

## بررسی اثر تندی و جهت شیب در فرسایش مارنها با استفاده از بارانساز مصنوعی در حوزه آبخیز گیوی چای در استان اردبیل

علی محمد زاده

کارشناس ارشد آبخیزداری مدیریت آبخیزداری استان اردبیل

### چکیده

حوزه آبخیز گیوی چای با مساحت حدود ۱۸۴۱۹/۶ هکتار در جنوب استان اردبیل در محدوده شهرستانهای خلخال و گیوی واقع شده است. آبراهه و سرشاخه‌های رودخانه‌ها در این محدوده در مسیری از شمال به جنوب وارد دره قزل اوزن شده و در غرب منجیل به شاخه اصلی قزل اوزن می‌پیوندند. در مسیر اردبیل به گیوی تپه‌های مارنی نظر هر کارشناس را به خود جلب می‌کند. در این تحقیق اثر تندی و جهت شیب در فرسایش مارنها توسط بارانساز مورد بررسی قرار گرفت. جهت بررسی رابطه بین جهت و مقدار شیب در تولید رواناب و رسوب در مارنها، در قالب طرح آزمایش فاکتوریل با دو فاکتور کاملاً تصادفی و با سه تکرار انجام گرفت. فاکتور اول جهت شیب و فاکتور دوم مقدار شیب در چهار سطح ۰-۵، ۵-۱۰، ۱۰-۲۰، ۲۰-۴۰ درصد مد نظر قرار گرفت. عمل تشابه‌سازی باران در سطح یک متر مربع توسط یک دستگاه باران ساز که قادر بود شدت‌های مختلفی ایجاد نماید انجام شد. این آزمایش در شدت بارندگی ۳۹ میلی‌متر در ساعت و به مدت ۳۰ دقیقه در زمین عاری از پوشش گیاهی انجام گرفت. پلات‌ها برای اندازه‌گیری مقدار رواناب در طبقات میانی شیب‌ها (۲/۵، ۷/۵، ۱۵، ۳۰ درصد) نصب شدند. پس از انجام هر آزمایش مقدار رواناب مربوط به هر پلات ثبت شد. برای تعیین مقدار رسوب، رسوب و ضریب رواناب از هر پلات نمونه‌برداری به آزمایشگاه آورده شد که در مجموع ۲۴ نمونه گرفته شد. پس از مشخص شدن پارامترهای مربوط به هر یک از نمونه‌ها به منظور بررسی اثر جهت شیب، شیب و اثر متقابل جهت و مقدار شیب، آنالیز و واریانس توسط نرم افزار SAS و SPSS انجام گرفت. در پایان میانگین‌ها با سه روش LSD، توکی در سطح ۵ درصد و ۱ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

**واژگان کلیدی:** جهت شیب، تندی، فرسایش مارنها، باران ساز، گیوی

### مقدمه

رئیسین (۱۳۷۶) در تحقیقی در چند حوزه آبخیز استان چهار محال بختیاری با استفاده از باران ساز تحقیقی انجام داد. در این تحقیق تاثیر شدت بارندگی‌های ۱/۵، ۱ و ۲ ساعته در سه کلاس شیب ۱۰، ۲۰ و ۳۰ درصد و سه وضعیت پوشش گیاهی ضعیف، متوسط و خوب مورد بررسی قرار گرفت. نتایج به دست آمده نشان داد که هر چه میزان پوشش گیاهی اضافه شود، از میزان رواناب کاسته می‌شود. و از طرف دیگر رواناب با شدت بارش و شیب رابطه مستقیم داشته و

همچنین هر چه خاک از نظر بافت سبک تر باشد میزان نفوذ افزایش یافته و به تبع آن رواناب کاهش می‌یابد.

Gabriels و Moldenhauer (۱۹۷۸) توزیع بافتی مواد فرسایش یافته را روی یک حدود بافتی از خاکها بررسی کردند. در این آزمایش مواد پاشمان یافته، شسته شده و مواد غیر قابل نفوذ کننده خاک در خلال تشابه‌سازی باران با هم مقایسه شدند. مواد شسته شده و پاشمان یافته در مقایسه با خاک اصلی اختلافی نداشتند، در حالی که مواد غیر قابل نفوذ کننده در تمامی خاکها، میزان سیلت بیشتری نسبت به خاکهای اصلی داشتند.

Lavee و همکاران (۱۹۹۱) درباره واکنش خاک نسبت به تولید رواناب و فرسایش توسط باران ساز تحقیقی را انجام دادند. مکانهای انتخاب شده از نظر زمین‌شناسی و مورفولوژی مشابه بودند و پوشش گیاهی غالب منطقه هم گراس بود. آنها دریافتند که تغییرات بیشتر و یا کمتر رواناب و مقدار رسوب با مقدار بارندگی سالیانه رابطه خطی دارد.

Prins و همکاران (۱۹۹۲) در ناحیه نیمه‌خشک مغرب با آب و هوای نیمه‌خشک مدیترانه‌ای و میانگین بارندگی سالیانه ۳۵۰ - ۳۰۰ میلی‌متر در ناحیه‌ای با تشکیلات مارنی، به وسیله باران ساز تحقیقی را انجام دادند و نتیجه گرفتند که کشت و کار در مارنها وسیله‌ای موثر در کاهش رواناب و فرسایش خاک است.

Kamphorst (۱۹۸۷) باران ساز کوچکی را برای تعیین فاکتور K در معادله جهانی فرسایش به کار گرفت. اندازه‌گیری رواناب، خاک از دست رفته و غلظت رسوب با روش استاندارد برای خاک‌های مختلف هلند نشان داد که رواناب و غلظت‌های رسوب برای خاکهای مختلف شدت تغییر می‌یابد.

Navas (۱۹۹۳) تولید رسوب بوت‌هزارهای نیمه‌خشک واقع در خاکهای گچی اسپانیا را مورد بررسی قرار داد. براساس نتایج بدست آمده بیشترین رواناب و خاک از دست رفته از پلاتهایی به دست آمد که شیب تندی داشتند و رخنمون‌های سنگی تلفات خاک را کاهش داد.

سینگر و بلک کارد (۱۹۷۷) تاثیر کاه و کلش جو وحشی را بر فرسایش مورد ارزیابی قرار دادند در این تحقیق حضور کاه و کلش، پاشمان، پوسته‌ای شدن خاک، انتقال و حرکت رسوبات و حجم رواناب کاهش یافت و زمان شروع رواناب به تاخیر افتاد.

Singer و Blacjard (۱۹۷۸) اثر مالچ را بر روی رواناب و رسوب مورد بررسی قرار دادند. براساس نتایج بدست آمده شکل پوشش گیاهی یا توزیع فضای خالی بین پوشش‌ها اهمیت فراوانی در رسوب تولیدی دارد. توماس و اسوایی (۱۹۸۹) ساخت و کالیبراسیون یک

استفاده از طرح کرت‌های خرد شده **Split Plot** مطرح بود (ولیزاده و مقدم، ۱۳۷۳). در این آزمایش جهت شیب به عنوان عامل اول یا عامل **A** که دارای دو سطح بود سطح اول شیب شمالی و سطح دوم شیب جنوبی بود و عامل دوم یا عامل **B** مقدار شیب بود که چهار سطح داشت سطح اول شیب ۵ - ۰ درصد، سطح دوم شیب ۱۰ - ۵ درصد، سطح سوم شیب ۲۰ - ۱۰ درصد، سطح چهارم شیب ۴۰ - ۲۰ درصد بود که برای هر شیب نیز سه تکرار در نظر گرفته شده است و در مجموع ۲۴ آزمون انجام شد. لازم به توضیح است که میانگین شیب طبقات یعنی  $2/5 - 7/5 - 15 - 30$  درصد در مقادیر شیب مد نظر قرار گرفتند.

### نتایج و بحث

مقادیر اندازه‌گیری شده پارامترهای مختلف در جداول (۱) تا (۵) ارائه شده است. همچنین نتایج تحلیل شده آنها در جداول (۶) تا (۹) ارائه شده است. بررسی جداول (۳) و (۴) نشان می‌دهد که مقادیر پارامترهای اندازه‌گیری شده در شیب جنوبی بیشتر از شیب شمالی بود. به نظر می‌رسد دلیل این امر تفاوت میان مقدار انرژی دریافتی در شیب‌های شمالی و جنوبی باشد. با توجه به اینکه در نیمکره شمالی زمین، شیب‌های جنوبی در مقابل تابش خورشید هستند، انرژی بیشتری دریافت می‌کنند و گرم‌تر می‌شوند و تبخیر بیشتری دارند. بنابراین ذخیره آب خاک کم شده و رشد پوشش گیاهی کاهش می‌یابد. علاوه بر آن در شیب‌های جنوبی تابش شدید خورشید با تجزیه مواد آلی، هوموس را از بین می‌برد و در نتیجه خاک چسبندگی خود را از دست داده و مستعد فرسایش می‌شود (رفاهی، ۱۳۷۵). همچنین با حرکت آب از اعماق به طرف سطح خاک، املاح نیز به سمت بالا حرکت می‌کنند و در اثر گرما از سطح خاک تبخیر شده و املاح باقی می‌مانند که موجب شوری خاک می‌شود.

باران‌ساز را مورد بررسی قرار دادند و شدت باران متغییر ۱۵۰ - ۱۵ میلی‌متر در ساعت را به کار بردند. ضریب یکنواختی اندازه‌گیری شده بین  $94/3 - 91/2$  درصد بود. آنها بر اساس آزمایش انجام شده، نتیجه گرفتند که انرژی جنبشی باران مصنوعی در شدت‌های بالای ۳۰ میلی‌متر در ساعت به باران طبیعی نزدیک است.

Ward و Boltan (۱۹۹۱) مراحل فرسایش و رواناب را روی خاک‌های انتخابی آریزونا و نیومکزیکو مورد بررسی قرار دادند. آنالیز داده‌ها نشان داد که باران‌سازهای کوچک و بزرگ نتایج مشابهی را در مورد ویژگی‌های نفوذپذیری منعکس می‌کنند و این که مقدار رسوب در باران‌سازهای با سطح کوچک در حدود چهار برابر بود.

هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر تندی و جهت فرسایش مارن‌ها در یکی از زیرحوزه‌های آبخیز گیوی چای در استان اردبیل می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

آزمایش‌های تشابه‌سازی باران توسط باران‌ساز روی خاک‌های ماری در حوضه کوثر در استان اردبیل انجام شده و سعی شده است که در تمام مراحل آزمایش شدت باران  $0/7$  میلی‌متر در دقیقه (۳۹ میلی‌متر) به مدت ۳۰ دقیقه بارش و ارتفاع ۱۶۵ سانتی‌متری و عدم پوشش گیاهی رعایت شود و ثابت بماند. به منظور جلوگیری از افزایش مقدار رواناب ناشی از رطوبت اولیه خاک آزمایش در هر دو جهت شیب جنوبی و شمالی انجام گرفت.

در این تحقیق به منظور مقایسه جهت و مقدار شیب از لحاظ مقدار فرسایش آزمایشی در قالب آزمایش فاکتوریل اجرا شود. در این بررسی منابع تغییر جهت‌ها و درصدهای مختلف شیب بودند. از آنجا که هر دو عامل از اهمیت یکسانی برخوردار بودند و قرار دادن یک عامل در کرت بزرگ و عامل دیگر در کرت کوچک میسر نبود، از آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی استفاده شد. در صورتی که یک عامل نسبت به عامل دیگر از اهمیت بیشتری برخوردار بود، امکان

جدول (۱) مقادیر رواناب، رسوب، غلظت رسوب، ضریب رواناب در شیب شمالی و تکرارهای مختلف

ضریب رواناب	غلظت (گرم در لیتر)	رسوب (گرم)	رواناب (سی سی)	تکرار	درصد شیب
۱۶/۷	۱۱/۸	۴۱/۴	۳۵۱۰	۱	۲/۵
۱۹/۱	۱۵/۴	۶۱/۹	۴۰۲۰	۲	۲/۵
۱۷/۳	۱۰/۶	۳۸/۵	۳۶۳۰	۳	۲/۵
۲۹/۵	۱۵/۲	۹۴/۲	۶۳۰۰	۱	۷/۵
۲۸	۱۶/۸	۹۹	۵۸۹۰	۲	۷/۵
۲۵/۲	۱۴	۷۴/۲	۵۳۰۰	۳	۷/۵
۳۴/۸	۳۲/۴	۲۳۶/۸	۷۳۱۰	۱	۱۵
۳۶/۱	۳۳/۸	۲۵۶/۵	۷۵۹۰	۲	۱۵
۳۷/۴	۳۴	۲۶۶/۹	۷۸۵۰	۳	۱۵
۴۵/۲	۱۲۹/۶	۱۲۲۹/۹	۹۴۹۰	۱	۳۰
۴۶/۲	۹۲/۲	۸۹۵/۳	۹۷۱۰	۲	۳۰
۴۷/۸	۱۱۱	۱۱۱۳/۳	۱۰۰۳۰	۳	۳۰

جدول (۲) مقادیر رواناب، رسوب، غلظت رسوب، ضریب رواناب در شیب جنوبی و تکرارهای مختلف

ضریب رواناب	غلظت (گرم در لیتر)	رسوب (گرم)	رواناب (سی سی)	تکرار	درصد شیب
۱۷/۶	۱۲/۴	۴۵/۹	۳۷۰۰	۱	۲/۵
۱۹/۱	۱۳/۴	۵۳/۶	۴۰۰۰	۲	۲/۵
۱۶/۶	۱۲/۴	۴۳/۳	۳۴۹۰	۳	۲/۵
۲۶/۵	۱۵/۴	۸۵/۸	۵۵۷۰	۱	۷/۵
۳۰/۲	۱۴/۲	۹۰/۲	۶۳۵۰	۲	۷/۵
۲۹/۳	۱۸	۱۱۰/۷	۶۱۵۰	۳	۷/۵
۴۰	۳۸/۲	۳۲۰/۹	۸۴۰۰	۱	۱۵
۳۷/۲	۳۵/۴	۲۷۶/۵	۷۸۱۰	۲	۱۵
۳۸/۳	۳۲/۴	۲۶۰/۷	۸۰۴۵	۳	۱۵
۴۴/۱	۱۰۵/۲	۹۷۳/۱	۹۲۵۰	۱	۳۰
۴۸/۸	۱۴۱/۸	۱۴۵۳/۵	۱۰۲۵۰	۲	۳۰
۵۱	۱۲۹/۴	۱۳۸۴/۶	۱۰۷۰۰	۳	۳۰

جدول (۳) میانگین رواناب، رسوب، غلظت رسوب و ضریب رواناب در شیب شمالی در کل تکرارها

ضریب رواناب	غلظت رسوب (گرم در لیتر)	میانگین رسوب (گرم)	رواناب به (سی سی)	متغیر
۳۹/۹	۴۳/۱	۳۶۷/۳	۶۷۱۰/۸	میانگین داده‌ها در ۱۲ مشاهده

جدول (۴) میانگین رواناب، رسوب، غلظت رسوب، و ضریب رواناب در شیب جنوبی در کل تکرارها

ضریب رواناب	غلظت رسوب (گرم در لیتر)	میانگین رسوب (گرم)	رواناب به (سی سی)	متغیر
۳۳/۲	۴۷/۴	۴۲۴/۹	۶۹۷۶/۳	میانگین داده‌ها در ۱۲ مشاهده

جدول (۵) پارامترهای میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و خطای معیار داده‌های مربوط به رواناب، رسوب، غلظت رسوب و ضریب رواناب در هر دو جهت شمالی و جنوبی

ضریب رواناب	غلظت رسوب (گرم در لیتر)	میانگین رسوب (گرم)	رواناب به (سی سی)	متغیر
۲۴	۲۴	۲۴	۲۴	تعداد مشاهده
۳۲/۵۸	۴۵/۲۱	۳۹۶/۱۱	۶۸۴۳/۵۴	میانگین داده‌ها
۱۶/۶	۱۰/۶۰	۳۸/۵۰	۳۴۹۰	حداقل داده‌ها
۵۱	۱۴۱/۸۰	۱۴۵۳/۵۰	۱۰۷۰۰	حداکثر داده‌ها
۱۱/۲۸	۴۴/۷۴	۴۷۸/۷۲	۲۳۶۷/۴۱	انحراف معیار
۲/۳	۹/۱۳	۹۷/۷۲	۴۸۳/۲۵	خطای معیار

جدول (۶) پارامترهای میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و خطای معیار داده‌های مربوط به رواناب در کل تیمارها

خطای معیار	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	پارامتر تیمار
۱۵۳/۹۵	۲۶۶/۶۴	۴۰۲۰	۳۵۱۰	۳۷۲۰	$a_1b_1$
۲۶۳/۹۶	۴۵۷/۲۰	۶۲۰۰	۵۳۰۰	۵۷۹۶/۶۷	$a_1b_2$
۱۵۵/۹۲	۲۷۰/۰۶	۷۸۵۰	۷۳۱۰	۷۵۸۳/۳۳	$a_1b_3$
۱۵۶/۷۷	۲۷۱/۵۴	۱۰۰۳۰	۹۴۹۰	۹۷۴۳/۳۳	$a_1b_4$
۱۴۷/۹۹	۲۵۶/۳۲	۴۰۰۰	۳۴۹۰	۳۷۳۰	$a_2b_1$
۲۳۳/۹۰	۴۰۵/۱۳	۶۳۵۰	۵۵۷۰	۶۰۲۳/۳۳	$a_2b_2$
۱۷۱/۴۹	۲۷۹/۰۳	۸۴۰۰	۷۸۱۰	۸۰۸۵	$a_2b_3$
۴۲۸/۵۰	۷۴۲/۱۸	۱۰۷۰۰	۹۲۵۰	۱۰۰۶۶/۶۷	$a_2b_4$

جدول (۷) پارامترهای میانگین، حداقل، حداکثر انحراف معیار و خطای معیار داده‌های مربوط به رسوب در کل تیمارها

خطای معیار	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	پارامتر تیمار
۷/۳۶	۱۲/۷۵	۶۱/۹۰	۳۸/۵۰	۴۷/۲۷	$a_1b_1$
۷/۵۹	۱۳/۱۵	۹۹	۷۴/۲۰	۸۹/۱۳	$a_1b_2$
۸/۸۲	۱۵/۲۹	۲۶۶/۹۰	۲۳۶/۸۰	۲۵۳/۴۰	$a_1b_3$
۸/۰۶	۱۶۹/۸۴	۱۲۲۹/۹۰	۸۹۵/۳۰	۱۰۷۹/۵۰	$a_1b_4$
۳/۰۹	۵/۳۶	۵۳/۶۰	۴۳/۳۰	۴۷/۶۰	$a_2b_1$
۷/۶۷	۱۳/۲۹	۱۱۰/۷۰	۸۵/۸۰	۹۵/۵۷	$a_2b_2$
۱۸/۰۲	۳۱/۲۱	۳۲۰/۹۰	۲۶۰/۷۰	۲۸۶/۰۳	$a_2b_3$
۱۴۹/۹۷	۲۵۹/۷۶	۱۴۵۳/۵۰	۹۷۳/۱۰	۱۲۷۰/۴۰	$a_2b_4$

جدول (۸) پارامترهای میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و خطای معیار داده‌های مربوط به غلظت رسوب در کل تیمارها

خطای معیار	انحراف معیار	حداکثر	حداقل	میانگین	پارامتر تیمار
۱/۴۴	۲/۵۰	۱۵/۴۰	۱۰/۶۰	۱۲/۶۰	$a_1b_1$
۰/۸۱	۱/۴۰	۱۶/۸۰	۱۴	۱۵/۳۳	$a_1b_2$
۰/۵۰	۰/۸۷	۳۴	۳۲/۴۰	۳۳/۴۰	$a_1b_3$
۱۰/۸۰	۱۸/۷۰	۱۲۹/۶۰	۹۲/۲۰	۱۱۰/۹۳	$a_1b_4$
۰/۳۳	۰/۵۸	۱۳/۴۰	۱۲/۴۰	۱۲/۷۳	$a_2b_1$
۱/۱۲	۱/۹۴	۱۸	۱۴/۲۰	۱۵/۸۷	$a_2b_2$
۱/۶۷	۲/۹۰	۳۸/۲۰	۳۲/۴۰	۳۵/۳۳	$a_2b_3$
۱۰/۷۵	۱۸/۶۱	۱۴۱/۸۰	۱۰۵/۲۰	۱۲۵/۴۷	$a_2b_4$

جدول (۹) پارامترهای میانگین، حداقل، حداکثر، انحراف معیار و خطای معیار داده‌های مربوط به ضریب رواناب در کل تیمارها

پارامتر تیمار	میانگین	حداقل	حداکثر	انحراف معیار	خطای معیار
$a_1b_1$	۱۷/۷۰	۱۶/۷۰	۱۹/۱۰	۱/۲۵	۰/۷۲
$a_1b_2$	۲۷/۵۷	۲۵/۲۰	۲۹/۵۰	۲/۱۸	۱/۲۶
$a_1b_3$	۳۶/۱۰	۳۴/۸۰	۳۷/۴۰	۱/۳۰	۰/۷۵
$a_1b_4$	۴۶/۴۰	۴۵/۲۰	۴۷/۸۰	۱/۳۱	۰/۷۵
$a_2b_1$	۱۷/۷۷	۱۶/۶۰	۱۹/۱۰	۱/۲۵	۰/۷۲
$a_2b_2$	۲۸/۶۷	۲۶/۵۰	۳۰/۲۰	۱/۹۲	۱/۱۱
$a_2b_3$	۳۸/۵۰	۳۷/۲۰	۴۰	۱/۴۱	۰/۸۱
$a_2b_4$	۴۷/۹۷	۴۴/۱۰	۵۱	۳/۵۲	۲/۰۳

به منظور مقایسه میانگین از روش LSD دانکن و توکی استفاده شده است. جدول (۱۰) نتایج تجزیه واریانس را نشان می‌دهد.

برای آنالیز داده‌های بدست آمده از ۲۴ مشاهده برای مقادیر رواناب غلظت رسوب و ضریب رواناب تجزیه واریانس انجام گرفت که نتیجه آن برای هر یک از مقادیر فوق بصورت جداگانه آمده است. همچنین

جدول (۱۰) تجزیه واریانس مقادیر رواناب

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	مقدار $F_c$
جهت شیب	۱	۴۲۲۶۶۷۶	۴۲۲۶۶۷۶	$2/61^{ns}$
مقدار شیب	۳	۱۲۵۷۰۴۰۰/۱	۴۱۹۰۱۳۳۴/۴	۲۵۸/۷۱
جهت × مقدار	۳	۱۸۸۸۶۱/۵	۶۲۹۵۳/۸	$0/39^{ns}$
اشتباه	۱۶	۲۵۹۱۳۸۳/۳	۱۶۱۹۶۱/۵	
کل	۲۳	۱۲۸۹۰۶۹۲۴		
$C.V = 5/88.644$ $P < .05 * P > .05 ns$ $R^2 = 0.979897$ $P < .01 **$				

۴ - ضریب تغییرات نشان می‌دهد که آزمایش از نظر دقت بسیار بالایی برخوردار بوده است. با توجه به اینکه بین مقادیر شیب از نظر رواناب اختلاف خیلی معنی‌داری وجود دارد، فقط بین سطوح B مقایسه میانگین انجام شد که نتیجه آن در جدول (۱۱) ارائه شده است.

از نتایج جدول می‌توان به نتایج زیر دست یافت:  
 ۱ - بین جهت‌های شیب از نظر مقدار رواناب در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.  
 ۲ - بین مقادیر شیب از نظر مقدار رواناب در سطح ۱٪ اختلاف خیلی معنی‌داری وجود دارد.  
 ۳ - بین اثر متقابل مقدار شیب و جهت شیب از نظر مقدار رواناب در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد.

جدول (۱۱) مقایسه میانگین مقدار شیب در تولید رواناب در سطح ۵٪

سطوح عامل B	مقادیر میانگین	روش مقایسه میانگین	
		دانکن	توکی
B1	۳۷۲۵	D	D
B2	۵۹۱۰	C	C
B3	۷۸۳۴/۲	B	B
B4	۹۹۰۵	A	A

با توجه به جدول مقایسه میانگین‌ها مشخص شد که بین میانگین سطوح مختلف شیب از نظر تولید رواناب در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود دارد. از نتایج جدول فوق می‌توان به نتایج زیر دست یافت. بین جهت‌های شیب از نظر مقدار رواناب در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، بین مقادیر شیب از نظر مقدار رواناب در سطح ۱٪ اختلاف خیلی معنی‌داری وجود دارد، بین اثر متقابل مقدار شیب و

جهت شیب از نظر مقدار رواناب در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌داری وجود ندارد، ضریب تغییرات نشان میدهد که آزمایش از نظر دقت بسیار بالایی برخوردار بوده است. به منظور تعیین همبستگی بین فاکتورهای اندازه‌گیری شده آنالیز همبستگی انجام گرفت که نتایج آن در جدول (۱۲) ارائه شده است.

جدول (۱۲) ماتریس همبستگی برای متغیرهای مختلف

متغیر	مقدار رواناب	مقدار رسوب	غلظت رسوب	ضریب رواناب
مقدار رواناب	۰/۵۴۸	۱	۰/۹۶۵	۰/۵۲۰
غلظت رسوب	۰/۴۰۳	۰/۹۶۵	۱	۰/۳۸۶
ضریب رواناب	۰/۹۹۶	۰/۵۲۰	۰/۳۸۶	۱

### جمع بندی

با مراجعه به جداول شماره (۶) و (۷) میانگین مقادیر مربوط به میزان رسوب، غلظت رسوب و ضریب رواناب در شیب شمالی به ترتیب برابر ۳۶۷/۳ گرم، ۴۳/۱ گرم در لیتر و ۳۱/۹ درصد در شرایط آزمایش بود. در صورتی که مقادیر مشابه موارد فوق در شیب جنوبی به ترتیب معادل ۴۲۴/۹ گرم، ۴۷/۴ گرم در لیتر و ۳۳/۲ درصد بود که در مورد هر سه پارامتر، میزان آنها در شیب جنوبی بیشتر از شیب شمالی بود. علاوه بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک که در فرسایش موثر است، پوشش گیاهی و طول شیب نیز از عوامل موثر در فرسایش محسوب می‌شوند. تحقیقات Singer و Blackard (۱۹۷۸) نشان داد که پوشش گیاهی باعث کاهش پاشمان، عدم حرکت رسوبات، تاخیر در شروع رواناب و در مجموع باعث کاهش میزان کل رواناب می‌شود. Goff و همکاران (۱۹۳۳) پی بردند که میزان هدر رفت خاک در زمینهای لخت ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ برابر بیشتر از زمینهایی بود که پوشش گیاهی داشتند. همچنین تحقیقات نشان داد که پوشش گیاهی فاکتور اصلی در کاهش میزان فرسایش و رواناب است. وی میزان نفوذ، رواناب و میزان فرسایش را به ترتیب ۵۵ - ۳ میلی‌متر در ساعت، ۸۲ درصد و ۳۷۲۰ گرم در متر مربع بدست آورد ولی این مقادیر در خاک کشت شده به ترتیب ۵۵ - ۵۳ میلی‌متر در ساعت، ۹ درصد و ۶ گرم در متر مربع بود.

### منابع

- ۱- رئیس‌یان، ر.، ۱۳۷۶. بررسی تاثیر شدت بارندگی، شیب زمین، بافت خاک و پوشش گیاهی بر میزان رواناب در چند حوزه آبخیز استان چهارمحال و بختیاری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- ۲- رفاهی، حسینقلی. ۱۳۷۵. فرسایش آبی و کنترل آن، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاهی تهران.
- ۳- ولیزاده، مصطفی و محمد، مقدم. ۱۳۷۳. طرح‌های آماری در کشاورزی، انتشارات دانشگاه تبریز.

- 4- Prins, D., D. Gomer, S. Blez, 1992. Studies of the causes of solid erosion on marl soils in northern Algeria : The role of traditional soil tillage.
- 5- Kamphorst, A., 1987. Small rainfall simulator for the determination of soil erodibility.
- 6- Gabriels. D., W. C. Moldenhauer, 1978. size distribution of eroded material from simulated rainfall.
- 7-Goff, B.F., G.C. Bent, & GE. Hart, 1993. Erosion response of a disturbed sagebrush steep hillslope.
- 8-Navas, A., 1993 . Soil losses under simulated rainfall in semi - arid shrublands of the Ebro valley Spain.
- 9- Lavee, H., AC. Imeson, & S. pariente, Y. Benyamini, 1991. The response of soil to simulated rainfall along a climatological gradient in on arid and smi- arid region.
- 10- Singer, M. j, & J. Blackard, 1978. Effect of mulcing on sediment in runoff from simulated rainfall.
- 11- Ward, T. j., S. M . Bolton, 1991. Hydrologic parameters for selected in Arizona and New Mexico as determind by rainfal simulation.

