

## بررسی اثر جهت دامنه و تابش رسیده به سطح زمین در تشدید فرسایش برفی

محمد احمدی<sup>۱</sup>، همایون حسادی<sup>۲</sup>

۱- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، (mo.ahmadi@areeo.ac.ir)

۲- استادیار پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، (hhesadi@yahoo.com)

### چکیده

اثرات دما، بارش، و نم در طبقات شیب، جهت دامنه و ارتفاع یکسان نمی باشد، در موقعیت‌های برونزدگی سنگی و همگن سبب تولید فرسایش برفی در سطح دامنه می شود. به طوری که تابش خورشیدی به عنوان یک عامل بیرونی تحت تأثیر موقعیت شیب و جهت دامنه قرار می‌گیرد. در سطح دامنه‌های منطقه کوهستانی پاوه شواهد واریزه‌ای فراوان می‌باشد. برای بررسی پراکنش فرسایش برفی از پارامتر تابش خورشیدی و جهت دامنه استفاده شده است. برای محاسبه این پارامترها از مدل رقومی ارتفاعی منطقه و تابع تابش خورشیدی<sup>۱</sup> استفاده گردید. هدف بررسی پارامتر تابش خورشیدی و جهت دامنه در پراکنش واریزه‌هاست. ابتدا آماده سازی لازم روی مدل رقومی ارتفاعی انجام شد. سپس میزان تابش از مدل رقومی ارتفاعی با وضوح سی متر استخراج شد. آنگاه موقعیت واریزه با کمک طبقه‌بندی تصویری سنتینل شناسایی شد. به هر یک از محدوده واریزه‌ها مقادیر تابش خورشیدی بر حسب کیلووات بر متر مربع اختصاص داده شد. مقایسه میانگین پارامترهای هر محدوده به روش ANOVA انجام شد. نتایج نشان داد که تفاوت انرژی دریافتی از خورشید در انتشار نقاط واریزه در سطح  $P > 0.05$  معنادار است. سهم عامل جهت جنوب شرقی نسبت به سایر جهات در کاهش میزان آفتابگیری و افزایش واریزه‌ها بیشتر به نظر می‌رسد. تعداد واریزه‌ها در دامنه با جنوب شرقی، شرقی، شمال شرقی ۱۸۸ مورد؛ در دامنه‌های غربی، جنوب غربی و شمال غربی ۱۲۷ مورد مشاهده شد. این در حالی است که در دامنه جنوبی تعداد واریزه ۳۶ مورد؛ و در دامنه شمالی ۶۳ مورد مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: شیب واریزه، جهت دامنه، تابش خورشیدی، واریانس، پاوه

## مقدمه

واریزه حاصل فرآیندهای مختلف فرسایشی‌اند که تحت تأثیر رفتار دو عنصر اصلی هواشناسی یعنی دما و رطوبت (بارش و نمناکی) می‌باشد. ناحیه کوهستانی مورد مطالعه از تعداد بسیار زیادی واریزه برخوردار است. امکان دسترسی به محل واریزه و مطالعه همه آنها امکان پذیر نیست. چون هزینه بر و زمان بر است. برای تشخیص مخاطرات ناشی از جریان واریزه‌های بهتر است که محیط تشکیل آن از نظر ژئومورفولوژی بررسی شود. معمولاً شکل گیری دامنه‌ها با ظرفیت فرآیندها تولید رسوب و حمل تعیین می‌شود. گیلبرت در سال ۱۸۷۷ دو حالت برای توسعه دامنه را شناسایی نمود. در یک حالت نرخ تولید مواد ناشی از هوازدگی محدود است. در دیگر حالت هیچ محدودیتی برای تولید مواد سنگی ناشی از هوازدگی وجود ندارد و شکل دامنه توسط نرخ فرآیندهای جابجایی کنترل می‌شود. پس شیب می‌تواند محدودیت هوازدگی یا محدودیت حمل داشته باشند (SUMMERFIELD, ۱۹۹۴). یکی از فرآیندهای مهم، دامنه هوازدگی سنگ و تولید قطعات زاویه دار سنگی است. تجمع این قطعات سنگی روی دامنه در امتداد شیب و بصورت جانبی انجام می‌گیرد. در ژئومورفولوژی با واژه تالوس توصیف می‌شوند (Gudie, ۲۰۰۸). درجه دما در چرخه کوتاه مدت و بلندمدت، دمای سطح سنگ را تحت تأثیر قرار می‌دهد. تغییرپذیری سالیانه متوسط دمای سالیانه هوا<sup>۲</sup> به ترتیب ۲ تا ۳ درجه سانتیگراد برای ایستگاه‌های کوهستانی در سویس مشاهده شده است. در جای ابرناک دمای سنگ‌ها تابع دمای هواست. طول موج کوتاه تابش خورشیدی کنترل کننده اصلی نوسانات دمای سطح سنگ‌هاست. بویژه در دیواره سنگی بدون پوشش برف و خاک؛ هر دو عامل اثر قوی در نوسان دمایی سنگ‌ها دارند (Gruber و همکاران، ۲۰۰۳). میانگین و واریانس تابش خورشیدی در سطح یک چشم انداز به شیب و جهت دامنه‌ها وابسته است. در مناطق همگن دامنه‌ها سمت ترجیحی ندارند، بنابراین توزیع دامنه‌ها یکنواخت می‌شود (Vico, ۲۰۰۹). از میان عوامل مورفومتریک جهت جغرافیایی، شیب، ارتفاع، بیشتر در دریافت مقدار و زمان تابش خورشیدی اثر دارند. با عمل سایه اندازی می‌توانند تابش را کاهش دهند (OLIPHANT, ۲۰۰۳). اختلاف‌های تابش ورودی خورشید به نوبت به اختلافات رژیم دمایی منجر می‌شود (VAN, ۲۰۰۷). بعلاوه، شیب سطحی روی جذب دی‌اکسیدکربن توسط گیاهان با تغییر نور و سایه اثر می‌گذارد (WANGS, ۲۰۰۲). همچنین روی ماندگاری برف و ذوب و توزیع دوباره برف اثر دارد (EVANS, ۲۰۰۶). شیب و جهت روی عمق و ویژگی‌های خاک اثر گذار است، و در مجموع روی ظرفیت رطوبت خاک اثر دارند (RIDOLFI, ۲۰۰۳). عوامل یاد شده روی فرسایش و توسعه ترک و شکاف در خاک ممکن است اثر داشته باشند (CASANOVA, ۲۰۰۳). در نهایت، شیب و انحنای شیب و فاصله از لبه‌ها<sup>۳</sup> فاکتورهای هستند که در وقوع بهممن و زمین‌لغزش اثر دارند (MAGGIONI, ۲۰۰۳). در مطالعات پیشینان نقش شیب و جهت جغرافیایی، در توسعه درز و شکاف بواسطه نوسان دمایی، رطوبت، نور و انرژی اشاره شده است. بیشتر اطلاعات آنها از ایستگاههای هواشناسی بدست آمده بود. در منطقه مورد مطالعه ایستگاه هواشناسی در ارتفاع بالاتر از ۱۵۰۰ وجود ندارد. لذا استفاده از عوامل غیر مستقیم برای شناسایی نوسان دما، نور، انرژی و رطوبت استفاده شد. از ترکیب جهت دامنه‌ها، میزان آفتابگیری یا سایه اندازی برای یافتن سطوح موثر در توسعه واریزه بهره گرفت شد. در مطالعات پیشینان بررسی این ترکیب عوامل مشاهده نشده است. فراوانی واریزه‌ها در کدام جهت دامنه بیشتر است؟ آیا از لایه تابش خورشیدی می‌توان در یافتن سطوح فرعی دیگر فاکتورها در توزیع واریزه‌ها استفاده نمود؟ اینها، موضوعات جدیدی هستند که دیگران به آن اشاره نکرده‌اند. این پژوهش، با هدف شناسایی سطوح موثر عوامل (فاکتورها) در توزیع واریزه‌ها، با استفاده از فاکتورهای یاد شده انجام گرفته است. برای انجام آن، از موقعیت واریزه برای پیدا کردن سطوح موثر استفاده شده است. نکات جدید و مهم در این مقاله می‌توان به: جمع‌آوری موقعیت مکانی واریزه‌ها با استفاده از طبقه بندی تصویر ماهواره ای، استفاده از لایه تابش خورشیدی<sup>۴</sup> و تحلیل آماری اشاره نمود.

### 2-Mean annual air temperature (MAAT)

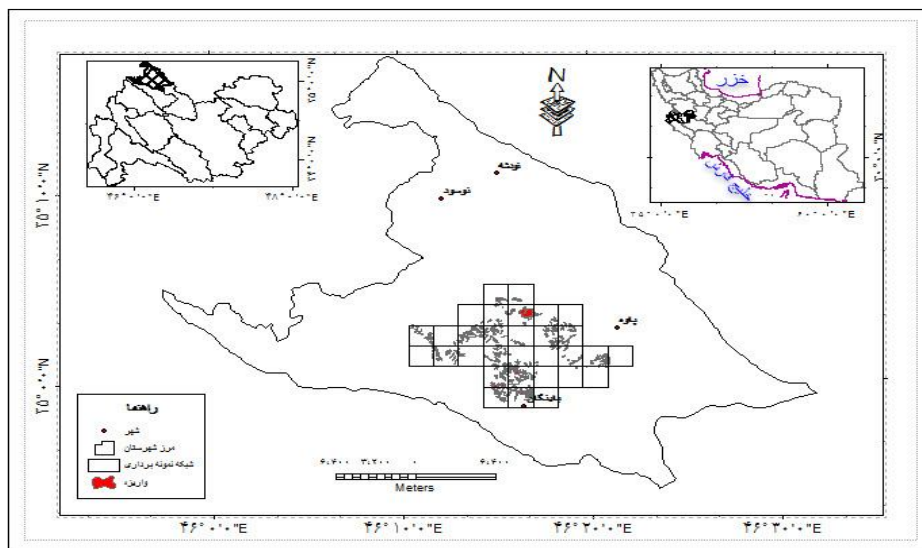
۳- مکان‌های که تغییرات شدید داده ای دارند معمولاً به عنوان لبه تعریف می‌شوند. در جاهایی که عوارض تغییر می‌کنند، شدیدترین تغییرات بر لبه‌ها منطبق می‌شوند. روی تصویر سنجش از دور وقتی دو عارضه مختلف در کنار هم قرار گیرند، لبه منعکس کننده مرز این دو محسوب می‌شوند. و در DEM جای که شکستگی رخ دهد؛ اختلاف ارتفاعی منطبق بر لبه می‌باشد. در اینجا پرتگاه سنگی و صخره سنگی نسبت به محیط اطرافشان عوارض لبه دار محسوب می‌شوند.

### 4-Solar radiation

## مواد و روش

### معرفی منطقه مطالعاتی

منطقه اورامانات و پاوه منطقه کوهستانی و بسیار ناهمگن است (شکل ۱). گسیختگی دامنه‌ها در جهات مختلف جغرافیایی قابل ملاحظه می‌باشد. به ترتیب سنگ شناسی ترکیبی از سازندهای "سروک، گرو، ایلام" شامل آهک ضخیم لایه و نازک لایه خاکستری تیره با مارن‌های غنی از مواد آلی که بر روی سازند "گرو" سنگ‌های آهکی ستبر سازند "ایلام" قرار دارند. سازند اخیر از آهک‌های رسی دانه‌ریز خاکستری رنگ با لایه‌بندی منظم است، که در آن لایه‌های نازکی از شیل‌های سیاه‌رنگ هم دیده می‌شود. یال شمالی و جنوبی کوه آتشفشان از سنگ‌های سازند "ایلام" تشکیل یافته است. واریزه‌های روی دامنه‌ها (با رنگ روشن و عدم پیوستگی قطعات سنگی) غالباً منشاءشان در این منطقه به تخریب سازند اخیر برمی‌گردد. واریزه‌ها به عنوان جوان‌ترین مواد رسوبی شناخته می‌شوند. متوسط بارندگی آن بین ۶۵۰ تا ۹۰۰ میلیمتر در نوسان است.



شکل ۱، موقعیت واریزه‌ها در منطقه مطالعاتی در استان کرمانشاه و ایران

### روش تحقیق

در این مقاله دو دسته داده در نظر گرفته شدند: ۱- پارامترهای مورفومتریک جهت شیب و تابش خورشیدی که از DEM محاسبه شدند ۲- موقعیت واریزه‌ها

برای انجام این تحقیق مکان وقوع واریزه از طریق تصویر سنتینل ۲ به تاریخ ۲۷ جولای ۲۰۱۷ و همینطور تصویر اسپات شناسایی شدند. از مدل رقومی ارتفاعی با وضوح مکانی ۳۰ متر نیز برای ساخت جهت دامنه، و لایه تابش خورشیدی با کمک توابع و ابزار موجود در نرم افزار GIS استفاده شد. از نرم افزارها Arcmap نسخه ۱۰/۲، ENVI نسخه ۵/۳، Minitab نسخه ۱۶ برای انجام کار و تحلیل بهره گرفته شد. تعداد ۴۱۹<sup>۵</sup> محدوده با مشخصات پلیگونی شناسایی شدند. مقادیر عددی پارامترجهت و مقدار انرژی تابشی به جدول اطلاعاتی واریزه‌ها اختصاص داده شد. آزمون نرمال کلموگراف - اسمیرنوف اجراء شد. پس از اطمینان از نرمال بودن داده‌ها تحلیل‌های آماری انجام گردید. از آنجاکه سنگ شناسی و اقلیم اصلی در منطقه مورد مطالعه مشابه است، لذا با فرض ثبات بودن این فاکتورها، اثر سایر فاکتورها روی ایجاد سطوح واریزه‌ها بررسی می‌شود. جهت شیب، انرژی تابشی خورشید برای هر یک از سطوح واریزه‌ها دسته‌بندی شدند. خصوصیات آماری پارامترهای متمایل

۵- منظور از نقاط این است که برای هر واریزه، پلیگونی تشکیل شد. پلیگون مورد نظر حاصل طبقه بندی تصویر سنجنده سنتینل است. اطلاعات متوسط پلیگون در یک نقطه جمع شد. پس هر پلیگون از یک میانگین نقطه برخوردار است.

به مرکز و پراکندگی محاسبه؛ و تفاوت میانگین هر یک از فاکتورها در تیمارهای مختلف بررسی می‌گردد. نتایج به صورت جدول و نمودار و تحلیل اماری ارائه می‌شوند. مهمترین فاکتورها موثر بر حسب سطوح طبقه‌بندی مشخص؛ و در نهایت نتیجه‌گیری از نتایج انجام می‌گردد.

### نتایج

کمی‌سازی داده‌ها یکسری پیش نیاز لازم دارد. یکی از مهمترین پیش نیازها، داده بردای و نرمال بودن داده‌هاست. برای این منظور داده‌های محدوده واریزه‌ای از تصویر طبقه‌بندی شده استخراج گردید. در مرحله بعد لازم بود، اطلاعات عوامل جهت شیب، و مقدار تابش خورشیدی از DEM تولید شوند. پس از آماده‌سازی مدل رقومی ارتفاعی ۳۰ متری از طریق تابع تحلیل مکانی<sup>۶</sup> لایه جهت دامنه، و با کمک تابع solar radiation مقدار تابش خورشیدی بر حسب میانگین ماهیانه برای هر پیکسل ۳۰ متری محاسبه شد؛ که در آن مقدار تابش رسیده بر حسب کیلووات بر متر مربع محاسبه شد. ارزش عددی لایه‌ها به نقاط واریزه‌ای انتقال یافت. برای اطمینان از نرمال بودن داده آزمون کلموگراف-اسمیرنف اجراء شد. داده‌های واریزه پس انجام تبدیل باکس-کاکس نرمال شدند ( $p\text{-value} > 0.13$ ). پس از اطمینان از تشابه شرایط اقلیمی و سنگ‌شناسی<sup>۷</sup> پارامترهای آماری نقاط دارای واریزه بر حسب جهت‌های ۸ گانه و مقدار تابش فراهم شدند. متوسط جهت این طبقه بر جهت جنوب شرقی (۱۶۶/۷) منطبق است. مقدار میانگین تابش ماهیانه<sup>۸</sup> در این طبقه ۶۰۴ کیلو وات بر متر مربع در سال برآورد شده است. جهت جغرافیایی و تابش خورشیدی دو عامل مهم و اثرگذار در دمای سطحی سنگ‌های بشمار می‌آیند. چون تابش رسیده به واحد سطح (متر مربع) تحت تأثیر این دو عامل قرار می‌گیرد. به همین دلیل همبستگی عوامل یاد شده در محدوده واریزه‌ها بررسی شد. موقعیت واریزه با جهت ۸ گانه و تابش خورشید همبستگی نشان نداد. یعنی در سطح اطمینان  $p\text{-value} > 0.05$  استقلال عوامل تأیید می‌شود (جدول ۱).

جدول ۱، مقایسه تغییرات انرژی دریافتی دامنه‌ها که بر اساس تابع solar radiation محاسبه شده است و تعداد واریزه‌ها و شیب

شیب به درجه					تابش خورشید کیلووات ساعت بر متر مربع				
کلاس جهت	تعداد	متوسط	کمینه	بیشینه	درصد	متوسط	کمینه	بیشینه	نوسان
شرقی	۶۶	۶۲۲/۷	۵۲۷/۹	۶۸۹/۱	۱۵/۹	۲۵/۸	۱۳/۲	۴۰/۹	۲۷/۸
شمالی	۶۳	۵۹۴/۱	۵۴۷/۴	۶۶۷/۶	۱۵/۲	۲۶/۹	۱۴/۹	۳۳/۸	۱۹/۳
شمال شرقی	۳۶	۶۰۱/۶	۵۳۹/۵	۶۴۳/۹	۸/۷	۲۶	۱۵/۸	۳۴/۸	۱۸/۹
شمال غربی	۵۳	۵۸۸/۳	۴۹۸/۵	۶۹۸/۶	۱۲/۸	۲۷/۹	۱۴/۹	۴۱/۷	۲۶/۹
جنوبی	۳۶	۶۴۴/۷	۵۸۹/۸	۶۹۹/۶	۸/۷	۲۷/۲	۱۵/۳	۴۰/۴	۲۵/۰۹
جنوب شرقی	۸۶	۶۲۲/۵	۴۶۹/۸	۷۰۱/۵	۲۷/۸	۲۸/۲	۴/۹	۴۵/۶	۴۰/۷
جنوب غربی	۳۴	۶۳۴/۳	۵۹۴/۷	۶۸۱/۹	۸/۲	۲۶/۳	۱۰/۳	۳۵/۱	۲۴/۹
غربی	۴۰	۶۲۶	۵۵۷/۲	۷۱۳/۵	۹/۷	۲۶	۴	۳۷/۵	۳۳/۴

### 6-Spatial Analyst

۷- اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی تجربی رایج به نیمه خشک سرد تا فرا سرد در ارتفاعات تقسیم‌بندی شده است. و از نظر سنگ‌شناسی از سازند ایلام و سروک، گرو تشکیل شده است.

۸- تابش رسیده به سطح زمین تابع عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، نمای آسمان منطقه و دورنمای آن می‌باشد. بطوریکه در شرایط یکسان که در آن فقط شیب تغییر نماید، میزان تابش رسیده به واحد سطح در شیب ۰ تا ۵ درجه بیشتر از سایر طبقات شیب می‌باشد. در ترکیب شیب با جهت مقدار تابش رسیده متفاوت خواهد شد. چون جهت‌های شمالی و عوامل ارتفاعی سایه‌اندازی، روی محاسبه تأثیر دارند. در این محاسبات از DEM برای محاسبه تابش رسیده به سطح زمین استفاده شد. از توابع Solar radiation در زیر مجموعه Spatial Analyst ارک مپ ۱۰/۳ بهره گرفته شد.

### تحلیل واریانس جهت و مقدار تابش واریزه‌ها

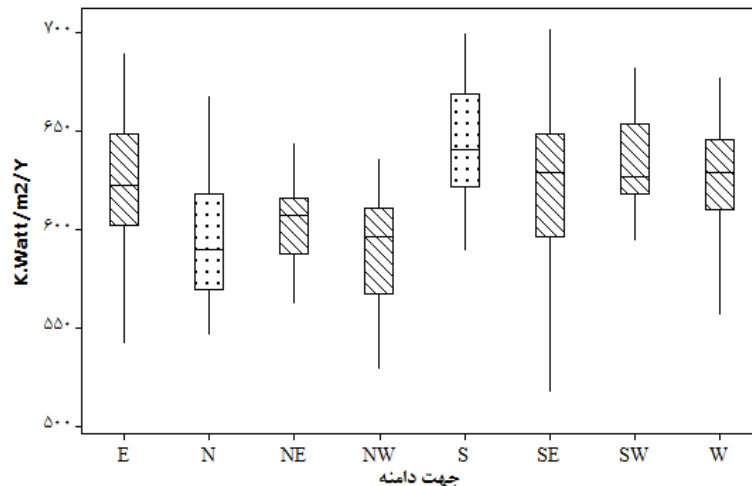
مقدار تابش خورشیدی که از معادله تابش بر حسب عرض جغرافیایی از طریق مدل رقومی ارتفاعی حاصل شد؛ مقدار این پارامتر تئوریک است؛ مقدار تجربی این پارامتر برای منطقه مطالعاتی در دسترس نیست. مقایسه بین توزیع واریزه‌ها در جهت‌های مختلف با میانگین تابش در هر جهت انجام شد. در نواحی واریزه دار، مشاهده شد. اختلاف بین دامنه‌های واریزه دار و سطوح مختلف تابشی (تیمارها) در سطح اطمینان  $p < 0.05$  معنادار می‌باشد. به عبارت بهتر استقرار واریزه در جهت جغرافیایی با انرژی رسیده به سطح زمین اختلاف معنادار دارد. بجز جهت‌های جنوب غرب و غرب در سایر جهت اختلاف معنادار می‌باشد (جدول ۲ و ۳). همانطور که اشاره شد در دو جهت جنوب غربی و غربی اختلافات معنادار نیست، در روش توکی طبقه (تیماری) که حروف مشترک دوتایی دارند، معنادار نیستند. آن دسته از طبقاتی که حرف مشترک دارند در خوشه قرار می‌گیرند. جهت جنوبی به تنهایی در یک گروه قرار گرفته است. جهت شرقی و جنوب شرقی نیز در یک گروه قرار می‌گیرند (جدول ۳ و شکل ۲).

جدول ۲. تحلیل واریانس تغییرات گروه جهت شیب نواحی واریزه و تابش خورشیدی (مستقیم و غیرمستقیم)

منبع تغییر	DF	SS	MS	F	P
طبقه جهت	۷	۱۲۹۹۲۴	۱۸۵۶۱	۱۷	۰/۰۰۰۰
خطا	۴۰۶	۴۴۳۳۶۲	۱۰۹۲		
جمع کل	۴۱۳	۵۷۳۲۲۸۶			
R-sq(adj.) = ۲۲/۱%					S=۳۳/۸

جدول ۳. تفکیک گروه‌های جهت جغرافیایی بر حسب مقدار تابش به روش توکی

گروه بندی	میانگین تابش Watt/km <sup>2</sup> /y	تعداد واریزه	جهت جغرافیایی
A	۶۴۴/۴	۳۶	جنوب
AB	۶۳۴/۷	۳۴	جنوب غرب
AB	۶۲۶/۷	۴۰	غرب
B	۶۲۲/۴	۶۶	شرق
B	۶۲۲/۹	۸۶	جنوب شرق
C	۶۰۱/۶	۳۶	شمال شرق
C	۵۹۴/۱	۶۳	شمال
C	۵۸۸۳/۲	۵۳	شمال غرب



شکل ۲. توزیع واریزه بر حسب انرژی تابشی به هر جهت دامنه



سطوح واریزه‌ای جوان‌ترین نهشته سطحی روی دامنه‌ها محسوب می‌شود. تن رنگ روش آنها شاهی از عدم استقرار خاک و پوشش گیاهی است. این اشکال در درون آبره‌ها و در سطح دامنه مستقر می‌شوند. در اثر وقوع بارندگی شدید این مواد سنگی منفصل از روی دامنه به پایین دامنه، به شکل جریان واریزه‌ای حرکت می‌کنند. در بارندگی مه‌ماه ۱۳۹۳ یکی از این جریان‌ها در روستای "تین" در جنوب شهر پاره اتفاق افتاد. خسارت زیادی به روستا و باغ‌های مردم وارد ساخت (شکل ۴ و ۵).



شکل ۳، موقعیت تشکیل و تجمع قطعات سنگی واریزه‌ای در منطقه مورد مطالعاتی دامنه جنوبی کوه آتشفشان



شکل ۴، جابجایی واریزه‌ها از دامنه‌ها به درون باغ‌های روستای تین در اثر بارندگی ۲۵ مه‌ماه ۱۳۹۳

#### نتیجه‌گیری

توزیع واریزه‌ها با جهت دامنه همخوانی خوبی نشان داد. بطوری که در دامنه‌های سردتر و دارای سایه، استقرار واریزه‌ها جهت ترجیحی دارند. توزیع واریزه در جهت‌های مختلف یکسان نیست و در سطح اطمینان  $p < 0.05$  اختلافات مشاهده شده معنادار می‌باشد. یافته‌های این قسمت با یافته‌های قبلی که در آن‌ها به نقش جهت و تابش خورشیدی و رژیم دمایی در نوسان دمایی سنگها دامنه‌ها تأکید داشتند (OLIPHANT, ۲۰۰۳). (VAN, ۲۰۰۷). (Gruber و همکاران, ۲۰۰۳). انطباق دارند. معمولاً دامنه‌های شرقی و جنوب شرقی و شمال شرقی در ساعت اولیه روز به جهت ارتفاع کم خورشید، انرژی کمتری دریافت می‌کنند. با تغییر جهت خورشید در طول روز این دامنه باز هم به نسبت انرژی کمتری دریافت می‌کنند. از

طرف دیگر میزان سایه سهم مهمی در دمای سطحی سنگها دارد. پس در واقع چنین دامنه‌های سردتر به نظر می‌رسند. تعداد واریزه‌ها در دامنه با جنوب شرقی، شرقی، شمال شرقی ۱۸۸ مورد، در دامنه‌های غربی، جنوب غربی و شمال غربی ۱۲۷ مورد مشاهده شد. در دامنه‌های اخیر به نظر می‌رسد انرژی بیشتری دریافت نمایند. علاوه بر انرژی مستقیم در طول روز انرژی طول موج بلند زمین در دمای سنگ‌های این دامنه تجمع می‌شود. پس انرژی طول موج کوتاه و بلند هر دو روی این دامنه سبب افزایش دمای محیط می‌شوند. برف سریع تر ذوب و محیط خشک تر می‌شود. نوسانات دمایی و رطوبت سنگ‌ها در این دامنه‌ها در طول سال تابع انرژی خورشیدی باشد. این در حالی است که در دامنه جنوبی تعداد واریزه ۳۶ مورد؛ و در دامنه شمالی ۶۳ مورد مشاهده شد. بطوری که در دامنه‌های جنوبی میانگین ارتفاع تشکیل واریزه بالاتر از ارتفاع ۱۹۰۰ متری می‌باشد. نتایج بدست آمده از بررسی اثر جهت و تابش روی توزیع واریزه‌ها نشان داد که انطباق خوبی با یافته‌های (WANGS, ۲۰۰۲) و (EVANS, ۲۰۰۶) دارد. استفاده از لایه تابش خورشیدی در شناسایی دامنه سرد و گرم روش خوبی است. چون که ماندگاری برف را به طور غیر مستقیم در دامنه‌ها نشان می‌دهند. در حدود ۵۷ درصد واریزه در دامنه‌های شرقی، شمال شرقی و جنوب شرقی واقع شده‌اند (جدول ۲). این یافته نیز با یافته‌های (EVANS, ۲۰۰۶) هماهنگی دارد. کاهش خط برف و یا همدمای صفر درجه در دامنه‌های شرقی، شمال شرقی و جنوب شرقی در منطقه مورد مطالعه پایین تر از سایر دامنه‌هاست.

اگر از دیدگاه مدیریتی به موضوع واریزه پرداخته شود، نتایج این پژوهش از چند منظر می‌تواند ثمربخش باشد. نخست واریزه‌ها روی دامنه‌ها یک منبع رسوب محسوب می‌شوند. در اثر بارش شدید و ذوب برف به پایین دست حمل می‌شوند. از منظر دیگر زمین‌لرزه‌های حتی خفیف می‌تواند پایداری مشروط واریزه‌ها را به خطر بیندازند.

### سپاسگزاری

این مقاله از نتایج اولیه پروژه تحقیقاتی بررسی معیارها، تهیه یک سیستم پشتیبانی تصمیم گیری DSS جهت مکانیابی و اولویت بندی بندهای زیرزمینی در استان کرمانشاه استخراج شده از پشتیبانی فنی و مالی اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان کرمانشاه سپاسگزاری می‌شود. همچنین از مشاوره آقای دکتر هوشمند صفری در تحلیل آماری سپاسگزاری می‌گردد.

### منابع

- Becker, A., Khrner, C., Brun, J & Guisan, A., 2007. Ecological and land use studies along elevational gradients. *Mountain Research and Development*, pp. 27(1):58-65.
- Brooks, P & Vivoni, E., 2008. Quantifying the role of vegetation in the water balance of montane catchments. *Ecohydrology*, pp. 1: 187-192.
- Casanova, M., I, M & A, J., 2000. Influence of aspect and slope gradient on hydraulic conductivity measured by tension infiltrometer. *Hydrol. Processes*, pp. 14(1), 155-164
- Chow, F. و غیره, 2006. High Resolution large-eddy simulations of flow in a steep alpine valley. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, pp. 45: 63-86.
- Evans, I. S., 2006. Glacier distribution in the alps: Statistical modelling of. *Geogr. Ann. Ser*, pp. 88(2), 115
- Gruber, S & Hoelzle M, P. M., 2003. *Surface temperatures in steep Alpine rock faces-a strategy for regional-scale measurement and modelling*. Zurich, In Proceedings of the Eighth International Conference on Permafrost 2003. Swets & Zietlinger.
- Gudie, A., 2008. *Encyclopedia of Geomorphology*. New York: International Association of Geomorphologists.
- Oliphant, A. J., Spronken-Smith, A. P., Sturman & I. F., O., 2003. Spatial variability of surface radiation fluxes in mountainous terrain. *J. Appl. Meteorol*, pp. 42(1), 113-128
- Polyakov, V. O & Lal, R., 2008. Soil organic matter and CO<sub>2</sub> emission as affected by water erosion on field run-off plots. *Geoderma*, 143, pp. 216-222.

- Shary, P. A., Olga, v. R. & Larisa, S. S., 2016. Analytical and cartographic predictive modeling of arable land productivity در ۱% *Novel methods for monitoring land and water resources in seberia*. Springer: Springer water, pp. 502-489.
- Summerfield, m., 1994. *Global Geomorphology*. New York: John Wiley & Sons.
- van der To, C., I, C, Dolman A & K, R., 2007. Topography induced spatial variations in diurnal cycles of assimilation. *Biogeosciences*, 4, (۱) p. 137-153
- Vico, G & A. , P., 2009. Probabilistic description of topographic slope and aspect. *JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH* جلد ۱۱۴, p. F01011.
- Wang, s., J, C & J, C., 2002. New calculation methods of diurnal distribution of solar radiation and its interception by canopy over complex terrain. *Ecol. Modell*, pp. 155(2-3), (191-204).
- Wolinsky, M. A & F, P., 2005. Constraints on landscape evolution from slope histograms. *Geology*, pp. 33(6), (477-480).