سنجش از دور
و
GIS ایران

سنجش از دور و GIS ایران سال چهارم، شماره چهارم، زمستان ۱۳۹۱
Iranian Remote Sensing & GIS Vol.4, No.4, Winter 2013

۸۳-۱۰۰

ارزیابی صحت شاخص‌های طیفی پهنه‌بندی پوشش گیاهی در مقیاس تیپ‌های گیاهی و منطقه مطالعاتی، با استفاده از داده‌های سنجنده TM در مناطق زاگرس جنوبی

فاطمه هادیان*[۱]، رضا جعفری[۲]، حسین بشری[۳]، سعید سلطانی[۴]

۱. کارشناس ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۳و ۲. استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان
۴. دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۹/۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۳/۷

چکیده

در این تحقیق ۱۴ شاخص طیفی با استفاده از باندهای انعکاسی محاسبه شد و میزان همبستگی این شاخص‌ها با تاج‌پوشش گیاهی در چهار تیپ مرتعی و یک تیپ جنگلی مورد ارزیابی قرار گرفت. درصد تاج‌پوشش گیاهی با استفاده از روش قدم‌ـ نقطه و به شکل شعاعی (۶۰۰۰ نقطه در هر تیپ) اندازه‌گیری شد. میزان همبستگی تاج‌پوشش گیاهی با شاخص‌های گیاهی به تفکیک در هر یک از تیپ‌های گیاهی و کلیه آنها (جنگل و تیپ‌های مرتعی) با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و Erdas Imagine مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. گروه‌های مختلفی از شاخص‌های گیاهی از جمله براساس شیب خط خاک، فاصله از خط خاک، و شاخص‌های گیاهی تبدیلات راست‌گوشه و نیز شاخص‌های حساس به آب گیاهان با استفاده از داده‌های بازتابندگی سنجنده TM ماهواره لندست استخراج گردیدند. نتایج نشان داد که تیپ‌های گیاهی براساس خصوصیات‌شان با یکی از شاخص‌های گیاهی دیگر همبستگی بیشتری دارند و میزان همبستگی بین تاج‌پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی در هر یک از تیپ‌های گیاهی دارای صحت بالایی (تا حدود ۸۱ درصد) است ($p<۰/۰۰۱$). این میزان همبستگی به هنگام در نظر گرفتن تیپ‌های گیاهی مختلف با هم، به دلیل وجود خصوصیات طیفی متفاوت در گیاهان مختلف و همچنین عارضه‌های زمینه کاهش یافت. این خود نشان‌دهنده تنوع در خصوصیات طیفی گیاهان به دلیل اختلافات ساختاری و زیستی و همچنین خاک زمینه است، که در انتخاب شاخص مناسب برای پهنه‌بندی و تفکیک تیپ‌های گیاهی باید در نظر گرفته شود.

کلیدواژه‌ها: سنجنده TM، شاخص‌های طیفی، تیپ‌های گیاهی مرتعی و جنگلی، آنالیز رگرسیون.

* نویسنده مکاتبه‌کننده: یزد، خیابان آیتا... کاشانی، کوچه لاله، کوچه ۱۱ مدرس، پلاک ۲، تلفن: ۰۹۱۳۴۵۰۸۸۹۶
Email: hadian.fatemeh@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

مراتع و جنگل‌ها در زمرهٔ مهم‌ترین سرمایه‌های ملی با استفاده‌های فراوان‌اند و مدیریت آنها اهمیت ویژه‌ای دارد. شناخت و ارزیابی و نیز پایش تغییرات در رویشگاه‌های مرتعی و جنگلی از موارد حیاتی در مدیریت این اکوسیستم‌ها به شمار می‌آید. به علاوه، واکنش اکوسیستم‌های طبیعی به عوامل اقلیمی و مدیریتی از جمله دلایلی هستند که ضرورت پایش منظم عرصه‌های طبیعی را روشن می‌سازند (Goldsmith, 1991, Daghestani, 2010). در عین حال وسعت مراتع و جنگل‌ها و هزینه‌های بالای ارزیابی این اکوسیستم‌ها و نیز وجود مناطق دشوارگذر از جمله مسائلی هستند که مطالعه آنها را با مشکل روبه‌رو می‌سازند. روش‌های سنجش از دور در زمرهٔ روش‌های مناسبی هستند که مطالعه و پایش اکوسیستم‌ها را با هزینه‌ای کمتر از روش‌های زمینی و میدانی ممکن می‌سازند. پایه سنجش از دور این است که اشیا در طول‌موج‌های مختلف مقدار متفاوتی از تابش را جذب و متنشر می‌کنند یا عبور می‌دهند. نسبتی از تابش که منعکس می‌شود به عنوان خصوصیات طیفی عارضه‌های مختلف از جمله گیاه به شمار می‌آید. لازمه شناخت و تفکیک جوامع گیاهی، آگاهی از خصوصیات طیفی گیاهان و اختلاف جزئی آنهاست (Goldsmith, 1991). ایدویج[1] (۱۹۹۰) به این نتیجه رسید که گیاهان مختلف بسته به ویژگی‌های‌شان بازتاب‌های طیفی متفاوتی را بروز می‌دهند (Eidvidge, 1990). در مطالعه گیاهان با کمک تصاویر ماهواره‌ای، با بهره‌گیری از باندها و ترکیبات طیفی مختلف آنها، شاخص‌های گیاهی محاسبه می‌شوند و برای اهداف ارزیابی و پایش به کار می‌روند. مشاهدات مختلف حاکی از آن‌اند که تغییر در تاج‌پوشش گیاهان موجب دگرگونی در نحوه بازتاب طیفی آنها می‌شود (Bareta et al., 1995). از جمله روش‌های معمول برای مطالعه داده‌های ماهواره‌ای و تاج‌پوشش گیاهی، محاسبه رگرسیون و تعیین میزان همبستگی آنهاست.

اُنیل[2] (۱۹۹۶) به این نتیجه رسید که تیپ‌های گیاهی مختلف همبستگی‌های متفاوتی را با هر یک از شاخص‌های گیاهی نشان می‌دهند (Oneill, 1996).

مطالعات (پریگنت[3] (۲۰۰۱)) نیز نشان داد که بازتاب طیفی گیاهان برحسب نوع کلروفیل و ساختار گیاه متفاوت است (Prigent&Aires, 2001). کوهن[4] و همکاران (۲۰۰۳) با بررسی روابط شاخص سطح برگ و شاخص‌های گیاهی محاسبه شده با داده‌های ماهواره لندست[5] به این نتیجه رسیدند که هر یک از گونه‌های گیاهی همبستگی بسیار بالایی با شاخص‌های گیاهی دارند (Cohen et al., 2003). تیپ‌های گیاهی مختلف نیز بسته به خصوصیات خود به شاخص گیاهی معینی همبستگی بهتری نشان می‌دهند. فریتاس[6] و همکاران (۲۰۰۹) مشخص ساختند که در جنگل‌های خزان‌کننده بین شاخص NDVI[7] و خصوصیات درختان مانند قطر تنه، تاج‌پوشش درختان همبستگی بسیار بالایی وجود دارد؛ در حالی که همین خصوصیات درختان در جنگل‌های مرطوب دارای بیشترین همبستگی با شاخص‌های MV15[8] و MV17[9] است (Freitas et al., 2005). کلمبو[10] و همکاران (۲۰۰۳) نیز با مطالعه شاخص سطح برگ با داده‌های ماهواره‌ای به این نتیجه دست یافتند که وقتی ارتباط هر یک از تیپ‌های گیاهی جداگانه با شاخص‌های گیاهی محاسبه شود. میزان این همبستگی بالاتر از ۷۰ درصد است اما

1. Eidvidge
2. Oneil
3. Prigent
4. Cohen
5. Landsat
6. Freitas
7. Normalized Difference Vegetation Index
8. Moisture Vegetation Index Using Landsat's Band 5
9. Moisture Vegetation Index using Landsat's Band 7
10. Colombo

Archive of SID
www.SID.ir

وقتی همه گیاهان با هم سنجیده می‌شوند، این میزان به ۳۳ درصد کاهش می‌یابد (Colombo et al., 2003). متقی و سپهری (۲۰۰۱) به مطالعه محصول خشک سرپا در مراتع جهان‌نما (در جنوب گرگان) با استفاده از تصویر لندست پرداختند، و نتایج نشان داد که این تصاویر توان تفکیک داده‌های زمینی را در قالب طبقه‌بندی مجزا ندارند؛ اما وقتی داده‌های لندست در طبقات مجزا بررسی می‌شوند همبستگی‌شان با داده‌های ماهواره‌ای زیاد است. آنها با بررسی درصد تاج‌پوشش به صورت طبقه‌بندی شده در منطقه مذکور به این نتیجه رسیدند که در هر یک از طبقات درصد پوشش گیاهی، شاخص‌های گیاهی مشخصی بیشترین همبستگی را با داده‌های زمینی دارند (Sepehri&Mottaghi, 2001 Sepehri&Mottaghi, 2002). امیری و یگانه (۲۰۱۲) با استفاده از شاخص گیاهی NDVI، تیپ‌های گیاهی را در حوزه آبخیز قره‌قاچ (استان اصفهان) تفکیک کردند. در این مطالعه میزان تاج‌پوشش گیاهی در نقاط همگن تیپ‌های گیاهی اندازه‌گیری شده بود؛ و برای تهیه نقشه پوشش گیاهی، رابطه رگرسیون خطی بین داده‌های زمینی و NDVI به کار گرفته شد و نقشه تیپ‌های گیاهی با ضریب کاپای ۷۲/۴ درصد تهیه گردید (Amiri&Yeganeh, 2012). زرینه و همکاران (۲۰۱۳) در منطقه تنگ صیاد با کمک تصویر IRS-P6(LISS-III) به ارزیابی شاخص‌های گیاهی مختلف برای مطالعه تاج‌پوشش گیاهی پرداختند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از شاخص گیاهی DVI برای مطالعه گندمیان و مجموع پوشش گیاهی گندمیان و پهن‌برگان علفی و شاخص NDVI نیز برای مطالعه پوشش گیاهی کل منطقه به منظور محاسبه تولید مرتع و تعیین ظرفیت حیات‌وحش مناسب است (Zarineh et al., 2013).

با توجه به مطالعات انجام‌شده، میزان کارایی شاخص‌ها با توجه به شرایط منطقه مطالعاتی ـ مانند خصوصیات مختلف توپوگرافی، خاک، فرم‌های رویشی و جز اینها ـ متفاوت است. هدف کلی مطالعه حاضر ارزیابی صحت شاخص‌های گیاهی پهنه‌بندی پوشش گیاهی در مقیاس تیپ‌های گیاهی و منطقه مطالعاتی با استفاده از داده‌های سنجنده TM در مناطق مرتعی و جنگلی در حوزه زاگرس جنوبی (در دو استان اصفهان و چهارمحال و بختیاری) است. پرسش‌هایی که این تحقیق به دنبال پاسخ به آنهاست، عبارت‌اند از: ۱- کدام شاخص گیاهی برای بررسی تغییرات پوشش گیاهی در هر یک از تیپ‌های گیاهی و وضعیت کلی منطقه (بدون تفکیک تیپ‌های گیاهی) در منطقه زاگرس جنوبی مناسب‌تر است؟؛ ۲- آیا شاخص‌های گیاهی در تیپ‌های مختلف مرتعی و جنگلی منطقه مطالعاتی کارایی یکسانی دارند؟؛ و ۳- میزان همبستگی شاخص‌های گیاهی و داده‌های زمینی در مقیاس تیپ‌های گیاهی و در مقیاس کل منطقه برای تهیه نقشه پوشش گیاهی چقدر است؟

برای پاسخ به پرسش‌های مطرح‌شده، این مطالعه همراه با تجزیه و تحلیل‌های لازم در چهار تیپ گیاهی مرتعی در استان اصفهان و یک تیپ گیاهی جنگلی در استان چهارمحال و بختیاری انجام شد.

۲- مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در استان‌های اصفهان و چهارمحال و بختیاری قرار دارد و مشتمل است بر منطقه‌ای جنگلی در شهرستان لردگان از توابع استان چهارمحال و بختیاری و چهار رویشگاه مرتعی واقعی در شهرستان سمیرم در استان اصفهان. مناطق مرتعی به مساحت حدود ۸۰۰۰۰ هکتار در اطراف شهرستان سمیرم بین طول جغرافیایی ´۲۰ °۵۱ تا ´۳۵ °۵۱ شرقی و عرض ´۱۳ °۳۱ تا ´۲۹ °۳۱ شمالی واقع شده‌اند (شکل ۱). منطقه جنگلی مورد مطالعه به مساحت حدود ۱۰۰۰۰ هکتار در جنوب شهرستان لردگان بین طول جغرافیایی ´۱۴ °۱۵ تا ´۱۷ °۵۱ شرقی و عرض ´۱۲ °۳۱ تا ´۱۴ °۳۱

Archive of SID

www.SID.ir

شمالی واقع است (شکل ۲). آب و هوای شهرستان سمیرم براساس تقسیم‌بندی کوپن در زمرهٔ مناطق معتدل سرد با تابستان‌های گرم و خشک و در ارتفاعات جنوبی جزو مناطق معتدل سرد با تابستان‌های خنک و خشک قرار می‌گیرد (Alizadeh, 1998, Khodagholi, 2004). تغییرات بارندگی در منطقه سمیرم بستگی به ارتفاع و فاصله از کانون پربارش کوهستانی دارد. میزان بارندگی در جنوب و جنوب غرب سمیرم به دلیل ارتفاع‌شان تا ۶۷۰ میلی‌متر است اما در قسمت میانی به علت کاهش ارتفاع این میزان به ۳۸۰ میلی‌متر کاهش می‌یابد. بارندگی در شهرستان لردگان حدود ۷۰۰ میلی‌متر و میانگین آن در کل حوزه لردگان ۶۵۰ میلی‌متر است. بخش عمده بارش سالیانه در منطقه مورد مطالعه در فصول زمستان و پاییز است (Hadian, 2011). ارتفاع منطقه ۲۵۰۰-۲۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریاست، و منطقه مذکور از لحاظ پوشش گیاهی جزو منطقه ایران و تورانی (منطقه نیمه‌استپی در نواحی مرتعی و جنگل‌های خشک در نواحی جنگلی) به‌شمار می‌آید (Yeganeh et al., 2008).

۲-۱- تیپ‌های گیاهی

برای تعیین نوع تیپ گیاهی در این مطالعه از روش فلورستیک ـ فیزیونومیک[1] استفاده شده است. بدین منظور براساس غلبه گونه‌ها و سیمای ظاهری، واحدهای گیاهی نسبتاً متجانس و همگن مشخص گردید و براساس درجه غلبه یک یا دو گونه، هر یک از واحدها نام‌گذاری شد. گونه‌ای که بیشترین درصد پوشش را دارد، به‌عنوان نام تیپ انتخاب شد و در صورتی‌که پوشش و نمود ظاهری گونه دوم نیز گسترده بود، از آن نیز در نام تیپ گیاهی استفاده شد (Moghadam, 1998).

مکان‌های مورد مطالعه مشتمل‌اند بر ۴ تیپ مرتعی و یک تیپ جنگلی (شکل‌های ۱ و ۲).

- Astragalus spp ـ Stipa barbata (تیپ مرتعی): گونه غالب آن را گیاه گون با فرم رویشی بوته‌ای و پس از آن استپی ریش‌دار با فرم رویشی گراس تشکیل داده‌اند. این تیپ از نظر مرتعی و به روش چهار فاکتوری تعدیل شده دارای وضعیت ضعیف است (Saeedfar, 2005 Borhani et al., 2010) (جدول ۱).
- Bromus tomentallus (تیپ مرتعی): این تیپ در واقع علف‌زار است که در حالت قرق قرار دارد و گونه‌های یک ساله و چندساله در آن فراوانی بسیار زیادی دارند و گونهٔ گَوَن نیز به صورت محدود و پراکنده در آن دیده می‌شود. این تیپ از نظر مرتعی در وضعیت متوسط قرار دارد.
- Astragalus spp-Daphne mucronata (تیپ مرتعی): گیاهان غالب آن را گَوَن با فرم بوته‌ای و نیز دافنه با فرم رویشی درختچه‌ای تشکیل می‌دهند. در این تیپ گیاهی گونه‌های گراس‌های یک ساله هم به وفور دیده می‌شود. تیپ اشاره‌شده در بین برون‌زدگی‌های مارن قرار دارد و وضعیت آن ضعیف است.
- Astragalus spp-Scariola orientalis (تیپ مرتعی): گیاهان غالب این تیپ گونهٔ بوته‌ای گون و همچنین گونه فورب یا پهن‌برگ کاهوی وحشی است. در تیپ گیاهی مذکور فراوانی گونه گیاهی کنگر صحرایی (Gundelia tournefortii) نیز زیاد است. این تیپ به دلیل تخریب‌شدگی زیاد در وضعیت بسیار ضعیف طبقه‌بندی گردید.
- Quercus brantii (تیپ جنگلی): گونه غالب این تیپ را بلوط با فرم رویشی درخت تشکیل می‌دهد که در زیر اشکوب آن گونه‌های یک ساله به وفور یافت می‌شود. گونه‌های گون نیز به صورت محدود در آن یافت می‌شوند و در برخی از نقاط هم بر روی سطح خاک پوشش متراکمی از کریپتوگام‌ها وجود دارند.

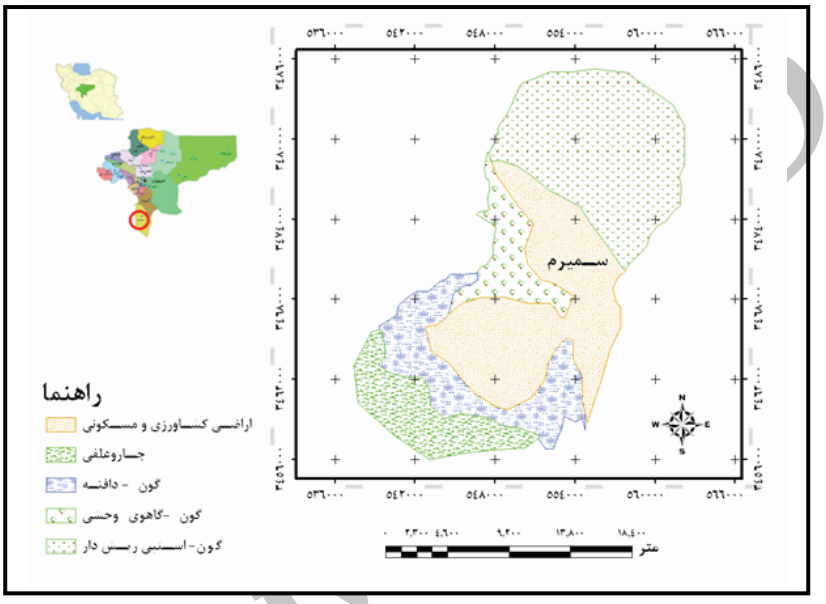
1. Floristic-Physiognomic

Archive of SID
www.SID.ir

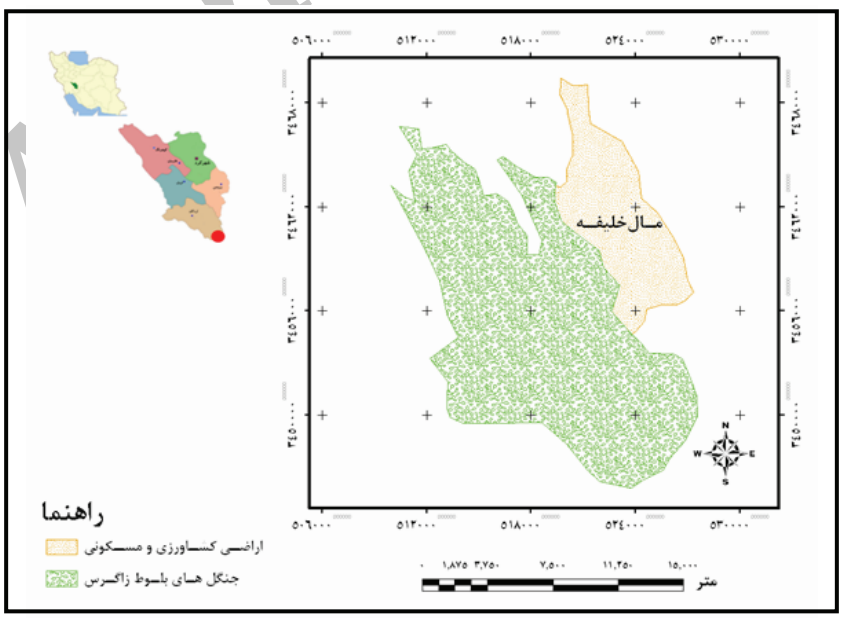
جدول ۱. تعیین وضعیت تیپ‌های مرتعی براساس روش چهار فاکتوره تعدیل‌شده

نام تیپ گیاهی	پوشش گیاهی	ترکیب گیاهی	بنیه و شادابی گیاهان	خاک	جمع امتیازها	وضعیت
Astragalus spp – Stipa barbata	۱۰	۵	۵	۸	۲۸	ضعیف
Bromus tomentellus	۹	۸	۷	۱۲	۳۶	متوسط
Astragalus spp- Daphne mucronata	۸	۴	۴	۹	۲۵	ضعیف
Astragalus spp- Scariola oriantalis	۱۰	۲	۳	۴	۱۹	بسیار ضعیف

منبع: Saeedfar, 2005



شکل ۱. تیپ‌های مرتعی مورد مطالعه



شکل ۲. تیپ جنگلی مورد مطالعه

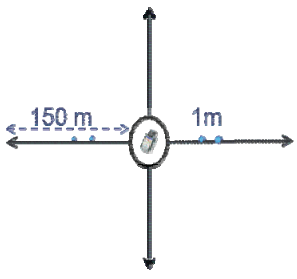
www.SID.ir

۲-۲- روش نمونه‌برداری زمینی

به‌منظور بررسی ارتباط میان پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی، میزان تاج‌پوشش گونه‌های گیاهی با استفاده از روش تصادفی ـ سیستماتیک اندازه‌گیری شد. ابتدا نقاط نمونه‌برداری به طور تصادفی تعیین شدند و سپس در طول چهار ترانسکت به روش قدم ـ نقطه با استفاده از نقاط برخورد در طول هر ترانسکت (۱۵۰ نقطه در طول هر ترانسکت) نمونه‌برداری گردید. در این مطالعه ابتدا ۱۰ نقطه تصادفی در هر تیپ گیاهی به گونه‌ای تعیین شدند که از لحاظ ترکیب و ساختار پوشش گیاهی در وضعیت کاملاً یکسانی قرار داشتند؛ و سپس براساس ابعاد پیکسل تصویر ماهواره‌ای و این فرمول حداقل سطح نمونه‌برداری محاسبه گردید (McCoy, 2005):

$$A = [P(1+2L)]^2 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در آن، مقادیر A و L و P به ترتیب حداقل سطح نمونه‌برداری و میزان خطای تصحیح هندسی (برحسب پیکسل) و ابعاد پیکسل تصویر ماهواره‌ای‌اند. با توجه به اینکه در مطالعه حاضر از تصویر سنجنده با TM ابعاد ۳۰ × ۳۰ متر و با خطای ۰/۵ استفاده شد، حداقل سطح مورد نیاز برای نمونه‌برداری ۳۶۰۰ متر مربع است. بنابراین، به‌منظور اطمینان بیشتر، در هر نقطه تصادفی از ۴ ترانسکت ۱۵۰ متری (۶۰۰۰ نقطه در هر تیپ گیاهی) و منطقه‌ای به سطح ۷۰۶۵۰ متر مربع (تقریباً دو برابر حداقل سطح) نمونه‌برداری شد (شکل ۳) (Hadian et al., 2012).



شکل۳. روش نمونه‌برداری در منطقه. طول فلش‌ها نشان‌دهنده طول ترانسکت‌هاست، و فاصله بین علامت‌های دایره بر روی فلش‌ها فاصله بین محل قرار گرفتن پلات‌ها را نشان می‌دهد. نقطه مرکزی حاکی از موقعیت قرارگیری نقاط تصادفی شروع نمونه‌برداری است.

۲-۳- پیش‌پردازش ماهواره‌ای

به‌منظور بررسی پوشش گیاهی از تصویر ماهواره لندست ۲۰۰۹ متعلق به زمان نمونه‌برداری[1] استفاده شد. با توجه به خصوصیات منطقه مطالعاتی تصحیحات هندسی و توپوگرافی بر روی تصویر مرتبط اعمال گردید. در تصحیح هندسی ابتدا باند پانکروماتیک سنجنده ETM^+ با خطای ۰/۴۶ پیکسل با استفاده از معادله چندجمله‌ای و روش نزدیک‌ترین همسایه[2] به نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ ثبت گردید و از آن برای ثبت تصویر لندست ۲۰۰۹ (با خطای ۰/۴۸ پیکسل) استفاده شد (Jafari, 2007 ; Sarapirome&Kulrat, 2010).

با توجه به وضعیت کوهستانی منطقه، تصحیح توپوگرافی بر روی تصویر اعمال شد، و بدین منظور از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای تهیه نقشه رقومی ارتفاع (DEM^3) استفاده گردید. این پردازش با استفاده از مدل لامبرت در نرم‌افزار Erdas Imagine 9.1 صورت گرفت (Riano et al., 2003).

برای انجام تصحیح رادیومتری کلیه ارزش‌های رقومی (DN) با توجه به مشخصات تصویر مورد استفاده به بازتاب طیفی در نرم‌افزار ENVI تبدیل گردید که این عمل آثار مربوط به شرایط نوردهی، فصل، عرض جغرافیایی و آب و هوایی از روی تصویر را حذف می‌کند و یا به حداقل می‌رساند و مقادیر استاندارد شده‌ای را برای بازتاب پدیده‌ها و محاسبه شاخص‌های گیاهی فراهم می‌سازد (Frzadmehr et al., 2008).

۲-۴- محاسبه شاخص‌های طیفی

شاخص‌های طیفی (گیاهی) محاسبات ریاضی‌اند که از ترکیب باندهای مختلف به وجود می‌آیند. با توجه به نحوه محاسبه شاخص‌های گیاهی و خصوصیات باندهای سنجنده به کار رفته در این مطالعه از شاخص‌های

۱. در تاریخ ۲۰۰۹/۰۶/۱ (مطابق با ۱۳۸۸/۰۳/۱۱۱ شمسی)

Archive of SID
www.SID.ir