

تحلیل مورفومتری و مورفولوژی شبکه زهکشی در مخروط آتشفسانی تفتان

شهرام بهرامی - عضو هیات علمی دانشگاه زنجان

مجتبی یمانی* - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

سید کاظم علوی پناه - دانشیار دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران

دریافت مقاله ۱۳۸۴/۷/۱۶ تأیید نهایی ۱۳۸۴/۲/۲۶

چکیده

مخروط آتشفسانی تفتان در جنوب شرق ایران و در شمال غرب شهر خاش واقع شده است. با توجه به این که هم اکنون از قله این آتشفسان بخار آب و گازهای گوگردی خارج می‌شود، ولی وجود دره‌های عمیق و شکل نامنظم شبکه آبراهه‌ها در دامنه‌های این مخروط، نشانگر عملکرد درازمدت فرسایش و تکامل شبکه زهکشی در این مخروط می‌باشد. هدف این تحقیق، بررسی تأثیر مورفومتری و لیتوژوژی در تکامل و الگوی زهکشی در دامنه‌های این مخروط آتشفسانی بوده است. برای دستیابی به این هدف، متغیرهای مؤثر از جمله، سنگ‌شناسی، شیب و جهت دامنه در محیط نرم‌افزاری ILWIS به عنوان ابزار اصلی تحقیق مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که به جز نواحی مخروط‌افکنهای و پادگان‌های، نسبت تراکم زهکشی از سازندهای قدیم به جدید کاهش و از شیب‌های زیاد به کم افزایش می‌باشد. تراکم زهکشی در دامنه‌های با جهات شرق و جنوب شرق، بیشتر از دیگر جهات است. هر چند الگوی زهکشی کلی در تمامی مخروط‌های آتشفسانی به صورت واگرایت و تفتان نیز از این قاعده مستثنی نیست ولی مقایسه مستقل هر شبکه در پهلوهای این مخروط نشانگر آن است که در گدازه‌های جدید تر الگوی موازی و در نمونه‌های قدیمه‌تر الگوی شبکه درختی حاکم است. با این وجود بین نظریه‌هایی نیز دیده می‌شود. مقایسه مخروط‌افکنهای جدید و قدیمی که در نتیجه فرسایش مخروط آتشفسانی در دامنه‌های آن تشکیل شده است در تصاویر ماهواره‌ای، تفاوت زیادی را در الگوی زهکشی نشان می‌دهند. به طور کلی بررسی شبکه زهکشی در مخروط آتشفسانی تفتان نشان می‌دهد که با وجود صحت کلی نظریه محققین مانند پارکر در زمینه ارتباط تراکم و الگوی زهکشی با گذشت زمان و شیب در این مخروط، پیچیدگی‌هایی در خصوصیات آبراهه‌ها به ویژه الگوی زهکشی آن دیده می‌شود. این موضوع تا حدودی به پیچیدگی ذاتی زمان تشکیل مخروط آتشفسانی و درهم ریختگی لیتوژوژیکی آن مربوط می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آتشفسان تفتان، تراکم زهکشی، الگوی زهکشی، مورفومتری، ژئومورفولوژی

مقدمه

آتشفسان‌ها به عنوان ساختمانی تعریف می‌شوند که گاهی چشم‌اندازهای کاملاً جدید و در مواردی لندفرم‌های تغییر‌شکل یافته‌ای را بر اثر فرسایش به نمایش می‌گذارند (بلووم^۱، ۲۰۰۳، ۹۲). بسته به مقدار سیلیس موجود در ماگما

و مواد مذاب و آذرآواری و نحوه فعالیت، مخروطهای مختلفی مانند استراتوولکان (مرکب)، سپری و سایر نمونه‌ها تشکیل می‌شوند. تفاوت هر یک از آن‌ها با دیگری عمدتاً در درصد مواد آذرآواری، خاکستر و گدازه‌های آتشفشاری، دوره‌های مختلف فعالیت آن، مورفولوژی، شیب و استعداد فرسایش پذیری آن‌ها می‌باشد (پورتر^۱، ۱۹۷۲). بعد از تشکیل مخروطهای آتشفشاری، شبکه آبراهه‌ها به صورت شعاعی بر سطح آن‌ها شکل می‌گیرند.

تراکم زهکشی (مجموع طول آبراهه‌ها در مساحت معین)، تعادل بین نیروهای فرسایشی و مقاومت مواد تشکیل‌دهنده سطح زمین را نشان می‌دهد. تراکم زهکشی به طور مؤثری به لیتولوژی، شیب توپوگرافی و شرایط اقلیمی مربوط می‌شود (سامرفیلد، ۱۹۹۱، ۲۰۸). الگوی کلی شبکه زهکشی در مخروطهای آتشفشاری، شعاعی^۲ است (استر بروک^۳، ۱۹۹۹، ۱۵۲) اما در آتشفشارهایی که مدّت زیادی از فعالیت آن‌ها گذشته و اکنون در حالت خاموشی بوده یا نیمه فعال هستند، آبراهه‌ها تکامل یافته و الگوی شعاعی تغییر پیدا می‌کند (جرارد^۴، ۱۹۸۸، ۲۲). بنابراین بررسی الگوی آبراهه‌ها می‌تواند به تبیین وضعیت فرسایشی و تکامل ژئومرفولوژیکی مناطق آتشفشاری کمک نماید. شوم^۵ در سال ۱۹۸۷ تکامل شبکه آبراهه‌ها را در آزمایشگاه تحت بارش‌های مصنوعی مورد آزمون قرار داد. اگرچه مطالعات آزمایشگاهی دارای نقصان‌زمانی و مقیاسی هستند اما در ارائه مدل‌های تئوریک فرآیندها بسیار مؤثر هستند (ریتر^۶ و دیگران، ۱۹۹۵، ۱۵۹). شکل ۱ (A) تکامل تاریخی سیستم شبکه زهکشی را در آزمایشگاه نشان می‌دهد. فیلیپس و شوم در سال ۱۹۸۷ نشان دادند که در شیب‌های تندر، شبکه آبهای دارای الگوی موازی و در شیب‌های کمتر، آبراهه‌ها به سوی الگوی شبکه درختی تغییر می‌یابند. آن‌ها همچنین نشان دادند که با گذشت زمان و کاهش شیب، شبکه‌ها از موازی به شبکه درختی تغییر الگو می‌دهند.

تناوب دوره‌های فعالیت و سکون آتشفشارهای در طول زمان و از طرفی تفاوت در نفوذپذیری و تراوایی گدازه‌ها و مواد آذرآواری و همچنین عوامل اقلیمی و ژئومرفولوژیک باعث می‌شود که فرم شبکه زهکشی و تراکم آن‌هم به صورت زمانی و هم مکانی تغییر کرده و الگوهای مختلفی را در دامنه مخروط آتشفشاری ایجاد کنند. تراکم زهکشی^۷ به عنوان مجموع طول آبراهه در مساحت معین (horton^۸، ۱۹۴۵)، مقدار برش رودخانه را نشان می‌دهد. با استناد به مبانی نظری، تراکم زهکشی به عوامل مختلفی مانند لیتولوژی، شیب، پوشش گیاهی، جهات دامنه و پارامترهای اقلیمی وابسته است (سامرفیلد^۹، ۱۹۹۱، ۴۰۵). حالت فومرولی آتشفشار تفتان (خروج گاز، دی‌اکسید گوگرد، گوگرد و بخار آب از دهانه آن) از یک طرف و تغییرشکل اوئیه آن در اثر فرسایش به صورت دره‌های متعدد و کلامهک‌های باقیمانده از گدازه‌های قدیمی و شکل تقریباً نامنظم مخروط از طرفی دیگر، راستای

^۱ - Porter^۲ - Radial^۳ - Easterbrook^۴ - Gerrard^۵ - Schumm^۶ - Ritter^۷ - Drainage Density^۸ - Horton^۹ - Summerfield

تحقیق را به سوی تجزیه و تحلیل مورفولوژی و مورفومتری شبکه زهکشی و روابط آن با لیتولوژی، شیب و جهت دامنه‌های این مخروط آتشفسانی سوق داده است.

مواد و روش‌ها

هدف این تحقیق، بررسی متغیرهای مؤثر در مورفومتری آبراهه‌های سطح مخروط آتشفسانی تفتان از جمله، شیب توپوگرافی، لیتولوژی و جهت دامنه‌ها و نیز کشف ارتباط این متغیرهای با تراکم و الگوی زهکشی آبراهه‌ها می‌باشد. برای دستیابی به این هدف، ابتدا نقشه‌های توپوگرافی (با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰) و نقشه زمین‌شناسی (با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰) تهیه و سپس محدوده تحت بررسی در ابعاد یک چهارگوش که مخروط تفتان را در بر می‌گیرد، در محیط نرم‌افزاری ILWIS رقومی گردیده است. سپس مدل رقومی ارتفاعی^۱، درجه شیب، جهت دامنه‌ها و شبکه آبراهه‌ها استخراج شده است. در مرحله بعد، پس از رسترن نقشه‌های فوق، جداول این نقشه‌ها با هدف تهیه تراکم آبراهه‌ها در لایه‌های مختلف، همتراز^۲ گردیده و تراکم آبراهه‌ها در سازندهای زمین‌شناسی، جهت دامنه‌ای و شیب‌های مختلف بدست آمده است. به منظور بررسی الگوی زهکشی در سازندهای مختلف، سیستم زهکشی از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای IRS استخراج شده و در نهایت داده‌ها از طریق مقایسه الگوی زهکشی در سازندهای مختلف و برقراری ارتباط با مبانی نظری مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است.

محدوده مورد مطالعه

مخروط آتشفسانی تفتان در ۴۲ کیلومتری شمال غرب شهر خاش در استان سیستان و بلوچستان واقع شده است (شکل ۱). این مخروط در مختصات طول جغرافیایی $61^{\circ} 15'$ شرقی و عرض جغرافیایی $30^{\circ} 28'$ شمالی قرار گرفته و $398/98$ کیلومترمربع مساحت دارد. بلندترین قله آن دارای ارتفاع 3943 متر و ارتفاع آن در پای مخروط حدود 1700 متر می‌باشد (نقشه ۲).

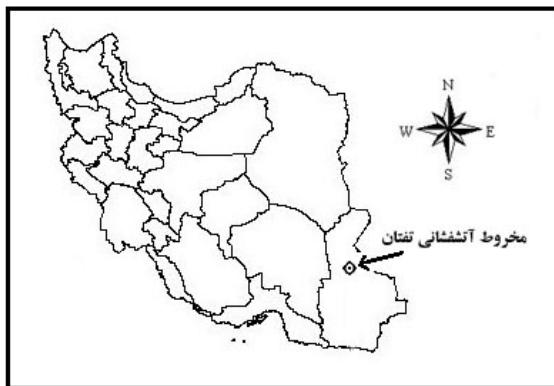
تکامل زمین ساختی تفتان با فرونش پوسته عربی (پوسته عمان) به زیرکوه‌های مکران در ارتباط است. به طوری که با زیراندگی پوسته عمان به زیر حوضه رسوی مکران و ذوب پوسته در اعماق زیاد، آتشفسان‌هایی مانند تفتان و بزمان تشکیل شده‌اند (خسرو تهرانی، ۱۳۷۵). فعالیت اولیه تفتان را به پلیوسن^۳ نسبت می‌دهند که در ۱۲ کیلومتری شمال غربی قله اصلی کنونی صورت گرفته است (علائی طالقانی، ۱۳۸۱، ۲۱۵). پیکره اصلی آتشفسان تفتان در اوایل کواترنر بوجود آمده است. با این حال هنوز روزانه چندین تن گاز SO_2 (دی‌اکسید گوگرد) از آن خارج می‌شود (درویش زاده، ۱۳۸۳). از قعر دهانه‌های آتشفسانی آن صدای انفجارات آتشفسانی به گوش می‌رسد و دائمًا بخار آب و گازهای گوگردی متصاعد می‌شود (گانسر، ۱۳۶۸، ۷).

¹ - Digital Elevation Model (DEM)

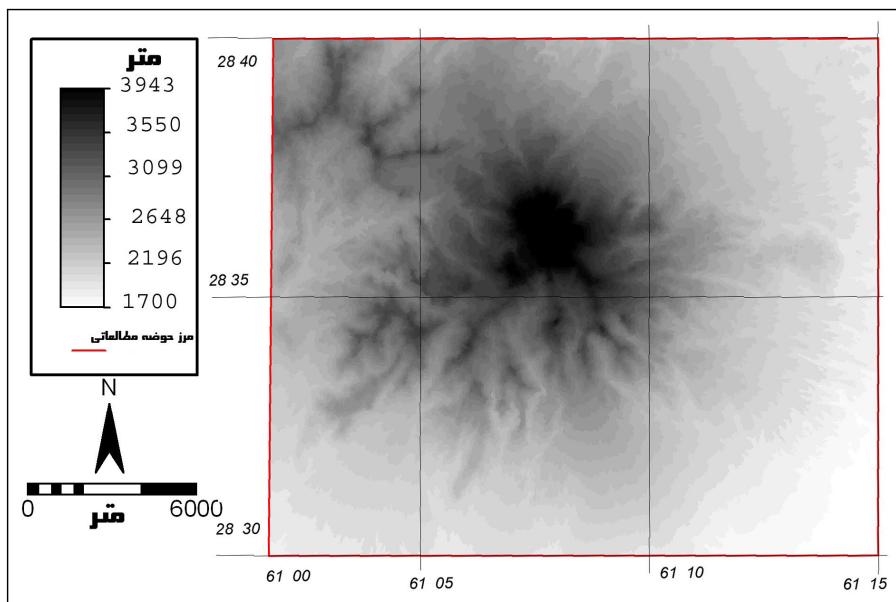
² - Cross

³ - Pliocene

⁴ - Gancer



شکل ۱ نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه



شکل ۲ مدل ارتفاعی رقومی مخروط آتشفانی تفتان

نقشه ۳ وضعیت لیتولوژیکی تفتان را نشان می‌دهد. براساس این نقشه واحدهای چینه‌ای از ائوسن (در شمال شرق) تا کواترنر (گدازه‌های جدید تفتان و پادگانه‌های آبرفتی) گسترش دارند که عبارتند از:

q2 پادگانه‌های آبرفتی و مخروطافکنه‌های جوان (هولوسن^۱)

q1 مخروطافکنه‌های قدیمی و پادگانه‌های مرتفع (پلیستوسن بالایی^۲)

qa3 آندزیت جدید تفتان (پلیستوسن بالایی)

qa2 جریان‌های آندزیتی قدیمی و گنبدهای آذرین با برش‌های آواری ریزدانه (پلیستوسن)

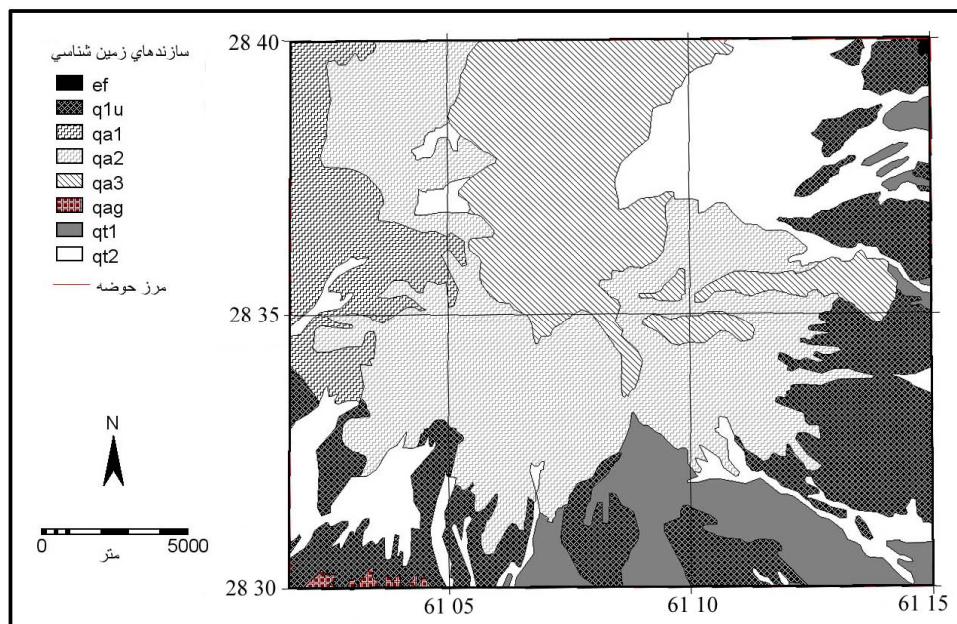
qag توف فانگلومریت^۳ و لاپیلی^۴ با اجزاء آندزیتی و داسیتی (پلیستوسن)

¹ - Holocene² - Upper Pliostocene³ - Fanglomerate⁴ - Lapilli

q1u سیلت استون و گل سنگ با میان لایه‌های توف آندزیتی (پلیستوسن)

qa1 جریان‌های آندزیتی قدیمی با آندزیت بازالتی ریزدانه و بازالت الیوین^۱ (پلیستوسن پایینی)

ef ماسه‌سنگ و شیل دارای کمی آهک (ائوسن)



شکل ۳ لیتوژئی مخروط آتشفسانی تفتان

از نظر سنگ‌شناسی گدازه‌های قدیمی و جدید تفتان ترکیب مشابهی داشته و مقادیر زیادی مواد آذرآواری را شامل می‌شوند. مورفولوژی مخروط آتشفسانی تفتان شامل دو قله است که به صورت زین اسب به هم متصل شده‌اند (سیستانی، ۱۳۶۶، ۱۹). قله شمال‌غربی، یک آتشفسان قدیمی به شدت فرسایش یافته با حاشیه بریده بریده است که فرم دهانه آن تا اندازه‌ای حفظ شده و در بعضی نقاط، جریان‌های غلیظ گدازه آندزیتی به خوبی حفظ شده‌اند. قله جنوب شرقی تا اندازه‌ای شکل مخروطی خود را حفظ کرده و بوسیله جریان گدازه آندزیتی ضخیم و جوان‌تر پوشیده شده است. در قسمت جنوبی قله قسمت‌هایی از دهانه با شیب تند باقیمانده و حاشیه جنوبی آن بوسیله انفجار شدید و فرسایش‌های بعدی تخریب شده است. از دیواره‌های پرشیب، فورآن‌های متعدد سفیدرنگ با صدای سوت زدن بالا می‌آید و ابر سفیدرنگی را ایجاد می‌کند که از فاصله ۱۰۰ کیلومتری قابل رویت است (گانسر، ۱۳۶۸، ۷). روی قله پهن جنوب شرقی فعالیت شدیدی از خروج گاز دیده می‌شود که همراه با بخار آب و بخار غلیظ سولفوره می‌باشد (تصویر ۱-الف). علاوه بر این، در دامنه جنوبی دهانه، در شیوه‌های تند پایین قله در چند نقطه خروج گاز و بخار آب دیده می‌شود. به طور کلی فرسایش روی گدازه‌های جدید ناچیز است در حالی

^۱ - Olivin

که دره‌های متعدد و عمیق (عکس شماره ۱ قسمت ب) در گدازه‌های آندزیتی قدیمی در غرب مخروط دیده می‌شود.



شکل ۴ خروج بخار آب و گاز غلیظ از دهانه آتشفشنان (الف) و دره‌های عمیق فرسایشی (ب)

تجزیه و تحلیل متغیرهای مؤثر در شبکه زهکشی

مخروط آتشفشنانی استراتوولکان تفتان از تناوب گدازه و مواد آذرآواری تشکیل شده است. نوع ماجما و مواد آذرآواری و خاکسترها آتشفشنانی و درصد هر کدام از آن‌ها نقش مهمی در شکل گیری مخروط، شیب و همچنین قابلیت فرسایش پذیری آن ایفا کرده‌اند. بعد از تشکیل مخروط، فرآیندهای فرسایشی توانسته‌اند به سرعت شکل ساختمانی آنرا تغییر دهند. مقدار این تغییرشکل تابعی از میزان مقاومت مواد آتشفشنانی در مقابل فرسایش بوده است. با این وجود، شکل اولیه ایجادشده توسط آتشفشنان و شیب کلی دامنه مخروط همچنان پا بر جاست. طول زمان سپری شده بعد از خاموشی آتشفشنان از دیگر پارامترهایی است که نقش تعیین کننده‌ای را در مقدار فرسایش و تکامل آبراهه‌ها ایفا نموده است. این ویژگی (فرساش) در نمونه‌های دیگر از جمله آتشفشنان‌های هاوایی که اکنون فعال هستند به طور بسیار محدود دیده می‌شود در حالی که در روی دامنه مخروط آتشفشنان جزیره کوای^۱ (از جزایر هاوایی) که فعالیت آن از حدود ۴ میلیون سال پیش متوقف شده، دره‌های عمیق فرسایشی ایجاد شده است (سامرفیلد، ۱۹۹۱، ۱۱۵).

برای بررسی فرسایش پذیری بخش‌های مختلف مخروط تفتان از شاخص تراکم آبراهه و الگوی زهکشی استفاده شده است. به این منظور جهت تعیین تراکم آبراهه‌ها و الگوی زهکشی^۲ در متغیرهای شیب، لیتوژوئی و جهات دامنه، بعد از رقومی کردن نقشه‌های توپوگرافی و لیتوژوئی، نقشه‌های DEM، شبکه آبراهه‌ها، شیب (درجه)، جهات دامنه و نقشه زمین‌شناسی منطقه تهیه گردید. نقشه ۲ مدل ارتفاعی رقومی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

¹-Kauai

² - Drainage Pattern

نقشه‌های ۳، ۴، ۵ و ۶ به ترتیب وضعیت لیتولوژی، شبکه آبراهه، شب و جهات دامنه‌ای مخروط تفتان می‌باشند. تراکم آبراهه‌ها، با استفاده از کراس دادن جدول مربوط به نقشه شبکه آبهای با جداول مساحت سازندها، شب و جهات دامنه‌ای محاسبه گردید.

جدول ۱ تراکم آبراهه‌ها را در سازندهای مختلف زمین‌شناسی نشان می‌دهد. براساس این جدول بیشترین تراکم آبراهه‌ها مربوط به سازند ef با سن ائوسن با مقدار ۷/۵۶ کیلومتر در کیلومتر مربع است که بخش کوچکی را در حاشیه شمال شرقی مخروط آتشفسانی تفتان شامل می‌شود. واحد لیتولوژیکی Qa1 با تراکم زهکشی ۶/۶۴ کیلومتر در کیلومتر مربع در ردی قرار دارد. کمترین تراکم زهکشی مربوط به واحد Qa3 (آنذیت جدید تفتان) است که مقدار آن ۴/۴۲ کیلومتر کیلومتر مربع است.

جدول ۱ تراکم آبراهه‌ها در سازندهای مختلف زمین‌شناسی تفتان

| نام سازند | طول آبراهه (کیلومتر) | مساحت هر سازند (کیلومتر مربع) | تراکم آبراهه (کیلومتر در کیلومتر مربع) |
|-----------|----------------------|-------------------------------|--|
| Qt1 | ۱۶۱/۴۵ | ۳۱/۷۲ | ۵/۰۸ |
| Qt2 | ۳۶۷/۹۵ | ۷۲/۰۵ | ۵/۱ |
| Qa3 | ۳۰۳/۳۵ | ۶۸/۴۱ | ۴/۴۳ |
| Qa2 | ۶۰۴/۵۵ | ۱۱۸/۰۶ | ۵/۱۲ |
| Q1U | ۴۲۸/۱۵ | ۷۷/۱۸ | ۵/۵۴ |
| Qa1 | ۲۰۱/۷ | ۳۰/۳۶ | ۶/۶۴ |
| Qag | ۶ | ۰/۹۹ | ۶/۰۳ |
| ef | ۱/۴ | ۰/۱۸۵ | ۷/۵۶ |
| مجموع | ۲۰۷۴/۵۵ | ۳۹۸/۹۸ | ۵/۱۹ |

جدول ۲ تراکم زهکشی را در طبقات شب مخروط تفتان نشان می‌دهد. بررسی داده‌های این جدول نشان می‌دهد که تراکم زهکشی از شب‌های کم به زیاد کاهش می‌یابد.

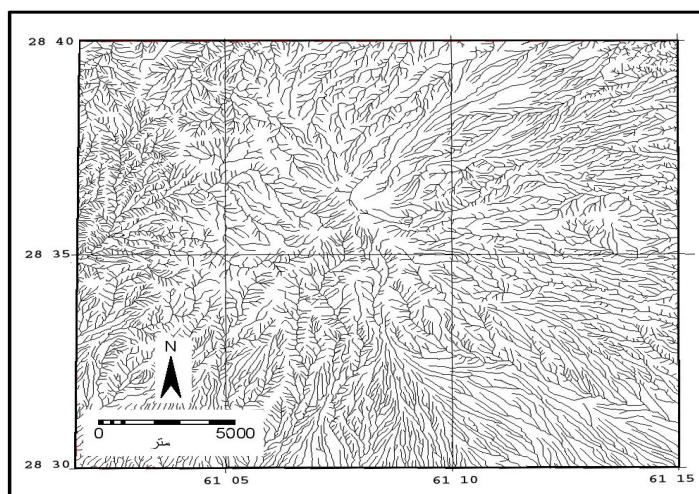
جدول ۲ تراکم آبراهه‌ها در طبقات شب مخروط تفتان

| ردۀ شب (درجه) | مساحت ردۀ شب (کیلومتر مربع) | طول آبراهه (کیلومتر) | تراکم آبراهه (کیلومتر در کیلومتر مربع) |
|---------------|-----------------------------|----------------------|--|
| ۰-۱۰ | ۱۷۲/۲ | ۹۵۸/۳ | ۵/۵۶ |
| ۱۰-۲۰ | ۱۱۳/۷ | ۶۰۵ | ۵/۳۲ |
| ۲۰-۳۰ | ۶۲/۷۹ | ۳۰۲/۷ | ۴/۸۲ |
| ۳۰-۴۵ | ۴۱/۰۲ | ۱۷۲/۸۵ | ۴/۲۱ |
| ۴۵-۹۰ | ۹/۱۶ | ۳۴/۸۵ | ۳/۸ |
| مجموع | ۳۹۸/۹۸ | ۲۰۷۳/۷ | ۵/۱۹ |

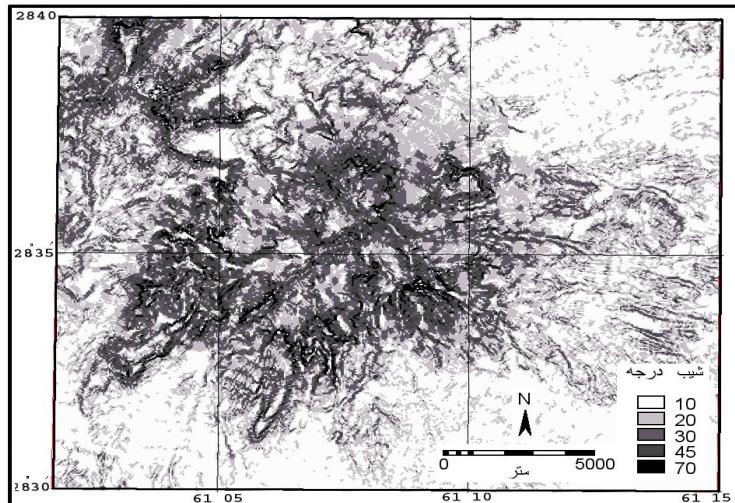
جدول ۳ تراکم آبراهه‌ها در جهات مختلف جغرافیایی مخروط تفتان

| جهات جغرافیایی | طول آبراهه (کیلومتر) | مساحت جهات جغرافیایی (کیلومترمربع) | تراکم آبراهه (کیلومتر در کیلومترمربع) |
|----------------|----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| NW | ۲۴۴/۴ | ۶۵/۸۵ | ۳/۷۱ |
| N | ۸۲/۸ | ۱۸/۰۳ | ۴/۵۹ |
| NE | ۳۳۸/۹ | ۸۳/۵۴ | ۴/۰۵ |
| W | ۸۵/۰۵ | ۱۶/۲ | ۵/۱۱ |
| Flat | ۲۷۵/۷۵ | ۲۸/۶۴ | ۹/۶۲ |
| E | ۱۸۱/۳ | ۲۷/۶۳ | ۶/۵۶ |
| SW | ۳۲۵/۸۵ | ۶۵/۸۹ | ۴/۹۴ |
| S | ۱۷۱/۴۵ | ۲۲/۱۳ | ۷/۷۴ |
| SE | ۳۶۸/۷۵ | ۷۰/۶۳ | ۵/۲۲ |
| مجموع | ۲۰۷۴/۲۵ | ۳۹۸/۹۸ | ۵/۱۹ |

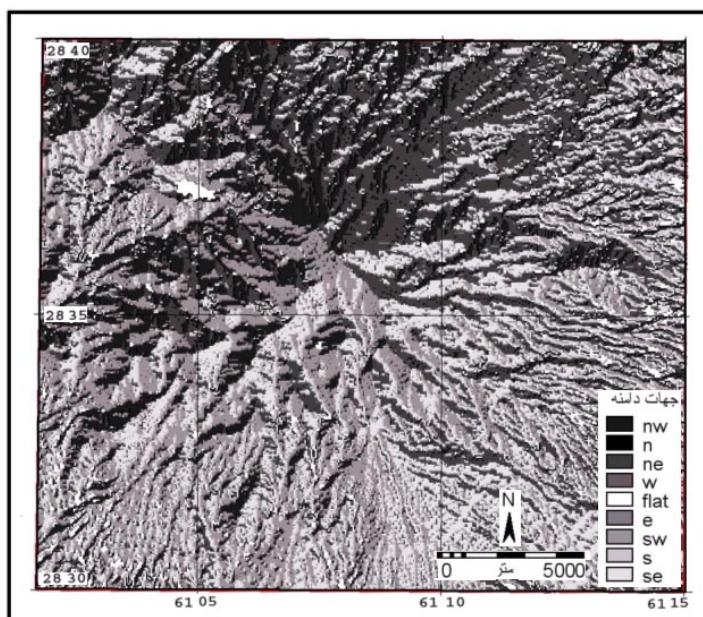
در جدول ۳ تراکم آبراهه‌ها در جهات جغرافیایی ارائه شده است. تراکم آبراهه در جهات شمال، جنوب، شرق و غرب به ترتیب $4/59$ ، $7/74$ ، $6/56$ و $5/11$ کیلومتر در کیلومترمربع است. جهات شمال‌غرب، جنوب‌غرب، جنوب‌شرق و شمال‌شرق به ترتیب دارای تراکم زهکشی $3/71$ ، $4/94$ ، $3/71$ و $4/05$ کیلومتر در کیلومترمربع است. جهت Flat یا هموار دارای بیشترین تراکم آبراهه ($9/62$ کیلومتر در کیلومترمربع) می‌باشد. بررسی داده‌های فوق بیانگر آن است که جهات جنوب، شرق و جنوب‌شرق دارای تراکم زهکشی بالاتری از سایر جهات می‌باشند. انطباق نقشه لیتوژئی و جهات جغرافیایی منطقه نشان می‌دهد که جهات شمالی بیشتر منطبق بر آندزیت‌های جدید تفتان (Qa3) و پادگانه‌ها و مخروط‌افکنه‌های جوان (Qt2) می‌باشد که از نظر سنی جوان‌تر از سایر واحدهای لیتوژئیک می‌باشند و از این‌رو دارای تراکم زهکشی پایین‌تری هستند.



شکل ۵ نقشه شبکه آبراهه‌ها در مخروط آتشفشاری تفتان



شکل ۶ نقشه وضعیت شیب در مخروط آتشفسانی تفتان



شکل ۷ جهات شیب دامنه ها در مخروط آتشفسانی تفتان

جهات جنوبی بیشتر شامل پادگانهای آبرفتی قدیمی (واحد Qt1) و لای سنگ^۱ و گل سنگ^۲ پلیستوسن (Q1U) و جریان های گدازهای قدیمی (Qa2) هستند که دارای تراکم آبراههای بیشتری هستند. با این حال جهت جغرافیایی غرب با لیتولوژی Qa1 نسبت به جهت شرقی با لیتولوژی Q1U دارای تراکم زهکشی کمتری است.

¹ Siltstone² Claystone

بررسی الگوی زهکشی

نقشه ۴ شبکه زهکشی مخروط آتشفسانی تفتان را نشان می‌دهد. مطالعه این نقشه نشان می‌دهد که شبکه زهکشی در سازندهای مختلف دامنه‌های تفتان از الگوی یکسانی پیروی نمی‌کند. به طوری که در سطح هر واحد لیتوژئیک می‌توان شاهد تغییرات الگوی زهکشی بود. با توجه به وجود مشترک مخروط‌های آتشفسانی، الگوی کلی زهکشی در مخروط تفتان نیز عموماً شعاعی است. لیکن در مقیاس‌های بزرگتر، در سطح مخروط‌افکنه‌های قدیمی و جدید و واحدهای لیتوژئیکی لای سنگ و گل سنگ الگوی موازی^۱ حاکم است. در آن‌زیست‌های قدیمی و جدید تفتان، الگوی شبکه درختی^۲ غالب است که از آن‌زیست‌های جدید به قدیم الگوی شبکه درختی تکامل یافته‌تر می‌شود.

شکل ۱ قسمت B الگوی زهکشی انتخابی را از سازندهای زمین‌شناسی مخروط تفتان نشان می‌دهد. بررسی شکل مذکور نشان‌گر آن است که با وجود غلبه الگوی موازی به شبکه درختی از سازندهای جدید به قدیم، بی‌نظمی‌هایی نیز در این روند دیده می‌شود. به طوریکه سازند قدیمی Q1U دارای الگوی زهکشی تقریباً موازی است در حالی که در سازند Qa2 که جوانتر از واحد قبلی است، الگوی شبکه درختی تکامل یافته‌تری دیده می‌شود.

مقایسه الگوی زهکشی استخراج شده از نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای IRS نشان داد که الگوی زهکشی مخروط‌افکنه‌های جدید و قدیمی در تصاویر ماهواره‌ای تفاوت زیادی را نشان می‌دهند در حالی که الگوی زهکشی مخروط‌های جدید و قدیمی در نقشه‌های توپوگرافی تفاوت چندانی ندارند و الگوی زهکشی مخروط افکنه‌های جدید و قدیم به صورت موازی می‌باشد.

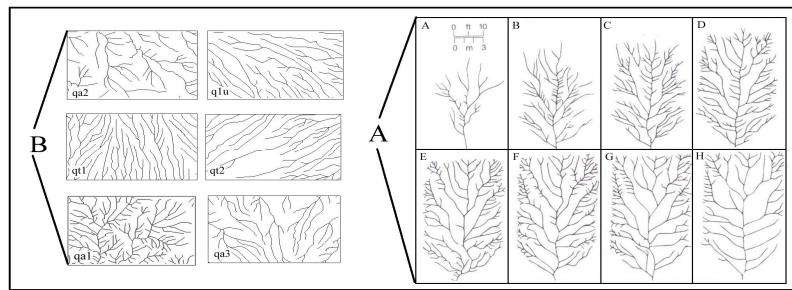
به همین منظور جهت بررسی دقیق‌تر الگوی زهکشی مخروط‌افکنه‌های قدیمی و جدید از تصاویر ماهواره‌ای پانکروماتیک IRS استفاده شد. همچنان که در شکل ۲ مشخص است الگوی زهکشی در مخروط‌های قدیمی به صورت همگرا و در مخروط‌های جدید به صورت واگرا به سمت پایین دست دامنه است. بنا بر عقیده فوکس^۳(۱۹۸۶، ۱۱۴)، این امر نتیجه غلبه حالت‌های سیلابی در مخروط‌افکنه‌های جوان می‌باشد.

به عقیده محققینی مانند پارکر(1977) گذشت زمان و کاهش شیب باعث تغییر الگوی زهکشی از موازی به شبکه درختی می‌شود. بررسی الگوی آبراهه‌ها در مخروط تفتان نشان می‌دهد که با وجود صحت کلی نظریه فوق دراین مخروط، بی‌نظمی‌هایی در الگوی زهکشی مشتق شده از نقشه‌های توپوگرافی دیده می‌شود که متأثر از پیچیدگی ذاتی نواحی آتشفسانی از جمله شرایط زمان تشکیل مخروط و درجه و حجم مواد مختلف، قابلیت فرسایش‌پذیری مواد آذرآواری، گدازه و خاکستر در هر یک از واحدهای چینه‌شناسی و در نهایت مقیاس نقشه‌های توپوگرافی مورد استفاده است، به طوری که امکان انعکاس سیستم دقیق زهکشی در این نقشه‌ها^(a) مقیاس ۱:۵۰۰۰ وجود ندارد.

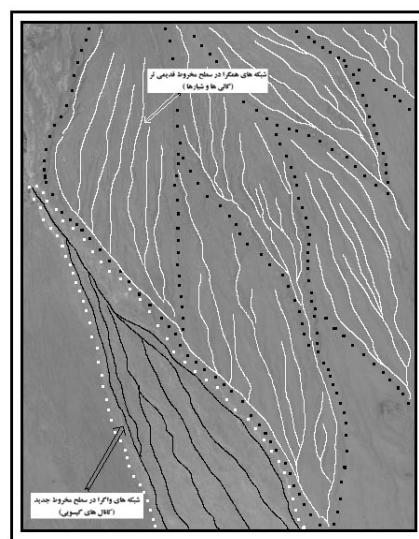
¹ -Parallel

² - Dendritic

³ - Fookes



شکل ۸ تکامل سیستم زهکشی (فیلیپس و شوم) A و الگوی زهکشی فعلی مخروط تفتان



شکل ۹ تکامل شبکه آبراهه ها در مخروط افکنه های جدید و قدیمی تر در جنوب تفتان

بحث و نتیجه گیری

مطالعه و ارزیابی تراکم آبراهه ها در سازندهای زمین شناسی مخروط آتشفسانی تفتان نشان می دهد که غیر از مخروط افکنه های جدید و قدیم که نواحی رسوبگذاری را نشان می دهند، تراکم آبراهه ها از سازندهای جدید به قدیم افزایش می یابد و با افزایش شبیب توپو گرافی، تراکم آبراهه ها متقابلاً کاهش می یابد. از اینرو، ارتباط معکوسی بین شبیب و تراکم زهکشی برقرار است.

بررسی تراکم زهکشی در جهات دامنه ای مختلف، نشانگر آن است که در جهات جنوب، شرق و جنوب شرق که با سازندهای قدیمی نیز انطباق دارند، تراکم زهکشی بالاتر و در جهات شمالی (سازندهای جدیدتر) تراکم پایین تر است. ارزیابی الگوی زهکشی در ارتباط با لیتو لوژی نشان می دهد که با وجود گرایش کلی الگوی موازی به شبکه درختی از سازندهای جدید به قدیم، بی نظمی هایی نیز در الگوی زهکشی سازندهای مختلف دیده می شود. به طور کلی بررسی شبکه زهکشی در مخروط تفتان بیانگر آن است که با وجود صحت کلی نظریه محققینی مانند پارکر در زمینه روابط تراکم و الگوی زهکشی با گذشت زمان و شبیب در این مخروط، پیچیدگی هایی نیز در

خصوصیات آبراهه‌ها بویژه الگوی زهکشی دیده می‌شود. این موضوع تا حدودی به پیچیدگی ذاتی زمان تشکیل مخروط‌های آتشفسانی و درهم ریختگی لیتولوژیکی این نواحی مربوط می‌شود.

بدیهی است، بازسازی شکل اولیه مخروط آتشفسانی و برآورد حجم فرسایش در دره‌های مختلف فرسایشی با استفاده از مدل‌های ارتفاعی و به کمک نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای بزرگ مقیاس در تحقیقات آتی این مخروط تا حدود زیادی می‌تواند به تبیین دقیق‌تر تکامل شبکه‌های زهکشی و شناخت فرآیند و سیستم فرسایش سازنده‌ای مختلف کمک نماید.

منابع

- خسرو تهرانی (۱۳۷۵) زمین‌شناسی ایران، انتشارات دانشگاه پیام نور.
- سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح (۱۳۵۰) نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰، شماره ۳-۸۲-۴۷.
- سازمان زمین‌شناسی کشور (۱۹۹۴) نقشه زمین‌شناسی ۱:۲۵۰۰۰، چهارگوش خاش.
- سیستانی، ایرج افشار (۱۳۶۶) تفتان آتشفسان بالقوه، رشد آموزش جغرافیا، صص ۲۱-۱۸.
- درویش‌زاده، علی (۱۳۸۳) آتشفسان‌ها و رخدانهای آتشفسانی، انتشارات دانشگاه تهران، صص ۲۵-۲۵۹.
- علائی طالقانی، محمود (۱۳۸۱) ژئومرفولوژی ایران، انتشارات قومس، صص ۲۰۱-۲۱۴-۲۲۵.
- گانسر، آ، (۱۳۶۸) آتشفسان‌ها و مناطق خروج بخار آب و گاز در ایران، ترجمه اشرف امیری چیمه، رشد آموزش زمین‌شناسی، شماره ۱۸، صص ۶-۱۲.

- Balazs, S., Karatson, D., 2004, DEM Based Morphometry as a Tool for Reconstructing Primary Volcanic Landforms: Examples from the Borzsony Mountain, Hungary: Geomorphology, V. 63, pp. 25-31.
- Bloom, A. L., 2003, Geomorphology, Pearson Education, pp. 92-115.
- Easterbrook, D. J., 1999, Surface Process and Landforms, Prentice Hall, p. 152.
- Fookes, P. G., Vaughan. P. R., 1986, A Handbook of Engineering Geomorphology, Chapman and Hall (New York), p. 114.
- Gerrard, A. J., 1988, Rock and LandForms, Unwin Hyman, P. 20-23.
- Horton, R. E., 1945, Erosional Development of Streams and their Drainage Basins, Bulletin of the Geological Society of America 56, p. 275-375.
- Porter, S. C., 1972, Distribution, Morphology and Size Frequency of Cinder cones on Mauna Kea Volcano, Hawaii : Geo. Soc. America Bull, V. 83, p. 3607-3612.
- Ritter, D. F., Kochel, R. C., Miller, J. R., 1995, Process Geomorphology, WCB/NC Graw-Hill, pp. 156-160.
- Summerfield, M. A., 1991, Global Geomorphology. An Introduction to the Study of Landforms :Essex. England, Longman Scientific Technical, pp. 115-208-405.