دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز

تغییرپذیری اثرات متقابل برخی از صفات خاک بر زمان شروع رواناب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز کجور)

ملیحه‌سادات ظریف‌معظم[۱]، سید حمیدرضا صادقی[۲] و سید خلاق میرنیا[۳]

۱ و ۳- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار، دانشگاه تربیت مدرس نور
۲- استاد، دانشگاه تربیت مدرس نور، (نویسنده مسوول: sadeghi@modares.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۲/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۶/۲۴

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تغییرپذیری مکانی تعامل برخی صفات خاک با زمان شروع رواناب در پائین‌دست حوزه آبخیز جنگلی آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس (کجور) در جنوب شرقی شهرستان نوشهر انجام شد. شبیه‌سازی باران با استفاده از یک دستگاه شبیه‌ساز باران پمپی با شدت حدود ۱/۶ میلی‌متر بر دقیقه در دو ویژگی توپوگرافی تندی و جهت شیب انجام شد. مدت زمان شروع شبیه‌سازی باران تا زمان ایجاد رواناب زمان شروع رواناب در نظر گرفته شده و ارتباط آن با صفات خاک شامل درصد مواد آلی، رس، لای، شن، رطوبت پیشین خاک و وزن مخصوص ظاهری خاک مورد ارزیابی قرار گرفتند. بعد از آزمون نرمال بودن داده‌ها، همگنی واریانس‌ها و معنی‌دار شدن آنالیز واریانس داده‌های به‌دست آمده، هم‌بستگی صفات خاک و زمان شروع رواناب از طریق آزمون هم‌بستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS18 بررسی شد. نتایج نشان داد که صفات خاک با یک‌دیگر هم‌بستگی خوبی داشته، حال‌آن‌که در بین صفات خاک مورد ارزیابی در سطح احتمال پنج درصد، تنها مواد آلی علاوه بر ویژگی‌های توپوگرافی با زمان شروع رواناب دارای هم‌بستگی مثبت بوده است. بیش‌ترین زمان شروع رواناب در پلات‌های ۴۴ درصد غربی در حدود ۷۰ ثانیه با بالاترین درصد مواد آلی (۵/۹ درصد) اندازه‌گیری شد. در مجموع نتایج این پژوهش حاکی از آن بود که زمان شروع رواناب نسبت به متغیرهای محیطی حساسیت معنی‌دار نشان داده است.

واژه‌های کلیدی: تندی و جهت شیب، حوزه آبخیز جنگلی، زمان تولید رواناب، صفات فیزیکی خاک

مقدمه

در میان انواع بلایای طبیعی، سیل یکی از ویران‌گرترین عوامل شناخته شده است که خسارت زیادی را به جوامع انسانی، تأسیسات، مراکز صنعتی و اراضی کشاورزی تحمیل می‌کند (۲۶) هم‌چنین خسارات ناشی از سیل در چند دهه اخیر به‌گونه‌ی فزاینده افزایش یافته است (۲۹). بر همین اساس شناخت جامع و دقیق عوامل مؤثر در بروز سیلاب و مبتنی بر مطالعات گسترده و جامع ضروری است. واکنش هیدرولوژیکی حوزه آبخیز به یک رویداد بارش، تحت تأثیر متقابل عواملی است که تولید رواناب را کنترل می‌کنند (۷). هم‌چنین این نکته را باید مدنظر داشت که عوامل کنترل‌کننده‌ی فرآیندهای هیدرولوژیکی در رژیم‌های مختلف آب و هوایی از هم متفاوت به نظر می‌رسند (۸). در مناطق خشک و نیمه‌خشک شرایط سطحی زمین از جمله ویژگی‌های خاک، پوشش گیاهی و توپوگرافی منطقه از جمله مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر فرآیندهای هیدرولوژیکی به شمار می‌روند (۴) حال‌آن‌که در مناطق مرطوب پوشش گیاهی با جذب نزولات در بین شاخ و برگ و انتقال آرام آن به سطح زمین و جذب آن از راه خاک، رواناب را کاهش می‌دهد (۲۱). از آن‌جایی که خاک منشاء و بستر شکل‌گیری بسیاری از فرآیندهای اکولوژیکی مهم بوده و توانایی تغییر در قابلیت‌های خود و نیز کارکردهای اکوسیستمی موجود را داراست (۶)، از این‌رو شناخت صحیح ویژگی‌ها و تعامل خاک با چرخه هیدرولوژیکی می‌تواند در درک فرآیندهای بارش- رواناب کمک بسیار بزرگی محسوب شود.

نگاهی به مطالعات انجام شده بر فرآیندهای هیدرولوژیکی و عوامل مؤثر نشان می‌دهد که همواره ویژگی‌های خاک و شرایط محیطی از عوامل تأثیرگذار بر آنها بوده است. از جمله مستندات خارجی می‌توان به آغاسی و همکاران (۱) اشاره داشت. آن‌ها اظهار داشتند که گچ موجود در خاک با آزاد کردن الکترولیت باعث جلوگیری از ایجاد سله و بسته شدن خلل و فرج خاک شده و حجم رواناب را کاهش می‌دهد. تایمونس و همکاران (۳۲) نیز بیان نمودند که یخزدگی پوسته‌ی خاک در دامنه‌های مختلف باعث تغییر مشارکت دامنه‌ها در تولید رواناب می‌شود. باتانی و گرایسمر (۵) در کالیفرنیا نشان دادند که افزایش مقدار پوشش، تراکم

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]

حجم و ترک‌های سطح خاک باعث افزایش نفوذپذیری و در نتیجه کاهش تولید رواناب می‌شود. روتون و همکاران (۲۲) نیز در بررسی‌های خود نشان دادند که وزن مخصوص خاک در زمین‌های بکر با تولید رواناب ضریب هم‌بستگی ۸۷ درصد داشته در حالی‌که در زمین‌های شخم‌خورده این همبستگی منفی بوده و کم‌ترین اثر را روی حجم رواناب دارد. از طرفی میزان مواد آلی در زمین‌های بکر بیش‌تر و طبیعتاً حجم رواناب کاهش پیدا می‌کند. هم‌چنین می‌یاتا و همکاران (۱۶) در جنگل‌های سرو ژاپن با استفاده از یک دستگاه باران‌ساز پمپی به بررسی تأثیر ویژگی‌های خاک بر تشکیل رواناب پرداختند. نتایج حاصله حاکی از آن بود که تشکیل یک لایه آب گریز[1] در پوسته سطح خاک تحت تأثیر سوزنی برگان میزان نفوذ را کاهش داده در نتیجه حجم رواناب افزایش می‌یابد. وهابی و غفوری (۳۳) نقش درصدهای شیب، تراکم پوشش گیاهی، شن، لای، رس و رطوبت خاک بر دبی و زمان شروع رواناب در حوزه آبخیز طالقان را بررسی کردند. بر اساس نتایج ماتریس همبستگی بارش شبیه‌سازی شده، درصد تراکم پوشش گیاهی از لحاظ درجه تأثیر در اولویت اول قرار می‌گیرد و پس از آن شن، رطوبت پیشین خاک، سیلت، رس و شیب مؤثر هستند. تجدور و همکاران (۳۰) نیز در مطالعات خود به بررسی اثر ویژگی‌های مختلف چند نوع خاک روی تولید رواناب پرداختند. نتایج به‌دست آمده ویژگی‌های بافت، وزن مخصوص و ساختمان خاک را مهم‌ترین عوامل اثرگذار روی فرآیند نفوذ و تولید رواناب معرفی می‌نماید. در مستندات داخلی نیز احمدی ایلخچی و همکاران (۲) بیان نمودند که تبدیل مرتع به زمین زراعی باعث تنزل کیفیت خاک از طریق کاهش پایداری ساختمان خاک و مواد آلی آن در نتیجه افزایش تولید رواناب را دربرخواهد داشت. هم‌چنین شریفی و همکاران (۲۷) گزارش دادند که با فرض ثابت بودن رطوبت اولیه خاک، متغیرهای مؤثر در تعیین زمان شروع رواناب به‌ترتیب اهمیت شامل مقدار و شدت بارش، درصد پوشش گیاهی، شن، رس و شیب بوده است. مطالعات ظریف معظم و همکاران (۳۵) نیز حاکی از تغییرات زمان شروع رواناب تحت تأثیر میزان لاشبرگ و فرآیند ذخیره لاشبرگی[2] در سطح پلات بوده است. ارشم و همکاران (۴) هم اثر ویژگی‌های خاک و بارش را بر میزان رواناب بررسی کردند. نتایج آنها نیز نشان می‌دهد که با افزایش رطوبت پیشین خاک ضریب رواناب افزایش می‌یابد.

بررسی سوابق ارائه شده نشان‌دهنده تنوع خصوصیات خاک و تغییرپذیری ارتباط آنها با فرآیندهای هیدرولوژیکی است. حال‌آن‌که جمع‌بندی کافی در این خصوص و در تعامل دو سری توپوگرافی و خاک با ویژگی‌های تولید رواناب صورت نپذیرفته است. از این‌رو، تحقیق حاضر با هدف ارزیابی ارتباط برخی خصوصیات خاک با زمان شروع رواناب در مقیاس پلات در حوزه آبخیز جنگلی آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس، به‌سبب امکان دسترسی و وجود پیشینه‌های پژوهشی و مرجعیت اطلاعاتی اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

- منطقه مورد مطالعه

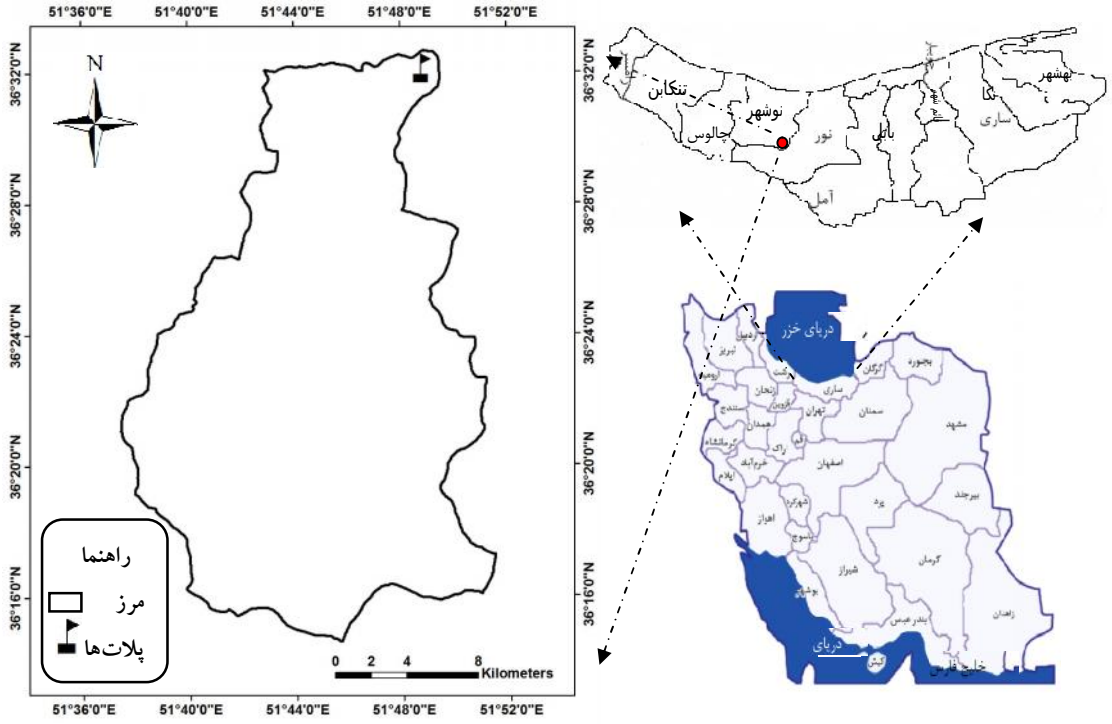
محل پلات‌های مورد بررسی در پائین‌دست حوزه آبخیز آموزشی و پژوهشی دانشگاه تربیت مدرس (حوزه آبخیز کجور)، انتخاب شد. حوزه آبخیز مذکور در جنوب شرقی شهرستان نوشهر در حد واسط "۸ '۴ °۵۱ تا "۴۰ '۴۹ °۵۱ طول جغرافیایی شرقی و "۶ '۲۴ °۳۶ تا "۳۳ '۳۲ °۳۶ عرض جغرافیایی شمالی با ارتفاع متوسط ۱۸۳۰/۵ متر گسترش یافته است (شکل ۱).

1- Hydrophobic, Water Repellent

2- Liter Storage

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]



شکل ۱- وضعیت عمومی حوزه آبخیز کجور و موقعیت قرارگیری پلات‌های آزمایشی.

طبق آمار ایستگاه هواشناسی جلگه‌ای نوشهر حداکثر و حداقل درجه حرارت، میانگین بارندگی سالانه، حداکثر و حداقل متوسط بارندگی ماهانه به‌ترتیب ۲۵ و ۶/۶ درجه سانتی‌گراد، ۱۳۰۸/۸ میلی‌متر، ۲۸۰/۴ و ۳۷/۴ میلی‌متر است. حال آن‌که مقدار بارندگی در اراضی مرتعی بالادست حوزه آبخیز به حدود ۲۵۰ میلی‌متر کاهش می‌یابد. بر اساس طبقه‌بندی کوپن منطقه مورد مطالعه در پائین‌دست از اقلیم برّی و زمستان سرد و خشک و تابستان کوتاه و اقلیم نیمه خشک در قسمت‌های بالادست برخوردار است (۲۳). از لحاظ زمین‌شناسی ۹۰ درصد از سطح حوزه آبخیز به دوران دوم زمین‌شناسی تعلق دارد و جنس سنگ‌ها عمدتا آهکی و دولومیتی می‌باشد. منطقه مورد بررسی در زیر واحدهای اراضی جنگلی با تیپ خاک تکامل نیافته راندزین[1] تا راندزین شسته شده و خاک قهوه‌ای جنگل با pH قلیایی و خاک قهوه‌ای شسته شده تا پسدوگلی[2] قرار دارد (۱۹). وسعت حوزه آبخیز کجور در حدود ۵۰ هزار هکتار و میانگین تراکم پوشش گیاهی در توده‌های جنگلی و مناطق مرتعی به‌ترتیب ۷۵ و ۵۰ درصد تعیین شده است (۲۳).

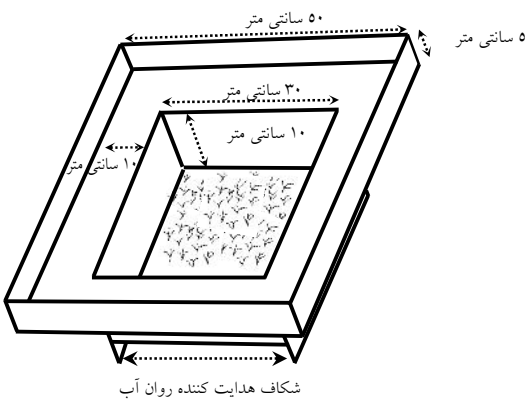
- ویژگی‌های باران‌ساز و آزمایش‌های شبیه‌سازی باران

آزمایش‌ها به‌شیوه تولید باران مصنوعی با استفاده از یک دستگاه پمپ سم‌پاش دستی (۱۶) واسنجی شده (۲۴) طراحی شد. با توجه به اهمیت ثابت بودن فشار طی بررسی‌های آزمایشگاهی و اندازه‌گیری‌های مکرر تعداد پمپ لازم در زمان‌های مشخص با هدف ثبات شدت فشار به‌منظور یکنواخت بودن شدت بارندگی تعیین شد. شدت بارش مورد استفاده ۱/۶ میلی‌متر بر دقیقه و دوام ۳۰ دقیقه و ارتفاع ریزش حدود ۳۰ سانتی‌متر در پیروی از پژوهش‌های پیشین در نظر گرفته شده و شرایط بارش حاکم بر منطقه (۱۷) روی سطح پلات‌های مطالعاتی و به‌صورت یک‌بار آزمایش در هر ماه طی مهر ۱۳۸۷ تا اردیبهشت ۱۳۸۸ مد نظر قرار گرفت. با توجّه به باران‌ساز مورد استفاده و محدوده تحت پوشش، فلومی به ابعاد ۳۰ در ۳۰ سانتی‌متری (۱۶،۱۴) تهیه شده و مورد استفاده قرار گرفت (شکل ۲).

1- Rendzine
2- Pseudogley

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]
[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]





شکل ۲- باران‌ساز فشاری (راست) و نمایی از فلوم مورد استفاده (چپ).

منطقه مورد بررسی عموماً کوهستانی بوده و به‌منظور سهولت دسترسی و ضرورت حفظ تشابه حداکثری و نزدیکی مناطق مطالعاتی، دو محل هر کدام در سه تکرار در دامنه شرقی در شیب‌های ۲۵ درصد (پلات‌های سری یک) و ۵۷ درصد (پلات‌های سری دو) و دو محل با سه تکرار در دامنه غربی در شیب‌های ۲۱ درصد (پلات‌های سری ۳) و ۴۴ درصد (پلات‌های سری ۴) مورد پایش قرار گرفت. با توجه به موقعیت قرار گرفتن محل‌های آزمایش، دو ویژگی توپوگرافی تندی و جهت شیب نیز در آزمون هم‌بستگی به‌طور ضمنی مورد مطالعه قرار گرفتند. فاصله زمانی از لحظه شروع شبیه‌سازی باران تا زمان ایجاد رواناب زمان شروع رواناب منظور شد.

- تجزیه آزمایشگاهی نمونه‌های خاک

به‌منظور بررسی تقابل خصوصیات خاک با زمان شروع رواناب، درصد مواد آلی، رطوبت اولیه خاک، وزن مخصوص، درصد رس، لای و شن اندازه‌گیری شدند. نمونه‌برداری از خاک سطحی صفر تا پنج سانتی‌متری (۲۸)، در مجاورت هر پلات انجام شده و نمونه‌ها برای تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی ذکر شده به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها در محیط آزمایشگاه در مجاورت هوای آزاد خشک شد و بعد از خرد نمودن کلوخه‌ها از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند (۱۵). مقدار رطوبت قبلی خاک با استفاده از اختلاف وزن تر با وزن خشک نمونه‌های تهیه شده و بر حسب درصد محاسبه شد. ماده آلی خاک با روش والکی بلک (۳۴) اندازه‌گیری و بافت خاک از روش هیدرومتری (۳۶) تعیین شد. برای تعیین وزن مخصوص ظاهری خاک نمونه‌ها از سطح خاک دست نخورده به وسیله نمونه‌برداری با سیلندرهای با ابعاد قطر پنج و ارتفاع پنج سانتی‌متری انجام شد (۳۶). در تحلیل‌های آماری تحقیق حاضر، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov و همگنی واریانس داده‌ها بر اساس آزمون Levene بررسی شد (۱۲). با توجه به نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس داده‌ها از آزمون آنالیز یک‌طرفه واریانس[1] و برای مقایسه چندگانه میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد استفاده به عمل آمد. نمودارهای مربوطه در نرم‌افزار EXCEL رسم شد. در نهایت به‌منظور ارزیابی ارتباط ویژگی‌های اندازه‌گیری شده خاک با زمان شروع رواناب از آزمون همبستگی پیرسون در نرم‌افزار SPSS18 استفاده شد.

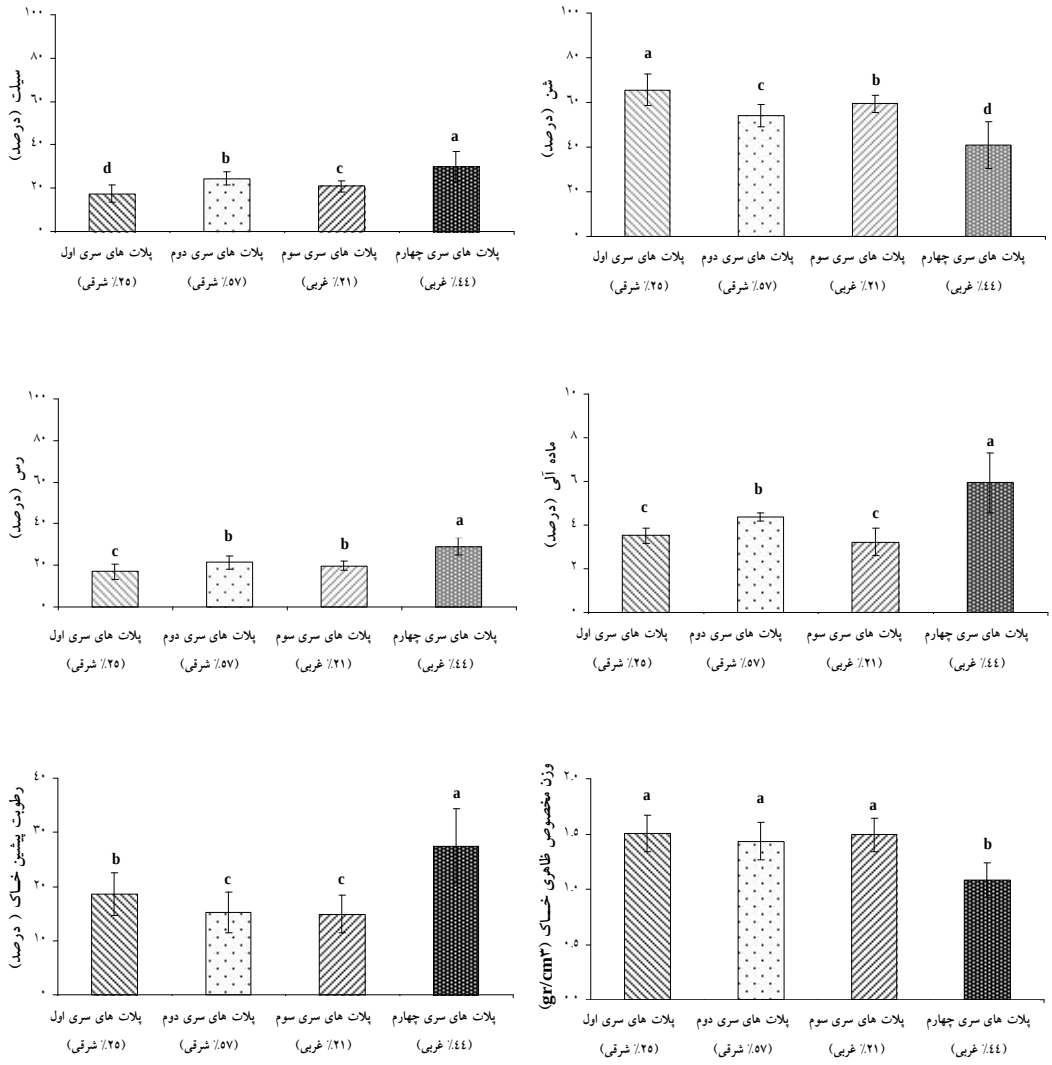
نتایج و بحث

نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌های حاصل از آزمایش‌های اندازه‌گیری خصوصیات خاک و زمان شروع رواناب در شکل‌های ۳ و ۴ ارائه شده است. هم‌چنین با استفاده از آزمون هم‌بستگی پیرسون، ارتباط ویژگی‌های خاک با زمان شروع رواناب بررسی و نتایج در جدول ۱ ارائه شده است.

1- Analysis of variance, ANOVA

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]



شکل ۳- مقایسه میانگین صفات خاک در پلات‌های آزمایشی مستقر در پائین‌دست حوزه آبخیز کجور
(حروف لاتین متفاوت نشان‌دهنده‌ی اختلاف آماری معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد است).

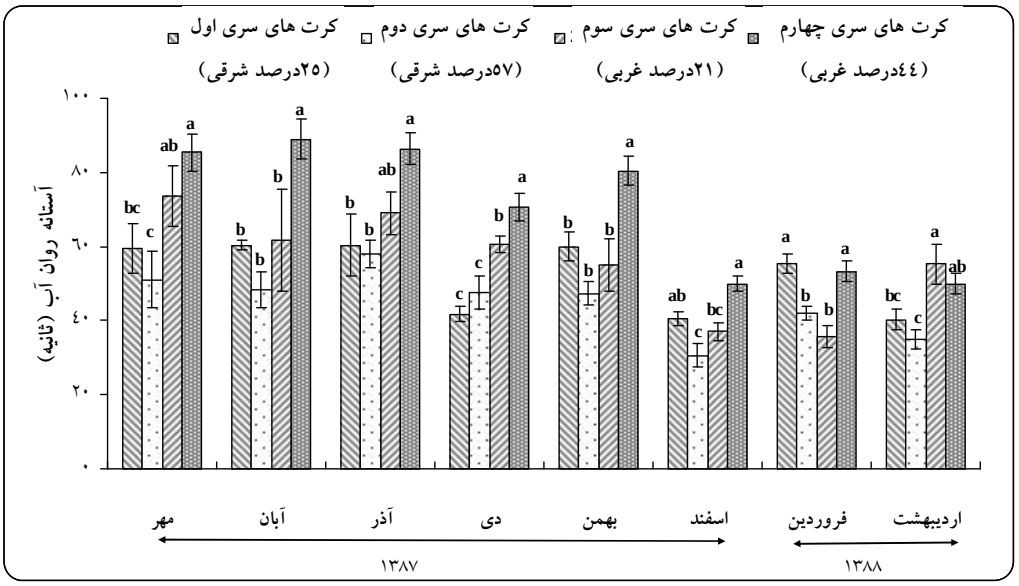
دقت در شکل صفات مورد ارزیابی خاک نشان‌دهنده‌ی تغییرات معنی‌دار آنها در محل‌های مورد آزمایش می‌باشد. هم‌چنین جدول هم‌بستگی حاکی از آن است که ویژگی‌های خاک با یک‌دیگر و با شرایط توپوگرافی شیب و جهت دامنه دارای هم‌بستگی بالایی هستند، به‌گونه‌ای که درصد مواد آلی، رطوبت پیشین خاک، درصد رس، لای، شیب و جهت دامنه با یک‌دیگر دارای هم‌بستگی مثبت و با درصد لای و وزن مخصوص ظاهری خاک هم‌بستگی منفی دارند.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]

جدول ۱- ضرایب هم‌بستگی بین صفات خاک و تندی شیب و جهت شیب و زمان شروع رواناب در حوزه آبخیز کجور

متغیر مورد بررسی	متغیر مورد بررسی / آماره	زمان شروع رواناب (ثانیه)	درصد شیب	جهت شیب	درصد مواد آلی	رطوبت پیشین خاک (درصد)	وزن مخصوص ظاهری خاک (درصد)	درصد رس	درصد لای	درصد شن
زمان شروع رواناب (ثانیه)	ضریب هم‌بستگی	۱								
	سطح معنی‌داری	۰/۰								
درصد شیب	ضریب هم‌بستگی	۰/۲۳*	۱							
	سطح معنی‌داری	۰/۲۰	۰/۰							
جهت شیب	ضریب هم‌بستگی	۰/۲۸**	۰/۸۹**	۱						
	سطح معنی‌داری	۰/۰	۰/۰	۰/۰						
ماده آلی (درصد)	ضریب هم‌بستگی	۰/۲۰**	۰/۴۷**	۰/۲۲*	۱					
	سطح معنی‌داری	۰/۰۵	۰/۰	۰/۰	۰/۰					
رطوبت پیشین خاک (درصد)	ضریب هم‌بستگی	۰/۰۴	۰/۴۲**	۰/۳۱**	۰/۲۹**	۱				
	سطح معنی‌داری	۰/۷۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰				
وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	ضریب هم‌بستگی	-۰/۱۳	-۰/۵۷**	-۰/۳۹**	-۰/۴۵**	-۰/۶۸**	۱			
	سطح معنی‌داری	۰/۱۸	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰			
درصد رس	ضریب هم‌بستگی	۰/۰۴	۰/۶۹**	۰/۴۷**	۰/۵۵**	۰/۴۷**	۰/۵۹**	۱		
	سطح معنی‌داری	۰/۶۹	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰		
درصد سیلت	ضریب همبستگی	-۰/۱۲	۰/۵۹**	۰/۳۴**	۰/۵۲**	۰/۳۲**	-۰/۴۷**	۰/۸۳**	۱	
	سطح معنی‌داری	۰/۲۳۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	
درصد شن	ضریب هم‌بستگی	۰/۰۴	-۰/۶۷**	-۰/۴۲**	-۰/۵۶**	-۰/۴۰**	۰/۵۵**	-۰/۹۵**	-۰/۹۶**	۱
	سطح معنی‌داری	۰/۶۳	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰	۰/۰



شکل ۴- مقایسه میانگین زمان شروع رواناب ماهانه در پلات‌های آزمایشی مستقر در پائین‌دست حوزه آبخیز کجور (حروف لاتین متفاوت نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح اعتماد ۹۵ درصد می‌باشد).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]

بیان این نکته حائز اهمیت است که پلات‌های سری اول (۲۵ درصد شرقی) و پلات‌های سری سوم (۲۱ درصد غربی) روی تراس آبرفتی قرار گرفته و درختان روی این سطوح با قطر کم و یک‌نواخت مشاهده می‌شوند. این امر نشان‌دهنده آن می‌باشد که این محل‌ها در بعضی اوقات تحت تأثیر فرآیندهای فرسایشی قرار گرفته در نتیجه پوشش یک‌دست و کم سن و سال ایجاد شده است. حال آن که در محل پلات‌های سری دوم (۵۷ درصد شرقی) و پلات‌های سری چهارم (۴۴ درصد غربی) پوششی متنوع و قدیمی‌تر دیده می‌شود. شستشوی ذرات خاک و خروج آنها از منطقه باعث تغییر درصد اجزاء بافت خاک می‌شود (۱۸). دقت در شکل میانگین ویژگی‌های خاک (شکل ۳) نشان می‌دهد که نقاط ۲۷ درصد شرقی و ۲۱ درصد غربی دارای درصد کم‌تری از مواد ریزدانه رس به‌ترتیب با میانگین ۱۶/۹ درصد و ۱۹/۷ درصد و لای به‌ترتیب با میانگین ۱۷/۴ درصد و ۲۰/۸ درصد در مقابل نقاط ۵۷ درصد شرقی (با میانگین رس ۲۱/۴ درصد و لای ۲۴/۵ درصد) و ۴۴ درصد غربی (با میانگین رس ۲۹/۱ درصد و لای ۲۹/۹ درصد) بوده که می‌توان آن را نتیجه فرآیندهای آب‌شویی و شسته شدن این مواد بیان نمود. به طور طبیعی در پلات‌های سری اول و سوم درصد شن با دامنه تغییر از ۶۵/۷ تا ۵۹/۴ نسبت به پلات‌های سری دوم و چهارم با دامنه تغییر از ۵۴/۱ تا ۴۱/۰ افزایش یافته است. از جمله عناصر اصلی ساختمان خاک درصد مواد آلی و رس می‌باشد و از طرفی ماده آلی خاک نیز متأثر از درصد رس و لای است (۱۰).

دقت در شکل ۳ نیز حاکی از آن بوده که در نقاط آزمایشی، درصد ماده آلی متغیر و از روند تغییرات میزان رس خاک پیروی کرده است. به‌نحوی‌که بیش‌ترین درصد ماده آلی در پلات‌های سری چهارم با میانگین ۵/۹ درصد با بیش‌ترین درصد رس و لای مشاهده شده است و ماده آلی سایر پلات‌ها نیز از تغییرات میزان رس و لای پیروی می‌نماید. بیش‌ترین وزن مخصوص خاک به‌ترتیب در پلات‌های سری چهارم و دوم با میانگین ۱/۰۸ و ۱/۴ گرم در سانتی‌متر مکعب دیده می‌شود (شکل ۳).

پلات‌های سری اول و سوم دارای وزن مخصوص تقریباً یکسانی در حدود ۱/۵ گرم در سانتی‌متر مکعب بوده است. وزن مخصوص خاک به‌طور قابل ملاحظه‌ای، تحت تأثیر مواد آلی قرار دارد (۹). مواد آلی فعالیت بیولوژیکی خاک‌ها را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهند. این مواد که کلوئیدی چسبنده محسوب می‌شود، اجزاء تشکیل دهنده خاک را به‌هم چسبانده و بدین وسیله خاک‌دانه‌ها را به‌وجود می‌آورند (۱۱) و تغییرات میزان ماده آلی باعث تغییر در وزن مخصوص خاک می‌شود (۲). مقایسه‌ی وزن مخصوص خاک با درصد مواد آلی نشان می‌دهد که در پلات‌های سری چهارم با بیش‌ترین درصد مواد آلی، وزن مخصوص خاک کاهش چشم‌گیری داشته است. در سایر پلات‌های آزمایشی نیز روند نسبتاً مشابه مشاهده می‌شود. پژوهش‌های تروپ و همکاران (۳۱) نیز حاکی از همبستگی منفی بین وزن مخصوص ظاهری و مقدار ماده آلی خاک است.

همان‌طور که در شکل ۳ دیده می‌شود رطوبت پیشین خاک در دامنه غربی در پلات‌های قرار گرفته در شیب تندتر (۴۴ درصد) با میانگین ۲۷/۵ درصد نسبت به پلات‌های مستقر در شیب کندتر (۲۱ درصد) با میانگین ۱۴/۹ درصد بیش‌تر است که می‌توان آن را در نتیجه درصد بالاتر مواد آلی در شیب تند دانست. مواد آلی باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شوند (۱۳). حال آن که در دامنه شرقی به‌رغم آن که درصد مواد آلی در پلات‌های واقع در شیب تندتر (۵۷ درصد) نسبت به پلات‌های واقع در شیب کم‌تر (۲۵ درصد) بیش‌تر می‌باشد روند گزارش شده در دامنه غربی مشاهده نشده و رطوبت پیشین خاک در نقاط آزمایشی ۵۷ درصد با میانگین ۱۵/۲ درصد در برابر نقاط آزماشی ۲۵ درصد با میانگین ۱۸/۷ درصد کم‌تر است. مشاهدات صحرایی حاکی از آن بود که خاک محل پلات‌های سری دوم دارای درصد زیادی سنگ و سنگ‌ریزه در مقایسه با خاک پائین‌دست می‌باشد. طبعاً اندازه ذرات و اجزاء سطح خاک روی رطوبت خاک تأثیر به‌سزائی دارند (۴). بدین ترتیب، می‌توان اظهار نمود در نقاط ۵۷ درصد خاک رطوبت خود را تحت تأثیر سنگ و سنگ‌ریزه سطحی سریع‌تر تخلیه نموده و نقاط پائین‌دست آن را دریافت کرده و درصد رطوبت در این محل افزایش یافته است. کیو و همکاران (۲۰) نیز گزارش دادند که درصد رطوبت خاک در حین بارندگی با افزایش شیب به دلیل دریافت بیش‌تر بارش افزایش یافته حال آن که پس از بارندگی، شیب‌های تند محتوی رطوبتی خود را سریع‌تر تخلیه کرده و در نتیجه با افزایش شیب رطوبت خاک کاهش می‌یابد.

در بیشتر ماه‌های تحت آزمایش زمان شروع رواناب در پلات‌های سری چهارم (۴۴ درصد غربی) در زمان طولانی‌تری با میانگین تقریبی ۷۰ ثانیه شروع شده حال‌آن‌که پلات‌های سری دوم (۵۷ درصد شرقی) غالباً کم‌ترین زمان برای تشکیل رواناب (حدود ۴۵ ثانیه) را به‌خود اختصاص داده‌اند و پلات‌های اول و سوم به‌ترتیب با میانگین ۵۲ و ۵۶ ثانیه حد وسط قرار گرفته‌اند (شکل ۴). دقت در جدول هم‌بستگی یک نشان‌دهنده‌ی آن است که از بین صفات ارزیابی شده خاک تنها درصد مواد آلی و شرایط توپوگرافی شیب و

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]

جهت دامنه با زمان شروع رواناب هم‌بستگی دارند. از طرفی صفات بررسی شده هم‌بستگی خوبی با یکدیگر داشته و هر کدام از ویژگی‌های درصد رس، لای، شن، رطوبت پیشین و وزن مخصوص خاک به‌نوعی بر میزان مواد آلی تأثیر گذاشته و یا تأثیر می‌پذیرند. همان‌طور که عنوان شد بالاترین زمان شروع رواناب در غالب ماه‌ها مربوط به پلات‌های سری چهارم (۷۰ ثانیه) می‌باشد که بیش‌ترین درصد مواد آلی (۵/۹ درصد) را نیز داشته‌اند (شکل‌های ۳ و ۴). مواد آلی یکی از مهم‌ترین عوامل کیفیت خاک بوده و نقش مهمی در تثبیت ساختمان و بهبود شرایط آن ازجمله افزایش خلل و فرج و طبعاً افزایش نفوذ و کاهش رواناب دارد (۹). از این‌رو، با افزایش نفوذ تحت تأثیر درصد مواد آلی می‌توان چنین بیان نمود که رواناب کاهش یافته (۲۲) و زمان شروع رواناب نسبت به سایر نقاط آزمایشی بالا رفته است. توجه به جدول هم‌بستگی (جدول ۱) نشان‌دهنده آن است که زمان شروع رواناب با ویژگی‌های توپوگرافی تندی و جهت شیب نیز دارای همبستگی می‌باشد. تأثیر جهت باعث شده تا آستانه شروع رواناب در ماه‌های پایانی به خصوص در دامنه غربی نسبت به ماه‌های دیگر کاهش یابد. سطح دامنه غربی در اکثر ماه‌های آزمایش تحت تأثیر جهت وزش باد از شرق به غرب (با توجه به جهت رویش خزه‌های روی تنه درختان) پوشش لاشبرگ بیشتری داشته، لذا مقداری از بارش را بصورت ذخیره لاش‌برگی در خود نگهداری کرده که در ماه‌های پایانی از این پوشش کاسته در نتیجه ذخیره لاش‌برگی و به تبع آن میزان نفوذ کاهش و آستانه شروع رواناب نیز کاهش یافته است. نتایج حاصل با یافته‌های آرنائو- روزالن و همکاران (۳) مبنی بر تأثیر ویژگی‌های سطح خاک مانند پوشش گیاهی و برون‌زد سنگی در دامنه‌ها بر تغییرپذیری آستانه شروع رواناب مطابقت دارد.

لازم به یادآوری است که موقعیت قرار گرفتن محل‌های دو سری از پلات‌ها (۲۱ درصد غربی و ۲۵ درصد شرقی) روی تراس‌های آبرفتی می‌باشد و در برخی اوقات تحت تأثیر فرآیندهای فرسایشی و آب‌شویی واقع شده‌اند. این فرآیندها باعث تغییر ساختمان خاک شده به‌نحوی‌که درصد رس، لای و مواد آلی در این شیب‌ها کاهش و وزن مخصوص خاک افزایش یافته که پس از این باعث کاهش نسبی خلل و فرج خاک شده است. بدین ترتیب از سویی شدت نفوذ کاهش یافته و از سوی دیگر زمان لازم برای تولید رواناب نیز کم شده و در نهایت، در دامنه غربی زمان شروع رواناب در پلات‌های ۲۱ درصد نسبت به ۴۴ درصد زودتر پدیدار شده است. مطالعات باتانی و گرایسمر (۵) نشان داد که وضعیت سطح خاک باعث تغییر در شدت نفوذ شده که خود باعث تغییر میزان تولید رواناب می‌شود. صادقی و همکاران (۲۵) نیز تأثیر تخلخل ظاهری سطح خاک را دلیل تغییر زمان شروع رواناب بیان نمودند. کم‌ترین زمان شروع رواناب در غالب ماه‌ها در دامنه شرقی و در شیب تند مشاهده می‌شود (شکل ۴). علی‌رغم آن‌که در این محل درصد رس، لای و مواد آلی بالا بوده و وزن مخصوص خاک پائین است آستانه شروع رواناب از صفات خاک پیروی نمی‌کند.

نکته حائز اهمیت وضعیت سطح خاک در این محل می‌باشد که در مقایسه با سایر نقاط درصد زیادی سنگ و سنگریزه دارد که می‌تواند سرعت تشکیل رواناب را افزایش دهد. تایمونس و همکاران (۳۲) در یافته‌های خود تغییر وضعیت فیزیکی سطح خاک دامنه‌ها مانند یخ‌بندان در تشکیل رواناب را بررسی کرده و بیان داشتند که تغییرات فیزیکی یخ زدن سطح خاک باعث تغییر در مشارکت دامنه در تشکیل رواناب می‌شود. ظریف معظم و همکاران (۳۵) نیز در رابطه با خصوصیات پوشش سطح خاک بر زمان تولید رواناب به‌این نتیجه رسیدند که تغییرات وضعیت سطح خاک نظیر پوشش لاش‌برگ هم می‌تواند زمان شروع رواناب را تحت تأثیر قرار دهد.

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نشان می‌دهد که ویژگی‌های خاک بر زمان شروع رواناب تأثیرگذار است. در بین آماره‌های مورد آزمون خاک و توپوگرافی در سطح α=۰/۰۵، مواد آلی خاک، تندی و جهت شیب روی زمان شروع رواناب تأثیر داشته است.

در یک جمع‌بندی کلی می‌توان چنین نتیجه گرفت که زمان شروع رواناب نسبت به متغیرهای محیطی حساسیت نشان می‌دهد. این پژوهش بر این واقعیت تاکید دارد که در یک سامانه نمی‌توان از اجزاء آن همواره رفتار ثابتی را انتظار داشت و با تغییر هر بخش، سایر اجزاء آن نیز دست‌خوش تغییرات قرار می‌گیرند. بنابراین، برای یک مدیریت صحیح، شناخت عوامل و ارکان مؤثر و هم‌چنین ارزیابی تأثیر متقابل آن‌ها بر یک‌دیگر ضروری است. اگرچه ارائه جمع‌بندی‌های جامع منوط بر انجام تحقیقات گسترده‌تر در ابعاد مکانی و زمانی می‌باشد.

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]

منابع

1. Agassi, M., I. Shainberg and J. Morin. 1990. Slope, Aspect and Phosphogypsum Effect on Runoff and Erosion. Soil Science Society of America Journal, 54: 1102-1106.
2. Ahmadi Ilkhchi, A., M. Haj Abbasi and A. Jalalian. 2002. Effect of Changing Rangeland to Rainfed on Runoff, Soil Loss and Soil Quality in Dorahan Region, Chahar Mahal and Bakhtiari Province, Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources, 6:103-114 (In Persian).
3. Arnau-Rosalèn, E., A. Calvo-Cases, C. Biox-Fayos, H. Lavee and P. Sarah. 2008. Analysis of Soil Surface Component Patterns Affecting Runoff Generation. An Example of Methods Applied to Mediterranean Hillslopes in Alicante (Spain), Geomorphology, 101: 595-606.
4. Arsham, A., A.M. Akhond Ali and A.K. Behnia. 2009. Study on Effects of Soil Antecedent Moisture Content In Runoff and Sediment Using Rainfall Simulator, Desert and Rangeland Research Journal, 16: 445-455 (In Persian).
5. Battany, M.C. and M.E. Grismer. 2000. Rainfall Runoff and Erosion in Napa Valley Vineyards: Effects of Slope, Cover and Surface Roughness. Hydrological Processes, 14: 1289-1304.
6. Brun, F. 2002. Multi Functionality of Mountain Forests and Economic Evaluation. Forests Policy Economics, 4: 101-112.
7. Castillo, V.M., A. Gomez-Plaza and M. Martinez-Mena. 2003. The Role of Antecedent Soil Water Content in the Runoff Response of Semiarid Catchments: a Simulation Approach. Journal of Hydrology, 248: 114-130.
8. De Wit, A. 2001. Runoff Controlling Factors in Various Sized Catchments in Semiarid Mediterranean Environmental in Spain. PhD Thesis. Utrecht University. 240 pp.
9. Franzluebbers, A.J. 2002. Water Infiltration and Soil Structure Related to Organic Matter and Its Stratification with Depth. Soil and Tillage Research, 66: 197-205.
10. Garten, J.R. and T. Charles. 2002. Soil Carbon Storage beneath Recently Established Tree Plantations in Tennessee and South Carolina, USA. Biomaa and Bioenergy, 23: 93-102.
11. Haji Abbasi, M., A. Besalat Pour and A. Melali. 2007. Effect of Converting Rangeland to Agriculture on some Chemical Characteristics of Soil in South and South West of Isfahan, Journal of Science and Technology of Agricultural and Natural Resources, 44: 525-53 (In Persian).
12. Härdle, W.H. and L. Simar. 2012. Applied Multivariate Statistical Analysis. Springer Heidelberg Dordrecht London New York. Third Edition, 513 pp.
13. Hudson, B.D. 1994. Soil Organic Matter and Available Water Capacity. Soil and Water Conservation, 49: 180-194.
14. Kim, J.K., D.Y. Yang, M.S. Kim and Y. Onda. 2009. Evaluation of integral erosion under forest canopy. Hydrological Research Letters, 3: 36-40.
15. Losi, C.J., T.G. Siccama, R.C. Juan and E. Morales. 2003. Analysis of Alternative Methods for Estimating Carbon Stock in Young Tropical Plantations. Forest Ecology and Management, 184: 355-368.
16. Miyata, S., K. Kosugi, T. Gomi, Y. Onda and T. Mizuyama. 2007. Surface Runoff as Affected by Soil Water Repellency in a Japanese Cypress Forest. Hydrological Processes, 21: 2365-2376.
17. Mohammadpour, K., S.H.R. Sadeghi and Gh.A. Dianati. 2009. Variability of Runoff Generation in Small Plots Established in Short Term Excluser and Grazed Ranges during summer 2008, In: Abstracts Proceedings of the 5th National Conference on Watershed Management (Natural Hazards Sustainable Management) Iran, Gorgan, April 22 and 23, 2009: 171 (In Persian).
18. Mokhtari Karchegani, P., Sh. Ayyoobi, M.R. Mosadeghi and M. Malekian. 2011. Effect of Slope and Land Use Change on Soil Organic Materials in Particle Sizes and Some Physico-Chemical Characteristics of Soil in Lardecan Hilly Areas, Soil Management and Sustainable Production Journal, 1: 23-41 (In Persian).
19. Natural Resources General Office, NowShahr. 2002. Kojur Sivicultural Project, Aghozchal Parcel 3. Watershed 46, Jihad-e-Agriculture, Forest, Range and Watershed Organization of Iran, 379 pp (In Persian).
20. Qiu, Y., B. Fu, J. Wang and L. Chen. 2001. Spatial Variability of Soil Moisture Content and Its Relation to Environmental Indices in a Semi-Arid Gully Catchment of the Loess Plateau, China. Journal of Arid Environment, 49: 723-750.
21. Refahi, H.Gh. 2003. Water erosion and its control, Tehran University Press, 4th ed. 437 pp (In Persian).
22. Rhoton, F.E., M.J. Shipitalo and D.L. Lindbo. 2002. Runoff and soil loss from Midwestern and Southeastern US Silt Loam Soils as Affected by Tillage Practice and Soil Organic Matter Content. Soil and Tillage Research, 66: 1-11.
23. Sadeghi, S.H.R. and P. Saeidi. 2010. Reliability of Sediment Rating Curves for a Deciduous Forest Watershed in Iran. Hydrological Sciences Journal, 55: 821-831.
24. Sadeghi, S.H.R., K. Mohammad Pour and G.A. Dianati Tilaki. 2010. Variation in Sediment Yield in Exclosure and Open Grazing Treatments in Kodir rangeland. Rangeland, 4: 484-493 (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]

25. Sadeghi, S.H.R., S.L. Razavi and R. Raeisian. 2006. Comparison between Rainfall and Poor Rangeland Land Uses in Rainfall and Sediment Yield in summer and winter. Agricultural Research (Water, Soil and Plant in Agriculture), 6: 11-22 (In Persian).
26. Sarhadi, A., S. Soltani and Khaje S.J. Din. 2008. Analyzing the Risk of Flooding by Using Threshold Discharge Model in Jiroft. Iran-Watershed Management Science and Engineering Journal, 2: 30-36 (In Persian).
27. Sharifi, F., Sh. Saffarpour, S.A. Ayoubzadeh and J. Vakilpour. 2004. Study on Effective Factors on Runoff Commencement Threshold in Arid and Semi-Arid Regions of Iran Using Rainfall-Runoff Simulation, Iranian Journal of Natural Resources, 57: 33-45 (In Persian).
28. Shekl Abadi, M., H. Khademi and A.H. Charkhabi. 2003. Runoff and Soil Loss Generation from Different Parent Material in Gol Abad Watershed, Ardestan. Agricultural and Natural Resource Technologies and Sciences, 7: 85-100 (In Persian).
29. Smith, K. 2009. Environmental Hazards Assessing Risk and Reducing Disaster. Fifth Edition. Routledge. London, 416 pp.
30. Tejedor, M., J. Neris and C. Jiménez. 2012. Soil Properties Controlling Infiltration in Volcanic Soils (Tenerife, Spain). Soil Science Society of America Journal, 77: 202-212.
31. Throop, H.L., S.R. Archer, H.C. Monger and S. Waltman. 2012. When Bulk Density Method Matter: Implications for Estimating Soil Organic Carbon Pools in Rocky Soils. Journal of Arid Environments, 77: 66-71.
32. Timmons, D.R., E.S. Verry, R.E. Burwell and R.F. Holt. 1997. Nutrient Transport in Surface Runoff and Interflow from an Aspen-Birch Forest. Journal of Environmental Quality, 6: 188-192.
33. Vahabi, J. and M. Ghafouri. 2009. Determination of Runoff Threshold Using Rainfall Simulator in the Southern Alborz Range Foothill-Iran. Research Journal of Environmental Sciences, 3: 193-201.
34. Walkey, A. and I.A. Black. 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method. Soil Science Society of America Journal, 37: 29-38.
35. Zarif, M.S., S.H.R. Sadeghi and S.Kh. Mirnia. 2009. Study on Changes in Runoff and Sediment Yield in Two Difference Slope in Kojour Forest Watershed, In: Abstracts Proceedings of the 5th National Conference on Watershed Management (Natural Hazards Sustainable Management) Iran, Gorgan, April 22 and 23, 2009: 212 (In Persian).
36. Zarrin Kafsh, M. 2003. Applied Pedology, Evaluation and Morphology an Qualitative Analyses of Soil-Water and Plant, University of Tehran Press, 2nd ed, 342 pp (In Persian).

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]

Variability of Interactions between Some Soil Properties and Runoff Generation Time (Case Study: Kojoor Watershed)

Maliheh Sadat Zarif Moazam[1], Seyed Hamidreza Sadeghi[2] and Seyed Khallagh Mirnia[3]

1 and 3- Graduated M.Sc. and Associate Professor, Tarbiat Modares University
2- Professor, Tarbiat Modares University (Corresponding author: sadeghi@modares.ac.ir)
Received: April 22, 2013 Accepted: September 15, 2014

Abstract

The present research was conducted with the purpose of assessing the interaction between some soil properties and runoff generation time in the downstream of Educational and Research Forest Watershed of Tarbiat Modares University (Kojoor Watershed) located at Southeastern of Nowshahr. Rainfall simulation was done through applying a pumping rain simulator generating rain intensity of some 1.6 mm min^{-1}. Accordingly, runoff generation time was determined from starting time of the simulation until runoff generation. In this research, some soil characteristics such as percentages of organic matter, clay, Silt, sand, antecedent soil moisture contents and soil bulk density were analyzed at two topography characteristics of slope steepness and aspect. For statistical analysis, a normality and variance homogeneity test was firstly carried out and variance analysis was then adopted. The significant relationships were ultimately evaluated using the Pearson correlation test. Results showed that the soil properties were strongly correlated to each others. Amongst them, there were just a positive correlation between the percentage of organic matter and topography properties with runoff generation time in the significant level of 5 %. Most of the runoff generation time were measured from plots of 44% and located at the western aspect that had the highest percentage of organic matter of 5.9%. It could be inferred from the results that the runoff generation time was significantly sensitive to environmental variables.

Keywords: Forested Watershed, Runoff Generation Time, Slope Steepness and Aspect, Soil Physical Properties

[Downloaded from jwmr.sanru.ac.ir on 2026-11-01]

[DOI: 10.18869/acadpub.jwmr.7.13.11]