فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۴، شماره ۲، صفحه ۴۴۰-۴۲۹ (۱۳۹۶)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2017.111906

مقایسه نحوه چیدمان، تعداد و ابعاد نمونه‌های زمینی داخل پیکسل‌های ۳۰×۳۰ سنجنده لندست ۸ برای آگاهی از همبستگی درصد پوشش گیاهان غالب سه سایت با شاخص NDVI (منطقه مورد مطالعه: مراتع اطراف دریاچه سد چغاخور استان چهار محال و بختیاری)

جمال ایمانی[1*]، عطاءالله ابراهیمی[2]، پژمان طهماسبی[2] و بهرام قلی‌نژاد[4]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترای علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، ایران، پست الکترونیک: Imany22@gmail.com
۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد، ایران
۳- استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه کردستان، سنندج، ایران
تاریخ دریافت: ۹۴/۱۱/۲۶ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۱۱

چکیده

استفاده از داده‌های هوایی و ماهواره‌ای یکی از روش‌های مناسبی است که مطالعه اکوسیستم‌ها را با هزینه‌ای کمتر ممکن می‌سازد. این تحقیق برای آگاهی از همبستگی درصد پوشش گیاهان غالب سه سایت با شاخص NDVI انجام شد. بدین‌منظور مطالعه‌ای در سه تیپ گیاهی متفاوت انجام شد. در هر منطقه محدوده‌ای برای نمونه‌برداری مشخص شد. سپس داخل این محدوده و در جهت افقی، ۳۰ واحد نمونه‌برداری ۳۰×۳۰ متر در امتداد سه ترانسکت ۹۰۰ متری به صورت تصادفی-سیستماتیک انتخاب گردید. در هر واحد نمونه‌برداری، کوادرات با ابعاد ۱×۱، ۲×۲ متر به صورت تودرتو به تعداد ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ مستقر شد. به‌منظور جلوگیری از ایجاد خطای هندسی، محدوده‌های ۹۰۰ مترمربعی دارای فاصله ۶۰ متر از همدیگر بودند. در داخل هریک از واحدهای نمونه‌برداری، مختصات جغرافیایی با GPS ثبت گردید. تعداد پایه و درصد پوشش گونه‌ای غالب گیاهی به طور جداگانه در داخل پلات‌ها ثبت شد. سپس همبستگی درصد پوشش با شاخص NDVI حاصل از پردازش تصاویر لندست ۸ بدست آمد. همچنین با استفاده از داده‌های تراکم گونه‌ها الگوی پراکنش آنها تعیین شد. نتایج نشان داد که در تمام گونه‌ها، ضریب همبستگی شاخص NDVI در کوادرات با سطح بالاتر بیشتر از کوادرات با سطح پایین‌تر است. همچنین ضریب همبستگی با تعداد یک کوادرات به سمت تعداد پنج کوادرات، بیشتر می‌شود. البته به‌دلیل نداشتن همبستگی بالا بین درصد پوشش کل گونه‌های گیاهی یک کودارات و شاخص NDVI، استفاده از یک کوادرات در داخل پیکسل به‌عنوان برآیندی از کل پیکسل، به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود. انتخاب نوع نمونه‌برداری، به نحوه الگوی پراکنش و اندازه گونه گیاهی از یک طرف و دسترسی به امکانات و حد قابل قبول بودن ضریب همبستگی از طرف دیگر بستگی دارد. در گونه‌های با الگوی کپه‌ای شدید، تعداد بیشتری کوادرات و با پراکنش مناسب داخل پیکسل روی زمین لازم است تا نمونه‌گیری بتواند نماینده خوبی از کل پیکسل باشد. در الگوی یکنواخت به دلیل یکسان بودن کل پیکسل از نظر رویش گیاهان، طبیعتا تعداد نمونه کمتری لازم است و الگوی تصادفی از این نظر در حد متوسط قرار دارد.

واژه‌های کلیدی: درصد پوشش گیاهان، نمونه‌گیری زمینی، ماهواره لندست، شاخص NDVI، سد چغاخور.

مقدمه

استفاده از داده‌های هوایی و ماهواره‌ای یکی از روش‌های مناسبی است که مطالعه اکوسیستم‌ها را با هزینه‌ای کمتر ممکن می‌کند. خصوصیاتی مانند فراهم کردن دید وسیع

و یکپارچه از یک منطقه، قابلیت تکرارپذیری، سهل‌الوصل بودن اطلاعات و دقت بالای اطلاعات حاصل و صرفه‌جویی در زمان از ویژگی‌هایی است که استفاده از این گونه اطلاعات را برای بررسی پوشش گیاهی نسبتا ارجحیت می‌بخشد. بر همین اساس محققان زیادی به‌منظور بررسی پوشش گیاهی از داده‌های سنجش از دور استفاده کرده و این تکنیک را مناسب این گونه مطالعات دانسته‌اند (Amiri, 2010; Arzani, 1997; Hadian et al., 2011; Lillesan *et al.*, 2008 و Rondeaux *et al.*, 1996).

داده‌های ماهواره‌ای بخشی از طیف الکترومغناطیسی بازتاب شده از پدیده‌های زمینی می‌باشند که توسط سنجنده‌های فضایی ثبت می‌گردد. برای استفاده از این داده‌ها در شناخت منابع، باید ابتدا تأثیر عواملی مانند توپوگرافی، بازتاب خاک، اثرات اتمسفری و ... تا حد امکان کاهش یافته یا حذف گردد. سپس با استفاده از روش‌های مختلف به ارتباط بین این داده‌ها و پدیده‌های زمینی پی برد. این ارتباط می‌تواند بین یکی از مشخصه‌های گیاهی مانند تاج‌پوشش گیاهی و باندهای منفرد طیفی یا نسبت‌های آنها (شاخص‌ها) باشد. شاخص‌های مختلفی که از تلفیق باندهای یک سنجنده یا دو سنجنده بدست می‌آید وجود دارند که با توجه به اهداف تحقیق دارد. یکی از این شاخص‌ها که محققان زیادی از آن استفاده کرده‌اند، شاخص NDVI است که یکی از شاخص‌های مهم می‌باشد و فرمول آن به این شکل است: NDVI = (NIR – R)/(NIR +R). که R بازتاب باند طیفی قرمز و NIR بازتاب باند طیفی مادون قرمز نزدیک می‌باشد. تغییرات این شاخص بین مقدار ۱- تا ۱+ است. در حقیقت نشان‌دهنده تراکم پوشش گیاهی است و هر قدر پوشش گیاهی متراکم‌تر باشد مقدار شاخص مذکور بیشتر می‌باشد. زیرا بازتاب پوشش گیاهی در باند طیفی NIR زیاد و در باند طیفی R کم می‌باشد. همچنین این شاخص به عناصر و ذرات تشکیل‌دهنده خاک حساس است، به همین دلیل در مناطقی که پوشش گیاهی تنک می‌باشد به علت غلبه اثر بازتاب خاک، تشخیص مقدار پوشش گیاهی با این شاخص امکانپذیر نیست.

محققان زیادی به بررسی همبستگی شاخص NDVI با عوامل گیاهی پرداخته‌اند. Arzani (۱۹۸۹)، در مطالعه خود که در استرالیا انجام داده، در شرایط خشکسالی و ترسالی به مطالعه پوشش گیاهی با داده‌های ماهواره Landsat TM پرداخته است. ایشان در ارتباط با شاخص NDVI گزارش کرده که این شاخص در دوره خشکی دقت کمتری نسبت به سایر شاخص‌های مورد مطالعه دارد و در شرایط بارندگی مناسب، دارای دقت بالاتری از سایر شاخص‌ها می‌باشد. Hadian و همکاران (۲۰۱۱) به بررسی تأثیر سطح نمونه‌برداری زمینی در میزان همبستگی تاج پوشش گیاهی با داده‌های شاخص گیاهی NDVI حاصل از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و آی آر اس در سمیرم اصفهان پرداختند. نتایج آنان نشان داد که سنجنده TM در کلیه سطوح نمونه‌برداری همبستگی بهتری را نسبت به آی آر اس نشان می‌دهد. به‌طوری‌که با افزایش میزان تخریب و ناهمگنی پوشش گیاهی، میزان همبستگی تاج پوشش و شاخص NDVI کاهش می‌یابد. Leeuwen و Huete (۱۹۹۶) شاخص‌های گیاهی NDVI و MNDVI را برای تعیین میزان لاشبرگ و خصوصیات پوشش سبز انتخاب کرده‌اند. آنان به این نتیجه رسیدند که این شاخص‌ها در مقابل موارد زیر واکنش نشان می‌دهند: ۱- برگ سبز، لاشبرگ و خصوصیلت نوری بخش چوبی گیاهان، ۲- مقدار و پراکنش لاشبرگ، ۳- چگونگی زاویه استقرار برگ‌ها نسبت به ساقه و ۴- خاک زمین. از میان شاخص‌های فوق، NDVI نسبت به موارد فوق حساسیت ثابتی نداشته و لاشبرگ بیشترین تأثیر را بر آن گذاشته است. Thorp و همکاران (۲۰۱۳) به بررسی تأثیر ویژگی‌های طیفی و زمینی تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از MESMA برای تهیه نقشه پوشش گیاهی پرداختند. میزان همبستگی NDVI با MESMA بیشتر از ۵۸ درصد و همبستگی شاخص جذب سلولز (CAI) با پوشش سبز بیشتر از ۵۷ درصد بود.

وجود ناهمگنی موجود در مراتع مانند تنوع پوشش گیاهی، انواع الگوهای پراکنش گونه‌های گیاهی و پایین

بودن میزان پوشش باعث حصول نتایج متفاوت می‌شود. بنابراین تحقیقات بیشتری نیاز است تا براساس نتایج حاصل، اختلاف‌نظرهای موجود تبیین شده و با افزایش دانش و آگاهی در این زمینه، امکان بکارگیری داده‌های ماهواره‌ای در برآورد مشخصه‌های کمی گیاهی به نحو مطلوب‌تری فراهم گردد.

ولی نباید نوع نمونه‌گیری، تعداد و ابعاد نمونه‌ها را داخل پیکسل‌ها روی زمین فراموش کرد. جمع‌آوری داده‌های میدانی یکی از مسائل مهم در کارهای سنجش از دور است (Congalton *et al.*, 1999). Lillesand و همکاران (۲۰۰۸) بیان کردند که جمع‌آوری داده‌های میدانی سه هدف را دنبال می‌کند؛ ۱- می‌تواند برای ارزیابی داده‌های سنجش از دور استفاده شود، ۲- مبنایی قابل اطمینان برای آزمون آماری فراهم می‌کنند و ۳- اطلاعاتی برای رفتار تفکیک‌پذیری ویژگی‌های لنداسکیپ ایجاد می‌کند. به دلیل اینکه داده‌های حاصل از تصاویر ماهواره‌ای از پیکسل‌ها استخراج می‌شود و برآیندی از سطح پیکسل است پس باید نمونه زمینی به گونه‌ای انتخاب شود که بتواند گویای کل پیکسل باشد. به عبارت دیگر، سطح نمونه، ابعاد و نحوه چیدمان آنها در داخل پیکسل‌ها می‌تواند در نتیجه نهایی تأثیر بگذارد. نباید سطح و تعداد نمونه داخل پیکسل کم باشد، زیرا نمی‌تواند نماینده خوبی از کل پیکسل باشد و هم نباید ابعاد و تعداد بیش از حد زیاد باشد، چون نبود امکانات و زمان، اجازه کار را نمی‌دهد و به‌علت خستگی کارشناس، برآورد پارامترهای مورد اندازه‌گیری نیز با خطا مواجه می‌شود.

برای شناخت اکوسیستم‌های مرتعی متغیرهای زیادی وجود دارد که با توجه به هدف از کار می‌توان هریک از این متغیرها را اندازه‌گیری کرد. ازجمله این متغیرها، درصد پوشش گیاهان می‌باشد. درصدی از خاک که به‌وسیله تصویر عمودی تاج پوشش گیاهی پوشیده می‌شود درصد پوشش تعریف شده است (Bonham, 1986). یکی از الزامات مدیریت صحیح مرتع، داشتن اطلاع دقیق و به‌هنگام از این فاکتور می‌باشد. درصد پوشش گیاهان برای اطلاع از میزان حفاظت خاک دارای اهمیت است. همچنین در ارزیابی وضعیت مراتع، یکی از فاکتورهای مورد اندازه‌گیری پوشش می‌باشد.

برای اندازه‌گیری درصد تاج پوشش گیاهان، روش‌های زیادی ابداع شده که هر روش در تیپ گیاهی خاص و با توجه به هدف مطالعه و همچنین امکانات موجود، نتیجه متفاوتی ارائه می‌دهد (Moghadam, 2006). در این راستا بررسی و تعیین مناسب‌ترین روش در هر منطقه یا رویشگاه که از سرعت و دقت کافی برخوردار باشد از اهمیت بسزایی برخوردار است. یکی از روش‌های قابل اعتماد اندازه‌گیری، استفاده از قاب یا کوادرات می‌باشد که باید به درستی از نظر روش نمونه‌برداری، تعداد و ابعاد انجام شود. مزیت پلات نسبت به سایر واحدهای نمونه‌برداری در این است که به‌وسیله آن می‌توان کلیه پارامترهای کمی ازجمله فراوانی، تراکم، پوشش و وزن را برآورد کرد. البته در انتخاب اندازه و تعداد قاب باید دقت کافی شود. سطح واحد نمونه‌برداری باید به اندازه‌ای بزرگ باشد که شامل تعداد قابل ملاحظه‌ای از گیاهان شود ولی در عین حال باید آنقدر بزرگ نباشد که تفکیک و اندازه‌گیری گیاهان سخت شود (Arzani, 1997).

البته هزینه زیاد عملیات میدانی اجازه بررسی کل سطح مراتع را به صورت برداشت زمینی نمی‌دهد. همچنین استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، نیازمند نمونه‌برداری زمینی می‌باشد، بنابراین یافتن روش‌های مناسب برای نمونه‌گیری و استفاده از اندازه مناسب نمونه برای بررسی‌های سنجش از دور برای ارزیابی خصوصیات پوشش گیاهی (درصد تاج پوشش) یکی از الزامات اولیه است. به‌طوری‌که قابلیت یافته‌های میدانی در تلفیق لایه‌های اطلاعاتی سنجش از دور به‌مراتب بالاتر از روش‌های سنتی بوده، بدیهی است که نتیجه حاصل گویاتر و از دقت بالاتری برخوردار است.

در بیشتر تحقیقات انجام شده، گیاهان بر اساس شکل رویشی جدا شده (گندمیان، بوته‌ای‌ها، پهن‌برگان علفی) و در ارتباط با داده‌های ماهواره‌ای بررسی شده‌اند. به دلیل متفاوت بودن پراکنش انواع گونه‌ها که تأثیر مهمی بر نوع نمونه‌برداری و اندازه نمونه‌ها می‌گذارد، در این تحقیق سعی

شده که گونه‌های غالب هر رویشگاه جداگانه و با توجه به نوع پراکنش و اندازه گونه گیاهی در ارتباط با داده‌های ماهواره لندست ۸ مورد بررسی قرار گیرند که تعداد کوادرات متفاوت با دو ابعاد ۱×۱ و ۲×۲ و با چیدمان‌های مختلف در داخل پیکسل‌های ۳۰ × ۳۰ مورد مقایسه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

موقعیت منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در ۴۰ کیلومتری جنوب‌غربی شهرکرد نزدیک به دریاچه سد چغاخور در استان چهارمحال و بختیاری قرار دارد. از نظر تقسیمات اقلیمی در محدوده ایران تورانی و نیمه‌استپی است. این منطقه در محدوده جغرافیایی به مختصات ۳۵۳۴۸۶۷ تا ۳۵۳۶۸۸۵ و ۴۸۵۹۹۷ تا ۴۹۰۰۸۵ واقع شده است. متوسط بارندگی سالانه حدود ۴۵۰ میلی‌متر گزارش شده است. به طور کلی، وضعیت مراتع به دلیل وابستگی زیاد به آن در شرایط بسیار فقیری می‌باشد و گونه‌های خاردار غالب شده‌اند.

سه تیپ گیاهی در این منطقه مورد بررسی قرار گرفت که مشخصات پوشش گیاهی این سه سایت به‌شرح زیر است.

۱- این سایت دارای شیب غربی است. پوشش گیاهی غالب این سایت فورب‌ها می‌باشد ولی به دلیل همجواری با روستا، چرا شدید بوده و بیشتر گیاهان این سایت نامرغوب و خاردار می‌باشد. گیاهان همراه این سایت که دارای درصد ترکیب بسیار کمی می‌باشند این گونه‌ها هستند:

Centurea virgata, Noaea macronata, Acantholimon sp, Hordeum bulbosum, Centaurea persica, Astragalus aucheri.

۲- این سایت دارای شیب شمالی‌غربی است. پوشش گیاهی غالب این سایت بوته‌ای‌ها می‌باشد و دارای تنوع گیاهی بسیار کمی است. گیاهان همراه عبارتند از:

Scariolla orintalis, Cardaria draba, Poa bulbosa, Centaurea behen, Hordeum violaceum

۳- این سایت دارای شیب شمالی است. پوشش گیاهی غالب این سایت گندمیان می‌باشد. چرا در این سایت نسبتا سبک بوده و پوشش گیاهی این سایت بهتر است. گیاهان همراه این سایت عبارتند از:

Falcaria vulgaris, Eryngium pyramidale, Gundelia Tournefortii, Melilitus officinalis, Lolium prene, Poa bulbosa, Tragopogon sp, Phlomis olivieri, Achillea millefolium, Thymus vulgaris, Asteragalus spp, Scariolla orintalis, Centaurea persica, Euphorbia macroclada, Centaurea virgate, Cynedon dactylon

- جمع‌آوری داده‌های زمینی

الف) استقرار شبکه نمونه‌برداری و انتخاب کوادرات‌ها در طول ترانسکت: ابتدا سه منطقه مطالعاتی با پوشش غالب گیاهی انتخاب شد. سپس در هر منطقه محدوده‌ای برای نمونه‌برداری مشخص شد. سپس داخل این محدوده و در جهت افقی (شیب نسبتا ثابت)، ۳۰ واحد نمونه‌برداری به ابعاد ۳۰×۳۰ متر (برای دربرگرفتن حداقل یک پیکسل ۳۰×۳۰ متر در سنجده لندست) در امتداد سه ترانسکت ۹۰۰ متری و ارتفاع متفاوت (در امتداد هر ترانسکت ۱۰ واحد نمونه‌برداری) انتخاب شد (به این صورت که نقطه اول به صورت تصادفی و بقیه نقاط با فاصله یکسان (سیستماتیک). در هر واحد نمونه‌برداری، کوادرات با ابعاد ۱×۱، ۲×۲ متر و به‌صورت تودرتو به تعداد ۱، ۲، ۳، ۴ و ۵ مستقر شد. به‌منظور جلوگیری از ایجاد خطای هندسی، محدوده‌های ۹۰۰ مترمربعی دارای فاصله ۶۰ متر از همدیگر می‌باشند (شکل ۱). در داخل هریک از واحدهای نمونه‌برداری، مختصات جغرافیایی با GPS ثبت شد.

ب) اندازه‌گیری تراکم گونه‌ها: ابتدا پایه‌های هر گونه گیاهی به طور جداگانه در داخل پلات‌ها به‌منظور آگاهی از الگوی پراکنش شمارش گردید. این کار فقط در روش ۵ نمونه‌برداری انجام شد. زیرا در روش ۵، بیشترین تعداد پلات بکار برده شده، که سطح پلات استفاده شده نسبت به سطح کل واحد نمونه‌برداری نسبتا مناسب است.

ج) اندازه‌گیری و ثبت تاج پوشش گونه‌های گیاهی: در

داخل هر پلات درصد پوشش گونه‌های غالب به صورت جداگانه ثبت گردید. فرض بر این است که اگر روش نمونه‌برداری و اندازه نمونه برای گونه‌های غالب مناسب باشد برای سایر گونه‌ها نیز مناسب است.

–تهیه تصویر ماهواره‌ای: تصویر ماهواره لندست ۸ مربوط به زمان نمونه‌برداری از سایت USGS.COM دانلود شد و برای اهداف تحقیق استفاده گردید.

-پردازش داده‌ها

الف)پردازش داده‌های مربوط به پوشش گیاهی

اطلاعات مربوط به پوشش هریک از گونه‌های گیاهی در هریک واحدهای نمونه‌برداری با انجام یک مجموعه محاسبات تلخیص گردید و میانگین درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی تعیین شد.

ب) پردازش داده‌های ماهواره‌ای

– بررسی کیفیت و تصحیح هندسی داده‌ها

–تصحیح هندسی داده‌های سنجش از دور

یکی از مهمترین پردازش‌هایی که بر روی تصاویر ماهواره‌ای انجام می‌شود، حذف اعوجاجات هندسی بر روی تصویر می‌باشد. پس از تصحیح هندسی، هر پیکسل در تصویر ابعاد واقعی زمینی‌اش را با توجه به مقیاس تصویربرداری ارائه می‌دهد. علاوه بر حذف اعوجاج از روی تصویر، لازم است که پیکسل‌ها در موقعیت مسطحاتی دقیق خود قرار گیرند؛ تا در نهایت بتوان کلیه اطلاعات هندسی از قبیل اندازه‌گیری‌های طول، مساحت و . . . را استخراج کرده و بتوان از تصویر به‌عنوان یک لایه اطلاعاتی در سیستم‌های اطلاعات مکانی و جغرافیایی (GIS) استفاده کرد. مجموعه عواملی که موجب ایجاد خطاهای هندسی در تصاویر ماهواره‌ای می‌شوند، شامل خطای دوران، کرویت، پانورامیک، حرکات سنجنده و . . . می‌باشند.

–تصحیح خطاهای اتمسفریک

دو عامل مهم در اتمسفر وجود دارد که بر روی موج تأثیر می‌گذارد که عبارتند از: خطای جذب (Absorption) و خطای پخش (Scattering).

به‌طورکلی دو روش برای تصحیح خطای اتمسفریک وجود دارد: تصحیح اتمسفری مطلق (Absolute)؛ تصحیح اتمسفری نسبی (Relative).

– نسبت‌گیری طیفی

نتیجه اعمال نسبت‌گیری طیفی ایجاد شاخص‌هایی می‌باشد که استفاده از شاخص‌ها در تجزیه‌وتحلیل‌ها باعث افزایش امکان تفکیک پدیده‌ها (مانند پوشش گیاهی) و حذف اثرات توپوگرافی، اتمسفری و ... می‌شود. شاخص‌های گیاهی معمولا اثرات بازتابی پوشش گیاهی را تقویت کرده و به‌موازات آن اثرات خاک زمینه، زاویه تابش خورشید، توپوگرافی و اثرات اتمسفری را تا حد امکان کاهش می‌دهند. تحقیقات مختلف نشان می‌دهند که مقادیر شاخص گیاهی حاصل از باندهای طیفی، با مشخصه‌های گیاهی مانند درصد تاج پوشش گیاهی و بیومس ارتباط معنی‌داری را نشان داده‌اند. در این تحقیق همبستگی شاخص معروف NDVI مورد بررسی قرار گرفت.

– انتخاب روش مناسب برای برآورد تاج پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای

با توجه به مشکلات و موانع زیاد در کاربرد سنجش از دور در مناطق خشک و نیمه‌خشک، محققان سه راهکار مهم برای بررسی‌های کمی و کیفی پوشش گیاهی را در این مناطق توصیه کرده‌اند.

– استفاده از مدل‌های ترکیبی: مشکل عمده این روش، پیدا کردن پدیده‌های خالص و یکدست برای اجزای پوشش گیاهی است که در مناطق خشک و نیمه‌خشک کاربرد این روش را با مشکل مواجه کرده است.

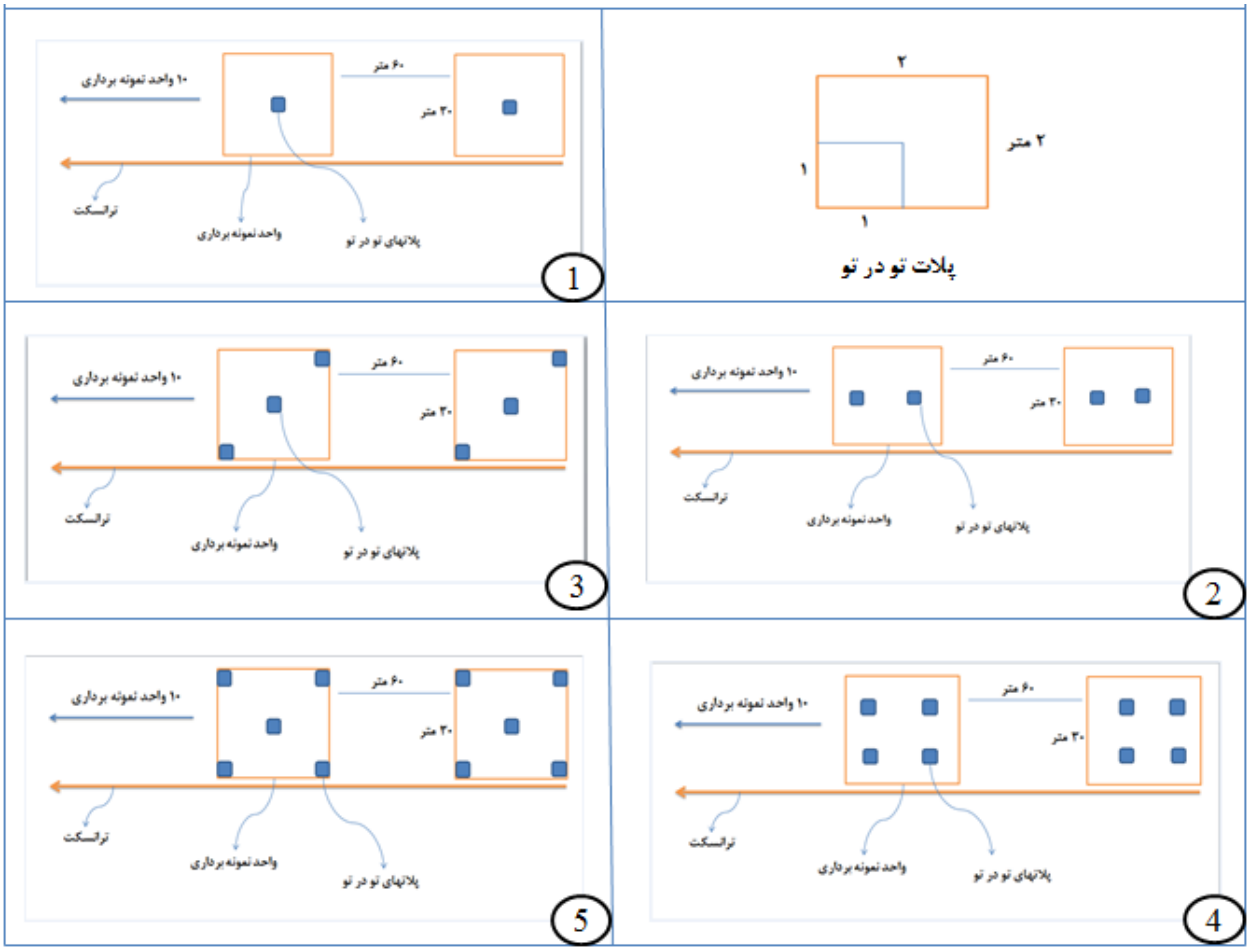
– استفاده از روابط کالیبره شده بین پوشش و بازتاب طیفی: روش دوم روشی مناسب برای داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک مکانی بالا می‌باشد. همچنین کاربرد این روش مستلزم داشتن واقعیت زمینی دقیق در مقیاسی کوچک‌تر از قدرت مکانی داده‌های ماهواره‌ای می‌باشد.

–روش سوم که استفاده از شاخص‌های گیاهی می‌باشد مناسب‌ترین روش برای شرایط موجود است که در این تحقیق استفاده شد.

– بررسی روابط آماری بین مشخصه‌های کمی گیاهی (پوشش) و داده‌های ماهواره‌ای

ابتدا ارزش‌های طیفی باند مصنوعی (شاخص‌های گیاهی) در محل قطعات نمونه استخراج می‌شود و بعد ارزش‌های طیفی استخراج شده به همراه داده‌های زمینی مربوط به پوشش گیاهی به نرم‌افزار SPSS منتقل شده و رابطه بین مشخصه‌های گیاهی اندازه‌گیری شده در پلات‌ها و ارزش طیفی متناظر آنها به روش رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت و پس از آنالیز داده‌ها، بیشترین همبستگی هریک از انواع نمونه بدست آمد.

–بررسی الگوی پراکنش گونه‌های غالب: برای تعیین الگوی پراکنش گونه‌های غالب هر سایت از روش‌های آماری و نرم‌افزار Ecological Methodology استفاده شد. به‌طوری‌که اگر داده‌های تراکم گونه‌ها دارای توزیع دوجمله‌ای منفی باشد الگو پراکنش کپه‌ای است، اگر دارای توزیع دوجمله‌ای مثبت باشد الگوی پراکنش یکنواخت و اگر دارای توزیع پواسون باشد الگوی پراکنش تصادفی است.



شکل ۱– شکل پلات‌های تودرتو و نحوه آرایش آنها داخل واحدهای نمونه‌برداری (روش ۱ تا ۵) برای برآورد مقادیر پوشش گیاهی در عرصه

نتایج

نتایج حاصل از بررسی ضرایب همبستگی بین درصد پوشش گونه‌های غالب سه سایت و شاخص NDVI برای ۵ روش نمونه‌برداری و دو اندازه سطح پلات (۱×۱ و ۲×۲) در جدولهای ۱، ۲ و ۳ آمده است. در تمام گونه‌ها، ضریب همبستگی با کوادرات با سطح بیشتر، بالاتر می‌باشد.

همچنین ضریب همبستگی از روش ۱ با تعداد یک کوادرات به سمت روش ۵ با تعداد پنج کوادرات، بیشتر می‌شود.

در جدول ۴ نتایج تعیین الگوی پراکنش گونه‌های غالب نشان داده شده‌است. همانطور که دیده می‌شود توزیع داده‌های حاصل از اندازه‌گیری تراکم با توزیع‌های آماری بررسی شده‌اند و سطح معنی‌داری آنها آورده شده است که گونه‌های *Cousinia bakhtiarika* و *Gundellia tournefortii* در سطح احتمال ۱ درصد و *Scariolla orientalis* در سطح احتمال ده درصد دارای توزیع پواسون، گونه *Phlomis olivieri* در سطح ۵ درصد، گونه‌های *Stipa hohenackeriana* و *Mellica persica* در سطح ده درصد دارای توزیع دوجمله‌ای منفی، گونه *Astragalus adscendence* در سطح ۵ درصد، گونه *Agropyron trichoferum* در سطح ۱۰ درصد و گونه *Dafnea macronata* در سطح ۱ درصد دارای توزیع دوجمله‌ای مثبت می‌باشند.

جدول ۱- ضریب همبستگی و معنی‌داری درصد پوشش گونه‌های غالب سایت ۱ با شاخص NDVI

گونه گیاهی	اندازه پلات	روش نمونه‌برداری	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تغییرات	سطح معنی‌داری	اندازه پلات	روش نمونه‌برداری	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تغییرات	سطح معنی‌داری
Cousinia bakhtiarica	۱×۱	۱	۰/۱۶	۰/۰۲۶	۵/۱۳	/۳۹	۲×۲	۱	/۱۸	/۰۳۳	۵/۱۱	/۳۳
		۲	/۲۵	/۰۶۵	۵/۰۲	/۱۷		۲	/۳۵	/۱۲	۴/۸۷	/۰۵
		۳	/۴	/۱۴	۴/۷۹	/۰۳۵		۳	/۴۴	/۲	۴./۶۵	/۰۱
		۴	/۴۱	/۱۶	۴/۷۵	/۰۲۵		۴	/۴۷	/۲۲	۴/۵۷	/۰۰
		۵	/۴۴	/۱۹	۴/۶۷	/۰۱		۵	/۵۱	/۲۶	۴./۴۵	/۰۰
Gundellia tornefortii	۱×۱	۱	/۱۱	/۰۱۳	۲/۳	/۵۴	۲×۲	۱	/۱۵	/۰۲۵	۲/۲۸	/۴
		۲	/۲۷	/۰۷۴	۲/۲۳	/۱۴		۲	/۳۵	/۱۲	۲/۱۷	/۰۵
		۳	/۳۸	/۱۴	۲/۱۳	/۰۳۵		۳	/۴۹	/۲۴	۲/۰۱	/۰۰
		۴	/۴۲	/۱۸	۲/۰۹	/۰۱۹		۴	/۵۳	/۲۸	۱/۹۵	/۰۰
		۵	/۴۵	/۲	۲/۰۶	/۰۱		۵	/۵۵	/۳	۲/۹۳	/۰۰
Scariolla orientallis	۱×۱	۱	/۱	/۰۱	۲/۴۷	/۵۷	۲×۲	۱	/۲۲	/۰۴	۲/۴۲	/۲۴
		۲	/۲۷	/۰۷	۲/۳۹	/۱۳		۲	/۳۱	/۰۹	۲/۳۶	/۰۹
		۳	/۳۶	/۱۳	۲/۳۱	/۰۴		۳	/۴۴	/۲	۲/۲۲	/۰۱
		۴	/۴۳	/۱۸	۲/۲۴	/۰۱		۴	/۴۹	/۲۴	۲/۱۶	/۰۰
		۵	/۴۷	/۲۲	۲/۱۹	/۰۰		۵	/۵۶	/۳۲	۲/۰۴	/۰۰
Phlomis olivieri	۱×۱	۱	/۱۴	/۰۱	۲/۳۲	/۴۲	۲×۲	۱	/۱۹	/۰۳	۲/۵۴	/۳۲
		۲	/۲۱	/۰۴	۳/۴	/۲۵		۲	/۲۷	/۰۷	۱/۸۸	/۱۵
		۳	/۲۹	/۰۸	۲	/۱		۳	/۳۴	/۰۱	۲/۸	/۰۵
		۴	/۳۵	/۱۲	۲/۱۵	/۰۸		۴	/۳۹	/۱۵	۶/۵	/۰۳
		۵	/۳۸	/۱۴	۵/۸	/۰۳		۵	/۴۴	/۱۹	۷	/۰۰

جدول ۲- ضریب همبستگی و معنی‌داری درصد پوشش گونه‌های غالب سایت ۲ با شاخص NDVI

گونه گیاهی	اندازه پلات	روش نمونه‌برداری	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تغییرات	سطح معنی‌داری	اندازه پلات	روش نمونه‌برداری	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تغییرات	سطح معنی‌داری
Ástragalus adscendense	۱×۱	۱	./۲۴	./۰۶	۹/۷۲	./۱۸	۲×۲	۱	./۳	./۰۹	۹/۵۷	./۱
		۲	./۳	./۰۶	۹/۵۶	./۱		۲	./۴۸	./۲۶	۸/۵۹	./۰۴
		۳	./۴	./۱۶	۹/۱۶	./۰۲		۳	./۵۲	./۲۸	۸/۵۱	./۰۰
		۴	./۴۶	./۲۱	۸/۸۷	./۰۰		۴	./۵۷	./۳۲	۸/۲۳	./۰۰
		۵	./۵۱	./۲۶	۸/۶۲	./۰۰		۵	./۵۸	./۳۴	۸/۱۲	./۰۰
Dafnea macronata	۱×۱	۱	./۱۲	./۰۱	۵/۷۶	./۵۲	۲×۲	۱	./۳	./۰۹	۵/۵۴	./۱
		۲	./۳۳	./۰۵	۵/۶۴	./۱		۲	./۵	./۲۵	۵	./۰۴
		۳	./۴۱	./۱۷	۵/۲۹	./۰۲		۳	./۵۱	./۲۶	۴/۹۷	./۰۰
		۴	./۵	./۲۵	۵	./۰۰		۴	./۵۸	./۳۴	۴/۷	./۰۰
		۵	./۵۴	./۲۹	۴/۸۷	./۰۰		۵	./۵۹	./۳۵	۴/۶۷	./۰۰

جدول ۳- ضریب همبستگی و معنی‌داری درصد پوشش گونه‌های غالب سایت ۳ با شاخص NDVI

گونه گیاهی	اندازه پلات	روش نمونه‌برداری	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تغییرات	سطح معنی‌داری	اندازه پلات	روش نمونه‌برداری	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	ضریب تغییرات	سطح معنی‌داری
Ágropyron trichophorum	۱×۱	۱	./۱۸	./۰۳	۴/۷	./۳۱	۲×۲	۱	./۲	./۰۴	۴/۷۱	./۲۷
		۲	./۳۱	./۱	۴/۵۶	./۰۹		۲	./۴	./۱۶	۴/۵	./۰۲
		۳	./۴	./۱۶	۴/۶۶	./۰۲		۳	./۴	./۱۶	۴/۶	./۰۲
		۴	./۴۱	./۱۷	۴/۶۲	./۰۲		۴	./۴۴	./۱۹	۴/۳۴	./۰۱
		۵	./۴۳	./۱۸	۴/۲۵	./۰۱		۵	./۴۶	./۲۱	۴/۲۷	./۰۱
Mellica persica	۱×۱	۱	./۱۱	./۰۱	۷/۸۷	./۵۵	۲×۲	۱	./۱۴	./۰۲	۶/۲۵	./۴۴
		۲	./۲۱	./۰۴	۷/۷۴	./۲۶		۲	./۲۵	./۰۶	۷/۶۷	./۱۸
		۳	./۲۳	./۰۵	۷/۷	./۲۱		۳	./۲۹	./۰۸	۷/۵۷	./۱۱
		۴	./۳۶	./۱۳	۷/۳۸	./۰۵		۴	./۴۱	./۱۷	۷/۲۱	./۰۲
		۵	./۳۹	./۱۵	۷/۲۷	./۰۳		۵	./۴۶	./۲۱	۷/۰۱	./۰۱
Stipa hohenackeriana	۱×۱	۱	./۱۳	./۰۱	۳/۱۲	./۴۸	۲×۲	۱	./۱۷	./۰۳	۲/۰۳	./۳۵
		۲	./۲۲	./۰۴	۳/۲۶	./۲۴		۲	./۲۶	./۰۶	۱/۹۹	./۱۶
		۳	./۳۱	./۱	۱/۹۶	./۰۶		۳	./۳۸	./۱	۱/۷۶	./۰۵
		۴	./۳۳	./۱	۱/۹۴	./۰۶		۴	./۴	./۱۶	۶/۶۶	./۰۲
		۵	./۳۸	./۱۴	۵/۹۷	./۰۳		۵	./۴۴	./۱۹	۷/۰۴	./۰۱

جدول ۴- الگوی پراکنش گونه‌های غالب سه سایت با استفاده از آزمون‌های آماری

گونه گیاهی	توزیع			الگوی پراکنش
	دوجمله‌ای منفی	دوجمله‌ای مثبت	پواسون	

	sign	df	X2	sign	df	X2	sign	df	X2	
تصادفی	./۰۰	۲۹	۵۶/۴۴	./۷	۲۹	۱۳/۳۷	./۲۱	۲۹	۱۳/۸۸	Cousinia bakhtiarica
تصادفی	./۰۰	۲۹	۵۳/۷۱	./۲۷	۲۹	۱۶/۵۴	./۳۳	۲۹	۱۰/۷۱	Gundellia turnefortii
تصادفی به سمت یکنواخت	./۰۶	۲۹	۲۶/۰۳	./۱	۲۹	۲۸/۶۵	./۲۸	۲۹	۱۵/۱۴	Scariolla orientalis
کپه‌ای شدید	./۱۲	۲۹	۱۱/۱۵	./۳۲	۲۹	۱۵/۱۸	./۰۰	۲۹	۵۴/۱۲	Phlomis olivieri
یکنواخت	./۴۸	۲۹	۲۵/۱۳	./۰۳	۲۹	۴۱	./۶۵	۲۹	۱۶	Astragalus adscendence
یکنواخت کامل	./۵۷	۲۹	۲۱/۷۳	./۰۰	۲۹	۵۳/۰۲	./۸۳	۲۹	۸/۹۲	Dafnea macronata
یکنواخت	./۶	۲۹	۱۷	./۰۵	۲۹	۴۳	./۳۶	۲۹	۲۸/۴۱	Agropyron trichophorum
کپه‌ای	./۱۳	۲۹	۱۰/۸۹	./۱	۲۹	۱۲/۱۷	./۰۴	۲۹	۴۹/۸۱	Mellica persica
کپه‌ای ضعیف	./۱	۲۹	۱۳	./۵۶	۲۹	۲۲/۹۸	./۰۸	۲۹	۴۴/۷۱	Stipa hohenackeriana

بحث

همان‌طور که دیده می‌شود نتایج حاصل از بررسی ضریب همبستگی گونه‌های غالب هر سایت با شاخص NDVI و سطح معنی‌داری آنها در جدولهای ۱ تا ۳ آورده شده‌اند. در تمام گونه‌ها، میزان ضریب همبستگی از سمت روش ۱ با یک پلات به سمت روش ۵ با پنج پلات افزایش پیدا می‌کند. همچنین در کل گونه‌ها، ضریب همبستگی کوادرات‌های ۴ مترمربعی از کوادرات ۱ مترمربعی متناظر خود به دلیل افزایش نسبت سطح نمونه به سطح پیکسل بیشتر است که به‌طبع میزان معنی‌داری آنها نیز به همین ترتیب است. پیکسل‌های زمینی سنجنده لندست ۳۰ متر در ۳۰ متر یعنی ۹۰۰ مترمربع می‌باشند. در روش ۱ که از یک کوادرات در وسط پیکسل استفاده شده است، نسبت سطح کوادرات به سطح کل پیکسل بسیار کم بوده، درنتیجه یک کوادرات نمی‌تواند نماینده خوبی از سطح پیکسل باشد که ضرایب همبستگی در استفاده یک پلات در هر دو سطح (۴ و ۱ مترمربعی) و در کل گونه‌ها، معنی‌دار نمی‌باشد و استفاده از آن به هیچ عنوان توصیه نمی‌شود. با افزایش تعداد پلات به دو، نخست سطح نمونه‌برداری افزایش پیدا کرده و درثانی این سطح استفاده شده تقسیم شده و با فاصله مستقر گردیده است. با نگاهی به نتایج مندرج در جدول‌ها، می‌بینیم که در بیشتر گونه‌ها بجز *Astragalus adscendense*، *Dafnea macronata* و *Agropyron trichophorum* ضرایب همبستگی با استفاده دو پلات نیز معنی‌دار نشده‌است. اگر به نتایج حاصل از تعیین الگوی پراکنش در جدول ۴ توجه شود، دیده می‌شود که این سه گونه دارای الگوی پراکنش یکنواخت می‌باشند و این بدان معنی است که پایه‌های گیاهی این گونه‌ها با فاصله نسبتا یکسان و بصورت تقریبا یکنواخت در سراسر پیکسل پراکنده شده‌اند. به همین دلیل دو پلات توانسته نماینده کل سطح پیکسل باشد. اما تفاوت نتیجه کوادرات ۱ مترمربعی نسبت به ۴ مترمربعی کاملا مشهود است. کوادرات ۱ مترمربعی نتوانسته پلات سایز خوبی برای دو گونه *Astragalus* و *Dafnea* باشد، زیرا این دو گونه از نظر اندازه بزرگ بوده و ممکن است دلیل معنی‌دار نبودن ضریب همبستگی با کوادرات یک مترمربعی، همین باشد. در حالی که ضریب همبستگی گونه *Agropyron* در استفاده هر دو پلات معنی‌دار شده است. ولی معنی‌داری در حالت ۴ مترمربعی نسبتا بیشتر است.

با افزایش تعداد پلات به عدد سه و استقرار آنها مطابق شکل ۱ (روش ۳) نتایج کاملا فرق خواهد کرد. زیرا به دلیل افزایش نسبت سطح نمونه‌برداری به سطح پیکسل، در بیشتر گونه‌ها ضریب همبستگی درصد پوشش با NDVI معنی‌دار می‌باشد. البته گونه‌های *Stipa*، *Phlomis* و *Mellica* از این نظر مستثنا هستند. این سه گونه دارای الگوی پراکنش کپه‌ای

هستند (جدول ۴). به‌طوری‌که پایه‌های گونه *Stipa* کپه‌های ضعیفی را در سطح رویشگاه خود تشکیل می‌دهند، با وجود اینکه کوادرات با تعداد سه در سطح پیکسل مستقر شده است ولی نتوانسته به خوبی و در سطح بالایی نماینده کل پیکسل باشد. یعنی ضریب همبستگی، زیاد بالا نیست. گونه‌های *Phlomis* و *Mellica* از این نظر وضعیت بدتری دارند. به‌طوری‌که گونه *Mellica* با الگوی کپه‌ای و *Phlomis* با الگوی کپه‌ای شدید، سه پلات به هیچ عنوان نتوانسته نماینده خوبی از کل پیکسل باشد.

در نهایت گونه‌های با الگوی پراکنش کپه‌ای توانسته نتایج قابل قبول‌تری را ارائه دهد. به دلیل افزایش میزان سطح نمونه‌گیری، به میزان قابل توجهی معنی‌داری ضرایب همبستگی بخصوص در روش ۵ افزایش پیدا کرده است.

با توجه به نتایج مشاهده شده، عوامل زیر در انتخاب تعداد نمونه، سطح آن و چگونگی آرایش آنها در داخل پیکسل‌ها تأثیرگذارند:

۱. نوع الگوی پراکنش گونه‌ها در سطح پیکسل و در سطح رویشگاه، ۲. بزرگی و کوچکی بوته‌های گونه گیاهی، ۳. با توجه به هدف از کار و امکانات در دسترس، تا چه حد ضریب همبستگی قابل قبول است.

در رویشگاه ۱ گونه‌های *Gundellia*، *Scariolla*، *Cousinia* و *Phlomis* غالب می‌باشند که سه گونه اولی دارای الگوی تصادفی و گونه چهارم به صورت کپه‌ای شدید در سطح رویشگاه پراکنش دارد. اگر گونه *Phlomis* دارای درصد ترکیب قابل توجه نبوده و گونه‌ای مهم برای اهداف کار نباشد، حداقل سه پلات ۱×۱ (و ۲×۲ در صورت طاقت کارشناس) با روش بکاربرده‌شده در این تحقیق برای بدست آوردن نتیجه مطلوب لازم می‌باشد. در صورت مهم بودن گونه با پراکنش کپه‌ای باید تعداد پلات را به ۵ و پراکنش مناسب افزایش داد.

در رویشگاه ۲ با گونه‌های غالب *Astragalus* و *Dafnea* با الگوی یکنواخت و اندازه بزرگ بوته‌ها، طبق نتایج مشاهده شده حداقل دو پلات ۲×۲ لازم می‌باشد. اگر میزان همبستگی بیشتری مورد نیاز باشد باید تعداد پلات را به تعداد سه افزایش داد.

در رویشگاه ۳ با گونه‌های غالب *Agropyron*، *Mellica* و *Stipa* وضعیت به صورتی دیگر است. دو گونه *Mellica* و *Stipa* بصورت کپه‌ای و *Agropyron* بصورت یکنواخت پراکنده شده‌اند که درجه کپه‌ای بودن دو گونه متفاوت است. با توجه به درصد ترکیب و درصد اهمیت آنها می‌توان نسبت به انتخاب تعداد نمونه تصمیم گرفت. اگر گونه *Mellica* اهمیت و درصد ترکیب کمتری داشته باشد، حداقل سه پلات ۱×۱ مناسب و در غیر اینصورت حداقل چهار پلات مناسب است.

Amiri (۲۰۱۰) به بررسی درصد پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های سنجش از دور در مناطق نیمه‌خشک مرکزی ایران پرداخت. او تمام شاخص‌های گیاهی سنجش از دور را استفاده از تصاویر آستر بدست آورد. از میان کل شاخص‌ها، شاخص NDVI دارای بیشترین همبستگی بود که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد. همچنین Rondeaux و همکاران (۱۹۹۶) همبستگی شاخص NDVI را با پوشش گیاهی ۵۸/۶۳ بدست آوردند.

در کل بجز نمونه‌گیری تک پلاتی، همبستگی درصد پوشش با NDVI معنی‌دار می‌باشد که با نتایج (Amiri, 2010 و Sepehri & Motaghi, 2002) همخوانی دارد.

نکته‌ای که باید توجه کرد، اینکه به هیچ عنوان استفاده تنها از یک پلات داخل پیکسل‌ها توصیه نمی‌شود، باید آگاهی کافی از گونه‌های غالب سطح رویشگاه از نظر پراکنش داشت و در صورت آگاهی نداشتن، چه‌بسا نتایج غیر قابل قبولی ارائه گردد. با توجه به نتایج و بدون توجه به الگوهای پراکنش، در هر پیکسل حداقل ۳ پلات ۱×۱ توصیه می‌شود که نتایج خوبی بدست آید.

منابع مورد استفاده

-Amiri, F., 2010. Using remote sensing data for vegetation cover assessment in semi-arid rangelands of center province of Iran. Would Applied Sciences Journal, 11(12): 1537-1546.

-Arzani, H., 1989. Assessment relation of canopy cover, foliage and basal with rangeland production. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, Tehran

University, Iran.
-Arzani, H., 1997. Application landsat data to estimate production and vegetation cover. Iran Natural Resources Journal, 50(1):11-21.
-Bonham, C. D., 1989. Measurment for terrestrial vegetation. John wily and sons, Newyork, USA. 338p.
-Hadian, F., Jafari, R., Bashari, H and Soltani, S., 2011. Assessment vegetation indices to study Rangelands community in Semirom, Esfahan. Rangelands Journal. 5: 420-429.
Leeuwen, W. J.D. and Huete, A. R., 1996. Effects of standing litter on the biophysical interpretation of plant canopies with spectral indices. Remote Sensing of Environment, 55:123-138
-Lillesand, M. T., Klefer, W. R. and chipman, N. J., 2008. Rmote sensing and image interpretation. John Wiley and Sons, Inc, New York.
-Moghadam, M. R., 2006. Range and range management in Iran. Tehran University press. Iran, 413p.
-Rondeaux, G., Steven, M. and Baret, F., 1996. Optimization of soil-adjusted vegetation indices. Remote Sensing of Environment, 55:98-107.
-Sepehri, A. and Motaghi, M. R., 2002. Application vegetation indices TM to estimate plant cover percent of Jahan-Nama Rangelands, Gorgan province. Iranian Journal of Natural Resources Journal, 55(2): 251-259.
Thorp, K. R., French, A. N. and Rango., A, 2013. Effects of image spatial and spectral characteristics on mapping semiarid rangelands vegetation using multiple end member spectral mixture analysis (MESMA). Remote Sensing of Environment Journal, 132: 120- 130.

Comparison of layout, number and dimensions of ground samples within 30 × 30 pixels of Landsat 8 to determine the correlation between canopy cover percentage of dominant species in three sites with NDVI index

J. Imani[1*], A. Ebrahimi[2], P. Tahmasebi[2] and B. Gholinejad[4]

1-Corresponding author, Ph.D. Candidate of Rangeland Science, Faculty of Natural Resources and Geosciences, Shahr-e-Kord University, Iran, Email: Imany22@gmail.com

2-Associate Professor, Faculty of Natural Resources and Geosciences, Shahr-e-Kord University, Iran

3-Assistant Professor, Faculty of Natural Resources, Kurdistan University, Sanandaj, Iran

Received:2/15/2016 Accepted:7/1/2016

Abstract

The use of satellite data is one of the proper methods, which makes studying ecosystems less costly. This research was carried out to determine the correlation among the vegetation cover of dominant species in three sites with the NDVI index. For this purpose, a study was conducted on three different vegetation types. In each region, a range was determined for sampling. Then, within this range and in the horizontal direction, 30 sampling units of 30 x 30 m were selected along three 900-meter transects in a random-systematic manner. In each sampling unit, nested quadrates with dimensions of 1 × 1, 2 × 2 m were placed. In order to prevent geometric errors, the 900-meter ranges were 60 meters apart. Within each sampling unit, geographic coordinates were recorded with GPS. The number of individuals and canopy cover percentage of dominant species were recorded separately in the plots. Then, the correlation of canopy cover percentage with NDVI index was obtained by processing Landsat 8 images. The distribution pattern was also determined using species density data. The results showed that in all species, the correlation coefficient of NDVI index was higher in the plots with higher area. Also, the correlation coefficient with one quadrat increased towards five quadrats. Due to the lack of high correlation between the total canopy cover percentage of a quadrat and the NDVI index, the use of one quadrat inside the pixel is not recommended in any way. Selecting the type of sampling depends on distribution pattern and species size as well as access to facilities and correlation coefficient acceptability. For species with clumped distribution, more quadrats are needed with proper distribution inside the pixel on the ground, so that sampling could be a good representation of the total pixel. In uniform distribution, fewer samples are needed since the whole pixel is the same in terms of plant growth.

Keywords: Canopy cover percentage, ground sampling, Landsat satellite, NDVI index, Choghakhor dam.