

بر آورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر هوایی پهباد و ارتباط آنها با ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در مخروط افکنه‌های جنوب غرب میامی

سپیده ایمنی^۱
شهرام بهرامی^۲

حسن صدوق^۳
احمد رضا محرابیان^۴

کاظم نصرتی^۵

تاریخ دریافت مقاله: ۹۸/۰۹/۰۳

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۹/۰۴/۰۵

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 پهباد یا هواپیمای بدون سرنشین شده که از توان تفکیک مکانی بسیار زیاد برای مطالعه دقیق ویژگی‌های پوشش گیاهی برخوردار است. مطالعه حاضر به منظور اندازه‌گیری تراکم و درصد تاج پوشش گیاهان در مخروط افکنه‌های جنوب غرب میامی با استفاده از تصاویر تهیه شده از پهباد و بررسی تأثیر فرم‌ها و فرآیندهای ژئومورفولوژی سطح مخروط افکنه بر ویژگی‌های پوشش گیاهی انجام شد. به منظور تعیین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در کانال‌ها و میاناب‌های سطح مخروط افکنه‌ها، با استفاده از پهباد 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 پشته‌ها بیشتر از کانال‌ها می‌باشد؛ زیرا در پشته‌ها مقدار سیلت و رس بیشتر است و گونه‌های گیاهی درختچه‌ای و نیمه بوته‌ای که برای رشد نیاز به بافت ریزتری دارند در این لندفرم‌ها مستقر هستند. در سطوح غیرفعال مخروط افکنه‌ها، عناصر حاصلخیزی خاک در میاناب‌ها بیشتر از کانال‌هاست در نتیجه تراکم پوشش گیاهی در این لندفرم‌ها 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 پهباد، 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; Corenblüt et al., 2011). بنابراین ارتباط بین ژئومورفولوژی 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 شاهرود از جمله مناطقی است که دارای اقلیم خشک و نیمه خشک و پوشش گیاهی اندک است که عوامل ژئومورفولوژی، آب و هوا، توپوگرافی خاک و عوامل زیستی در آن مؤثر می باشند. طیف گسترده ای از مخروط افکنه ها که در مناطق خشک یافت می شوند و این منطقه به علت دارا بودن مخروط افکنه های متعدد و تیپیک، منطقه مناسبی برای بررسی روابط ژئومورفولوژی و پوشش گیاهی است.

روش های مختلفی برای بررسی تراکم پوشش گیاهی وجود دارد. به طور معمول، متغیرهای گیاهی از طریق پیمایش زمینی برآورد می شوند اما دسترسی دشوار است و نیازمند صرف زمان و هزینه زیاد می باشد (Chianucci et al., 2016: 62; رویان و همکاران، ۱۳۹۵: ۲). امروزه سنجش از دور و عکس های هوایی، ابزارهایی برای شناسایی، مطالعه و برآورد متغیرهای پوشش گیاهی مانند فراوانی و تراکم گونه های گیاهی در جنگل ها و مراتع هستند. تصاویر دورسنجی معمول در ارزیابی پارامترهای پوشش گیاهی، اطلاعات کلی ارائه می دهند و برای کسب اطلاعات جزئی تر درباره متغیرهای گیاهی، نیاز به تصاویر با مقیاس بزرگتر است (چناری و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱۷). پژوهش های پیشین (چناری و همکاران، ۱۳۹۶: ۱۱۸; Chianucci et al., 2016: 62) تأیید کردند که داده های حاصل از سنجش از دور با فراهم آوردن دید تقریباً عمودی، ابزاری مناسب برای اندازه گیری مساحت تاج به حساب می آیند (Baker et al., 2004: 23).

مطالعات زیادی توسط محققین در زمینه تعیین عوامل مؤثر در تراکم پوشش گیاهی با استفاده از پهباد و ارتباط میان لندفرم ها و فرایندهای ژئومورفولوژیک و جوامع گیاهی انجام شده است که از مهمترین آنها می توان به موارد ذیل اشاره نمود.

فرایندهای طبیعی نظیر هوازدگی، فرسایش و رسوب گذاری و نیز فرایندهای تکتونیکی همواره از دیدگاه ژئومورفولوژیست ها به عنوان اصلی ترین عامل شکل گیری لندفرم های موجود در اکوسیستم قلمداد شده است. به علاوه بخش وسیعی از سطح زمین متأثر از حضور و حیات ارگانیسم ها می باشد؛ لذا این گونه های زیستی نقش زیادی در تغییرات محیطی و در نتیجه شکل گیری لندفرم ها دارند. بنابراین ژئومورفولوژی یکی از فاکتورهای مهم تأثیرگذار در تغییرات پوشش گیاهی است و لندفرم های ژئومورفولوژیک می توانند 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، ژئومورفولوژیکی و زیستی است. با مطالعه عوامل فوق علل پراکنش، تراکم و تغییرات پوشش گیاهی و توان رویشگاه ها مشخص می شود.

مخروط افکنه های واقع در مناطق خشک در پاسخ به تغییرات محیطی، به سرعت ترکیب جوامع گیاهی آنها دچار تحول می شود. فرایندها با تغییر الگوهای متداول خاک در مقیاس های کوچک می توانند زمینه ظهور دینامیک های بزرگ مقیاسی را در ساختار چشم انداز فراهم آورند. یکی از ویژگی های شاخص اکوسیستم های خشک و نیمه خشک، توزیع ناهمگن پوشش گیاهی بصورت لکه های گیاهی می باشد. این ویژگی عمدتاً در ارتباط با الگوهای ناهمگن رطوبت خاک مرتبط با توزیع پوشش گیاهی می باشد (D'Odorico et al., 2007). با توجه به اینکه رطوبت خاک مرتبط با توزیع پوشش گیاهی می باشد، خاک هایی با پوشش گیاهی متراکم در مقایسه با خاک هایی با تراکم گیاهی کم تر 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 پژوهش ها نشان می دهند که تغییر چشم اندازها را می توان براساس تغییرات پوشش گیاهی ردیابی کرد (Murray and Fonstad, 2007). حتی اگر این پوشش

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (SID)
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 واریزه‌ای 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، شیب، محیط‌های آبرفتی، ساحلی و بادی می‌شود همچنین آن‌ها دریافتند که فرایندهای ژئومورفولوژیکی تأثیرات زیادی روی گیاهان و فعالیت حیوانات دارند. کوک تنگ و همکاران^۹ (۲۰۱۹) به ارزیابی پرنده 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 ۶- تا ۱۲ ساله کاشته شده پرداختند.

نتایج نشان دهنده قدرت بالای پهباد در تخمین درصد تاج پوشش این درختان است. ناوارو و همکاران^{۱۱} (۲۰۱۹) به ادغام داده‌های حاصل از پهباد پهباد، تصاویر سنتینل ۱ و سنتینل ۲ برای مطالعه زیستگاه مانگرو در سنگال پرداختند. نتایج نشان داد که بهترین شیوه ادغام کردن، ترکیب تصاویر سنتینل 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 به دلیل بافت درشت‌تر مناسب برای گونه‌های درختچه‌ای

یسول 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 پاینس 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. پاناگوتیدس و همکاران^۴ (۲۰۱۶) به تعیین ارتفاع درختان و قطر تاج پوشش درختان در جمهوری چک از طریق تصاویر پهباد پرداختند. نتایج نشان داد که بین روش میدانی و روش سنجنش 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 اندازه‌گیری ارتفاع درخت روی زمین و استفاده از عکس هوایی پرداختند. نتایج نشان دهنده همبستگی ۹۴% و خطای میانگین مربعات ۲۸ سانتی‌متر

7- Mohseni et, al

8- Larsen et, al

9- Khokthong et, al

10- Mortality

11- Navarro et, al

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

۲-۲- داده‌ها و روش پژوهش

همواره مخروط افکنه‌ها از لندفرم‌های شاخص ژئومورفولوژیکی هستند که دارای سطوح جدید، قدیمی و حتی فسیل می‌باشند. تفکیک مخروط افکنه‌های قدیمی و جدید براساس شاخص‌هایی مانند میزان هوازدگی، مورفولوژی، 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 گوگل‌ارث 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).

به‌منظور تعیین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در کانال‌ها، 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 کانال‌ها، پشته‌ها (بارهای رسوبی) و میاناب‌ها با استفاده از تصاویر بزرگ مقیاس (۱:۵۰۰) تهیه شده توسط پهباد صورت گرفت.

در مرحله بعد به منظور تعیین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در کانال‌ها، 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 کانال‌ها

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 گالی‌هاست.

۲- مواد و روش

۱- محدوده مورد مطالعه

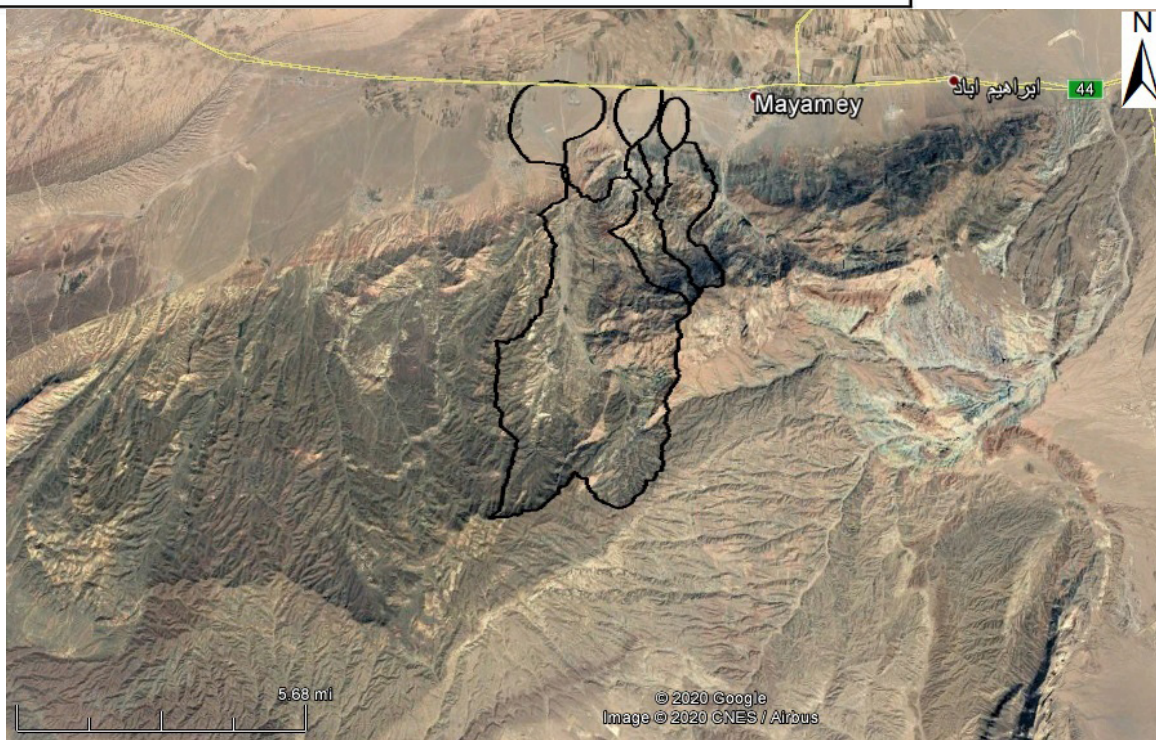
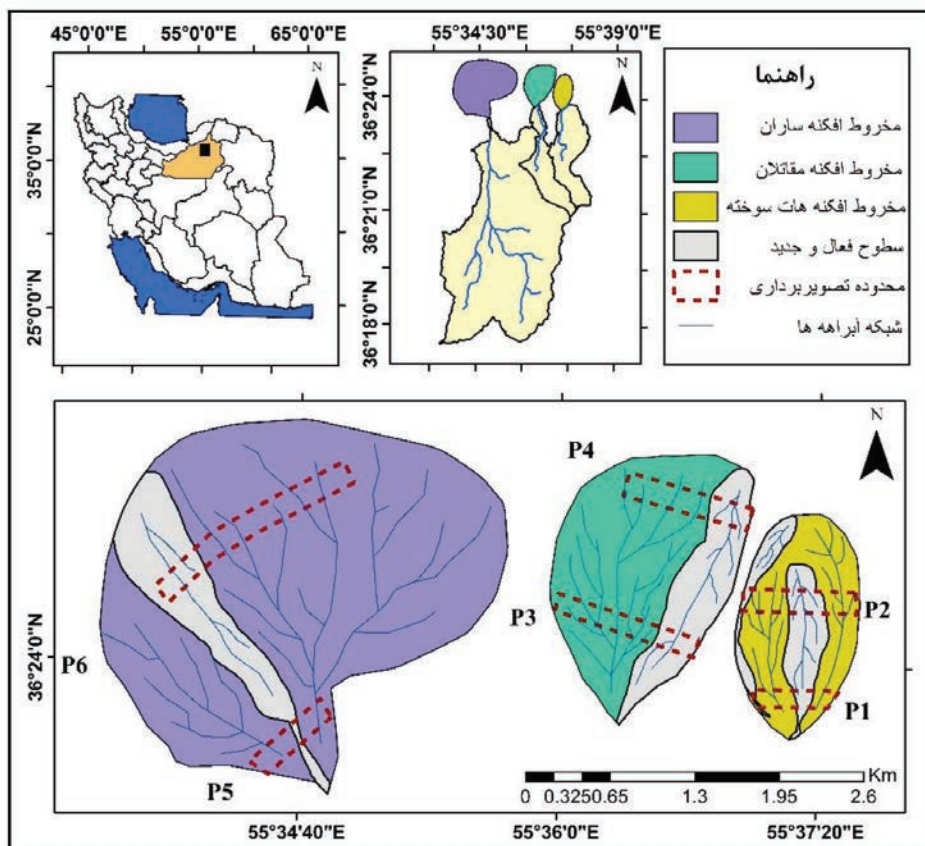
به طور کل منطقه مورد مطالعه در شمال شرق استان سمنان، در شمال شهرستان شاهرود واقع شده است. منطقه مورد مطالعه شامل سه حوضه آبخیز به همراه مخروط افکنه‌های پایین‌دست هر حوضه می‌باشد. مخروط افکنه ساران با ۶/۲ کیلومتر مربع مساحت، در پایین‌دست حوضه آبخیز ساران قرار دارد. همچنین مخروط افکنه مقاتلان با ۲/۲۱ کیلومتر مربع مساحت، در پایین‌دست حوضه آبخیز مقاتلان قرار دارد. به علاوه مخروط افکنه هات سوخته با ۱/۲۴ 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 حداکثر 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 گرانیات خاکستری تیره می‌باشد.

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

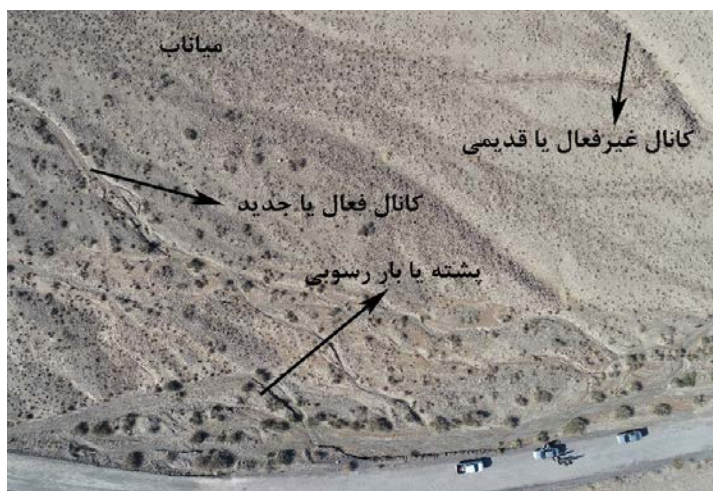
فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سیر)
 برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۵۳



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	پهباد مدل Dji Phantom 4 Pro	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	نگهداشت باتری داخلی رادیو کنترل	۱۰ ساعت
مقاومت در برابر باد	حداکثر 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	DJI مدل FC6210	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 (SID)
برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۵۵

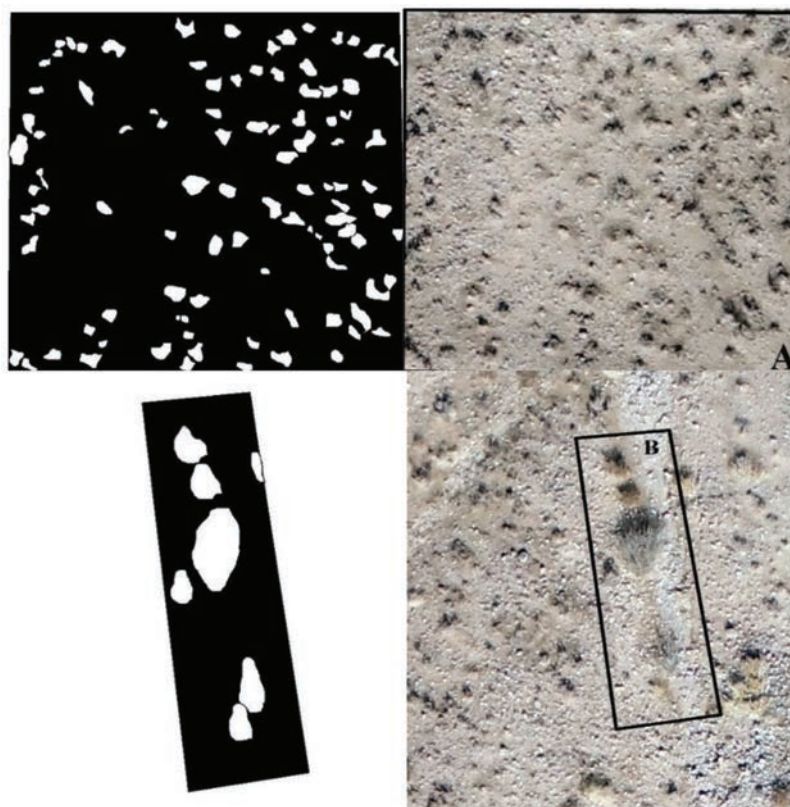
در سطح مخروط افکنه‌های مورد مطالعه، تعداد ۴۸ نمونه خاک از عمق ۰-۲۰ سانتیمتری از سه مخروط افکنه که هر کدام شامل بخش‌های فعال، غیرفعال، پشته، کانال و میاناب است، برداشت شد و مقدار PH، EC، مقدار فسفر (P)، پتاسیم (K) و سدیم (Na) قابل جذب، کربنات کلسیم (Caco3)، رطوبت اشباع خاک (Sp)، ظرفیت نگهداری آب در خاک (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 پایین‌دست مخروط افکنه هات سوخته، نمونه‌های ۱۷ تا ۲۴ مربوط به بالادست مخروط افکنه مقتاتلان (مخروط شماره ۲)، نمونه‌های ۲۵ تا ۳۲ مربوط به پایین‌دست مخروط افکنه مقتاتلان، نمونه‌های ۳۳ تا ۳۴ مربوط به بالادست مخروط افکنه ساران (مخروط شماره ۳) و نمونه‌های ۴۱ تا ۴۸ مربوط به پایین‌دست مخروط افکنه ساران می‌باشد.

و پشته‌ها 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 ۱۰*۱۰ متر در میاناب‌ها و B: نمونه پلات مستطیلی شکل ۱۰*۳ متر در کانال‌ها و پشته‌ها)

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

به منظور نگهداشت آب در خاک (WHC) مقدار ۵۰ گرم خاک را روی یک کاغذ صافی بر روی یک بشیر ریخته 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 نگهداشت خاک محاسبه گردید (Nosrati, 2013: 2898):

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

همچنین برای اندازه‌گیری رطوبت اشباع (Sp) مقداری خاک را در یک بشیر ریخته و به آن قدری آب اضافه می‌شود تا اشباع گردد (سطح گل براق شود و با ایجاد شکاف در خاک مجدداً 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):

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

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 (فکری، ۱۳۹۶: 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, 1834: 29). آنالیز میزان کربنات کلسیم نمونه‌ها به روش کلسیمتری ارزیابی شد. برای آنالیز مقدار کربنات کلسیم، مقدار ۰/۴ گرم کربنات کلسیم را داخل ارلن دستگاه که با یک شیلنگ به مخزن آب مدرج دستگاه متصل است ریخته و سپس ۵ میلی‌لیتر اسیدکلریدریک ۱ نرمال در فیوول ریخته و درب ارلن 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):

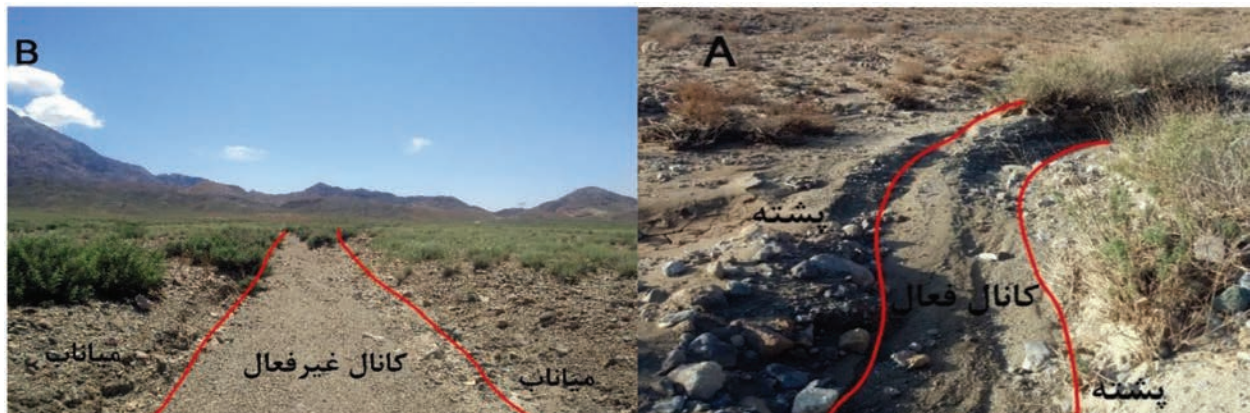
$$\% \text{CaCo}_3 = \frac{0.15 \times V_1 \times 100}{V_2 \times W} \quad (1)$$

V1 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 برحسب گرم می‌باشد.

در این پژوهش فسفر (P) با استفاده از روش رنگ‌سنجی اسپکتروفتومتر 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 اسپکتروفتومتر میزان فسفر قرائت می‌شود (Schoenau and O'Halloran, 2008: 117; Carter and Gregorich, 2008: 92).

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

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (SID)
برآورد تراکم و تاج پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ... / ۵۷



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

شد. سپس با توجه به فراوانی گونه‌ها و جنس‌های هر تیره تنوع پوشش گیاهی در مخروط افکنه‌های مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت.

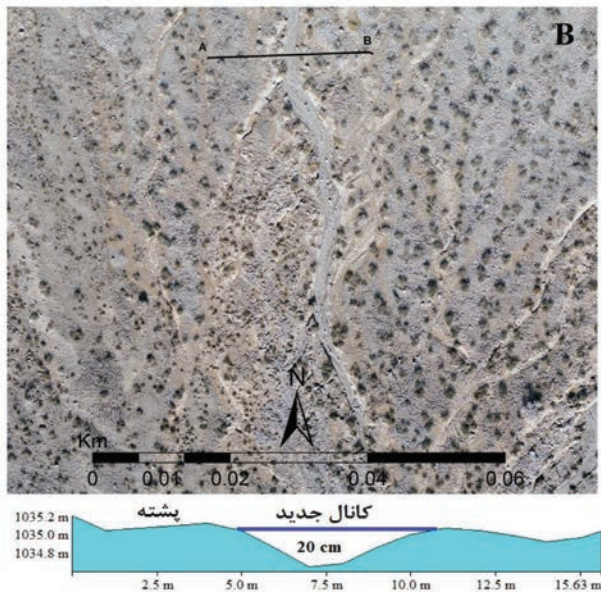
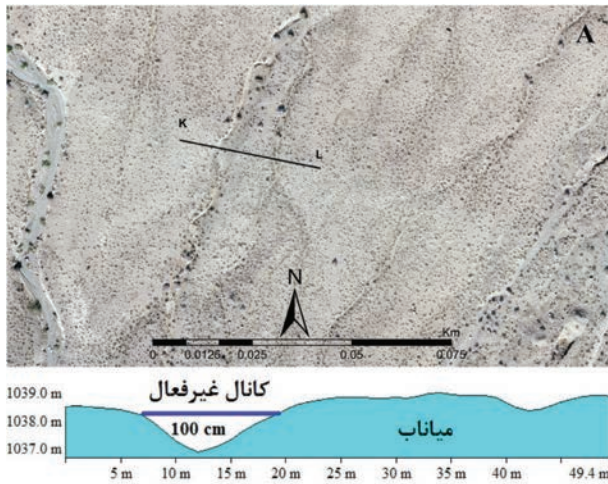
۲-۵- تعیین عوامل محیطی مؤثر در تراکم پوشش گیاهی
تجزیه مؤلفه‌های اصلی می‌تواند به عنوان روشی در کاهش داده‌ها مورد استفاده قرار گیرد تا مجموعه داده‌هایی که شامل تعداد زیادی متغیر است به تعداد مناسب و معقول کاهش یابد (نصرتی، ۱۳۹۲: ۶۳). همچنین تجزیه مؤلفه‌های اصلی یک شیوه چند متغیره است که برای توصیف روابط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

با توجه به اینکه در این تحقیق از تکنیک آماری چند متغیره تجزیه مؤلفه‌های اصلی با استفاده از نرم‌افزار SPSS استفاده گردید، لذا پیش از انجام هر یک از آن‌ها ابتدا فرض‌های مرتبط با نوع آزمون برای تمام داده‌های

۲-۴- نمونه برداری از پوشش گیاهی و شناسایی گونه‌های گیاهی

عملیات صحرائی در اوایل خرداد ماه سال ۱۳۹۸ با هدف آشنایی به منطقه، جمع‌آوری و شناسایی گیاهان انجام شد. گونه‌های گیاهی موجود در منطقه پس از شناسایی، جمع‌آوری، خشک و پرس شدند (مصداتی، ۱۳۸۰: ۱۱۳). نمونه‌برداری در تیپ‌های 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 کانال‌های سطوح فعال، کانال‌های سطوح غیرفعال، میاناب‌ها و پشته‌های (نگاره ۵) بالادست و پایین دست هر سه مخروط افکنه مستقر گردید. از این رو ۴۳ پلات نمونه‌برداری از پوشش گیاهی در امتداد ترانسکت ۲۰۰ متری انداخته شد و با استفاده از دستگاه GPS حدود و موقعیت پلات‌ها تخمین زده شد و بر روی نقشه در محیط GIS مشخص گردید. ترانسکت‌ها به گونه‌ای منطقه معرف را پوشش دادند که نماینده کل محدوده مورد مطالعه بوده و تغییرات محیطی و تیپ‌های 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 تهیه فهرست گونه‌های گیاهی شده، درصد و تراکم تاج پوشش هر گونه در پلات ثبت



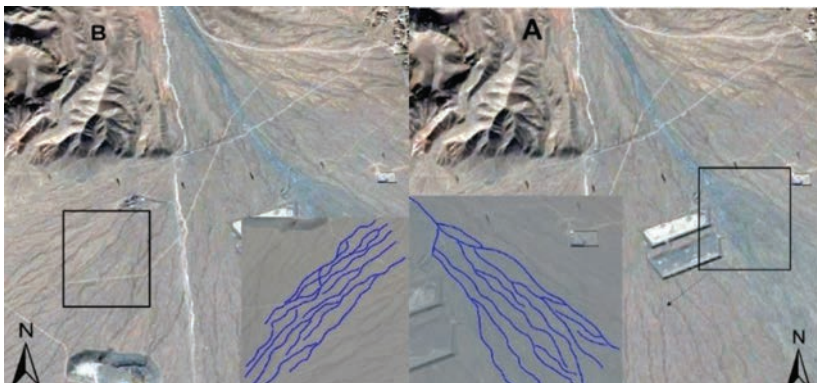
نگاره ۶: نمونه‌ای از نیم رخ توپوگرافی مخروط افکنه‌های مورد مطالعه (A: سطح غیرفعال و B: سطح فعال) همچنین

مورد استفاده انجام شد. به منظور بررسی تناسب و کیفیت داده‌ها برای PCA از آماره‌های KMO و بارتلت استفاده شد. KMO معیاری از کفایت 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 (میردودی، ۱۳۸۵: ۲۰۳).

۳- یافته‌های پژوهش

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

جهت بررسی شاخص تضاریس در بخش‌های فعال و غیرفعال مخروط افکنه‌ها، نیمرخ توپوگرافی ترسیم شد. به منظور ترسیم نیمرخ مخروط افکنه‌ها، از مدل رقومی ارتفاعی تهیه شده توسط پهباد 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 فعال مخروط افکنه‌ها، هموارتر و عمق برش کمتر می‌باشد.



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

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (SID)
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 مترمربع)	مساحت تاج پوشش گیاهی به درصد
	۱	پشته‌های بستر فعال بالادست مخروط هات سوخته	۱۳	۶۷/۵۶
	۲	کانال بستر غیرفعال بالادست مخروط هات سوخته	۳۰	۶۰/۰۶
	۳	کانال بستر فعال بالادست مخروط هات سوخته	۱۰	۲۱/۸۶
	۴	میاناب بستر غیرفعال بالادست مخروط هات سوخته	۷۳	۱۰/۸۴
	۵	پشته‌های بستر فعال پایین دست مخروط هات سوخته	۱۷	۶۷/۲۶
	۶	کانال بستر غیرفعال پایین دست مخروط هات سوخته	۴۳	۶۸/۸
	۷	کانال بستر فعال پایین دست مخروط هات سوخته	۳	۱۴/۲۳
	۸	میاناب بستر غیرفعال پایین دست مخروط هات سوخته	۱۲۸	۱۷/۳
	۹	پشته‌های بستر فعال بالادست مخروط مقاتلان	۲۰	۷۰/۲۶
	۱۰	کانال بستر غیرفعال بالادست مخروط مقاتلان	۲۳	۵۲/۰۳
	۱۱	کانال بستر فعال بالا دست مخروط مقاتلان	۳	۶/۷۶
	۱۲	میاناب بستر غیرفعال بالادست مخروط مقاتلان	۱۴۷	۲۱/۶۹
	۱۳	پشته‌های بستر فعال پایین دست مخروط مقاتلان	۱۳	۲۸/۴۳
	۱۴	کانال بستر غیرفعال پایین دست مخروط مقاتلان	۱۳	۱۹/۷
	۱۵	کانال بستر فعال پایین دست مخروط مقاتلان	۳	۳/۸۳
	۱۶	میاناب بستر غیرفعال پایین دست مخروط مقاتلان	۱۸	۷/۴۳
	۱۷	پشته‌های بستر فعال بالادست مخروط ساران	۱۰	۳۵/۲۶
	۱۸	کانال بستر غیرفعال بالادست مخروط ساران	۱۷	۳۷/۵۳
	۱۹	کانال بستر فعال بالا دست مخروط ساران	۳	۱۲/۴
	۲۰	میاناب بستر غیرفعال بالادست مخروط ساران	۶۲	۱۳/۴۵
	۲۱	پشته‌های بستر فعال پایین دست مخروط ساران	۲۰	۵۷/۷
	۲۲	کانال بستر غیرفعال پایین دست مخروط ساران	۱۰	۲۹/۳۳
	۲۳	کانال 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 فعال مخروط افکنه‌ها، در محل خروج کوهستان به علت کاهش شیب، پخش شده و الگوی زهکشی توزیعی یا واگرا را تشکیل می‌دهند (Twidale, 2004: 178). اما در سطوح قدیمی یا غیرفعال مخروط افکنه‌ها، به علت اینکه ممکن است صدها یا هزاران سال از سیلاب در امان باشند، فرسایش قهقرايي باعث توسعه کانال‌های اولیه به سمت بالادست می‌شود و کانال‌هایی به صورت همگرا (به سمت پایین) یا شبکه درختی ایجاد می‌شوند (نگاره ۷).

۳-۲- محاسبه تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی
بر اساس مقایسه میانگین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی هر سه مخروط افکنه؛ درصد تاج پوشش گیاهی در

یکی از مهمترین شاخص‌های تفکیک مخروط‌های قدیمی و جدید، الگوی زهکشی است. شبکه‌های زهکشی در سطوح فعال مخروط افکنه‌ها، در محل خروج کوهستان به علت کاهش شیب، پخش شده و الگوی زهکشی توزیعی یا واگرا را تشکیل می‌دهند (Twidale, 2004: 178). اما در سطوح قدیمی یا غیرفعال مخروط افکنه‌ها، به علت اینکه ممکن است صدها یا هزاران سال از سیلاب 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 پشته‌ها مقدار سیلت و رس بیشتر است؛ در حالی که مقدار ماسه و درصد سنگریزه در کانال‌ها بیشتر می‌باشد. مقدار مواد آلی و کربنات کلسیم در کانال‌ها بیشتر می‌باشد.

مقدار EC و PH در پشته‌ها کمتر از کانال‌ها است. نگهداشت خاک و رطوبت اشباع خاک در کانال‌ها نسبت به پشته‌ها بیشتر است. مقدار پتاسیم قابل جذب در خاک و فسفر در پشته‌ها 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 کانال‌هاست.

در سطوح غیرفعال یا قدیمی مخروط‌افکنه‌ها مقدار رس و سیلت در میاناب‌ها بیشتر از کانال‌ها است؛ در حالی که مقدار شن و درصد سنگریزه در کانال‌ها بیشتر می‌باشد. پایین بودن عناصر حاصلخیزی خاک در کانال‌ها به دلیل شیب و عمق زیاد کانال‌ها 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.

مخروط‌افکنه‌ها سوخته بیشتر از (۴۱/۲۳) مخروط‌افکنه مقاتلان (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 پایین‌دست 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 پایین‌دست 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 لندفرم‌های سطح مخروط‌افکنه‌ها نشان داد که در بالادست هر سه مخروط‌افکنه؛ در سطوح غیرفعال یا قدیمی، تراکم پوشش گیاهی در میاناب‌ها (۹۴) بیشتر از کانال‌ها (۲۳) است اما درصد تاج پوشش گیاهی در کانال‌ها (۴۹/۸۷) بیشتر از میاناب‌ها (۱۵/۳۲) می‌باشد.

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

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

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

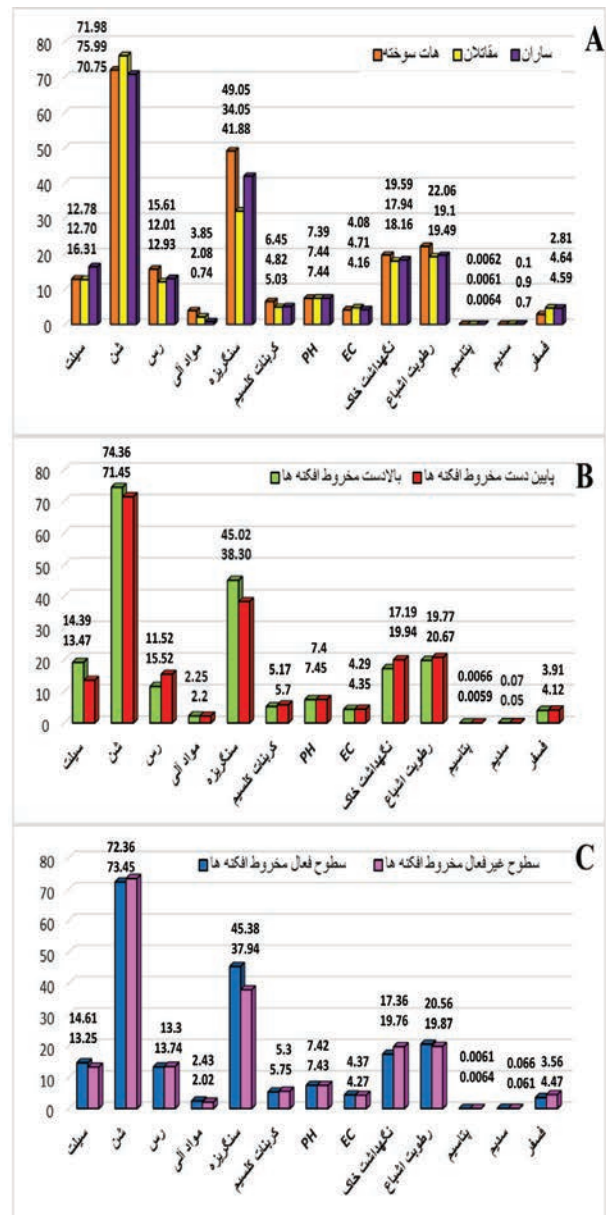
جدول ۳: مشخصات و ماتریس دورانی واریماکس و مقادیر ویژه پارامترهای منتخب مخروط افکنه‌های مورد مطالعه

مؤلفه ۲	مؤلفه ۱	مخروط افکنه ساران	مخروط افکنه مقنلان	مخروط افکنه هات سوخته	پارامترهای استاندارد شده
۰/۵۷۸	۰/۸۱۶	۲۴	۳۰	۴۰	تراکم پوشش گیاهی
۰/۸۲۶	۰/۵۶۴	۱۴/۶۸	۱۶/۲۹	۱۶/۹۶	میانگین دمای سالانه (درجه سانتیگراد)
-۰/۹۷۵	-۰/۲۲۱	۱۵۰/۵۶	۱۲۲/۱۶	۱۲۴/۸۸	میانگین بارش سالانه (میلیمتر)
-۰/۲۵۵	۰/۹۶۷	۷/۲۲	۶/۷۱	۷/۸۳	درصد شیب
-۰/۸۸۰	-۰/۴۷۵	۲/۶	۲/۲۱	۱/۲۴	مساحت (کیلومتر مربع)
۰/۹۲۶	-۰/۳۷۹	۱۱۶۷/۰۷	۱۱۲۶/۴	۱۱۸۷/۷	ارتفاع (متر)
-۰/۸۶۰	-۰/۵۱۰	۱۴۷/۶۲	۹۵/۸۷	۸۰/۰۷	سطح آب زیرزمینی (متر)
-۰/۰۳۲	-۰/۹۹۹	۸۰/۸	۱۰۰	۰	درصد رسوبات ریزدانه
۰/۰۴۴	۰/۹۹۹	۱۸/۰۷	۰	۱۰۰	درصد رسوبات درشت دانه
۰/۳۹۹	۰/۹۱۷	۸۹/۸۳	۹۱/۸۲	۹۹/۵	درصد اراضی مرتعی
۰/۸۱۰	-۰/۵۸۷	۰	۲/۵۷	۰/۳۱	درصد اراضی زار و بوته زار
-۰/۶۴۴	-۰/۷۶۵	۱۰	۵/۴۲	۰/۱۹	درصد زراعت آبی
-۰/۳۶۷	-۰/۹۳۰	۹۹/۰۳	۹۰/۴۷	۴۹/۱۶	درصد خاک اریدی سول
۰/۴۵۷	۰/۸۹۰	۰/۷۵	۱۴/۷۶	۵۳/۳۳	درصد خاک اتی سول
-۰/۹۵۸	-۰/۲۸۶	۱۶/۳۱	۱۲/۷	۱۲/۷۸	درصد سیلت
-۰/۰۳۴	۰/۹۹۹	۱۲/۹۳	۱۲/۰۱	۱۵/۶۱	درصد رس
۰/۸۷۲	-۰/۴۹۰	۷۰/۷۵	۷۵/۹۹	۷۱/۹۸	درصد ماسه
-۰/۳۲۹	۰/۹۴۵	۴۱/۸۸	۳۴/۰۵	۴۹/۰۵	درصد آبگذری خاک
۰/۵۹۵	۰/۸۰۴	۰/۷۸	۲/۰۸	۳/۹۳	درصد مواد آلی
۰/۰۷۷	۰/۹۹۷	۵/۰۷	۴/۸۲	۶/۴۷	درصد کربنات کلسیم
۰/۹۰۱	-۰/۴۳۴	۳/۹۳	۴/۷۱	۴/۱۶	EC
-۰/۱۸۱	-۰/۹۸۳	۷/۴۴	۷/۴۴	۷/۳۹	PH
۰/۰۷۵	۰/۹۹۷	۱۹/۵۷	۱۹/۱	۲۲/۲۷	درصد رطوبت اشباع
-۰/۰۶۲	۰/۹۹۸	۱۸/۳۴	۱۷/۹۴	۱۹/۳۹	درصد نگهداشت خاک
-۰/۱۲۴	-۰/۹۹۲	۴/۴۶	۴/۶۴	۲/۸۳	فسفر (ppm)
۰/۲۴۵	-۰/۹۶۹	۰/۰۶۷	۰/۱	۰/۰۱۹	سدیم (میکروگرم بر لیتر)
-۰/۹۹۷	-۰/۰۷۴	۰/۰۰۶۶	۰/۰۰۶۱	۰/۰۰۶۲	پتاسیم (میکروگرم بر لیتر)
۹/۲۷	۱۷/۷۲	-	-	-	مقدار ویژه
۳۴/۳۶	۶۵/۶۴	-	-	-	واریانس کل (%)
۱۰۰	۶۵/۶۴	-	-	-	واریانس تجمعی (%)

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 شیب، درصد رسوبات درشت دانه، درصد اراضی مرتعی، درصد خاک انتی‌سول، درصد رس، درصد آبگذری خاک، درصد مواد آلی، درصد کربنات کلسیم، درصد رطوبت اشباع و درصد نگهداشت آب در خاک (بار وزنی به ترتیب ۰/۹۶، ۰/۹۹، ۰/۹۷، ۰/۸۹، ۰/۹۹، ۰/۹۴، ۰/۸۰، ۰/۹۹، ۰/۹۹، 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 ۰/۹۹، -۰/۹۳، -۰/۹۸، -۰/۹۹، -۰/۹۶) دارای بار منفی و قوی می‌باشد. به دلیل اینکه تعداد عوامل مربوط به ویژگی‌های خاک مخروط‌افکنه‌ها بیشتر است، این مؤلفه، مؤلفه حاصلخیزی خاک نامیده می‌شود.

مؤلفه دوم میزان معنی‌داری از واریانس کل یعنی ۳۴/۳۶ 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 مخروط‌افکنه‌ها 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: بالادست و پایین دست مخروط افکنه‌ها و C: سطوح فعال با سطوح غیرفعال مخروط افکنه‌های مورد مطالعه

براساس نتایج جدول ۳، درصد توجیه واریانس هر یک از مؤلفه‌ها به ترتیب عبارتند از ۶۵/۶۴ و ۳۴/۳۶ می‌باشند. بار مؤلفه‌ها را می‌توان به صورت قوی، متوسط و ضعیف به ترتیب براساس مقادیر عددی بیش از ۰/۷۵، ۰/۷۵ - ۰/۵ و ۰/۳ - ۰/۵ طبقه‌بندی نمود.

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



نگاره ۹: گونه‌های گیاهی سطح میاناب‌ها، کانال‌های غیرفعال، کانال‌های فعال و پشته‌های منطقه مورد مطالعه (A: درمنه دشتی، B: نوعی گون چندساله، C: چوبک، D: اسپند، E: بادام ارژن، 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 ارژن^۵ و پیچک شاخه خاری^۶ است. در بسترهای غیرفعال یا قدیمی، گونه گیاهی غالب بادام ارژن 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

ویژه مناطق استپی و بیابان‌های صخره‌ای بوده و به لحاظ سازگاری گسترده آن به شرایط محیطی سخت از غرب مدیترانه تا هیمالیا گسترش پیدا کرده است. این گیاه به خوبی در دامنه‌های خشک کوهستانی و اقلیم‌های سخت بیابان رشد می‌کند و با تنش‌های محیطی مانند دما (سرما یا گرما)، خشکی و شوری سازگار شده است (Bor, 1970). گونه چمن پیازک‌دار هم در مناطق خشک کوهستانی رشد می‌کند و با تنش‌های اسیدیته و شوری خاک سازگاری دارد. لذا این گونه‌ها سازگار با این لن‌دفرم هستند (Bor, 1970). گونه‌های دیگری همچون گیاه نوک لک لکی هرز و میخک شرقی نیز در کانال‌های بستر فعال رشد می‌کنند. گیاه نوک لک لکی می‌تواند در مناطق مختلف کشور در دامنه وسیعی از شرایط آب و هوایی رشد کند اما مناطق معتدل را ترجیح می‌دهد (Schönbeck-Temesy, 1970). گیاه میخک هم در خاک‌های شنی لومی که با مواد آلی اصلاح شده‌اند بسیار سازگار است و ترکیب خاک مناسب برای این گونه شامل ۱۰٪ رس، ۴۰٪ ماسه و ۵۰٪ سیلت است. خاک‌های اسیدی را دوست ندارد و PH خنثی و یا ۶-۷ برای آن مطلوب است. خاک میخک باید همیشه مرطوب باشد بنابراین کانال‌ها که دارای رطوبت هستند مکان‌هایی مناسب برای رشد این گونه می‌باشند (Rechinger, 1988).

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 کانال‌هاست. میاناب‌ها شیب کمتری دارند و نسبت به کانال‌ها دارای ثبات بیشتری هستند و امکان تشکیل خاک بیشتر است. رسوبات و سنگ‌ها در معرض آفتاب تحت تأثیر فرآیندهای هوازدگی و خاکزایی قرار می‌گیرند. بنابراین درصد رس و سیلت در میاناب‌ها بیشتر از کانال‌ها می‌باشد و خاک حاصلخیزتر است در نتیجه تراکم پوشش گیاهی در این لن‌دفرم‌ها بیشتر از سایر بخش‌ها می‌باشد. در این لن‌دفرم‌ها گونه‌های گیاهی علفی و بوته‌ای، که نیاز به خاک با بافت ریزتری دارند مستقر هستند. در

می‌باشد. همچنین در بسترهای فعال یا جدید مخروط افکنه‌ها پوشش گیاهی محدودتر و شامل چمن پیازک‌دار^۹ و جارو علفی هرز^{۱۰} می‌باشد و در پشته‌ها گونه گیاهی غالب برازمبل^{۱۱} به همراه گونه‌های گیاهی دیگری چون میخک شرقی^{۱۲}، نوک لک لکی هرز^{۱۳} و چمن پیازک‌دار است (نگاره ۹).

۴- بحث

در سطوح فعال یا جدید بالادست و پایین دست مخروط افکنه‌ها، تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در پشته‌ها بیشتر از کانال‌ها می‌باشد؛ زیرا در این لن‌دفرم‌ها مقدار سیلت و رس بیشتر است؛ در این لن‌دفرم‌ها 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 کانال‌ها بیشتر می‌باشد. مقدار مواد آلی و کربنات کلسیم در کانال‌ها بیشتر می‌باشد. مقدار EC و PH در پشته‌های کمتر از کانال‌ها است. نگهداشت خاک و رطوبت اشباع خاک در کانال‌ها نسبت به پشته‌ها بیشتر است. مقدار پتاسیم قابل جذب در خاک و فسفر در پشته‌ها بیشتر می‌باشد. اما تراکم و درصد تاج در کانال‌های فعال مخروط افکنه‌ها با وجود خاک حاصلخیز، رطوبت بالای خاک کمتر می‌باشد. این موضوع احتمالاً به دلیل ثبات کمتر کانال‌ها است، به طوری که در زمان رگبار و سیلاب‌های اتفاقی، کانال‌ها بیشتر در معرض جریان‌های ناپایدار قرار می‌گیرند و بنابراین تراکم و درصد تاج پوشش گیاهی در این لن‌دفرم‌ها کمتر است.

در هر لن‌دفرم گونه‌های گیاهی سازگار با شرایط ویژگی‌های لن‌دفرم مستقر است. در سطوح فعال گونه گیاهی غالب در پشته‌ها، برازمبل است. برازمبل یکی از گونه‌های خاص مناطق خشک و بیابانی است و آب دوست می‌باشد لذا در پشته‌ها به دلیل وجود رطوبت، این گونه‌ها غالب هستند (Hedge, 1982). اما در کانال‌های بسترهای فعال پوشش گیاهی محدودتر است و گونه‌های گیاهی چمن پیازک‌دار و بروموس به صورت محدود وجود دارند. جارو علفی هرز

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

آهکی - سنگلاخی 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 شن دوست است. پیچک دارای سیستم ریشه‌ای گسترده‌ای 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 کانال‌های بستر غیرفعال مخروط افکنه‌ها بادام ارژن 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 کانال‌ها 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 مراتع 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 به دست آمده از داده‌های زمینی مقایسه کردند و تغییر ارتفاع و مقیاس را به عنوان مبنا در 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 پهباد برآورد شد و تأثیر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مخروط افکنه‌ها در

کانال‌ها مقدار شن و درصد سنگریزه بیشتر از میاناب‌ها می‌باشد. مواد آلی، کربنات کلسیم و رطوبت در کانال‌ها بالا می‌باشد اما به دلیل شیب و عمق زیاد کانال‌ها و فرسایش آن‌ها، تراکم پوشش گیاهی کمتر است. از طرفی درصد تاج پوشش گیاهی در کانال‌های بستر غیرفعال بالاتر از میاناب‌ها است. زیرا کانال‌ها به دلیل قرار داشتن در سایه و نزدیکی بستر کانال‌ها 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 می‌باشد. به آبیاری کم و خشکی نیاز دارد. از گیاهان آفتاب دوست می‌باشد که برای رشد به نور زیاد خورشید نیاز 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 ارژن 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 لابلاهی 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). ارژن یا بادام کوهی در خاک‌های عمیق تا نیمه‌عمیق، سنگریزه‌دار و بر روی تشکیلات آهکی - سیلیسی در شیب‌های 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

شکل این امکان را فراهم کرده که بستر کانال‌ها 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 لندفرم‌های سطح آن‌ها نشان داد که در میاناب‌های بستر غیرفعال مخروط افکنه‌ها تعداد بوته‌ها فراوان‌تر از بخش‌های دیگر مخروط می‌باشد. اما در پشته‌های واقع در بسترهای فعال و در داخل کانال‌های بسترهای 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 بالادست 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.

۶- تشکر و قدردانی

مقاله حاضر، مستخرج از رساله دکتری ژئومورفولوژی (گرایش مخاطرات ژئومورفولوژیک) دانشگاه «شهید بهشتی» با عنوان: «بررسی تأثیر فرم‌ها و فرایندهای ژئومورفولوژی سطح مخروط افکنه‌ها بر ویژگی‌های پوشش گیاهی - مطالعه موردی: مخروط افکنه‌های جنوب غربی میامی» است که با پشتیبانی صندوق حمایت از پژوهشگران و فناوران کشور (بنیاد ملی علم ایران) (INSF) انجام شد. نویسندگان 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 اجرا و ارتقاء کیفی این پژوهش مساعدت لازم داشتند، اعلام نمایند.

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 بالادست مخروط افکنه‌های قدیمی و فسیل نسبت به پایین‌دست خاک حاصلخیزتر می‌باشد و کمترین میزان حاصلخیزی خاک در بالادست مخروط افکنه جوان می‌باشد.

El-Keblawy et, al در سال ۲۰۱۵ به بررسی رابطه بین خصوصیات خاک و لندفرم‌های سطح زمین با خشک‌زی‌های 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 کرده‌اند و نتایج نشان داد که گونه‌های گیاهی بیشترین همبستگی را با شوری 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

این تحقیق نشان داد که درصد تراکم و تنوع پوشش گیاهی در سطح مخروط افکنه‌های مورد مطالعه تا حدود زیادی متأثر از فرایندهای ژئومورفولوژیک است؛ فرآیند غالب در سطوح قدیمی مخروط افکنه‌ها هوازدگی و تشکیل خاک در میاناب‌ها است؛ در حالیکه فرآیند برش در بستر کانال‌های کم‌عمق 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 سیلاب‌های 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 کانال‌های تکامل یافته و U

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

- Motamedi 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 مآخذ

۱. بهرامی، بیرامعلی، فیله کش، قهرمان؛ شهرام، فرشته، اسماعیل، کاوه؛ ۱۳۹۷، بررسی تأثیر ژئومورفولوژی در نوع و تراکم پوشش گیاهی مخروط افکنه های فشتنق - 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 پژوهش های علوم و فناوری چوب و جنگل*، جلد بیست و چهارم، شماره چهارم، صص ۱۱۷ - ۱۳۰.
۳. رویان، سپهری، سلمان ماهینی؛ ملوک، عادل، عبدالرسول؛ ۱۳۹۵، برآورد فراوانی و تراکم گیاهی مراتع با استفاده از عکس های هوایی ارتفاع پایین، *مجله بوم شناسی کاربردی*، شماره ۱۷، صص ۱ - ۹.
۴. فکری، عارف، ۱۳۹۶، مقایسه ترکیب و تنوع گونه ای در مراتع داخل و خارج قرق تحقیقاتی ارشق در استان اردبیل، پایان نامه کارشناسی ارشد گروه منابع طبیعی دانشگاه محقق اردبیلی، ۷۶ صفحه.
۵. مصداقی، 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 مراتع با استفاده از تجزیه تحلیل های چند متغیره (مطالعه موردی: جنوب استان مرکزی)، *فصلنامه علمی - پژوهشی*، جلد ۱۲، شماره ۳، صص ۲۱۱ - ۲۰۱.
۷. نصرتی، کاظم، ۱۳۹۲، روش های 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 Joghatay 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 under different land use and soil erosion using multivariate statistical techniques. *Environmental Monitoring and Assessment* 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. Khokhthong, 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 Microbiological Properties* (second edition). Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy: 225-246.
29. Kroetsch, D., 2008. Particle size distribution: Soil

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (SID)
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., Surovy, 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. Schonbeck-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., 1834. 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.

