

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

حمزه سعیدیان* - استادیار پژوهشی بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات، آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران.
حمید رضا مرادی - استاد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، مازندران، نور.

پذیرش مقاله: ۱۳۹۹/۰۸/۱۸ تأیید نهایی: ۱۴۰۰/۰۴/۲۸

چکیده

آگاهی از زمان شروع همزمان رواناب و فرسایش و شناخت عامل‌های مؤثر بر آن برای ارائه راه کار مدیریتی برای ایجاد تأخیر در وقوع و کاهش مقدار رواناب ضروری است. در این تحقیق به منظور تعیین نوع ارتباط بین شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش و خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف نهشته‌های سازند گچساران، بخشی از حوزه آبخیز کوه گچ شهرستان ایذه با مساحت ۱۲۰۲ هکتار انتخاب گردید. در این تحقیق تعیین رابطه بین شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش و خصوصیات شیمیایی خاک در کاربری‌های مختلف سازند گچساران به کمک رگرسیون تک متغیره انجام گرفت. سپس نمونه‌برداری شروع همزمان رواناب و فرسایش در ۶ 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 شیمیایی خاک مانند ماده آلی، شوری خاک، اسیدیته خاک و کربنات کلسیم انجام گرفت. به منظور انجام تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS و EXCEL استفاده گردید. 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 میلی‌متر در دقیقه، ماده آلی خاک در سه مورد رابطه منفی و در شش مورد رابطه مثبت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و شوری خاک نیز در نه مورد رابطه منفی از خود نشان داد و اسیدیته خاک نیز در هفت مورد رابطه منفی و در دو مورد رابطه مثبت از خود نشان داد و کربنات کلسیم خاک نیز در شش مورد رابطه منفی و در سه مورد رابطه مثبت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد.

واژگان کلیدی: آستانه رواناب و فرسایش، خاک، کربنات کلسیم، کوه گچ

مقدمه

با تمرکز و تبدیل هرز آب‌ها به سیلاب سالانه علاوه بر خسارات جانی و مالی به مراکز صنعتی، شهری و روستایی موجب شستشو و انتقال خاک حاصلخیز می‌شود. لذا برآورد آستانه شروع رواناب موجب استفاده بهینه و مدیریت نزولات جوی می‌شود. با تعیین آستانه شروع رواناب توسط شبیه‌سازی باران می‌توان با سرعت و دقت بیشتر و هزینه کمتر مقدار بارشی را که سبب آغاز رواناب در شرایط مختلف می‌شود، تخمین زد. پس از آگاهی از آستانه شروع رواناب می‌توان برای کاهش حجم سیلابها، کاهش هزینه خسارات سیل و فرسایش، کنترل فرسایش تشدید شونده و استفاده بهتر از نزولات برنامه ریزی نمود (شریفی و همکاران، ۱۳۸۳). ویژگی‌های بارندگی، شرایط خاک، پوشش سطح خاک، پوشش گیاهی و شیب در تمامی مقیاسها از جمله مهمترین عامل‌های مؤثر بر زمان تشکیل رواناب هستند (شریفی و همکاران، ۱۳۸۳؛ خالدی درویشان و همکاران، ۱۳۹۳). ظرفیت جذب رطوبت اولیه تا شروع رواناب نمایه مهمی در تعیین ظرفیت تغذیه طبیعی و شکل‌گیری رواناب می‌باشد که به عنوان تلفات اولیه بارش و یا آستانه رواناب شناخته شده است. همچنین، برآورد این مؤلفه در کاربردهای آب‌شناختی از جمله برآورد سیلاب مورد نیاز می‌باشد (پر همت و همکاران، ۱۳۹۱). تحقیقات مختلفی در سراسر دنیا در خاک‌های متفاوت و در کاربری‌های مختلف در مورد آستانه رواناب و فرسایش انجام شده است. آگاهی دقیق از نحوه بارندگی، تغییر کاربری زمین و انواع خاک برای کنترل شار آب در دشت‌های سیلابی کشاورزی همچنان یک چالش اساسی در تحقیقات منابع آب است (سوفیا و همکاران^۱، ۲۰۱۹). باتل و همکاران^۲ (۲۰۰۴) در آبخیزی در جنوب مرکزی اونتاریو واقع در صفحه کانادا به بررسی فرآیندهای هیدرولوژیکی در دو دامنه شرقی و غربی پرداخته و مدلی برای این فرآیندها ارائه نمودند. نتایج آن‌ها حاکی از آن بود که ضخامت و عمق خاک تاثیر زیادی بر فرآیندهای هیدرولوژیکی در این منطقه داشته و همچنین آستانه شروع رواناب در دامنه شرقی دیرتر از دامنه غربی بوده است. رئیسیان (۱۳۸۴) به بررسی اثر شیب، شرایط رطوبتی خاک و کاربری اراضی بر آستانه شروع رواناب پرداخت. نتایج نشان داد در کاربری زراعی با افزایش شیب زمان شروع رواناب کاهش ولی در کاربری مرتع با افزایش شیب از ۲۵ درصد به ۳۵ درصد آستانه شروع رواناب افزایش یافته است. جردن و مارتینز زاولا^۳ (۲۰۰۸) به برآورد میزان رواناب و رسوب در جاده‌های خاکی جنگلی در جنوب غربی اسپانیا پرداختند، و آنها نشان دادند که بارش شبیه‌سازی، روش مفیدی برای پی بردن به تفاوت تولید رواناب و رسوب در جاده‌های خاکی جنگلی است. ژای و همکاران^۴ (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. اثرات انواع مختلف استفاده از زمین بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و شاخص‌های فرسایش پذیری در استفاده مناسب از خاک مهمترین مسئله ای است که باید مورد بررسی قرار گیرد (بابور و همکاران^۵، ۲۰۲۱). مارن‌ها یکی از مهمترین واحدهای رسوبی در ایران می‌باشند که به لحاظ ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی از رسوب زایی و فرسایش پذیری زیادی برخوردار هستند (رضایی، ۱۳۹۵). سازند گچساران از مهمترین سازندهای زمین‌شناسی زون زاگرس در سنوزوئیک می‌باشند. سازند گچساران دارای حساسیت بالایی نسبت به فرسایش و رسوب می‌باشد (فتحی زاده و همکاران، ۱۳۹۵). این سازند حدود ۱۶۰۰ متر بستر داشته و از نظر سنگ‌شناسی مشتمل بر نمک، انیدریت، مارن‌های رنگارنگ آهک و مقداری شیل می‌باشد. سن گچساران میوسن پایینی می‌باشد (احمدی، ۱۳۸۶). پژوهش حاضر بر اساس اندازه‌گیری‌های میدانی شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش تحت شرایط شبیه‌سازی شده باران به منظور تعیین نوع رابطه بین آستانه شروع رواناب و فرسایش و

1. Sofia

2. Buttle et al

3. Jordan and Martinez-Zavala

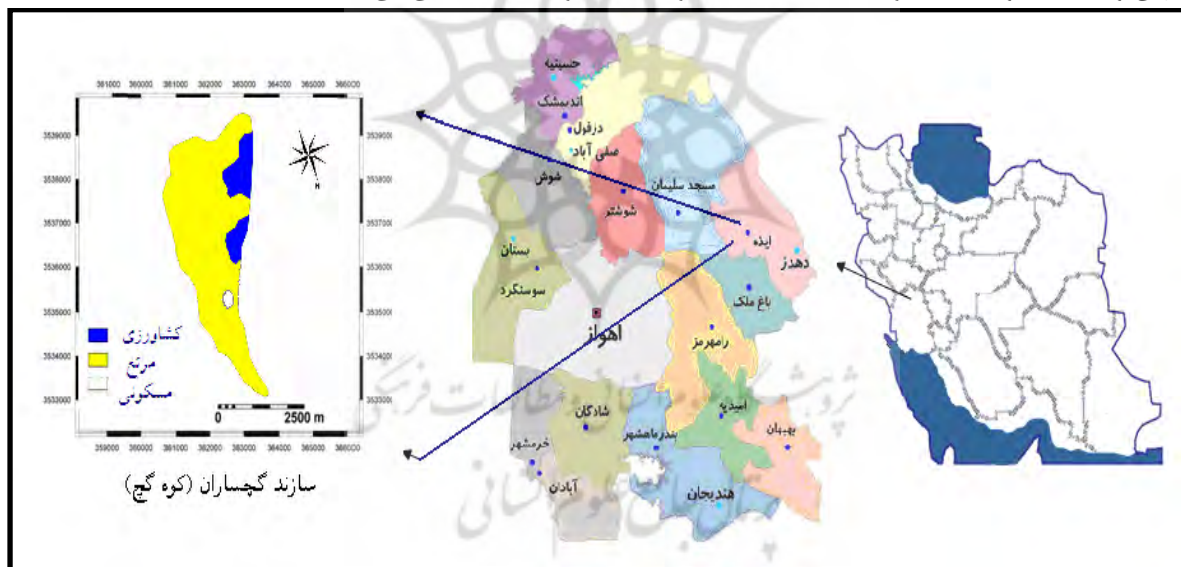
4. Zhai et al

5. Babur

خصوصیات شیمیایی خاک در سازند گچساران انجام گرفت. زمانی که در این پژوهش 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. با توجه به اینکه تحقیقات محدودی در زمینه آستانه رواناب و فرسایش صورت می‌گیرد در حالی که به جای تحقیقات گسترده در مورد رواناب و رسوب علمی تر این بود که تحقیقات گسترده تر در مورد شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش صورت می‌گرفت. در این تحقیق سعی شده است روابط دقیق بین آستانه رواناب و فرسایش و خصوصیات شیمیایی خاک بررسی شوند و می‌تواند راه گشای تحقیقات بیشتر در زمینه شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در پیشگیری از وقوع فرسایش‌های شدید و سیل‌های ویرانگر باشد. با دانستن آستانه رواناب و فرسایش و با تاکید بر ژئومرفولوژی کاربردی بحث پیشگیری در مورد وقوع رواناب و فرسایش اهمیت بیشتری پیدا می‌کند.

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، بخشی از حوزه آبخیز کوه گچ شهرستان ایذه در استان خوزستان است که دارای ۱۲۰۲ هکتار مساحت می‌باشد. 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.



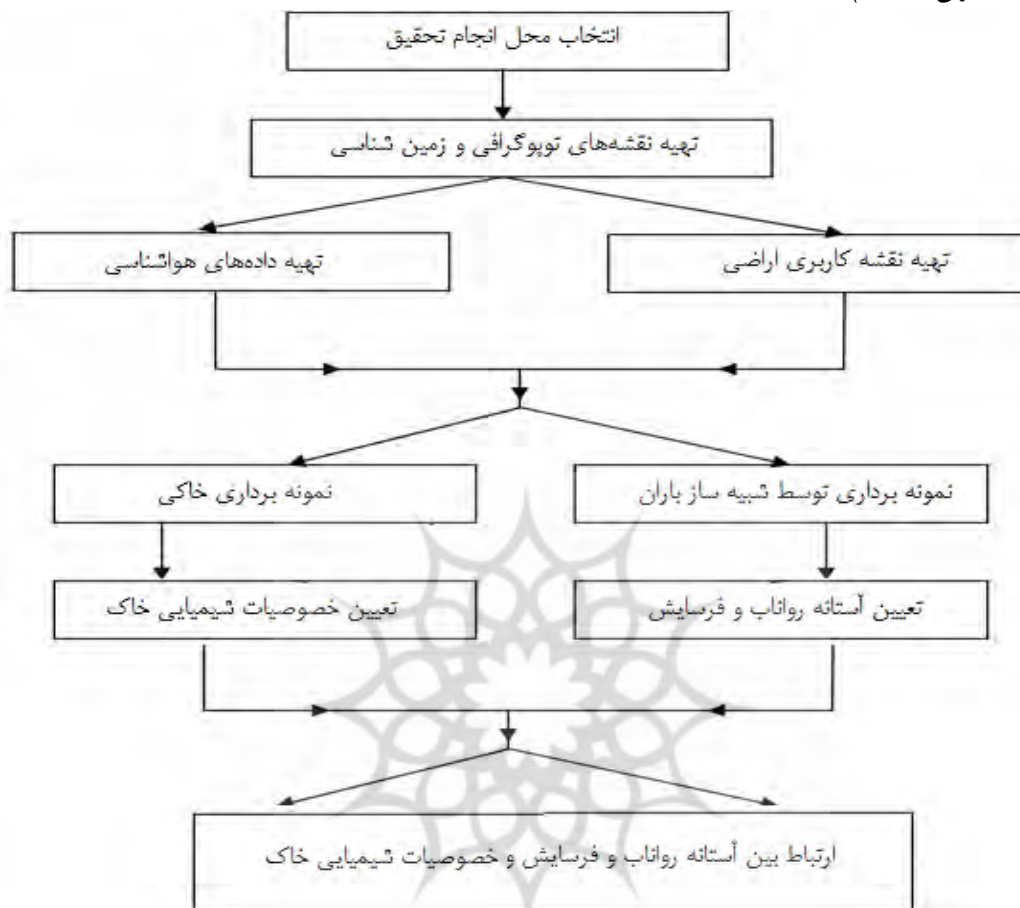
شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در استان و ایران

مواد و روش‌ها

نقشه‌های مورد نیاز اعم از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و زمین شناسی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰۰ به ترتیب از سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح و سازمان زمین شناسی تهیه گردید (شکل ۱). داده‌های مربوط به بارندگی نیز از اداره هواشناسی شهرستان ایذه (ایستگاه سینوپتیک) تهیه شد. در تهیه مطالعات مرتبط با موضوع تحقیق به مقالات، اسناد و کتب موجود در مراکز دانشگاهی کشور رجوع گردید. شبیه‌ساز باران ابزاری کنترل شده، قابل پیش‌بینی و معتبر است که با آن امکان تکرار باران‌های متعدد در مدت زمانی کوتاه وجود دارد (ریکسون^۱، ۱۹۹۵). شبیه‌سازهای باران برای مطالعه

^۱ Richson

فرسایش سطحی به علت اینکه می‌تواند مدت و مقدار بارش را از پیش تعیین کند ابزارهای مناسبی هستند (اسچیندلر ویلدهابر و همکاران^۱، ۲۰۱۱).



شکل ۲. فلوچارت مراحل انجام تحقیق

شبیه ساز باران مورد استفاده در این تحقیق که به شبیه ساز باران کامفورست معروف می‌باشد توسط پژوهشکده حفاظت خاک و آب‌خیزداری کشور ساخته شد. تعیین عواملی مانند شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از کاربردهای این دستگاه شبیه ساز باران می‌باشد. این شبیه ساز دارای حجم مصرفی $\frac{2}{9}$ لیتر و قطر قطرات $\frac{5}{9}$ میلی‌متر می‌باشد و همچنین جرم قطرات آن $\frac{0.106}{1}$ گرم و تعداد لوله‌های موئینه آن ۴۹ عدد می‌باشد و انرژی جنبشی ناشی از این شبیه ساز باران حدود ۱۷ ژول بر متر مربع در میلی‌متر است. ضمناً 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 و استفاده از آن به منظور تعیین رسوب نهشته‌های سطحی در صحرا روشی استاندارد محسوب می‌گردد (کامفورست^۲، ۱۹۸۷). نتایج میزان شروع همزمان رواناب و فرسایش در فواصل زمانی ۱۰ دقیقه برای هر آزمایش در کاربری‌های مختلف مرتع، کشاورزی و مسکونی و در شدت‌های بارش $\frac{0.75}{1}$ و $\frac{1}{25}$ میلی‌متر در دقیقه حاصل گردید. 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

¹. Schindler Wildhaber et al

². kamphorst

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. در مجموع حدود ۷۲ آزمایش خاک برای به دست آوردن ماده آلی خاک و هدایت الکتریکی خاک و اسیدیته خاک و برای تعیین درصد کربنات کلسیم خاک انجام شدند. در هر آزمایش از مجاورت هر پلات نمونه خاک سطحی به منظور آزمایش‌های شیمیایی خاک برداشت شد و سپس به آزمایشگاه منتقل گردید. در تمام محل‌هایی که برای نمونه برداری خاکی انتخاب شد ضخامت خاک بیش از ۲۰ سانتی‌متر بوده است (سعیدیان و همکاران، ۱۳۹۳). نمونه‌ها در آزمایشگاه برای ارزیابی خصوصیات شیمیایی خاک شامل ماده آلی، هدایت الکتریکی و اسیدیته خاک و کربنات کلسیم خاک به روش‌هایی که در ادامه می آید در آزمایشگاه تجزیه شدند. درصد ماده آلی به کمک سوزاندن به روش تر، هدایت الکتریکی و اسیدیته پس از تهیه عصاره اشباع به وسیله EC متر و pH متر و درصد کربنات کلسیم خاک نیز با استفاده از روش کلسیمتری به دست آمدند (مرادی و سعیدیان^۱، ۲۰۱۰). به منظور انجام کلیه تجزیه و تحلیل‌های آماری از نرم افزار SPSS و EXCEL استفاده گردید و سپس مدل‌های نهایی تعیین گردیدند. در این تحقیق برای تعیین نوع ارتباط بین شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش و خصوصیات شیمیایی خاک مانند ماده آلی، هدایت الکتریکی، اسیدیته خاک و کربنات کلسیم خاک از رگرسیون تک متغیره استفاده شد و روابط بین شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش - ماده آلی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش - هدایت الکتریکی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش - اسیدیته خاک و شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش - کربنات کلسیم در شدت‌های بارش مذکور به دست آمدند.

بحث و نتایج

نوع رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات شیمیایی خاک با کمک رگرسیون تک متغیره در جدول‌های ۱ تا ۹ آورده شده است.

جدول ۱. رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۷۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با استفاده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - ماده آلی	$Th = 4/49 + 1/56Om$	۰/۸۶	۰/۰۰۲	۴/۶۴	۲۱/۵۷
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - شوری	$Th = 7/58 - 1/45Ec$	۰/۴۰	۰/۲۸۶	-۱/۱۵	۱/۳۳
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - اسیدیته	$Th = 58/99 - 7/57pH$	۰/۳۲	۰/۳۹۸	-۰/۹	۰/۸۱۰
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - کربنات کلسیم	$Th = 7/63 - 0/079Cac$	۰/۵۹	۰/۰۹۳	-۱/۹۴	۳/۷۸

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

¹ Morady and Saidian

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

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با استفاده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - ماده آلی	$Th = 6/1 - 0/846Om$	۰/۲۱	۰/۶۸۳	-۰/۴۳۹	۰/۱۹۳
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - شوری	$Th = 7/73 - 3/78Ec$	۰/۳۷	۰/۴۵۹	-۰/۸۱۹	۰/۶۷۰
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - اسیدیته	$Th = 14/04 - 1/14pH$	۰/۱۸	۰/۷۲۶	-۰/۳۷۶	۰/۱۴۲
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - کربنات کلسیم	$Th = 47/8 - 1/025Cac$	۰/۴۸	۰/۳۳۰	-۱/۱	۱/۲۲

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، 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 شیمیایی خاک در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با استفاده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - ماده آلی	$Th = 4/35 + 0/04Om$	۰/۴۷	۰/۶۸۹	۰/۵۲۲	۰/۲۸۳
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - شوری	$Th = 4/60 - 0/121Ec$	۰/۴۵	۰/۶۹۶	-۰/۵۱۷	۰/۲۶۷
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - اسیدیته	$Th = -4/96 + 1/33pH$	۰/۹۹	۰/۰۹۱	۶/۹۲	۴۸
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - کربنات کلسیم	$Th = -1/75 + 0/15Cac$	۰/۶۱	۰/۵۷۵	۰/۷۸۷	۰/۶۲۰

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مرتع، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماده آلی خاک رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد شده است میزان ماده آلی مهمترین نقش را در کاهش تولید رواناب و افزایش شروع رواناب و فرسایش دارد می‌باشد که با نتایج سیگریست و همکاران^۱ (۱۹۹۸) مطابقت دارد و شوری خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می‌شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می‌یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می‌یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماده آلی خاک رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم شده است و شوری خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش

¹: Siegrist et al

رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد. افزایش مقدار پوشش، تراکم حجم و ترکهای سطح خاک باعث افزایش نفوذپذیری و در نتیجه کاهش تولید رواناب می شود (باتانی و گرایسمر^۱، ۲۰۰۰) که در کاربری کشاورزی در تغییرات شروع آستانه رواناب و فرسایش موثر می باشد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مسکونی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماده آلی خاک رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد شده است و شوری خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد. درصد کربنات کلسیم یا کربنات کلسیم باعث افزایش شروع رواناب و فرسایش در این کاربری شد که با نتایج پیروان و اسدی (۱۳۸۴) و میلر و گاردینر^۲ (۱۹۹۸) که معتقد هستند درصد کربنات کلسیم باعث افزایش نفوذپذیری و کاهش رواناب و افزایش شروع رواناب و فرسایش می شود مطابقت دارد. به طور کلی در سازند گچساران در شدت بارش ۰/۷۵ میلی متر در دقیقه و در هر سه کاربری یاد شده، ماده آلی خاک در دو مورد رابطه مثبت و در یک مورد رابطه منفی با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و شوری خاک در هر سه مورد رابطه منفی با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و اسیدیته خاک در دو مورد رابطه منفی و در یک مورد رابطه مثبت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و کربنات کلسیم خاک نیز در دو مورد رابطه منفی و در یک مورد رابطه مثبت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد.

جدول ۴. رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل های شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با استفاده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - ماده آلی	$Th = ۴/۲۳ + ۱/۴۵Om$	۰/۸۸	۰/۰۰۱	۵/۰۴	۲۵/۳۹
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - شوری	$Th = ۷/۲۳ - ۱/۴۳Ec$	۰/۴۳	۰/۲۴۴	-۱/۲۷	۱/۶۲
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - اسیدیته	$Th = ۶۴/۶۶ - ۸/۴۲pH$	۰/۳۹	۰/۲۹۵	-۱/۱۳	۱/۲۸
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - کربنات کلسیم	$Th = ۶/۹۵ - ۰/۰۶۷Cac$	۰/۵۴	۰/۱۲۶	-۱/۷۳	۳/۰۲

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

1. Battany and Grismer

2. Miller and Gardiner

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

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با استفاده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - ماده آلی	Th = ۵/۳- ۰/۱۴۱ Om	۰/۰۳	۰/۹۵۴	-۰/۰۶۱	۰/۰۰۴
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - شوری	Th = ۸/۱۶ - ۶/۰۰۹ Ec	۰/۵۱	۰/۳	-۱/۱۸۹	۱/۴۱
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - اسیدیته	Th = ۲۲/۰۵ - ۲/۳۵ pH	۰/۳۲	۰/۵۳۱	-۰/۶۸۴	۰/۴۶۸
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - کربنات کلسیم	Th = ۴۴/۳۱ - ۰/۹۶۴ Cac	۰/۳۸	۰/۴۵۳	-۰/۸۳۰	۰/۶۸۸

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۶. رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با استفاده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - ماده آلی	Th = ۴/۱۵ + ۰/۰۰۶ Om	۰/۰۲	۰/۹۸۷	-۰/۰۲۱	۰/۰۰۰
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - شوری	Th = ۴/۱۶ - ۰/۰۰۷ Ec	۰/۰۰۹	۰/۹۹۵	-۰/۰۰۹	۰/۰۰۰
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - اسیدیته	Th = -۲۳/۹۲ + ۴ pH	۰/۹۴	۰/۲۰۷	۲/۹۶	۸/۸۱
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - کربنات کلسیم	Th = -۱/۹۹ + ۰/۱۵۰ Cac	۰/۱۹	۰/۸۷۳	۰/۲۰۱	۰/۰۴۱

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، 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 ماده آلی خاک رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد شده است و شوری خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماده آلی خاک رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم شده است و شوری خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱

میلی متر در دقیقه در کاربری مسکونی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماده آلی خاک رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد شده است و شوری خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد. به طور کلی در سازند گچساران در شدت بارش ۱ میلی متر در دقیقه و در هر سه کاربری یاد شده، ماده آلی خاک در دو مورد رابطه مثبت و در یک مورد رابطه منفی با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و شوری خاک در هر سه مورد رابطه منفی با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و اسیدیته خاک در دو مورد رابطه منفی و در یک مورد رابطه مثبت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و کربنات کلسیم خاک نیز در دو مورد رابطه منفی و در یک مورد رابطه مثبت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد.

جدول ۰۷. رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با استفاده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - ماده آلی	$Th = 3/64 + 1/42Om$	۰/۸۲	۰/۰۰۶	۳/۸۴	۱۴/۸
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - شوری	$Th = 6/27 - 1/21Ec$	۰/۳۴	۰/۳۵۸	-۰/۹۸۳	۰/۹۶۶
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - اسیدیته	$Th = 50/01 - 6/44pH$	۰/۲۸	۰/۴۵۵	-۰/۷۹۱	۰/۶۲۶
مرتع	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - کربنات کلسیم	$Th = 6/9 - 0/086Cac$	۰/۶۶	۰/۰۴۹	-۲/۳۸	۵/۶۷

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

جدول ۰۸. رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با استفاده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - ماده آلی	$Th = 4/824 - 0/138Om$	۰/۰۲	۰/۹۵۹	-۰/۰۵۵	۰/۰۰۳
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - شوری	$Th = 7/49 - 5/62Ec$	۰/۴۴	۰/۳۷۶	-۰/۹۹۵	۰/۹۸۹
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - اسیدیته	$Th = 7/032 - 0/314pH$	۰/۰۴	۰/۹۴۰	-۰/۰۸۰	۰/۰۰۶
کشاورزی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - کربنات کلسیم	$Th = 23/63 - 0/466Cac$	۰/۱۷	۰/۷۴۴	-۰/۳۴۹	۰/۱۲۲

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش (Th)، ضریب رگرسیونی (R)، سطح معنی داری (Sig)

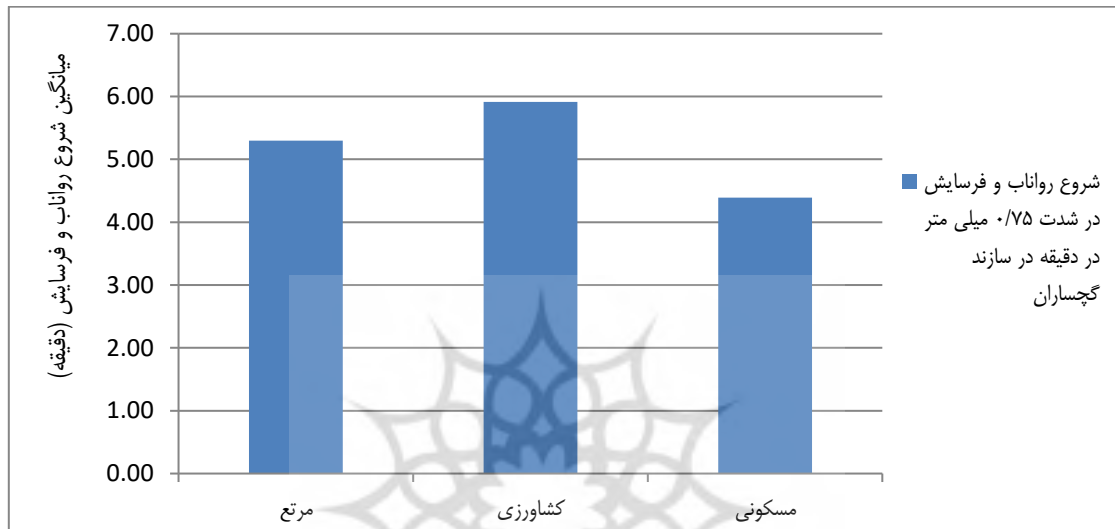
جدول ۹. رابطه بین شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با خصوصیات شیمیایی خاک در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه

نوع کاربری	نوع رابطه	مدل‌های شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش با استفاده از رگرسیون تک متغیره	R	Sig	آماره t	آماره F
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - ماده آلی	$Th = ۳/۲۴ + ۰/۱۷۱Om$	۰/۴۳	۰/۷۱۳	-۰/۴۸۳	-۰/۲۳۴
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - شوری	$Th = ۴/۳۵ - ۰/۵۴۲Ec$	۰/۴۴	۰/۷۰۶	-۰/۴۹۹	-۰/۲۴۹
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - اسیدیته	$Th = ۳۳/۸۱ - ۴/۳۳pH$	۰/۷	۰/۵۰۷	-۰/۹۷۹	-۰/۹۵۸
مسکونی	شروع آستانه همزمان رواناب و فرسایش - کربنات کلسیم	$Th = -۸/۹۰۳ + ۰/۳Cac$	۰/۲۶	۰/۸۲۷	-۰/۲۷۹	-۰/۰۷۸

اسیدیته (pH)، درصد کربنات کلسیم (Cac)، هدایت الکتریکی (EC) و درصد ماده آلی (Om)، 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 ماده آلی خاک رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد شده است و شوری خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در کاربری کشاورزی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماده آلی خاک رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم شده است و شوری خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد. در سازند گچساران و در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه در کاربری مسکونی، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با ماده آلی خاک رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش ماده آلی خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش زیاد شده است و شوری خاک نیز در این شدت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش شوری خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کم می شود و همچنین اسیدیته خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه منفی از خود نشان داد یعنی با افزایش اسیدیته خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش کاهش می یابد و کربنات کلسیم خاک نیز با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش رابطه مثبت از خود نشان داد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک، شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش افزایش می یابد. به طور کلی در سازند گچساران در شدت بارش ۱/۲۵ میلی متر در دقیقه و در هر سه کاربری یاد شده، ماده آلی خاک در دو مورد رابطه مثبت و در یک مورد رابطه منفی با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و شوری خاک در هر سه مورد رابطه منفی با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و اسیدیته خاک در هر سه مورد رابطه منفی با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و کربنات کلسیم خاک نیز در دو مورد رابطه منفی و در یک مورد رابطه مثبت با شروع

همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد. شدت بارش $1/25$ 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. 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 می دهد (آغاسی و همکاران^۱، ۱۹۹۰) و با توجه به اینکه سازند گچساران دارای گچ قابل ملاحظه ای می باشد بنابراین گچ موجود با تغییر در خصوصیات شیمیایی خاک در تغییرات شروع آستانه رواناب و فرسایش موثر واقع می شود.

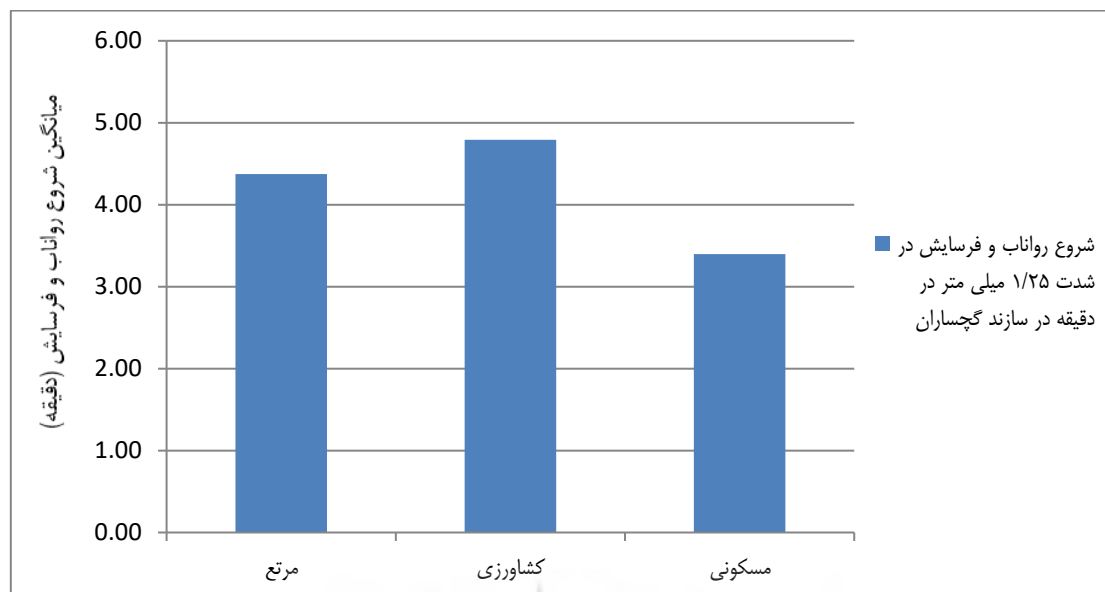


شکل ۳. مقایسه شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در کاربری های مختلف



شکل ۴. مقایسه شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در کاربری های مختلف

¹. Agassi et al



شکل ۵. مقایسه شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در کاربری‌های مختلف

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، ماده آلی خاک در سه مورد رابطه منفی و در شش مورد رابطه مثبت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و شوری خاک نیز در نه مورد رابطه منفی از خود نشان داد و اسیدیته خاک نیز در هفت مورد رابطه منفی و در دو مورد رابطه مثبت از خود نشان داد و کربنات کلسیم خاک نیز در شش مورد رابطه منفی و در سه مورد رابطه مثبت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد. ولی در کاربری مرتع و در هر سه شدت یاد شده ماده آلی با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه مثبت می باشد یعنی با افزایش ماده آلی 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 ماده آلی با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه منفی می باشد یعنی با افزایش ماده آلی 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 ماده آلی با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه مثبت می باشد یعنی با افزایش ماده آلی خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مسکونی افزایش پیدا کرده است. مواد آلی فعالیت بیولوژیکی خاکها را به میزان قابل توجهی افزایش میدهند. این مواد که کلوئیدی چسبنده محسوب میشود، اجزاء تشکیل دهنده خاک را به هم چسبانده و بدین وسیله خاکدانه ها را به وجود میآورند (حاجی عباسی و همکاران، ۱۳۸۶) و تغییرات میزان ماده آلی باعث تغییر در وزن مخصوص خاک می شود (احمدی ایلخچی و همکاران، ۱۳۸۱) و می تواند در تغییرات شروع آستانه رواناب و فرسایش موثر باشد. ولی در کاربری مرتع و در هر سه شدت یاد شده شوری خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه منفی می باشد یعنی با افزایش شوری 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 شوری خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه منفی می باشد یعنی با افزایش شوری 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 شوری خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه منفی می باشد یعنی با افزایش شوری 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 اسیدیته خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد مورد

دارای رابطه منفی می باشد یعنی با افزایش اسیدیته 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 اسیدیته خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در سه مورد دارای رابطه منفی می باشد یعنی با افزایش شوری 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 اسیدیته خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در دو مورد دارای رابطه مثبت و در یک مورد دارای رابطه منفی می باشد یعنی با افزایش اسیدیته 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 کربنات کلسیم خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه منفی می باشد یعنی با افزایش کربنات کلسیم 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 کربنات کلسیم خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه مثبت می باشد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مسکونی و در هر سه شدت یاد شده کربنات کلسیم خاک با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در هر سه مورد دارای رابطه مثبت می باشد یعنی با افزایش کربنات کلسیم خاک شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در مجموع در کاربری مسکونی افزایش پیدا کرده است.

نتیجه گیری

شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش به عنوان یکی از مهمترین مولفه های فرسایش و حتی به عنوان مولفه پیشگیرانه در فرسایش و سیلاب مطرح می باشد که متأسفانه کمتر مورد توجه قرار گرفته است که علت آن هم به عدم درک صحیح و درست این مولفه بسیار مهم فرسایش بر می گردد. با تحقیقات گسترده تر و علمی تر در مورد شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش با عوامل خاکی و اقلیمی و پوشش گیاهی و سایر عوامل موثر دیگر می توان به تحقیقات کاربردی تر در پیشگیری از فرسایش در حوزه های آبخیز مختلف دست یافت که تحقیق حاضر به این مقوله توجه ویژه ای در زمینه عوامل خاکی داشته و می تواند راه گشای تحقیقات مفید تر و موثر تر در همه حوزه های آبخیز برای جلوگیری از فرسایش باشد. ضمناً این تحقیق بیان می دارد که تحقیق بر روی شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش بسیار مهمتر از مولفه های مختلف فرسایش مانند رواناب، رسوب و نفوذپذیری می باشد که تحقیق حاضر به آن پرداخته است تا الان هم بخش تحقیقات و هم بخش اجرا تمام توان خود را در رواناب و رسوب و نفوذپذیری خاک گذاشته اند و موفقیت چندی در مدیریت حوزه های آبخیز به دست نیامده است این تحقیق توصیه می کند که بیشترین توان محققان و بخش اجرا باید در زمینه شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش باشد و در صورت اجرا قطعاً شاهد نتایج چشمگیر آن در آینده در مدیریت جامع حوزه های آبخیز خواهیم بود. در این تحقیق با تعیین روابط دقیق بین آستانه رواناب و فرسایش و خصوصیات شیمیایی خاک سعی شد به اهمیت تعیین آستانه رواناب و فرسایش در مدیریت جامع حوزه های آبخیز پرداخته شود و راه گشای تحقیقات بیشتر در زمینه شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش در پیشگیری از وقوع فرسایش های شدید و سیل های ویرانگر باشد. نتایج نشان داد که 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، ماده آلی خاک در سه مورد رابطه منفی و در شش مورد رابطه مثبت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد و شوری خاک نیز در نه مورد رابطه منفی از خود نشان داد و اسیدیته خاک نیز در هفت مورد رابطه منفی و در دو مورد رابطه مثبت از خود نشان داد و کربنات کلسیم خاک نیز در شش مورد رابطه منفی و در سه مورد رابطه مثبت با شروع همزمان آستانه رواناب و فرسایش از خود نشان داد. این تحقیق همچنین نشان داد با بررسی جزئیات دقیق روابط بین آب و خاک بهتر می توان برای منابع آب و خاک کشور برنامه ریزی

های دقیق و جامع تر انجام داد چون تا اطلاعات کاملی از جزئیات روابط بین آب و خاک به دست نیاید طرح های مختلف در زمینه آب و خاک با شکست همراه می شوند و موجب هدر رفت منابع مالی و انسانی می شود. در این تحقیق با تاکید بر ژئومورفولوژی کاربردی بیان شد که با دانستن آستانه رواناب و فرسایش بحث پیشگیری در مورد وقوع رواناب و فرسایش اهمیت بیشتری دارد و بهتر می توان با استفاده از روش های مکانیکی و بیولوژیکی مختلف و با تغییرات در آستانه رواناب و فرسایش از خطرات طبیعی مختلف جلوگیری کرد.

منابع

- ابراهیمی، ن، اسالمی، ع، و شریفی، فرود، ۱۳۹۴. مدل برآورد آستانه شروع رواناب با استفاده از شبیه ساز باران در کرت های صحرايي، مهندسی و مدیریت آبخیز، جلد ۷، شماره ۲، ص ۲۱۱-۲۲۲.
- احمدی ایلخچی، ع. حاج عباسی، م. ح، و جلالیان، ا، ۱۳۸۱. اثر تغییر کاربری زمین های مرتعی به دیم کاری بر تولید رواناب، هدررفت و کیفیت خاک در منطقه دوراهان، چهارمحل و بختیاری، علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، دوره ۶، شماره ۴، ص ۱۰۳-۱۱۴.
- احمدی، ح، ۱۳۸۶. ژئومورفولوژی کاربردی، جلد ۱ (فرسایش آبی)، چاپ پنجم، تهران، انتشارات دانشگاه تهران، ۷۱۴ ص.
- پر همت، ر، پر همت، ج، ناصری، ح. ر، ۱۳۹۱. بررسی آستانه رواناب در زمین های کارستی (مطالعه موردی: حوضه کارستی دلیبجک سپیدار)، علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، دوره ۶، شماره ۱۹، ص ۴۹-۵۸.
- پیروان، ح، ر، اسدی، ت، ۱۳۸۴. مروری بر نقش عوامل فیزیکوشیمیایی موثر بر اشکال فرسایش در پهنه های مارنی، نهمین کنگره علوم خاک ایران، کرج، ص ۵۶۰-۵۶۲.
- حاج عباسی، م، ع، بسالت پور، ع، ا، مللی، ا. ر، ۱۳۸۶. اثر تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک های جنوب و جنوب غربی اصفهان، علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، دوره ۱۱، شماره ۴۲، ص ۵۲۵-۵۳۴.
- خالدی درویشان، ع. و، صادقی، س. ح. ر، همایی، م، عرب خدری، م، ۱۳۹۳. تأثیرپذیری زمان شروع و ضریب رواناب از شدت بارندگی و رطوبت پیشین خاک در پلاتهای آزمایشگاهی، پژوهش آب ایران، دوره ۸، شماره ۱۵، ص ۴۱۸-۴۹.
- رضایی، خ، ۱۳۹۵. تأثیر خواص فیزیکوشیمیایی مارن ها بر میزان فرسایش پذیری آنها با استفاده از شبیه ساز باران در منطقه نوبران ساوه، مجله پژوهش های ژئومورفولوژیکی کمی، سال ۵، شماره ۳، صفحه ۵۲-۶۶.
- رئیسیان، ر، ۱۳۸۴. بررسی میزان فرسایش و رسوب در حوزه گرگک با استفاده از باران ساز، پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۵۶ ص.
- سعیدیان، ح، مرادی، ح، م، فیض نیا، س، بهرامی فر، ن، ۱۳۹۳. نقش جهت های اصلی دامنه بر روی برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک (مطالعه موردی: سازندهای آغاچاری و گچساران حوزه های آبخیز مرغا و کوه گچ شهرستان ایذه)، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، سال پنجم، شماره ۹، ص ۶۴-۷۷.
- 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، دوره ۵، شماره ۱، ص ۳۳-۴۵.
- فتحی زاده، ح، کریمی، ح، توکلی، م، ۱۳۹۵. نقش حساسیت فرسایش سازندهای زمین شناسی در فرسایش و تولید رسوب (مطالعه موردی: زیر حوزه های رودخانه دوبرج در استان ایلام)، پژوهشنامه مدیریت حوزه آبخیز، بهار و تابستان، دوره ۷، شماره ۱۳، ص ۱۹۳-۲۰۸.
- 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.

- Babur, E, Süha Uslu, Ömer, Leonardo Battaglia, Martín, Diatta, Andre, Fahad, Shah, Datta, Rahul, Zafar-ul-Hye, Muhammad, Sabir Hussain, Ghulam, Danish, S., 2021. Studying soil erosion by evaluating changes in physico-chemical properties of soils under different land-use types, *Agricultural Sciences*, Volume 20, Issue 3, April 2021, Pages 190-197.
- 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.
- Buttle M. J., Dillon P. J., Eerkes G. R., 2004. Hydrologic Coupling of Slopes, Riparian Zones and Streams: an Example from the Canadian Shield, *Journal of Hydrology*, 287: 161-177.
- Jordan, A., and Martinez-Zavala, L., 2008. Soil Loss and Runoff Rates on Unpaved Forest Roads in Southern Spain after Simulated Rainfall, *Journal of Forest Ecology and Management* 255:913-919.
- kamphorst, A., 1987. A small rainfall simulator for the determination of soil erodibility, *Netherlands Journal of Agricultural Science* 35: 407-415.
- Miller, R.W., and Gardiner, D.T. 1998. *Soils in our environment*. Eighth edition, prentice-hall Inc. United States of America, Pp: 75-81.
- 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.
- Richson R. J., 1995: *Experiment Techniques for Erosion Studies: Rainfall Simulation*, Institute of Water and Environment, Cranfield University at Silsoe, Bedford Shire, UK, 49 Pp.
- Schindler Wildhaber, Y., Banninger, D., Burri, K., and Alewell, CH., 2011: Evaluation and Application of a Portable Rainfall Simulator on Subalpine Grassland, *Catena*, 56-62.
- Siegrist, S., Schaub, D., Pfiffner, L., and Mader, P. 1998. Does organic agriculture reduce soil erodibility? The results of a long-term field study on loess in Switzerland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 69: 253-264.
- Sofia, G, Ragazzi, F, Giandon, P, Fontana, G, Tarolli, P., 2019. On the linkage between runoff generation, land drainage, soil properties, and temporal patterns of precipitation in agricultural floodplains, *Advances in Water Resources*, Volume 124, February 2019, Pages 120-138.
- 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.