

جغرافیا و توسعه شماره ۵۲ پاییز ۱۳۹۷

وصول مقاله: ۹۶/۰۳/۲۲

تأیید نهایی: ۹۶/۱۱/۲۵

صفحات: ۱۹۳-۲۱۰

## بررسی تأثیر ژئومورفولوژی در نوع و تراکم پوشش گیاهی مخروط‌افکنه‌های فشتنق - سبزوار

دکتر شهرام بهرامی<sup>۱\*</sup>، فرشته بیرامعلی<sup>۲</sup>، اسماعیل فیله‌کش<sup>۳</sup>، کاوه قهرمان<sup>۴</sup>

### چکیده

همواره رابطه متقابلی میان نوع و تراکم گونه‌های گیاهی و فرم‌های ژئومورفیک وجود داشته است. مخروط‌افکنه‌ها از جمله لندفرم‌هایی هستند که می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر پوشش گیاهی خود داشته باشند. منطقه سبزوار در استان خراسان رضوی به علت دارا بودن مخروط‌افکنه‌های متعدد و تپیبیک، منطقه مناسبی برای بررسی روابط ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی است. هدف از این مطالعه، ارزیابی کمی و کیفی نوع و تراکم پوشش گیاهی در سه مخروط‌افکنه فسیل، قدیمی و جدید در جنوب روستای فشتنق است. یافته‌ها حاصل شناسایی و تحدید سه مخروط فسیل، قدیمی و جدید با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، تصاویر ماهواره‌ای و مشاهدات میدانی و سپس شناسایی گونه‌های گیاهی و محاسبه تاج آن‌ها، آنالیز خاک و در نهایت ایجاد رابطه میان داده‌های به دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد که گالی‌های مخروط‌افکنه فسیل به دلیل بافت درشت‌تر مناسب برای گونه‌های درختچه‌ای هستند. در مخروط فسیل به علت وجود رطوبت کافی ناشی از زهکشی آب میاناب‌ها، گیاهان از بیشترین تاج پوشش گیاهی (۱۰/۶۷۶ درصد) برخوردار بوده، در حالی که در بسترهای فعال مخروط قدیمی و مخروط جدید به دلیل بافت ریز خاک، گیاهان کمترین تاج (۰/۵۸ درصد) در مخروط جدید و ۰/۸۸۷ درصد در مخروط قدیمی) را دارند. در مخروط فسیل تاج پوشش گیاهی در بستر گالی بیشتر از میاناب‌ها است؛ در حالی که در مخروط قدیمی، تاج پوشش گیاهی در میاناب‌ها بیشتر از بستر گالی‌هاست. گونه غالب گیاهی در مخروط‌های قدیمی و جدید، درمنه و گون و در داخل آبراهه‌ها، پرند است. در مخروط فسیل گونه‌های غالب شامل درمنه و جارو (کاهوی وحشی) می‌باشد. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که فرایندهای ژئومورفولوژی، مانند برش و رسوب‌گذاری بر بافت و حاصل‌خیزی خاک و همچنین بر نوع و تراکم پوشش گیاهی تأثیر دارند.

واژه‌های کلیدی: لندفرم، گونه گیاهی، مخروط‌افکنه، فشتنق، سبزوار.

sh\_Bahrami@sbu.ac.ir

Fereshteh.beiramali@gmail.com

Filehakesh@gmail.com

kevingh70@gmail.com

۱- دانشیار ژئومورفولوژی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی \*

۲- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری

۳- دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۴- کارشناس ارشد ژئومورفولوژی دانشگاه حکیم سبزواری

## مقدمه

امروزه ژئومورفولوژی پایه و اساس مطالعات منابع طبیعی تجدیدپذیر به‌شمار می‌رود (احمدی، ۲۰۰۶ به نقل از رحمانی، ۱۳۹۴: ۲۲).

تجزیه و تحلیل همزمان شکل اراضی و پوشش گیاهی و ارتباط بین آن‌ها که «فیتوژئومورفولوژی»<sup>۱</sup> نامیده می‌شود، در دهه‌های اخیر در نقاط مختلف دنیا و از آن جمله در کشور ما توجه زیادی را به خود جلب کرده است. به طور کلی عوامل ژئومورفولوژیکی تا حدود زیادی قادر به پیش‌بینی متغیر پوشش اراضی و تیپ‌های گیاهی هستند، مشروط بر اینکه شرایط لازم از جمله وسعت و تعداد نمونه لازم، عدم تغییرات فاحش در پوشش طبیعی منطقه (پوشش پتانسیل)، آشیانه نسبتاً قابل تفکیک و مجزای اکولوژیک پوشش گیاهی، عدم تعدد بیش از حد طبقات پوشش گیاهی، تدقیق نقشه‌های ورودی، انجام مطالعات تفصیلی و دقیق‌تر، گنجاندن متغیرهای تأثیرگذار در مدل در نظر گرفته شود (رحمانی، ۱۳۹۴: ۲۳-۴۲).

از جمله فرم‌های مهم و شاخص ژئومورفولوژیکی که محل برخورد و ارتباط دو پارامتر طبیعی لندفرم و پوشش گیاهی است، مخروط‌افکنه می‌باشد. «مخروط-افکنه»<sup>۲</sup> نوعی از لندفرم تراکمی است که از رسوباتی، مانند تخته‌سنگ، شن، ماسه، سیلت و رس تشکیل شده است. آبرفت‌های رودخانه‌ای چنانچه به دشت یا دره بازی وارد شود، شکلی شبیه به بادبزین به خود می‌گیرد که رأس آن به سوی کوه و قاعده آن به سوی دشت است و به دلیل شکلی که دارد مخروط آبرفتی نامیده می‌شود. مخروط آبرفتی در مناطق خشک و نیمه‌خشک پدیده‌ای معمول است؛ زیرا که خشک شدن و سیلابی شدن متناوب رودخانه‌های کوهستان و تناوب اقلیمی قابل ملاحظه‌ای که برخی از نواحی

خشک در طی دوران چهارم<sup>۳</sup> به خود دیده‌اند، شرایط مناسبی برای تشکیل آن فراهم می‌سازد.

مورفولوژی، مورفومتری و توسعه مخروط‌افکنه‌ها تحت تأثیر شماری از فاکتورها مانند فعالیت‌های تکتونیکی (Whipple and Trayler, 1996: 351; Li et al, 1999: 299; Harvey, 2005: 117; Goswami et al, 2009: 245; Harvey, 2012: 64; Bahrami, White et al, 1996: 2013, 217) آب و هواشناسی (Pope and Wilkinson, 2005: 133; Salcher et al, 2010: 215; Waters et al, 2010: 228) سنگ‌شناسی (Lecce et al, 11; Blair & McPhearson, 1998: 800) تغییر سطح اساس (Koss et al, 1994: 90; Harvey, 2002: 67; Storz-Peretz et al, 2011: 467) و ویژگی‌های مورفومتریک حوضه (Ohmori, 1994: 405; Sorriso-Valvo et al, 1998: 222; Crosta and Frattini, 2004: 169) می‌باشند.

به‌طور کلی سطوح مخروط‌افکنه‌ای همپوشانی جالب توجهی از محیط‌های توپوگرافی و رسوبی هستند که فرایندهای فرسایش و رسوب‌گذاری را نشان می‌دهند (McAuliffe, 1994: 111; Parker, 1995: 19).

لندفرم‌های ژئومورفولوژی چه در مقیاس بسیار بزرگ، مانند سپرها و کوهستان‌های بزرگ و چه در مقیاس کوچک، مانند چاله‌های کارستی و دره‌های کوچک تأثیر قابل توجهی در نوع و تراکم پوشش گیاهی ایفا می‌کنند (Kruckeberg, 2002: 46).

نقش مهم پوشش گیاهی در شناسایی فرایندهای ژئومورفیک و حتی مؤثر بر این فرایندها، سال‌هاست که به‌صورت کمی مورد بررسی قرار گرفته است. گارسیا و همکاران (۲۰۰۷) با انجام پژوهشی در آتشفشان آجوسکا در مکزیک دریافتند که دامنه‌های شمالی و جنوبی این منطقه به دلیل تفاوت در فرایندهای ژئومورفولوژیک گذشته، دارای تفاوت زیادی در نوع پوشش گیاهی می‌باشند

( Garcia-Aguirre et al, 2007: 1)

به طور کلی پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تغییر چشم‌اندازها را می‌توان براساس تغییرات پوشش گیاهی ردیابی کرد (Murray & Fonstad, 2007: 173) حتی اگر این پوشش به صورت تنک و پراکنده باشد (Osterkamp et al, 2012: 23). سیستم ریشه‌ها نقشی حیاتی در تثبیت سطح زمین، کاهش فرسایش و نگهداشت رسوب ایفا می‌کنند (Stoffel and Wilford, 2012: 9). با این حال ارتباط بین پوشش گیاهی و فرایندهای ژئومورفیک، یک رابطه دوسویه و همه جانبه است، به این مضمون که زمان پس از آخرین اغتشاش (که می‌تواند اغتشاش ژئومورفیک باشد)، پارامتری حیاتی در ایجاد یا بقای گیاه می‌باشد (Burga et al, 2010: 561; Dickerson et al, 2013: 1083). این اغتشاش در حالی که اگر بسیار فراتر از مقدار معینی باشد، می‌تواند منجر به زیان در «اکوسیستم» پایدار شود. همچنین می‌تواند منابع اکوسیستمی حیاتی را به وجود آورد (Lane et al, 2016: 73). رابطه متقابل پوشش گیاهی و ژئومورفولوژی در مخروط‌افکنه‌های پای‌کوهی توسط لنه و همکاران (۲۰۱۶) ارزیابی شده است. آن‌ها با استفاده از تصاویر هوایی تاریخی به تعیین این موضوع پرداخته‌اند که چگونه یک لندفرم یا اکوسیستم می‌تواند مبین اغتشاشی باشند که بر منابع اکوسیستمی تأثیرگذار بوده است و به این نتیجه رسیده‌اند که فاکتورهای خاک در غنای پوشش گیاهی بسیار مؤثر است و می‌توان از آن به سیستم‌های خاک-گیاه تعبیر کرد که در جوامع گیاهی پایدار به اندازه کافی توسعه یافته است. جوامع گیاهی در سرتاسر مخروط و در پایین دست مخروط پراکنده هستند که این نوع پراکندگی ناشی از بهم خوردن یکپارچگی مخروط براساس اغتشاش‌های پیشین

می‌باشد. هرچه از پایین دست مخروط دورتر می‌شویم از فضای ایجاد شده توسط اغتشاش کاسته شده و فرایندها و جوامع گیاهی قدیمی تر می‌شوند. در ایران نیز محققینی درباره ارتباط میان لندفرم‌ها و فرایندهای ژئومورفولوژیک و جوامع گیاهی پژوهش‌هایی انجام داده‌اند که می‌توان به احسانی (۱۳۸۲)، محبی و همکاران (۱۳۸۴)، مرادی و همکاران (۱۳۸۵) و فراهانی و همکاران (۱۳۸۶) اشاره کرد.

بهرامی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی نقش عوامل ژئومورفولوژیکی در تراکم پوشش گیاهی در تاکدیس نواکوه در منطقه زاگرس پرداخته و دریافته‌اند که در جهت دامنه‌ها در تراکم پوشش گیاهی نقش مؤثرتری ایفا می‌کند تا عامل شیب یا ارتفاع. به بیان دیگر، دامنه‌های شمال شرقی به دلیل دارا بودن رطوبت بیشتر، فرسایش شیمیایی و فعالیت میکروارگانیسم‌ها از خاک غنی‌تر و در نتیجه پوشش متراکم‌تری برخوردار هستند (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۲: ۸۳).

با توجه به این که ارتباط بین ژئومورفولوژی و تنوع یا تراکم پوشش گیاهی تا حدود زیادی به اثبات رسیده و روابط متقابلی میان این دو پارامتر طبیعی توسط محققین برقرار شد، در پژوهش حاضر سعی کردیم با تمرکز بر لندفرم مخروط‌افکنه‌ها به تنوع و تراکم گونه‌های گیاهی موجود بر سطح مخروط‌ها بپردازیم.

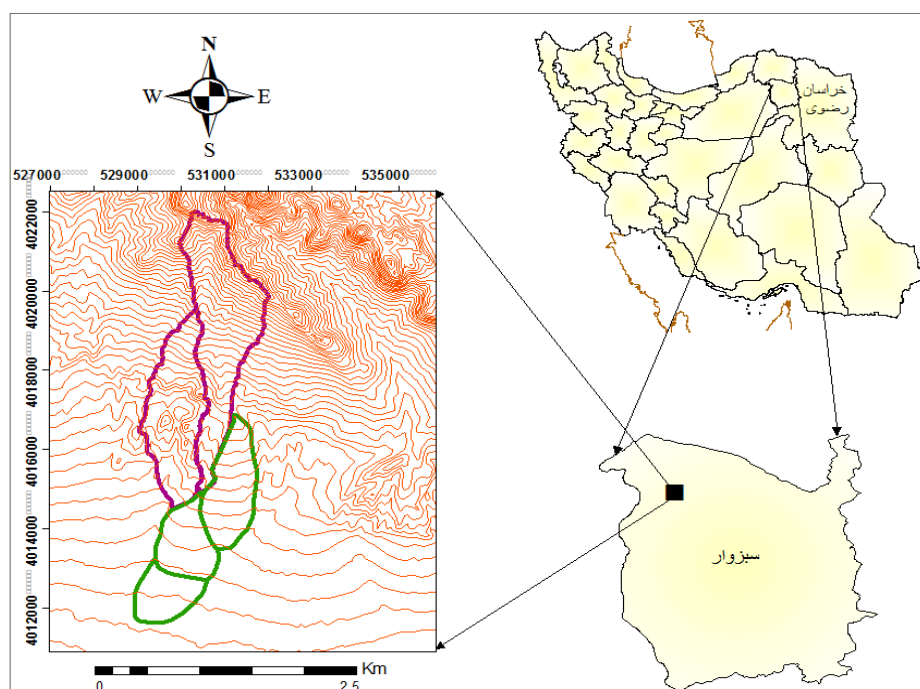
مطالعات در خصوص ارتباط بین مخروط‌افکنه‌ها و گونه‌های گیاهی در ایران صورت نگرفته و مطالعات بین‌المللی محدودی انجام شده است؛ بنابراین لازم است که بررسی‌هایی در این باره انجام گیرد. با توجه به اینکه کشور ایران به دلیل موقعیت ویژه خود، از لندفرم‌های تکامل یافته در اقلیم خشک و نیمه‌خشک برخوردار بوده و لذا مخروط‌افکنه‌های قابل توجهی در پای کوه‌های سراسر کشور ایجاد شده‌اند و همچنین

به ترتیب از شمال به جنوب گسترده شده‌اند. مساحت مخروط‌های فسیل، قدیمی و جدید به ترتیب ۲/۸۳، ۲/۰۶ و ۱/۶۳ کیلومترمربع است. مساحت حوضه‌های بالادست مخروط قدیمی و جدید نیز به ترتیب ۶/۵۶ و ۴/۷۳ کیلومترمربع است. حداقل ارتفاع مخروط فسیل ۱۰۴۴ و حداکثر ارتفاع آن ۱۲۳۸ متر است. حداقل و حداکثر ارتفاع مخروط قدیمی به ترتیب ۱۰۱۸ و ۱۰۹۸ متر و حداقل و حداکثر ارتفاع مخروط جدید به ترتیب ۹۸۶ و ۱۰۲۲ متر است. همچنین حداقل و حداکثر ارتفاع حوضه آب‌خیز بالادست مخروط قدیمی به ترتیب ۱۰۱۸ و ۱۹۳۱ متر است و حداقل و حداکثر ارتفاع حوضه آب‌خیز بالادست مخروط جدید به ترتیب ۱۰۴۱ و ۱۴۸۵ متر است. جهت شیب کلی، شمال به جنوب است (شکل ۱).

منطقه سبزوار در حدفاصل کوه‌های شمالی و کویر مرکزی که از موقعیت خاصی در ایجاد و توسعه مخروط‌افکنه‌ها برخوردار است، مخروط افکنه روستای فشتنق در غرب شهر سبزوار به‌عنوان منطقه مورد مطالعه انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت.

### محدوده مورد مطالعه

موقعیت ریاضی منطقه مطالعاتی عبارت است از ۳۶ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۷ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی. این منطقه در حدود یک کیلومتری جنوب روستای فشتنق در غرب شهر سبزوار قرار گرفته است. جاده سبزوار- شاهرود از جنوب آن عبور می‌کند. سه مخروط‌افکنه فسیل، قدیمی و جدید در منطقه مطالعاتی شناسایی شد که

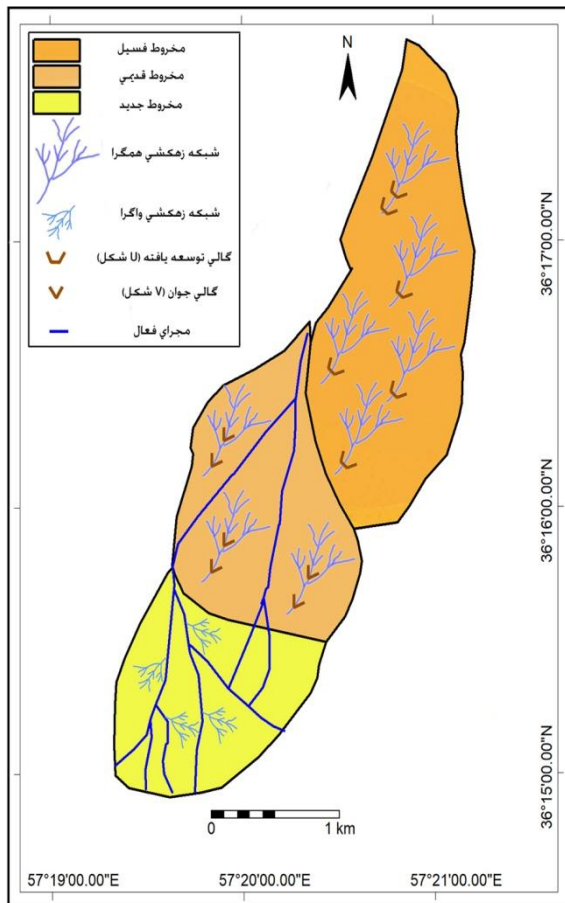


شکل ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مطالعاتی

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

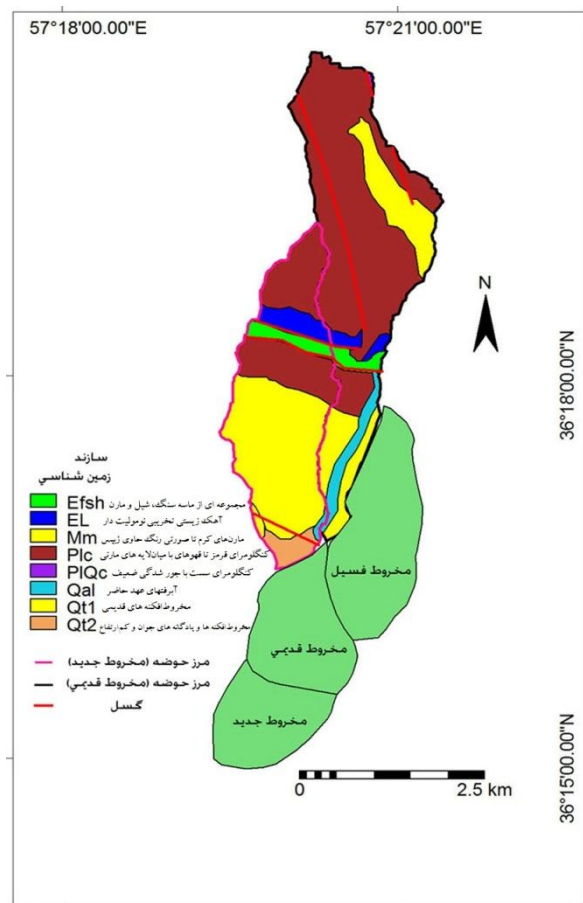
(آبرفت‌های عهد حاضر) است. در بالادست مخروط قدیمی سازندهای Qal, PIQc, Plc, Mm, EL, Efsh. Qt1 به ترتیب ۲/۳۶، ۲/۰۶، ۱۷/۴۸، ۶۸/۳۲، ۰/۳۸، ۴/۷۲ و ۴/۶۸ درصد از مساحت حوضه را پوشانده‌اند. در بالادست مخروط جدید سازندهای EL, Efsh. Mm, Plc, Qal, Qt1 و Qt2 به ترتیب ۴/۸۶، ۶/۱۸، ۵۰/۳۴، ۳۱/۳۸، ۱/۱۱ و ۵/۲۸ درصد از مساحت حوضه را شامل می‌شوند (شکل ۲).

سنگ‌شناسی حوضه بالادست مخروط‌های مورد مطالعه شامل Mm (مارن‌های کرم تا صورتی رنگ حاوی ژپس)، Plc (کنگلومرای قرمز تا قهوه‌ای با میان‌لایه‌های مارنی)، PLQc (کنگلومرای سست با چورشدگی ضعیف)، EL (آهک‌زیستی تخریبی نومولیت‌دار)، Efsh (مجموعه‌ای از ماسه‌سنگ، شیل و مارن)، Qt2 (مخروط‌افکنه‌ها و پادگانه‌های جوان و کم‌ارتفاع)، Qt1 (مخروط‌افکنه‌های قدیمی) و Qal



شکل ۳: نقشه ژئومورفولوژی منطقه مطالعاتی

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۲: نقشه زمین‌شناسی منطقه مطالعاتی

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

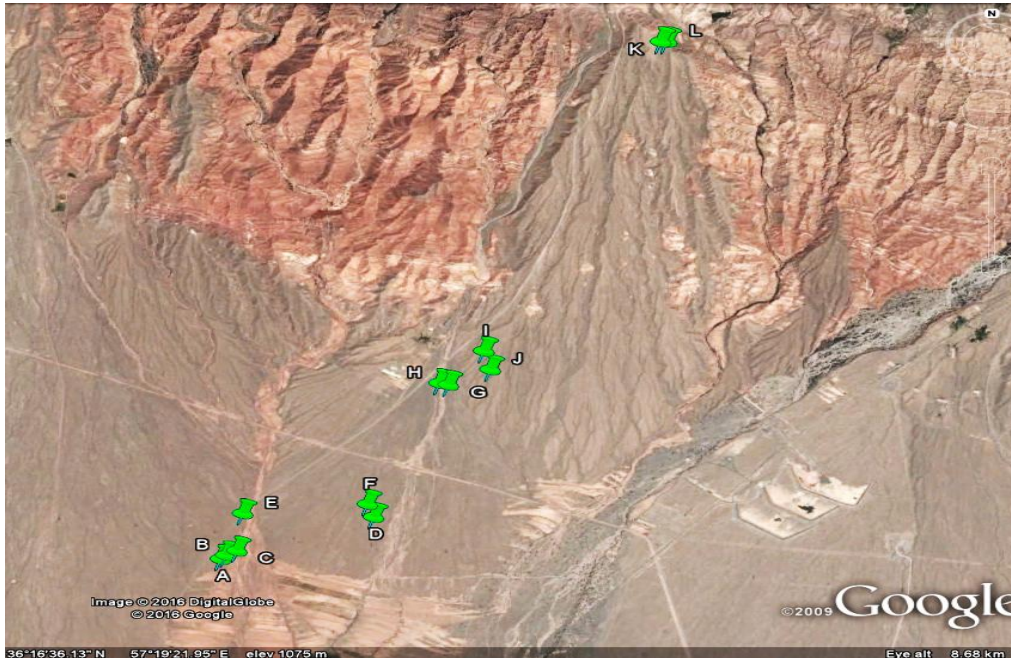
به‌طور کلی منطقه مطالعاتی بخشی از کمربند افیولیتی سبزوار محسوب می‌شود. تشکیلات افیولیتی نشان‌دهنده موقعیت برخورد صفحات توران در شمال و ایران در جنوب است. منطقه سبزوار متشکل از افیولیت و سنگ‌های آتشفشانی-رسوبی است که در شمال و جنوب با گسل میامی و درونه محدود شده است (Khalatbari Jafari et al, 2013: 210). افیولیت‌های جغتای جزئی از افیولیت‌های منطقه سبزوار و از انواع متعلق به مزوزوئیک هستند. در زمان کرتاسه در این ناحیه یک حوضه محدود ریفتی تشکیل شده است که ظاهراً در اواخر کرتاسه شروع به بسته‌شدن کرده است. افیولیت‌های مزبور روند شرقی-غربی دارند و از نظر ساختاری از چندین ورقه راندگی تشکیل شده‌اند. در روی افیولیت‌های متعلق به مزوزوئیک که در پیرامون ایران مرکزی قرار دارد، ردیف‌های آتشفشانی و رسوبی دوره ترشیاری به‌ویژه ائوسن گسترش یافته‌اند (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۳۹).

**مواد و روش‌ها**

جهت بررسی همبستگی بین مخروط‌افکنه‌ها به‌عنوان فرم‌هایی شاخص در ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی، مراحل زیر طی شد:

تفکیک مخروط‌افکنه‌های فسیل، قدیمی و جدید براساس شاخص‌هایی، مانند میزان هوازدگی، مورفولوژی

سطح مخروط، الگوی زهکشی و تن رنگ در تصاویر ماهواره‌ای قابل انجام است (Field, 1994: 57). نخست براساس تصاویر google earth، تعیین محدوده مخروط‌های فسیل، قدیمی و جدید انجام شد. مخروط‌افکنه‌های فسیل و قدیمی، به‌علت هوازدگی طولانی‌مدت، دارای تن رنگ تیره‌تری در تصاویر ماهواره‌ای هستند، درحالی که مخروط‌های جدید دارای رنگ روشن‌تری هستند؛ الگوی شبکه زهکشی، بیشینه عمق برش سطح مخروط و میزان هوازدگی (مانند ورنی و میزان نسبی تشکیل خاک) نیز به‌وسیله مطالعات میدانی بررسی شد و مخروط‌ها به سه سطح فسیل، قدیمی و جدید تقسیم شدند. مرزحوضه آب‌خیز بالادست مخروط‌ها از نقشه‌های توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و اطلاعات زمین‌شناسی از نقشه‌های زمین‌شناسی ۱:۱۰۰۰۰۰ سازمان زمین‌شناسی کشور استخراج شد. سپس جهت شناسایی گونه‌های گیاهی موجود در منطقه، مطالعات میدانی انجام شد و ۲۳ گونه گیاهی شناسایی شد. در مرحله بعد، اندازه‌گیری تاج پوشش گیاهی هر مخروط در گالی‌ها (یسترها) و میاناب‌ها با مطالعات میدانی انجام شد. برای این کار ۱۲ سایت مربعی شکل به‌اندازه ۱۰ متر در ۱۰ متر انتخاب و تاج پوشش گیاهی در هر سایت، محاسبه شد (شکل ۴).



شکل ۴: موقعیت سایت‌های انتخابی جهت برداشت نمونه گونه‌های گیاهی

تهیه و ترسیم: نگارندگان، ۱۳۹۶

استفاده از دستگاه بورت اتومات این روش پیاده‌سازی شده است.

اندازه‌گیری کربن آلی به روش Walkley-Black (Skjemstad and Baldock, 2008: 225) انجام شد. ازت در خاک عمدتاً به صورت ترکیبات آلی، از جمله پروتئین بوده و تنها مقدار ناچیزی از آن به شکل آمونیوم و نترات در خاک یافت می‌شود (حدود دو درصد). بنابراین، اندازه‌گیری ازت کل، مناسب‌ترین روش برای بیان وضعیت این عنصر در خاک است. امروزه بهترین روش اندازه‌گیری ازت کل خاک، استفاده از روش کج‌لدال (اکسیدکردن مرطوب) می‌باشد (Bremner and Mulvaney, 1982: 595).

در روش کج‌لدال، ازت آمونیاکی ( $N-NH_4$ ) ماده آلی بر اثر ترکیب با اسید سولفوریک غلیظ، به صورت سولفات آمونیوم درآمده، آمونیوم حاصل، پس از ترکیب با سود غلیظ در دستگاه تقطیر به گاز آمونیاک تبدیل می‌شود. سپس گاز حاصله به وسیله اسید

برای بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مخروط‌افکنه‌ها، ۱۰ نمونه خاک از سطح ۳۰ سانتیمتری خاک برداشت شد و آزمایش‌های بافت خاک، هدایت الکتریکی، PH، درصد مواد خنثی‌شونده، کربن آلی، ازت کل، فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب در هر نمونه اندازه‌گیری شد.

برای اندازه‌گیری اسیدیته خاک از دستگاه PH متر استفاده شد (Thomas, 1996: 475). اندازه‌گیری هدایت الکتریکی نیز که به طور غیرمستقیم میزان املاح محلول در خاک را مشخص می‌کند، به روش‌های صحرایی و آزمایشگاهی تعیین شده و به دو روش گل اشباع و همچنین تهیه نمونه‌های ۱:۲، ۱:۵ و ۱:۱۰ و در نهایت با استفاده از EC متر تعیین شد (McClean, 1982: 199). به منظور تعیین مقدار درصد مواد خنثی‌شونده (T.N.V.) از روش تیتراسیون بهره‌گرفته شده است (Nelson, 1982: 45) و با

در مرحله بعد ۱۶/۵ سی سی استات آمونیوم به آن اضافه کرده و ۵ دقیقه توسط تکان دهنده، نمونه را هم می‌زنیم. سپس محلول را در دستگاه سانتریفوژ در ۳۰۰۰ دور، به مدت ۵ دقیقه قرار می‌دهیم. بعد از اتمام کار و خارج کردن نمونه، محلول‌های استاندارد را تهیه می‌کنیم. پس از انجام مراحل و خارج کردن لوله سانتریفوژ، خاک ته‌نشین شده و عصاره روی را درون بالن ژوژه ۱۰۰ میلی‌لیتری می‌ریزیم. سپس به وسیله دستگاه فلیم فتومتر میزان پتاسیم عصاره را به دست می‌آوریم (Knudsen et al, 1982: 225). به منظور برآورد میزان پتاسیم قابل جذب از فرمول زیر استفاده شد.

اندازه‌گیری بافت خاک نیز براساس روش هیدرومتری یا چگالی سنجی انجام شد (Buuyucos, 1962: 406). در این روش از دستگاه هیدرومتر استفاده می‌شود.

$$\text{مقدار پتاسیم قابل جذب برحسب ppm} = \text{غلظت K در عصاره برحسب ppm} \times \left\{ \frac{\text{وزن خاک خشک}}{\text{حجم عصاره به میلی‌متر}} \right\}$$

است. در حال حاضر، مخروط فسیل از دسترس سیستم‌های رسوب‌گذاری خارج و متروک شده است. مخروط جدید نیز پس از تغییر مسیر رودخانه از مخروط قدیمی، ایجاد شده است؛ بنابراین اکنون مخروط‌های قدیمی و فسیل غیرفعال بوده و تحت تأثیر فرسایش قرار دارند؛ در حالی که مخروط جدید تحت تأثیر رسوب‌گذاری و سیلاب قرار دارد. بررسی‌های خاک‌شناسی و پوشش گیاهی نشان‌دهنده فعال بودن مخروط‌افکنه جدید است. در مخروط‌افکنه جدید، شخم‌کاری و کشاورزی انجام می‌شود در صورتی که سطح مخروط‌های قدیمی و فسیل پوشیده از گیاهان مرتعی و خودرو است که در ذیل به آن می‌پردازیم.

بوریک جمع‌آوری می‌شود. سرعت فعل و انفعالات فوق با افزایش دما و در حضور کاتالیزور فزونی می‌یابد. در عمل به منظور افزایش دما، از سولفات پتاسیم و یا سولفات سدیم استفاده می‌شود. در پایان باز تشکیل شده با کمک اسید سولفوریک رقیق (۰/۰۵) تیترا شده و بدین ترتیب مقدار کل ازت خاک و یا گیاه تعیین می‌شود.

مناسب‌ترین روش تعیین فسفر قابل استفاده در خاک روش السن است (Olsen et al, 1954: 19). در این روش با استفاده از محلول نیم نرمال بی‌کربنات سدیم با اسیدیته ۸/۵ عصاره خاک تهیه می‌شود.

برای محاسبه مقدار پتاسیم، ۵/۲ گرم خاک را در داخل لوله سانتریفوژ ریخته، سپس بر روی آن در حدود ۵۰ سی سی آب مقطر اضافه می‌کنیم.

## نتایج و بحث

مخروط‌افکنه‌ها با دارا بودن سطوح فعال (با فرایند رسوب‌گذاری) و غیرفعال (با فرایند هوازدگی و فرسایش) می‌توانند محیط‌های مناسب یا نامناسبی را به منظور رویش گیاهان بومی، موجب شوند. بررسی‌ها در منطقه مورد نظر سه مخروط پیاپی را نشان داد که دوره‌های فرسایش و رسوب‌گذاری متفاوتی را سپری کرده‌اند. در مشاهدات میدانی دریافتیم که بخش شمالی مخروط فسیل که در بالاترین بخش از منطقه مطالعاتی قرار دارد، به دره عمیق رودخانه‌ای ختم می‌شود که ناشی از تغییر جهت رودخانه است. این رود در طی زمان با تغییر مسیر در بالادست، مخروط خود (فسیل) را ترک کرده و مخروط دوم (مخروط قدیمی) در پایین‌دست مخروط فسیل را ایجاد کرده

### - پوشش گیاهی

مشاهدات میدانی در سطح مخروط‌افکنه‌ها نشان داد که گونه گیاهی غالب در میاناب‌های هر سه مخروط، درمنه و در بستر فعال مخروط قدیمی، پرنده می‌باشد. بستر فعال مخروط جدید، عاری از پوشش گیاهی است.

«درمنه دشتی»<sup>۱</sup> که عمده مساحت منطقه را به خود اختصاص داده، بوته‌ای بسیار معطر بوده و به‌طور کلی عنصر اصلی و غالب اجتماعات گیاهی در استپ‌های خشک و نیمه‌خشک کشور محسوب می‌شود. ارتفاع این بوته‌ها بین ۳۰ تا ۵۰ سانتی‌متر بوده و دارای انشعابات متعدد و متراکم بوده که شکل کپه‌ای را به بوته می‌بخشد. درمنه دشتی در خطوط همباران ۱۰۰ میلی‌متر و اغلب در خاک‌های لومی، شنی و لومی‌رسی رویشگاه‌های وسیعی را ایجاد می‌کند. این گیاه اگرچه در فصل بهار و تابستان به‌واسطه بوی عطر بسیار تند آن، مورد چرای گوسفندان قرار نمی‌گیرد، اما در فصل پاییز و زمستان، زمانی که گیاه بذر می‌دهد، توسط گوسفندان چرا می‌شود. درمنه دشتی از جمله بوته‌های بسیار سازگار به شرایط سخت بیابان محسوب می‌شود که علاوه بر مصارف علوفه‌ای (در مراتع قشلاقی)، بوته‌ای بسیار مقاوم در مقابل فرسایش‌های بادی بوده و نقش ارزنده‌ای را در حفاظت خاک این مناطق برعهده دارد. در طی دهه اخیر، اهمیت اکولوژیکی این گونه بارزش در عرصه‌های بیابانی تاحدودی مشخص شده و دستگاه اجرایی کشور (منابع طبیعی) مراتع قشلاقی را با این گیاه بذرکاری می‌کنند. تنها روش تکثیر گیاه، بذر است.

«پرنده» نیز درختچه‌ای است با شاخه و انشعابات متعدد و متراکم که در نقاط مختلف بیابان مخصوصاً همراه با گیاه درمنه دشتی اجتماعات وسیع و

گسترده‌ای را به‌وجود می‌آورد. ارتفاع این درختچه‌ها تا ۱/۵ متر می‌رسد. معمولاً در اقلیم خشک در بستر رودخانه‌ها و آبراهه‌های فصلی به‌عنوان تنها گونه درختچه‌ای غالب، قابل مشاهده است. به‌عبارت دیگر، گیاه پرنده گونه اصلی داخل آبراهه‌ها می‌باشد. این گیاه اغلب در خاک‌های سنگریزه‌دار، سنگلاخی و نیمه‌عمیق با بافت سبک و متوسط نیز رشد می‌کند. دامنه رویشگاهی آن در بیابان‌های مسیله و دشت کویر با ارتفاع بین ۸۰۰ تا ۱۹۰۰ متر از سطح دریا و در خطوط همباران ۸۰ تا ۱۸۰ میلی‌متر متغیر است. این درختچه در اغلب نواحی ایران، مانند بلوچستان، خراسان، سمنان، دامغان، اصفهان، قزوین و انارک دیده می‌شود.

علاوه بر درمنه دشتی و پرنده، تیپ‌ها و گونه‌های گیاهی دیگری نیز در منطقه مشاهده می‌شود که بعضاً سطح قابل توجهی را به‌خود اختصاص داده‌اند. جمعاً ۲۳ گونه گیاهی در سطح هر سه مخروط‌افکنه شناسایی شد. این گیاهان یا بومی منطقه بوده، یا بذر آن‌ها به‌وسیله سیلاب‌ها از بالادست به این منطقه آورده شده‌اند.

جدول شماره ۱ گونه‌های گیاهی را به تفکیک مخروط‌ها و شکل‌های ۴ تا ۹ نمونه گونه‌های شناسایی شده را نشان می‌دهند. پس از شناسایی گونه‌های گیاهی موجود در منطقه، اقدام به تعیین مساحت تاج پوشش گیاهی کردیم. برای این کار ۱۲ سایت ۱۰۰ مترمربعی را از هر سه مخروط‌افکنه انتخاب و مساحت تاج پوشش گیاهی هر سایت را محاسبه کردیم. باتوجه به پراکندگی یکنواخت بوته‌ها در سطح مخروط‌ها، مساحت هر سایت را می‌توان به کل سطح مخروط جدید، قدیم یا فسیل تعمیم داد.

جدول شماره ۲ و شکل شماره ۵، درصد و مساحت تاج پوشش گیاهی سایت‌های نمونه را به تفکیک نشان می‌دهند. اندازه‌گیری‌ها نشان داد که به‌طور کلی تعداد بوته‌ها در مخروط‌افکنه قدیمی و به‌ویژه

بسترهای رودخانه‌ای مخروط فسیل، تراکم پوشش گیاهی به دلیل عرض بیشتر این بسترها و تکامل خاک این نواحی در طی زمان، قابل ملاحظه است.

پایین دست مخروط، نسبت به نواحی دیگر فراوان تر و مساحت تاج پوشش گیاهی بیشتر است. در بسترهای فعال رودخانه‌ای، همان طور که انتظار می‌رود، تعداد بوته‌ها بسیار کم است، ولی در داخل گالی‌ها و

جدول ۱: گزارش پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی

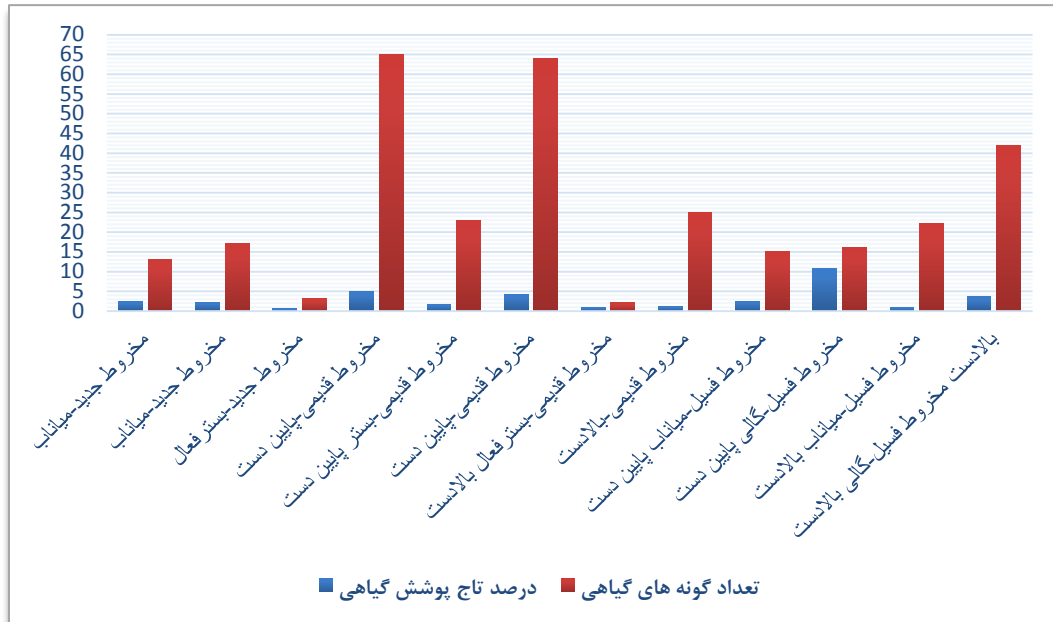
شماره سایت	تیپ اصلی	گونه‌های دیگر	توضیحات
سایت ۱ مخروط جدید	درمنه به همراه گون	چوبک، پرند، آفتاب پرست، نیلوفر وحشی، شب‌بو، شکر تیغال، جارو حرم، بادبر، خار، گراس‌های یک‌ساله	باتوجه به شدت چرای دام و شخم و شیار انجام گرفته برای کشت دیم، گونه‌های مهاجم از قبیل اسپند و تلخه بیان حضوری چشمگیر دارند.
سایت ۲ مخروط قدیمی	درمنه	چوبک، پرند، آفتاب پرست، اسپند، شب‌بو، جارو، نیلوفر وحشی	
سایت ۳ بستر فعال در مخروط قدیمی	پرند: تیپ اصلی داخل آبراهه	سگ دندان، گون کتیرا، گل گندمی، علف مار، کور، چوبک، سیاه‌کینه، شب‌بو، شکر تیغال، خارزن بابا، جارو حرم	هرچند در این سایت حضور درمنه دشتی (Ar-se) چشمگیر است، ولی به علت شرایط خاص آبراهه‌ها و مسیل فصلی، برخی از گونه‌های ارتفاعات به همراه سیلاب‌های فصلی آورده شده‌اند نیز در عرصه هستند.
سایت ۴ مخروط فسیل	درمنه دشتی به همراه جارو یا کاهوی وحشی	گراس‌های یک‌ساله، استاخیس، نوروزک، شکر تیغال، خار، گل گندم، علف مار، نوعی گون در مسیر مسیل‌ها و گالی‌های ایجاد شده بر اثر فرسایش، پرند، جارو یا کاهوی وحشی، خار، مخلصه، سگ‌شا، استاخیس	

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

جدول ۲: تعداد و مساحت تاج پوشش گیاهی دوازده سایت نمونه‌گیری شده در منطقه مطالعاتی

نام سایت	موقعیت نسبی	موقعیت ریاضی	تعداد بوته	درصد تاج پوشش گیاهی
A	پایین دست مخروط جدید- میاناب	N: 36 15 39.2 E: 57 19 29.9	۱۳	۲/۳۵
B	پایین دست مخروط جدید- میاناب	N: 36 15 40.2 E: 57 19 30.4	۱۷	۲/۲۲
C	پایین دست مخروط جدید- بستر فعال	N: 36 15 41.4 E: 57 19 32.5	۳	۰/۵۸
D	پایین دست مخروط قدیمی- میاناب	N: 36 15 49.5 E: 57 20 05.7	۶۵	۵/۰۱۴
E	پایین دست مخروط قدیمی- بستر فعال	N: 36 15 50.3 E: 57 19 31.6	۲۳	۱/۷۴
F	پایین دست مخروط قدیمی- میاناب	N: 36 15 52.5 E: 57 19 59.2	۶۴	۴/۱۲
G	بالادست مخروط قدیمی- بستر فعال	N: 36 16 21 E: 57 20 15	۲	۰/۸۸۷
H	بالادست مخروط قدیمی- میاناب	N: 36 16 21.4 E: 57 20 13.5	۲۵	۱/۱۹
I	پایین دست مخروط فسیل- میاناب	N: 36 16 29.1 E: 57 20 22.5	۱۵	۲/۴۳
J	پایین دست مخروط فسیل- داخل گالی	N: 36 16 24.7 E: 57 20 23.9	۱۶	۱۰/۶۷
K	بالادست مخروط فسیل- میاناب	N: 36 17 41 E: 57 20 56.1	۲۲	۰/۸۷۵
L	بالادست مخروط فسیل- داخل گالی	N: 36 17 41 E: 57 20 57.4	۴۲	۳/۵۳

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۵: نمودار مقایسه تعداد و درصد تاج پوشش گیاهی در منطقه

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۷: گونه گیاهی پرند (بستر فعال مخروط قدیمی)

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

شکل ۶: گونه گیاهی چوبک (مخروط جدید)

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۹: گونه گیاهی گون و بادبر (مخروط جدید)  
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۸: گونه گیاهی درمنه (مخروط قدیمی)  
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۱۱: گونه گیاهی شکر تیغال (مخروط فسیل)  
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶



شکل ۱۰: گونه گیاهی استاخیس (مخروط فسیل)  
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

مقدار ماسه در کانال‌ها بیشتر است. این موضوع نشان‌دهنده بافت درشت‌تر کانال‌ها نسبت به پشته‌ها است. مقدار  $ph$ ، درصد مواد خنثی‌شونده فسفر و پتاسیم قابل جذب در پشته‌ها بیشتر از کانال‌هاست. در مخروط‌افکنه جدید در پشته‌ها تاج پوشش گیاهی بسیار بیشتر از کانال‌های فعال است (شکل ۱۲).

#### - پوشش خاک

به‌منظور بررسی بافت و میزان موادآلی خاک در منطقه مطالعاتی، تعداد ۱۰ نمونه خاک از سه مخروط‌افکنه جدید، قدیمی و فسیل شامل میاناب‌ها و بسترها و گالی‌ها برداشت شد و مورد آزمایش قرار گرفت (جدول ۴).

بررسی‌ها نشان داد که در مخروط‌افکنه جدید در پشته‌ها، مقدار سیلت و رس بیشتر است؛ درحالی‌که



شکل ۱۲: مقایسه تراکم گونه‌های گیاهی در بسترهای فعال (تصویر سمت چپ) و میاناب‌ها (تصویر سمت راست) در مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه  
مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

به‌طور کلی هم عناصر حاصل‌خیزی خاک و هم تاج پوشش گیاهی در میاناب‌های مخروط قدیمی بالاتر از بستر گالی‌ها است (جدول ۳).

در پایین‌دست مخروط فسیل نیز مقدار حاصل‌خیزی خاک در میاناب بیشتر از بستر گالی است؛ با این وجود تاج پوشش گیاهی در بستر گالی (۱۰/۶۷۶ درصد) بیشتر از میاناب (۲/۴۳ درصد) است. در بالادست مخروط فسیل نیز مقدار عناصر حاصل‌خیزی در میاناب‌ها بیشتر از بستر گالی‌ها است؛ اما تاج پوشش گیاهی در بستر گالی (۳/۵۳ درصد) بیشتر از میاناب (۰/۸۷۵ درصد) است (جدول ۳).

بررسی داده‌ها نشان می‌دهد که عناصر حاصل‌خیزی خاک در مخروط‌های قدیمی و فسیل بهتر از مخروط جدید است. در مخروط قدیمی، میاناب‌ها دارای تاج پوشش گیاهی بهتری نسبت به بستر گالی هستند در حالی که در مخروط فسیل بستر گالی‌ها دارای تاج پوشش گیاهی بیشتری نسبت به میاناب‌ها هستند. در توجیه بیشتر بودن درصد تاج پوشش گیاهی بستر گالی در مخروط فسیل نسبت به میاناب‌ها می‌توان گفت که، مخروط فسیل در نزدیکی جبهه کوهستان

در مناطق بالادست (مخروط فسیل و مخروط قدیمی) عناصر حاصل‌خیزی در میاناب‌ها بیشتر از بسترهاست. این به دلیل شیب زیاد گالی‌های عمیق و فرسایش آن‌هاست؛ در حالی که میاناب‌ها پایدارتر بوده و امکان تشکیل خاک بیشتر و بنابراین، حاصل‌خیزی بیشتر را دارا بوده است. در پایین‌دست مخروط‌افکنه قدیمی نیز مقدار رس و سیلت، PH، درصد مواد خنثی شونده، فسفر و پتاسیم قابل جذب در پشته‌ها بیشتر از کانال‌ها است. مقدار کربن آلی و ازت کل نیز در پشته‌ها و گالی‌ها به هم نزدیک است.

در پایین‌دست مخروط قدیمی درصد تاج پوشش گیاهی در میاناب‌ها (۴/۵۶ درصد) بیشتر از گالی‌ها (۱/۷۴ درصد) است. در بالادست مخروط قدیمی، مقدار رس و سیلت، PH، درصد مواد خنثی‌شونده، کربن آلی، ازت کل، فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب در پشته‌ها بیشتر از کانال‌ها است که این موضوع بیانگر حاصل‌خیزی بیشتر خاک پشته‌ها نسبت به کانال‌ها می‌باشد. درصد تاج پوشش گیاهی در بالادست مخروط قدیمی، در میاناب‌ها (۱/۱۹۳ درصد) بیشتر از گالی‌ها (۰/۸۸۷ درصد) است.

میاناب‌ها دارای ثبات بیشتری بوده و فرایند خاکزایی در آن‌ها بیشتر است. این موضوع باعث شده است که در تمامی نمونه‌های برداشت شده، درصد پوشش گیاهی در میاناب‌های مخروط قدیمی (در بالادست و پایین‌دست)، نسبت به بستر گالی‌ها بیشتر باشد. بنابراین، در مخروط قدیمی، میاناب‌ها به دلیل شیب کمتر و ثبات بیشتر دارای عناصر حاصل‌خیزی بیشتری بوده و شرایط مساعدتری را از نظر پوشش گیاهی دارند. قابل ذکر است که درصد پوشش گیاهی در پایین‌دست مخروط قدیمی (هم در میاناب‌ها و هم در گالی‌ها) نسبت به بالادست بیشتر است.

می‌توان گفت که درصد تراکم و تنوع گیاهی در سطح مخروط‌افکنه‌های مذکور تا حدود زیادی متأثر از فرایندهای ژئومورفولوژیک است؛ به طوری که در مخروط قدیمی برش سطح مخروط توسط گالی‌های تکامل یافته این امکان را فراهم کرده است که بستر گالی‌ها به دلیل سایه و رطوبت بیشتر و همچنین بافت درشت‌تر و نفوذپذیری بیشتر، شرایط مساعدتری برای رشد پوشش گیاهی داشته باشند؛ درحالی‌که میاناب‌ها درحال فرسایش بوده و به علت قرارگیری بیشتر در معرض آفتاب و همچنین زهکشی شدن به وسیله گالی‌ها، پوشش گیاهی ضعیف‌تری دارند.

فرایند غالب در سطح مخروط قدیمی هوازدگی و تشکیل خاک در میاناب‌ها است؛ درحالی‌که فرایند برش در بستر گالی‌های کم‌عمق وجود دارد. این وضعیت باعث شرایط بهتر پوشش گیاهی در میاناب‌های مخروط‌افکنه قدیمی شده است.

در سطح مخروط جدید که تحت تأثیر رسوب‌گذاری قرار دارد، تکرار سیلاب‌های اتفاقی مانع تثبیت خاک شده و بنابراین پوشش گیاهی ضعیف‌تر از مخروط‌های قدیمی و فسیل است.

تشکیل شده و دارای شیب بیشتری از مخروط‌های قدیمی و جدید است. شیب بیشتر و قرارگیری طولانی مدت آن در معرض فرسایش باعث شده است که گالی‌ها در سطح آن تشکیل شده و باعث برش سطح (در مواردی بیش از ۶ متر) شوند؛ بنابراین سطح مخروط فسیل به صورت بریده بریده و مژرس در آمده است. گالی‌ها در پایین‌دست مخروط فسیل کاملاً تکامل یافته و دارای مقطع U شکل هستند. با وجود اینکه بستر گالی‌ها دارای عناصر حاصل‌خیزی کمتری نسبت به میاناب‌ها هستند، اما وجود بافت درشت‌تر آن‌ها (جدول ۳) به علت برش و همچنین وجود رطوبت بیشتر در بستر گالی‌ها باعث شده است، که درصد پوشش گیاهی در بستر گالی‌ها بیشتر از میاناب‌ها (هم در بالادست و هم در پایین‌دست مخروط فسیل) باشد. همچنین بستر گالی‌ها به عنوان زهکش میاناب‌ها عمل کرده و بستر گالی‌ها دارای منابع آب زیرزمینی بهتری نسبت به میاناب‌ها بوده و بنابراین این عامل نیز در افزایش نسبی پوشش گیاهی بستر گالی‌ها تأثیرگذار می‌باشد.

با وجود موارد فوق، درصد پوشش گیاهی در پایین‌دست مخروط فسیل (چه در میاناب‌ها و چه در گالی‌ها) نسبت به بالادست بیشتر است. این موضوع به دلیل شیب کمتر پایین‌دست مخروط فسیل و همچنین شستشوی مواد ریزدانه سطح خاک از بالادست و رسوب‌گذاری آن‌ها در پایین‌دست است.

مخروط‌افکنه قدیمی که در پایین‌دست مخروط فسیل قرار گرفته است دارای بافت ریزتری (سیلتی) نسبت به مخروط قدیمی است؛ همچنین سطح مخروط قدیمی هموارتر بوده و به علت سن کمتر آن نسبت به مخروط فسیل گالی‌ها در سطح آن کمتر تکامل یافته‌اند. وجود گالی‌های V شکل و کم عمق نشان‌دهنده فعالیت برشی گالی‌ها بوده، درحالی‌که

جدول ۳: مشخصات نمونه‌های خاک برداشت شده

مقادیر اندازه‌گیری شده										محل نمونه‌گیری	شماره نمونه
درصد ماسه Sand %	درصد لای Silt %	درصد رس Clay %	پتاسیم قابل جذب K (A.V.) P.P.M	فسفر قابل جذب P (A.V.) P.P.M	ازت کل Total.N. %	کربن آلی O.C. %	درصد موادخنی شونده T.N.V. %	واکنش کل اشباع Ph	هدایت الکتریکی Ec		
۶۸	۲۶	۶	۸۴	۴/۸	۰/۰۰۷	۰/۰۸۷	۱۵/۵	۸/۳	۰/۹۲۳	مخروط جدید (۵۰ متر بالاتر از آخرین تراش زراعی)	۱
۸۲	۱۲	۶	۸۰	۴/۲	۰/۰۱۱	۰/۱۳۹	۱۴/۵	۷/۹۳	۲/۷۲	مخروط جدید (بستر فعال رود)	۲
۶۴	۲۸	۸	۲۰۴	۸/۴	۰/۰۲۵	۰/۲۹۵	۹/۵	۸/۱۲	۰/۴۵۷	مخروط قدیمی (پایین دست)	۳
۸۶	۶	۸	۱۴۰	۶/۶	۰/۰۲۸	۰/۳۳۰	۷	۸/۰۵	۰/۶۰۸	مخروط قدیمی (داخل بستر رود)	۴
۸۰/۵	۴/۵	۱۵	۸۰	۳/۸	۰/۰۱۰	۰/۱۲۱	۷/۵	۷/۹۵	۳/۰۲	مخروط قدیمی (بالادست - بستر فعال)	۵
۶۸	۲۴	۸	۱۴۰	۶	۰/۰۲۸	۰/۳۳۰	۹/۵	۸/۲۳	۰/۴۶۶	مخروط قدیمی (بالادست - میاناب)	۶
۵۲	۳۶	۱۲	۲۵۲	۵/۹	۰/۰۲۲	۰/۲۶۱	۱۲/۷۵	۸/۱۲	۰/۶۸۰	مخروط فسیل (پایین دست - میاناب)	۷
۸۲	۱۴	۴	۱۳۲	۶/۸	۰/۰۱۳	۰/۱۵۶	۱۱	۸/۰۴	۰/۶۲۰	مخروط فسیل (پایین دست - داخل بستر رودخانه)	۸
۸۵	۱/۵	۱۳/۵	۱۵۶	۴/۹	۰/۰۱۶	۰/۱۹۱	۱۰/۵	۸/۱۵	۰/۴۶۵	مخروط فسیل (بالادست)	۹
۶۲	۲۴	۱۴	۱۹۶	۷/۴	۰/۰۲۹	۰/۳۴۸	۱۴/۵	۸/۰۳	۰/۴۴۰	مخروط فسیل (بالادست - میاناب)	۱۰

مأخذ: نگارندگان، ۱۳۹۶

## نتیجه

اینکه مدت زیادی از آخرین فعالیت سیلاب و رسوب‌گذاری آن گذشته است، تحت تأثیر هوازدگی و ایجاد فرسایش قهقرایی قرار گرفته و بنابراین، گالی‌های عمیقی در سطح آن شکل گرفته است. در سطح مخروط فسیل در میاناب‌ها خاک بیشتری تشکیل شده و درصد رس و لای نسبت به گالی‌ها بیشتر است. این وضعیت در مخروط قدیمی هم دیده می‌شود، اما درصد تاج پوشش گیاهی در گالی‌های مخروط فسیل بیش از میاناب‌هاست که به دلیل فرایند برش و وجود رطوبت کافی در بستر گالی‌هاست. به‌طور کلی بالاترین تاج پوشش گیاهی منطقه، مربوط به بستر گالی در

نوع و تراکم پوشش گیاهی تحت تأثیر عوامل محیطی گوناگونی مانند خاک، لندفرم، فرایندهای ژئومورفیک حاکم و آب و هواشناسی قرار دارد. روند تحول شرایط محیطی در طی زمان نیز برای امر مؤثر واقع می‌شود. بررسی فرم‌ها و فرایندهای واقع بر سطح مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه، نمایان‌گر فعالیت آب‌های جاری به‌صورت فصلی است که مخروطی را در بخش شمالی منطقه برجای گذاشته‌اند و پس از تغییر مسیرهای بعدی، دو سطح قدیمی و جدید را در پایین دست به‌وجود آورده‌اند. مخروط فسیل به‌علت

فراهانی، ابراهیم؛ محمد خسروشاهی؛ مجید حسینی؛ سیامک لقمانی (۱۳۸۶). قلمرو بیابانی استان تهران از دیدگاه پوشش گیاهی، فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابانی ایران. جلد ۱۴. شماره ۴. صفحات ۴۹۹-۴۹۰.

محبی، علی؛ محمد جعفری؛ رضل عرفانزاده؛ علی تیمورزاده (۱۳۸۴). بررسی رابطه ژئومورفولوژی (شیب، جهت، ارتفاع) و خاک با تولید و درصد پوشش و انبوهی گونه‌های گیاهی شبدر قرمز در مراتع فندقلوی اردبیل، فصلنامه جنگل و مرتع. شماره ۶۷. صفحات ۱۶-۱۱.

مرادی، حمیدرضا؛ شهین احمدی‌پور (۱۳۸۵). بررسی نقش مورفولوژی و خاک بر پوشش گیاهی با استفاده از GIS، (مطالعه موردی: بخشی از مراتع حوضه‌واز)،

پژوهش‌های جغرافیایی. شماره ۵۸. صفحات ۳۲-۱۷.

- Bahrami, S. (2013). Tectonic controls on the morphometry of alluvial fans around Danekkhoshk anticline, Zagros, Iran. *Geomorphology* 180-181, 217-230.
- Blair, T.C., McPherson, J. G. (1998). Recent debris-flow processes and resultant form and facies of the Dolomite alluvial fan, Owens Valley, California. *Journal of Sedimentary Research* 68, 800-818.
- Bouyoucos, G. J (1962). Hydrometer method improved for making particle-size analysis of soil. *Agronomy Journal*, 54:406- 465.
- Bremner J.M., Mulvaney, C.S (1982). Nitrogen-total. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds), *Methods of Soil Analysis, Part 2-Chemical and Microbiological Properties* (second edition). Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy, PP. 595-624.
- Burga CA, Krüsi B, Egli M, Wernli M, Elsener S, Ziefle M, Fischer T, Mavris C. (2010). Plant succession and soil development on the foreland of the Morteratsch glacier (Pontresina, Switzerland): straight forward or chaotic? *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 205: 561-576.
- Crosta, G.B., Frattini, P. (2004). Controls on modern alluvial fan processes in the central Alps, northern Italy. *Earth Surface Processes and Landforms* 29, 267-293.

پایین دست مخروط فسیل است. بستر فعال مخروط جدید کمترین مواد آلی و کمترین تراکم پوشش گیاهان بومی را داراست. بافت خاک در این قسمت، درشت‌تر و عمدتاً ماسه‌ای است و در نتیجه عمدتاً عاری از پوشش گیاهی است. به‌طور کلی فرم‌های مخروط‌افکنه‌ای جنوب روستای فشتنق با توجه به پراکنش نوع خاک و عملکرد آب‌های جاری، الگوی تراکم گیاهی مشخصی را در یک محدوده اقلیمی به‌وجود آورده‌اند.

### منابع

احسانی، علی (۱۳۸۲). بررسی نقش و رابطه بین عوامل ژئومورفولوژی، خاک و پوشش گیاهی در حوضه آب‌خیز به‌شهر، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی. شماره ۶۰. صفحات ۱۰۲-۹۳.

بهرامی، شهرام؛ کامران شایسته؛ سجاد بهرامی (۱۳۹۲). بررسی نقش ژئومورفولوژی در تراکم پوشش گیاهی در طاقدیس نواکوه، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال ۴. شماره ۱۴. صفحات ۱۰۱-۸۳.

بهرامی، شهرام، سیدمحمود فاطمی عقدا؛ کاظم بهرامی محمد معتمدی‌راد؛ سیما پوره‌اشمی (۱۳۹۴). ارزیابی مخروط‌افکنه‌های شمال شرق ریوند به‌عنوان منابع بالقوه سنگدانه و ارتباط آن‌ها با فرایندهای ژئومورفولوژی، جغرافیا و آمایش شهری- منطقه‌ای. شماره ۱۴. صفحات ۱۵۴-۱۳۷.

رحمانی، شهربانو؛ عطاالله ابراهیمی؛ علیرضا داوودیان دهکردی (۱۳۹۴). پیش‌بینی نقشه پوشش گیاهی بر مبنای عوامل ژئومورفولوژی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، مطالعه موردی: سبزکوه استان چهارمحال و بختیاری، نشریه مرتع‌داری. سال ۲. شماره ۲. صفحات ۴۴-۲۱.

- Kruckeberg, A.R. (2002). *Geology and Plant Life: the effects of Landforms and rock types on plants*. University of Washington Press, Seattle. 365 pp.
- Lane, S.N. Borgeaud, L. Vittoz, P. (2016). Emergent geomorphic-vegetation interactions on a subalpine alluvial fan. *EARTH SURFACE PROCESSES AND LANDFORMS*. Earth Surf. Process. Landforms 41, 72-86.
- Lecce, S.A. (1991). Influence of lithologic erodibility on alluvial fan area, western White Mountains, California and Nevada. *Earth Surface Processes and Landforms* 16, 11-18.
- Li, Y.L., Yang, J.C., Tan, L., Duan, F. (1999). Impact of tectonics on alluvial landforms in the Hexi Corridor, Northwest China. *Geomorphology* 28, 299-308.
- McAuliffe JR. (1994). Landscape evolution, soil formation, and ecological patterns and processes in Sonoran Desert Bajadas. *Ecological Monographs* 64: 111-148.
- Mclean, E.O., 1982. Soil pH and lime requirement. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds), *Methods of Soil Analysis, Part 2- Chemical and Microbiological Properties* (second edition). Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy, PP. 199-224.
- Murray B, Fonstad MA. (2007). Preface: Complexity (and simplicity) in landscapes. *Geomorphology* 91: 173-177.
- Nelson, R. E., 1982. Carbonate and Gypsum. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds), *Methods of Soil Analysis, Part 2- Chemical and Microbiological Properties* (second edition). Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy, PP. 45-75.
- Oguchi, T., Ohmori, H. (1994). Analysis of relationship among alluvial fan area, source basin area, basin slope and sediment yield. *Zeitschrift fur Geomorphologie N.F.*38, 405-420.
- Olsen, S.R., C.V. Cole, F.S. Watanabe, and L.A. Dean (1954). Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate. *USDA Circular 939*. U.S. Government Printing Office, Washington D.C. P.19.
- Osterkamp WR, Hupp CR, Stoffel M. (2012). The interactions between vegetation and erosion: new directions for research at the interface of ecology and geomorphology. *Earth Surface Processes and Landforms* 37: 23-36.
- Parker KC. (1995). Effects of complex geomorphic history on soil and vegetation patterns on arid alluvial fans. *Journal of Arid Environments* 30: 19-39.
- Dickerson RP, Forman A, Liu T. (2013). Co-development of alluvial fan surfaces and arid botanical communities, Stonewall Flat, Nevada, USA. *Earth Surface Processes and Landforms* 38: 1083-1101.
- Field, J.J., 1994. *Surficial processes, channel change, and geological methods of flood- hazard assessment on fluviially dominated alluvial fans in Arizona*. Ph.D thesis, University of Arizona. 258pp.
- Garcia-Aguirre MC, Ortiz MA, Zamorano JJ, Reyes Y. (2007). Vegetation and landform relationships at Ajusco volcano Mexico, using a geographic information system (GIS). *Forest Ecology and Management* 239: 1-12.
- Goswami, P.K., Pant, C.C., Pandey, S. (2009). Tectonic controls on the geomorphic evolution of alluvial fans in the Piedmont Zone of Ganga Plain, Uttara hand, India. *Journal of Earth System Science* 118, 245-259.
- Harvey, A.M. (2005). Differential effects of base-level tectonic setting and climatic change on Quaternary alluvial fans in the northern Great Basin, Nevada, USA. *Journal of the Geological Society of London* 251, 117-131.
- Harvey, A.M. (2012). The coupling status of alluvial fans and debris cones: a review and synthesis. *Earth Surface Processes and Landforms* 37, 64-76.
- Harvey, A.M. (2002). The role of base-level change in the dissection of alluvial fans: case studies from southeast Spain and Nevada. *Geomorphology* 45, 67-87.
- Khalatbari Jafari, M., Babaie, H.A., Gani, M. (2013). Geochemical evidence for Late Cretaceous marginal arc-to-backarc transition in the Sabzevar ophiolitic extrusive sequence, northeast Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, Vol. 70, P. 209-230.
- Knudsen, D., Peterson, G. A., Pratt, P. F., (1982). Lithium, Sodium and potassium. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds), *Methods of Soil Analysis, Part 2- Chemical and Microbiological Properties* (second edition). Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy, pp. 225-246.
- Koss, J.E., Ethridge, F.G., Schumm, S.A. (1994). An experimental study of the effects of base-level change on fluvial, coastal plain and shelf systems. *Journal of Sedimentary Research* 64, 90-98.

- histories, dependencies and interactions. *Earth Surface Processes and Landforms* 37: 9-22.
- Storz-Peretz, Y., Bowman, D., Laronne, J.B., Svoray, T. (2011). Rapid incision of a small, coarse and steep fan-delta in response to base-level fall: the case of Nahal Qedem, the Dead Sea, Israel. *Earth Surface Processes and Landforms* 36, 467-480.
  - Thomas, G.W (1996). Soil pH and Soil Acidity. In: Sparks, D.L. (Ed.), *Methods of Soil Analysis, Part 3- Chemical Methods*. Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, USA, PP.475-490.
  - Waters, J. V., Jones, S. J., Armstrong, H. A. (2010). Climatic controls on late Pleistocene alluvial fans, Cyprus. *Geomorphology* 115, 228-251.
  - Whipple, K. X., Trayler, C. R (1996). Tectonic control of fan size: the importance of spatially variable subsidence rate. *Basin Research* 8, 351-366.
  - White, K., Drake, N., Millington, A., Stokes, S. (1996). Constraining the timing of alluvial fan response to Late Quaternary climatic changes, southern Tunisia. *Geomorphology* 17, 295-304.
  - Pope, R. J. J., Wilkinson, K. N. (2005). Reconciling the roles of climate and tectonics in Late Quaternary fan development on the Spartan piedmont, Greece. In: Harvey, A.M., Mather, A.E., Stokes, M. (Eds.), *Alluvial Fans: Geomorphology, Sedimentology, Dynamics: Geological Society, Special Publications*, 251, PP: 133-152.
  - Salcher, B.S., Faber, R., Wagreich, M. (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.
  - Skjemstad, J.O., Baldock, J.A (2008). Total and organic carbon. In: Carter, M.R., Gregorich, E.G. (Eds.), *Soil Sampling and Methods of Analysis*, second ed. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, PP. 225-237.
  - Sorriso-Valvo, M., Antronico, L., Le Pera, E. (1998). Controls on modern fan morphology in Calabria, Southern Italy. *Geomorphology* 24, 169-187.
  - Stoffel M, Wilford DJ. (2012). Hydrogeomorphic processes and vegetation: disturbance, process

Geography and Development  
16<sup>nd</sup> Year-No.52– Autumn 2018  
Received: 12/06/2017 Accepted: 14/02/2018

## **Evaluating the Effect of Geomorphology on the Vegetation Type and Density of Foshtanq Alluvial Fans, Sabzevar**

### **Dr. Shahram Bahrami**

Associate Professor of Geomorphology  
Faculty of Earth Sciences  
University of Shahid Beheshti

### **Fereshteh Beiramali**

Ph.D Student of Geomorphology  
University of Hakim Sabzevari

### **Ismael Filekesh**

Ph.D Student of Rangeland Sciences  
Faculty of Rangeland and Watershed, Islamic  
Azad University, Science and Research Branch

### **Kaveh Ghahraman**

M.Sc of Geomorphology  
University of Hakim Sabzevari

### **Introduction**

There has been always an interaction between geomorphic landforms and vegetation type and density. Different landforms, because of their different processes such as degradation and aggradation, play an important role in type and density of vegetation. Either large-scale landforms such as continental shield and large mountains or micro-scale scale ones such as karstic depression and small valleys control vegetation characteristics. Alluvial fan is one of the most important depositional landforms that is composed of particles such as clay, silt, sand, gravel and boulder. This landform is often developed in arid and semi-arid regions. The active (young) alluvial fan is a surface influenced by flooding and deposition, whereas an inactive (old) fan is a flood-free surface without deposition and is more affected by degradation and gully processes. Sabzevar region in Khorasan Razavi Province, due to its various and typical alluvial fans, is suitable location for studying the geomorphology/vegetation relations. Three alluvial fans including relict, old and young ones in south of Foshtanq village, in West of Sabzevar, have been evaluated in this study. Since the effect of landforms and processes of alluvial fans on vegetation properties is less studied in Iran, the aim of this study is qualitative and quantitative assessment of vegetation type and density in abandoned, old and young fans in south of Foshtanq village.

### **Methods and Materials**

To differentiate relict, old and young fan surfaces, some criteria such as weathering features, surface morphology, drainage pattern and surface color/tone on satellite images were used. The borders of fans catchments were obtained from 1/50000 topographic maps and the geological data were

obtained from 1/100000 geological maps. The recognition of 23 vegetation type was carried out by field studies. In order to measure the vegetation canopy on alluvial fan surfaces, a total number of 12 quadrangles, with dimensions of 10 m by 10 m, were determined and vegetation canopy were measured in every quadrangle by field measurements. In order to study the physical and chemical characteristics of fans soils, 10 samples were gathered from in the top 30 cm of soil profile, and then soil texture, acidity, electrical conductivity, total neutralizing value, available phosphorus, available potassium, total nitrogen, total organic carbon were measured in each sample.

### **Results and Discussion**

Results show that dominant vegetation type of interfluves of all fans is *Artemisia seiberi*, and dominant vegetation type of swales of old fan is *Pteropyrum aucheri*. The swales of young fan don't have any vegetation. Overall, 23 vegetation species were recognized on surfaces of all fans. The study of soil texture shows that the rates of silt and clay are higher in bars than swales of young fan. Also, in old and relict fans, the rates of silt and clay are higher in interfluves than gullies. Data reveal that soil fertility is higher in old and relict fans compared to young one. In apexes of old and relict fans, the soil fertility is higher in interfluves than gully beds. This is due to the higher slopes and degradation of gullies, whereas relatively stable interfluves have provided more development and fertility of soils. The highest rate of vegetation canopy (10.67%) belongs to toe of relict fan and the lowest rate (0.58%) is related to swales of young fan toe. Interfluves of old fan have higher vegetation canopy than gully beds while the gully beds of relict fan have higher canopy than interfluves.

### **Conclusions**

Results show that gullies on abandoned fan, due to their coarser texture, are adequate for shrubs. Vegetation of abandoned fan's gullies has highest amount of canopy (10.676%) because of sufficient moisture drained from interfluves while the vegetation on active channels of old and young fans has lowest canopy (0.58 % for young fan and 0.887% for old fan). Long-term exposure of relict fan surface to degradation has resulted in the development of deep gullies (in some cases, more than 6 meters deep). Gullies on the toe of relict fans are well developed and have U shaped cross sections. Although soils of gully beds have lower fertility compared to interfluves, their coarse texture and higher moisture have resulted in increased vegetation percentage in gully beds of both toe and apex of relict fan. Also, gully beds can drain interfluves and hence have better groundwater resources compared to interfluves. This situation has resulted in relative increase of vegetation in gully beds. Overall, results show that geomorphological processes such as incision and deposition influence the soil texture and fertility and hence vegetation type and density.

**Keywords:** Landform, Vegetation species, Alluvial fan, Foshtanq, Sabzevar.

## References

- Ahmadi, H (2005). Applied Geomorphology. Vol. 1. University of Tehran Press (in Persian).
- Bahrami, S (2013). Tectonic controls on the morphometry of alluvial fans around Danekkhoshk anticline, Zagros, Iran. *Geomorphology* 180-181 (2013) 217-230.
- Bahrami, S, Bahrami, K (2011). Evaluation of geomorphological techniques for identifying old and new Alluvial Fans for determining flood-prone areas of 4 alluvial fans in folded Zagros, Iran. *Geography and Development* 22, 89-106 (in Persian).
- Bahrami, S., Fatemi Aghda, S.M., Bahrami, K., Motamedi Rad, M., Poorhashemi, S (2015). Evaluating the alluvial fans in the northeast of Rivand as potential source of aggregate and their relations to geomorphological processes. *Geography and Territorial Spatial Arrangement* 14, 137-154 (in Persian).
- Bahrami, S., Shayesteh, K., Bahrami, S (2014). Evaluation of the effect of geomorphology in vegetation density in Noakoh Anticline. *Journal Arid Regions Geographic Studies* 14, 83-101(in Persian).
- Blair, T (1999). Sedimentology of the debris-flow-dominated warm spring canyon alluvial fan, Death Valley, California. *Sedimentology* 46, 941-965.
- Blair, T.C., McPherson, J.G (1998). Recent debris-flow processes and resultant form and facies of the Dolomite alluvial fan, Owens Valley, California. *Journal of Sedimentary Research* 68, 800-818.
- Burga CA, Krüsi B, Egli M, Wernli M, Elsener S, Ziefle M, Fischer T, Mavris C (2010). Plant succession and soil development on the foreland of the Morteratsch glacier (Pontresina, Switzerland): straight forward or chaotic? *Flora – Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 205: 561–576.
- Calvache, M.L., Viseras, C., Fernandez, J (1997). Controls on fan development evidence from fan morphometry and sedimentology; Sierra Nevada, SE Spain. *Geomorphology* 21, 69-84.
- Clarke, L., McLelland, S., Tom, C (2016). Investigating the impact of vegetation on alluvial fans using laboratory experiments. *Geophysical Research Abstracts* Vol. 18, EGU2016-14171.
- Crosta, G.B., Frattini, P (2004). Controls on modern alluvial fan processes in the central Alps, northern Italy. *Earth Surface Processes and Landforms* 29, 267-293.
- Dickerson RP, Forman A, Liu T (2013). Co-development of alluvial fan surfaces and arid botanical communities, Stonewall Flat, Nevada, USA. *Earth Surface Processes and Landforms* 38: 1083-1101.
- Ehsani, A (2003). Reviewing the role and relation between soil geomorphology and vegetation cover in Behshahr water basin. *Quarterly PAJOUHESH-VA-SAZANDEGI* 60, 93-102 (in Persian).
- Farahani, E., Khosroshahi, M., Hosseni, M., Loghmani, S. (2008). Determination of Desert domain in Tehran province by use of vegetative cover. *Iranian Journal of Rangeland and Desert Research* 14, 490-499 (in Persian).
- Field, J. J (1994). Surficial processes, channel change, and geological methods of flood-hazard assessment on fluvially dominated alluvial fans in Arizona. Ph.D thesis, University of Arizona. 258pp.

- Garcia-Aguirre MC, Ortiz MA, Zamorano JJ, Reyes Y (2007). Vegetation and landform relationships at Ajusco volcano Mexico, using a geographic information system (GIS). *Forest Ecology and Management* 239: 1–12.
- Goswami, P.K., Pant, C.C., Pandey, S (2009). Tectonic controls on the geomorphic evolution of alluvial fans in the Piedmont Zone of Ganga Plain, Uttara hand, India. *Journal of Earth System Science* 118, 245–259.
- Harvey, A.M. (2005). Differential effects of base-level tectonic setting and climatic change on Quaternary alluvial fans in the northern Great Basin, Nevada, USA. *Journal of the Geological Society of London* 251, 117–131.
- Harvey, A.M. (2012). The coupling status of alluvial fans and debris cones: a review and synthesis. *Earth Surface Processes and Landforms* 37, 64-76.
- Harvey, A.M. (2002). The role of base-level change in the dissection of alluvial fans: case studies from southeast Spain and Nevada. *Geomorphology* 45, 67–87.
- Khalatbari Jafari, M., Babaie, H.A., Gani, M. (2013). Geochemical evidence for Late Cretaceous marginal arc-to-backarc transition in the Sabzevar ophiolitic extrusive sequence, northeast Iran. *Journal of Asian Earth Sciences*, Vol. 70, PP, 209-230.
- Kirkby MJ. (1975). Hydrograph modelling strategies. In *Progresses in Physical and Human Geography*, Peel R, Chisholm M, Haggett P (Eds). Heinemann: London; 69-90.
- Koss, J.E., Ethridge, F.G., Schumm, S.A. (1994). An experimental study of the effects of base-level change on fluvial, coastal plain and shelf systems. *Journal of Sedimentary Research* 64, 90-98.
- Kruckeberg, A.R (2002). *Geology and plant life: the effects of landforms and rock types on plants*. University of Washington Press, Seattle. 365 pp.
- Lane, S.N., Borgeaud, L. Vittoz, P. (2016). Emergent geomorphic–vegetation interactions on a subalpine alluvial fan. *EARTH SURFACE PROCESSES AND LANDFORMS*. *Earth Surf. Process. Landforms* 41, 72-86.
- Lecce, S.A. (1991). Influence of lithologic erodibility on alluvial fan area, western White Mountains, California and Nevada. *Earth Surface Processes and Landforms* 16, 11–18.
- Li, Y.L., Yang, J.C., Tan, L., Duan, F (1999). Impact of tectonics on alluvial landforms in the Hexi Corridor, Northwest China. *Geomorphology* 28, 299-308.
- McAuliffe JR. (1994). Landscape evolution, soil formation, and ecological patterns and processes in Sonoran Desert Bajadas. *Ecological Monographs* 64: 111-148.
- Mohebi, A., Jafari, M., Erfanzadeh, R., Taimorzadeh, A (2005). Evaluation of the geomorphology (slope, aspect and elevation) and soil their relation with vegetation production, percent and density of *Trifolium Pratense* in Fandaghloi Ardabil Rangelands. *Jangal va Marta* 67, 1-16.
- Moradi, H.R., Ahmadipoor, Sh (2007). Evaluating the effect of morphology and soil on vegetation by means of GIS, case study; part of rangelands of Vaz catchment. *Geographical Research Quarterly* 58, 17-32.
- Murray B, Fonstad MA (2007). Preface: Complexity (and simplicity) in landscapes. *Geomorphology* 91: 173-177.

- Oguchi, T., Ohmori, H (1994). Analysis of relationship among alluvial fan area, source basin area, basin slope and sediment yield. *Zeitschrift fur Geomorphologie N.F.* 38, 405–420.
- Osterkamp WR, Hupp CR, Stoffel M. (2012). The interactions between vegetation and erosion: new directions for research at the interface of ecology and geomorphology. *Earth Surface Processes and Landforms* 37: 23-36.
- Parker KC (1995). Effects of complex geomorphic history on soil and vegetation patterns on arid alluvial fans. *Journal of Arid Environments* 30: 19-39.
- Pope, R.J.J., Wilkinson, K.N (2005). Reconciling the roles of climate and tectonics in Late Quaternary fan development on the Spartan piedmont, Greece. In: Harvey, A.M., Mather, A.E., Stokes, M. (Eds.), *Alluvial Fans: Geomorphology, Sedimentology, Dynamics: Geological Society, Special Publications*, 251, PP. 133-152.
- Rahmani, S., ebrahimi, A., davoudian dehkordi, A., (2015). Predicting of vegetation map based on geomorphological factors using artificial neural networks (case study: Sabzkouh, Chaharmahal-Va-Bakhtiari Province). *Journal of Range management* 2, 21-44 (in Persian).
- Salcher, B.S., Faber, R., Wagreich, M. (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.
- Sorriso-Valvo, M., Antronico, L., Le Pera, E. (1998). Controls on modern fan morphology in Calabria, Southern Italy. *Geomorphology* 24, 169-187.
- Stoffel M, Wilford DJ. (2012). Hydrogeomorphic processes and vegetation: disturbance, process histories, dependencies and interactions. *Earth Surface Processes and Landforms* 37: 9–22.
- Storz-Peretz, Y., Bowman, D., Laronne, J.B., Svoray, T. (2011). Rapid incision of a small, coarse and steep fan-delta in response to base-level fall: the case of Nahal Qedem, the Dead Sea, Israel. *Earth Surface Processes and Landforms* 36, 467-480.
- Viseras, C., Fernandez, J. (1994). Channel migration patterns and related sequences in some alluvial fan systems. *Sedimentary Geology* 88, 201–217.
- Waters, J.V., Jones, S.J., Armstrong, H.A. (2010). Climatic controls on late Pleistocene alluvial fans, Cyprus. *Geomorphology* 115, 228-251
- Whipple, K.X., Trayler, C.R. (1996). Tectonic control of fan size: the importance of spatially variable subsidence rate. *Basin Research* 8, 351-366.
- White, K., Drake, N., Millington, A., Stokes, S. (1996). Constraining the timing of alluvial fan response to Late Quaternary climatic changes, southern Tunisia. *Geomorphology* 17, 295-304.