مختلف متفاوت بود. بر اساس دستورالعمل دستگاه نفوذسنج مکشی هنگامی‌که در پنج بازه زمانی یک‌دقیقه‌ای نفوذ مشابه به دست می‌آمد شدت‌جریان ماندگار حاصل می‌گردد، هرچند ممکن است مدت‌زمان لازم برای رسیدن به شدت‌جریان ماندگار در برخی شرایط بیش‌تر هم باشد.

برای برقراری اتصال مناسب صفحه نفوذسنج با خاک پس از برداشت سنگ‌ریزه‌های سست سطحی و آماده‌سازی سطح خاک، یک‌لایه شن مرطوب با اندازه ذرات (mm) ۰/۲۵– ۰/۱ به ضخامت ۲ تا ۳ میلی‌متر در زیر صفحه نفوذسنج درون حلقه مخصوص همراه دستگاه (نصب‌شده روی خاک) ریخته شد. پس از آماده‌سازی و برداشتن حلقه فلزی اطراف شن، صفحه نفوذسنج روی سطح شن قرار داده شد. ابتدا مکش ۱۵ سانتی‌متر اعمال شد و سپس به ترتیب مکش‌های ۱۰، ۵ سانتی‌متر اعمال گردید.

در هر مکش در ۳ دقیقه اول هر ۲۰ ثانیه یک قرائت و پس‌ازآن تا هفت دقیقه پس از شروع آزمایش هر ۳۰ ثانیه سطح آب مخزن یادداشت شد. سپس هر یک دقیقه سطح آب مخزن یادداشت شد و تا زمانی برداشت داده‌ها برای هر مکش ادامه یافت که در پنج قرائت متوالی یک-دقیقه‌ای میزان افت سطح آب مخزن یکسان شد و سپس صفحه‌ی نفوذسنج از روی لایه‌ی شن برداشته شد.

آنالیز داده‌های به‌دست‌آمده از نفوذسنج مکشی، بر اساس معادلهٔ جبری Wooding(1968) برای نفوذ به

خاک از یک منبع دایره‌ای در شرایط سه‌بعدی با مرز نامحدود و جریان پایدار، مطابق رابطهٔ (۱) انجام گرفت:

$$Q(h_0) = \pi r_0^2 K(h_0) + 4 r_0 \phi(h_0) \quad (۱)$$

که در آن $Q(h_0)$ دبی نفوذ جریان ماندگار [L^3T^{-1}] در مکش h_0؛ r_0 شعاع دیسک [L]؛ $K(h_0)$ هدایت هیدرولیکی غیراشباع [$L\,T^{-1}$]؛ و $\phi(h_0)$ پتانسیل جریان ماتریک [L^2T^{-1}] که از رابطه (۲) به دست می آید (Gardner, 1968).

$$\phi(h_0 \& h_i) = \int_{h_i}^{h_0} K(h)\,dh \quad (۲)$$

در این معادله h_i مقدار مکش اولیه خاک [L]؛ و h_0 مکش اعمال‌شده طی آزمایش نفوذ [L] می‌باشد.

Logsdon and Jaynes (1996) از معادله Gardner (1968) که بر اساس رابطه فشار و هدایت هیدرولیکی K(h) است برای حل معادلهٔ Wooding (1968) استفاده کردند (رابطه ۳). در این تحقیق $H \leq 0$ است.

$$K(h) = K_s \exp(\alpha h) \text{ ، } H \leq 0$$
$$K(h) = K_s \text{ ، } H \geq 0 \quad (۳)$$

α عکس طول درشت مویینگی است که برای هر نوع خاک مقداری ثابت فرض می‌شود.

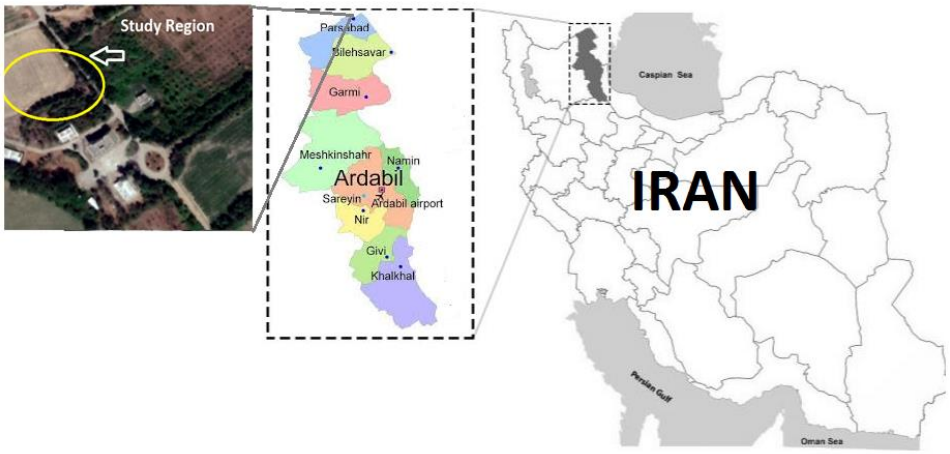
برای رطوبت‌های اولیه خیلی کمتر از رطوبت‌هایی که به h_o مربوط می‌شوند ($K_{h0} \gg K_{hi}$)، بعد از جایگذاری معادلهٔ گاردنر در معادلهٔ جریان ماتریک، رابطه (۴) به دست می‌آید.

$$\phi_h = \frac{K_h}{\alpha} \quad (۴)$$

با جایگزین کردن رابطه به‌دست‌آمده در معادلهٔ وودینگ، رابطه(۵) به‌دست‌آمده می‌آید.

$$q_0 = \left[\varphi_{h0} / \pi r^2\right] = \left[1 + \frac{4}{\pi r \alpha}\right] K_s \exp(\alpha h_0) \quad (۵)$$

دو مجهول Ks و $\propto$ به روش حداقل کردن میانگین مربعات خطا با داشتن مقادیر φ_i و h_i به‌دست می‌آیند. به‌این‌ترتیب که برای هر مکش مقدار جریان در واحد سطح محاسبه‌شده و با استفاده از الگوریتم‌های موجود در اکسل، توسط معادله (۵) مقادیر بهینه ضریب هدایت هیدرولیکی اشباع و پارامتر α محاسبه گردید.



شکل (۱): موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

جدول(۱): خصوصیات فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های منطقه مورداستفاده برای آزمایش‌های

کاربری	بافت	PH	کربن آلی %	چگالی ظاهری g/cm³	چگالی واقعی g.cm⁻³	Silt (٪)	Clay (٪)	Sand (٪)	فسفر (Ppm)
زمین کشاورزی	Sandy clay loam	7.76	1.05	1.56	2.25	10	20	70	8.43
جنگل	Sandy clay loam	7.4	1.24	1.62	2.24	10	21	69	12.5

نتایج و بحث

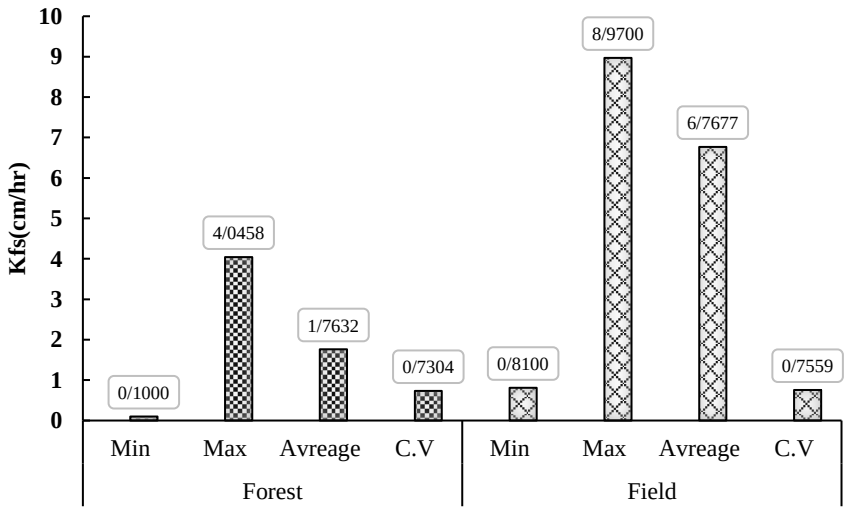
شکل(۲) آماره‌های بیشینه، کمینه، ضریب تغییرات و متوسط هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در مکش‌های اعمالی و شکل(۳) مقادیر آماره‌های مربوط به طول درشت مویینگی حاصل از روش بهترین خط برازشی، برای هر کاربری را نشان می‌دهد. در شکل‌های (۴) و (۵) نیز به ترتیب شدت نفوذ شبه‌پایدار و ضریب جذب به‌دست‌آمده از معادله نفوذ فیلیپ برای کاربری‌های مختلف نشان داده شده است.

همان‌طور که در شکل(۲) مشاهده می گردد، آماره‌های حداقل، حداکثر و متوسط هدایت هیدرولیکی اشباع به‌دست‌آمده در زمین زراعی بیش از مقادیر محاسبه‌شده از کاربری جنگل می‌باشد. همینطور که نتایج نشان می دهد اختلاف بین آماره‌های اندازه‌گیری شده در سطح ۹۵ درصد، معنی‌دار گردید. کاهش میزان هدایت هیدرولیکی اشباع در کاربری جنگل می‌تواند به دلیل افزایش چگالی ظاهری و حالت فشرده شدن خاک در اثر مرور زمان در کاربری جنگل باشد (Mullins, 2000; Mosaddeghi et al, 2003). این افزایش چگالی ظاهری در خاک‌های با محتوای کم مواد آلی بیش‌تر دیده می‌شود. همان‌طور که در شکل (۳) مشاهده می‌گردد، تغییر کاربری اراضی تأثیر چندانی بر میانگین طول درشت مویینگی نداشته است و میزان طول درشت مویینگی در کاربری جنگل و کشاورزی تقریباً برابر ۹/۵ سانتی‌متر به‌دست‌آمده است. لیکن بیشینه هدایت هیدرولیکی اندازه‌گیری شده در کاربری مزرعه بیش از مقادیر بیشینه کاربری جنگل بوده و تقریباً ۲ برابر آن می‌باشد. تحقیقات Radcliffe and Simunek (2010)نشان داده است که طول درشت مویینگی رابطه مثبت و معنی‌داری با میزان فشرده شدن خاک و چگالی ظاهری آن دارد. در تحقیقی که توسط رمضانی و همکاران(۱۳۹۹) انجام شد، اثر ساختمان خاک بر پارامترهای نفوذ، از جمله هدایت هیدرولیکی اشباع و طول درشت مویینگی آن ها مورد بررسی قرار گرفت، نتایج این تحقیق نیز افزایش میزان طول درشت مویینگی با میزان فشردگی خاک را نشان داد، همانطور که در شکل (۲) نشان داده شده است در مقایسه کاربری جنگل که خاک دارای فشردگی بیشتری نسبت به کاربری مزرعه می باشد، میزان متوسط طول درشت مویینگی اختلاف معنی داری با کاربری مزرعه نداشته است. Hu et al.(2009) نشان داده‌اند که تغییر کاربری اراضی تأثیری بر میزان طول درشت مویینگی نداشته و بیش‌تر بر روی مقدار هدایت هیدرولیکی تأثیرگذار می‌باشد که با یافته‌های این تحقیق مطابقت دارد. همچنین Evett et al(1999) نشان داده‌اند که مقدار هدایت هیدرولیکی اشباع در زمین‌های زراعی که شخم زده می‌شوند بیش‌تر از زمین‌هایی است که شخم در آن‌ها انجام نشده است که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. عبدالمحمدی و همکاران (۱۴۰۰) نشان دادند که تغییر کاربری اراضی تاثیر چندانی بر هدایت هیدرولیکی اشباع خاک ندارد که با نتایج این تحقیق همخوانی ندارد، همانطور که در شکل(۲) نشان داده شده است، میزان هدایت هیدرولیکی کاربری مزرعه ۶۷ درصد بیش‌تر از کاربری جنگل می باشد، لذا بر خلاف نتایج تحقیقات رمضانی و همکاران(۱۳۹۹)، تغییر کاربری اراضی از زمین کشاورزی به جنگل، رابطه مثبت و معنی‌داری بر افزایش میزان طول درشت مویینگی خاک نداشته است. در شکل (۴) شدت نفوذ شبه‌پایدار در مکش‌های ۵، ۱۰، ۱۵ سانتی‌متر نشان داده شده است. همان‌طور که در شکل (۴) مشخص است، یک روند افزایشی شدت نفوذ با کاهش مکش در هر کاربری مشاهده می‌شود، لیکن این روند کاهشی در کاربری مزرعه مشخص‌تر است. نتایج نشان می‌دهد که در سه مکش اعمالی، متوسط شدت نفوذ شبه‌پایدار در کاربری مزرعه بیش از کاربری جنگل بود و مقدار بیشینه شدت نفوذ، در مکش‌های ۵ و ۱۰ سانتی‌متر در هر دو کاربری، مقادیر تقریباً یکسانی را کسب کردند. تغییرات بیش‌تر شدت نفوذ در کاربری مزرعه می‌تواند به دلیل تأثیر شخم بر ساختمان خاک باشد که مطابق با تحقیقات Evett (2011) می‌باشد. Lipiec et al. (2006) نشان داده‌اند که براثر انجام شخم مقدار نفوذ افزایش می‌یابد. همچنین Dionizio (2019)

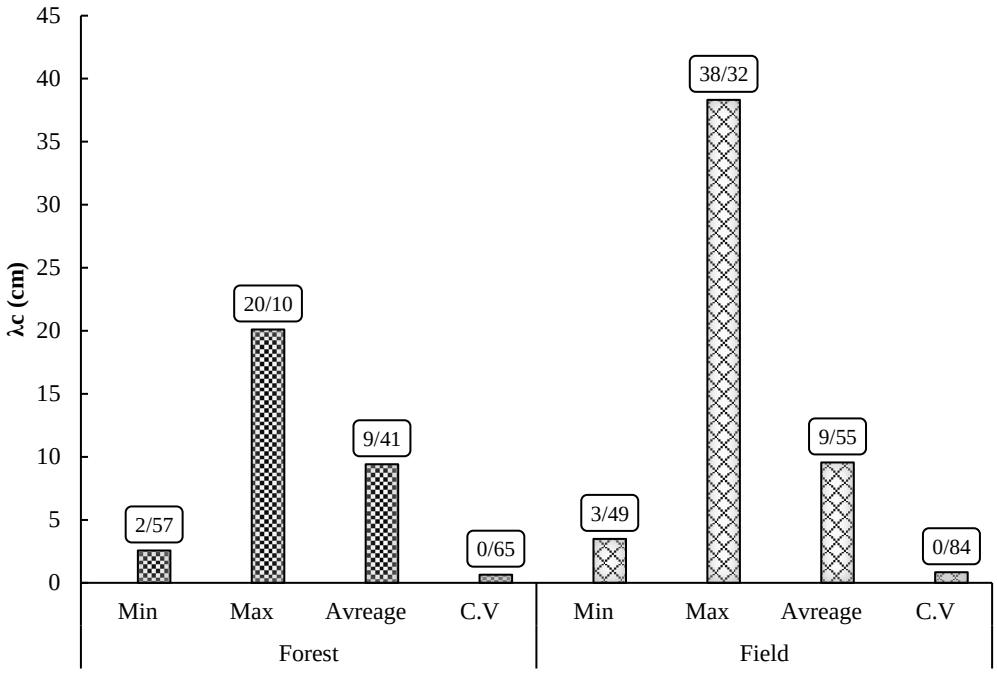
and Costa نشان داد، عملیات کشاورزی تأثیر مستقیم بر نفوذ عمودی آب در خاک ندارد در شکل (۵)، مقایسه ضریب جذب خاک در هر دو کاربری و در مکش‌های مختلف نشان داده شده است. همان‌طور که در این شکل مشخص است، میزان ضریب جذب خاک مستخرج از رابطه Philip (1969) فیلیپ در کاربری مزرعه تقریباً ۲ برابر ضرایب جذب به‌دست‌آمده از کاربری جنگل می‌باشد و با کاهش میزان مکش، مقادیر آن افزایش یافت.

روند کاهشی ضریب جذب با افزایش مکش اعمال‌شده در کاربری مزرعه، نمود بیش‌تری داشت که با تحقیقات موسوی و سپاسخواه Moosavi and (2012) Sepaskhah مطابقت دارد. افزایش ضریب جذب با کاهش مکش اعمال‌شده می‌تواند به دلیل مشارکت بیش‌تر لوله‌های مویین خاک در فرآیند انتقال آب باشد.

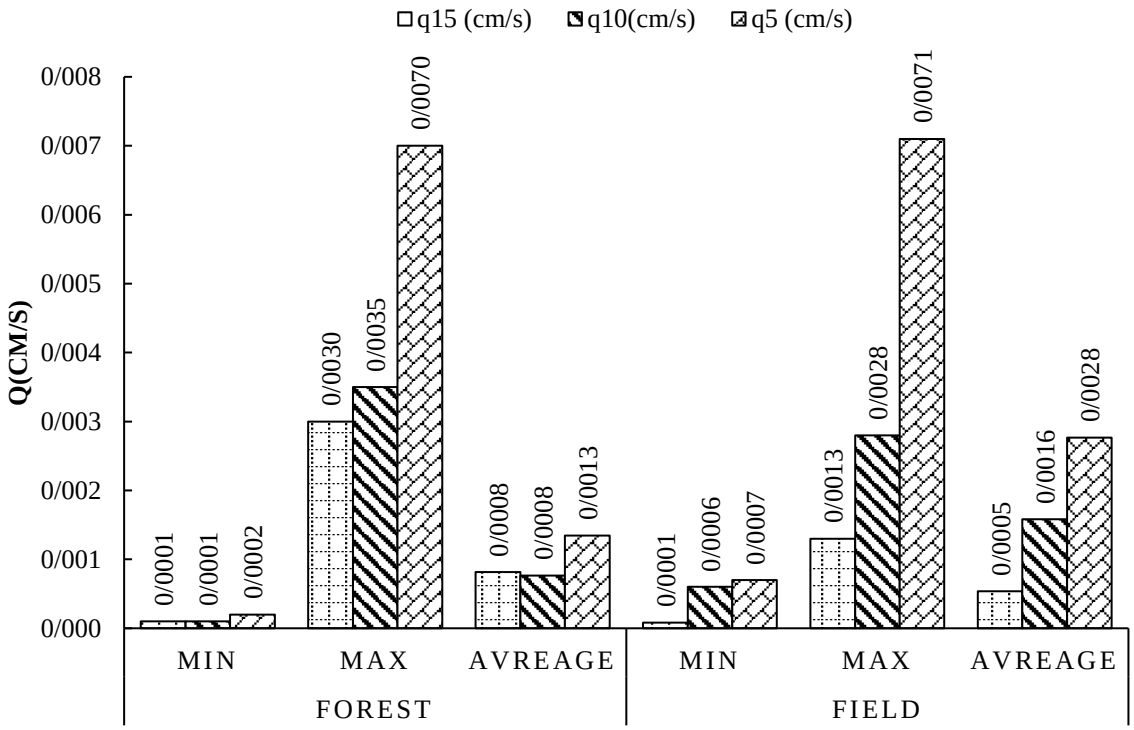
مقایسه میانگین آماره‌های خاک در کاربری‌های مختلف در جداول (۲) نشان داده شده است. مهم‌ترین قسمت در جداول مقایسه میانگین‌ها، مقادیر به‌دست‌آمده برای TValue (استیودنت) بود که مقایسه بین میانگین‌ها براساس آن صورت می‌گیرد. نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در کاربری جنگل و مزرعه تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۹۹ درصد داشت. برای بررسی تأثیر نقاط مختلف بر روی‌داده‌های هدایت هیدرولیکی خاک به‌دست‌آمده، ضریب تغییرات هدایت هیدرولیکی کاربری‌های مختلف، در شکل (۲) نشان داده شده است. همان‌طور که نتایج نشان می‌دهد، نتایج هدایت هیدرولیکی به‌دست‌آمده در ۲۰ نقطه موردنظر، با در نظر گرفتن ضریب تغییرات ناچیز محاسبه‌شده، به یکدیگر نزدیک بودند.



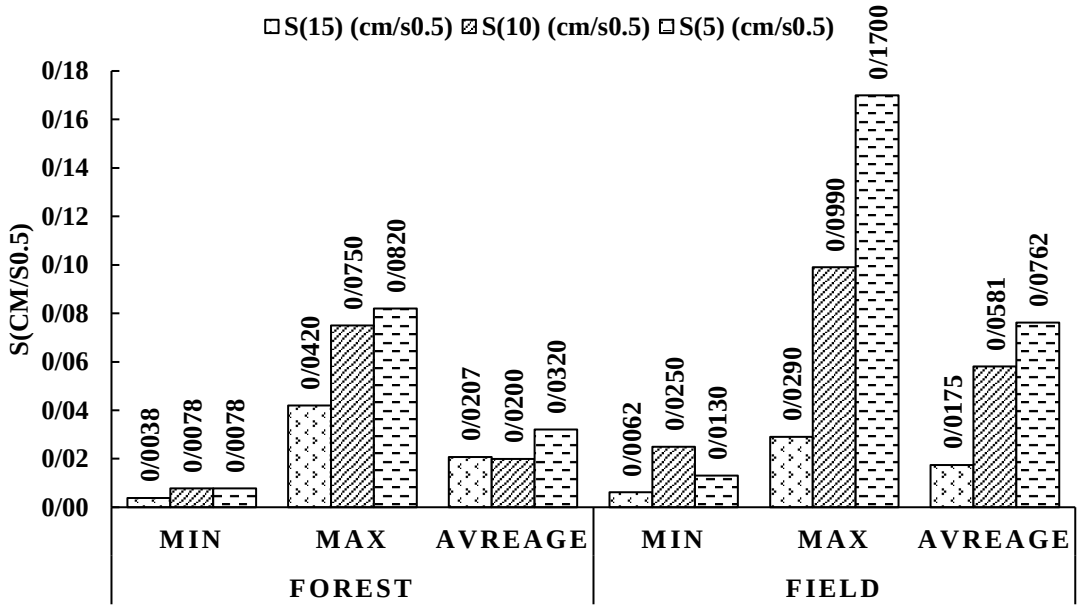
شکل(۲): آماره‌های بیشینه، کمینه، ضریب تغییرات و متوسط هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در کاربری جنگل و مزرعه



شکل(۳): مقادیر آماره‌های مربوط به طول درشت مویینگی در کاربری جنگل و مزرعه



شکل (۴): شدت نفوذ شبه‌پایدار در مکش‌های مختلف و کاربری جنگل و مزرعه



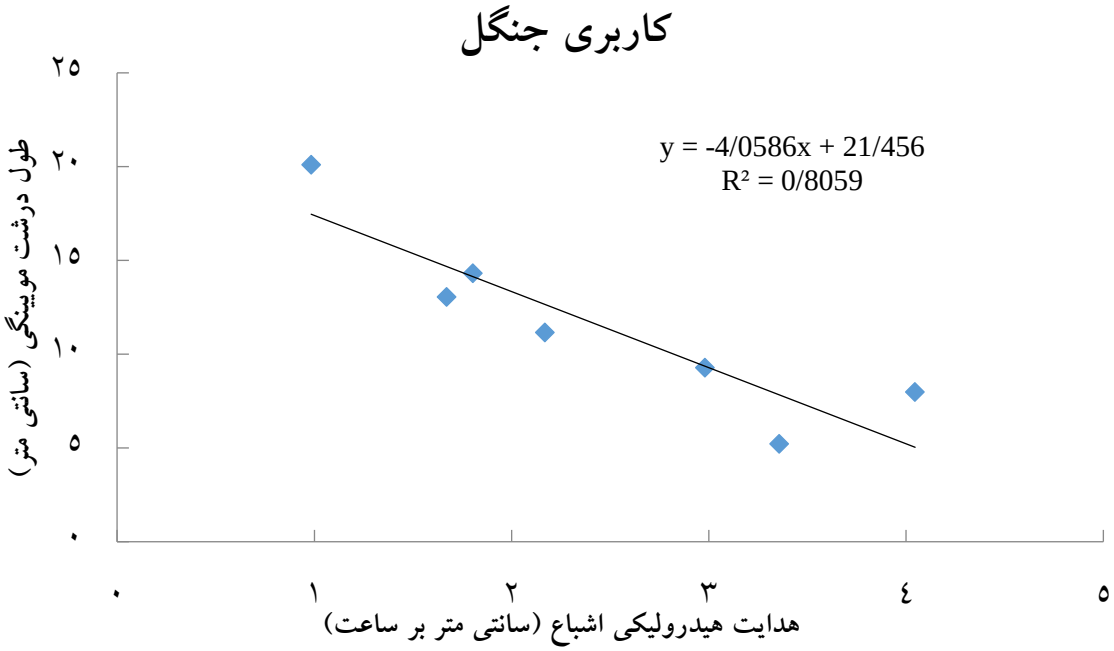
شکل (۵): ضریب جذب خاک در مکش‌های مختلف و کاربری جنگل و مزرعه

بررسی نتایج نشان داد میانگین هدایت هیدرولیکی به‌دست‌آمده در کاربری مزرعه برابر ۶/۷ (سانتی‌متر بر ساعت) و در کاربری جنگل برابر ۱/۷ (سانتی‌متر بر ساعت) می‌باشد. میانگین مقادیر به‌دست‌آمده برای عکس طول درشت موییننگی خاک برای کاربری مزرعه و جنگل برابر ۰/۱ به‌دست‌آمده آمد که کمتر از مقادیر پیشنهادی توسط Kelishadi et al. (2014) می‌باشد که علت آن می‌تواند به دلیل وجود دامنه تغییرات اندازه ذرات خاک، در یک کاربری مشخص باشد. در تحقیقی که توسط Kelishadi et al.(2014) ، برای بافت مشابه صورت گرفته است میزان عکس طول درشت موییننگی برابر ۰/۱۴ برآورد شده است که بیش از برآوردهای حاصل از این تحقیق می‌باشد. در شکل (۶) و (۷) تغییرات مقدار طول درشت موییننگی نسبت به تغییرات هدایت هیدرولیکی اشباع در هر دو کاربری نشان داده شده است، همان‌طور که در این شکل نشان داده شده است روند کاهشی طول درشت موییننگی، با افزایش میزان هدایت هیدرولیکی اشباع در هر دو کاربری دیده می‌شود که این موضوع با تحقیقات Soares et al (2020) مطابقت دارد. البته این روند در کاربری جنگل، تقریبا چهار برابر کاربری مزرعه به دست آمد. در تحقیقی که توسط Hu et al.(2011) ، صورت گرفته است میزان عکس طول درشت موییننگی برای یک خاک لوم - شنی برابر ۰/۰۴ به‌دست‌آمده است که کمتر از نتایج این تحقیق می‌باشد، البته تحقیق ایشان نشان داد که میزان عکس طول درشت موییننگی به شعاع دیسک مکشی ارتباط داشته و با افزایش آن افزایش می‌یابد به‌طوری‌که با افزایش شعاع دیسک مکشی به میزان دو برابر، مقادیر به‌دست‌آمده برای پارامتر عکس طول درشت موییننگی به میزان حدوداً دو برابر افزایش می‌یابد.

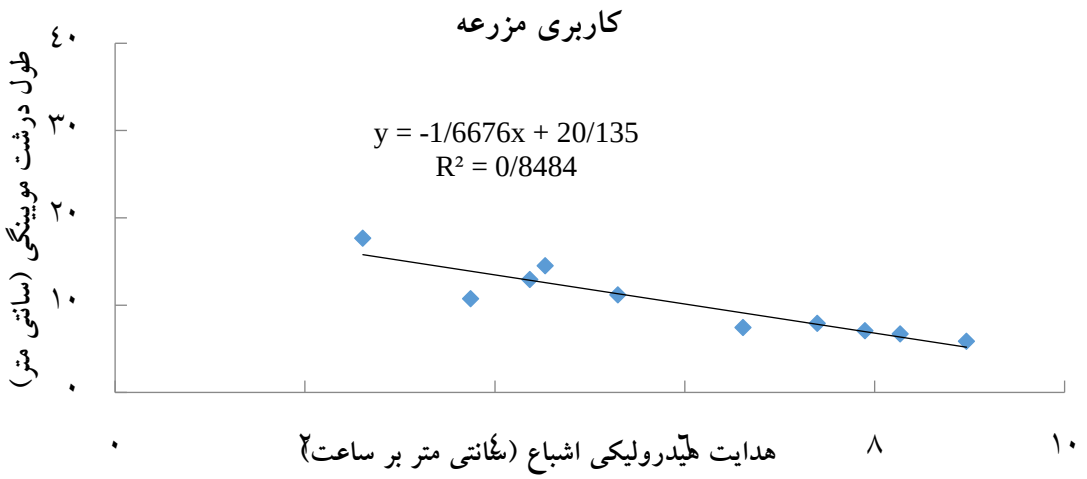
جدول(۲):نتایج آزمون برابری واریانس و مقایسه میانگین‌های هدایت هیدرولیکی در کاربری جنگل و مزرعه

شاخص آماری	K_{fs}(cm/hr)		λ (cm)		S_{10}(cm/s$^{0.5}$)		S_{15}(cm/s$^{0.5}$)		S_5(cm/s$^{0.5}$)	
	جنگل	مزرعه	جنگل	مزرعه	جنگل	مزرعه	جنگل	مزرعه	جنگل	مزرعه
متوسط	1.7**	6.7**	9.4 n.s	9.5 n.s	0.019**	0.05**	0.021**	0.017**	0.03**	0.08**
واریانس	1.5	23.4	26.3	63.1	0.0001	0.0002	0.00014	0.00005	0.00038	0.0019
F محاسبه‌شده	15.5		2.3		1.43		2.64		5.07	
F جدول	4.3		4.4		3.02		3.12		3.08	
T جدول	2.9		2.7		2.7		2.74		2.8	
T محاسبه‌شده	3.7		0.05		7.9		1.04		4.6	

†The sign ** and n.s means significant at the confidence level of 1% and non-significant, respectively.



شکل (۶): روند تغییرات مقدار طول درشت مویینگی خاک نسبت به هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در کاربری جنگل



شکل (۷): روند تغییرات مقدار طول درشت مویینگی خاک نسبت به هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در کاربری مزرعه

نتیجه‌گیری

در این پژوهش پارامترهای نفوذ آب در خاک در دو کاربری جنگل و مزرعه موردمطالعه قرار گرفت، نتایج نشـــان داد که پارامترهای نفوذ آب در خاک در کاربری مزرعه به‌غیراز طول درشـــت مویینگی در ســـایر موارد به‌مراتب بیش‌تر از کاربری جنگل به دســـت آمد، این موضوع می‌تواند به دلیل انجام عملیات کشاورزی ازجمله شـــخم خاک و تأثیر آن بر میزان فشـــردگی و چگالی ظاهری خاک باشـــد، و از طرفی تأییدکننده نظریه فشردگی طبیعی خاک براثر مرور زمان در کاربری جنگل باشد که توسط محققینی چون Mosaddeghi (2003) et al. و Mullins(2000) موردبررسی قرارگرفته است. علاوه بر این رابطه معنی‌داری بین میزان فشردگی خاک و افزایش پارامترهای طول درشـــت مویینگی و هدایت هیدرولیکی خاک در کاربری جنگل و مزرعه، دیده نشد. همان‌طور که در این شـــکل مشـــخص اســـت، همچنین میزان ضـــریب جذب خاک مســـتخرج از رابطه Philip (1969) فیلیپ در کاربری مزرعه تقریباً دو برابر ضـــرایب جذب به‌دســـت‌آمده از کاربری جنگل محاســـبه گردید و با کاهش میزان مکش، مقادیر آن افزایش یافت. تغییرات مقدار طول درشـــت مویینگی نســـبت به تغییرات هدایت هیدرولیکی اشـــباع در هر دو کاربری نشـــان داده شـــده اســـت، بررســـی روند تغییرات هدایت هیدرولی و طول درشـــت مویینگی خاک در هر دو کاربری نشـــان داد که روند کاهشـــی طول درشـــت مویینگی، با افزایش میزان هـدایت هیـدرولیکی اشـــبـاع در هر دو کـاربری دیـده می‌شـــود، البته این روند در کاربری جنگل، تقریبا چهار برابر کاربری مزرعه محاســـبه گردید. نتایج نشـان داد که بازه تغییرات هدایت هیدرولیکی در کاربری مزرعه نسبت به کـاربری جنگـل بیش‌تر بوده و این نشـــان‌گر تـأثیر غیریکنواخت عملیات زراعی و خاکورزی بر خصـوصـیات هدایت هیدرولیکی اشـــباع خاک در کاربری مزرعه دارد که باعث عدم دقت در طراحی زمان‌های پیشـــروی و پس‌روی آب می گردد کـه تحقیقـات بیشـــتری در این زمینه لازم است، این موضوع مخصوصاً در شاخص‌های شـدت نفوذ پایدار آب در خاک و طول درشـت مویینگی مشهودتر می‌باشد.

سپاسگزاری

این مقاله با حمایت معاونت محترم پژوهشی دانشگاه محقق اردبیلی تهیه‌شده است و از ایشان تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

ابراهیمی، ف. و م. رئوف. ۱۳۹۵. اثر تغییر کاربری اراضی بر هدایت هیدرولیکی غیراشباع خاک در شرایط غیرماندگار و ارزیابی برخی اطلاعات جهانی. پژوهش‌های خاک. سال سی ام، شماره ۳ ، ص ۳۲۸ - ۳۱۹.

پارسافر، ن. ۱۳۹۰ . بررسی اثر فاضلاب شهری و پساب تصفیه‌شده آن بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک، آب زهکشی و ویژگی‌های کمی- کیفی سیب‌زمینی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه بوعلی سینا همدان، دانشکده کشاورزی، ۱۱۷ صفحه.

جعفری فوتمی، ع. و ا. شیدای‌کرکج. ۱۳۹۲. بررسی نقش تغییر کاربری اراضی بر خصوصیات فیزیکی و کاتیون‌های خاک (مطالعه موردی: دشت میزابایلو، استان گلستان)، مجله‌ی مدیریت خاک، سال دوم، شماره ۲ ، ص ۵۵ - ۴۵.

حسینی،ی. ۱۳۹۶. مقایسهٔ روش‌های نفوذسنج گلف و دیسک مکشی در اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی اشباع خاک، تحقیقات مهندسی سازه‌های آبیاری و زهکشی. سال هیجدهم، شماره ۶۹ ، ص ۱۶ - ۱.

رمضانی، ن.، صیاد، غ.ع.، برزگر، ع.ا. و ا. لندی. ۱۳۹۹. اثر ساختمان خاک بر خصوصیات هیدرولیکی نزدیک اشباع با استفاده از دستگاه نفوذسنج مکشی. علوم و مهندسی آبیاری. سال چهل و سوم، شماره ۲ ، ص ۹۲ - ۷۷.

عبدالمحمدی، ش.، ع. ر. ایلدرمی، و م. حشمتی. ۱۴۰۰. اثر تغییر کاربری اراضی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک حوزه آبخیز هلشی، کرمانشاه .نشریه علمی جغرافیا و برنامه ریزی. سال بیست و پنجم، شماره ۷۵ ، ص ۱۸۰ - ۱۷۱.

غفاری، پ.، کشکولی، ح.ع.، سلطانی، ش. ۱۳۸۸. کاربرد نفوذسنج دیسک مکشی در تعیین خصوصیات هیدرولیکی نزدیک به اشباع در خاک لومی. هشتمین کنگره بین‌المللی مهندسی عمران. شیراز.

قربانی دشتکی، ش.، دهقانی بانیانی، س.، خداوردی‌لو، ح.، محمدی، ج.، و ب . خلیل‌مقدم. ۱۳۹۱. برآورد هدایت آبی اشباع و عکس طول درشت مویینگی خاک با استفاده از توابع انتقالی خاک. مجله علوم آب‌وخاک. سال شانزدهم، شماره ۶۰ ، ص ۱۵۷ - ۱۴۵.

قیومی محمدی، ا. م.، قربانی دشتکی، ش.، رئیسی، ف. و پ. طهماسبی. ۱۳۹۲. اثر رهاسازی اراضی بر تغییرات نفوذ آب به خاک. حفاظت منابع آب‌وخاک. سال هشتم، ص ۵۱ - ۴۱.

Abu-Hashim, M.S.D. 2011. Impact of land-use and landmanagement on water infiltration capacity of soils on a catchment scale. PhD Thesis Fakultät Architektur, Bauingenieurwesen und Umweltwissenschaften der Technischen Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig, Germany.

Ankeny, M. D., Ahmed, M., Kaspar T. C. and R. Horton. 1991. Simple field method for determining unsaturated hydraulic conductivity. Soil Science Society of America Journal, 55:467-470

Baranian Kabir, E., Basharia, H., Bassiria, M. and M. R. Mosaddeghi. 2020. Effects of land-use/cover change on soil hydraulic properties and pore characteristics in a semi-arid region of central Iran. Soil and Tillage Research. 197: 420–433.

Bouyoucos, G.J. 1962. Hydrometer method improved for making particle size analysis of soils. Agronomy Journal. 54: 464-465.

Canadell, J. and I. Noble. 2001. Challenges of a changing Earth.Trends Ecol. Evol. 16: 664–666.

Dionizio, E. A. and M. H. Costa. 2019. Influence of Land Use and Land Cover on Hydraulic and Physical Soil Properties at the Cerrado Agricultural Frontier. Agriculture. 9: 1–14.

Elrick, D.E., Reynolds, W.D. and K.A. Tan.1989. Hydraulic conductivity measurements in the unsaturated zone using improved well analyses. Ground water moint. Rev. 9:184-193.

Elrick, D.E. and W.D. Reynolds. 1992. Methods for analyzing constant head well permeameter data. Soil Sci. Soc. Amer. J. 56: 320–323.

Evett, S.R., Peters, F.H., Jones, O.R. and P.W. Unger. 1999. Soil hydraulic conductivity and retention curves from tension infiltrometer and laboratory data. In: van Genuchten, M. Th, Leij, F.J., Wu, L.

(Eds.), Characterization and Measurement of the Hydraulic Properties of Unsaturated Porous Media: Part I. U.S. Salinity Laboratory, USDA-ARS, pp. 541–551.

Flint, L. E. and A. L. Flint, 2002. The soil solution phase Porosity. In Methods of Soil Analysis. Part 4. Dane JH, Topp GC (eds). Soil Science Society of America Journal, Madison, Wisconsin, 241–245.

Gardner, W.R. 1958. Some steady-stade solutions of the unsaturated moisture flow equation with application to evapopration form water table. Soil sci. 85: 228-232.

Hu, W., Shao, M., Wang, Q., Fan, J. and R. Horton. 2009. Temporal changes of soil hydraulic properties under different land uses. Geoderma, 149: 355–366.

Kerna, J. S. and M. G. Johnson. 1993. Conservation tillage impacts on national soil and atmospheric carbon levels. Soil Sci. Soc. Amer. J, 57: 200-210.

Kelishadi, H., Mosaddeghi, M.R., Hajabbasi, M.A. and S. Ayoubi. 2014. Near-saturated soil hydraulic properties as influenced by land use management systems in Koohrang region of central Zagros, Iran. Geoderma. 213: 426–434.

Leite, A. M. P., Souza, E. S., Santos, E. S., Gome, J. R., Cantalice, J. R. and B. P. Wilcox. 2018. The influence of forest regrowth on soil hydraulic properties and erosion in a semiarid region of Brazil. Ecohydrology, 11: 31-33,

Lipiec, J., Kuś, J., Słowińska-Jurkiewicz, A. and A. Nosalewicz. 2006. Soil porosity and water infiltration as influenced by tillage methods. Soil till. Res. 89: 210–220.

Logsdon, S.D. and D.B. Jaynes. 1993. Methodology for determining hydraulic conductivity with tension infiltrometers. Soil Science Society of America Journal, 57: 1426-1431.

Mohanty, B.P., Kanwar, R.S. and R. Horton. 1991. A robust-resistant approach to interpret the spatial behavior of saturated hydraulic conductivity of a glacial till soil under no-tillage system. Water Resources Research, 27: 2979-2992.

Mosaddeghi, M.R., Hemmat, A., Hajabbasi, M.A. and A. Alexandrou. 2003. Pre-compression stress and its relation with the physical and mechanical properties of a structurally unstable soil in central Iran. Soil till. Res. 70: 53–64.

Moosavi, A.A. and A.R. Sepaskhah. 2012. Spatial variability of physico-chemical properties and hydraulic characteristics of a gravelly calcareous soil. Arch. Agron. Soil Sci. 58 (6): 631–656.

Mullins, C.E. 2000. Hardsetting soils. In: Sumner, M.E. (Ed.), Handbook of Soil Science.

Philp, J.R. 1969. Throry of infiltration. Adv. Hydrosci. 5: 215-296.

Radcliffe, D.E. and J. Šimůnek. 2010. Soil Physics with HYDRUS: Modeling and Applications.CRC Press Taylor and Francis Group.properties under different land uses. Geoderma. 149: 355–366.

Reynolds, W.D. and D.E. Elrick. 1985. In situ measurement of field saturated hydraulic conductivity sorpitivity a parameter using Guelph permeameter. Soil sci. 140(4): 292-302.

Reyonlds, W.D. and D.E. Elrick. 1991. Determination of hydraulic conductivity using a tension in filtrometer. Soil sci. Soc Am. J. 55: 633-639.

Reynolds, W.D., Vieira, S.R. and G.C. Topp. 1992. An assessment of the sing le-head analysis for the constant head well permeameter. Can. J. soil Sci. 72: 489- 501.