مجله آمایش جغرافیایی فضا
فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه گلستان
سال چهارم/ شماره مسلسل سیزدهم/ پاییز ۱۳۹۳

بررسی تأثیرات آب و هوای عصر حاضر درمخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی آلاداغ در شمال شرق ایران

غلامرضا مقامی مقیم
استادیار دانشکده علوم زمین دانشگاه دامغان
تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۲/۱۱ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۷/۱

چکیده

مطالعه‌مخروط‌افکنه‌ها به دلیل نقش مهمی که در زندگی ما دارند، ضرورت محسوب می‌شود. دامنه‌های جنوبی کوه‌های آلاداغ در شمال شرقی ایران، از مناطقی است که مخروط‌افکنه‌های زیادی در آن شکل گرفته است.این مخروط‌افکنه‌ها ازآغاز شکل‌گیری متأثر از عواملی هستند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به آب و هوا اشاره کرد. برای مطالعه‌ی تأثیرات این عامل روی مخروط‌افکنه‌ها، تعداد ۲۹ مخروط‌افکنه همراه با حوضه‌ی آبریز آن‌ها مشخص و مرزبندی شد و با روش‌های میدانی و نرم‌افزارهای GIS، ویژگی‌های آن‌ها اندازه‌گیری شد. باتوجه به موضوع پژوهش لازم بود که عناصر آب و هوایی نیز اندازه‌گیری شود. بدین منظور از آمار ۳۵ ساله ایستگاه‌های سینوپتیک، کلیماتولوژی و باران سنج‌های منطقه استفاده شد. با تکمیل شدن مطالعات مشخص شد که در میان عناصر آب و هوایی، دما و بارش بیش‌ترین تأثیرات را روی مخروط‌افکنه‌ها داشته است. دما با تأثیر در انواع هوازدگی و در نتیجه در تهیه‌ی رسوب، تأثیرات خود را روی مخروط‌افکنه‌ها اعمال کرده است. بارش نیز با ایجاد سیلاب، جریانات مختلف سطحی و عمقی، تأثیر در فعالیت‌های انسانی، حرکات دامنه‌ای و انواع هوازدگی، در بسیاری از ویژگی‌های مخروط‌افکنه‌ها از جمله مقدار و نوع رسوب، میزان کاربری‌های انسانی و عمق کانال میانی آن‌ها، تأثیرات زیادی داشته است.

واژگان کلیدی: آب و هوا، مخروط‌افکنه، دامنه‌های جنوبی آلاداغ، کانال میانی مخروط‌افکنه

*نویسنده مسئول: gh.maghami@du.ac.ir

مقدمه و طرح مسأله

مخروط‌افکنه‌ها ازاشکال ژئومورفولوژیکی نواحی خشک ونیمه‌خشک محسوب می‌شوند و به‌دلیل استقرار سکونت‌گاه‌های انسانی، مراکز اقتصادی و عبور راه‌های ارتباطی، نقش مهمی در زندگی انسان‌ها دارند. دامنه‌های جنوبی آلاداغ، یکی از مناطقی است که مخروط افکنه‌های وسیعی در آن شکل گرفته و پس از شکل‌گیری بر اثر عوامل مختلف، تغییرات زیادی در آن‌ها رخ داده است. در بین این عوامل، آب و هوا تأثیرات تعیین‌کننده‌ای داشته است. در حقیقت آب و هوای منطقه شرایط شکل‌گیری مخروط افکنه‌های وسیعی را فراهم نموده و پس از شکل‌گیری، بسیاری از ویژگی‌های آن‌ها را تحت تأثیر قرار داده و آن‌ها را به شکل کنونی درآورده است. پژوهشگران درباره تأثیرعوامل مختلف روی مخروط‌افکنه‌ها، فرضیات و مدل‌هایی ارائه کرده‌اند (جدول۱).

جدول ۱- فرضیات و مدل‌های ژئومورفولوژیکی درباره‌ی مخروط‌افکنه‌ها در قرن بیستم

مدل	خلاصه مدل
مدل تکامل	مخروط‌افکنه‌ها در سرزمین‌های خشک و درمرحله جوانی ازچرخه فرسایش شکل می‌گیرند(دیویس، ۱۹۰۵).
مدل آب و هوایی	تغییرات آب و هوایی با تأثیربرهوازدگی، حرکات دامنه‌ای و حمل رسوب به رأس مخروط‌افکنه‌ها وشکل‌گیری خاک، نقش مهمی درمخروط‌افکنه‌هاایفا می‌کنند (بول، ۱۹۹۱)، (دورن، ۱۹۹۴)، (لوستیک، ۱۹۶۵)، (ملتن، ۱۹۶۵) و (ولز، ۱۹۹۰).
مدل تعادل پویا	مخروط‌افکنه‌ها، فرایند و حالت متعادلی ازجابه‌جایی مواد ازکوه به حوضه‌ی آبریز را نمایان می‌سازند(دنی، ۱۹۶۷).
مدل پایدار	در این مدل، رابطه بین مخروط‌افکنه‌ها و حوضه‌های آبریز حالت پایداری به خود می‌گیرد (هوک، ۱۹۶۸) و (جانسون، ۱۹۹۳).
تکتونیک	دراین مدل، گسل‌ها نقش مهم و اساسی درجایگزینی،رسوبات و ریخت‌شناسی مخروط‌افکنه‌ها دارند (بول و مک فادن، ۱۹۷۷).
مدل‌های درونی	براساس این مدل، شیارهای قسمت رأس مخروط‌افکنه‌ها و بریدگی‌های قسمت انتهایی آن‌ها متأثر از نیروهای درونی است (هوک و روهر، ۱۹۷۹).
رشد نامتوازن	مخروط‌افکنه‌ها ثابت و پایدارنیستند، بلکه متأثر از شرایط آب و هوایی و تکتونیک، در حال تغییر بوده، رشد نامتوازنی دارند (بول، ۱۹۷۵).
مدل‌های ترکیبی	در شکل‌گیری مخروط‌افکنه‌ها عوامل مختلفی دخالت دارند که این عوامل تأثیرات مختلفی روی آن‌ها دارند(بول، ۱۹۷۷)،(هوک و دورن، ۱۹۹۵)و (ریتر، ۱۹۹۵).

(رونالد[1] ودورن[2]،۱۹۹۶: ۱۹۲)

پیشینه تحقیق

مخروط‌افکنه‌ها به‌دلیل تأثیرات زیادی که در فعالیت‌های گوناگون انسان دارند، از قدیم مورد توجه محققان و پژوهشگران قرار گرفته‌اند. اولین مطالعه علمی در این زمینه، مطالعاتی بود که اسمیت[3] در سال ۱۷۵۴ در مورد مخروط‌افکنه‌های شمال انگلستان انجام داد، پس از اوساسور[4] در سال ۱۷۷۹ درباره‌ی مخروط‌افکنه‌های آلپ‌های فرانسه مطالعه کرد. دریو[5] نیز در سال ۱۸۷۳، در پژوهشی به مطالعه مخروط‌افکنه‌های هیمالیای شمالی پرداخت. تا سال ۱۹۶۰، مطالعات مخروط‌افکنه‌ها به فعالیت‌های پژوهشی در سه کشور آمریکا، انگلیس و فرانسه محدود می‌شد. پس از آن، مطالعه مخروط‌افکنه‌ها اهمیت زیادی یافت و پژوهشگران کشورهای دیگری نظیر ایتالیا، اسپانیا، آفریقای جنوبی، شیلی و آرژانتین به مطالعه آن پرداختند (مقامی مقیم، ۱۳۸:۱۳۸۸)

مطالعات مطرح شده، جنبه عمومی داشته و محققان نام برده تأثیرات عوامل مختلفرا روی مخروط‌افکنه‌ها بررسی کرده‌اند. اما محققانی نیز اختصاصاً به مطالعه تأثیرات آب و هوا بر مخروط‌افکنه‌ها پرداخته‌اند که از جمله آن‌ها می‌توان به مطالعات لوستیگ[6] در سال ۱۹۶۵ در دره اسپرینگ در کالیفرنیا اشاره کرد. او در این مطالعه به این نتیجه رسید که مخروط‌افکنه‌ها در شرایط آب و هوایی متفاوت به تعادل خود نزدیک می‌شوند. شواهد او در این زمینه عبارت بودند از: ۱- تغییر و جابه‌جایی در رسوبات انتهایی مخروط‌افکنه‌ها، ۲- افزایش شیارهای رأس آن‌ها، ۳- حضور رسوبات صیقل‌یافته در قسمت متروکه‌ی آن‌ها، ۴- عمیق‌تر شدن عمق کانال میانی آن‌ها

آلن[7] نیز در سال ۱۹۹۰ ازمیان عناصر آب و هوایی، به مطالع نقش بارش در تکامل مخروط‌افکنه‌های شمال غربی آمریکا پرداخته و تأثیر این عنصر را در عمق کانال میانی مخروط‌افکنه‌ها مؤثر دانسته است.

در ایران اولین بار بی‌مونت[8] در سال ۱۹۷۲ در مورد مخروط‌افکنه‌های پای‌کوهی در البرز، مطالعاتی انجام داد. رضایی مقدم (۱۳۷۴) نیز مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی میشوداغ در استان آذربایجان شرقی را با تأکید برمورفوکلیما و مورفوتکتونیک بررسی کرد. ناصرارزانی (۲۰۰۳) از دیگر پژوهشگرانی

1- Ronald

2- Dorn

1. Smith
2. Sasor
3. Dereo
6. Lustig
5. Allen
6. Beaumont

است که مطالعاتی درباره مخروط‌افکنه‌های منطقه ابرکوه استان یزد و ارتباط آن‌ها با آب‌های زیرزمینی انجام داده است.

با دقت در جدول ۱ و مطالعات انجام شده می‌توان چنین فرض کرد که آب و هوا توان تأثیرگذاری بر بسیاری از ویژگی‌های مخروط‌افکنه‌های منطقه، از جمله شکل، شیب، وسعت، میزان رسوب، عمق کانال میانی و میزان کاربری انسانی آن‌ها را داشته و آن‌ها را به شکل کنونی در آورده است.

در این مقاله سعی بر این است تا بر اساس مدل‌های آب و هوایی (ستون ۲ جدول ۱) با مطالعه آب و هوای منطقه، تأثیرات آن روی مخروط‌افکنه‌ها از جهات مختلف بررسی شود تا از نتایج آن در بهره‌برداری مناسب از مخروط‌افکنه‌ها استفاده شود. در این مطالعه، تأثیرات آب و هوایی از منظر رابطه‌یمیان حوضه‌های آبریز و مخروط‌افکنه‌ها به دو صورت توصیفی و کمی بررسی خواهد شد.

روش تحقیق

برای مطالعه تأثیرات آب و هوا در ویژگی‌های مخروط‌افکنه‌های منطقه، ابتدا با استفاده از نقشه های توپوگرافی با مقیاس‌های ۱:۵۰۰۰۰و۱:۲۵۰۰۰ اسفراین، صفی‌آباد رویین و بجنورد، تصویر ماهواره‌ای Landsat-7 سال۱۳۶۶ و عکس هوایی، موقعیت منطقه مشخص و مرزبندی شد. برای مشخص شدن تأثیرات عناصر آب و هوایی روی مخروط‌افکنه‌ها نیاز بود برخی از این عناصر اندازه‌گیری شود. برای اندازه‌گیری این عناصر، از آمار ۳۶ ساله ایستگاه‌های سینوپتیک و کلیماتولوژی بجنورد، اسفراین، شیروان، قوچان، ایستگاه‌های تبخیر سنج اسدلی و بالاخوش و چهل ایستگاه باران‌سنج استفاده شد و داده‌های آماری آن‌ها در نرم‌افزار Spss تجزیه و تحلیل گردید.

روش‌های تجربی برآورد رسوب، روش دیگری بود که برای برآورد میزان رسوب حمل‌شده به مخروط-افکنه‌ها از آن استفاده شد. منطقی‌ترین روش در این زمینه، روش اندازه‌گیری مستقیم و در ایستگاه‌های هیدرومتریک است. متأسفانه در ۲۹ حوضه مورد مطالعه، فقط در چند ایستگاه امکاناتاندازه‌گیری دبی و رسوب وجود داشت. بنابراین برای سایر حوضه‌ها بایستی از روش‌های تجربی استفاده می‌شد. بر این اساس ابتدا روش‌های تجربی در مورد حوضه‌های دارای آمار آزمایش شدو نتایج آن با نتایج دستگاه‌های هیدرومتریک مقایسه شد. آسان‌ترین، دقیق‌ترین وسریع‌ترین روش‌های تجربی که با منطقه همخوانی لازم را داشت، روش بونیفر بود. این روش را فورنیه در سال ۱۹۶۰ برای تهیه‌ی یک الگوی جهانی بازده رسوب معلق با استفاده از فاکتورهای بارش، ناهمواری و وسعت حوضه مطرح کرد (گودرزی‌نژاد، ۱۳۷۷: ۳۵۹). فورنیه برایبرآورد رسوب، فرمول زیر را ارائه داد (رابطه ۱).

رابطه ۱: $$\log E = 2.26\log(\frac{p^2}{p}) + 0.46\log \overline{H} \times \tan\phi - 1.56$$

در این فرمول

E= بازده رسوب سالانه برحسب تن در کیلومترمربع

P= حداکثر بارش ماهانه برحسب میلی‌متر

P= میانگین بارش سالانه برحسب میلی‌متر

H= میانگین ارتفاع حوضه برحسب متر

ϕ = میانگین شیب حوضه

یکی از فرضیات پژوهش این بود که بارش، به‌عنوان یکی از عناصر آب و هوایی می‌تواند بر شکل مخروط‌افکنه‌های منطقه تأثیر بگذارد. بدین جهت لازم بود شکل واقعی و ضریب مخروط‌گرایی برای آن‌ها مشخص شود. بدین منظور از روش مخروط‌گرایی موکرجی[1] استفاده شد. موکرجی، معیار سنجش و شکل واقعی یک مخروط‌افکنه را به صورت زیر ارائه کرد (رابطه ۲):

رابطه ۲ $\frac{af}{afe}$ = ضریب مخروط گرایی

af = مساحت مخروط افکنه

afe= مساحت مخروط افکنه ایده ال

مخروط‌افکنه ایده‌آل براساس فرمول زیر مشخص می‌شود (رابطه ۳):

رابطه ۳ $\frac{\pi\Gamma 2\alpha}{360}$ = مخروط ایده‌آل

در این فرمول

π = عدد پی که معادل۳/۱۴

Γ = شعاع مخروط‌افکنه

α = زاویه بین دو حاشیه مخروط‌افکنه که در محل رأس آن اندازه‌گیری می‌شود.

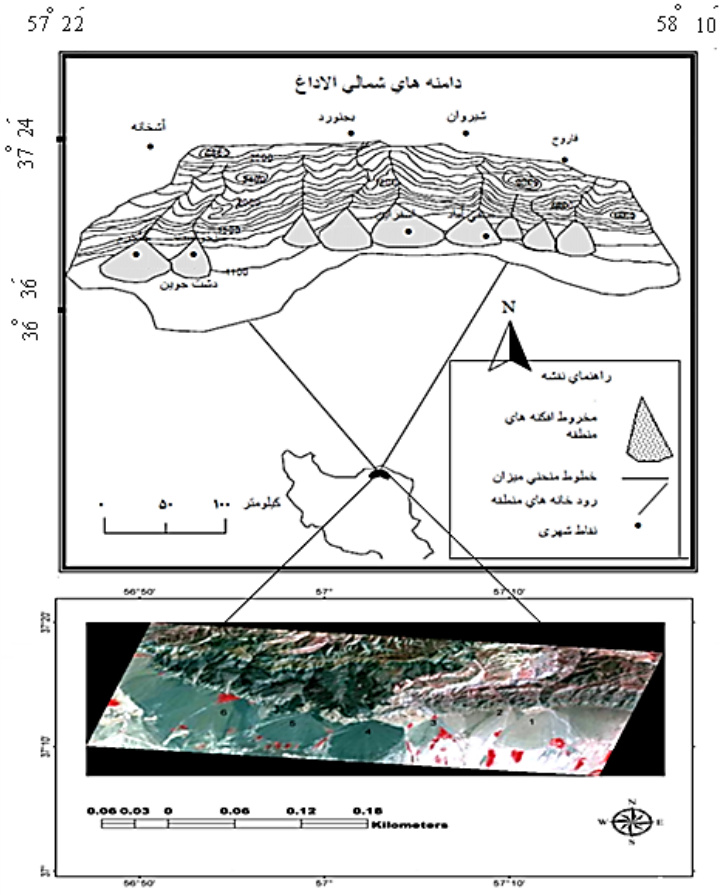
ضریب مخروط‌گرایی برای یک مخروط‌افکنه، مشخص و تیپیک [1]است (موکرجی، ۱۹۷۶: ۱۹۰). علاوه بر روش‌های یادشده، برای تکمیل مطالعات از مطالعات میدانی نیز استفاده شد که در این زمینه می‌توان به اندازه‌گیری عمق کانال میانی و مشخص کردن میزان کاربری انسانی مخروط‌افکنه‌ها و حوضه‌های شکل‌دهنده آن‌ها اشاره کرد.

1- Mukerji

محدوده و قلمرو پژوهش

منطقه مورد مطالعه در شمال شرقی ایران و در دامنه‌های جنوبی ارتفاعات آلاداغ (حد فاصل البرز شرقی و رشته‌کوه بینالود) قرار دارد. از نظر موقعیت جغرافیایی بین عرضَ ۳۶°۳۶ تا ۳۷°۲۴ شمالی و طول ۵۷°۲۲ تا ۵۸°۱۰ شرقی واقع شده است (نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ اسفراین، صفی‌آباد رویین و بجنورد). جاده قوچانبه سبزوار، این منطقه را از بینالود و کوه قرخود آن رااز البرز شرقی جدا می‌کند.

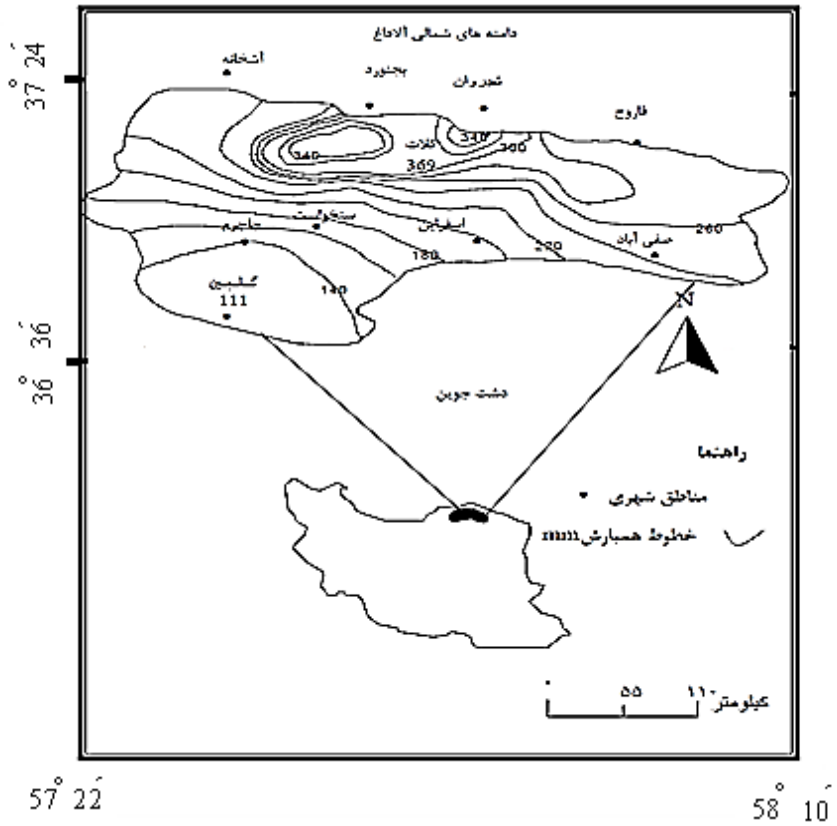
منطقه مورد مطالعه از طرف شمال به دامنه‌های شمالیآلاداغ و از طرف جنوب به دشت جاجرم، دشت اسفراین و رودخانه کال‌شور که جزیی ازحوضه‌ی آبریز کویر شمالی ایران محسوب می‌شود، محدود می‌گردد. شهرهای اسفراین، صفی‌آباد، جاجرم، سنخواست و چندین روستای پرجمعیت در قسمت جنوبی این منطقه استقرار یافته‌اند (شکل ۱). مساحت منطقه حدود ۵۰۰۰ کیلومتر مربع است.



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

یافته‌های تحقیق

قبل از بررسی تأثیرات آب و هوایی روی مخروط‌افکنه‌ها، آشنایی با آب و هوای منطقه می‌تواند به درک این تأثیرات کمک کند. آب و هوای منطقه درکنترل دو دسته عوامل سیاره‌ای و محلی است. از عوامل سیاره‌ای می‌توان به پر فشار سیبری و بادهای غرب اشاره کرد.منطقه‌ی مورد مطالعه، اولین مسیر ورود پر فشار سیبری بهایران است (علیجانی، ۱۳۷۴: ۷).



شکل ۲- نقشه خطوط بارش منطقه مورد مطالعه (منبع: نگارنده)

بادهای غربی به واسطه رطوبتی که به منطقه وارد می‌کند، در آب وهوای منطقه مؤثر هستند.ارتفاعات، موقعیت ممتازی به منطقه بخشیده وآن را به‌عنوان نگین درخشانی در بین بیابان‌های قره‌قوم ترکمنستان در شمال و بیابان‌های داخلی ایران قرارداده، سبب اعتدال نسبی آب و هوای آن شده است. بر اساس طبقه‌بندی اقلیمی دمارتن، آب و هوای منطقه، نیمه‌خشک است (مقامی مقیم، ۱۳۷۹:۳۴).

میانگین درجه حرارت آن در یک دوره آماری ۳۶ ساله (۱۳۵۴-۱۳۹۰)، ۱۳/۳۷ درجه سانتی‌گراد، گرم‌ترین ماه آن تیرماه با متوسط ۱۶/۳ درجه و سردترین ماه آن بهمن‌ماه با متوسط دمای ۱ درجه ثبت شده است.متوسط بارندگی منطقه ۲۴۹ میلی‌متر، پرباران‌ترین ماه، فروردین با میانگین ۴۲/۱۴۲ و خشک‌ترین آن، تیرماه با ۲/۵میلی‌متراست. پرباران‌ترین ایستگاه منطقه، ایستگاه کلات با میانگین بارش سالانه ۳۶۹ میلی‌متر و کم بارش‌ترین آن، ایستگاه گلبین با ۱۱۱میلی‌متر در جنوبغربی منطقه قرار دارد (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۵۴-۱۳۹۰).

تأثیر آب و هوا در مخروط‌افکنه‌های منطقه

درباره‌ی تأثیرات آب و هوا بر مخروط‌افکنه‌ها،مطالعات ارزنده‌ایانجام شده است. در بیش‌تر این مطالعات، دما یکی از مهم‌ترین عناصر آب و هوایی مؤثر بر مخروط‌افکنه‌هادر نظر گرفته شده است وبر این باورند که دما از طریق فرایندهای مختلف هوازدگی، تأثیرات خود را روی مخروط‌افکنه‌ها اعمال می‌کند (رونالد دورن، ۲۰۰۹: ۷۴۲-۷۲۳).

بنابراین بهتر است تأثیرات دما بر مخروط‌افکنه‌های منطقه، از طریق بررسی فرایندهای هوازدگی انجام گیرد. یکی از این فرایندها، ترموکلاستیسم[1] یا متلاشی شدن سنگ در اثر نوسان دما است (رجایی، ۱۳۷۵: ۱۰۱). این فرایند در مناطقی اتفاق می‌افتد که اختلاف زیاد درجه حرارت سبب انبساط و انقباض کانی‌ها شده، شرایط را برای تخریب فیزیکی آن‌ها فراهممی‌کند. نوسانات سالانه دمای منطقه دریک دوره‌ی ۳۵ ساله، ۲۴/۵۸ درجه سانتی‌گراد است. بنابراین در حدی نیست که در کوتاه‌مدت بتواند باعث متلاشی شدن سنگ‌هاشود. متوسط نوسانات ماهانه‌ی دمای منطقه، ۲۷ درجه است که این مقدار نیز نمی‌تواند در کوتاه‌مدت تغییرات زیادی را در سنگ‌ها حاصل نماید. نوسانات حداقل و حداکثر دمای ثبت‌شده‌ی منطقه نیز رقم چشمگیری نیست که بتواند عامل تخریب سنگ‌ها محسوب شود. مطالعات تجربی نشان می‌دهد که در بهترین حالت تغییرات روزانه درجه حرارت ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد بدون حضور آب، به مدت ۲۴۴ سال تغییر چشمگیری در سنگ‌ها حاصل نشده است (معتمد، ۱۳۷۹: ۴۲). مطالعه نوسانات دمای منطقه بیانگر تأثیر اندک این پدیده درکوتاه‌مدت است. ولی در درازمدت می‌توان آن را عامل مؤثردرتخریب سنگ‌ها و افزایش رسوب مخروط‌افکنه‌ها به حساب آورد.

پدیده قابل توجه در ارتباط با هوازدگی و درجه حرارت، کریوکلاستیسم یا متلاشی شدن سنگ دراثر انجماد و ذوب آب است. برخلاف پدیده ترموکلاستیسم، اثرات این پدیده درکوتاه‌مدت قابل توجه بوده و می‌توان آن را یکی از عوامل اصلی تخریب سنگ‌ها به حساب آورد. فعالیت آن درمنطقه، از آبان‌ماه شروعو

1. Termoclastisme

در دی‌ماه به حداکثر می‌رسد. متوسط فعالیت آن در ایستگاه‌های منطقه، ۹۵ روز گزارش شده است (سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۵۴-۱۳۹۰). حاصل فعالیت این فرایند به صورت سنگ‌های خرد شده، سبب شکل‌گیری واریزه‌های کوچک و موقت در منطقه می‌شود.

این واریزه‌ها به دو دسته تقسیم می‌شود. دسته اول آن‌هایی هستند که دوام زیادی ندارند و با اولین بارندگی به شاخه اصلی رودخانه حمل و در جبهه کوهستان منطقه انباشته شده، سبب افزایش ضخامت رسوبات وشیب در رأس مخروط‌افکنه‌ها شده است (سالک هر،۲۰۱۰: ۲۲۷- ۲۱۵). در برخی از منابع این افزایش شیب را ناشی از حرکات تکتونیکی می‌دانند. هرچند فعالیت‌های تکتونیکی در افزایش شیب در مخروط‌افکنه‌ها بی‌تأثیر نیست، مطالعات میدانی نشان داد که تغییرات شیب در مخروط‌افکنه‌ها آن‌قدر عمقی نیست که مرتبط با فعالیت‌های نئوتکتونیکی باشد. بنابراین می‌توان آن را به تأثیرات اقلیمی نسبت داد. دسته‌ی دیگر از این واریزه‌ها، به‌دلیل نبود جریان‌های سیلابی جابه‌جا نشده و براساس وزن خود روی هم انباشته شده، سبب شکل‌گیری تراست[1] می‌شوند (سامرفیلد[2]، ۱۹۹۱: ۱۲).

بارش، یکی دیگراز عناصرآب و هوایی است که تأثیرات آن در عمق کانال میانی مخروط‌افکنه‌ها نمود دارد (آلن[3]،۱۹۹۰: ۲۶۰). همچنین تأثیرات این عنصر در مخروط‌افکنه‌ها می‌تواند از طریق تأثیرگذاری در شکل‌گیری جریان‌های سیلابی، حرکات دامنه‌ای، پوشش گیاهی و انواع هوازدگی بررسی شود (بایرلی[4]، ۱۹۷۹: ۱۳). بارش، تأثیرات خود را از طریق حوضه آبریز بر مخروط‌افکنه‌های منطقه اعمال کرده است. مطالعات میدانی نشان داد که تأثیر مستقیم بارش روی مخروط‌افکنه‌های منطقه به‌دلیل وسعت کم آن‌ها چندان مشهود نیست. فقط در برخی از آن‌ها که وسعت بیش‌تری دارند، تأثیر بارش به‌صورت شیارهای کوچک و کم‌عمق در سطح آن‌ها نمایان است.

به‌دلیل شرایط طبیعی و پوشش گیاهی اندک، بیش‌تر بارش منطقه باعث جریانات سیلابی می‌شود. این سیلاب‌ها حجم زیادی از رسوبات را حمل و در انتهایی‌ترین قسمت خودکه همان مخروط‌افکنه است، رسوب‌گذاری می‌کنند. تکرار این پدیده در سال‌های متوالی سبب افزایش شیب و ناهمواری در رأس مخروط‌افکنه‌ها شده است. همچنین بارش،تأثیر زیادی در فعال شدن فرآیند هیدروکلاستیسم یعنی متلاشی شدن سنگ در اثر تناوب رطوبت و از دست دادن آن دارد. این پدیده می‌تواند رسوب مورد نیاز مخروط‌افکنه‌ها را تأمین کند. این پدیده در دره اصلی رودخانه رویین، کلات و میامکه مقدار رس زیادیدارند، بیش‌تر اتفاق می‌افتد. بارش‌هایی می‌توانند روی مخروط‌افکنه‌ها مؤثر باشند که شدت بالا و توانایی ایجاد سیلاب را داشته باشند تا بتوانند فواصل طولانی را طی نموده،رسوبات را به مخروط‌افکنه‌ها

1. Teraset
2. Summerfield
3. Allen
4. Baily

رسانده، در مقدار رسوب آن‌ها مؤثر باشند. این بارش‌ها که به بارش‌های مؤثر معروف هستند،از تفاضل تبخیر بالقوه از بارش کل یک منطقه حاصل می‌شود (گودرزی‌نژاد، ۱۳۷۸: ۲۳۹). آمار باران‌سنج‌های منطقه نشان می‌دهد کهبیش‌ترین بارش‌های مؤثردر ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس و دسامبر اتفاق می‌افتد (جدول ۲).

جدول ۲- متوسط بارش مؤثر منطقه‌ی مورد مطالعه

ماه‌های سال	میانگین بارش به میلی‌متر	تبخیر بالقوه به میلی‌متر	بارش مؤثر به میلی‌متر
ژانویه	۲۹/۳۵	۰/۳۳	۲۹/۰۳
فوریه	۳۵/۵	۲/۳۳	۳۳/۱۷
مارس	۴۳/۸۵	۱۷/۸۵	۲۶/۳۵
آوریل	۴۴/۹	۴۳/۹۶	۰/۹۴
مه	۷۶/۶۵	۶۵/۵۳	-۳۷/۸۷
ژوئن	۸/۴	۹۲/۱۸	-۸۳/۸۷
ژوئیه	۵/۶	۱۰۴/۸۱	-۹۹/۲۱
اوت	۳/۸	۹۶/۳۳	-۹۲/۵۳
سپتامبر	۶/۰۵	۷۲/۸۲	-۶۶/۷۷
اکتبر	۱۲/۴۵	۴۴/۵۷	-۳۲/۱۲
نوامبر	۲۰/۳	۲۳	-۲/۱۲
دسامبر	۲۸/۰۵	۴/۵۶	۲۴/۴۹

مأخذ (آب منطقه‌ای خراسان شمالی)

دراین زمان و بر اثر این بارش‌ها،حرکات دامنه‌ای و تخریب فیزیکی به حداکثر می‌رسد. بارش زیاد در این حوضه‌ها سبب فعال شدن پدیده‌ی لغزش می‌شود. ریزش مستقیم مواد حاصل از این لغزش‌ها به داخل رودخانه‌ها، باعث تغییر در پارامترهای رسوبی آن‌ها شده، بار رسوبی آن‌ها را افزایش می‌دهد (موسوی هرمی، ۱۳۸۶: ۸۲). افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها در میزان رسوبات رأس مخروط‌افکنه‌ها تأثیر می‌گذارد. تأثیر دیگر بارش در مخروط‌افکنه‌ها از طریق تأثیر بر پوشش گیاهی قابل بررسیاست. بارش با تأمین رطوبت گیاهان، نقش خود را در این زمینه ایفا می‌کند. با توجه به این‌که متوسط بارش منطقه ۲۴۹ میلی‌متر بوده و این بارش نیاز آبی منطقه راتأمین نمی‌کند و پوشش گیاهی به قدری نیست که توانایی مهار سیلاب‌ها را داشته باشد، در نتیجه سیلاب‌های مخربی جریان می‌یابد. نقش سیلاب‌ها در حمل رسوب به مخروط‌افکنه‌ها اهمیت زیادی دارد، به‌طوری‌که ۸۳ درصد رسوبات مخروط‌افکنه‌های منطقه را جریانات سیلابی به سوی آن‌ها حمل کرده‌اند.

علاوه بر موارد یادشده، بارش روی میزان کاربری انسان‌ها از مخروط‌افکنه‌ها نیز تأثیرات زیادی دارد. از این منظر مخروط‌افکنه‌های منطقه به سه دسته تقسیم می‌شود:

دسته اول، مخروط‌افکنه‌هایی هستند که حوضه آن‌ها منابع آب غنی دارند. بنابراین مورد توجه انسان‌ها قرار گرفته و بیش از هشتاد درصد سطح آن‌ها در قلمرو فعالیت‌های مسکونی، کشاورزی و صنعتی انسان‌ها قرار گرفته است؛ مانند مخروط‌افکنه‌های اسفراین، بزنج و رویین (شکل۳).

جدول ۳- ویژگی‌های مخروط‌افکنه‌های منطقه

ردیف	نام حوضه	مساحت مخروط افکنه به کیلومترمربع	ضریب مخروط‌گرایی	متوسط بارش سالانه به میلی‌متر	عمق کانال میانی مخروط‌افکنه‌های منطقه به متر	میزان کاربری انسانی به درصد	حداکثر بارش ماهانه (میلی‌متر)	برآورد رسوب سالانه بر اساس روش یونیفر(تن در سال) کیلومتر مربع
۱	اسفراین	۶۰	۰.۳۹	۳۰۶,۷	۳	۸۰	۵۹	۹۴۲۴۵
۲	اسماعیل‌آباد	۴	۰.۸۸	۱۶۵,۳۳	۱.۲۵	۴۰	۴۸	۲۱۰۰
۳	ایزی	۱۰	۰.۹۹	۳۰۹	۱.۸۰	۷۵	۵۹	۴۲۵۲
۴	بابا قدرت	۴	۰.۵۶	۳۱۲	۲.۵۰	۱۵	۵۸	۸۳۴۹
۵	بزنج	۹	۰.۸۰	۲۵۸	۲.۶۰	۶۲	۶۸	۲۲۳۱۷
۶	بکرآباد	۱۶.۵	۰.۹۸	۲۹۹	۱.۷۰	۷۲	۶۹	۳۰۸۱۶
۷	توی	۵.۵	۰.۳۱	۳۴۵	۱	۸۳	۶۰	۱۶۱۷۰
۸	جربت	۳۰	۰.۷۰	۲۴۱	۰.۹۰	۵۸	۵۵	۹۷۲۴
۹	چهاربرج	۱۹	۰.۷۱	۳۷۰	۱	۸۵	۶۳	۹۹۱۶
۱۰	حصار	۷	۰.۶۵	۲۲۵	۱.۵۰	۵۴	۴۴	۱۸۸۷
۱۱	دهنه اجاق	۱۹	۰.۴۰	۳۱۰	۲.۵۰	۷۵	۶۰	۴۳۵۶۰
۱۲	دهنه شیرین	۱۰	۰.۹۳	۲۵۶	۱.۷۰	۶۲	۵۲	۱۱۸۱۱
۱۳	روئین	۴۷	۰.۸۰	۳۲۰	۲.۵	۷۷	۵۹	۴۹۰۳۴
۱۴	ریشی	۹.۵	۰,۷۵	۳۰۹	۱.۸۰	۵	۵۹	۲۸۷۰۰
۱۵	زاری	۸	۰,۳۴	۳۷۰	۱.۹۰	۶۰	۶۵	۱۴۲۵۰
۱۶	سارمران	۱۵.۵	۰,۵۲	۳۶۰	۲	۵۰	۶۲	۶۴۸۰
۱۷	الست	۱۰	۰,۴۵	۱۷۰	۰.۵۰	۴۱	۴۹	۵۴۶۷
۱۸	سست	۱۷.۱	۰,۸۲	۲۸۵	۱.۷۰	۶۹	۶۶	۳۲۳۶۰
۱۹	سنخواست	۹۰	۰,۵۷	۲۲۰,۵۰	۱.۶۰	۵۳	۳۹	۱۰۰۸۰
۲۰	سنگتراش	۱۵	۰,۵۱	۲۲۵	۱.۷۰	۵۴	۳۸	۱۶۴۰
۲۱	شوقان	۲.۵	۰,۳۵	۲۳۵	۱.۵۰	۵۷	۴۰	۲۷۳
۲۲	صفی‌آباد	۵۰	۰,۹۰	۲۰۴	۱.۷۵	۶۰	۵۰	۱۲۲۲۰
۲۳	طاق‌گاهی	۱۰.۵	۰,۴۴	۲۲۰	۱.۳۰	۵۳	۵۶	۷۲۱۶
۲۴	عادل‌آباد	۵	۰,۹۰	۱۵۹	۱	۳۸	۴۰	۴۲۰
۲۵	قرجه‌آباد	۳۰	۰,۴۴	۳۰۰	۲	۷۲	۵۴	۸۳۱۶
۲۶	گپز	۱۰	۰,۹۰	۱۹۰	۱	۴۶	۴۸	۱۹۶۱
۲۷	محمدآباد	۴۰	۰,۶۳	۱۲۵	۰.۵۰	۵۰	۳۳	۱۱۷۹۱

۲۸	مشکان	۳.۵	۰,۹۰	۲۰۰	۱.۱۰	۴۸	۵۰	۱۸۹۰
۲۹	نصرآباد	۱۴	۰,۵۰	۳۰۲	۲	۵۰	۵۵	۵۴۰۰

دسته دوم مخروط‌افکنه‌هایی هستند که علی‌رغم شرایط آب و هوایی مناسب، به‌دلیل قرار گرفتن در محدوده پارک ملی سالوک، فعالیت‌های انسانی درآن‌ها محدود بوده، روند تکاملی خودراطی می‌کنند؛ مانند مخروط‌افکنه‌های چهار برج، سارمران و زاری (شکل ۱، قسمت تصویر ماهواره‌ای).

دسته سوم مخروط‌افکنه‌هایی هستند که به‌دلیل بارش کم حالت لم‌یزرع داشته و فعالیت‌های انسانی در آن‌ها اندک است؛ مانند مخروط‌افکنه‌های اسماعیل‌آباد، دهنه شیرین، عادل‌آباد و الست.

بررسی روابط کمی بین عناصر آب و هواییو مخروط‌افکنه‌ها

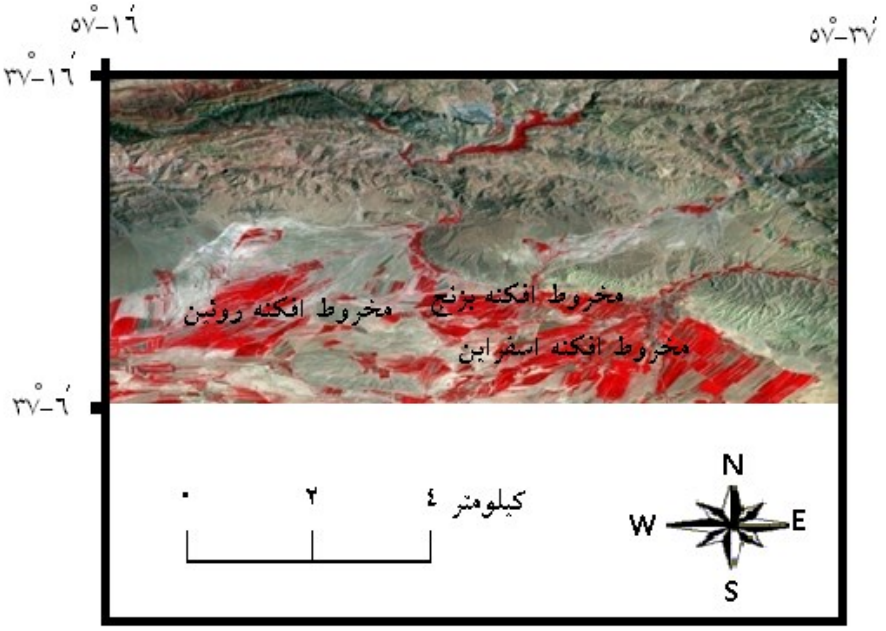
روش‌های کمی به‌دلیل دقت بالا به خوبی می‌توانند تأثیرات مختلف آب و هوایی را روی مخروط‌افکنه‌ها نمایان سازند. در بین عناصرآب و هوایی عنصری که می‌توانست تأثیرآن به صورت کمی روی مخروط‌افکنه‌ها بررسی شود، بارش بود. به‌دلیل وجود بیش از چهل ایستگاه باران‌سنج درمنطقه، داده‌های مطمئنی در این زمینه وجود داشت.این داده‌ها برای بررسی همبستگی بین بارش و ویژگی‌های مخروط‌افکنه‌ها استفاده شد و نتایج قابل قبولی حاصل شد که در این میان، رابطه‌ی میان مقدار بارش و عمق کانال میانی مخروط‌افکنه‌ها قابل توجه بود.

برای مطالعه‌ی این رابطه در آن دسته از مخروط‌افکنه‌ها که دراثر جریانات رودخانه‌ای شکل گرفته بودند، در فواصل منظم پانصد متری، عمق کانال میانی اندازه‌گیری شد (جدول ۳، ستون ۵). سپس بارش منطقه با استفاده از آمار چهل ایستگاه باران‌سنج اندازه‌گیری و در ستون‌های ۵ و ۹ جدول ۳ درج شد. داده‌های آماری در نرم‌افزار spss تجزیه و تحلیل قرار شد که خروجی آن در شکل ۵ و جدول ۴ مشاهده می‌شود. همان‌طور که در قسمت Aجدول۴و شکل ۵ مشخص است، رابطه‌ای مستقیم و منطقی بین میزان بارش و عمق کانال میانی مخروط‌افکنه‌ها وجود دارد. بنابراین می‌توان گفت بارش به عنوان یک عنصر آب و هوایی، تأثیرات فراوانی بر مخروط‌افکنه‌ها داشته که این تأثیرات در عمق کانال میانی آن‌ها نمود بیش‌تری دارد. تأثیر بارش در عمق کانال میانی مخروط‌افکنه‌های منطقه به صورت معادله زیر بیان می‌شود (رابطه ۴):

رابطه ۴ : $R=۰/۷۲n=:۲۹P<۰/۱۰$

در این پژوهش همچنین تأثیر بارشروی مقدار رسوب مخروط‌افکنه‌ها به‌صورت کمی بررسی شد.بدین جهت مقدار رسوب وارده به مخروط‌افکنه‌ها با روش بونیفر برآورد و در ستون ۸ جدول ۳ درج شد و ارتباط آن با بارش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و مشخص شد که متوسط بارش سالانه، تأثیر زیادی در مقدار رسوبات مخروط‌افکنه‌های منطقه نداشته است (شکل ۵، جدول۴، قسمتB) (رابطه ۵).

رابطه ۵: $R=۰/۳۴n=:۲۹P<۰/۰\ ۱$



شکل ۳- تصویر ماهواره‌ای مخروط‌افکنه‌های اسفراین، بزنج و رویین

منبع: (سازمان فضایی ایران)

این تصویر در اردیبهشت‌ماه سال ۱۳۶۶ با ماهواره لندست با قدرت تفکیک سی متر تهیه شده است. باغات و مزارع کشاورزی در این تصویر به رنگ قرمز مشخص شده است. (به‌دلیل فعالیت‌های عمرانی زیاد در این سه مخروط‌افکنه، در تصاویر ماهواره‌ای جدید، محدوده‌های آن‌ها به درستی مشخص نیست. به همین دلیل از تصاویر قدیمی استفاده شده است).

شکل ۴- کارخانه لوله گستر اسفراین یکی از کاربری‌های مخروط افکنه رودخانه روئین

جدول ۴- نتایج ارتباط بین عناصر آب و هوایی و مخروط‌افکنه‌های منطقه

	قسمت A	متوسط بارش به میلیمتر	عمق کانال میانی به متر
متوسط بارش به میلیمتر	Pearson Correlation	1.000	.724
	Sig. (2-tailed)	.	.000
	N	29	29
عمق کانال میانی به متر	Pearson Correlation	.724	1.000
	Sig. (2-tailed)	.000	.
	N	29	29

Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

	قسمت B	بارش متوسط	مقدار رسوب سالنه منطقه
بارش متوسط سالانه	Pearson Correlation	1.000	.344
	Sig. (2-tailed)	.	.068
	N	29	29
مقدار رسوب سالانه منطقه	Pearson Correlation	.344	1.000
	Sig. (2-tailed)	.068	.
	N	29	29

	قسمت C	حداکثر بارش ماهانه	مقدار رسوب سالانه منطقه
مقدار رسوب سالانه منطقه	Pearson Correlation	1.000	.438
	Sig. (2-tailed)	.	.018
	N	29	29
حداکثر بارش ماهانه	Pearson Correlation	.438	1.000
	Sig. (2-tailed)	.018	.
	N	29	29

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

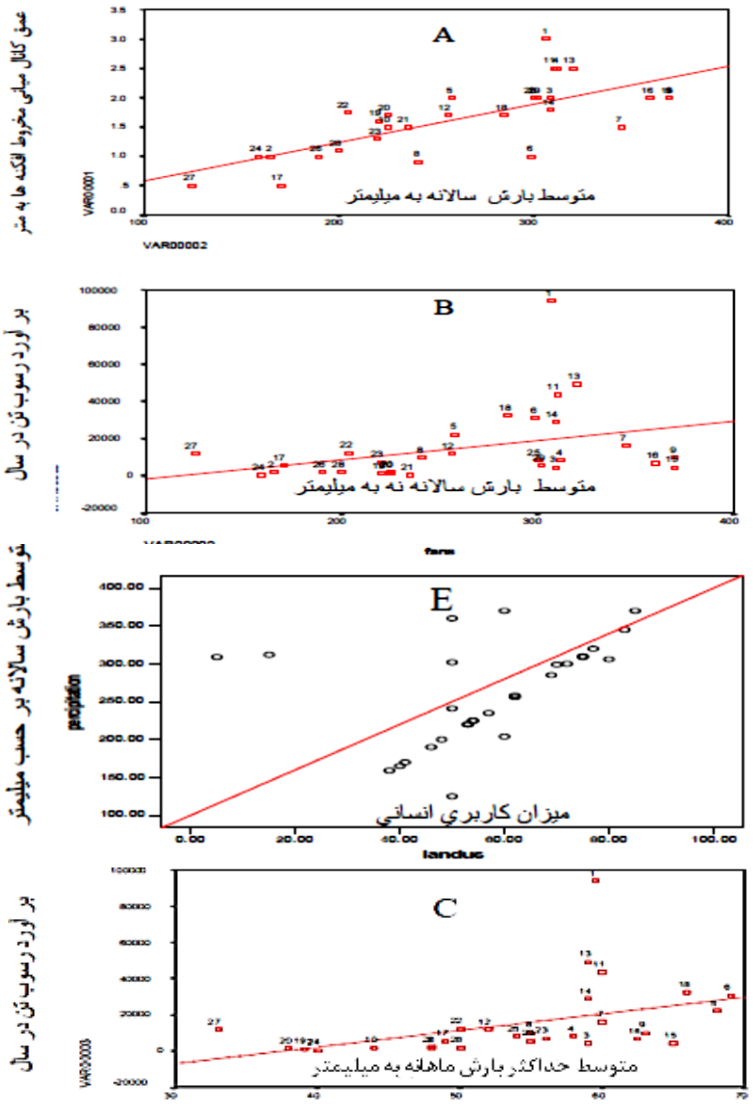
	قسمت D	ضریب مخروط گرایی	متوسط بارش سالانه
ضریب مخروط گرایی	Pearson Correlation	1	-.286
	Sig. (2-tailed)		.132
	N	29	29
متوسط بارش سالانه	Pearson Correlation	-.286	1
	Sig. (2-tailed)	.132	
	N	29	29
	قسمت E	متوسط بارش سالانه	میزان کاربری انسانی به درصد
متوسط بارش سالانه	Pearson Correlation	1	.378(*)
	Sig. (2-tailed)		.043
	N	29	29
میزان کاربری انسانی به درصد	Pearson Correlation	.378(*)	1
	Sig. (2-tailed)	.043	
	N	29	29

* Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed)

در بررسی دقیق‌تر مشخص شد که حداکثر بارش ماهانه، تأثیر زیادی در این زمینه داشته است. شکل ۵ و جدول ۴ قسمت C، این رابطه را مشخص می‌کند. این رابطه به‌صورت معادله زیر بیان می‌شود (رابطه ۶).

رابطه ۶: $R=۰/۴۳n=:۲۹P<۰/۰۱$

بر اساس این معادله، بیش‌تر رسوبات حمل‌شده به مخروط‌افکنه‌ها بر اثر بارش‌های اتفاقی و رگبارهای شدید بوده و بارش‌های عادی، تأثیرات کم‌تری در این زمینه داشته‌اند.



شکل ۵- ارتباط تأثیر عناصر آب و هوایی در مخروط‌افکنه‌ها

یکی از فرضیات این پژوهش این بود که عناصرآب و هوایی در شکل مخروط‌افکنه‌ها تأثیر داشته است. برای بررسی این فرض، ضریب مخروط‌گرایی برای مخروط‌افکنه‌ها تعیین و در جدول ۳ ثبت شد. مقدار این ضریب برای مخروط‌افکنه‌های منطقه بین عدد ۰/۳۰ تا ۱ متغیر است. میانگین این ضریب برای مخروط‌افکنه‌های منطقه، ۰/۶۴ است. این مسأله بیانگر آن است که مخروط‌افکنه‌های منطقه به وسیله مخروط‌افکنه‌های دیگر محصور نبوده، به رشد خودادامه داده‌اند. برای مشخص شدن تأثیر بارش روی شکل مخروط‌افکنه‌ها،آمار مربوط به ضریب مخروط‌گرایی و بارش تجزیه و تحلیل شد و مشخص گردید که هیچ‌گونه رابطه‌ای دراین زمینه وجود ندارد (قسمتD، جدول ۴).

کاربری اقتصادی، ویژگی دیگر مخروط‌افکنه‌ها بود که تأثیر بارش روی آن به‌صورت کمی ارزیابی شد.برایاین بررسی با ابزار مختلف، محدوده‌ی فعال اقتصادی و بایر آن‌ها تفکیک و پس از اندازه‌گیری در ستون ۶ جدول ۳ درج شد. سپس رابطه آن با بارش بررسی گردید و مشخص شد که رابطه منظمی میان آن‌ها وجود دارد (رابطه ۷).

رابطه ۷: $R=۰/۳۷n=:۲۹P<۰/۰۱$

بنابراین می‌توان گفت که بارش با تأثیر بر میزان فعالیت‌های اقتصادی مخروط‌افکنه‌ها، چهره حال حاضر آن‌ها را دگرگون کرده است (شکل ۵ و جدول ۴، قسمتE). هر چند در برخی از آن‌ها به‌دلیل قرار گرفتن در محدوده پارک‌های ملی، فعالیت‌های انسانی چشمگیر نیست، در برخی از آن‌ها مانند مخروط‌افکنه رودخانه رویین، اسفراین و بزنج، استفاده انسانی به حداکثر می‌رسد (شکل ۳ و۴).

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

از مطالعه تأثیرات آب و هوا در مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی آلاداغ، نتایج زیر حاصل شد:

۱- در بین عناصر آب و هوایی، دما و بارش تأثیر بیش‌تری در مخروط‌افکنه‌های منطقه داشته‌اند. نوسانات دمایی درازمدت منطقه سبب انبساط و انقباض کانی‌ها شده، تخریب فیزیکی را به دنبال داشته است. از طرف دیگر انجماد و ذوب آب موجود در شکاف سنگ‌ها، تخریب فیزیکی را در منطقه افزایش داده است. حاصل این دو فرایند، افزایش بار رسوبی رودخانه‌ها و در نتیجه افزایش میزان و ضخامت رسوبات مخروط‌افکنه‌ها را به دنبال داشته است. بارش با تأثیرگـذاری در انواع هوازدگـی، حرکات دامنه‌ای و وقوع سیلاب‌های متعدد، نقش خود را دراین زمینه ایفا کرده است. بارش‌های اتفاقی، رگباری و عموماً سیل‌خیز، تأثیر بیش‌تری روی مخروط‌افکنه‌های منطقه داشته‌اند.

۲- در مطالعات کمی مشخص شد که بین بارش به‌عنوان یک عنصر آب و هوایی، مقدار رسوب و عمق کانال میانی مخروط‌افکنه‌ها، رابطه‌ای مستقیم و منطقی برقرار است. یعنی رسوبات و عمق کانال میانی مخروط‌افکنه‌ها، بیش‌ترین تأثیرات را از آب و هوای عهد حاضر پذیرفته‌اند.

۳-به علت وسعت زیاد حوضه‌های آبریز نسبت به مخروط‌افکنه‌ها، عناصر آب و هوایی تأثیرات خود رااز طریق حوضه‌های آبریز بر آن‌ها اعمال نموده‌اند. آثار تأثیر مستقیم آب و هوا بر مخروط‌افکنه‌های منطقه چندان محسوس نیست.

۴- در بررسی‌های انجام‌شده در نرم‌افزار SPSS مشخص شد که هیچ‌گونه رابطه‌ای میان بارش و وسعت و شکل مخروط‌افکنه‌های منطقه وجود ندارد. بنابراین می‌توان گفت که این دو ویژگی، کم‌ترین تأثیر را از آب و هوای کنونی پذیرفته‌اند.

۵- مطالعات نشان داد که میان بارش به‌عنوان یکی از عناصر آب و هوایی و میزان فعالیت‌های اقتصادی در مخروط‌افکنه‌ها، رابطه‌ی منظم و معنی‌داری وجود دارد؛ یعنی درآن دسته از حوضه‌ها که بارش بیشتری دارد، استفاده انسان‌ها از مخروط‌افکنه‌ها نیز بیش‌تر شده و این تأثیرات به قدری شدت داشته که ظاهر آن‌ها را دگرگون کرده است.

۶- در آندسته از حوضه‌های منطقه که تحت تأثیر اقدامات مثبت انسانی نظیر محدوده‌های حیات وحش، آبخیزداریودرخت‌کاری قرار دارند، تأثیرات اقلیمی مخصوصاً بارش روی مخروط‌افکنه‌ها چندان محسوس نیست؛ مانند مخروط‌افکنه‌های حوضه‌ی سد بیدواز، سارمران و توی.درحالی‌که استفاده‌های نامعقول انسانی در برخی از حوضه‌ها، تأثیرات اقلیمی و مخصوصاً بارش را روی مخروط‌افکنه‌های منطقه به حداکثر ممکن رسانیده است. بنابراین می‌توان گفت که مطالعه تأثیر آب و هوای عصر حاضر روی مخروط‌افکنه‌ها با توجه به نقش مثبت و منفی انسان‌ها، نتایج قابل قبول و تجزیه و تحلیل‌های علمی‌تری خواهد داشت.

منابع

۱- رجایی، عبدالحمید. ۱۳۷۳. ژئومورفولوژی کاربردی در برنامه‌ریزی و عمران ناحیه‌ای. تهران، نشر قومس.

۲- رضایی مقدم، محمدحسین. ۱۳۷۴. پژوهشی در تشکیل کوه‌پایه‌ها و دشت‌های انباشتی دامنه جنوبی میشوداغ. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی.

۳- سازمان هواشناسی. ۱۳۵۰-۱۳۸۵. سال‌نامه‌های هواشناسی.

۴- علیجانی، بهلول. ۱۳۷۴. آب و هوای ایران. تهران، انتشارات دانشگاه پیام نور.

۵- فتوحی،اکبر. ۱۳۸۰. آموزش Spss 10. تبریز، انتشارات چرتکه.

۶- گودرزی‌نژاد، شاپور. ۱۳۷۷. ژئومورفولوژی و مدیریت محیط. جلد اول، تهران، انتشارات سمت.

۷- معتمد، احمد. ۱۳۷۹. ژئومورفولوژی. جلد سوم، تهران، انتشارات سمت.

۸- مقامی‌مقیم، غلام‌رضا. ۱۳۷۹. بررسی محیط‌زیست منطقه حفاظت شده سالوک. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین.

۹- ----------. مقامی مقیم ، غلامرضا ۱۳۸۸. نقش فعالیت های تکتونیکی در شکل گیری و گسترش مخروط افکنه ها در دامنه های جنوبی آلاداغ، نشریه جغرافیا و توسعه، شماره ۱۳، صفحه ۱۳۸

۱۰- ----------. ۱۳۸۶. عوامل مؤثردر شکل‌گیری مخروط‌افکنه‌های دامنه‌های جنوبی آلاداغ. پایان‌نامه دکتری، دانشگاه تبریز، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی.

۱۱- موسوی هرمی، رضا. ۱۳۸۶. شناسایی فرآیندهای مؤثر در پیوستگی رسوبی دررسوبات رودخانه‌ای بیدواز، مجله‌ی علوم دانشگاه تهران، جلد سی وسوم، شماره ۱، صفحه۸۲.

۱۲- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۱۳۵۱. نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰منطقه (برگ‌های ۷۲۶۴، ۷۳۶۴،۷۵۶۳، ۷۵۶۴،۷۶۶۲،۷۶۶۴)

13- Allen, B.D. 1990. Evidence from western North America for rapid shifts in climate during the last glacial maximum, Science, 260: 1920-1923.

14- Arzani Nasser, 2003. Alluvial fan sediments and their importance in water resource in arid lands, a case study from the Abarkoh plain, central Iran,

15- Baily, H.P. 1979. Semi-arid climate. Edited by Hall, A.E.and Cannell,G.H.Springer-Verlag, Berlin, 73-97.

16- Beaumont, P. 1972. Alluvial fans Along the foothills of the Elborz: palaeogeography, palaeoclimatology, palaeoecology, 12: 251-723.

17- Bernhard C. Salcher, Robert Faber , Michael Wagreich, 2010. Climate as main factor controlling the sequence development of two Pleistocene alluvial fans in the Vienna Basin (eastern Austria)—A numerical modelling approach Geomorphology 115: 215–227.

18- Lustig, 1965. Semi-arid climatic,in Agriculture in Semi-arid Environments, pp:73-97.

19- Mukerji, A.B. 1976. Terminal fans of inlands streams insutlej-yamuna plain,india,zeitschrift fur Geomorphologi, 20:190-204.

20- Ronald A. 1996. Climatic hypotheses of alluvial fan evolution in Depth valley. Symposium in geomorphology held 27-29 September Arizona State University.

21- Ronald I. Dorn, 2009. The Role of Climatic Change in Alluvial Fan Development, Geomorphology of Desert Environments, pp 723-742

22- Summerfield, M.A. 1991. Global Geomorphology.; New York, Longman.