

برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر هوایی پهپاد و ارتباط آنها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مخروط‌افکنه‌های جنوب غرب میامی

حسن صدوق^۱

احمدرضا محراجیان^۲

سپیده ایمنی^۱

شهرام بهرامی^۳

کاظم نصرتی^۰

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۰۴/۰۵

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۰۹/۰۳

چکیده

مخروط افکنه‌ها یکی از اشکال مهم ژئومورفولوژیک هستند که می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر تنوع پوشش گیاهی داشته باشند. امروزه پیشرفت‌های روزافزون سنجش از دور منجر به دسترسی پژوهشگران به پهپاد یا هوایمای بدون سرنشین شده که از توان تفکیک مکانی بسیار زیاد برای مطالعه دقیق ویژگی‌های پوشش گیاهی برخوردار است. مطالعه حاضر به‌منظور اندازه‌گیری تراکم و درصد تاج پوشش گیاهان در مخروط افکنه‌های جنوب غرب میامی با استفاده از تصاویر تهیه شده از پهپاد و بررسی تأثیر فرم‌ها و فرآیندهای ژئومورفولوژی سطح مخروط افکنه بر ویژگی‌های پوشش گیاهی انجام شد. به‌منظور تعیین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در کانال‌ها و میاناب‌های سطح مخروط افکنه‌ها، با استفاده از پهپاد مدل Dji Phantom 4 Pro اقدام به تهیه عکس هوایی بزرگ مقیاس (۱:۵۰۰) از محدوده‌های مطالعاتی در ارتفاع ۱۰۰ متر گردید. به علاوه آنالیز نمونه‌های خاک، شناسایی گونه‌های گیاهی و ایجاد رابطه میان داده‌های به دست آمده، مورد بررسی قرار گرفت. در نهایت جهت تعیین مؤثرترین مؤلفه در تراکم پوشش گیاهی از روش آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده گردید. نتایج نشان داد که در سطوح فعال مخروط افکنه‌ها، تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در پشت‌های بیشتر از کانال‌ها می‌باشد؛ زیرا در پشت‌های مقدار سیلت و رس بیشتر است و گونه‌های گیاهی درختچه‌ای و نیمه بوته‌ای که برای رشد نیاز به بافت ریزتری دارند در این لندرفرم‌ها مستقر هستند. در سطوح غیرفعال مخروط افکنه‌ها، عناصر حاصلخیزی خاک در میاناب‌ها بیشتر از کانال‌هاست در نتیجه تراکم پوشش گیاهی در این لندرفرم‌ها بیشتر از سایر بخش‌ها می‌باشد. همچنین از بین مؤلفه‌های مؤثر بر تراکم پوشش گیاهی مخروط افکنه‌های مورد مطالعه، دو مؤلفه مشخصات فیزیکی مخروط افکنه‌ها (ارتفاع از سطح دریا) و حاصلخیزی خاک (درصد رس و درصد رسوبات درشت دانه) با بیشترین مقادیر ویژه (۶۵/۶۴ و ۳۴/۳۶) در تراکم پوشش گیاهی مؤثر می‌باشند. واژه‌های کلیدی: ژئومورفولوژی، گونه گیاهی، مخروط افکنه، تصاویر هوایی پهپاد، میامی.

۱- دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی، گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران S_imeni@sbu.ac.ir

۲- استاد گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران h_sadough@sbu.ac.ir

۳- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران (نویسنده مسئول) sh_Bahrami@sbu.ac.ir

۴- استادیار گروه علوم و زیست فناوری گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران A_mehrabian@sbu.ac.ir

۵- دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران K_Nosrati@sbu.ac.ir

۱- مقدمه

به صورت تنک و پراکنده باشد (*Osterkamp, 2012; Corenblit et al., 2011*)

بنابراین ارتباط بین رئومورفولوژی با تنوع یا تراکم پوشش گیاهی تا حدود زیادی به اثبات رسیده و روابط متقابلی میان این دو پارامتر طبیعی توسط محققین برقرار شده است (*Bahrami et al., 2015*)

منطقه میامی در استان سمنان، شهرستان شاهروд از جمله مناطقی است که دارای اقلیم خشک و نیمهخشک و پوشش گیاهی اندک است که عوامل رئومورفولوژی، آب و هوا، تپوگرافی خاک و عوامل زیستی در آن مؤثر می‌باشند. طیف گسترده‌ای از مخروط افکنه‌ها که در مناطق خشک یافت می‌شوند و این منطقه به علت دارا بودن مخروط افکنه‌های متعدد و تپیک، منطقه مناسبی برای بررسی روابط رئومورفولوژی و پوشش گیاهی است.

روش‌های مختلفی برای بررسی تراکم پوشش گیاهی وجود دارد. به طور معمول، متغیرهای گیاهی از طریق پیمایش زمینی برآورد می‌شوند اما دسترسی دشوار است و نیازمند صرف زمان و هزینه زیاد می‌باشد (*Chianucci et al., 2016: 62*; *2016: ۱۳۹۵*؛ *رویان و همکاران*). امروزه سنجش از دور و عکس‌های هوایی، ابزارهایی برای شناسایی، مطالعه و برآورد متغیرهای پوشش گیاهی مانند فراوانی و تراکم گونه‌های گیاهی در جنگل‌ها و مراتع هستند. تصاویر دورسنجی معمول در ارزیابی پارامترهای پوشش گیاهی، اطلاعات کلی ارائه می‌دهند و برای کسب اطلاعات جزئی‌تر درباره متغیرهای گیاهی، نیاز به تصاویر با مقیاس بزرگتر است (*چاری و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱۷*؛ *پژوهش‌های پیشین (چاری و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱۸؛ ۲۰۱۶: ۶۲)*). پژوهش‌های پیشین (*Baker et al., 2004: 23*) تأیید کردند که داده‌های حاصل از سنجش از دور با فراهم آوردن دید تقریباً عمودی، ابزاری مناسب برای اندازه‌گیری مساحت تاج به حساب می‌آیند.

مطالعات زیادی توسط محققین در زمینه تعیین عوامل مؤثر در تراکم پوشش گیاهی با استفاده از پهیاد و ارتباط میان لندفرم‌ها و فرایندهای رئومورفولوژیک و جوامع گیاهی انجام شده است که از مهمترین آنها می‌توان به موارد ذیل اشاره نمود.

فرایندهای طبیعی نظیر هوازدگی، فرسایش و رسوب‌گذاری و نیز فرایندهای تکتونیکی همواره از دیدگاه رئومورفولوژیست‌ها به عنوان اصلی‌ترین عامل شکل‌گیری لندفرم‌های موجود در اکوسیستم قلمداد شده است. به علاوه بخش وسیعی از سطح زمین متأثر از حضور و حیات ارگانیسم‌ها می‌باشد؛ لذا این گونه‌های زیستی نقش زیادی در تغییرات محیطی و در نتیجه شکل‌گیری لندفرم‌ها دارند. بنابراین رئومورفولوژی یکی از فاکتورهای مهم تأثیرگذار در تغییرات پوشش گیاهی است و لندفرم‌های رئومورفولوژیک می‌توانند تأثیر قابل توجهی بر تنوع پوشش گیاهی داشته باشند. استقرار یک جامعه گیاهی، تغییرات درصد پوشش تاجی و تراکم گیاهان تحت تأثیر عوامل خاکی، اقلیمی، رئومورفولوژیکی و زیستی است. با مطالعه عوامل فوق علل پراکنش، تراکم و تغییرات پوشش گیاهی و توان رویشگاه‌ها مشخص می‌شود.

مخروط افکنه‌های واقع در مناطق خشک در پاسخ به تغییرات محیطی، به سرعت ترکیب جوامع گیاهی آنها چهار تحول می‌شود. فرایندها با تغییر الگوهای متداول خاک در مقیاس‌های کوچک می‌توانند زمینه ظهور دینامیک‌های بزرگ مقیاسی را در ساختار چشم‌انداز فراهم آورند. یکی از ویژگی‌های شاخص اکوسیستم‌های خشک و نیمهخشک، توزیع ناهمگن پوشش گیاهی بصورت لکه‌های گیاهی می‌باشد. این ویژگی عمدتاً در ارتباط با الگوهای ناهمگن رطوبت خاک مرتبط با توزیع پوشش گیاهی می‌باشد (*D'Odorico et al., 2007*)

با توزیع پوشش گیاهی می‌باشد، خاک‌هایی با پوشش گیاهی متراکم در مقایسه با خاک‌هایی با تراکم گیاهی کمتر و یا خالی از پوشش، از پتانسیل بیشتری برای جذب آب و حفظ رطوبت برخوردارند. بنابراین افزایش تراکم پوشش گیاهی تأثیر مثبتی بر روی الگوی رطوبت خاک خواهد داشت (*Greene et al., 2001*). لذا پژوهش‌ها نشان می‌دهند که تغییر چشم‌اندازها را می‌توان براساس تغییرات پوشش گیاهی ردیابی کرد (*Murray and Fonstad, 2007*). حتی اگر این پوشش

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (جغر) / برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... ۵۱

بود که دقت این روش را برجسته کرده است. محسنی و همکاران^۷ (۲۰۱۷) با استفاده از تصاویر هوایی کوادکوپتر به بررسی تغییرات الگوی فضایی خاک و پوشش گیاهی در بخش‌های مختلف مخروط و اریزه‌ای در شهرستان بجنورد پرداختند. نتایج این بررسی نشان داد که بخش‌های میانی و پایین این مخروط به دلیل وجود شرایط سخت و خشکسالی نسبت به بخش‌های بالایی، الگوهای فضایی پوشش گیاهی متفاوتی شکل گرفته است. لارسن و همکاران^۸ (۲۰۱۸) در پژوهشی به مطالعه بیوژئومورفولوژی و تأثیر پوشش گیاهی در سطح زمین پرداختند. آن‌ها معتقدند که عوامل زیستی با تأثیر بر روی انتقال آب و رسوبات، باعث تغییر آب و هوایی، شبی، محیط‌های آبرفتی، ساحلی و بادی می‌شود همچنین آن‌ها دریافتند که فرایندهای ژئومورفولوژیکی تأثیرات زیادی روی گیاهان و فعالیت حیوانات دارند. کوک ٹنگ و همکاران^۹ (۲۰۱۹) به ارزیابی پرندۀ بدون سرنشین برای تجزیه و تحلیل تخمین تاج پوشش گیاهی درخت مورتالیتی^{۱۰} پرداختند. آن‌ها یک آزمایش غنی سازی تنوع زیستی را در دشت‌های سوماترا که در آن مزارع نخل روغنی^{۱۱} - تا ۱۲ ساله کاشته شده پرداختند.

نتایج نشان دهنده قدرت بالای پهباud در تخمین درصد تاج پوشش این درختان است. ناوارو و همکاران^{۱۱} (۲۰۱۹) به ادغام داده‌های حاصل از پهباud، تصاویر ستینل ۱ و ستینل ۲ برای مطالعه زیستگاه مانگرو در سنگال پرداختند. نتایج نشان داد که بهترین شیوه ادغام کردن، ترکیب تصاویر ستینل ۱ و ۲ می‌باشد. همچنین در ایران نیز بهرامی و همکاران (۱۳۹۷) در مقاله‌ای به بررسی تأثیر ژئومورفولوژی در نوع و تراکم پوشش گیاهی در مخروط افکنه‌های فشتنق - سبزوار پرداختند.

نتایج نشان می‌دهد که گالی‌های مخروط افکنه فسیل به‌دلیل بافت درشت‌تر مناسب برای گونه‌های درختچه‌ای

پیوول و همکاران^۱ (۲۰۱۵) به محاسبه ارتفاع درختان و درصد تاج پوشش با استفاده از تصاویر بدون سرنشین پرداختند. آن‌ها در دو محدوده ارتفاع و درصد تاج درختان را اندازه گرفتند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از تصاویر بدون سرنشین برای استخراج خصوصیات پوشش گیاهی مورد تأیید است. گرا هارناندز و همکاران^۲ (۲۰۱۶) با استفاده از عکس‌های هوایی UAV^۳ به برآورد خصوصیات درخت پائنس پینیا^۴ در کشور پرتغال پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که متغیرهای درخت را می‌توان به طور خودکار از تصاویر هوایی با وضوح بالا استخراج کرد. پاناگیوتیدس و همکاران^۴ (۲۰۱۶) به تعیین ارتفاع درختان و قطر تاج پوشش درختان در جمهوری چک از طریق تصاویر پهباud پرداختند. نتایج نشان داد که بین روش میدانی و روش سنجش از دور نزدیکی و مطابقت بالایی وجود داشت و مقدار RMSE برای ارتفاع درختان بین ۱۱/۴۲ - ۱۲/۶۲ و برای تاج پوشش درختان بین ۱۴-۲۹ - ۱۸/۵۶ می‌باشد. در مطالعه‌ای لنه و همکاران^۵ (۲۰۱۶) با استفاده از تصاویر هوایی تاریخی به تعیین این موضوع پرداخته‌اند که چگونه یک لندفرم یا اکوسیستم می‌تواند بیانگر اغتشاشی باشد 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.

کان بردل و همکاران^۶ (۲۰۱۷) در پژوهشی به تخمین ارتفاعات درختان با تصاویر هوایی بدون سرنشین پرداختند. سپس آن‌ها به مقایسه اندازه گیری ارتفاع درخت روی زمین و استفاده از عکس هوایی پرداختند. نتایج نشان دهنده همبستگی ۹۴٪ و خطای میانگین مربعات ۲۸ سانتی‌متر

1- Ye Seul et, al

2- Guerra-Hernández

3- Unmanned Aerial Vehicle

4- Panagiotidis et, al

5- Lane et, al

6- Can Birdal et, al

7- Mohseni et, al

8- Larsen et, al

9- Khokthong et, al

10- Mortality

11- Navarro et, al

۲-۲- داده‌ها و روش پژوهش

همواره مخروط افکنه‌ها از لندفرم‌های شاخص زئومورفولوژیکی هستند که دارای سطوح جدید، قدیمی و حتی فسیل می‌باشند. تفکیک مخروط افکنه‌های قدیمی و جدید براساس ساختارهای مانند میزان هوازدگی، مورفلوژی، سطح مخروط افکنه‌ها، الگوهای زهکشی، تن رنگ در تصاویر ماهواره‌ای قابل انجام است (*Bahrami et al., 2015: 57; Field, 1994: 92*) نخست بر اساس تصاویر گوگل ارث و سپس مشاهدات میدانی، تفکیک مخروط افکنه‌ها به بخش‌های فعال (جدید) و غیرفعال (قدیمی) انجام شد. مخروط افکنه‌های فسیل و قدیمی، به علت هوازدگی طولانی مدت، دارای تن رنگ تیره‌تری در تصاویر ماهواره‌ای می‌باشند. در حالیکه مخروط افکنه‌های جدیدتر، دارای تن رنگ روشن‌تری می‌باشند (نگاره ۲) (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۷: ۱۹۱).

به منظور تعیین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در کanal‌ها، پشته‌ها و میاناب‌های سطح مخروط افکنه‌ها، ۶ سایت (P1 تا P6) به طور هدفمند که شامل؛ بالادست و پایین‌دست و بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط افکنه‌های مورد مطالعه می‌باشد، انتخاب شد. سپس با استفاده از سنجنده مدل Dji Phantom 4 Pro حامل دوربین رقومی مدل FC6210، ۲۰ مگاپیکسل اقدام به تهیه عکس هوایی از محدوده‌های مطالعاتی در ارتفاع ۱۰۰ متر در آذر ماه سال ۱۳۹۷ گردید (جدول ۱ و نگاره ۳). اندازه‌گیری تاج پوشش گیاهی هر مخروط افکنه در کanal‌ها، پشته‌ها (بارهای رسوبی) و میاناب‌ها با استفاده از تصاویر بزرگ مقیاس (۱:۵۰۰) تهیه شده توسط پهیاد صورت گرفت.

در مرحله بعد به منظور تعیین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در کanal‌ها، پشته‌ها و میاناب‌های سطح مخروط افکنه‌ها در بالادست و پایین‌دست هر سه مخروط افکنه ۵۰ پلات مربعی و مستطیلی شکل انتخاب شد؛ ۵ پلات مربعی شکل به اندازه ۱۰ در ۱۰ متر در میاناب‌ها و ۴۵ پلات مستطیلی شکل به اندازه ۳ در ۱۰ متر در کanal‌ها

هستند. 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 گالی هاست.

۲- مواد و روش

۲-۱- محدوده مورد مطالعه

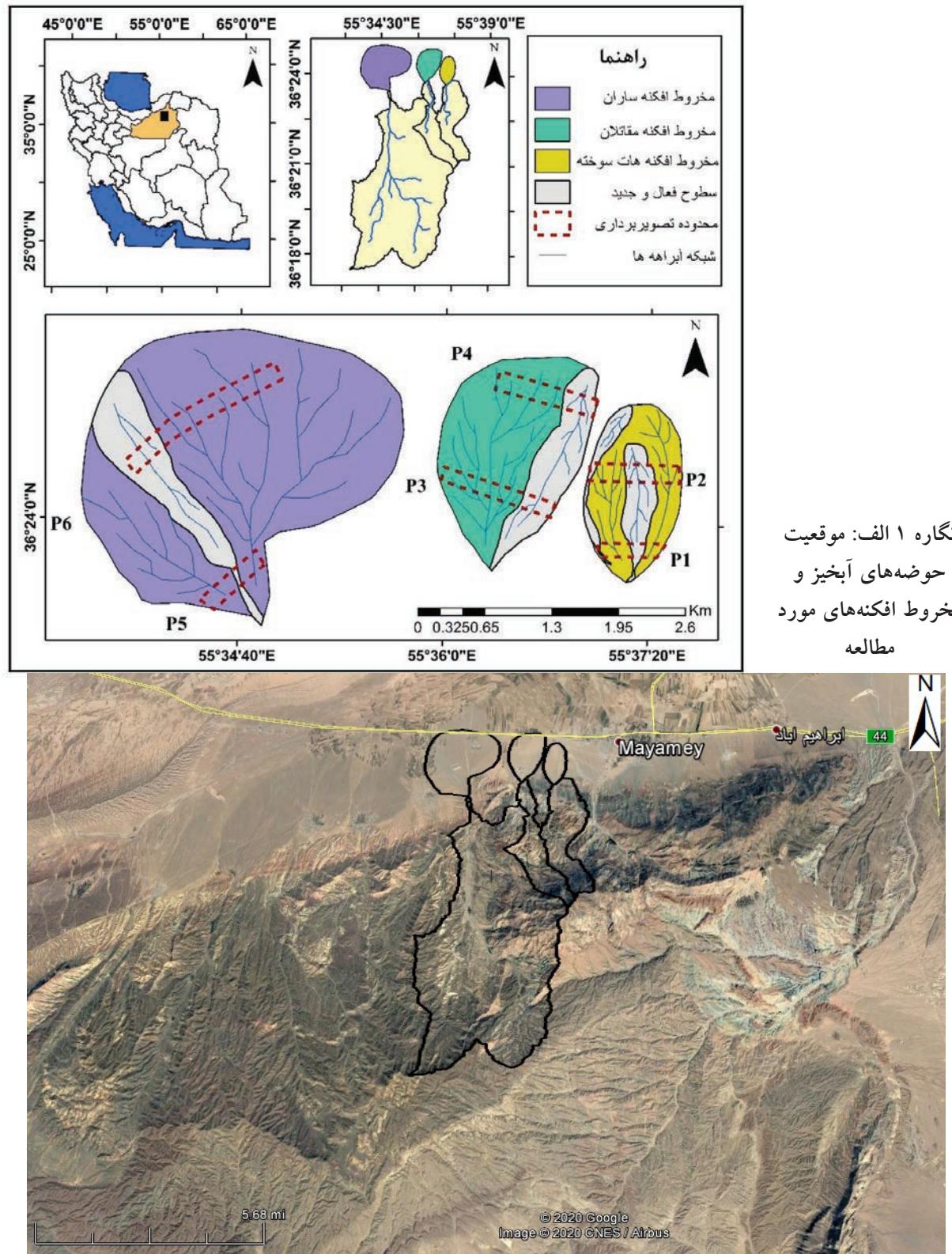
به طور کل منطقه مورد مطالعه در شمال شرق استان سمنان، در شمال شهرستان شاهرود واقع شده است. منطقه مورد مطالعه شامل سه حوضه آبخیز به همراه مخروط افکنه‌های پایین‌دست هر حوضه می‌باشد. مخروط افکنه ساران با $\frac{1}{2}$ کیلومتر مربع مساحت، در پایین‌دست حوضه آبخیز ساران قرار دارد. همچنین مخروط افکنه مقاتلان با $\frac{1}{21}$ کیلومتر مربع مساحت، در پایین‌دست حوضه آبخیز مقاتلان قرار دارد. به علاوه مخروط افکنه هات سوخته با $\frac{1}{24}$ کیلومتر مربع مساحت، در پایین‌دست حوضه آبخیز هات سوخته قرار دارد.

بیشتر سطح مخروط افکنه‌های محدوده مورد مطالعه از نوع غیرفعال می‌باشند و شبکه آبراهه‌های آن‌ها از نوع همگرا هستند. به طور کل حداقل و حداقل ارتفاع منطقه مورد مطالعه به ترتیب ۱۱۰۷ و ۲۷۱۰ متر می‌باشد و بلندترین ارتفاع منطقه مورد مطالعه، کوه قبله در جنوب میامی با ارتفاع ۲۶۰۰ متر می‌باشد.

ارتفاع تقریبی مخروط افکنه‌ها از ۱۱۰۱ متر تا ۱۲۰۷ متر می‌باشد (نگاره ۱ الف). این منطقه از نظر اقلیمی جزء اقلیم نیمه‌خشک تا نیمه مرطوب به شمار می‌رود. از نظر زمین‌شناسی، منطقه مورد مطالعه در رشته کوه البرز (البرز شرقی) واقع شده است، از بلندی رشته کوه البرز در البرز خاوری کاسته می‌شود و جنس سنگ‌ها اغلب آهک خاکستری همراه با رگه‌های کلسیت و تناوب لایه‌های ضخیم ماسه سنگ قرمز و سبز به همراه گرانیت خاکستری تیره می‌باشد.

نگاره ۱ ب موقعیت منطقه مورد مطالعه را روی تصویر هوایی گوگل ارث نشان می‌دهد.

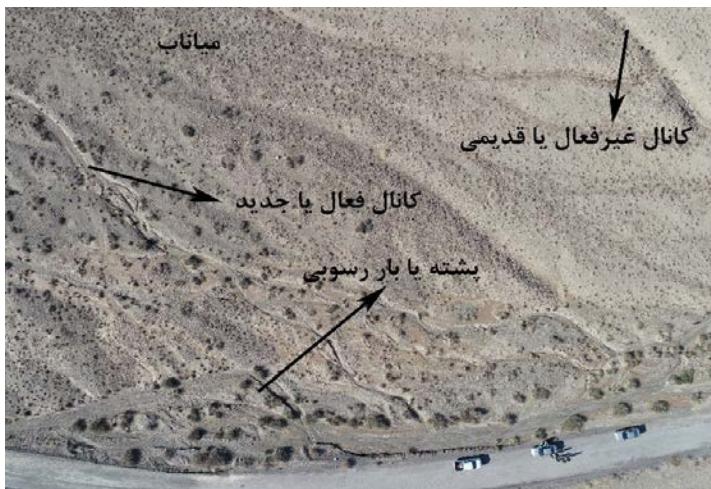
فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (جغر)
برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۵۳



نگاره ۱ ب: تصویر هوایی گوگل ارث از موقعیت حوضه‌های آبخیز و مخروط افکنه‌های مورد مطالعه

جدول ۱: مشخصات پرنده بدون سرنشین و پارامترهای پرواز

نام و مدل محصول	Dji Phantom 4 Pro	پهباد مدل	کیفیت دوربین	۲۰ مگاپیکسل
وزن پهباد با باتری	۱۳۸۸ گرم		پوشش زمینی یک تصویر	عرض ۱۳۰ متر * طول ۹۰ متر
سرعت پرواز	۸ تا ۱۰ متر بر ثانیه		فرمت تصاویر	DNG و JPEG
تعداد پرواز	۶		نوع باتری پرنده	۴ سل ۵۸۷۰ میلی آمپر ، ۸۹/۲ وات ساعت
مدت زمان پرواز	۵۵ دقیقه		نگهداری باتری داخلی رادیو کنترل	۱۰ ساعت
مقاومت در برابر باد	۴۰ کیلومتر بر ساعت		برد افقی پرواز	۷ کیلومتر FCC و ۳.۵ کیلومتر CE
همپوشانی طولی	۸۰ درصد		برد عمودی پرواز	۵۰۰ متر از سطح مقطع پروازی
همپوشانی عرضی	۶۵ درصد		بیشینه وزن در زمان بلند شدن	۳۰۰ گرم
قدرت تفکیک مکانی	۵ سانتی متر		فاصله کانونی	۲۴ میلیمتر
ارتفاع پرواز	۱۰۰ متر		حداکثر ساپورت رم	۱۲۸ گیگ
باندهای تصاویر	RGB		حداکثر فاصله برد رادیویی	۲ کیلومتر
مدل دوربین	FC6210 DJI		مقیاس تصاویر از نظر GSD	۱:۵۰۰



نگاره ۲: نمونه‌ای از تصویر هوایی فرم‌های ژئومورفولوژیک سطح مخروط افکنه‌ها



نگاره ۳: پهباد مدل فانتوم دی جی آی ۴ و تیم تصویربردار

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سیر)
برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۵۵

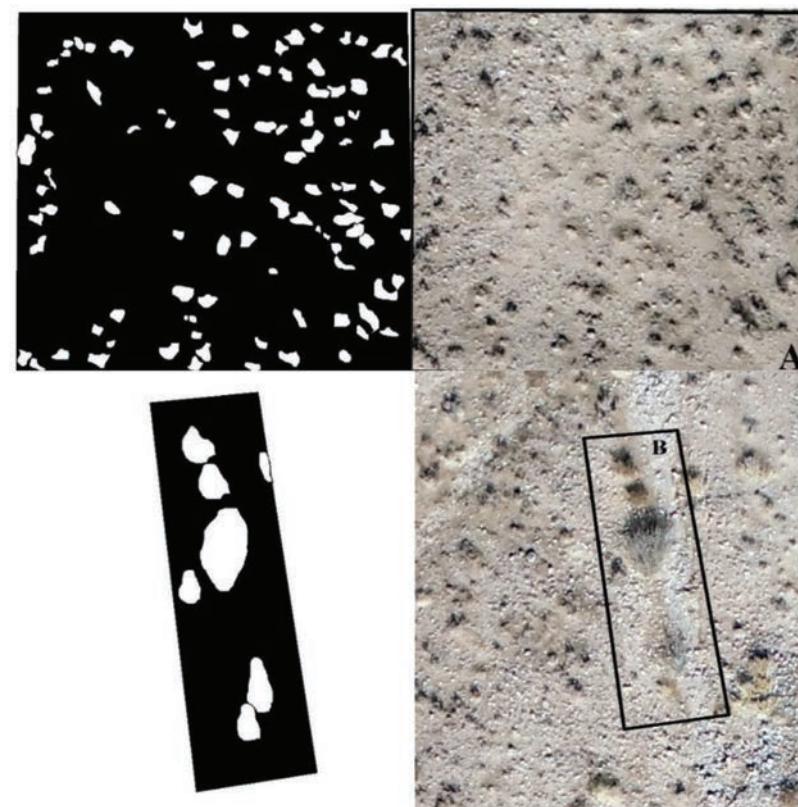
در سطح مخروط افکنه‌های مورد مطالعه، تعداد ۴۸ نمونه خاک از عمق ۰-۲۰ سانتیمتری از سه مخروط افکنه که هر کدام شامل بخش‌های فعل، غیرفعال، پشتہ، کanal و میاناب است، برداشت شد و مقدار PH، EC، مقدار فسفر (P)، پتاسیم (K) و سدیم (Na) قابل جذب، کربنات کلسیم (Caco₃)، رطوبت اشباع خاک (Sp)، ظرفیت نگهداری آب در خاک (WHC)، بافت خاک (Texture) و کربن آلی (OCT) اندازه‌گیری شد. نمونه‌های ۱ تا ۸ مربوط به بالادست مخروط افکنه هات سوخته (مخروط شماره ۱)، نمونه‌های ۹ تا ۱۶ مربوط به پایین دست مخروط افکنه هات سوخته، نمونه‌های ۱۷ تا ۲۴ مربوط به بالادست مخروط افکنه مقاتلان (مخروط شماره ۲)، نمونه‌های ۲۵ تا ۳۲ مربوط به پایین دست مخروط افکنه مقاتلان، نمونه‌های ۳۳ تا ۳۴ مربوط به بالادست مخروط افکنه ساران (مخروط شماره ۳) و نمونه‌های ۴۱ تا ۴۸ مربوط به پایین دست مخروط افکنه ساران می‌باشد.

و پشتہ‌ها انتخاب شد. سپس در هر پلات تعداد و درصد تاج پوشش محاسبه شد و در نهایت از ۵۰ پلات هر سایت میانگین گرفته شد.

عکس‌های هوایی تهیه شده از منطقه مورد مطالعه شامل باندهای مرئی می‌باشند و به دلیل نداشتن باند قرمز و مادون قرمز امکان تفکیک پوشش گیاهی به صورت خودکار نمی‌باشد لذا به صورت دستی براساس باند مرئی پوشش گیاهی تشخیص و با پلیگون مرز آن‌ها تعیین شد. نگاره ۴ نمونه‌ای از تفکیک پوشش گیاهی و سطح زمین را در هر پلات نشان می‌دهد که نقاط سفید نشان دهنده وجود گونه گیاهی و سطح سیاه نشان دهنده نبودن گونه گیاهی و وجود خاک است.

۲-۳- مطالعات آزمایشگاهی

در این پژوهش به منظور بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و تأثیر خاک در تراکم و نوع پوشش گیاهی



نگاره ۴: تفکیک پوشش گیاهی و بستر زمین در هر پلات روی عکس‌های هوایی (A): نمونه پلات مربعی شکل 10×10 متر در میاناب‌ها و B: نمونه پلات مستطیلی شکل 3×10 متر در کanal‌ها و پشتہ‌ها)

با استفاده از دستگاه فلیم فتوتمتر ۱ میکرومتر گردید، به این صورت که از نمونه‌های خود عصاره گرفته شد. سپس از محلول استاندارد ۱۰۰۰ میکروگرم بر لیتر سدیم و پتاسیم غلضت‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۵۰ میکروگرم بر لیتر تهیه شد و با استفاده از دستگاه فلیم فتوتمتری قرائت گردید و میزان پتاسیم و سدیم نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شد (*Knudsen et al., 1982: 225*)

به منظور نگهداری آب در خاک (WHC) مقدار ۵۰ گرم خاک را روی یک کاغذ صافی بر روی یک پیش‌ریخته و ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به آن اضافه شد و نمونه خاک مرطوب به مدت ۲۴ ساعت در آون با حرارت ۱۰۵ تا ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد و از طریق رابطه ۲ نگهداری خاک محاسبه گردید (*Nosrati, 2013: 2898*):

$$\% \text{ WHC} = \frac{(\text{وزن خاک خشک}-\text{وزن خاک مرطوب})}{\text{وزن خاک خشک}} \times 100 \quad (2)$$

همچنین برای اندازه‌گیری رطوبت اشباع (Sp) مقداری خاک را در یک پیش‌ریخته و به آن قدری آب اضافه می‌شود تا اشباع گردد (سطح گل براق شود و با ایجاد شکاف در خاک مجدد و به سرعت مواد به هم برسند).

نمونه خاک اشباع را به مدت ۲۴ ساعت در آون با حرارت ۱۰۵ تا ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از گذشت ۲۴ ساعت نمونه‌های خشک شده را وزن کرده و درصد رطوبت اشباع از طریق رابطه زیر محاسبه می‌گردد

(*Cassel and Nielsen, 1986: 904; Townend and Reeve, 2001: 97*)

$$\% \text{ Sp} = \frac{(\text{وزن خاک خشک}-\text{وزن خاک مرطوب})}{\text{وزن خاک مرطوب}} \times 100 \quad (3)$$

در نهایت تعیین بافت خاک و اندازه‌گیری درصد سیلت، رس و شن نمونه‌ها براساس روش هیدرومتر انجام شد (*Kroetsch, 2008: 716*)

برای اندازه‌گیری اسیدیته خاک از دستگاه PH متر استفاده شد (نکری، ۱۳۹۷: ۲۵؛ Thomas, 1996: 475). اندازه‌گیری هدایت الکتریکی نیز که به طور غیرمستقیم میزان املاح محلول در خاک را مشخص می‌کند، با تهیه عصاره ۱:۲ از نمونه‌های خاک و در نهایت با استفاده از EC متر تعیین شد (McLean, 1982: 199; Townend and Reeve, 2001: 105).

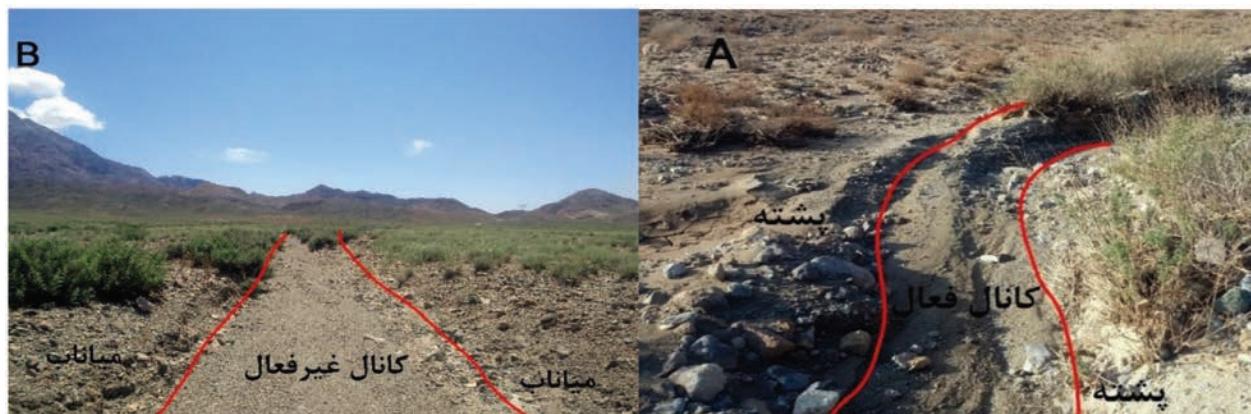
درصد مواد آلی خاک به روش تیتراسیون والکی بلک انجام شد (Skjemstad and Baldock, 2008: 227; Walkley and Black, 1934: 29). آنالیز میزان کربنات کلسیم نمونه‌ها به روش کلسیمتری ارزیابی شد. برای آنالیز مقدار کربنات کلسیم، مقدار ۰/۴ گرم کربنات کلسیم را داخل اrlen دستگاه که با یک شیلنگ به مخزن آب مدرج دستگاه متصل است ریخته و سپس ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۱ نرمال در فیوول ریخته و درب اrlen را بسته و مقدار حجم گاز نمایش داده شده در بورت یادداشت و براساس رابطه ۱ مقدار آهک خاک محاسبه می‌شود (*Nosrati, 2013: 2898; Nelson, 1982: 182*)

$$\% \text{ CaCO}_3 = \frac{0.15 \times V_1 \times 100}{V_2 \times W} \quad (1)$$

میزان حجم تولید شده گاز CO₂ تولید شده برای نمونه خاک و V₂ حجم گاز CO₂ تولید شده برای نمونه Blank یا شاهد و منظور از W وزن خاک بر حسب گرم می‌باشد.

در این پژوهش فسفر (P) با استفاده از روش رنگ‌سنگی اسپکتروفتوتمتر اندازه‌گیری شد. ۵۰ میلی‌لیتر محلول بی کربنات سدیم را به ۲/۵ گرم خاک اضافه کرده و بعد از گذشت ۳۰ دقیقه محلول را با استفاده از صافی، صاف کرده تا عصاره خاک بدست آید. سپس ۲۵ میلی‌لیتر معرف آبی رنگ را به آن اضافه شد و در نهایت با دستگاه اسپکتروفتوتمتر میزان فسفر قرائت می‌شود (*Schoenau and O'Halloran, 2008: 92*).

میزان پتاسیم (K) و سدیم (Na) به صورت تبادلی و



نگاره ۵: تفکیک لندفرم های سطح مخروط افکنه-A: سطح فعال (کanal و پشتنه)، B: سطح غیرفعال (کanal و میاناب)

شد. سپس با توجه به فراوانی گونه ها و جنس های هر تیره تنوع پوشش گیاهی در مخروط افکنه های مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت.

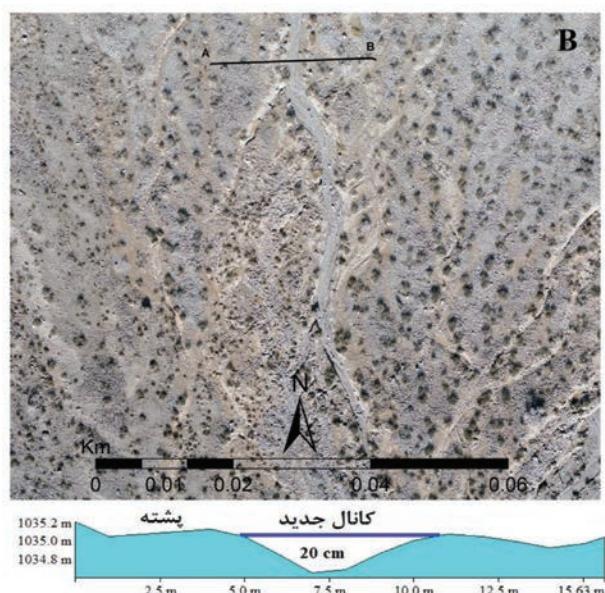
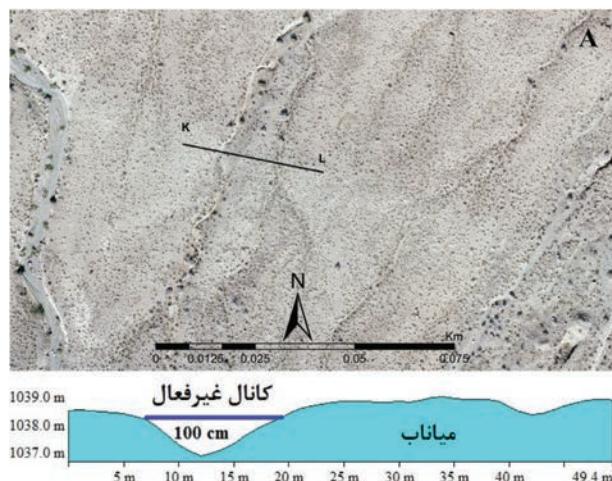
۲-۵- تعیین عوامل محیطی مؤثر در تراکم پوشش گیاهی
تجزیه مؤلفه های اصلی می تواند به عنوان روشی در کاهش داده ها مورد استفاده قرار گیرد تا مجموعه داده هایی که شامل تعداد زیادی متغیر است به تعداد مناسب و معقول کاهش یابد (نصرتی، ۱۳۹۲: ۶۳). همچنین تجزیه مؤلفه های درونی برخی از متغیرهای هم بسته از نظر برخی فاکتورهای اصلی یک شیوه چند متغیره است که برای توصیف روابط مهم استفاده می شود (Johnson and Wichern, 1992: 185). در این پژوهش ۲۷ متغیر مرتبط با ویژگی های اقلیم، کاربری اراضی، زمین شناسی، خاک و فیزیو گرافی، ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک به همراه تراکم پوشش گیاهی حاصل از عکس های هوایی (جدول ۲) استفاده شد. به طوری که فرض شد تراکم پوشش گیاهی تحت کنترل ویژگی های محیطی بوده و تحلیل آزمون آماری تجزیه مؤلفه های اصلی می تواند عوامل کنترل کننده پوشش گیاهی را مشخص نماید.

با توجه به اینکه در این تحقیق از تکنیک آماری چند متغیره تجزیه مؤلفه های اصلی با استفاده از نرم افزار SPSS استفاده گردید، لذا پیش از انجام هر یک از آنها ابتدا فرض های مرتبط با نوع آزمون برای تمام داده های

۲-۴- نمونه برداری از پوشش گیاهی و شناسایی گونه های گیاهی

عملیات صحرا ای در اوایل خرداد ماه سال ۱۳۹۸ با هدف آشنایی به منطقه، جمع آوری و شناسایی گیاهان انجام شد. گونه های گیاهی موجود در منطقه پس از شناسایی، جمع آوری، خشک و پرس شدند (مصطفاقی، ۱۳۹۰: ۱۱۳). نمونه برداری در تیپ های مورد نظر بر اساس روش تصادفی - سیستماتیک انجام شد (Moghadam, 2005: 309). در واقع در هر سایت (P1 تا P6) ۱ ترانسکت ۲۰۰ متری و در امتداد هر ترانسکت ۸ پلات ۸*۸ متر در کanal های سطوح فعال، کanal های سطوح غیرفعال، میاناب ها و پشتنه های (نگاره ۵) بالادرست و پایین دست هر سه مخروط افکنه مستقر گردید. از این رو ۴۳ پلات نمونه برداری از پوشش گیاهی در امتداد ترانسکت ۲۰۰ متری انداخته شد و با استفاده از دستگاه GPS حدود و موقعیت پلات ها تخمین زده شد و بر روی نقشه در محیط GIS مشخص گردید. ترانسکت ها به گونه ای منطقه معرف را پوشش دادند که نماینده کل محدوده مورد مطالعه بوده و تغییرات محیطی و تیپ های پوشش گیاهی را پوشش دهند.

اندازه ترانسکت با توجه به فرم رویشی، تراکم و فواصل گیاهان از همدیگر تعیین شد. سپس در داخل هر پلات اقدام به شناسایی گیاهان و تهییه فهرست گونه های گیاهی شده، درصد و تراکم تاج پوشش هر گونه در پلات ثبت



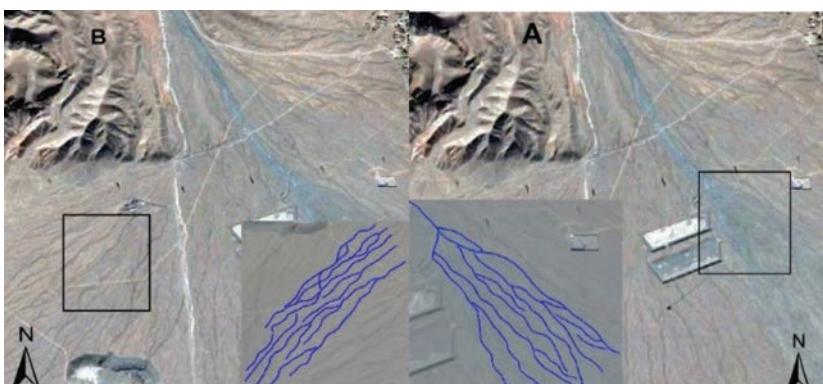
نگاره ۶: نمونه‌ای از نیم رخ توپوگرافی مخروط افکنه‌های مورد مطالعه (A: سطح غیرفعال و B: سطح فعال) همچنین

موردن استفاده انجام شد. به منظور بررسی تناسب و کیفیت داده‌ها برای PCA از آماره‌های KMO و بارتلت استفاده شد. KMO معیاری از کفايت نمونه‌برداری است که صلاحیت کاهش داده‌ها به گروه‌های کوچکتر را تعیین می‌کند. آماره کرویت بارتلت نشان می‌دهد که آیا ماتریس همبستگی، یک ماتریس همسان و واحد است؛ که غیر وابستگی متغیرها را نشان می‌دهد. مقادیر بسیار کوچک (کمتر از ۰/۰۵) بیانگر این است که روابط معنی‌داری بین متغیرها وجود دارد. به منظور اجتناب از اثر مقیاس‌های گوناگون متغیرها، داده‌ها استاندارد شدند در این صورت میانگین برابر با صفر و انحراف معیار برابر با یک خواهد شد (صیردادی، ۱۳۱۵: ۲۰۳).

۳- یافته‌های پژوهش

۳-۱- تفکیک سطوح جدید و قدیم مخروط افکنه‌ها از دیگر شاخص‌های مورد استفاده در تفکیک بخش‌های فعل و غیرفعال مخروط‌ها، تضاریس و مورفوژئی سطح مخروط افکنه‌ها است.

جهت بررسی شاخص تضاریس در بخش‌های فعل و غیرفعال مخروط افکنه‌ها، نیمرخ توپوگرافی ترسیم شد. به منظور ترسیم نیمرخ مخروط افکنه‌ها، از مدل رقومی ارتفاعی تهیه شده توسط پهباش استفاده شد (نگاره ۶). همچنان که نگاره ۶ نشان می‌دهد در مخروط افکنه‌های مورد مطالعه، سطوح قدیمی ناهموارتر و عمق برش بیشتر است. در حالی که سطوح جدید و فعل مخروط افکنه‌ها، هموارتر و عمق برش کمتر می‌باشد.



نگاره ۷: نمونه‌ای از الگوی شبکه زهکشی در بخش‌های فعل و غیرفعال مخروط افکنه‌ها (مخروط ساران)، A، بخش جدید و فعل با الگوی زهکشی واگرا، B، بخش قدیمی و غیرفعال با الگوی زهکشی موازی

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (میر)
برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۵۹

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

نام سایت	شماره پلات	موقعیت نسبی	تراکم پوشش گیاهی (تعداد در هر ۱۰۰ متر مربع)	مساحت تاج پوشش گیاهی به درصد
۱	۱	پشتنهای بستر فعال بالادست مخروط های سوخته	۱۳	۶۸/۵۶
	۲	کanal بستر غیرفعال بالادست مخروط های سوخته	۳۰	۶۰/۰۶
	۳	کanal بستر فعال بالادست مخروط های سوخته	۱۰	۲۱/۸۶
	۴	میاناب بستر غیرفعال بالادست مخروط های سوخته	۷۳	۱۰/۸۴
	۵	پشتنهای بستر فعال پایین دست مخروط های سوخته	۱۷	۶۸/۲۶
	۶	کanal بستر غیرفعال پایین دست مخروط های سوخته	۴۳	۶۸/۸
	۷	کanal بستر فعال پایین دست مخروط های سوخته	۳	۱۴/۲۳
	۸	میاناب بستر غیرفعال پایین دست مخروط های سوخته	۱۲۸	۱۷/۳
	۹	پشتنهای بستر فعال بالادست مخروط مقاطلان	۲۰	۷۰/۲۶
	۱۰	کanal بستر غیرفعال بالادست مخروط مقاطلان	۲۲	۵۲/۰۳
	۱۱	کanal بستر فعال بالا دست مخروط مقاطلان	۳	۶/۷۶
	۱۲	میاناب بستر غیرفعال بالادست مخروط مقاطلان	۱۴۷	۲۱/۶۹
۱۳	۱۳	پشتنهای بستر فعال پایین دست مخروط مقاطلان	۱۳	۲۸/۴۳
	۱۴	کanal بستر غیرفعال پایین دست مخروط مقاطلان	۱۳	۱۹/۷
	۱۵	کanal بستر فعال پایین دست مخروط مقاطلان	۳	۳/۸۳
	۱۶	میاناب بستر غیرفعال پایین دست مخروط مقاطلان	۱۸	۷/۴۳
	۱۷	پشتنهای بستر فعال بالادست مخروط ساران	۱۰	۳۵/۲۶
	۱۸	کanal بستر غیرفعال بالادست مخروط ساران	۱۷	۳۷/۵۳
	۱۹	کanal بستر فعال بالا دست مخروط ساران	۳	۱۲/۴
	۲۰	میاناب بستر غیرفعال بالادست مخروط ساران	۶۲	۱۳/۴۵
	۲۱	پشتنهای بستر فعال پایین دست مخروط ساران	۲۰	۵۷/۷
	۲۲	کanal بستر غیرفعال پایین دست مخروط ساران	۱۰	۲۹/۳۳
	۲۳	کanal بستر فعال پایین دست مخروط ساران	۷	۸/۵
	۲۴	میاناب بستر غیرفعال پایین دست مخروط ساران	۶۰	۱۴/۴۵

یکی از مهمترین شاخص‌های تفکیک مخروط‌های قدیمی و جدید، الگوی زهکشی است. شبکه‌های زهکشی در سطوح فعل مخروط افکنه‌ها، در محل خروج کوهستان به علت شبکه درختی ایجاد می‌شوند (نگاره ۷).

۳-۲- محاسبه تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی
 براساس مقایسه میانگین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی هر سه مخروط افکنه؛ درصد تاج پوشش گیاهی در را تشکیل می‌دهند (Twidale, 2004: 178). اما در سطوح قدیمی یا غیرفعال مخروط افکنه‌ها، به علت اینکه ممکن است صدها یا هزاران سال از سیلان در امان باشند، فرسایش

۳-۳- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

به طور کلی از بررسی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه مورد مطالعه می‌توان نتیجه گرفت که در سطوح فعال و جدید مخروط‌افکنه‌ها، در پشت‌های مقدار سیلت و رس بیشتر است؛ در حالی که مقدار ماسه و درصد سنگریزه در کanal‌ها بیشتر می‌باشد. مقدار مواد آلی و کربنات کلسیم در کanal‌ها بیشتر می‌باشد.

مقدار EC و PH در پشت‌های کمتر از کanal‌ها است. نگهداشت خاک و رطوبت اشباع خاک در کanal‌ها نسبت به پشت‌های بیشتر است. مقدار پتاسیم قابل جذب در خاک و فسفر در پشت‌های بیشتر می‌باشد. در سطوح غیرفعال یا قدیمی مخروط‌افکنه‌ها، عناصر حاصلخیزی خاک (مواد آلی، کربنات کلسیم، پتاسیم و سدیم قابل جذب، فسفر، PH، رطوبت اشباع خاک و نگهداشت خاک) در میاناب‌ها بیشتر از کanal‌هاست.

در سطوح غیرفعال یا قدیمی مخروط‌افکنه‌ها مقدار رس و سیلت در میاناب‌ها بیشتر از کanal‌ها است؛ در حالی که مقدار شن و درصد سنگریزه در کanal‌ها بیشتر می‌باشد. پایین بودن عناصر حاصلخیزی خاک در کanal‌ها به دلیل شبی و عمق زیاد کanal‌ها و فرسایش آن‌ها است؛ در حالی که میاناب‌ها پایدارتر بوده و امکان تشکیل خاک بیشتر و بنابراین حاصلخیزی بیشتری را دارا بوده است (نگاره ۸).

۳-۴- عوامل تأثیرگذار در تراکم پوشش گیاهی مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه

از آنجایی که تعداد ۲۷ متغیر در ۳ مخروط‌افکنه جهت بررسی انتخاب شدند (جدول ۳) برای تعیین میزان کفایت داده، از آماره KMO استفاده شد. با در نظر گرفتن $KMO = 0.91$ و ضریب بارتلت کمتر از 0.01 برای مقدار تراکم پوشش گیاهی، میزان کفایت داده مورد تأیید قرار گرفت. در طی تحلیل ۲۷ متغیر در ۳ مخروط‌افکنه مورد بررسی، مشخص شد که داده‌ها حول ۲ مؤلفه با مقادیر ویژه بیش از یک خلاصه شدند.

مخروط‌افکنه‌های سوخته بیشتر از (۴۱/۲۳) مخروط‌افکنه مقاطلان (۲۶/۲۶) و ساران (۲۶/۰۷) می‌باشد. لذا در مخروط‌افکنه ساران تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی نسبت به دو مخروط دیگر کمتر می‌باشد. همچنین میانگین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در بالادست و پایین دست هر سه مخروط‌افکنه مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان می‌دهد که تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در بالادست مخروط‌افکنه‌ها (به ترتیب ۳۴ و ۳۴/۲۲) بیشتر از پایین دست آن‌ها (به ترتیب ۲۸ و ۲۸/۱۶) می‌باشد.

به علاوه تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در سطوح فعال و غیرفعال هر سه مخروط‌افکنه مورد مقایسه قرار گرفت.

طبق نتایج تراکم پوشش گیاهی در سطوح غیرفعال مخروط‌افکنه‌ها (۵۲) بیشتر از سطوح فعال (۱۰) آن‌ها می‌باشد. در حالی که درصد تاج پوشش گیاهی در سطوح فعال مخروط‌افکنه‌ها (۳۳) بیشتر از سطوح غیرفعال آن‌ها (۲۹/۳۸) می‌باشد (جدول ۲).

همچنین مقایسه تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در لندرم‌های سطح مخروط‌افکنه‌ها نشان داد که در بالادست هر سه مخروط‌افکنه؛ در سطوح غیرفعال یا قدیمی، تراکم پوشش گیاهی در میاناب‌ها (۹۴) بیشتر از کanal‌ها (۲۳) است اما درصد تاج پوشش گیاهی در کanal‌ها (۴۹/۸۷) بیشتر از میاناب‌ها (۱۵/۳۲) می‌باشد.

در سطوح فعال یا جدید، تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در پشت‌های (به ترتیب ۱۴ و ۵۸/۷۸) بیشتر از کanal‌ها (به ترتیب ۵ و ۱۳/۶۷) است. در پایین دست هر سه مخروط‌افکنه؛ در سطوح غیرفعال یا قدیمی، تراکم پوشش گیاهی در میاناب‌ها (۶۹) بیشتر از کanal‌ها (۲۲) است. اما درصد تاج پوشش گیاهی در کanal‌ها (۳۹/۲۷) بیشتر از میاناب‌ها (۱۳/۰۶) می‌باشد.

در سطوح فعال یا جدید تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در پشت‌های (به ترتیب ۱۷ و ۵۱/۴۶) بیشتر از کanal‌ها (به ترتیب ۴ و ۸/۸۵) می‌باشد.

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (جغر)
برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۶۱

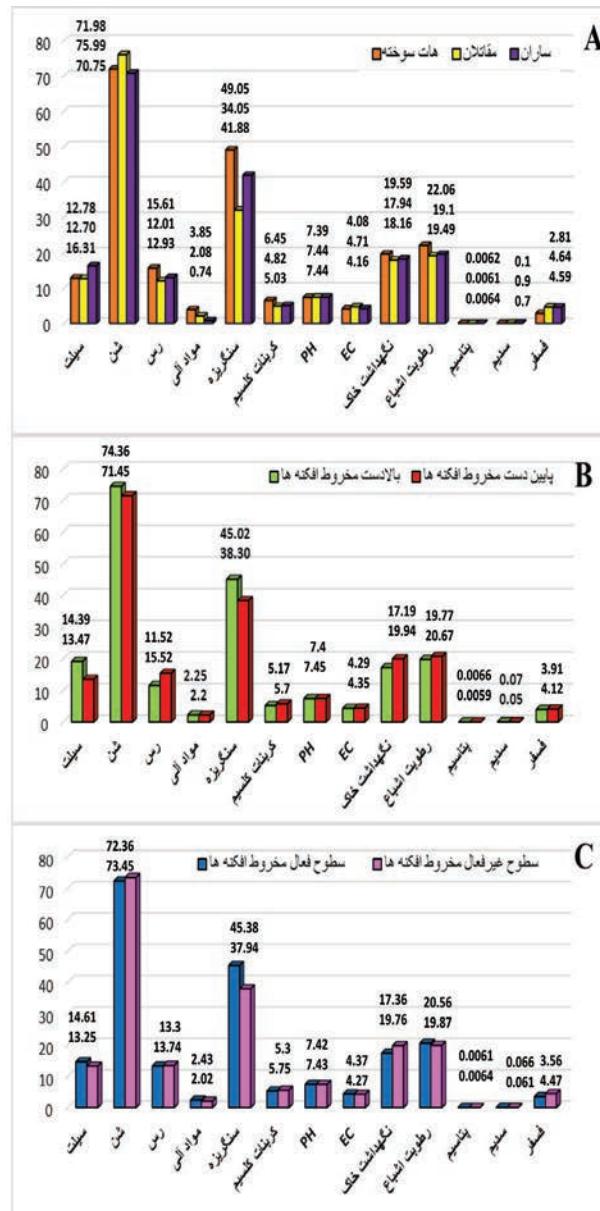
جدول ۳: مشخصات و ماتریس دورانی واریماکس و مقادیر ویژه پارامترهای منتخب مخروط افکنه‌های مورد مطالعه

پارامترهای استاندارد شده	مخروط افکنه هات سوخته	مخروط افکنه مقاولات	مخروط افکنه ساران	مؤلفه ۱	مؤلفه ۲
تراکم پوشش گیاهی	۴۰	۳۰	۲۴	۰/۸۱۶	۰/۵۷۸
میانگین دمای سالانه (درجه سانتیگراد)	۱۶/۹۶	۱۶/۲۹	۱۴/۶۸	۰/۵۶۴	۰/۸۲۶
میانگین بارش سالانه (میلیمتر)	۱۲۴/۸۸	۱۲۲/۱۶	۱۵۰/۵۶	-۰/۲۲۱	-۰/۹۷۵
درصد شب	۷/۸۳	۶/۷۱	۷/۲۲	۰/۹۶۷	-۰/۲۵۵
مساحت (کیلومترمربع)	۱/۲۴	۲/۲۱	۲/۶	-۰/۴۷۵	-۰/۸۸۰
ارتفاع (متر)	۱۱۸۷/۷	۱۱۲۶/۴	۱۱۶۷/۰۷	-۰/۳۷۹	۰/۹۲۶
سطح آب زیرزمینی (متر)	۸۰/۰۷	۹۵/۸۷	۱۴۷/۶۲	-۰/۵۱۰	-۰/۸۶۰
درصد رسوبات ریزدانه	۰	۱۰۰	۸۰/۸	-۰/۹۹۹	-۰/۰۳۲
درصد رسوبات درشت دانه	۱۰۰	۰	۱۸/۰۷	۰/۹۹۹	۰/۰۴۴
درصد اراضی مرتعی	۹۹/۵	۹۱/۸۲	۸۹/۸۳	۰/۹۱۷	۰/۳۹۹
درصد اراضی زار و بوته زار	۰/۳۱	۲/۰۷	۰	-۰/۰۸۷	۰/۸۱۰
درصد زراعت آبی	۰/۱۹	۵/۴۲	۱۰	-۰/۷۶۵	-۰/۶۴۴
درصد خاک اریدی سول	۴۹/۱۶	۹۰/۴۷	۹۹/۰۳	-۰/۹۳۰	-۰/۳۶۷
درصد خاک انتی سول	۵۳/۳۳	۱۴/۷۶	۰/۷۵	۰/۸۹۰	۰/۴۵۷
درصد سیلت	۱۲/۷۸	۱۲/۷	۱۶/۳۱	-۰/۲۸۶	-۰/۹۵۸
درصد رس	۱۵/۶۱	۱۲/۰۱	۱۲/۹۳	۰/۹۹۹	-۰/۰۳۴
درصد ماسه	۷۱/۹۸	۷۵/۹۹	۷۰/۷۵	-۰/۴۹۰	۰/۸۷۲
درصد آبغذری خاک	۴۹/۰۵	۳۴/۰۵	۴۱/۸۸	۰/۹۴۵	-۰/۳۲۹
درصد مواد آلی	۳/۹۳	۲/۰۸	۰/۷۸	۰/۸۰۴	۰/۰۹۵
درصد کربنات کلسیم	۶/۴۷	۴/۸۲	۵/۰۷	۰/۹۹۷	۰/۰۷۷
EC	۴/۱۶	۴/۷۱	۳/۹۳	-۰/۴۳۴	۰/۹۰۱
PH	۷/۳۹	۷/۴۴	۷/۴۴	-۰/۹۸۳	-۰/۱۸۱
درصد رطوبت اشباع	۲۲/۲۷	۱۹/۱	۱۹/۰۷	۰/۹۹۷	۰/۰۷۵
درصد نگهداشت خاک	۱۹/۳۹	۱۷/۹۴	۱۸/۳۴	۰/۹۹۸	-۰/۰۶۲
(ppm)	۲/۸۳	۴/۶۴	۴/۴۶	-۰/۹۹۲	-۰/۱۲۴
سدیم (میکروگرم بر لیتر)	۰/۰۱۹	۰/۱	۰/۰۶۷	-۰/۹۶۹	۰/۲۴۵
پتاسیم (میکروگرم بر لیتر)	۰/۰۰۶۲	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۶۶	-۰/۰۷۴	-۰/۹۹۷
مقدار ویژه	-	-	-	۱۷/۷۲	۹/۲۷
واریانس کل (%)	-	-	-	۶۵/۶۴	۳۴/۳۶
واریانس تجمعی (%)	-	-	-	۶۵/۶۴	۱۰۰

براساس نتایج تحلیل مؤلفه‌های اصلی بین متغیرهای فیزیکی و شیمیایی منطقه مورد مطالعه، عامل اول ۶۵/۶۴ درصد از کل واریانس را توجیه می‌کند (جدول ۳). در مؤلفه اول، درصد شب، درصد خاک انتی‌سول، درصد رس، درصد آبگذری خاک، درصد مواد آلی، درصد کربنات کلسیم، درصد رطوبت اشیاع و درصد نگهداشت آب در خاک (بار وزنی به ترتیب ۰/۹۷، ۰/۹۹، ۰/۸۹، ۰/۹۷، ۰/۹۹، ۰/۸۰، ۰/۹۴، ۰/۹۹ و ۰/۹۹) بار مثبت قوی و متوسط دمای سالانه (با بار وزنی ۰/۵۶) بار متوسط دارند و با تراکم پوشش گیاهی که بار وزنی آن ۰/۸۱ می‌باشد، در یک مؤلفه قرار می‌گیرند، در نتیجه در تراکم پوشش گیاهی مخروط‌افکنه‌های مورد مطالعه تأثیرگذار می‌باشند. همچنین متغیرهای درصد رسوبات ریزدانه، درصد خاک اریدی‌سول، PH، درصد فسفر و درصد سدیم (بار وزنی به ترتیب ۰/۹۳، ۰/۹۸، ۰/۹۹ و ۰/۹۶) دارای بار منفی و قوی می‌باشد. به دلیل اینکه تعداد عوامل مربوط به ویژگی‌های خاک مخروط افکنه‌ها بیشتر است، این مؤلفه مؤلفه حاصلخیزی خاک نامیده می‌شود.

مؤلفه دوم میزان معنی‌داری از واریانس کل یعنی ۳۶/۳۴ درصد را توجیه می‌نماید. در مؤلفه دوم نیز بار عاملی تراکم پوشش گیاهی (با بار وزنی ۰/۵۷) در مقایسه با مؤلفه اول کمتر می‌باشد.

در این عامل متوسط دمای سالانه، متوسط ارتفاع، درصد اراضی بوتهزار و بیشهزار، درصد ماسه و EC (با بار وزنی به ترتیب ۰/۸۲، ۰/۹۲، ۰/۸۱، ۰/۸۷ و ۰/۹) بار مثبت قوی و متوسط بارش سالانه، مساحت، سطح آب زیرزمینی، درصد سیلت و درصد پتاسیم (با بار وزنی ۰/۹۷، ۰/۸۸، ۰/۸۶، ۰/۹۵ و ۰/۹۹) بار قوی و منفی دارند. به دلیل اینکه تعداد عوامل مربوط به مشخصات فیزیکی مخروط افکنه‌ها نسبت به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مخروط‌افکنه‌ها بیشتر است، این مؤلفه، مؤلفه فیزیوگرافی نامیده می‌شود (جدول ۳).



نگاره ۸: مقایسه میانگین مقادیر متغیرهای خاکی A: هر سه مخروط افکنه، B: بالا دست و پایین دست مخروط افکنه ها و C: سطوح فعلی مخروط افکنه ها مورد مطالعه

براساس نتایج جدول ۳، درصد توجیه واریانس هریک از مؤلفه‌ها به ترتیب عبارتند از ۶۴/۶۴ و ۳۶/۳۴ می‌باشند. بار مؤلفه‌ها را می‌توان به صورت قوی، متوسط و ضعیف به ترتیب براساس مقادیر عددی بیش از ۰/۷۵، ۰/۵ و ۰/۳ طبقه‌بندی نمود.

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سمر)
برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۶۳



نگاره ۹: گونه‌های گیاهی سطح میاناب‌ها، کانال‌های غیرفعال، کانال‌های فعال و پسته‌های منطقه مورد مطالعه (A: درمنه دشتی، B: نوعی گون چندساله، C: چوبک، D: اسپند، E: بادام ارزن، F: پیچک شاخه خاری، G: طوسک، H: کاکوتی، I: چمن پیازک دار، J: جارو علفی هرز، K: برازمبل، L: میخک شرقی و M: نوک لک لکی هرز)

سطح مخروط افکنه‌ها نشان داد که گونه گیاهی غالب در میاناب‌های هر سه مخروط، درمنه دشتی^۱ همراه با گونه‌های گیاهی دیگری چون نوعی گون^۲، چوبک^۳، اسپند^۴، بادام ارزن^۵ و پیچک شاخه خاری^۶ است. در بسترها غیرفعال یا قدیمی، گونه گیاهی غالب بادام ارزن و گونه‌های گیاهی دیگری چون درمنه دشتی، طوسک^۷، کاکوتی^۸ و اسپند

۳-۵- شناسایی گونه‌های گیاهی موجود در منطقه مورد مطالعه
با انجام عملیات میدانی در این پژوهش در مجموع تعداد ۳۲ تیره، ۴۴ جنس و ۴۶ گونه در منطقه مورد مطالعه شناسایی گردید. از میان گونه‌های تشخیص داده شده، ۱۵ گونه انحصاری ایران هستند. مشاهدات میدانی در

می باشد. همچنین در بسترها فعال یا جدید مخروط افکنه‌ها پوشش گیاهی محدودتر و شامل چمن پیازک دار^۹ و جارو علفی هرز^{۱۰} می باشد و در پشت‌های گونه گیاهی غالب برآzmبل^{۱۱} به همراه گونه‌های گیاهی دیگری چون میخک شرقی^{۱۲}، نوک لک لکی هرز^{۱۳} و چمن پیازک دار است (نگاره ۹).

۴- بحث

در سطوح فعال یا جدید بالادست و پایین‌دست مخروط افکنه‌ها، تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در پشت‌های بیشتر از کanal‌ها می باشد؛ زیرا در این لندرم‌ها مقدار سیلت و رس بیشتر است؛ در این لندرم‌ها گونه‌های گیاهی بزرگتر که به صورت درختچه‌ای و نیمه بوته‌ای هستند و برای رشد نیاز به بافت ریزتری دارند مستقر هستند. در حالیکه مقدار ماسه و درصد سنگریزه در کanal‌ها بیشتر می باشد. مقدار مواد آلی و کربنات کلسیم در کanal‌ها بیشتر می باشد. مقدار EC و PH در پشت‌های کمتر از کanal‌ها است. نگهداشت خاک و رطوبت اشباع خاک در کanal‌ها نسبت به پشت‌های بیشتر است. مقدار پتاسیم قابل جذب در خاک و فسفر در پشت‌های بیشتر می باشد. اما تراکم و درصد تاج در کanal‌های فعال مخروط افکنه‌ها با وجود خاک حاصلخیز، رطوبت بالای خاک کمتر می باشد. این موضوع احتمالاً به دلیل ثبات کمتر کanal‌ها است، به طوریکه در زمان رگبار و سیلان‌های اتفاقی، کanal‌ها بیشتر در معرض جریانات ناپایدار قرار می گیرند و بنابراین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در این لندرم‌ها کمتر است.

در سطوح غیرفعال یا قدیمی مخروط افکنه‌ها، عناصر حاصلخیزی خاک (مواد آلی، کربنات کلسیم، پتاسیم و سدیم قابل جذب، فسفر، PH)، رطوبت اشباع خاک و نگهداشت خاک) در میاناب‌ها بیشتر از کanal‌هاست. میاناب‌ها شبکه‌ای دارند و نسبت به کanal‌ها دارای ثبات بیشتری هستند و امکان تشكیل خاک بیشتر است. رسوبات و سنگ‌ها در معرض آفات تحت تأثیر فرآیندهای هوازدگی و خاکزایی قرار می گیرند. بنابراین درصد رس و سیلت در میاناب‌ها بیشتر از کanal‌ها می باشد و خاک حاصلخیزتر است در نتیجه تراکم پوشش گیاهی در این لندرم‌ها بیشتر از سایر بخش‌ها می باشد. در این لندرم‌ها گونه‌های گیاهی علفی و بوته‌ای، که نیاز به خاک با بافت ریزتری دارند مستقر هستند. در

در هر لندرم گونه‌های گیاهی سازگار با شرایط و ویژگی‌های لندرم مستقر است. در سطوح فعال گونه گیاهی غالب در پشت‌های برآzmبل است. برآzmبل یکی از گونه‌های خاص مناطق خشک و بیابانی است و آب دوست می باشد لذا در پشت‌های به دلیل وجود رطوبت، این گونه‌ها غالب هستند (Hedge, 1982). اما در کanal‌های بسترها فعال پوشش گیاهی محدودتر است و گونه‌های گیاهی چمن پیازک دار و بروموس به صورت محدود وجود دارند. جارو علفی هرز

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (۲۸) / پژوهشی تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۶۵

آهکی - سنگلانخی است. دامنه‌های ارتفاعی رویشگاه بادام کوهی بین ۸۰۰ تا ۲۷۰۰ متر از سطح دریا، در خطوط هم باران ۱۵۰ تا ۲۵۰ میلیمتر قرار گرفته اند. این گیاه در انواع مختلف خاک رشد می‌کند و همچنین یکی از گیاهان مقاوم به خشکی نیز می‌باشد (Browicz and Zohary, 1996). گونه پیچک شاخه خاری گونه‌ای شن‌دوست است. پیچک دارای سیستم ریشه‌ای گستردگی می‌باشد و به صورت عمودی به سمت اعماق خاک نفوذ می‌کند. سیستم ریشه‌ای عمیق و وسیع پیچک آنرا سازگار با اقلیم‌های خشک تبدیل کرده است (Rechinger, 1963). همچنین گونه‌های گیاهی غالب دیگر در کanal‌های بستر غیرفعال مخروط افکنه‌ها بادام ارزن و درمنه دشتی است که همراه با گونه‌های دیگری چون کاکوتی، اسپند و طوسک دیده می‌شوند. کاکوتی به نور زیاد و مکان روشن، خاک از زهکشی خوب و کاملی برخوردار باشد، رطوبت وجود داشته باشد و در خاک‌های غنی و حاصلخیز رشد بهتری از خود نشان می‌دهد. بنابراین کanal‌های دارای رسوبات درشت شن و سنگریزه هستند، زهکشی خوبی دارند، دسترسی به رطوبت و آب‌های زیرزمینی دارند و خاک دارای مواد آلی و کربنات می‌باشد و حاصلخیز است (Hedge, 1982). همچنین گونه طوسک در خاک‌های گرم که زیر نور کامل آفتاب هستند به خوبی رشد می‌کند. این گیاه در مکان‌های آفتابی و در خاکی با زهکشی کامل و غیراسیدی مستقر است (Wendelbo, 1965).

مطالعات پژوهشگران دیگر از جمله؛ رویان و همکاران (۱۳۹۵) به بررسی فراوانی و تراکم گیاهی مراعع شهرستان آق‌قلا با استفاده از عکس‌های هوایی تهیه شده توسط بالون پرداختند. آن‌ها درصد فراوانی برآورد شده بوته‌ها از تصاویر هوایی را با فراوانی و تراکم بدست آمده از داده‌های زمینی مقایسه کردند و تغییر ارتفاع و مقیاس را به عنوان مبنای برآورد خصوصیات پوشش گیاهی در نظر گرفتند اما در پژوهش حاضر تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی با استفاده از عکس‌های هوایی تهیه شده توسط پهباud برآورد شد و تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مخروط افکنه‌ها در

کanal‌ها مقدار شن و درصد سنگریزه بیشتر از میاناب‌ها می‌باشد. مواد آلی، کربنات کلسیم و رطوبت در کanal‌ها بالا می‌باشد اما به دلیل شب و عمق زیاد کanal‌ها و فرسایش آن‌ها، تراکم پوشش گیاهی کمتر است. از طرفی درصد تاج پوشش گیاهی در کanal‌های بستر غیرفعال بالاتر از میاناب‌ها است. زیرا کanal‌ها به دلیل قرار داشتن در سایه و نزدیکی بستر کanal‌ها به آب‌های زیرزمینی رطوبت بیشتری دارند و گونه‌های گیاهی درختچه‌ای با تاج پوشش گیاهی بیشتر که دارای ریشه‌های عمیق هستند و نیاز به بافت درشت‌تری دارند، در این لندفرم‌ها مستقر هستند.

در سطوح غیرفعال گونه گیاهی غالب در میاناب‌ها، درمنه دشتی است. درمنه دشتی از جمله گیاهانی است که برای رشد، خاک‌های شنی، لومی و رسی را ترجیح می‌دهد. دمای ایده‌آل برای رشد این گیاه دمای مناطق خشک و نیمه‌خشک می‌باشد. دمای ۲۲ تا ۳۰ درجه مناسب دوست می‌باشد. به آبیاری کم و خشکی نیاز دارد. از گیاهان آفتاب دارد. بنابراین گونه درمنه دشتی در میاناب‌ها غالب است زیرا این لندفرم‌ها در معرض نور آفتاب هستند (Grierson and Rechinger, 1982) درمنه دشتی به همراه گونه‌های دیگری همچون گون، چوبک، اسپند، بادام ارزن و پیچک شاخه خاری در میاناب‌ها دیده می‌شود. گونه گون ریشه عمیق دارد و در برابر خشکی مقاوم و در خاک‌های شور به خوبی رشد می‌کند (Podlech, 1999). چوبک در کوهستان‌ها و لابای صخره‌های سخت و در خاک‌های شنی می‌روید (Rechinger, 1988). اسپند نیاز به آب و رطوبت زیادی ندارد و به خشکی مقاوم است. در آب و هوای گرم و خشک رشد می‌کند. نور آفتاب را دوست دارد اما در سایه مقاوم‌تر است (El Hadidi, 1972) ارزن یا بادام کوهی در خاک‌های عمیق تا نیمه‌عمیق، سنگریزه‌دار و بر روی تشکیلات آهکی - سیلیسی در شب‌های ملایم پایین دست کوهستان‌ها می‌روید. بومی ایران و منطقه خاورمیانه بوده که دارای گستردگی وسیعی در مناطق جنوبی، مرکزی و شمال شرق ایران، در کوه‌های

شكل این امکان را فراهم کرده که بستر کanal‌ها به دلیل سایه و رطوبت بیشتر و همچنین بافت درشت‌تر و نفوذپذیری و آبگذری بیشتر، شرایط مساعدتری برای رشد گونه‌های گیاهی درختچه‌ای و بزرگتر داشته‌اند؛ در حالی که خاک میاناب‌ها به علت قرارگیری بیشتر در معرض آفتاب و هوازدگی، دارای بافت ریزتری هستند و گونه‌های گیاهی علفی و کوچک‌تر در این مکان‌ها رشد می‌کند. بررسی تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی مخروط افکنه‌ها و لندرم‌های سطح آن‌ها نشان داد که در میاناب‌های بستر غیرفعال مخروط افکنه‌ها تعداد بوته‌ها فراوان‌تر از بخش‌های دیگر مخروط می‌باشد. اما در پشته‌های واقع در بسترها فعال و در داخل کanal‌های بسترها غیرفعال مخروط افکنه، اگرچه تراکم پوشش گیاهی کم‌تر است اما پوشش گیاهی بزرگ‌تر و به صورت درختچه‌ای می‌باشد. لذا درصد تاج پوشش گیاهی در این بخش‌ها بیشتر از سایر بخش‌ها است. همچنین به طور کلی اندازه‌گیری‌ها نشان داد که تعداد بوته‌ها در مخروط افکنه قدیمی و به ویژه بالادرست مخروط‌ها، نسبت به نواحی دیگر فراوان‌تر است. 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.

تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. همچنین مطالعه دیگری که توسط Bahrami and Ghahraman در سال ۲۰۱۹ انجام شد. آن‌ها تأثیر عوامل ژئومورفولوژیکی را در حاصلخیزی خاک مخروط افکنه‌ها مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که در میاناب‌های بالادرست مخروط افکنه‌های قدیمی و فسیل نسبت به پایین‌دست خاک حاصلخیزتر می‌باشد و کمترین میزان حاصلخیزی خاک در بالادرست مخروط افکنه جوان می‌باشد.

El-Keblawy et, al در سال ۲۰۱۵ به بررسی رابطه بین خصوصیات خاک و لندرم‌های سطح زمین با خشک‌سازی‌های مناطق خشک در شمال امارات متحده عربی پرداختند. در این پژوهش براساس روش تجزیه و تحلیل چند متغیره شکل‌های زمین را به چهار گروه تقسیم کرده اند و نتایج نشان داد که گونه‌های گیاهی بیشترین همبستگی را با سوری خاک دارند. در حالیکه در پژوهش حاضر دو مؤلفه مشخصات فیزیکی مخروط افکنه‌ها (ارتفاع از سطح دریا) و حاصلخیزی خاک (درصد رس و درصد رسوبات درشت دانه) با بیشترین مقادیر ویژه در تراکم پوشش گیاهی مؤثر می‌باشند.

۵- نتیجه‌گیری

۶- تشکر و قدردانی

مقاله حاضر، مستخرج از رساله دکتری ژئومورفولوژی (گرایش مخاطرات ژئومورفولوژیک) دانشگاه «شهید بهشتی» با عنوان : «بررسی تأثیر فرم‌ها و فرآیندهای ژئومورفولوژی سطح مخروط افکنه‌ها بر ویژگی‌های پوشش گیاهی - مطالعه موردی: مخروط‌افکنه‌های جنوب غربی میامی» است که با پشتیبانی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (بنیاد ملی علم ایران) (INsf) انجام شد. نویسنده‌گان لازم می‌دانند که مراتب تشکر صمیمانه خود را از بنیاد ملی علم ایران، دانشگاه شهید بهشتی و داوران محترم نشریه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر) که در اجراء ارتقاءٰ کیفی این پژوهش مساعدت لازم داشتند، اعلام نمایند.

این تحقیق نشان داد که درصد تراکم و تنوع پوشش گیاهی در سطح مخروط افکنه‌های مورد مطالعه تا حدود زیادی متأثر از فرآیندهای ژئومورفولوژیک است؛ فرآیند غالب در سطوح قدیمی مخروط افکنه‌ها هوازدگی و تشکیل خاک در میاناب‌ها است؛ در حالیکه فرآیند برش در بستر کanal‌های کم عمق وجود دارد. این وضعیت باعث شرایط بهتر پوشش گیاهی در میاناب‌های سطح قدیمی مخروط افکنه‌ها شده است. در سطوح جدید مخروط افکنه‌ها که تحت تأثیر رسوب‌گذاری قرار دارد، تکرار سیلان‌های اتفاقی مانع تثبیت خاک شده و بنابراین پوشش گیاهی ضعیفتر از سطوح قدیمی است. به طوری که در سطوح قدیمی مخروط افکنه‌ها برش سطح مخروط افکنه به دلیل کanal‌های تکامل یافته و U

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (جغر)
برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۶۷

- Motamed Rad, M., Poorhashemi, S., 2015. Effects of weathering and lithology on the quality of aggregates in the alluvial fans of Northeast Rivand, Sabzevar, Iran. *Geomorphology* 241: 19-30.
10. Baker, A. K. M., Fitzpatrick, R. W., Koehne, S. R., 2004. High resolution low altitude aerial photography for recording temporal changes in dynamic surficial environments. *Regolith*: 21-25.
11. Bor, N.L. 1970. *Flora Iranica*, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt. Graz: Austria. Vol. 70.
12. Browicz, K and Zohary, D. 1996. The genus *Amygdalus* L. (Rosaceae): Species relationships, distribution and evolution under domestication, *Genetic Resources and Crop Evolution* volume 43: 229-247.
13. Can Birdal, Anıl., Avdan, Uğur., Türk, Tarık. 2017. Estimating tree heights with images from an unmanned aerial vehicle. *Geomatics, natural hazards and risk*, VOL. 8, NO. 2, 1144- 1156.
14. Cassel, D.K., Nielsen, D.R., 1986. Field capacity and available water capacity. In: Klute, A. (Ed.), *Methods of Soil Analysis part 1. Soil Physical Properties*. Agron. Monogr. 9. ASA and SSSA, Madison, WI, pp. 901-924.
15. Carter, M. R., and Gregorich, E.G. 2008. Soil sampling and methods analysis, Canadian society of soil science, second edition.
16. Chianucci, F., Disperati, L., Guzzi, D., Bianchini, D., Nardino, V., Lastri, C., Rindinella, A., and Corona, P. 2016. Estimation of canopy attributes in beech forests using true colour digital images from a small fixed-wing UAV. *International J. Applied Earth Observation and Geoinformation.*, 47: 60-68.
17. Corenblit, D., Baas, A.C.W., Bornette, G., Darrozes, J., Delmotte, S., Francis, R.A., Gurnell, A.M., Julien, F., Naiman, R.J., Steiger, J., 2011. Feedbacks between geomorphology and biota controlling Earth surface processes and landforms: A review of foundation concepts and current understandings, *Earth-Science Reviews* 106: 307–331.
18. D'Odorico, P., Caylor, K., Okin, G.S and Scanlon, T.M. 2007. On soil moisture - vegetation feedbacks and their possible effects on the dynamics of dryland ecosystems, *Journal of Geophysical Research*, 112 p.

۷- منابع و مأخذ

۱. بهرامی، بیرامعلی، فیله‌کش، قهرمان؛ شهرام، فرشته، اسماعیل، کاوه؛ ۱۳۹۷، بررسی تأثیر ژئومورفولوژی در نوع و تراکم پوشش گیاهی مخروط افکنه‌های فشتق- سبزوار، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۵۲، صص ۱۹۳-۲۱۰.
۲. چناری، عرفانی فرد، دهقانی، پورقاسمی؛ افروز، سید یوسف، مریم، حمیدرضا؛ ۱۳۹۶، برآورد مساحت تاج تک درختان بنه با استفاده از DSM تصاویر هوایی پهپاد در جنگل تحقیقاتی بنه استان فارس، نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، صص ۱۱۷-۱۳۰.
۳. رویان، سپهری، سلمان‌ماهینی؛ ملوک، عادل، عبدالرسول؛ ۱۳۹۵، برآورد فراوانی و تراکم گیاهی مراعت با استفاده از عکس‌های هوایی ارتفاع پایین، مجله بوم‌شناسی کاربردی، شماره ۱۷، صص ۹-۱.
۴. فکری، عارف، ۱۳۹۶، مقایسه ترکیب و تنوع گونه‌ای در مراعت داخل و خارج قرق تحقیقاتی ارشق در استان اردبیل، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، ۷۶ صفحه.
۵. مصدقی، منصور، ۱۳۸۰، توصیف و تحلیل پوشش گیاهی، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۸۷ صفحه.
۶. میر داودی، زاهدی، شکوبی، ترکان؛ حمیدرضا، حجت الله، مسعود، جواد؛ ۱۳۸۵، شناخت عوامل اکولوژیکی مؤثر بر پوشش گیاهی مراعت با استفاده از تجزیه تحلیل‌های چند متغیره (مطالعه موردی: جنوب استان مرکزی)، *فصلنامه علمی - پژوهشی*، جلد ۱۲، شماره ۳، صص ۲۱۱-۲۰۱.
۷. نصرتی، کاظم، ۱۳۹۲، روش‌های کاربردی در پژوهش علمی، چاپ اول، انتشارات جهاد دانشگاهی واحد شهید بهشتی، ۲۰۴ صفحه.
8. Bahrami, S, Ghahraman, K., 2019. Geomorphological controls on soil fertility of semi-arid alluvial fans: A case study of the Joghataj Mountains, Northeast Iran. *Catena* 176, 145-158.
9. Bahrami, S., Fatemi Aghda, S.M., Bahrami, K.,

- sampling and methods of analysis. 2nd ed. CRC Press, Boca Raton, FL: 713- 725.
30. 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.
31. Larsen, A., Nardin, W., Bätz, N., Falcini, F., Larissa, N., Nienhuis, J., 2016. Biogeomorphology: conceptualising and quantifying processes, rates and feedbacks. EGU general assembly Vienna, Austria, 7–12 April 2019.
32. 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: 199-224.
33. Moghaddam, M. R., 2005. Quantitative Plant Ecology. University of Tehran, 701 p.
34. Mohseni, N., Hosseinzadeh, S. R., Sepehr, A., Golzarian, M. R., Shabani, F., 2017. Variations in spatial patterns of soil-vegetation properties and the emergence of multiple resilience thresholds within different debris flow fan positions, *Geomorphology* 290: 365-375.
35. Murray, B and Fonstad, MA. 2007. Preface: Complexity (and simplicity) in landscapes. *Geomorphology* 91: 173–177.
36. Navarro, José Antonio., Algeet, Nur., Fernández-Landa, Alfredo., Esteban, Jessica., Rodríguez-Noriega, Pablo., Luz Guillén-Climent, María. 2019. Integration of UAV, Sentinel-1, and Sentinel-2 Data for Mangrove Plantation Aboveground Biomass Monitoring in Senegal, *Remote Sens.* 11, 77; 1- 23.
37. Nelson, R.E., 1982. Carbonate and gypsum. In: Page, A.L., Miller, R.H., Keeney, D.R. (Eds.), *Methods of Soil Analysis: Chemical and Microbiological Properties*. American Society of Agronomy Inc., Wisconsin, pp. 181–197.
38. Nosrati, K., 2013. Assessing soil quality indicator underdifferent land use and soil erosion usingmultivariate statistical techniques. *Environmental Monitoring andAssessment* 185:2895- 2907.
39. Osterkamp, WR, Hupp, CR and Stoffel, M. 2012.
19. El-Hadidi, M. N. 1972. *Flora Iranica*, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt. Graz: Austria. Vol. 98.
20. El-Keblawy, Ali., A. Abdelfattah, Mahmoud and Khedr, Abdel-Hamid A., 2015. Relationships between landforms, soil characteristics and dominant xerophytes in the hyper-arid northern United Arab Emirates, *Journal of Arid Environments*, 117, pp. 28-36.
21. 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 (258 pp.).
22. Greene, R.S. B., Valentin, C and Esteves, M. 2001. Runoff and erosion processes, in banded vegetation patterning in arid and semiarid environment, edited by D. J. Tongway, C. Valentin, and J. Seghieri, Springer, New York, p. 52–77.
23. Grierson, A.J. C and Rechinger, K.H. 1982. *Flora Iranica*, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt. Graz: Austria. Vol. 154.
24. Guerra-Hernández, Juan., González-Ferreiro, Eduardo., Sarmento, Alexandre., Silva, João., Nunes, Alexandra., C. Correia, Alexandra., Fontes, Luis., Tomé, Margarida., Díaz-Varela, Ramón. 2016. Using high resolution UAV imagery to estimate tree variables in *Pinus pinea* plantation in Portugal. *Forest Systems*, 25(2), eSC09, 5 pages.
25. Hedge, I. C. 1982. *Flora Iranica*, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt. Graz: Austria. Vol. 150/T.
26. Johnson, R.A and Wichern, D.W., 1992. *Applied multivariate statistical analysis*Prentice-Hall: Englewood Cliffs, Pearson Education, six edition, 184- 188.
27. Khokthong, Watit., Clara Zemp, Delphine., Irawan., Bambang., Sundawati, Leti., Kreft, Holger., Hölscher, Dirk. 2019. Drone-Based Assessment of Canopy Cover for Analyzing Tree Mortality in an Oil Palm Agroforest, *Frontiers in Forests and Global Change*, Volume 2 | Article 12, 1- 10.
28. 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 MicrobiologicalProperties* (second edition). Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy: 225-246.
29. Kroetsch, D., 2008. Particle size distribution: Soil

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (جغرافیا)

برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۶۹

52. Ye Seul, Lim., Phu Hien, La., Jong Soo, Park., Mi Hee, Lee., Mu Wook, Pyeon., Jee-In, Kim. 2015. Calculation of Tree Height and Canopy Crown from Drone Images Using Segmentation. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol. 33, No. 6, 605-613.

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.

40. Panagiotidis, Dimitrios., Abdollahnejad, Azadeh., Surový, Peter., Chiteculo, Vasco. 2016. Determining tree height and crown diameter from high-resolution UAV imagery. *INTERNATIONAL JOURNAL OF REMOTE SENSING*, Volume 38, Issue 8-10 , 1- 19.

41. Podlech, D. 1999. *Flora Iranica*, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt. Graz: Austria. Vol. 174.

42. Rechinger, K. H. 1963. *Flora Iranica*, Akademische Druck-U. Verlagsanstalt. Graz: Austria. Vol. 1.

43. Rechinger, K. H. 1988. *Flora Iranica*, Akademische Druck-U. Verlagsanstalt. Graz: Austria. Vol. 163.

44. Schönbeck-Temesy, E. 1970. *Flora Iranica*, Akademische Druck-U. Verlagsanstalt. Graz: Austria. Vol. 69.

45. Schoenau, j.j., O'Halloran, I. P., 2008. Sodium Bicarbonate-Extractable Phosphorus: Carter, M.R., Gregorich E.G. (Eds.), *Soil Sampling and Methods of Analysis*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton: 115- 121.

46. Skjemstad, J.O and Baldock, J.A., 2008. Total and organic carbon. In: Carter, M.R., Gregorich, E.G. (Eds.), *Soil Sampling and Methods of Analysis*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, pp. 225-237.

47. 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: 475-490.

48. Townend, J., Reeve, M.J., 2001. Water release characteristic. In: Smith, K.A., Mullins, C.E. (Eds.), *Soil and Environmental Analysis: Physical Analysis*. CRC Press, New York, pp. 95-140.

49. Twidale, C. R. 2004. River patterns and their meaning. *Earth-Science Reviews*, Volume 67, Issues 3- 4, Pages 159-218.

50. Walkley, A., Black, I.A., 1934. An Examination of the Degtjareff Method for Determining Soil Organic Matter, and A Proposed Modification of the Chromic Acid Titration Method: *Soil Science*, vol. 37: 28-34.

51. Wendelbo, P. 1965. *Flora Iranica*, Akademische Druck-U. Verlagsanstalt. Graz: Austria. Vol. 10.

