

## بررسی و مقایسه خصوصیات نفوذ آب در خاکهای رسی و در شرایط قرق و چرا در مراتع منطقه فریدن اصفهان

محمد رضا وهابی<sup>(۱)</sup> رحمان رحیم زادگان<sup>(۲)</sup> مهدی بصیری<sup>(۳)</sup>

تاریخ دریافت: ۷۹/۳/۸، تاریخ پذیرش نهایی: ۷۹/۱۰/۵

### چکیده

تغییرات کوتاه مدت (۵ سال) خصوصیات نفوذ آب در خاک رسی تحت شرایط قرق و چرای دام مورد بررسی قرار گرفت. در سال ۱۳۶۷ آزمایش نفوذ با استفاده از نفوذسنج باران ساز (فرم تغییر یافته میوویک) در داخل و خارج ۸ قرق مطالعاتی با دو تکرار انجام شد و شاخص عمق نفوذ در پلات‌های آزمایشی تعیین گردید. این قرق‌ها به طور تصادفی از میان ۹۶ قرق مطالعاتی (در رویشگاه‌های مختلف) انتخاب گردیدند. براساس معادله کوستیاکوف آنالیز آماری رگرسیون بر روی آمار بدست آمده انجام گرفت و ضرائب معادلات سرعت نفوذ لحظه‌ای، نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ نهایی محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهد که سرعت نفوذ لحظه‌ای و سرعت نفوذ نهایی بر اثر قرق عموماً افزایش یافته‌اند. سرعت نفوذ نهایی بطور متوسط در ۸ تیپ گیاهی حفاظت شده ۵۴/۱ درصد (۲/۰۹ سانتی متر بر ساعت) افزایش داشته است. همبستگی سرعت نفوذ نهایی با پوشش تاجی و لاشبرگ (به ترتیب  $r=0/70$  و  $r=0/67$ ) در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار ولی با سنگ و سنگریزه معنی دار نبود.

**واژه‌های کلیدی:** نفوذسنج، باران ساز، معادله کوستیاکوف، سرعت نفوذ لحظه‌ای، قرق

مطالعاتی مرتع، اصفهان، فریدن

۱- مربی گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

۲- دانشیار سابق گروه آبیاری دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان

۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان

## مقدمه

دام و گیاه در اکوسیستم‌های طبیعی، همواره در کنش متقابل با یکدیگر می‌باشند. تا زمانی که جمعیت دام در هر اکوسیستم متناسب با ظرفیت آن باشد، به منابع با ارزش آن همچون آب، خاک و گیاه خسارت وارد نمی‌گردد. بهره برداری نامناسب باعث وارد آمدن خساراتی نظیر فشردگی خاک، کاهش سرعت نفوذ آب در خاک و افزایش جریان سطحی حاصل از بارندگی در مراتع می‌شود. افزایش جریان سطحی می‌تواند فرسایش خاک را به همراه داشته و خاک حاصلخیز سطحی را در مراتع از بین ببرد. در صورتی که جریان سطحی به مخازن سدها منتقل شود، عمر مفید سدها در اثر تجمع رسوب کاهش پیدا می‌کند. با توجه به اینکه گیاهان مراتع متکی به بارندگی در شرایط طبیعی هستند، کاهش نفوذپذیری خاک باعث کاهش ذخیره آب در پروفیل خاک می‌شود. کاهش رطوبت در خاک نیز می‌تواند گیاهان مرتعی را دچار کمبود آب کند و بر روی تولید علوفه مرتع اثر منفی داشته باشد.

بررسی پدیده نفوذ در مراتع می‌تواند در جهت تأمین آب مورد نیاز گیاهان مرتعی کمک نماید و از این طریق در افزایش تولید علوفه مؤثر باشد.

نفوذ آب در خاک به عوامل متعددی مانند بافت خاک، میزان سنگ و سنگریزه، ریشه گیاه، پوشش تاجی گیاهان، مواد آلی موجود در خاک، میزان لاشبرگ در سطح خاک، رطوبت اولیه خاک، میزان سدیم خاک، وزن مخصوص ظاهری خاک، شدت بارندگی و دمای آب و خاک بستگی دارد. بررسی نظری پدیده سرعت نفوذ آب در خاک و چگونگی تأثیر عوامل مؤثر بر روی آن بسیار پیچیده و دشوار است. تا کنون معادلات مختلفی برای محاسبه سرعت نفوذ آب در خاک معرفی شده‌اند که برخی از آنها مانند معادله فیلیپ<sup>(۱)</sup> (۱۹۵۷) و معادله گرین و امپت<sup>(۲)</sup> (۱۹۱۱) اساس نظری داشته و در هر صورت برای استفاده از این معادلات، می‌بایست بعضی از ضرایب بطور تجربی محاسبه شود (۱). مورل - سیتوکس<sup>(۳)</sup> و همکاران (۱۹۷۶) اظهار کرده‌اند که از معادله کوستیاکوف در روش‌های حوزة آبخیز، استوانه ساده، استوانه مضاعف، در نفوذسنج‌های باران ساز و ستون‌های آزمایشگاهی و حتی

آنالیزهای عددی فیلیپ، بطور موفقیت آمیزی استفاده شده است. همچنین در بررسی‌های زیادی که در شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی و خاک متفاوت انجام گرفته، معادله کوستیاکوف از تناسب و دقت خوبی برخوردار بوده است (۱۴). بطور معمول مهندسین معادله کوستیاکوف را به دلیل سادگی، سهولت در محاسبه و دقت نسبتاً خوب به سایر معادلات ترجیح می‌دهند. گیفورد<sup>(۴)</sup> (۱۹۷۸) ارتباط معادلات هورتون، فیلیپ و کوستیاکوف را با پوشش گیاهی و شرایط خاک در سیزده جامعه گیاهی بررسی نموده و اظهار داشته است که ضرایب معادله کوستیاکوف با فاکتور پوشش گیاهی، ضرایب معادله فیلیپ با فاکتور خاک و ضرایب معادله هورتون با فاکتورهای پوشش گیاهی و خاک ارتباط دارند (۱۱). برانسون<sup>(۵)</sup> و همکاران (۱۹۸۱) اظهار داشته‌اند که معادله هورتون نسبت به معادله فیلیپ و کوستیاکوف از تناسب بهتری برخوردار بوده، با این حال استفاده از آن بطور مطلق مورد شک و تردید است (۸). قوش<sup>(۶)</sup> (۱۹۸۵) اظهار کرده است که معادله کوستیاکوف تحت هر شرایطی و در هر نوع خاکی، بدون هیچ گونه محدودیتی کاربرد دارد (۱۰). دادخواه و گیفورد<sup>(۷)</sup> (۱۹۸۰) تأثیر پوشش گیاهی را بر روی سرعت نفوذ در خاک لومی با پوشش گراس و شیب ۱۵ درصد مطالعه کرده و نتیجه گرفته‌اند که سرعت نفوذ در تیپ گیاهی با شکل چمنی<sup>(۸)</sup> نسبت به تیپ گیاهی با شکل دسته‌ای<sup>(۹)</sup> افزایش بیشتری داشته است (۹).

هدف از این تحقیق بررسی اثر شرایط قرق و چرا بر روی سرعت نفوذ آب در خاک بوده که با توجه به محاسن معادله کوستیاکوف از آن استفاده گردیده است. در این بررسی

۱- Philip

۲- Green &amp; Ampt

۳- Morel- Seytox

۴- Gifford

۵- Branson.

۶- Ghosh

۷- Dadkhah and Gifford

۸- Sod forming

۹- Bunch forming

بزرگ زروکریپت<sup>(۷)</sup>، زوروتنت<sup>(۸)</sup>، کلسی زرال<sup>(۹)</sup>، هاپلوزرال<sup>(۱۰)</sup> و آرچی زرال<sup>(۱۱)</sup> قرار گرفته است (۲).

### مواد و روشها

در سال ۱۳۶۰، تعداد ۹۶ قرق مطالعاتی ۱۰۰۰ متر مربعی (۲۰×۵۰ متر) در رویشگاه‌های مختلف دو ناحیه از منطقه فریدن توسط دانشگاه صنعتی اصفهان ایجاد گردید (۲). برای بررسی اثر قرق در سرعت نفوذ آب در خاک در سال ۱۳۶۷، هشت تیپ گیاهی بطور تصادفی از میان قرق‌ها (با فرض اینکه این قرق‌ها روی توده‌های گیاهی وسیعی ایجاد شده‌اند) انتخاب گردید. سطح داخل قرق‌ها به عنوان گروه تجربی و سطح چرا شده خارج آنها به عنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد. آزمایش اندازه‌گیری سرعت نفوذ در گروه‌های شاهد و تجربی با استفاده از نفوذسنج باران ساز (فرم تغییر یافته نفوذسنج میوویک)<sup>(۱۲)</sup> و با دو تکرار انجام گرفت. از آنجائی که گیاهان در مراتع طبیعی متکی به بارندگی هستند، به منظور مشابه سازی شرایط واقعی، نفوذسنج نوع باران ساز انتخاب و از آن استفاده شد. این نفوذسنج از چهار قسمت: پایه، مخزن آب، بدنه و پلات تشکیل گردیده است. مخزن آب از جنس پلاستیک بوده و گنجایش ۴۰ لیتر آب را دارد. سطح آب درون مخزن توسط لوله شفاف و خط کش مدرج که دقت آن تا دهم لیتر است، قابل کنترل و اندازه‌گیری است. مخزن می‌تواند روی پایه فلزی در جهت عمود حرکت کند و در نتیجه ارتفاع آن قابل تغییر و تنظیم است. بدنه نفوذسنج دارای مخزنی به شکل مکعب مستطیل (ابعاد ۴۰×۵۰×۴۰ سانتیمتر) و

منطقه‌ای واقع در دامنه‌های شمال شرقی ارتفاعات زاگرس مرکزی، متشکل از دو ناحیه مجزا مورد مطالعه قرار گرفت. ناحیه اول حدفاصل طول‌های جغرافیایی  $E 50^{\circ} 19'$  و  $E 49^{\circ} 39'$  و عرض‌های جغرافیایی  $N 33^{\circ} 9'$  و  $N 32^{\circ} 41'$  می‌باشد و در غرب شهر فریدونشهر واقع است (شکل ۱). وسعت این ناحیه در حدود ۱۰۰۰۰۰۰ هکتار بوده و قسمت عمده سطح آن را ارتفاعات بلند و پرشیب تشکیل می‌دهد. متوسط بارش سالانه آن در قسمت مرتفع (۲۴۶۵ تا ۳۸۹۶ متر از سطح دریا) در حدود ۵۰۰ میلی‌متر و در قسمت کم ارتفاع غربی (۱۸۰۰ تا ۳۰۹۳ متر از سطح دریا) در حدود ۶۰۰ میلی‌متر می‌باشد و میانگین حداکثر و حداقل سالیانه دما در مناطق مرتفع‌تر (فریدونشهر) به ترتیب  $17/2$  و  $2/8$  درجه سانتیگراد و در مناطق کم ارتفاع (پشت کوه) به ترتیب  $21/7$  و  $6/3$  درجه سانتیگراد است (۳). ناحیه دوم حدفاصل طول‌های جغرافیایی  $E 50^{\circ} 47'$  و  $E 50^{\circ} 27'$  و عرض‌های جغرافیایی  $N 33^{\circ} 45'$  و  $N 33^{\circ}$  در شمال شهر چادگان واقع است (شکل ۱). وسعت تقریبی آن ۴۰۰۰۰ هکتار بوده و قسمت عمده سطح آن را اراضی کم شیب تا نسبتاً مسطح (۲۱۴۰ تا ۲۵۶۰ متر از سطح دریا) تشکیل می‌دهد. دو رشته کوه به نامهای دالانکوه و بیدک اراضی کم شیب و مسطح این ناحیه را محصور کرده است (به ترتیب با حداکثر ۳۶۴۲ و ۲۸۳۵ متر از سطح دریا). متوسط بارش سالانه آن بالغ بر ۳۳۰ میلی‌متر و میانگین حداکثر و حداقل سالیانه دما به ترتیب  $17$  و  $2/1$  درجه سانتیگراد می‌باشد (۳). بر اساس تقسیم بندی بیوکلیماتیک پاپو (۱۵)، این دو ناحیه جزو فلور ایران و توران<sup>(۱)</sup> است، که ناحیه اول دارای دو منطقه نیمه استپی (بخش عمده) و جنگلی خشک و ناحیه دوم منطقه نیمه استپی می‌باشد. براساس تقسیم بندی اقلیمی به روش گوسن<sup>(۲)</sup>، منطقه مورد مطالعه در دو اقلیم استپی سرد (بخش عمده) و اقلیم مدیترانه‌ای گرم و خشک قرار می‌گیرد (۳ و ۴). خاک مراتع مورد مطالعه نیز در سال ۱۳۶۳ توسط دانشگاه صنعتی اصفهان بررسی شده و با توجه به خصوصیات مورفولوژیک و نتایج فیزیکوشیمیائی خاک براساس طبقه‌بندی ۱۹۹۴ خاک<sup>(۳)</sup> در سه رده انتی سول<sup>(۴)</sup>، اینسپتی سول<sup>(۵)</sup> و مالی سول<sup>(۶)</sup> و در پنج گروه

۱- Irano-Turanien

۲- Gaussen

۳- Soil Taxonomy 1994

۴- Entisols

۵- Inceptisols

۶- Mollisols

۷- Xerochrepts

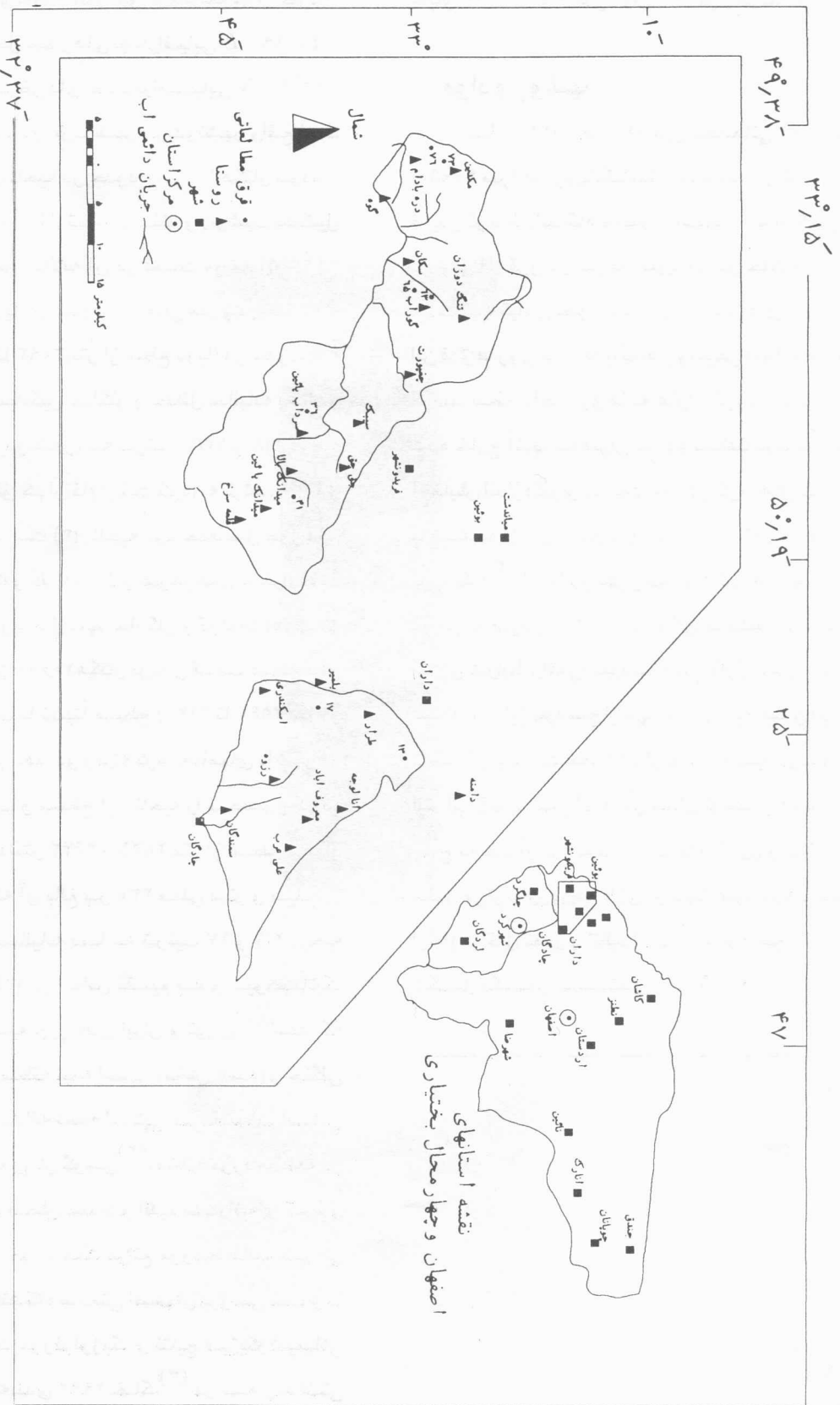
۸- Xerorthents

۹- Calcixerolls

۱۰- Haploxerolls

۱۱- Argixerolls

۱۲- Meeuwig



شکل ۱ - نقشه منطقه طرح

از انجام آزمایش، سرعت نفوذ لحظه‌ای<sup>(۳)</sup> از رابطه (۱):

$$I = \frac{V_1 - V_2}{St}$$

محاسبه شد. در این رابطه: I سرعت نفوذ لحظه‌ای (سانتی

متر در ساعت)، V<sub>۱</sub> حجم آب بارندگی (سانتی متر مکعب)، V<sub>۲</sub>

حجم روان آب (سانتی متر مکعب)، S مساحت پلات (۲۰۰۰

سانتی متر مربع) و t زمان نفوذ (ساعت) می‌باشد. متوسط

سرعت نفوذ آب در خاک برای دو تکرار محاسبه شد و ضرائب

معادله کوستیاکوف برای سرعت نفوذ لحظه‌ای از رابطه (۲):

$$I = at^b$$

و نفوذ تجمعی<sup>(۴)</sup> از رابطه (۳):

$$D = At^B$$

با استفاده از معادله رگرسیون، توسط رایانه شخصی

بدست آمد و منحنی آنها ترسیم شد. در روابط (۲) و (۳) D نفوذ

تجمعی (سانتی متر)، a و b ضرائب معادله سرعت نفوذ

لحظه‌ای، A و B ضرائب معادله نفوذ تجمعی و t زمان (دقیقه)

می‌باشد. با فرض اینکه سرعت نفوذ نهایی<sup>(۵)</sup> در زمان

$t_B = -600b$  اتفاق می‌افتد، با قرار دادن این زمان در رابطه (۴):

$$I_B = at_B^b$$

سرعت نفوذ نهایی بر حسب سانتی متر در ساعت تعیین و

مقادیر آن در جدول ۴ آمده است. تغییرات سرعت نفوذ نهایی

برای ۸ تیپ گیاهی با استفاده از روش آنالیز آماری تفاوت

جفت شده<sup>(۶)</sup> آزمون گردید. همزمان با انجام آزمایش سرعت

نفوذ، نمونه‌های خاک برای تعیین وزن مخصوص ظاهری (از

قشر سطحی خاک) و درصد رطوبت خاک (از عمق صفر تا ۱۰

سانتی متری خاک) برداشت شد. درصد رطوبت اولیه به روش

وزنی و وزن مخصوص ظاهری به روش رینگ تعیین گردیدند.

درصد تخلخل خاک نیز با استفاده از رابطه (۵):

$$P = 100 - \left( \frac{BD}{PD} \times 100 \right)$$

محاسبه شد. در این رابطه: P درصد تخلخل خاک، BD

از جنس پلکسی گلاس<sup>(۱)</sup> است. در کف این مخزن ۲۸۵

سوراخ به قطر ۵/۰ میلی متر (با آرایش شبکه مربعی و فاصله

۲۵ میلی متر) ایجاد شده است. قطعات بدنه و کف مخزن نیز

توسط ماده شیمیایی دی کلر و اتان<sup>(۲)</sup> به یکدیگر جوش داده

شده و شکاف بین آنها با چسب آکواریوم پر گردیده است.

مخزن بدنه نفوذسنج، داخل قاب فلزی قرار می‌گیرد. قاب فلزی

دارای ۲ پایه ثابت (در عقب) و ۲ پایه متحرک (در جلو) می‌باشد.

از پایه‌های متحرک برای تراز کردن دستگاه نفوذسنج در

محل‌های شیبدار استفاده می‌شود (شکل ۲).

پلات از جنس فلز (ورق نمره ۲/۵) و به مساحت ۲۰۰۰

سانتی متر مربع (۴۰×۵۰ سانتی متر) و با ارتفاع ۳۰ سانتی متر

می‌باشد. بر روی جدار پلات در قسمت ضلع کوچک، شیار

باریک (۲×۳۵ سانتی متر) در ارتفاع ۱۵ سانتی متری از لبه پلات

ایجاد شده است. در زیر این شیار در سطح خارجی پلات،

ناودان فلزی (عرض ۲ سانتی متر) که انتهای آن نیز لوله‌ای

شکل شده، بصورت شیبدار نصب گردیده است. جدار پلات تا

عمق ۱۵ سانتی متری درون خاک قرار گرفته و روان آب

تولیدی از طریق شیار و ناودان به یک ظرف هدایت و پس از

جمع آوری حجم آن تعیین می‌گردد (شکل ۳). پس از آنکه

جریان آب از طریق مخزن پلاستیکی به مخزن بدنه نفوذسنج

برقرار شد، عبور آب از سوراخ‌های کف مخزن انجام گرفته و

به صورت باران بر روی سطح خاک داخل پلات ریزش می‌کند.

شدت بارندگی طوری تنظیم می‌گردد تا مقداری روان آب تولید

گردد و آب در حد پتانسیل نفوذ وارد خاک شود. مدت آزمایش

یک ساعت بوده و در فواصل زمانی ۵ دقیقه انجام گرفت. در

طول زمان آزمایش، با کنترل سطح آب داخل مخزن نفوذسنج

سعی می‌شود تا شدت بارندگی همواره ثابت بماند و مقدار آب

نفوذ یافته در خاک با دقت محاسبه و تعیین شود. در آزمایش

نفوذ از شدت‌های مختلف بارندگی (به ترتیب حداقل و حداکثر

۱۳/۳ و ۲۲/۹ سانتی متر بر ساعت) استفاده شد. میزان آب

نفوذیافته در هر فاصله زمانی از تفاضل حجم آب بارندگی و

روان آب تولیدی تعیین می‌گردد. آزمایش نفوذ در ۸ تیپ گیاهی

مورد مطالعه در سطح حفاظت شده و سطح چرا شده در دو

تکرار انجام گرفت و محل آن نیز بطور تصادفی تعیین شد. پس

۱- Plexyglass

۲- Di-chloro-ethane

۳- Instantaneous infiltration rate

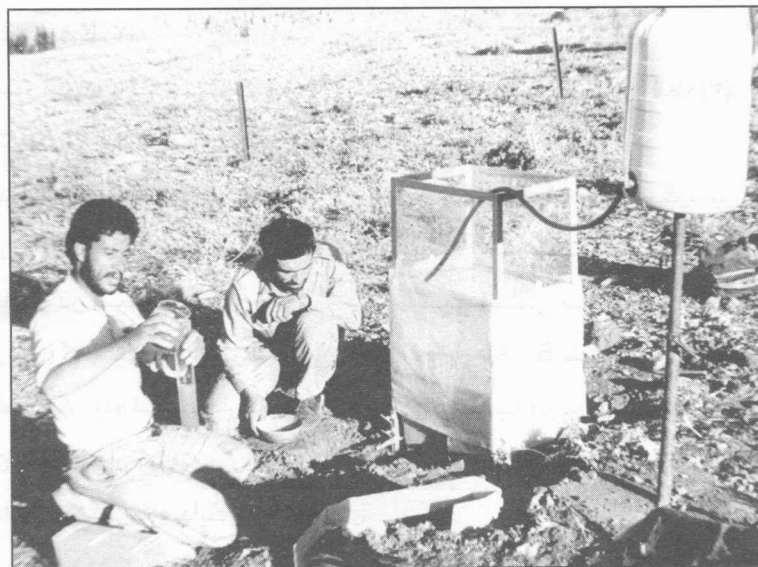
۴- Accumulated infiltration

۵- Final infiltration rate

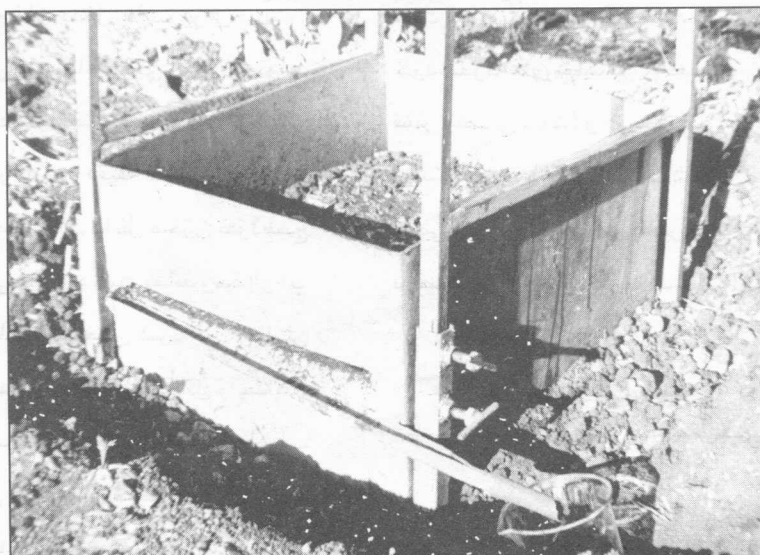
۶- A paired difference test

نرم افزار آماری SPSS نسخه ۷/۵، استفاده شد. به طوریکه شاخص سرعت نفوذ نهایی به عنوان متغیر وابسته (Y) و شاخص های پوشش تاجی، لاشبرگ و سنگ و سنگریزه به عنوان متغیر مستقل (X) منظور گردید.

وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی متر مکعب) و PD وزن مخصوص حقیقی خاک (۲/۶۵ گرم بر سانتی متر مکعب) می باشد. جهت تعیین مدل مناسب و ضرائب همبستگی پیرسون بین سرعت نفوذ نهایی با شاخص های پوشش تاجی، لاشبرگ و سنگ و سنگریزه از رگرسیون چند متغیره و



شکل ۲- نفوذسنج باران ساز و پلات آزمایشی



شکل ۳- پلات آزمایشی

## نتایج

جدول ۱ مشخصات پوشش گیاهی و خاک در داخل و خارج قرق مطالعاتی را نشان می‌دهد. خاک تمامی قرق‌ها رسی و سنگین می‌باشد. درصد رطوبت اولیه خاک در زمان آزمایش نفوذ برای کلیه رفتارها نزدیک به هم بوده است، به طوری که حداقل و حداکثر آن به ترتیب ۲/۴ و ۵/۸ درصد می‌باشد. جرم مخصوص ظاهری خاک نیز در داخل قرق‌های مطالعاتی به ترتیب بین دو حد ۱/۱ تا ۱/۴ و در خارج آن از ۱/۱ تا ۱/۵ گرم بر سانتی متر مکعب متغیر بوده است. جرم مخصوص ظاهری خاک در سطح چراشده ۳ تیپ گیاهی (قرق‌های ۴۱، ۶۵ و ۷۶) نسبت به سطح حفاظت شده، کاهش جزئی یافته و در مورد ۵ تیپ گیاهی (قرق‌های ۱۳، ۱۷، ۶۳، ۶۵ و ۷۳) افزایش جزئی داشته است. مقادیر درصد تخلخل خاک در سطح حفاظت شده به ترتیب بین دو حد ۴۷/۲ تا ۵۸/۵ درصد و در سطح چراشده از ۴۳/۴ تا ۵۸/۵ درصد متغیر بوده است.

درصد نخلخل خاک در سطح حفاظت شده ۵ تیپ گیاهی (قرق‌های ۱۳، ۱۷، ۶۳، ۶۵ و ۷۳) نسبت به سطح چراشده افزایش جزئی و برای ۳ تیپ گیاهی (قرق‌های ۴۱، ۶۵ و ۷۶) کاهش جزئی داشته است.

ضرائب معادلات سرعت نفوذ لحظه‌ای و نفوذ تجمعی به ترتیب در جداول ۲ و ۳ آمده است. مقدار عددی توان معادله کوستیاکوف برای سرعت نفوذ لحظه‌ای (b) و نفوذ تجمعی (B) در اثر قرق افزایش یافته است، به طوری که بیشترین میزان افزایش ضرائب b و B به ترتیب مربوط به تیپ‌های گیاهی ۷ و ۳ (قرق‌های ۷۳ و ۱۳) به میزان ۶۵ و ۲۰ درصد می‌باشد. در اثر قرق ضریب b برای تیپ‌های ۴ و ۶ (قرق‌های ۴۱ و ۶۵) به ترتیب ۵۹/۳ و ۱۸/۷ درصد و ضریب B به ترتیب ۲۱/۹ و ۳/۶ درصد کاهش داشته است. ضرائب a و A در بعضی از تیپ‌ها افزایش و یا کاهش داشته‌اند، به طوری که بیشترین افزایش به ترتیب مربوط به تیپ‌های گیاهی ۲ و ۴ (قرق‌های ۱۷ و ۴۱) به میزان ۵۳/۴ و ۶۲/۱ درصد و بیشترین کاهش مربوط به تیپ گیاهی ۱ (قرق ۱۳) به میزان ۱۰ و ۲۵ درصد بوده است. آمار جداول ۲ و ۳ روند مشخصی برای ضرائب معادلات سرعت نفوذ لحظه‌ای (a) و نفوذ تجمعی (B و A) در اثر قرق نشان نمی‌دهد. اشکال

۴ و ۵ منحنی‌های سرعت نفوذ لحظه‌ای و نفوذ تجمعی را برای سطح حفاظت شده و چراشده ۸ تیپ گیاهی نمایش می‌دهند. سرعت نفوذ لحظه‌ای و نفوذ تجمعی در سطح حفاظت شده ۶ تیپ گیاهی نسبت به سطح چراشده در سطح بالاتر و برای ۲ تیپ گیاهی (قرق‌های ۴۱ و ۶۵) در سطح پائین‌تری قرار گرفته‌اند. جدول ۴ تغییرات سرعت نفوذ نهایی در اثر قرق و چرا را نشان می‌دهد. بطور کلی سرعت نفوذ نهایی در سطح حفاظت شده ۶ تیپ گیاهی افزایش داشته است. حداقل افزایش سرعت نفوذ نهایی برای تیپ گیاهی ۵ (قرق ۶۳) با گونه غالب علفی چند ساله<sup>(۱)</sup> *Ferula ovina* (Boiss) Boiss به میزان ۳۹/۹ درصد (۱/۷۸ سانتیمتر در ساعت) و حداکثر آن برای تیپ گیاهی ۲ (قرق ۱۷) با گونه‌های غالب علفی چند ساله:

*Scariola orientalis* (Boiss.), *Sojak*, *Euphorbia descipiens* Boiss. et Buhs و *Phlomis persica* Boiss.

به میزان ۱۰۳/۶ درصد (۳/۷ سانتی متر در ساعت) بوده است. سرعت نفوذ نهایی در اثر قرق برای تیپ گیاهی ۴ (قرق ۴۱) با گونه غالب بوته‌ای<sup>(۲)</sup> *Astragalus adscendens* Boiss. به میزان ۵۳/۹ درصد (۱/۷۳ سانتی متر در ساعت) و برای تیپ گیاهی ۶ (قرق ۶۵) با گونه غالب *Ferula ovina* به میزان ۷/۴ درصد (۰/۵۴ سانتی متر در ساعت) کاهش یافته است. متوسط افزایش سرعت نفوذ نهایی برای کلیه تیپ‌ها به میزان ۵۴/۱ درصد (۲/۰۹ سانتی متر در ساعت) و بدون در نظر گرفتن تیپ‌های گیاهی ۴ و ۶ (قرق‌های ۴۱ و ۶۵) به میزان ۸۲/۳ درصد (۳/۱۷ سانتی متر در ساعت) در اثر قرق بوده است که در هر صورت مقدار افزایش سرعت نفوذ نهایی قابل توجه است.

رابطه  $Y^2 = 30/15 + 0/014X_1^2 + 0/045X_2^2$  مدل رگرسیونی ایجاد شده بین سرعت نفوذ نهایی با شاخص‌های پوشش تاجی و لاشبرگ را نشان می‌دهد.

در این رابطه: Y سرعت نفوذ نهایی (سانتی متر در ساعت)،  $X_1$  پوشش تاجی (درصد) و  $X_2$  لاشبرگ (درصد) می‌باشد. فرض  $H_0$  معنی دار بودن ضرائب رگرسیون و عرض از مبدأ

۱- Perennial forb

۲- Shrub





ادامه جدول ۱- مشخصات پوشش گیاهی و خاک در داخل و خارج هشت قورق مطالعاتی

چرا شده					حفاظت شده							
تخلخل (1)	وزن مخصوص ظاهری $gr/cm^3$	رطوبت اولیه (1)	سنگ و سنگریزه با قطر بیش از ۲mm (1)	لاشیرگ (1)	پوشش گیاهی (1)	تخلخل (1)	وزن مخصوص ظاهری $gr/cm^3$	رطوبت اولیه (1)	سنگ و سنگریزه با قطر بیش از ۲mm (1)	لاشیرگ (1)	پوشش گیاهی (1)	شماره تیب گیاهی
۴۳/۴	۰/۵	۳/۷	۷۱/۱	۴/۹	۱۲/۲	۴۷/۲	۱/۴	۳/۹	۸۰	۱۰/۳	۱۷/۵	۱
۴۳/۴	۱/۵	۲/۴	۵۴/۸	۴/۱	۱۱/۹	۴۷/۲	۱/۴	۲/۴	۶۹	۱۴/۵	۲۱/۲	۲
۵۴/۷	۱/۲	۵/۱	۱۸/۲	۲/۲	۲۹/۵	۵۰/۹	۱/۳	۴/۵	۱۹/۵	۷/۲	۴۳/۶	۳
۵۸/۵	۱/۱	۵/۶	۵۱/۳	۴/۳	۲۵/۵	۵۴/۷	۱/۲	۳/۳	۴۶/۴	۶/۶	۳۴/۹	۴
۵۴/۷	۱/۲	۴/۶	۳۰/۶	۵/۱	۲۷/۷	۵۸/۵	۱/۱	۴/۳	۲۱/۵	۱۰	۳۷/۷	۵
۵۴/۷	۱/۲	۴/۶	۲۰/۴	۱/۷	۳۸	۵۸/۵	۱/۱	۵/۸	۱۵/۱	۹/۳	۳۸	۶
۵۰/۹	۱/۳	۴/۸	۳۷/۸	۲/۳	۳۱/۴	۵۴/۷	۱/۲	۵/۵	۴۱/۲	۱۳/۹	۳۶/۸	۷
۵۴/۷	۱/۲	۵/۵	۴۸/۱	۰/۷	۲۴/۷	۵۰/۹	۱/۳	۴/۸	۱۴/۳	۹	۵۶	۸

فرض  $H_0$  در آزمون ضرائب رگرسیونی نیز در سطح احتمال ۵ درصد رد نشده است. ضرائب همبستگی سرعت نفوذ نهایی با پوشش تاجی و با لاشبرگ به ترتیب ۰/۷۰ و ۰/۶۷ بدست آمد که در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار بودند.

در سطح احتمال ۵ درصد رد می‌گردد و بنابراین مدل مناسبی است. آزمون اعتبار رگرسیونی در سطح احتمال ۵ درصد معنی دار است. شاخص سنگ و سنگریزه به دلیل پائین بودن ضرائب همبستگی پیرسون ( $r = -0/37$ ) و معنی دار نبودن آن در سطح احتمال ۵ درصد داخل مدل نیامده است. همچنین

جدول ۲- مقایسه ضرائب a و b معادله سرعت نفوذ لحظه‌ای در دو وضعیت قرق و چرا در سال ۱۳۶۷

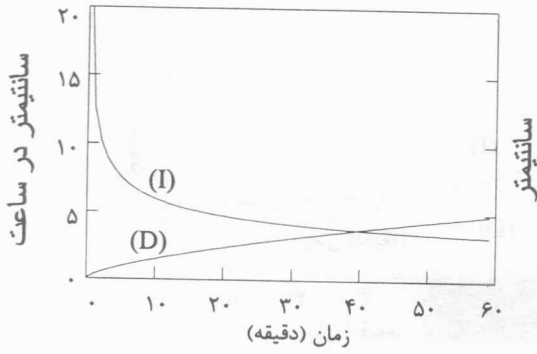
افزایش یا کاهش ضرائب در اثر قرق (%)		چراشده		حفاظت شده		شماره قرق	شماره تیپ گیاهی
b	a	b	a	b	a		
+۲۴/۴	-۱۰/۰	-۰/۴۵	۱۴/۵۲	-۰/۳۴	۱۳/۰۷	۱۳	۱
+۲۵/۰	+۵۳/۴	-۰/۲۰	-۹/۳۱	-۰/۱۵	۱۴/۲۸	۱۷	۲
+۳۰/۰	+۳/۹	-۰/۲۰	۱۴/۴	-۰/۱۴	۱۴/۹۶	۳۶	۳
-۵۹/۳	+۲۶/۸	-۰/۲۷	۱۲/۶۷	-۰/۴۳	۱۶/۰۷	۴۱	۴
+۲۸/۶	-۰/۶	-۰/۲۱	۱۲/۳۲	-۰/۱۵	۱۲/۲۵	۶۳	۵
-۱۸/۷۵	+۹/۶۲	-۰/۱۶	۱۵/۰۷	-۰/۱۹	۱۶/۵۲	۶۵	۶
+۶۵/۰	-۲/۴	-۰/۲۰	۱۵/۳۶	-۰/۰۷	۱۴/۹۹	۷۳	۷
+۵۰/۰	+۱۳/۲	-۰/۱۶	۱۲/۶۲	-۰/۰۸	۱۴/۲۸	۷۶	۸

جدول ۳- مقایسه ضرائب A و B معادله نفوذ تجمعی در دو وضعیت قرق و چرا در سال ۱۳۶۷

افزایش یا کاهش ضرائب در اثر قرق (%)		چراشده		حفاظت شده		شماره قرق	شماره تیپ گیاهی
B	A	$B=b+1$	$A=\frac{a}{60 \cdot (b+1)}$	$B=b+1$	$A=\frac{a}{60 \cdot (b+1)}$		
+۲۰/۰	-۲۵/۰	۰/۵۵	۰/۴۴	۰/۶۶	۰/۳۳	۱۳	۱
+۶/۳	+۴۷/۴	۰/۸۰	۰/۱۹	۰/۸۵	۰/۲۸	۱۷	۲
+۷/۵	-۳/۳	۰/۸۰	۰/۳۰	۰/۸۶	۰/۲۹	۳۶	۳
-۲۱/۹	+۶۲/۱	۰/۷۳	۰/۲۹	۰/۵۷	۰/۴۷	۴۱	۴
+۷/۶	-۷/۷	۰/۷۹	۰/۲۶	۰/۸۵	۰/۲۴	۶۳	۵
-۳/۵۷	+۱۳/۳	۰/۸۴	۰/۳۰	۰/۸۱	۰/۳۴	۶۵	۶
+۱۶/۳	-۱۵/۶	۰/۸۰	۰/۳۲	۰/۹۳	۰/۲۷	۷۳	۷
+۹/۵	+۴/۰	۰/۸۴	۰/۲۵	۰/۹۲	۰/۲۶	۷۶	۸

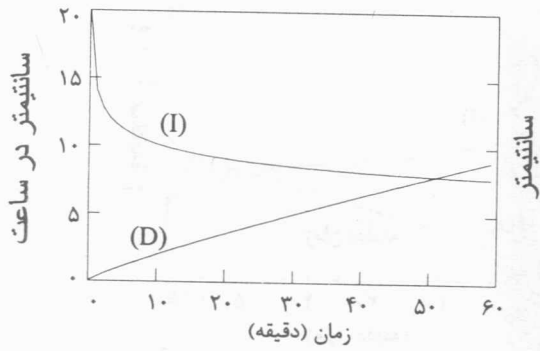
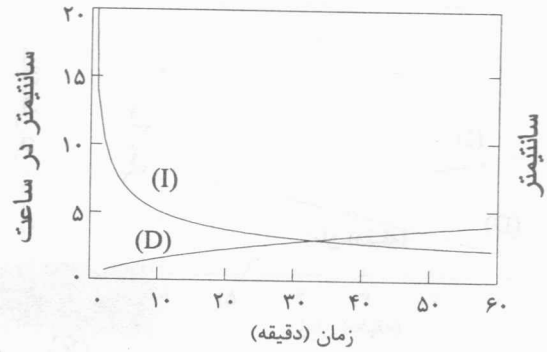
تیپ گیاهی

داخل (حفاظت شده)

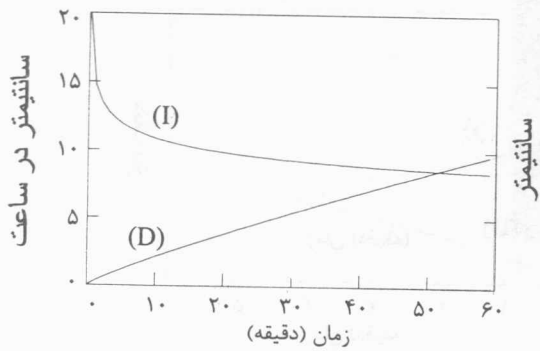
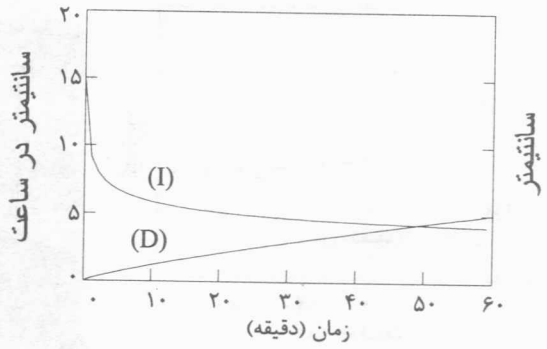


خارج (چرا شده)

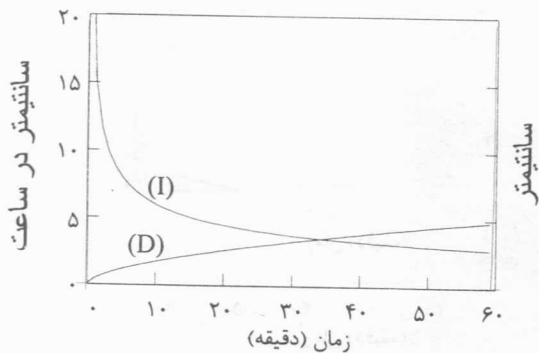
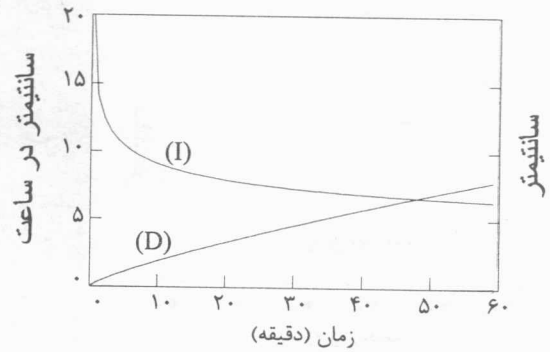
(۱)



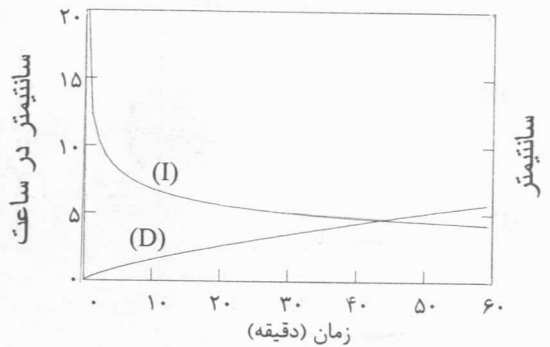
(۲)



(۳)



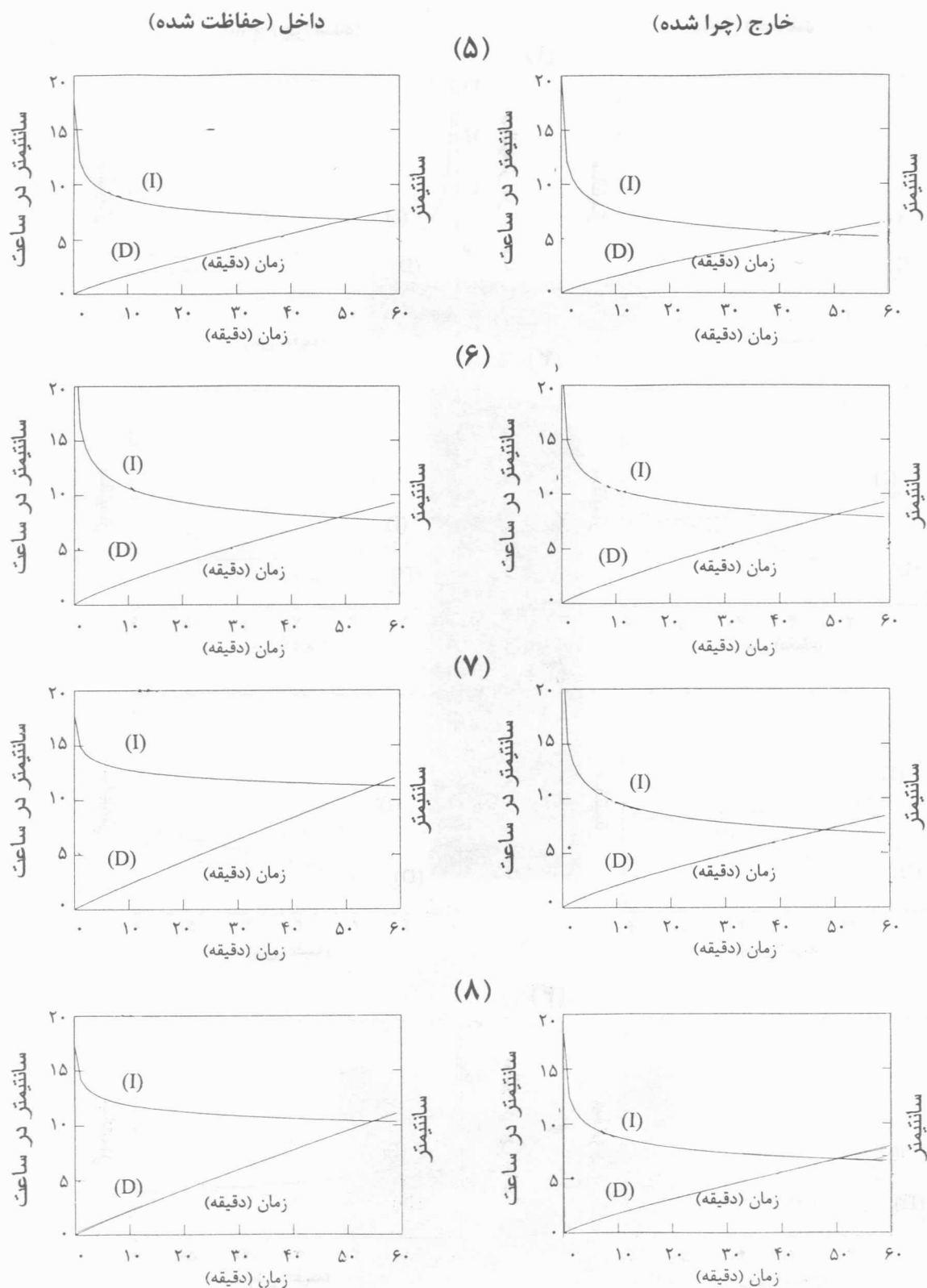
(۴)



شکل ۴- نمایش منحنی‌های سرعت نفوذ لحظه‌ای (I) و نفوذ تجمعی (D) در وضعیت‌های قرق و چرا در تپه‌های گیاهی ۱، ۲، ۳ و ۴ (ب)

ترتیب قرق‌های مطالعاتی ۱۲، ۱۷، ۲۶ و ۴۱.

تیپ گیاهی



شکل ۵- نمایش منحنی‌های سرعت نفوذ لحظه‌ای (I) و نفوذتجمعی (D) در وضعیت‌های قرق و چرا در تیپ‌های گیاهی ۵، ۶، ۷ و ۸ (به

ترتیب قرق‌های مطالعاتی ۶۲، ۶۵، ۷۳ و ۷۶).

جدول ۴- مقایسه سرعت نفوذ نهایی (IB) در دو وضعیت قرق و چرا در سال ۱۳۶۷

شماره گیاهی	شماره قرق	حفاظت شده		چراشده	
		(IB)	(سانتیمتر در ساعت)	(IB)	(سانتیمتر در ساعت)
۱	۱۳	۲/۱۴	۱/۱۷	+۰/۹۷	+۸۲/۹
۲	۱۷	۷/۲۷	۳/۵۷	+۳/۷۰	+۱۰۳/۶
۳	۳۶	۸/۰۵	۵/۵۳	+۲/۵۲	+۹۹/۶
۴	۴۱	۱/۴۸	۳/۲۱	-۱/۷۳	-۵۳/۹
۵	۶۳	۶/۲۴	۴/۴۶	+۱/۷۸	+۳۹/۹
۶	۶۵	۶/۷۲	۷/۲۶	-۰/۵۴	-۷/۴۴
۷	۷۳	۱۱/۵۴	۵/۹۰	+۵/۶۴	+۹۵/۶
۸	۷۶	۱۰/۴۸	۶/۰۸	+۴/۴۰	+۷۲/۴

### بحث و نتیجه‌گیری

همانطوری که از جدول ۱ استنباط می‌گردد، خاک مراتع مورد مطالعه عموماً رسی و سنگین می‌باشد. از طرفی درصد رطوبت اولیه خاک در تمامی رفتارها نزدیک به هم و پائین بوده (دامنه تغییر ۲/۴٪)، به نحوی که با توجه به بافت خاک، رطوبت اولیه تمام خاکها را می‌توان نزدیک به نقطه پژمردگی فرض نمود. به این ترتیب دو عامل مهم بافت و رطوبت اولیه خاک در این بررسی، تأثیر یکسانی در رفتارها داشته و در مقایسه نتایج، اثر آنها حذف گردیده است. در ۶ تیپ گیاهی منحنی سرعت نفوذ لحظه‌ای در سطح حفاظت شده بالاتر از منحنی مشابه برای سطح چراشده قرار گرفته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که به دلیل عدم لگدکوبی دام و جلوگیری از فشردن شدن خاک، افزایش پوشش تاجی گونه‌های گیاهی، رشد و توسعه ریشه گیاهان، افزایش مواد آلی و بهبود شرایط ساختمان خاک، در اثر قرق سرعت نفوذ افزایش می‌یابد. استوکلر (۱)، باری (۲) و همکاران (۱۹۹۳)، مک کاللا (۳) و همکاران (۱۹۸۴)، ترومبل (۴) و وود (۵) و همکاران (۱۹۸۹) در بررسی اثرات قرق و چرا بر روی سرعت نفوذ، افزایش سرعت نفوذ در وضعیت قرق را گزارش کرده‌اند. منحنی سرعت نفوذ لحظه‌ای تنها در تیپ‌های گیاهی ۴ و ۶ (قرق‌های ۴۱ و ۶۵) به ترتیب با گونه‌های غالب *Astragalus*

*adscendens* و *Ferula ovina* برای سطح حفاظت شده در مقایسه با سطح چرا شده در سطح پائین‌تر قرار گرفته و مفهوم آن این است که با توجه به کاهش ضریب توان عددی معادله کوستیاکوف (b) در اثر قرق (به ترتیب ۵۹/۳- و ۱۸/۷- درصد) برای این تیپ‌ها، سرعت نفوذ لحظه‌ای کاهش پیدا کرده است. اگرچه دلیل یا دلایل قاطع برای این حالت استثنائی کاملاً روشن نیست، در عین حال به ذکر دلایل آن پرداخته می‌شود:

۱- تراکم گونه‌های گراس یکساله (۶)، علفی یکساله (۷) و علفی چند ساله (به ترتیب ۲۵/۹، ۵۹ و ۱۰ گیاه در متر مربع) در سطح چرا شده افزایش یافته است که بطور عمده مربوط به افزایش تراکم گونه‌های غیر خوشخوراک زیر بوده است (۵):

*Boissiera squarrosa* (Banks & Soland) Nervski

*Bromus danthoniae* Trin.

*Alyssum marginatum* Steud.ex Boiss.

*Polygonum molliaeforme* Boiss.

۱- Stoeckler

۲- Bari

۳- McCalla

۴- Tromble

۵- Wood

۶- Annual grass

۷- Annual forb

جدول ۴- مقایسه سرعت نفوذ نهایی (IB) در دو وضعیت قرق و چرا در سال ۱۳۶۷

شماره گیاهی	شماره قرق	حفاظت شده		چراشده	
		(IB)	(سانتیمتر در ساعت)	(IB)	(سانتیمتر در ساعت)
۱	۱۳	۲/۱۴	۱/۱۷	+۰/۹۷	+۸۲/۹
۲	۱۷	۷/۲۷	۳/۵۷	+۳/۷۰	+۱۰۳/۶
۳	۳۶	۸/۰۵	۵/۵۳	+۲/۵۲	+۹۹/۶
۴	۴۱	۱/۴۸	۳/۲۱	-۱/۷۳	-۵۳/۹
۵	۶۳	۶/۲۴	۴/۴۶	+۱/۷۸	+۳۹/۹
۶	۶۵	۶/۷۲	۷/۲۶	-۰/۵۴	-۷/۴۴
۷	۷۳	۱۱/۵۴	۵/۹۰	+۵/۶۴	+۹۵/۶
۸	۷۶	۱۰/۴۸	۶/۰۸	+۴/۴۰	+۷۲/۴

### بحث و نتیجه‌گیری

همانطوری که از جدول ۱ استنباط می‌گردد، خاک مراتع مورد مطالعه عموماً رسی و سنگین می‌باشد. از طرفی درصد رطوبت اولیه خاک در تمامی رفتارها نزدیک به هم و پائین بوده (دامنه تغییر ۲/۴٪)، به نحوی که با توجه به بافت خاک، رطوبت اولیه تمام خاکها را می‌توان نزدیک به نقطه پژمردگی فرض نمود. به این ترتیب دو عامل مهم بافت و رطوبت اولیه خاک در این بررسی، تأثیر یکسانی در رفتارها داشته و در مقایسه نتایج، اثر آنها حذف گردیده است. در ۶ تیپ گیاهی منحنی سرعت نفوذ لحظه‌ای در سطح حفاظت شده بالاتر از منحنی مشابه برای سطح چراشده قرار گرفته است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که به دلیل عدم لگدکوبی دام و جلوگیری از فشردن خاک، افزایش پوشش تاجی گونه‌های گیاهی، رشد و توسعه ریشه گیاهان، افزایش مواد آلی و بهبود شرایط ساختمان خاک، در اثر قرق سرعت نفوذ افزایش می‌یابد. استوکلر (۱)، باری (۲) و همکاران (۱۹۹۳)، مک کال (۳) و همکاران (۱۹۸۴)، ترومیل (۴) و وود (۵) و همکاران (۱۹۸۹) در بررسی اثرات قرق و چرا بر روی سرعت نفوذ، افزایش سرعت نفوذ در وضعیت قرق را گزارش کرده‌اند. منحنی سرعت نفوذ لحظه‌ای تنها در تیپ‌های گیاهی ۴ و ۶ (قرق‌های ۴۱ و ۶۵) به ترتیب با گونه‌های غالب *Astragalus*

*adscendens* و *Ferula ovina* برای سطح حفاظت شده در مقایسه با سطح چرا شده در سطح پائین‌تر قرار گرفته و مفهوم آن این است که با توجه به کاهش ضریب توان عددی معادله کوستیاکوف (b) در اثر قرق (به ترتیب ۵۹/۳- و ۱۸/۷- درصد) برای این تیپ‌ها، سرعت نفوذ لحظه‌ای کاهش پیدا کرده است. اگرچه دلیل یا دلایل قاطع برای این حالت استثنائی کاملاً روشن نیست، در عین حال به ذکر دلایل آن پرداخته می‌شود:

۱- تراکم گونه‌های گراس یکساله (۶)، علفی یکساله (۷) و علفی چند ساله (به ترتیب ۲۵/۹، ۵۹ و ۱۰ گیاه در متر مربع) در سطح چرا شده افزایش یافته است که بطور عمده مربوط به افزایش تراکم گونه‌های غیر خوشخوراک زیر بوده است (۵):

*Boissiera squarrosa* (Banks & Soland) Nervski

*Bromus danthoniae* Trin.

*Alyssum marginatum* Steud.ex Boiss.

*Polygonum molliaeforme* Boiss.

۱- Stoeckler

۲- Bari

۳- McCalla

۴- Tromble

۵- Wood

۶- Annual grass

۷- Annual forb

استپی اولوکیسلای<sup>(۲)</sup> ترکیه بررسی کرده و اظهار داشته است که سرعت نفوذ پس از گذشت ۳۰ سال در شرایط قرق و چرا تفاوت معنی داری نداشته است. گیفورد و همکاران (۱۹۸۳) نیز تأثیر قرق و شدت‌های مختلف چرای دام را بر روی سرعت نفوذ در جنوب غربی یوتا بررسی نموده و گزارش کرده‌اند که رفتارهای قرق، چرای سبک و چرای متعادل بر روی سرعت نفوذ تغییرات معنی داری نداشته است.

با توجه به جداول ۲ و ۳ ملاحظه می‌شود که در ۶ تیپ گیاهی، مقدار عددی توان معادله کوستیاکوف برای سرعت نفوذ لحظه‌ای (b) و نفوذ تجمعی (B) در اثر قرق افزایش یافته است و در مورد ضرائب A و B روند مشخصی مشاهده نمی‌گردد. همان طوری که در جداول ۲ و ۳ آمده است در بعضی از تیپ‌ها مقادیر a و A افزایش و یا کاهش داشته است. اگرچه مقدار a و A در سطح حفاظت شده و در سطح چرا شده متفاوت می‌باشد، با این وجود اثر قرق بر روی این ضرائب مشخص نیست. این نتیجه‌گیری با نتایج گیفورد (۱۹۷۸) که ضرائب معادله کوستیاکوف را با پوشش گیاهی مرتبط دانسته، متفاوت است. ضریب b بدون شک توسط پوشش گیاهی کنترل می‌شود ولی در مورد ضریب a نتیجه این بررسی با اظهارات گیفورد متفاوت است. در صورتی که پوشش گیاهی در ضریب a تأثیر هم داشته باشد، بدون تردید عامل یا عوامل دیگری وجود دارند که تأثیر پوشش گیاهی را تحت‌الشعاع قرار می‌دهند. با توجه به جدول ۴ استنباط می‌گردد که سرعت نفوذ نهایی در ۶ تیپ گیاهی، تحت شرایط قرق کوتاه مدت افزایش پیدا کرده است و در تیپ‌های گیاهی ۴ و ۶ (قرق‌های ۴۱ و ۶۵) سرعت نفوذ نهایی در اثر قرق کاهش یافته است (به ترتیب ۵۳/۹- و ۷/۴- درصد) که دلایل آن در مورد سرعت نفوذ

### *Eryngium billardieri* (Delar)

احتمالاً افزایش تعداد پایه‌های گیاهی امکان افزایش نفوذپذیری را فراهم می‌سازد.

۲- میزان پوشش سنگ و سنگریزه در سطح چرا شده تیپ گیاهی ۴ بیشتر از سطح حفاظت شده آن است (۵۱/۳ در برابر ۴۶/۴ درصد) که می‌تواند در این پدیده مؤثر باشد (۵).

در مورد تیپ گیاهی ۶ (قرق ۶۵) با گونه غالب *Ferula ovina* می‌توان با ذکر دلایل زیر، کاهش جزئی سرعت نفوذ لحظه‌ای در سطح حفاظت شده را توجیه نمود:

۱- بررسی‌های انجام گرفته نشان می‌دهد که محدوده سطح خارج قرق ۶۵ هر ساله توسط روستائیان در فصل بهار قرق شده و از چرای دام محافظت می‌گردد. علوفه این مرتع که بطور عمده مربوط به گونه علفی چندساله *Ferula ovina* می‌باشد، برای ذخیره سازی و استفاده در فصل نامساعد سال، بصورت دستی برداشت می‌گردد. پوشش گیاهی این تیپ گیاهی در شرایط قرق و چرا برابر بوده (۳۸٪) و افزایش پوشش گیاهی در مراتع چرا شده (خارج قرق) بطور عمده مربوط به افزایش پوشش تاجی گونه‌های علفی چند ساله زیر می‌باشد (۵):

### *Ferula ovina, Serratula latifolia* Boiss.

### *Eryngium billardieri*

۲- کمتر بودن میزان پوشش سنگ و سنگریزه در سطح حفاظت شده تیپ گیاهی ۶ نسبت به سطح چرا شده آن (۱۵/۱ در برابر ۲۰/۴ درصد).

بنابراین می‌توان انتظار داشت افزایش تراکم و پوشش تاجی گیاهان گراس یکساله، علفی یکساله و علفی چندساله در افزایش سرعت نفوذ تأثیر قابل توجهی داشته باشد. اظهار نظر قطعی در این مورد نیاز به بررسی‌های بیشتری دارد.

توکل<sup>(۱)</sup> (۱۹۸۴) تأثیر چرای دام و قرق را در مراتع

۱- Tuckel

۲- Ulukisla

گیاهی و محیط خاک تغییر می‌کند و این عوامل در مجموع بر روی سرعت نفوذ لحظه‌ای، نفوذ تجمعی و سرعت نفوذ نهایی تأثیر می‌گذارند.

لحظه‌ای در قبل بیان گردید. آنچه مسلم است در اثر قرق تنها یک عامل باعث تغییر خصوصیات نفوذ نگردیده، بلکه عوامل متعددی در رابطه با پوشش

### منابع مورد استفاده

- ۱- بای بوردی، محمد، ۱۳۶۶. اصول مهندسی آبیاری (روابط آب و خاک)، جلد اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۶۷۲ صفحه.
- ۲- بصیری، مهدی، احمد جلالیان و محمدرضا وهابی، ۱۳۶۸. طرح تکثیر بذر و مطالعه رویشگاه گیاهان بومی مرتعی منطقه فریدن، گزارشهای پوشش گیاهی، مرتع و خاکشناسی، جلد ۲، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۵۴ صفحه.
- ۳- کریمی، مهدی، ۱۳۶۶. گزارش آب و هوای مرکزی ایران (استانهای چهارمحال و بختیاری، اصفهان و یزد)، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۸۷ صفحه.
- ۴- گروه مطالعاتی هامون، ۱۳۶۶. گزارش نهایی طرح جامع توسعه چهارمحال و بختیاری، هوا و اقلیم، جلد اول، وزارت برنامه و بودجه، ۲۵۹ صفحه.
- ۵- وهابی، محمدرضا، ۱۳۶۸. بررسی و مقایسه تغییرات پوشش گیاهی، ترکیب گیاهی، تولید علوفه و سرعت نفوذ آب در وضعیتهای قرق و چرا در منطقه فریدن اصفهان، پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد رشته مرتعداری، دانشگاه تهران، ۴۰۰ صفحه.
- 6- Anderson, H.W., M. D. Hoover & K. Reinhart, 1976. Forest and water: effects of forest management on floods, sedimentation, and water supply. USDA Forest service general technical Report PSW=18/1976.
- 7- Bari, F., M.K. Wood & L. Murray, 1993. Livestock grazing impacts on infiltration rates in a temperate range of Pakistan, J. Range Manage. 46:367-372.
- 8- Branson, F.A., G.F. Gifford, K.G. Renard & R.F. Hadley, 1981. Range Hydrology. Kendall/Hunt publishing company. Toronto, U.S.A. No.1, 2nd ed. 340 p.
- 9- Dadkhah, M., & G.F. Gifford, 1980. Influence of vegetation, rock cover, and trampling on infiltration rates and sediment production, Water Resources Bulletin. 16: 479-986.
- 10- Ghosh, R.K. 1985. A note on Lewis Kostiakov; infiltration equation. Soil Science. 139: 193-196.
- 11- Gifford, G.F. 1978. Use of infiltration equation coefficients as an aid in defining hydrologic impact of range management schemes, J. Range Manage. 31: 115-117.
- 12- Gifford, G.F., F.D. Provenza & J.C. Malechek, 1983. Impact of range goats on infiltration rates in south western Utah, J. Range Manage. 36: 152-153.
- 13- Mccalla II, G.R., W.H. Blackburn & L.B. Merrill, 1984. Effects of livestock grazing on infiltration rates, Edwards Plateau of Texas, J. Range Manage. 37: 265-269.
- 14- Morel-Seytox, H.J., J.Khanji & R.M. Dixon, 1976. Comment on derivation of an equation of infiltration, Water Res. 12: 116-118.
- 15- Pabot, H. 1967. Pasture development and range improvement through botanical and ecological studies, F.A.O. No.TA 2311: 16-69.
- 16- Tromble, J.M. 1980. Infiltration rates on rootplowed rangeland, J. Range Manage. 33: 423-425.
- 17- Tuckel, T. 1984. Comparison of grazed and protected mountain steppe rangeland in Ulukisla, Turkey, J.Range Manage. 37: 133-135.



18- Wood, J.C., W.H. Blackburn, H.A. Pearson & T.K. Hunter, 1989. Infiltration and runoff water quality response to silvicultural and grazing treatments on a longleaf pine forest, J. Range Manage. 42:378-381.

## Determining and Comparing Infiltration Characteristics in Clay Soils in Grazed vs. Non-Grazed Range Sites in Fereydan Region of Isfahan

by

M.R. Vahhabi<sup>(1)</sup>

R. Rahimzadegan<sup>(2)</sup>

M. Bassiri<sup>(3)</sup>

### Abstract

Short term changes (5 years) of water infiltration in a clay soil were studied under protection from grazing vs. grazed conditions. Infiltration experiments, using rainfall simulating infiltrameter (Meeuwig, modified form) inside and outside 8 randomly selected exclusures from among 96, were conducted. Infiltration depth indices were measured on experimental plots during 1988. On the basis of Kostiakov equation, regression analysis on collected data was performed equation coefficients for instantaneous, cumulative, and final infiltration rates, being computed. The results indicated that instantaneous and final infiltration rates had increased in protected areas, in grazed as well as in two sites outside exclusures No. 65 and 41. Increasing instantaneous and final infiltration rates in grazed sites on vegetation type 4 (fig.1), was due to crust breaking through trampling, increased density of annual grasses, annual and perennial forbs as well as more rocks and pavement cover. Increased infiltration rate in grazed site on vegetation type 6 (fig.1) was mainly related to grazing protection by rural community during the experimental years. Comparing to protected site in this site canopy cover of perennial forbs increased inside exclusion. On the average, final infiltration rate in 8 vegetation types under protection from grazing increased 54.1 percent (2.09 cm/hr). Correlation coefficients between final infiltration rate, canopy cover and litter were 0.70 and 0.67 respectively (%5 significant level).

**Key words:** Infiltrameter, Rainfall simulator, Kostiakov equation, Infiltration rate, Rangeexclusion, Isfahan, Fereydan

---

1- Instructor, Department of Range and Watershed Management, College of Natural Resources, Isfahan University of Technology

2- Former Associate Prof., Department of Irrigation, Agriculture College, Isfahan University of Technology

3- Assistant Prof., Department of Range and Watershed Management, College of Natural Resources, Isfahan University of Technology