تعیین نوع رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات فیزیکی خاک

حمزه سعیدیان[1]*، حمید رضا مرادی[2]

۱- استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حافظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران. Hamzah.4900@yahoo.com

۲- دانشیار دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرّس، مازندران، نور.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۲

چکیده

با تعیین آستانه شروع رواناب و فرسایش توسط شبیه ساز باران می توان مقدار بارشی را که سبب آغاز رواناب و فرسایش در شرایط مختلف می شود، برآورد نمود و همچنین نوع رابطه بین بارش و خصوصیات خاک را می توان تجزیه و تحلیل کرد. در این تحقیق کاربری‌های مختلف نهشته‌های سازند گچساران، حوزه آبخیز کوه گچ شهرستان ایذه با مساحت ۱۲۰۲ هکتار انتخاب گردید. سپس نمونه‌برداری شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در ٦ نقطه و با ۳ تکرار و در شدت‌های مختلف بارش ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه در سه کاربری مرتع، منطقه مسکونی و اراضی کشاورزی به کمک دستگاه شبیه ساز باران انجام شد و به همین تعداد نمونه‌برداری شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش، نمونه‌برداری از خصوصیات فیزیکی خاک مانند رس، سیلت، شن، ماسه خیلی ریز و درصد رطوبت انجام گرفت. در این تحقیق تعیین رابطه بین شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش و خصوصیات فیزکی خاک در کاربری‌های مختلف سازند گچساران به کمک رگرسیون تک متغیره انجام گرفت. نتایج نشان داد در مجموع در سازند گچساران و در هر سه کاربری مرتع، کشاورزی و مسکونی و در هر سه شدت ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه، ماسه خیلی ریز خاک در هشت مورد رابطه عکس و در یک مورد رابطه مستقیم با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و رس خاک نیز در دو مورد رابطه عکس و در هفت مورد رابطه مستقیم از خود نشان داد و سیلت خاک نیز در چهار مورد رابطه عکس و در پنج مورد رابطه مستقیم از خود نشان داد و شن خاک نیز در شش مورد رابطه عکس و در دو مورد رابطه مستقیم و در یک مورد بدون رابطه از خود نشان داد و رطوبت خاک نیز در هفت مورد رابطه عکس و در دو مورد رابطه مستقیم از خود در شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش نشان داد.

واژه‌های کلیدی: شن خاک، رطوبت خاک، شروع آستانه رواناب و فرسایش، کوه گچ

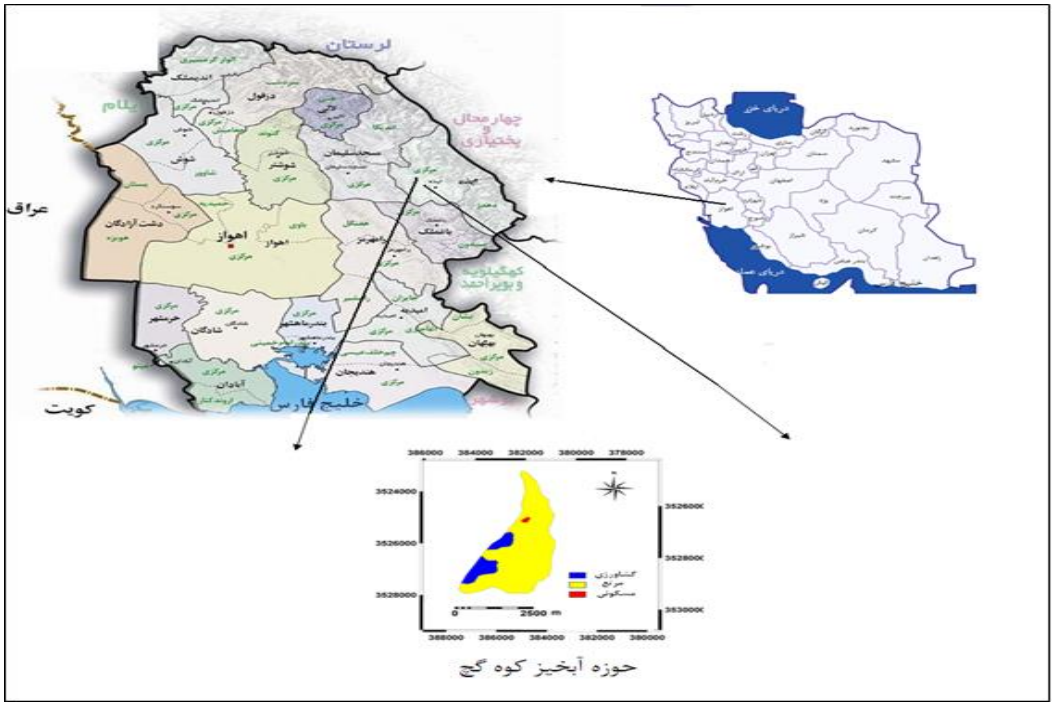
مقدمه

رواناب با سپری شدن مدت زمانی پس از بارندگی شکل گرفته و تا حد زیادی وابسته به ویژگی های بارندگی، پوشش سطح زمین، خاک و شیب است. شدت بیشتر باران، درصد پوشش گیاهی پایین، درصد بالای خاک لخت و کاهش ظرفیت آبگیری لایه های سطحی خاک موجب افزایش حجم رواناب شده و در ادامه نیروی بیشتری برای کنش و انتقال ذرات خاک آماده می شود. هرچند اولویتبندی عاملهای مؤثر بر زمان شروع رواناب تا حد زیادی به مقیاس مورد بررسی وابسته است (کامرات، ۲۰۰۴). پس از تعیین آستانه شروع رواناب در هر منطقه با استفاده از روشهای بیولوژیک و عملیات مهندسی می توان تمهیدات مناسب را به کار گرفت و با برآورد صحیح و عملیات مدیریتی و مهندسی از تبدیل رواناب به سیلاب جلوگیری کرد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۴). آستانه شروع رواناب نشاندهنده میزان نگهداشت آب خاکهای مختلف است که به بافت آن خاک‌ها مربوط می شود. مقدار آستانه زمانی اتفاق میافتد که برخی از مشخصات خاک مثل عمق خاک اشباع از آب شود بنابراین هنگامی که بارندگی کمتر از مقدار آستانه است هیچ روانابی اتفاق نمیافتد در حالی که بالاتر از این مقدار بخشی از بارندگی به رواناب تبدیل میشود (کارنیلی، ۱۹۹۳). در برخی از تحقیقات عواملی مانند اقلیم، پوشش گیاهی و خاک (شریفی و همکاران، ۱۳۸۳؛ نجفیان و همکاران، ۱۳۸۹)، شیب (آقابیگی امین و همکاران، ۲۰۱۴)، نفوذ (عبدی نژاد و همکاران، ۱۳۸۹) را در تغییرات آستانه شروع رواناب و فرسایش موثر دانستند. شریفی و همکاران (۱۳۸۳) تحقیقی در مورد عوامل موثر در تعیین آستانه شروع رواناب در مناطق خشک و نیمه خشک با استفاده از شبیه سازی و داده های بارش–رواناب انجام دادند. در این مطالعه برای بررسی عوامل موثر در تعیین آستانه شروع رواناب از یک شبیه ساز باران قابل حمل مدل AWBM استفاده شده است. مقایسه نتایج به دست آمده از مدل شبیه ساز باران نشان داد که آستانه شروع رواناب در مدل و شبیه ساز باران نیز به ترتیب به عوامل ارتفاع، بارش، درصدشن،درصد رس،درصد شیب و شدت بارش بستگی داد. کارتین و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که پوشش گیاهی دارای همبستگی مثبت با آستانه شروع رواناب می‌باشد و نتیجه گرفت وقتی پوشش گیاهی بیش از ۶۵٪ باشد رواناب ناچیزی تولید می‌شود. ژای و همکاران (۲۰۱۶) تغییرات مکانی و زمانی رواناب و بار رسوبی را در سه ایستگاه در رودخانه لانکانگ مورد بررسی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد که ساخت و ساز در اطراف ایستگاهها، تغییر در کاربری اراضی و الگوهای بارش، در تغییرات مکانی و زمانی رواناب و بار رسوبی مؤثر بودند. تعیین آستانه شروع رواناب و فرسایش در مدیریت پاسخ حوزه های آبخیز، در برابر بارندگی و موارد مشابه دیگر از جمله پارامترهای کلیدی در طراحی و مدیریت سیستم به شمار میرود. با تعیین آستانه شروع رواناب و فرسایش می توان با دقّت بیشتر و هزینه کمتر مقدار بارش منجر به ایجاد رواناب در شرایط مختلف را تخمین زد. برآورد دقیق آستانه شروع رواناب و فرسایش نه تنها می تواند منجر به برآوردهای دقیق تر سیل طراحی و کاهش هزینه های ایمن سازی و خسارت سیل شود بلکه در استفاده بهینه و مدیریت نزولات جوی نیز حایز اهمیت است. در این تحقیق منظور از آستانه شروع رواناب و فرسایش

مقـدار بارشی است که خاک سطحی را به مرحله ای از رطوبت می رساند که بعد از آن رواناب آغاز می شود. در مجموع بر اساس سوابق تحقیق موجود می توان گفت که مطالعه همزمان تغییرات آستانه تولید رواناب و فرسایش از مواردی است که نیازمند مطالعات بیشتری است و کمتر مورد توجه قرار گرفته است. این پژوهش بر اساس اندازه‌گیری‌های صحرایی شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش تحت شرایط شبیه سازی شده باران به منظور تعیین نوع رابطه بین آستانه شروع رواناب و فرسایش و خصوصیات فیزیکی خاک در سازند گچساران انجام گرفت زمانی که در این تحقیق ثبت شد مربوط به شروع آستانه رواناب و فرسایش به صورت همزمان است چون در آن لحظه رواناب و رسوب از هم تفکیک نیستند که بعداً در آزمایشگاه از هم تفکیک می‌شوند. بنابراین این زمان ثبت شده مربوط به آستانه شروع رواناب و فرسایش به صورت همزمان می‌باشد.

مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه، بخشی از حوزه آبخیز کوه گچ شهرستان ایذه در استان خوزستان است که دارای ۱۲۰۲ هکتار مساحت می‌باشند. منطقه کوه گچ دارای مختصات جغرافیایی ۴۹ درجه و ۴۵ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۴۹ درجه و ۴۷ دقیقه و ۹ ثانیه شرقی و ۳۱ درجه و ۵۰ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۳۱ درجه و ۵۳ دقیقه و ۳۲ ثانیه شمالی می‌باشند (شکل ۱).



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان و ایران

سازند گچساران از مهمترین سازندهای زمین شناسی زون زاگرس در سنوزوئیک می‌باشند. سازند گچساران دارای حساسیت بالایی نسبت به فرسایش و رسوب می باشد (فتحی زاده و همکاران، ۲۰۱۶). این سازند حدود ۱۶۰۰ متر بستر داشته و از نظر سنگ شناسی مشتمل بر نمک ، انیدریت، مارن های رنگارنگ آهک و مقداری

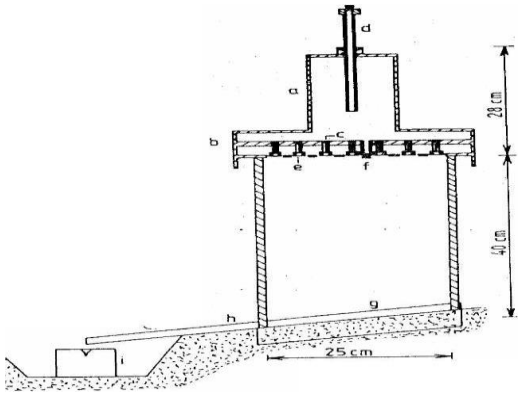
شیل می‌باشد. سن گچساران میوسن پایینی می‌باشد (احمدی، ۲۰۰۷). این تحقیق به روش پلات های آزمایشی و در سه شدت ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در سازند گچساران برای اندازه گیری زمان شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش به کمک شبیه ساز باران انجام شد. با تعیین آستانه شروع رواناب و فرسایش توسط شبیه‌ساز باران می‌توان با سرعت و دقت بیشتر و هزینه کمتر مقدار بارانی را که سبب وقوع رواناب در شرایط مختلف می‌شود مشخص کرد. با تعیین آستانه شروع رواناب و فرسایش توسط شبیه ساز باران می‌توان با سرعت و دقت بیش تر و هزینه کم‌تر مقدار بارشی را که سبب آغاز رواناب در شرایط مختلف می‌شود، تخمین زد. در این تحقیق از شبیه ساز باران کامفورست در ارتفاع ۴۰ سانتی متری از زمین استفاده شد (مرادی و سعیدیان، ۲۰۱۰). شبیه ساز باران مورد استفاده از سه قسمت به شرح زیر تشکیل شده است: آب پاش با تنظیم کننده فشار برای تولید بارش استاندارد و پایه برای آب پاش که باران ساز بر روی آن قرار می گیرد و قاب فولادی ضد زنگ برای جلوگیری از حرکات جانبی آب از پلات آزمایشی به اطراف که در سطح خاک قرار داده و با چکش کمی به داخل خاک کوبیده می‌شود. به قاب یک شیروانی ناودان دار متصل است تا رواناب و رسوب تولید شده از طریق آن به بطری نمونه‌گیری انتقال داده شود (شکل ۲). ضمنا شبیه ساز باران مورد استفاده برای اندازه پلات ۶۲۵ سانتی‌متر مربع طراحی شده و به راحتی قابل حمل است. این شبیه ساز باران برای تعیین خصوصیات فرسایشی خاک، رواناب، میزان نفوذ آب و همچنین برای تحقیقات خاک مناسب بوده (جدول ۱) و استفاده از آن به‌منظور تعیین رسوب نهشته‌های سطحی در صحرا روشی استاندارد محسوب می‌گردد (کامفورست، ۱۹۸۷).

جدول ۱- مشخصات شبیه‌ساز باران کامفورست مورد استفاده در ارتفاع ٤٠ سانتی متر

مشخصات شبیه‌ساز باران	مشخصات شبیه ساز باران در ارتفاع ۴۰ سانتی متر
مدت زمان بارش	۱۰ دقیقه
شدت بارش	۱ و ۱/۲۵ میلی‌متر در دقیقه
حجم آب مصرفی	۲/۹ لیتر
قطر قطرات	۵/۹ میلی‌متر
جرم قطرات	۰/۱۰۶ گرم
تعداد لوله های موئینه	۴۹ عدد
انرژی جنبشی	۱۷ژول بر متر مربع در میلی‌متر
سرعت حد	نزدیک صفر
مساحت پلات	۰/۰۶۲۵ متر مربع
شیب پلات	تقریبا صفر

نتایج میزان شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در فواصل زمانی۱۰ دقیقه برای هر آزمایش حاصل گردید. در این تحقیق برای تعیین نوع ارتباط بین شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش وخصوصیات فیزیکی خاک مانند درصد رس، سیلت، شن، ماسه خیلی ریز و رطوبت از رگرسیون تک متغیره استفاده شد. رگرسیون

تک متغیره در تعیین جزئیات روابط بین آب و خاک می تواند مفید و موثر باشد و با آگاهی دادن از جزئیات روابط بین آب و خاک می تواند در تجزیه و تحلیل روابط کلی آب و خاک در حوزه های آبخیز و در نهایت در تعیین و ارائه راه کارهای مناسب در پروژه های آب و خاک نقش تعیین کننده ایفاء کند. در کنار هر پلات نمونه خاک سطحی به منظور آزمایش‌های فیزیکی خاک برداشت شد و سپس به آزمایشگاه منتقل گردید. خصوصیات فیزیکی خاک نقش مهم و تعیین کننده ای در همه مولفه های مختلف فرسایش بازی می کند و در بعضی حوزه های آبخیز به عنوان مهمترین عوامل موثر در مولفه های مختلف فرسایش می باشد. نمونه های خاکی در آزمایشگاه برای ارزیابی خصوصیات فیزکی خاک شامل رس، سیلت، شن، ماسه خیلی ریز و رطوبت خاک به روش‌هایی که در ادامه می آید در آزمایشگاه تجزیه شدند (سعیدیان و همکاران، ۲۰۱۴). در مجموع حدود ۹۰ آزمایش خاک برای به دست آوردن رس خاک و سیلت خاک و شن خاک و درصد ماسه خیلی ریز خاک و برای تعیین رطوبت خاک انجام شدند. روش های اندازه گیری به کار رفته عبارتند از رس، شن و سیلت به روش هیدرومتری، درصد ماسه خیلی ریز توسط الک و همچنین رطوبت وزنی از اختلاف خاک قبل و بعد از خشک کردن توسط آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد تعیین گردید (مرادی و سعیدیان، ۲۰۱۰). به منظور انجام کلیّه تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS و EXCEL استفاده گردید و سپس مدل‌های نهایی تعیین گردیدند و روابط بین شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش – رس، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش – سیلت، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش – شن، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش – ماسه خیلی ریز و شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش – رطوبت در شدت های بارش ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه به دست آمدند. در این تحقیق، نمونه‌ها به صورت تصادفی مشخص و برداشت شد. با توجه به هزینه و زمان، در سازند گچساران در ۶ سطح (۶ مکان جداگانه) و هر سطح سه تکرار برای به‌کارگیری باران‌ساز مشخص و به همین تعداد نمونه شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش برداشته شد. در سازند گچساران سه نقطه در کاربری مرتع، دو نقطه در کاربری زراعی و یک نقطه در کاربری مسکونی می باشد.



شکل۲- شبیه ساز باران کامفورست

نتایج و بحث

به طور کلی، کاربرد روش‌های آماری تجزیه و تحلیل، عاملی در تعیین عوامل مؤثر و نیز روابط رگرسیونی تک متغیره در تعیین روابط دقیق بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش و عوامل فیزیکی خاکیکمتر مورد توجه کارشناسان و پژوهشگران بوده است. نوع رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و رسوب با خصوصیات فیزیکی خاک با کمک رگرسیون تک متغیره در جدول‌های ۲ تا ۱۰ آورده شده است.

جدول ۲ - رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مرتع	Th-Svf	Th = 12.71 - 0.09 svf	0.25	0.516	-0.683	0.467
مرتع	Th-Cly	Th = 3.86 + 0.14 cly	0.50	0.164	1.55	2.42
مرتع	Th-Slt	Th = 5.98 - 0.02 slt	0.21	0.581	-0.579	0.336
مرتع	Th-Sa	Th = 5.1 + 0.003 sa	0.03	0.925	0.097	0.009
مرتع	Th-Wn	Th = 5.32 – 0.005 Wn	0.01	0.981	-0.025	0.001

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۳ - رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
کشاورزی	Th-Svf	Th = 14.039 - 0.099 svf	0.50	0.309	-1.16	1.35
کشاورزی	Th-Cly	Th = 5.12 + 0.032 cly	0.27	0.592	0.582	0.338
کشاورزی	Th-Slt	Th = 0.2 + 0.152 slt	0.74	0.091	2.21	4.91
کشاورزی	Th-Sa	Th = 7.53 - 0.043 sa	0.51	0.301	-1.18	1.40
کشاورزی	Th-Wn	Th = 6.59 – 0.608 Wn	0.29	0.576	-0.608	0.370

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ٤ - رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مسکونی	Th-Svf	Th = 4.93 - 0.007 svf	0.39	0.741	-0.430	0.185
مسکونی	Th-Cly	Th = 4.46 - 0.005 cly	0.65	0.546	-0.866	0.750
مسکونی	Th-Slt	Th = 4.35 + 0.001 slt	0.24	0.844	0.250	0.062
مسکونی	Th-Sa	NO Model	-	-	-	-
مسکونی	Th-Wn	Th = 4.43 – 0.025 Wn	0.77	0.438	-1.21	1.48

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

شدت های مختلف بارش یکی از خصوصیات مهم بارندگی در مولفه های مختلف فرسایش به خصوص شروع آستانه رواناب و فرسایش می باشد و در تعیین روابط بین خصوصیات فیزیکی خاک و شروع آستانه رواناب و فرسایش به علت نقشی که در شدت ضربات قطرات باران بازی می کند، نقش تعیین کننده و مهمی دارد. در این تحقیق سعی شده است به نقش شدت های مختلف بارش در کاربری های مختلف سازند گچساران در شروع آستانه رواناب و فرسایش پرداخته شود و همچنین بیان دارد که شروع رواناب و فرسایش همزمان اتفاق می افتند و تجزیه و تحلیل و درک این همزمانی می تواند راه گشای مدیریتی جدید در حوزه های آبخیز باشد که در پژوهش حاضر مد نظر قرار گرفته است. هر چه این درک دقیق تر و علمی تر صورت گیرد عدم یقین ها در حوزه های آبخیز کمتر شده و در نهایت منجر به راه حل های جدید تر و مفید تر در مدیریت حوزه های آبخیز خواهد شد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مرتع، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماسه خیلی ریز خاک رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم شده است. ماسه خیلی ریز به علت مسدود کردن خلل و فرج خاک و کاهش نفوذپذیری خاک باعث می شود زمان شروع رواناب و فرسایش حداقل باشد و رس خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد می شود رس به علت جذب اولیه بارش و افزایش نفوذپذیری تاثیر قابل ملاحظه ای در شروع رواناب و فرسایش دارد که این به نقش بافت خاک اشاره دارد که با نتایج یافته های کارنیلی (۱۹۹۳) که معتقد است خاک های رسی کمترین آستانه شروع رواناب و فرسایش را دارند، مطابقت ندارد و همچنین سیلت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و شن خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد که با نتایج یافته های کارنیلی (۱۹۹۳) که معتقد است خاک های شنی بالاترین استانه رواناب و فرسایش را دارند مطابقت دارد و رطوبت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد. سازند گچساران به علت وجود گچ زیاد و جذب رطوبت توسط گچ و سفت شدن گچ در خاک و کاهش نفوذپذیری، رطوبت خاک نقش مهمی در کاهش زمان شروع رواناب و فرسایش از خود نشان داد که نقش منفی رطوبت خاک با آستانه شروع رواناب و فرسایش با نتایج رئیسیان (۲۰۰۵) مطابقت ندارد (جدول ۲). در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماسه خیلی ریز خاک رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم شده است و رس خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با

افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد می شود که با نتایج تحقیق ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۴) که بافت رسی را در آستانه رواناب و فرسایش موثر دانستند مطابقت دارد و همچنین سیلت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد و شن خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و رطوبت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد (جدول ۳). در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مسکونی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماسه خیلی ریز خاک رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم شده است و رس خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین سیلت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد که با نتایج تحقیق نهتانی و همکاران (۱۹۹۹) که سیلت را در تولید رواناب موثر دانستند مطابقت دارد و شن خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه ای از خود نشان نداد و مدلی ساخته نشد و رطوبت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد (جدول ۴).

جدول ۵ - رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مرتع	Th-Svf	Th = 11.43 - 0.079 svf	0.23	0.536	-0.651	0.424
مرتع	Th-Cly	Th = 3.64 + 0.13 cly	0.52	0.150	1.61	2.61
مرتع	Th-Slt	Th = 5.24 - 0.008 slt	0.08	0.821	-0.235	0.055
مرتع	Th-Sa	Th = 5.41 - 0.008 sa	0.09	0.817	-0.241	0.058
مرتع	Th-Wn	Th = 4.97 + 0.001 Wn	0.003	0.994	0.008	0.000

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ٦ - رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
کشاورزی	Th-Svf	Th = 17.94 - 0.154 svf	0.66	0.149	-1.78	3.19
کشاورزی	Th-Cly	Th = 4.66 + 0.025 cly	0.18	0.730	0.371	0.137
کشاورزی	Th-Slt	Th = -0.790 + 0.161 slt	0.66	0.146	1.8	3.23
کشاورزی	Th-Sa	Th = 6.808 - 0.041 sa	0.40	0.421	-0.896	0.804
کشاورزی	Th-Wn	Th = 6.43 – 1.034 Wn	0.42	0.407	-0.925	0.855

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۷ - رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مسکونی	Th-Svf	Th = 7.47 - 0.044 svf	0.76	0.443	-1.19	1.43
مسکونی	Th-Cly	Th = 4.46 - 0.022 cly	0.92	0.248	-2.44	5.95
مسکونی	Th-Slt	Th = 4.27 - 0.003 slt	0.22	0.858	-0.227	0.052
مسکونی	Th-Sa	Th = 3.94 + 0.005 sa	0.52	0.652	0.609	0.371
مسکونی	Th-Wn	Th = 4.31 – 0.1 Wn	0.97	0.140	-4.48	20.11

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

در سازند گچساران و در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه در کاربری مرتع، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماسه خیلی ریز خاک رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم شده است و رس خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد می شود و همچنین سیلت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و شن خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و رطوبت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد. که با نتایج یافته های کارنیلی (۱۹۹۳) که معتقد است مقدار رطوبت و آب خاک اثر مهمی در تولید رواناب دارند مطابقت دارد و همچنین با نتایج یافته های رئیسیان (۲۰۰۵) که نقش مثبت رطوبت خاک در شروع آستانه رواناب و فرسایش را گزارش کردند مطابقت دارد (جدول ۵). در سازند

گچساران و در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماسه خیلی ریز خاک رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم شده است و رس خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد می شود و همچنین سیلت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد و شن خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و رطوبت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد (جدول ۶). در سازند گچساران و در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه در کاربری مسکونی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماسه خیلی ریز خاک رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم شده است و رس خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین سیلت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و شن خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان نداد و رطوبت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد (جدول ۷).

جدول ۸ - رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مرتع	Th-Svf	Th = 11.19 - 0.083 svf	0.24	0.533	-0.656	0.430
مرتع	Th-Cly	Th = 3 + 0.135 cly	0.51	0.159	1.57	2.47
مرتع	Th-Slt	Th = 4.85 - 0.014 slt	0.15	0.689	-0.417	0.174
مرتع	Th-Sa	Th = 4.48 - 0.002 sa	0.02	0.956	-0.057	0.003
مرتع	Th-Wn	Th = 4.73 – 0.054 Wn	0.12	0.758	-0.320	0.103

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۹ - رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
کشاورزی	Th-Svf	Th = 18.92 - 0.172 svf	0.69	0.128	-1.91	3.65
کشاورزی	Th-Cly	Th = 4.31 + 0.019 cly	0.13	0.802	0.267	0.071
کشاورزی	Th-Slt	Th = 0.15 - 0.123 slt	0.47	0.340	1.08	1.17
کشاورزی	Th-Sa	Th = 5.97 - 0.031 sa	0.29	0.573	-0.613	0.376
کشاورزی	Th-Wn	Th = 5.044 – 0.225 Wn	0.08	0.873	-0.170	0.029

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۱۰ – رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات فیزیکی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه

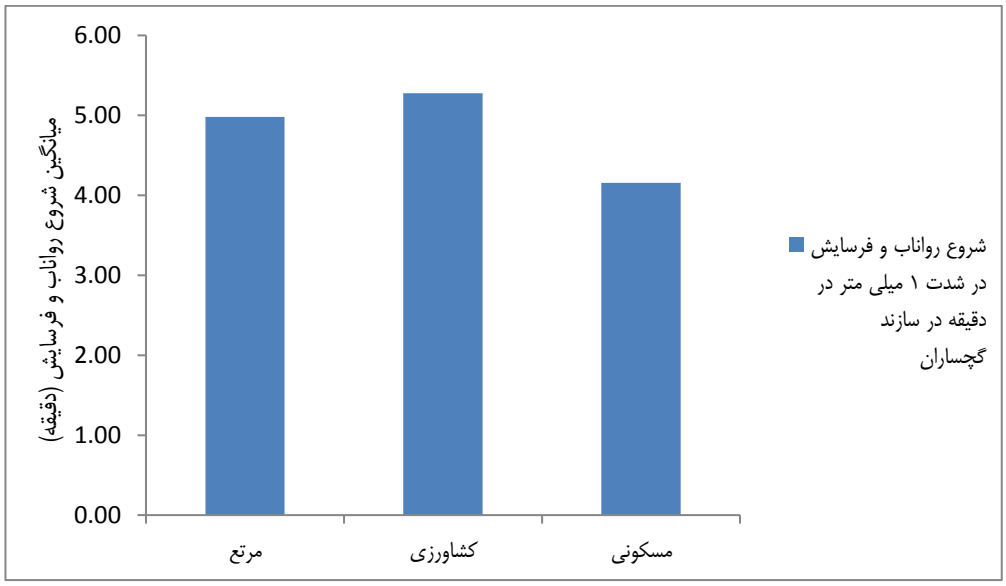
نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های به دست آمده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مسکونی	Th-Svf	Th = -2.788 + 0.082 svf	0.97	0.143	4.37	19.1
مسکونی	Th-Cly	Th = 2.907 + 0.035 cly	0.99	0.052	12.12	147
مسکونی	Th-Slt	Th = 2.88 + 0.012 slt	0.64	0.558	0.833	0.694
مسکونی	Th-Sa	Th = 3.9 - 0.012 sa	0.85	0.352	-1.62	2.63
مسکونی	Th-Wn	Th = 3.16 + 0.146 Wn	0.96	0.160	3.88	15.11

ماسه خیلی ریز (svf)، درصد سیلت (slt)، درصد رس (cly)، درصد شن (sa)، درصد رطوبت نسبی (Wn)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

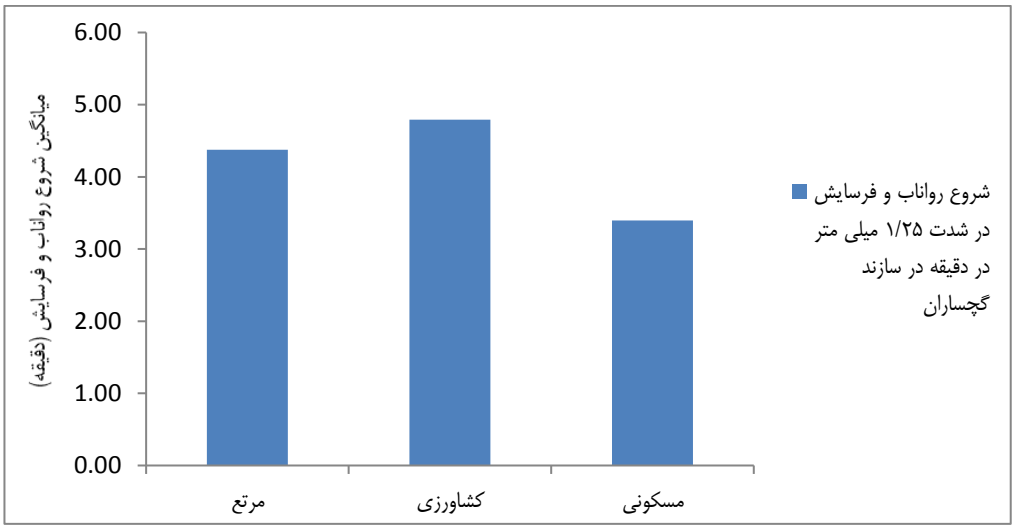
در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مرتع، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماسه خیلی ریز خاک رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم شده است و رس خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد می شود و همچنین سیلت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و شن خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و رطوبت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد (جدول ۸). افزایش محتوی رطوبتی خاک، شیب هیدرولیکی را کاهش داده و باعث کاهش نیروی آب بر ای نفوذ آب به خاک می شود (لیو و همکاران، ۲۰۱۱). در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماسه خیلی ریز خاک رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، شروع همزمان

آستانه رواناب و فرسایش کم شده است و رس خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد می شود و همچنین سیلت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد و شن خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش شن خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و رطوبت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد (جدول ۹). در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مسکونی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماسه خیلی ریز خاک رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد شده است و رس خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد می شود و همچنین سیلت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد و شن خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه عکس از خود نشان داد و رطوبت خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مستقیم از خود نشان داد یعنی با افزایش رطوبت خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد که با نتایج تحقیق وی و همکاران (۲۰۰۷) که به این نتیجه رسیدند که سله سطحی و انسداد، سرعت نفوذ را کاهش داده و رطوبت اولیه خاک اثر معنی داری بر روی رواناب دارد با توجه به حالت کوبیدگی و انسدادی که در کاربری مسکونی اتفاق می افتد، مطابقت دارد. شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در هر سه کاربری در آستانه رواناب و فرسایش موثر می باشد که با نتایج تحقیق ابراهیمی و همکاران (۱۳۹۴) که شدت بارش را در آستانه رواناب و فرسایش موثر دانستند مطابقت دارد (جدول ۱۰).

شکل ۳- مقایسه شروع رواناب و فرسایش در کاربری‌های مختلف در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه



شکل ٤- مقایسه شروع رواناب و فرسایش در کاربری‌های مختلف در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه



شکل ٥- مقایسه شروع رواناب و فرسایش در کاربری‌های مختلف در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه

در کاربری مرتع و در هر سه شدت یاد شده ماسه خیلی ریز خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه عکس می باشد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مرتع کاهش پیدا کرده است ولی در کاربری کشاورزی و در هر سه شدت یاد شده ماسه خیلی ریز خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه عکس می باشد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری کشاورزی کاهش پیدا کرده است. ولی در کاربری مسکونی و در هر سه شدت یاد شده ماسه خیلی

ریز خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در دو مورد دارای رابطه عکس و در یک مورد دارای رابطه مستقیم می باشد یعنی با افزایش ماسه خیلی ریز خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مسکونی کاهش پیدا کرده است. ولی در کاربری مرتع و در هر سه شدت یاد شده رس خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه مستقیم می باشد یعنی با افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مرتع افزایش پیدا کرده است. ولی در کاربری کشاورزی و در هر سه شدت یاد شده رس خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه مستقیم می باشد یعنی با افزایش رس خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری کشاورزی افزایش پیدا کرده است. ولی در کاربری مسکونی و در هر سه شدت یاد شده رس خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در دو مورد دارای رابطه عکس و در یک مورد دارای رابطه مستقیم می باشد یعنی با افزایش رس خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مسکونی کاهش پیدا کرده است. ولی در کاربری مرتع و در هر سه شدت یاد شده سیلت خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه عکس می باشد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مرتع کاهش پیدا کرده است. ولی در کاربری کشاورزی و در هر سه شدت یاد شده سیلت خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه مستقیم می باشد یعنی با افزایش سیلت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری کشاورزی افزایش پیدا کرده است. ولی در کاربری مسکونی و در هر سه شدت یاد شده سیلت خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در دو مورد دارای رابطه مستقیم و در یک مورد دارای رابطه عکس می باشد یعنی با افزایش سیلت خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مسکونی افزایش پیدا کرده است. ولی در کاربری مرتع و در هر سه شدت یاد شده شن خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در دو مورد دارای رابطه عکس و در یک مورد دارای رابطه منفی می باشد یعنی با افزایش شن خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مرتع کاهش پیدا کرده است. ولی در کاربری کشاورزی و در هر سه شدت یاد شده شن خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه عکس می باشد یعنی با افزایش شن خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری کشاورزی کاهش پیدا کرده است. ولی در کاربری مسکونی و در هر سه شدت یاد شده شن خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در یک مورد دارای رابطه عکس و یک مورد دارای رابطه مستقیم و در یک مورد بدون رابطه می باشد. ولی در کاربری مرتع و در هر سه شدت یاد شده رطوبت خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در دو مورد دارای رابطه عکس و در یک مورد دارای رابطه مستقیم می باشد یعنی با افزایش رطوبت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مرتع کاهش پیدا کرده است. ولی در کاربری کشاورزی سازند گچساران و در هر سه شدت یاد شده رطوبت خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه عکس می باشد یعنی با افزایش رطوبت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری کشاورزی کاهش پیدا

کرده است. بدیهی است که ساختمان خاک در کنار بافت خاک از عوامل مؤثر بر نگهداری آب در خاک و در نتیجه رطوبت پیشین خاک می باشد (بارتز و رز، ۲۰۰۲). ولی در کاربری مسکونی سازند گچساران و در هر سه شدت یاد شده مورد نظر این تحقیق، رطوبت خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در دو مورد دارای رابطه عکس و در یک مورد دارای رابطه مستقیم می باشد یعنی با افزایش رطوبت خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مسکونی سازند گچساران کاهش پیدا کرده است. در مجموع اختلاف تولید رواناب در دو حالت رطوبتی خشک و مرطوب بسیار زیاد و ملموس بوده است و در خاک‌های مرطوب نسبت به خاک‌های خشک زمان کمتری برای شروع رواناب و فرسایش مورد نیاز می باشد (کاستیلو و همکاران، ۲۰۰۳).

نتیجه‌گیری

افزایش اطلاعات راجع به شروع آستانه رواناب و فرسایش می‌تواند در امر پیشگیری از وقوع فرسایش و سیلاب‌های ویرانگر مفید و موثر باشد و بهتر می‌توان در این امور، تجزیه و تحلیل مناسب انجام داد. به طور کلی، کاربرد روش‌های آماری روابط رگرسیونی در تعیین مدل‌های برآوردی رواناب تاکنون مورد توجه کارشناسان و پژوهشگران زیادی بوده است (اسلامی و کاظمی، ۲۰۰۸؛ بلوم فیلد و همکاران، ۲۰۰۹؛ کاظمی و اسلامی، ۲۰۱۳). ولی این روابط آماری در شروع آستانه رواناب و فرسایش کمتر مورد توجه محققین قرار گرفته است. در مجموع در سازند گچساران و در هر سه کاربری مرتع، کشاورزی و مسکونی و در هر سه شدت ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه، ماسه خیلی ریز خاک در هشت مورد رابطه عکس و در یک مورد رابطه مستقیم با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و رس خاک نیز در دو مورد رابطه عکس و در هفت مورد رابطه مستقیم از خود نشان داد و سیلت خاک نیز در چهار مورد رابطه عکس و در پنج مورد رابطه مستقیم از خود نشان داد و شن خاک نیز در شش مورد رابطه عکس و در دو مورد رابطه مستقیم و در یک مورد بدون رابطه از خود نشان داد و رطوبت خاک نیز در هفت مورد رابطه عکس و در دو مورد رابطه مستقیم از خود در شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش نشان داد. بر اساس نتایج این تحقیق توصیه می‌شود محققان مختلف با توجه به اینکه تحقیقات معدودی راجع به شروع آستانه رواناب و فرسایش در حوزه‌های آبخیز مختلف صورت گرفته است، به اهمیت شروع آستانه رواناب و فرسایش در امر پیشگیری از وقوع فرسایش و سیلاب بیش از پیش پی برده و تحقیقات کامل‌تر و جامع‌تر در این ارتباط صورت گیرد که قطعا این تحقیقات می‌تواند بخش اجرایی کشور را در امر پیشگیری کمک شایانی کند.

منابع

۱- ابراهیمی، ن.ق.، اسلامی، ع.ر.، شریفی، ف.، ۱۳۹۴. مدل برآورد آستانه شروع رواناب با استفاده از شبیه ساز باران در کرتهای صحرایی، نشریه مهندسی و مدیریت آبخیز، ۷ (۲): ۲۲۲-۲۱۱.

۲- شریفی، ف.، صفاپور، ش.، ایوبزاده، س. ع. و وکیل پور، ج.، ۱۳۸۳. بررسی عوامل مؤثر در تعیین آستانه شروع رواناب در مناطق خشک و نیمه خشک کشور به کمک استفاده از شبیه سازی باران و داده های بارش-رواناب، منابع طبیعی ایران، ۵، ۱، ۳۳-۴۵.

۳- عبدی نژاد، پ.، فیض نیا، س.، پیروان، ح. ر.، فیاضی، ف. ا و طباخ شعبانی، ۱. ع.، ۱۳۸۹. بررسی آستانه شروع رواناب در واحدهای مارنی سازندهای زمین شناسی استان زنجان با استفاده از دستگاه بارانساز مصنوعی، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، ۱ ، ۲، ۳۱-۵۱.

۴- نجفیان، ل.، کاویان، ع. ا.، قربانی، ج. و تمرتاش، ر.، ۱۳۸۹. اثر فرم رویشی و مقدار پوشش گیاهی بر تولید رواناب و رسوب اراضی مرتعی منطقه سوادکوه مازندران، مرتع، ۴، ۲، ۳۳۴-۳۴۷.

۵- نهتانی، محمد، فیض نیا، سادات، احمدی، حسن، و پیروان، حمیدرضا.، ۱۳۹۴. بررسی عوامل مؤثر بر رسوب زایی لس ها با کاربرد مدل فیزیکی شبیه ساز باران، مجله منابع طبیعی ایران، دوره ۶۸، شماره ۲، ص ۳۹۹-۴۱۲.

6- AghabeigiAmin, S., Moradi, H. R. and Fattahi. B., 2014, Sediment and runoff measurement in different rangeland vegetation types using rainfall simulator, Ecopersia, 2(2): 525-538.

7- Ahmadi, H. 2007. Applied geomorphology, 1 volume (water erosion), fifth edition, Tehran university publications, 714p.

8- Barthes, B. and Roose, E. (2002). Aggregate stability as an indicator of soil susceptibility to runoff and erosion; validation at several levels. Catena, 47: 133–149.

9- Bloomfield, J.P., D.J. Allen and K.J. Griffiths. 2009. Examining geological controlson base flow index using regression analysis: An illustration from the Thames Basin, UK. Journal of Hydrology, 373(1-2):164-176.

10- Cammeraat E.L.H., 2004. Scale dependent thresholds in hydrological and erosion response of a semi-arid catchment in Southeast Spain. Agriculture, Ecosystems and Environment, 104 (2):317-332.

11- Castillo,V. M., Gomez-Plaza, A. and Martinez-Mena, M. (2003). The role of antecedent soil water content in the runoff response of semiarid cathments: a simulation approach. Journal of Hydrology, 248: 114-130.

12- Eslami, A.R. and B. Saghafian. 2008. The role of watershed morphometric and climatic factors in producing of flood flows.Journal of Pajouhesh-va-Sazandegi in Natural Resources, 78:149-157.

13- Fathizadeh, H, Karimi, H., Tavakoli, M., 2016. The Role of Sensitivity to Erosion of Geological Formations in Erosion and Sediment Yield (Case Study: Sub-Basins of Doiraj river in ilam province), Journal of Watershed Management, Volume 7, No. 13, Spring and Summer.

14- kamphorst, A., 1987. A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility, Netherlands Journal of Agricultural Science 35: 407-415.

15- Karnieli A, Ben-Asher J. 1993. A daily runoff simulation in semi-arid watersheds based on deficit calculations. Journal of Hydrology, 149: 9-25.

16- Kartien. D., N. Jan,P .Jean,R. Dirk,H Mitiku, M. Bart and D. Seppe, 2006. Run off on slopes with restoring vegetation: A case study from the Tigray highlands, Ethiopia. J. Hydrol., 331: 219 -241.

17- Kazemi, R. and A. Eslami.2013. Study role of geological formations and hydrological parameters on the based index, case study: Caspian area. Journal of Watershed Engineering and Management, 5(2):85-93.

18- Liu, H., Lei, T. W., Zhao, J., Yuan, C. P., Fan, Y. T. and Qu, L. Q. (2011). Effects of rainfall intensity and antecedent soil water content on soil infiltrability under rainfall conditions using the run off-on-out method. Journal of Hydrology, 396: 24–32. 12.

19- Morady, H. R., and Saidian, H., 2010. Comparing the Most Important Factors in the Erosion and Sediment Production in Different Land Uses, Journal of Environmental Science and Engineering, 4: No. 11: 1-11.
20- Raeesiyan, R., 2005. Investigation of slope, soil moisture conditions and land use in run off generation time. Proceeding of 3rd erosion and sediment national conference, August 27-30, Tehran, Iran, pp: 305-309.
21- Saeediyan, H, Moradi, H, R, Feiznia, S, Bahramifar, N., 2014. The role of main slope aspects on Some Soil Physical and Chemical Properties (Case Study: Gachsaran and Aghajari Formations of Koohe Gagh and Margha watersheds of izeh township), Journal of Watershed Management, Volume 5, No. 9, Spring and Summer.
22- Wei, L., Zhang, B. and Wang, M. (2007). Effects of antecedent soil moisture on runoff and soil erosion in alley cropping systems. Agri. Water management, 94: 54 -62.
23- Zhai, H. J., Hub, B., Luoa, X. Y., Qiua, L., Tangb, W. J. and Jiangb, M., 2016. Spatial and temporal changes in runoff and sediment loads of the Lancang River over the last 50 years, Agricultural Water Management, 174:74-81.

Determining the type of relationship between the erosion and runoff simultaneous threshold with soil physical properties

Abstract

By determining the and erosion and runoff threshold by the rain simulator, the amount of rainfall that causes runoff and erosion in different conditions can be estimated, and also the type of relationship between rainfall and soil properties can be analyzed. In this study, in different land uses of Gachsaran Formation deposits, Kuhe Gach watershed of the Izeh city with an area of 1202 hectares was selected. Then, sampling of erosion and runoff threshold in 6 points with 3 replicates and in different rainfall intensities of 0.75, 1 and 1.25 mm/min in three land uses of the range, residential area and agricultural lands with the help of the rain simulator was done. In addition, the same number of runoff and erosion threshold samples, sampling of the soil physical properties such as clay, silt, sand, very fine sand and moisture content was done. In this study, the relationship between the erosion and runoff simultaneous threshold and soil physical properties in different land uses of Gachsaran Formation was determined using univariate regression. The results showed that in Gachsaran Formation and in all three rangeland, agricultural and residential land uses and in all three intensities of 0.75, 1 and 1.25 mm/min, very fine soil sand in eight cases had the opposite relationship and in one case had a direct relationship with the erosion and runoff simultaneous threshold and soil clay had the opposite relationship in two cases and had a direct relationship in seven cases and soil silt had the opposite relationship in four cases and had a direct relationship in five cases. Soil sand in six cases showed the opposite relationship and in two cases showed a direct relationship and in one case did not show a relationship, and soil moisture in seven cases showed an inverse relationship and in two cases showed a direct relationship with erosion and runoff simultaneous threshold.

***Keywords**: Soil sand, Soil moisture, Erosion and runoff threshold, Kuhe Gach*