فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۵، شماره ۱، صفحه ۱۶۹-۱۵۲ (۱۳۹۷)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijrdr.2018.116233

مقایسه دو شاخص NDVI و SAVI در سه جامعه گیاهی مختلف با شدت نمونه‌برداری متفاوت (مطالعه موردی: مراتع اطراف تالاب چغاخور چهارمحال و بختیاری)

جمال ایمانی[1*]، عطاالله ابراهیمی[2]، بهرام قلی‌نژاد[3] و پژمان طهماسبی[2]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری 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: ۹۵/۳/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۲۵

چکیده

شناخت و ارزیابی اکوسیستم مرتعی اولین گام در مدیریت این منابع به‌شمار می‌آید. بدون آگاهی از وضعیت و شرایط مرتع نمی‌توان هیچگونه برنامه مدیریتی برای آن تدوین کرد. بدین‌منظور سه سایت با گیاهان غالب متفاوت برای نمونه‌گیری از پوشش و تولید انتخاب شد. در داخل هر سایت، ۳۰ واحد نمونه‌برداری ۹۰۰ مترمربعی در امتداد ۳ ترانسکت تعیین شده و قطعات نمونه در این واحدها مستقر گردید. شاخص‌های NDVI و SAVI پس از اصلاحات و پردازش از تصاویر لندست ۸ استخراج گردید و میزان همبستگی آنها با درصد پوشش و تولید هر سایت بدست آمد. نتایج مبنی بر معنی‌دار بودن همبستگی شاخص‌ها با درصد پوشش و تولید با کاربرد تعداد و ابعاد مناسب قطعه نمونه در هر سه سایت بود. در هر سایت، شاخص NDVI با فرم رویشی که غالب است بیشترین همبستگی را دارد، در حالیکه شاخص SAVI اثر خاک زمینه را کاهش داده و بازتاب گیاهان با درصد پوشش کمتر را بیشتر نشان می‌دهد. دلیل چنین حالتی به فرمول SAVI مربوط است و طبق فرمول این شاخص، پوشش کمتر ضریب بالاتری نسبت به پوشش زیاد می‌گیرد و مشاهده می‌گردد که این شاخص توانسته اثر خاک زمینه را کاهش دهد. پهن‌برگان علفی به دلیل ساختار گیاه و پربرگ بودن و به‌طبع آن بازتاب بیشتر، دارای بیشترین همبستگی با شاخص NDVI بودند.

واژه‌های کلیدی: سد چغاخور، شاخص NDVI و SAVI، درصد پوشش، تولید.

مقدمه

شناخت و ارزیابی اکوسیستم مرتعی اولین گام در مدیریت این منابع به‌شمار می‌آید. شناخت منابع مذکور در مرحله پایه، خود مبتنی بر پیمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های زمینی است. اما گستردگی این منابع به‌ویژه اراضی مرتعی عامل محدود کننده‌ای در اندازه‌گیری مستقیم و صحرایی به‌شمار می‌آید. از این‌رو شناخت روش‌های سریع و دقیق با کمترین هزینه برای آنالیز و ارزیابی مراتع حائز اهمیت می‌باشد. این نکته‌ای است که تقریباً تمامی متخصصان مرتبط با علوم مرتع بر آن تأکید دارند. Cottam Curtis و همکاران (۱۹۵۳) زمان لازم به نمونه کافی را مهمترین فاکتور در امر ارزیابی معرفی کرده‌اند.

Archive of SID
www.SID.ir

Pickup (۱۹۸۹) و Moleele و همکاران (۱۹۹۷) بیان کردند که کاربرد روش‌های معمول و متداول برای برآورد تاج پوشش گیاهی و فراوانی در مراتع مناطق خشک و نیمه‌خشک مستلزم صرف وقت و هزینه فراوان است. روش‌های معمول و متداول برای بررسی پوشش گیاهی نیازمند اخذ نمونه فراوان از جامعه است. با این حال، نتایج حاصل محدود به نقاط نمونه‌برداری است که معمولاً به نادرستی، درون‌یابی یا برون‌یابی شده‌اند تا به تمام عرصه مورد تحقیق تعمیم داده شوند (Moleele *et al*., 2001). با توجه به موارد فوق، در آنالیز و ارزیابی مراتع، نیاز به اطلاعات جامع و جدید برای مدیریت و برنامه‌ریزی هستیم. طبیعی است برای این مهم هزینه و نیروی انسانی بسیار زیادی لازم است که یکی از راه‌های رسیدن به این اهداف استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای است. داده‌های ماهواره‌ای به دلیل داشتن مزایایی ازجمله پوشش وسیع و تکراری، صرفه‌جویی در وقت، کاهش هزینه و به‌روز بودن اطلاعات، کاربردهای زیادی را در بررسی‌های کمی و کیفی پوشش گیاهی دارد (Pickup & Chewing, 1993).

داده‌های ماهواره‌ای بخشی از طیف الکترومغناطیسی بازتابیده شده از پدیده‌های زمینی می‌باشد که توسط سنجنده‌های فضایی ثبت می‌گردد، به‌هرحال 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 تاج پوشش گیاهی از یکسو و باندهای منفرد طیفی یا نسبت‌های آنها که اصطلاحاً شاخص‌های گیاهی نامیده می‌شوند از سوی دیگر برقرار گردد.

Anderson و همکاران (۱۹۹۳) بیان کردند که شاخص‌های گیاهی نسبت به پوشش گیاهی واکنش‌های متفاوتی را نشان می‌دهند که بیان کمی این روابط مشکل می‌باشد، زیرا این روابط تحت تأثیر عواملی مانند زاویه تابش خورشید، جذب اتمسفری، بازتاب پدیده‌های سایه و مراحل رشد گیاهی قرار گرفته و تغییرپذیر می‌باشد.

با توجه به اکوسیستم پیچیده، مناطق خشک و نیمه‌خشک و ناهمگنی موجود در عرصه مراتع مانند تنوع پوشش گیاهی، توپوگرافی، تغییرات مکانی زیاد در مقیاسی کوچک‌تر از قدرت تفکیک مکانی داده‌های ماهواره‌ای (Duncan *et al*., 1993)، پایین بودن میزان پوشش و تولید و از همه مهمتر ترکیب عواملی مانند سنگ و سنگریزه، خاک، لاشبرگ و ... در بازتاب طیفی ثبت شده توسط سنجنده‌های ماهواره‌ای، حصول نتایج متفاوت دور از انتظار نمی‌باشد (Moleele *et al*., 2001).

همان‌طور که گفته شد، نبود امکانات و سرمایه کافی اجازه بررسی کل سطح مراتع را به صورت برداشت زمینی نمی‌دهد. همچنین استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، نیازمند نمونه‌برداری زمینی می‌باشد. نمونه‌برداری زمینی با چه مقیاس و روشی انجام شود که بیشترین همبستگی را با داده‌های ماهواره‌ای داشته باشد نیز از مسائل و چالش‌های پیش‌روی کارشناسان و ارزیابان عرصه‌های مرتعی می‌باشد. زیرا بدون نمونه زمینی نمی‌توان تنها با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای میزان فاکتورهای مرتعی از قبیل درصد پوشش و تولید گیاهان را بدست آورد.

بنابراین در این تحقیق ضمن مقایسه میزان همبستگی درصد تاج‌پوشش و تولید با دو شاخص گیاهی NDVI و SAVI، دو روش مختلف نمونه‌برداری با اندازه متفاوت قطعه نمونه مورد بررسی قرار گرفته است و این فرضیه که آیا شدت نمونه‌برداری زمینی چطور می‌تواند در نتایج نهایی ارزیابی و برآورد درصد پوشش و تولید گیاهان مرتعی با داده‌های ماهواره‌ای تأثیر داشته باشد پاسخ داده شده است. همچنین به دلیل انجام تحقیق در سه تیپ گیاهی با گیاهان غالب و درصد پوشش متفاوت، سعی شده که تأثیر نوع گیاهان، درصد آنها و درصد پوشش خاک نیز بر دو شاخص مذکور مورد بررسی قرار گیرد.

Archive of SID

www.SID.ir

مواد و روش

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 نیمه استپی است. این منطقه در عرض جغرافیایی ۹۴ َ۹۴ ْ۳۱ تا ً۹۸ َ۰۰ ْ۳۲ شمالی و طول جغرافیایی ً۵۰ َ۸۵ ْ۵۰ تا ً۲۰ َ۸۷ ْ۵۰ شرقی قرار گرفته است. متوسط بارندگی سالانه حدود ۴۵۰ میلی‌متر گزارش شده است. به‌طور کلی، وضعیت مراتع به دلیل وابستگی زیاد دام به آن در شرایط فقیری می‌باشد و گونه‌های خاردار غالب شده‌اند.

سه سایت با پوشش گیاهی غالب متفاوت در این منطقه مورد بررسی قرار گرفت که مشخصات پوشش گیاهی این سه سایت به این صورت است:

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

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

سایت ۲ 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.

سایت ۳ 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 virgata, Cynedon dactylon

جمع‌آوری داده‌های زمینی

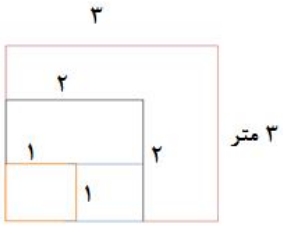
الف) استقرار شبکه نمونه‌برداری و انتخاب قطعه نمونه‌ها در طول ترانسکت: در هر منطقه محدوده‌ای برای نمونه‌برداری مشخص شد، سپس داخل این محدوده و در جهت افقی (شیب نسبتا ثابت)، ۳۰ قطعه نمونه به ابعاد ۳۰×۳۰ متر (برای دربرگرفتن حداقل یک پیکسل ۳۰×۳۰ متر در سنجده لندست) در امتداد سه ترانسکت ۹۰۰ متری با فاصله افقی ۶۰ متر از هم و ارتفاع متفاوت (در امتداد هر ترانسکت ۱۰ قطعه نمونه) انتخاب گردید (به این صورت که نقطه اول به صورت تصادفی و بقیه نقاط با فاصله یکسان (سیستماتیک). در هر واحد نمونه‌برداری، دو روش مختلف نمونه‌برداری با ابعاد قطعه نمونه ۱×۱، ۲×۱، ۲×۲ و ۳×۳ متر و به‌روش قطعه نمونه‌های تودرتو انجام شد (شکل ۱). تعداد ۳ و ۶ قطعه نمونه تودرتو از هریک از ابعاد به‌ترتیب در روش اول و دوم نمونه‌برداری در قطعه نمونه ۹۰۰ مترمربعی (۳۰×۳۰ متر) مستقر شد. به‌منظور جلوگیری از ایجاد خطای هندسی، محدوده‌های ۹۰۰ مترمربعی دارای فاصله ۶۰ متر از همدیگر بودند (شکل ۲ و ۳).

ب) **اندازه‌گیری و ثبت تاج پوشش گونه‌های گیاهی:** در داخل هر قطعه نمونه درصد پوشش گونه‌ها در سه گروه بوته‌ای‌ها، گندمیان و فوربها تخمین زده شد.

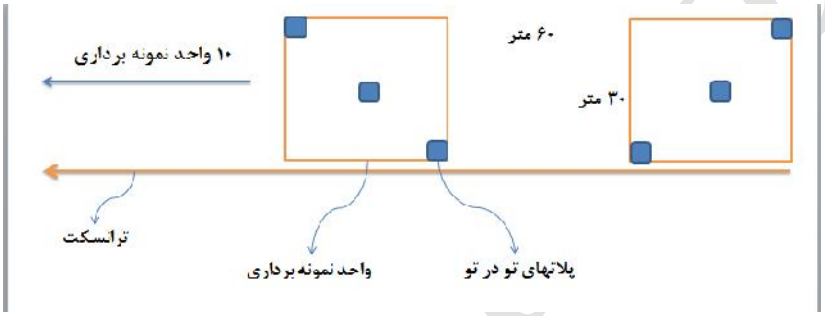
ج) **اندازه‌گیری و ثبت تولید گیاهی:** از آنجا که قطع و توزین تولید گونه‌ها در تمامی قطعه نمونه‌ها مستلزم صرف وقت و هزینه زیاد می‌باشد، برای اندازه‌گیری تولید از روش قطع و توزین توأم با نمونه‌گیری مضاعف استفاده گردید. بدین‌ترتیب که تاج پوشش گونه‌های

Archive of SID
www.SID.ir

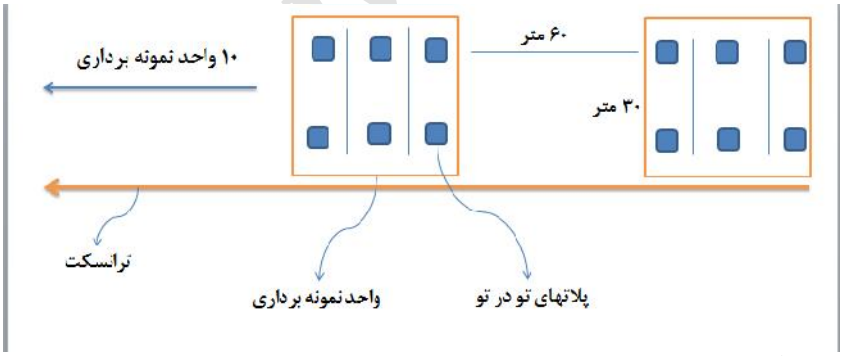
گیاهی در تمامی قطعه نمونه‌ها اندازه‌گیری شده ولی تولید گونه‌های گیاهی در ۲۵ درصد از قطعه نمونه‌ها قطع و توزین شد، سپس با استفاده از رابطه رگرسیونی بین تاج پوشش گیاهی و تولید قطعه نمونه‌های قطع و توزین شده، تولید گونه‌های گیاهی در تمام قطعه نمونه‌ها برآورد گردید.



شکل ۱- نحوه استفاده از قطعه نمونه‌های تودرتو برای برآورد مقادیر پوشش گیاهی و تولید در عرصه



شکل ۲- نحوه آرایش قطعه نمونه‌های تودرتو داخل واحدهای نمونه‌برداری در روش نمونه‌برداری با ۳ قطعه نمونه



شکل ۳- نحوه آرایش قطعه نمونه‌های تودرتو داخل واحدهای نمونه‌برداری در روش نمونه‌برداری با ۶ قطعه نمونه

پردازش داده‌های زمینی

- پردازش داده‌های مربوط به پوشش گیاهی

اطلاعات مربوط به پوشش به هریک از فرم‌های رویشی (گندمیان، فورب‌ها و بوته‌ای‌ها) مربوط به هر یک از ترانسکت‌ها با انجام یک سلسله محاسبات تلخیص شده و میانگین درصد تاج پوشش گونه‌های گیاهی تعیین گردید.

- پردازش داده‌های مربوط به تولید گیاهی

در این تحقیق اندازه‌گیری تولید از طریق اطلاعات پوشش گیاهی در قالب روش نمونه‌گیری مضاعف انجام گردید. از آنجا که داده‌های مربوط به تولید در ۲۵ درصد از

www.SID.ir

قطعه نمونه‌ها اندازه‌گیری شد، با محاسبه رابطه بین درصد پوشش گیاهی و تولید در این قطعه نمونه‌ها، تولید گیاهی مربوط به قطعه نمونه‌هایی که در آنها فقط درصد تاج پوشش اندازه‌گیری شده بود، محاسبه گردید.

پردازش داده‌های ماهواره‌ای

– بررسی کیفیت و تصحیح هندسی داده‌ها

داده‌های حاصل از سنجنده‌های ماهواره‌ای که به زمین مخابره می‌شوند به‌عنوان داده‌های خام معروفند و معمولا دارای ناهنجاری‌های هندسی و رادیومتری می‌باشند که لازم است قبل از استفاده در تجزیه‌وتحلیل‌ها مورد تصحیح قرار گیرند. به دلیل استفاده از تصویر لندست ۸، تصحیح هندسی لازم نشد. در این تحقیق تصویر سنجنده TM لندست ۸ منطبق با زمان نمونه‌برداری (خرداد ۹۳) استفاده شد.

– 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 شده و معمولا شاخص‌های گیاهی 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 (Arzani *et al*., 2008; Bebahani *et al*., 2010; Pairanj *et al*., 2011; Hosseini *et al*., 2007; Sepehri *et al*., 2002. Farzadmehr *et al*., 2004). محققان شاخص‌های مختلفی را برای حذف و یا کاهش اثرات بازتاب خاک زمینه ابداع کرده‌اند که به گروه شاخص‌های فاصله –پایه معروفند. هدف اصلی این شاخص‌ها حذف اثر بازتاب خاک در مواردی است که پوشش گیاهی تنک بوده و پیکسل‌ها مخلوطی از پوشش سبز و خاک زمینه می‌باشد که در منطقه مورد مطالعه اهمیت ویژه‌ای دارد. شاخص‌های گیاهی طرح‌های تغییر یافته ریاضی برای برآورد توزیع طیفی پوشش گیاهی برای مشاهدات چند طیفی است. در بیشتر این شاخص‌ها از ترکیب، باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک استفاده می‌شود.

شاخص‌های مورد استفاده

– شاخص گیاهی تفاوت نرمال شده NDVI

این شاخص توسط Rouse و همکاران (۱۹۷۴) معرفی شد که پوشش گیاهی سبز را از خاک زمینه جدا می‌کند.

NDVI=(IRS3-IRS2)/(IRS3+IRS2)

– شاخص پوشش گیاهی تعدیل شده بر حسب خاک SAVI :

این شاخص توسط Huete (۱۹۸۴) با هدف حداقل کردن اثرات خاک زمینه در انعکاسات پوشش گیاهی پیشنهاد شد، این شاخص از طریق زیر محاسبه می‌شود:

SAVI=((IRS3-IRS2)/(IRS3+IRS2+L))(1+L)

L: فاکتور تعدیل کننده اثر خاک است. مقدار آن برای پوشش تنک برابر ۱ و برای پوشش متوسط برابر ۵/. و اما برای پوشش انبوه یا صفر و یا ۲۵/. در نظر گرفته نمونه‌های. هدف از ایجاد این شاخص، حذف اثر تیرگی خاک می‌باشد.

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

ابتدا ارزش‌های طیفی هریک از باندهای اصلی و باندهای مصنوعی (شاخص‌های گیاهی) در محل قطعات نمونه استخراج و نمونه‌ها و ارزش‌های طیفی استخراج شده به همراه داده‌های زمینی مربوط به پوشش و تولید گیاهی به نرم‌افزار SPSS منتقل گردیده و رابطه بین مشخصه‌های گیاهی اندازه‌گیری شده در قطعه نمونه‌ها و ارزش‌دهی طیفی متناظر (شاخص‌ها) به روش رگرسیون مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۱- نتایج حاصل از آنالیز همبستگی درصد تاج پوشش و تولید فرم‌های مختلف رویشی با شاخص‌های گیاهی در سایت ۱ با تعداد ۳ قطعه نمونه در هر واحد نمونه‌برداری ۳۰ در ۳۰ متر

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI	
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
گراس	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–	۰/۱۶	۰/۰۱۶	–
		۱×۲	۰/۱۸	۰/۰۳۲	–	۰/۱۶	۰/۰۱۶	–
		۲×۲	۰/۳۷	۰/۱۳	۵	۰/۲۷	۰/۰۷۲	۱۰
		۳×۳	۰/۴۰	۰/۱۶	۵	۰/۳۸	۰/۰۱۴	۵
	تولید	۱×۱	۰/۱۰	۰/۰۱	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۱×۲	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–
		۲×۲	۰/۳۲	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۴	۰/۰۵۷	–
		۳×۳	۰/۳۸	۰/۰۱۴	۵	۰/۳۴	۰/۱۱	۱۰
پهن‌برگان	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–	۰/۲	۰/۰۲۲	–
		۱×۲	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۳۸	۰/۱۴	۵
		۲×۲	۰/۴۲	۰/۱۷	۵	۰/۵۲	۰/۲۷	۱
		۳×۳	۰/۴۵	۰/۲	۱	۰/۵۲	۰/۲۷	۱
	تولید	۱×۱	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–
		۱×۲	۰/۲۷	۰/۰۷۲	۱۰	۰/۳۱	۰/۰۹۶	۱۰
		۲×۲	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۴۶	۰/۲۱	۱
		۳×۳	۰/۳۷	۰/۱۳	۵	۰/۴۸	۰/۲۳	۱
بوته‌ای	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۶	۰/۰۲۵	–	۰/۱۴	۰/۰۱۹	–
		۱×۲	۰/۲۷	۰/۰۷۲	۱۰	۰/۱۶	۰/۰۲۵	–
		۲×۲	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰
		۳×۳	۰/۳۴	۰/۱۱	۱۰	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰
	تولید	۱×۱	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۱×۲	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۲×۲	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰	۰/۲۱	۰/۰۴۴	–
		۳×۳	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۳	۰/۰۵۲	–

Archive of SID

www.SID.ir

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI		
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
یکساله	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–
		۱×۲	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۲۰	۰/۰۴	–
		۲×۲	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰
		۳×۳	۰/۳۹	۰/۱۵	۵	۰/۳۸	۰/۰۱۴	۵
	تولید	۱×۱	۰/۱۰	۰/۰۱	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۱×۲	۰/۱۸	۰/۰۳۲	–	۰/۱۴	۰/۰۱۹	–
		۲×۲	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰	۰/۲۳	۰/۰۵۲	–
		۳×۳	۰/۳۲	۰/۰۹	۱۰	۰/۳۲	۰/۱	۱۰
کل	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۴	۰/۰۱۹	–	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–
		۱×۲	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۲۲	۰/۰۴۸	–
		۲×۲	۰/۳۶	۰/۱۲	۵	۰/۳۳	۰/۱	۱۰
		۳×۳	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۳۵	۰/۱۲	۵
	تولید	۱×۱	۰/۱۰	۰/۰۱	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۱×۲	۰/۲۲	۰/۰۴۸	–	۰/۱۷	۰/۰۲۸	–
		۲×۲	۰/۳۲	۰/۱	۱۰	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰
		۳×۳	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۳۱	۰/۰۹۶	۱۰

جدول۲- نتایج حاصل از آنالیز همبستگی درصد تاج پوشش و تولید فرم‌های مختلف رویشی با شاخص‌های گیاهی در سایت ۱ با تعداد ۶ قطعه نمونه در هر واحد نمونه‌برداری ۳۰ در ۳۰ متر

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI		
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
گراس	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۲۲	۰/۰۳۶	–	۰/۱۹	۰/۰۳۶	–
		۱×۲	۰/۳۷	۰/۰۱۳	۵	۰/۲۵	۰/۰۶۷	۱۰
		۲×۲	۰/۴۱	۰/۱۶	۵	۰/۳۸	۰/۰۱۴	۵
		۳×۳	۰/۴۱	۰/۱۶	۵	۰/۳۹	۰/۱۵	۵
	تولید	۱×۱	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–
		۱×۲	۰/۳۳	۰/۱۱	۱۰	۰/۲۱	۰/۰۴۴	–
		۲×۲	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۳۳	۰/۱	۱۰

Archive of SID

www.SID.ir

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI	
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	معنی داری (درصد)
پهن برگان	درصد تاج پوشش	۳×۳	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۳۳	۱۰
		۱×۱	۰/۳۶	۰/۱۲	۵	۰/۴۴	۱
		۱×۲	۰/۴۰	۰/۱۶	۵	۰/۵۱	۱
		۲×۲	۰/۴۶	۰/۲۱	۱	۰/۵۱	۱
		۳×۳	۰/۴۶	۰/۲۱	۱	۰/۵۳	۱
	تولید	۱×۱	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰	۰/۳۷	۵
		۱×۲	۰/۳۵	۰/۱۲	۵	۰/۴۴	۵
		۲×۲	۰/۴۱	۰/۱۶	۵	۰/۴۵	۱
		۳×۳	۰/۴۰	۰/۱۶	۵	۰/۴۶	۱
بوته‌ای	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۶	۰/۰۲۵	–	۰/۱۶	۰/۰۲۵ –
		۱×۲	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰	۰/۲۵	۰/۰۶۲ ۱۰
		۲×۲	۰/۳۲	۰/۱	۱۰	۰/۳۱	۰/۰۹۶ ۱۰
		۳×۳	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۳۱	۰/۰۹۶ ۱۰
	تولید	۱×۱	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–	۰/۱۱	۰/۰۱۲ –
		۱×۲	۰/۱۹	۰/۰۳۶	–	۰/۱۹	۰/۰۳۶ –
		۲×۲	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۶	۰/۰۶۷ ۱۰
		۳×۳	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰	۰/۲۵	۰/۰۶۲ ۱۰
یکساله	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۳۳	۰/۱ ۱۰
		۱×۲	۰/۳۵	۰/۱۲	۵	۰/۳۵	۰/۱۲ ۵
		۲×۲	۰/۴۲	۰/۱۷	۵	۰/۳۵	۰/۱۲ ۵
		۳×۳	۰/۴۱	۰/۱۶	۵	۰/۳۷	۰/۱۳ ۵
	تولید	۱×۱	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰	۰/۳۰	۰/۰۹ ۱۰
		۱×۲	۰/۳۲	۰/۱	۱۰	۰/۳۲	۰/۱ ۱۰
		۲×۲	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۳۱	۰/۱ ۱۰
		۳×۳	۰/۳۹	۰/۱۳	۵	۰/۳۵	۰/۱۲ ۱۰
کل	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰	۰/۳۰	۰/۰۹ ۱۰
		۱×۲	۰/۳۶	۰/۱۲	۵	۰/۳۳	۰/۱ ۱۰
		۲×۲	۰/۴۰	۰/۱۶	۵	۰/۳۷	۰/۱۳ ۵
		۳×۳	۰/۳۹	۰/۱۵	۵	۰/۳۷	۰/۱۳ ۵
	تولید	۱×۱	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۲۴	۰/۰۵۷ –
		۱×۲	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۸	۰/۰۷۸ ۱۰
		۲×۲	۰/۳۵	۰/۰۱۲	۵	۰/۳۴	۰/۱۱ ۱۰
		۳×۳	۰/۳۵	۰/۰۱۲	۵	۰/۳۳	۰/۱ ۱۰

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- نتایج حاصل از آنالیز همبستگی درصد تاج پوشش و تولید فرم‌های مختلف رویشی با شاخص‌های گیاهی در سایت ۲ با تعداد ۳ قطعه نمونه در هر واحد نمونه‌برداری ۳۰ در ۳۰ متر

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI		
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
گراس	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۰	۰/۰۱۹	–	۰/۱۴	۰/۰۱۴	–
		۱×۲	۰/۲۴	۰/۰۴	–	۰/۱۹	۰/۰۳۶	–
		۲×۲	۰/۲۹	۰/۰۷۸	۱۰	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰
		۳×۳	۰/۳۴	۰/۱۱	۱۰	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰
	تولید	۱×۱	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–
		۱×۲	۰/۱۶	۰/۰۲۵	–	۰/۱۴	۰/۰۱۹	–
		۲×۲	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۲۴	۰/۰۵۷	–
		۳×۳	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰
پهن برگان	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–
		۱×۲	۰/۱۷	۰/۰۲۸	–	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–
		۲×۲	۰/۲۴	۰/۰۵۷	–	۰/۲۳	۰/۰۵۲	–
		۳×۳	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰
	تولید	۱×۱	۰/۱۰	۰/۰۱	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۱×۲	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–
		۲×۲	۰/۲۰	۰/۰۴	–	۰/۱۹	۰/۰۳۶	–
		۳×۳	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰	۰/۱۹	۰/۰۳۶	–
بوته‌ای	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–	۰/۱۶	۰/۰۲۵	–
		۱×۲	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰
		۲×۲	۰/۳۷	۰/۱۳	۵	۰/۴۱	۰/۱۶	۵
		۳×۳	۰/۴۰	۰/۱۶	۵	۰/۴۳	۰/۱۸	۵
	تولید	۱×۱	۰/۱۰	۰/۰۱	–	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–
		۱×۲	۰/۲۱	۰/۰۴۴	–	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰
		۲×۲	۰/۳۳	۰/۱	۵	۰/۴۰	۰/۱۶	۵
		۳×۳	۰/۳۵	۰/۱۲	۱۰	۰/۴۱	۰/۱۶	۵

Archive of SID

www.SID.ir

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI		
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
یکساله	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–	۰/۰۹	۰/۰۰۸	–
		۱×۲	۰/۱۴	۰/۰۱۹	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۲×۲	۰/۲۱	۰/۰۴۴	–	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–
		۳×۳	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–
	تولید	۱×۱	۰/۰۸	۰/۰۰۶	–	۰/۰۷	۰/۰۰۴	–
		۱×۲	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۲×۲	۰/۱۹	۰/۰۳۶	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۳×۳	۰/۲۳	۰/۰۵۲	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
کل	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۶	۰/۰۲۵	–	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–
		۱×۲	۰/۲۳	۰/۰۵۲	–	۰/۲۳	۰/۰۵۲	–
		۲×۲	۰/۳۳	۰/۱	–	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰
		۳×۳	۰/۳۵	۰/۱۲	۵	۰/۳۱	۰/۰۹۶	۱۰
	تولید	۱×۱	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۱×۲	۰/۱۸	۰/۰۳۲	–	۰/۱۶	۰/۰۲۵	–
		۲×۲	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰	۰/۲۴	۰/۰۵۷	–
		۳×۳	۰/۳۱	۰/۰۹۶	۱۰	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰

جدول ۴- نتایج حاصل از آنالیز همبستگی درصد تاج پوشش و تولید فرم‌های مختلف رویشی با شاخص‌های گیاهی در سایت ۲ با تعداد ۶ قطعه نمونه در هر واحد نمونه‌برداری ۳۰ در ۳۰ متر

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI		
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
گراس	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰
		۱×۲	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۳۱	۰/۰۹۶	۱۰
		۲×۲	۰/۳۵	۰/۱۲	۵	۰/۳۱	۰/۰۹۶	۱۰
		۳×۳	۰/۳۵	۰/۱۲	۵	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰
	تولید	۱×۱	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰	۰/۲۷	۰/۰۷۲	۱۰
		۱×۲	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰
		۲×۲	۰/۳۲	۰/۱	۱۰	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰

Archive of SID

www.SID.ir

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI	
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
پهن برگان		۳×۳	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰
		۱×۱	۰/۱۷	۰/۰۲۸	–	۰/۱۷	۰/۰۲۷	–
	درصد تاج پوشش	۱×۲	۰/۲۴	۰/۰۵۷	–	۰/۲۲	۰/۰۴۸	–
		۲×۲	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰
		۳×۳	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰
		۱×۱	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–
	تولید	۱×۲	۰/۲۰	۰/۰۴	–	۰/۱۷	۰/۰۲۸	–
		۲×۲	۰/۲۴	۰/۰۵۷	–	۰/۲۳	۰/۰۵۲	–
		۳×۳	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۲۴	۰/۰۵۷	–
بوته‌ای		۱×۱	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰
	درصد تاج پوشش	۱×۲	۰/۳۲	۰/۱	۱۰	۰/۳۶	۰/۱۲	۵
		۲×۲	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۴۳	۰/۱۸	۵
		۳×۳	۰/۴۰	۰/۱۶	۵	۰/۴۳	۰/۱۸	۵
	تولید	۱×۱	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–
		۱×۲	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰	۰/۳۵	۰/۱۲	۵
		۲×۲	۰/۳۶	۰/۱۳	۵	۰/۴۱	۰/۱۶	۵
		۳×۳	۰/۳۶	۰/۱۳	۵	۰/۴۱	۰/۱۶	۵
یکساله		۱×۱	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–	۰/۱۴	۰/۰۱۹	–
	درصد تاج پوشش	۱×۲	۰/۲۲	۰/۰۴۸	–	۰/۱۴	۰/۰۱۹	–
		۲×۲	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–
		۳×۳	۰/۲۷	۰/۰۷۲	۱۰	۰/۱۴	۰/۰۱۹	–
	تولید	۱×۱	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–
		۱×۲	۰/۱۸	۰/۰۳۲	–	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–
		۲×۲	۰/۲۴	۰/۰۵۷	۱۰	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–
		۳×۳	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–
کل		۱×۱	۰/۱۶	۰/۰۲۵	–	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–
	درصد تاج پوشش	۱×۲	۰/۲۷	۰/۰۷۲	۱۰	۰/۲۷	۰/۰۷۲	۱۰
		۲×۲	۰/۳۷	۰/۱۳	۵	۰/۳۲	۰/۱	۱۰
		۳×۳	۰/۳۷	۰/۱۳	۵	۰/۳۲	۰/۱	۱۰
	تولید	۱×۱	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–
		۱×۲	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۲۴	۰/۰۵۷	–
		۲×۲	۰/۳۴	۰/۱۱	۱۰	۰/۲۷	۰/۰۷۲	۱۰
		۳×۳	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۵- نتایج حاصل از آنالیز همبستگی درصد تاج پوشش و تولید فرم‌های مختلف رویشی با شاخص‌های گیاهی در سایت ۳ با تعداد ۳ قطعه نمونه در هر واحد نمونه‌برداری ۳۰ در ۳۰ متر

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI				NDVI	
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
گراس	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–
		۱×۲	۰/۲۳	۰/۰۵۲	–	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰
		۲×۲	۰/۳۹	۰/۱۵	۵	۰/۴۰	۰/۱۶	۵
		۳×۳	۰/۳۹	۰/۱۵	۵	۰/۴۲	۰/۱۷	۵
	تولید	۱×۱	۰/۱۰	۰/۰۱	–	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–
		۱×۲	۰/۱۹	۰/۰۳۶	–	۰/۲۱	۰/۰۴۴	–
		۲×۲	۰/۳۶	۰/۱۳	۵	۰/۳۶	۰/۱۲	۵
		۳×۳	۰/۳۴	۰/۱۱	۱۰	۰/۳۶	۰/۱۲	۵
پهن برگان	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–
		۱×۲	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰	۰/۱۹	۰/۰۳۶	–
		۲×۲	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰
		۳×۳	۰/۴۱	۰/۱۶	۵	۰/۳۸	۰/۱۴	۵
	تولید	۱×۱	۰/۱۰	۰/۰۱	–	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–
		۱×۲	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–
		۲×۲	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۲۴	۰/۰۵۷	–
		۳×۳	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰
بوته‌ای	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–	۰/۱۴	۰/۰۱۹	–
		۱×۲	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰
		۲×۲	۰/۳۶	۰/۱۴	۵	۰/۳۳	۰/۱	۱۰
		۳×۳	۰/۳۶	۰/۱۴	۵	۰/۳۵	۰/۱۲	۵
	تولید	۱×۱	۰/۱۲	۰/۰۱۲	–	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–
		۱×۲	۰/۲۴	۰/۰۵۷	–	۰/۲۲	۰/۰۴۸	–
		۲×۲	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰
		۳×۳	۰/۳۵	۰/۱۲	۵	۰/۳۳	۰/۱	۱۰
یکساله	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۱۵	۰/۰۲۲	–	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–
		۱×۲	۰/۲۲	۰/۰۴۸	–	۰/۲۲	۰/۰۴۸	–
		۲×۲	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰
		۳×۳	۰/۳۵	۰/۱۲	۵	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰
	تولید	۱×۱	۰/۱۲	۰/۰۱۴	–	۰/۱۰	۰/۰۱	–
		۱×۲	۰/۱۸	۰/۰۳۲	–	۰/۱۸	۰/۰۳۲	–

Archive of SID

www.SID.ir

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI		
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
کل	درصد تاج پوشش	۲×۲	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰
		۳×۳	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۳۷	۰/۱۳	۵
		۱×۱	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–	۰/۱۳	۰/۰۱۶	–
		۱×۲	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰
		۲×۲	۰/۴۰	۰/۱۶	۵	۰/۳۷	۰/۱۳	۵
		۳×۳	۰/۴۰	۰/۱۶	۵	۰/۳۸	۰/۱۴	۵
	تولید	۱×۱	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–	۰/۱۱	۰/۰۱۲	–
		۱×۲	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰
		۲×۲	۰/۳۶	۰/۱۳	۵	۰/۳۶	۰/۱۲	۵
		۳×۳	۰/۳۴	۰/۱۲	۱۰	۰/۳۵	۰/۱۲	۵

جدول ۶- نتایج حاصل از آنالیز همبستگی درصد تاج پوشش و تولید فرم‌های مختلف رویشی با شاخص‌های گیاهی در سایت ۳ با تعداد ۶ قطعه نمونه در هر واحد نمونه‌برداری ۳۰ در ۳۰ متر

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI		
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
گراس	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۳۳	۰/۱	۱۰
		۱×۲	۰/۴۱	۰/۱۶	۵	۰/۴۱	۰/۱۶	۵
		۲×۲	۰/۴۳	۰/۱۸	۵	۰/۴۸	۰/۲۳	۵
		۳×۳	۰/۴۲	۰/۱۷	۵	۰/۴۸	۰/۲۳	۵
	تولید	۱×۱	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰
		۱×۲	۰/۳۷	۰/۱۳	۵	۰/۳۶	۰/۱۲	۵
		۲×۲	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۴۲	۰/۱۷	۵
		۳×۳	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۴۲	۰/۱۷	۵
پهن برگان	درصد تاج پوشش	۱×۱	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰
		۱×۲	۰/۳۴	۰/۱۱	۱۰	۰/۳۲	۰/۱	۱۰
		۲×۲	۰/۳۹	۰/۱۵	۵	۰/۳۸	۰/۱۴	۵
		۳×۳	۰/۴۱	۰/۱۶	۵	۰/۳۹	۰/۱۵	۵
	تولید	۱×۱	۰/۲۱	۰/۰۴۴	–	۰/۲۰	۰/۰۴	–
		۱×۲	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۶	۰/۰۶۷	۱۰
		۲×۲	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰
		۳×۳	۰/۳۷	۰/۱۳	۵	۰/۳۳	۰/۱	۱۰

Archive of SID

www.SID.ir

فرم رویشی	متغیر وابسته	سطح قطعه نمونه	SAVI			NDVI	
			ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)	ضریب همبستگی	ضریب تعیین	معنی داری (درصد)
بوته‌ای		۱×۱	۰/۲۶	۰/۰۵۷	–	۰/۲۳	۰/۰۵۲	–
	درصد تاج پوشش	۱×۲	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰
		۲×۲	۰/۳۷	۰/۱۳	۵	۰/۳۷	۰/۱۳	۵
		۳×۳	۰/۳۹	۰/۱۵	۵	۰/۳۷	۰/۱۳	۵
	تولید	۱×۱	۰/۲۲	۰/۰۵۲	–	۰/۲۰	۰/۰۴	–
		۱×۲	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰	۰/۲۵	۰/۰۶۲	۱۰
		۲×۲	۰/۳۲	۰/۱	۱۰	۰/۳۴	۰/۱۱	۱۰
		۳×۳	۰/۳۵	۰/۱۲	۵	۰/۳۳	۰/۱	۱۰
یکساله		۱×۱	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰
	درصد تاج پوشش	۱×۲	۰/۳۵	۰/۱۲	۵	۰/۳۲	۰/۰۹	۱۰
		۲×۲	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰
		۳×۳	۰/۳۷	۰/۱۳	۵	۰/۳۲	۰/۰۹	۱۰
	تولید	۱×۱	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰	۰/۲۸	۰/۰۷۸	۱۰
		۱×۲	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰
		۲×۲	۰/۳۲	۰/۱	۱۰	۰/۳۰	۰/۰۹	۱۰
		۳×۳	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰
کل		۱×۱	۰/۳۳	۰/۱	۱۰	۰/۳۵	۰/۱۲	۵
	درصد تاج پوشش	۱×۲	۰/۳۵	۰/۱۲	۵	۰/۳۹	۰/۱۵	۵
		۲×۲	۰/۳۹	۰/۱۵	۵	۰/۴۵	۰/۲	۱
		۳×۳	۰/۴۱	۰/۱۶	۵	۰/۴۶	۰/۲۱	۱
	تولید	۱×۱	۰/۲۹	۰/۰۸۴	۱۰	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰
		۱×۲	۰/۳۱	۰/۰۹	۱۰	۰/۳۴	۰/۱۱	۱۰
		۲×۲	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۳۹	۰/۱۵	۵
		۳×۳	۰/۳۸	۰/۱۴	۵	۰/۴۱	۰/۱۶	۵

منطقه ۱

نتایج بررسی همبستگی دو شاخص NDVI و SAVI با درصد تاج پوشش و تولید با چهار اندازه قطعه نمونه در جدولهای ۱ و ۲ نگاشته شده است. میزان همبستگی هر دو شاخص با افزایش سطح قطعه نمونه، افزایش پیدا می‌کند. همچنین همبستگی تولید نسبت به درصد پوشش کمتر است. به‌عنوان مثال در جدول ۱ برای گیاهان گراس همبستگی درصد پوشش با SAVI به‌ترتیب ۰/۱۳، ۰/۱۸، ۰/۳۷ و ۰/۴ است، در حالیکه ضریب همبستگی تولید به‌ترتیب ۰/۱، ۰/۱۳، ۰/۳۲ و ۰/۳۸ است. نتیجه دیگری که می‌توان برداشت کرد اینکه همبستگی در شدت نمونه‌برداری ۶ قطعه نمونه بالاتر از ۳ قطعه نمونه است. در این سایت ترتیب بالا بودن همبستگی فرم‌های رویشی بصورت فورب‌ها، گراس‌ها، یکساله‌ها و گیاهان بوته‌ایست. در قطعه نمونه‌های ۱ و ۲

Archive of SID

www.SID.ir

مترمربعی در شدت ۳ قطعه نمونه، میزان همبستگی معنی‌دار نشده است ولی در شدت نمونه‌برداری ۶ پلاتی همبستگی فقط در قطعه نمونه ۱ مترمربعی معنی‌دار نشده است. میزان گیاهان پهن‌برگ در این سایت غالب هستند و همبستگی شاخص SAVI با این گیاهان نسبت به NDVI کمتر است ولی در بقیه فرم‌های رویشی بعکس است.

منطقه ۲

در منطقه ۲ با غالبیت بوته‌ای‌ها نیز با افزایش سطح قطعه نمونه همبستگی افزایش پیدا می‌کند (جدول‌های ۳ و ۴) و میزان همبستگی گیاهان بوته‌ای با شاخص NDVI بیشتر از SAVI و در سایر فرم‌های رویشی بعکس است. در این سایت نیز همبستگی تولید با شاخص‌ها کمتر از درصد پوشش می‌باشد. همچنین میزان همبستگی در شدت ۶ قطعه نمونه بیشتر از ۳ قطعه نمونه است.

منطقه ۳

در سایت ۳ گیاهان گراس غالب هستند و وضعیت همبستگی فاکتورهای گیاهی (تولید و درصد پوشش) با شاخص‌های سنجش از دوری تا حدی متفاوت است (جدول‌های ۵ و ۶). همبستگی شاخص NDVI با گراس‌ها نسبت به SAVI بیشتر است ولی در سایر فرم‌های رویشی شاخص SAVI دارای همبستگی بالاتری است. ترتیب بالا رفتن همبستگی در قطعه نمونه‌ها مانند سایت ۱ و ۲ است.

بحث

نتایج حاصل از بررسی همبستگی درصد پوشش و میزان تولید سایت ۱ با پوشش غالب پهن‌برگان در جدولهای ۱ و ۲ نشان داده شده است. با توجه به جدول یک که نتایج استفاده از سه قطعه نمونه است، مشاهده می‌گردد که میزان همبستگی پهن‌برگان به‌جز در قطعه نمونه‌های ۱ مترمربعی با هر دو شاخص معنی‌دار می‌باشد. در حالیکه همبستگی گراس‌ها، بوته‌ای‌ها و گیاهان یکساله زیاد قابل توجه نبوده مگر آنکه در قطعه نمونه‌های ۹ مترمربعی (۳ در ۳). در کاربرد ۶ قطعه نمونه در هر واحد نمونه‌برداری نتایج کمی با نتایج سه قطعه نمونه فرق دارد. به‌طوری‌که با افزایش تعداد کوادرات داخل واحدهای نمونه‌برداری، به دلیل افزایش نسبت سطح نمونه‌برداری به سطح کل، همبستگی درصد تاج پوشش با هر دو شاخص بیشتر شده است. اگر به جدول ۲ دقت شود مشاهده می‌گردد که باز هم ضریب همبستگی پهن‌برگان نسبت به سایر فرم‌های رویشی نسبتا بالاتر است. دلیل آن را می‌توان اینگونه بیان کرد که در این سایت به علت بیشتر بودن درصد پوشش و تولید پهن‌برگان و به‌طبع پوشش دادن بیشتر سطح خاک توسط این گیاهان، میزان بازتاب حاصل از آنها نیز بیشتر بوده و توانسته‌اند درصد همبستگی بیشتری را به خود اختصاص دهند. همچنین میزان همبستگی پهن‌برگان با شاخص NDVI بیشتر از SAVI می‌باشد، این در حالی است که همبستگی سایر فرم‌های رویشی با شاخص SAVI بیشتر از NDVI است. دلیل چنین حالتی به فرمول SAVI مربوط است و طبق فرمول این شاخص که در بخش مواد و روش آورده شده است، پوشش کمتر ضریب بالاتری نسبت به پوشش زیاد می‌گیرد و مشاهده می‌گردد که این شاخص توانسه اثر خاک زمینه را کاهش دهد.

نتایج بررسی سایت دو با گونه غالب بوته‌ای‌ها در جدول‌های ۳ و ۴ آورده شده است. در کل این سایت دارای گونه‌های بوته‌ای زیاد و سایر گیاهان درصد بسیار کمی در ترکیب گیاهی دارند و سطح بیشتر خاک را گونه دافنه و گون‌ها پوشانده‌اند که بوته‌های بزرگی را با پراکنش نسبتا منظم تشکیل داده است. اگر به جدول ۳ و ۴ توجه شود شاخص SAVI به‌جز در بوته‌ای‌ها همبستگی بالاتری نسبت به NDVI با درصد پوشش و تولید دارد. در حالیکه همبستگی بوته‌ای‌ها با شاخص NDVI بیشتر است و دلیل آن شاید بیشتر بودن درصد پوشش گونه‌های بوته‌ای و در نتیجه اختصاص دادن میزان بیشتری از بازتاب به خود است. در منطقه دو هرچند در پناه بوته‌ای‌ها گیاهان یکساله زیادند ولی به دلیل اینکه درصد پوشش را از بالا نگاه می‌کنیم در نتیجه گیاهان یکساله جزو درصد پوشش به حساب نمی‌آیند، چون زیر گیاهان بوته‌ای

Archive of SID
www.SID.ir

قرار گرفته‌اند. اگر در نظر بگیریم در نتایج پوشش کل باعث خطای نمونه‌های بازتاب پوشش گیاهی می‌باشد، در این سایت مربوط به بوته‌ای‌هاست چون گیاهان بوته‌ای این سایت دارای تراکم قابل توجهی‌اند.

در سایت سه نیز که نتایج آن در جدول‌های ۵ و ۶ آمده است شاخص NDVI با گیاهان غالب یعنی گندمیان همبستگی بیشتری نشان می‌دهد. با توجه به نتایج جدول‌های ۵ و ۶ مشاهده می‌گردد که ضریب همبستگی بوته‌ای‌ها با هر دو شاخص زیاد تفاوتی نشان نمی‌دهد. شاید به دلیل زیاد بودن درصد بوته‌ای‌ها بعد از گراس‌ها در این سایت است. چون در این سایت وضعیت مرتع بهتر می‌باشد و بیشتر سطح خاک را گیاهان پوشانده‌اند، در حالی که درصد بوته‌ای‌ها نیز قابل توجه است.

شاخص NDVI با پهن‌برگان همبستگی بیشتری دارد. چون دارای برگ بیشتر و پهن‌تر و طریقه قرارگیری برگ آنها باعث بازتاب بیشتر از سطح برگ شده و همبستگی بیشتر است. ولی برگ گراس‌ها طوری قرار می‌گیرد که این بازتاب را ندارد و بوته‌ای‌ها نیز دارای برگ‌های مثل پهن‌برگان نیستند. در سایت ۳ که درصد پوشش کل زیاد است بیشترین بازتاب را از گیاهان داریم و این شاخص نتیجه بهتری دارد به‌ویژه با پهن‌برگان. در سایت یک پوشش کمتر است ولی پهن‌برگان بیشترین‌اند و همبستگی آنها هم با این شاخص بیشتر از سایت‌های دیگر است و دیگر گیاهان همبستگی کمتری را نسبت به سایت‌های دیگر دارند.

در سایت ۱ با وجود اینکه درصد پوشش کل گیاهان کم است و درصد خاک قابل ملاحظه می‌باشد ولی به دلیل حضور غالب پهن‌برگان میزان NDVI بالا می‌باشد و همبستگی بالاست.

پوشش و تولید کل تحت تأثیر تمام فرم‌های رویشی‌اند، در هر سایتی که بیشترین درصد پوشش و تولید را داشته باشد بیشترین همبستگی را خواهد داشت. مثلا در سایت ۳ به دلیل بالا بودن میزان پوشش کل میزان همبستگی پوشش و تولید کل نیز بیشتر از سایر سایت‌ها می‌باشد. شاخص SAVIمثل NDVI نیست، NDVI تحت تأثیر سبزینگی گیاهان است و اثر خاک بر آن بسیار بیشتر است، در حالی که SAVI اثر خاک را حذف کرده و همبستگی تولید و پوشش را بالاتر نشان می‌دهد و اثر خاک را خنثی می‌کند.

در کل ضریب همبستگی درصد پوشش بیشتر از تولید است که با نتایج Arzani (۲۰۰۸) مطابقت دارد. زیرا درصد پوشش نماینده کل بازتاب است (Arzani, 2008).

نتیجه دیگری که می‌توان از جدول‌های ۱ تا ۶ برداشت کرد این است که در کاربرد هر دو تعداد قطعه نمونه (۳ و ۶)، با افزایش سطح آنها میزان همبستگی و معنی‌داری نیز افزایش می‌یابد. اما این افزایش تا چه حدی باشد که بتواند اهداف انجام پژوهش را تأمین کند بستگی به امکانات در دسترس، میزان دقت مورد نیاز و طاقت نمونه‌بردار دارد. اگر به جدولهای مربوطه دقت شود مشاهده می‌گردد که نتایج قطعه نمونه ۴ مترمربعی با ۹ مترمربعی به‌ویژه با تعداد ۶ زیاد با هم تفاوتی ندارد و این بدان معنی است که می‌توان به جای قطعه نمونه ۹ مترمربعی که هم جابجا کردن و هم تخمین درصد پوشش در آن مشکل است از قطعه نمونه ۴ مترمربعی استفاده کرد. ولی نباید اندازه و نوع پراکنش گونه‌های گیاهی مورد ارزیابی در عرصه را فراموش کرد. زیرا اگر گونه‌های مورد مطالعه زیاد بزرگ و یا دارای پراکنش نامنظم باشند نیاز به استفاده از قطعه نمونه بزرگ هم می‌شود. در سایت یک پهن‌برگان غالبند ولی گراس بوته‌ای و یکساله هم وجود دارد که دارای اندازه‌های متفاوتی هستند. همچنین در یک فرم رویشی نیز ممکن است گیاهان دارای اندازه‌های مختلفی باشند. بنابراین اگر امکانات اجازه داد بهتر است از قطعه نمونه اندازه‌های متفاوتی استفاده شود و گرنه از قطعه نمونه به اندازه‌ای استفاده گردد که بتواند نماینده خوبی از کل ابعاد باشد. همچنین استفاده از تعداد بیشتر قطعه نمونه و ابعاد کوچکتر نسبت به تعداد کمتر و ابعاد بزرگتر ترجیح داده می‌شود (Arzani, 2008).

در سایت ۳ به دلیل اینکه گراس‌ها بیشتر بصورت کپه‌ای هستند، افزایش تعداد قطعه نمونه به ۶ تأثیر چشم‌گیرتری بر ضریب همبستگی گذاشته است. در دو سایت دیگر به دلیل پراکنش منظم‌تر گیاهان غالب، افزایش تعداد قطعه نمونه تأثیر چندانی نگذاشته است. تاج پوشش و تولید کل در هر

Archive of SID

www.SID.ir

سایت تابع گیاهان غالب همان سایت است. در بوته‌ای‌ها قطعه نمونه از ۱ در ۲ به ۲ در ۲ تغییر یافت که به دلیل بزرگ‌تر بودن بسیار تاثیرگذار می‌باشد. استفاده از قطعه نمونه ۳ در ۳ گاهی باعث خستگی و اشتباه و در نهایت کاهش همبستگی شده است. قطعه نمونه ۳ در ۳ در تعداد ۶ تفاوتی با ۲ در ۲ ندارد و توصیه نمونه‌های در کاربرد ۶ قطعه نمونه در بوته‌ای‌ها بین ابعاد مختلف تفاوت اساسی وجود دارد ولی در سایر گیاهان تفاوت زیادی بین ابعاد مختلف نیست. در استفاده از تعداد قطعه نمونه کم (۳ قطعه نمونه)، افزایش ابعاد تأثیر بیشتری دارد، چون مساحت سطح نمونه‌گیری بیشتر شده و نتایج بهتر خواهد شد ولی در تعداد زیاد (۶ قطعه نمونه) چون از ۶ قطعه نمونه استفاده نمونه‌های حتی با ابعاد کم (۱ در ۱) باز سطح نمونه‌گیری به سطح واحد نمونه‌برداری بیشتر بوده، در نتیجه با افزایش سطح قطعه نمونه به ۱ در ۲ و یا بیشتر تأثیر چشمگیری ندارد.

در سایت ۱ و ۲ با گونه‌های مذکور در قسمت مواد و روش، استفاده از ۶ قطعه نمونه ۴ مترمربعی (۲ در ۲) در هر واحد نمونه‌برداری ۹۰۰ مترمربعی (۳۰ در ۳۰) مناسب است. در مناطقی با شرایط سایت ۲ با گونه‌های مذکور، به دلیل غالب بودن بوته‌ای‌های بزرگ و درصد بسیار کم سایر گیاهان استفاده از قطعه نمونه ۹ مترمربعی با تعداد ۶ پیشنهاد می‌گردد.

منابع مورد استفاده

- Anderson, G. L., Hanson, J. D. and Hass, R. H., 1993. Evaluation of landsat thematic mapper derived vegetation indices for estimating above- ground biomass on semiarid rangelands. Journal of Remote Sensing of Environment, 45: 165-175.
- Arzani, H., Kaboli, H., Mirdavoudi, H. R., Farahpour, M. and Azimi, M., 2008. Assessment TM and ETM+ for estamting plant cover. Iranian Journal of Range and Desert, 15(3):320-347.
- Behbehani, N., Falah Shams, S. R., Farzadmehr, J., Arfanifard, S. Y. and Ramazani Gesk, M., 2010. Using plant indices ASTER-L1B to estimating tree cover in arid rangelands. Rangeland Journal, 1: 93-103.
- Cottam, G., Curtis, J. T. and Hale, B. W., 1953. Same samplig characteristics of papulation of randomly dispersed individuals. Journal of Ecology, 3:132-145.
- Duncan, J., Stow, D., Franklin, J. and Hope, A., 1993. Assessing the relationship between spectral vegetation indices and shrub cover in the Jornada Basin, New Mexico. International Journal of Remote Sensing, 14: 3395- 3416.
- Farzadmehr, G., Arzani, H., Darvishsefat, A. A. and Jafari, M., 2004. An Investigation of the Capability of Data of Landsat-7 Satellite in Estimating Vegetation Cover and Production (Case study: Semi-arid Region Hana- Semirom). Iranian Journal of Natural Resource, 57(2): 339-351.
- Houseini, Z., Khajedin, J., Azarnivan, H., Farahpour, M. and Khalilpourm, E., 2007. Estimation plant cover and preparation plan of plants by using of ETM+ image. Rangeland Journal, 1: 79-90.
- Huete, A. R., Post, D. F. and Jackson, R. D., 1984. Soil spectral effects and 4-space vegetation discrimination. Journal of Remote sensing of Environment, 15:155-165.
- Moleele, N. M. and Arnberg, W., 1997. Color infRared aerial PhotogRaphy vs panchromatic PhotogRaphy in monitoring browse availability to cattle. In Proceedings of the Botswana Institution of Engineers.
- Moleele, N., Ring rose, S., Arenberg, W., Lunden, B. and Vanderpost, C., 2001. Assessment of egetation Indexes useful for browse production in semi-arid ranglands, Journal of International Remote Sensing, 22(5): 41-756.
- Pairanj, J., Ebrahimi, A., Ranjbar, A. and Hassanzadeh, M., 2011. Definition of available production by using of RS and GIS, Rangeland and Desert Journal, 18: (4): 593-607.
- Pickup, G., Chewings, V. and Nelson, D. J., 1993. Estimating changes in vegetation cover over time in ardi rangelands using Landst MSS data, Journal of Remote sensing Environment, 43: 243-263.
- Pickup, G., 1989. New land degradation survey techniques for arid Australia: problems and prospects. Aust, Rang, 11: 74-82. DOI: 10.1071/RJ9890074.
- Rouse, J. W., Haas, J. A., Schell, D. W. and Harlan, J. C., 1974. Monitoring the vernal advancement and retrogradation (greenware effect) of natural vegetation. Greenbelt, MD, USA, NASA/GSFCT, Type 3, Final Report.
- Seperhi, A., 2003. Using Vegetation indices for estimate rangeland vegetation cover in Jahan nama refuge, Iran. Journal of Natural Resources, 55(2): 20-31.

Archive of SID

www.SID.ir

Comparison of NDVI and SAVI in three plant communities with different sampling intensity (Case Study: Choghakhour Lake Rangelands in Charmahal & Bakhtiri)

J. Imani[1*], A. Ebrahimi[2], B. Gholinejad[3] and P. Tahmasebi[2]

1*-Corresponding author, Ph.D. Student of Rangeland Science, Department of Natural Resources and Geology, Shahrekord University, Iran, Email: Imany22@gmail.com

2-Associate Professor, Department of Natural Resources and Geology, University of Shahrekord, Iran

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

Received:6/6/2016 Accepted:2/13/2017

Abstract

Identifying and evaluating rangeland ecosystems is the first step in managing these resources. Without knowledge of rangeland condition, no management plan can be developed for it. For this purpose, three sites with different dominant species were selected for sampling. In each site, 30 sampling units of 900 m^2 were determined along three transects and sampling quadrates were established in these units. After correction and processing, the NDVI and SAVI indices were extracted from Landsat 8 images, and their correlation with vegetation cover percentage and production was calculated. The results showed that the correlation of indices with the vegetation cover percentage and production was significant in each of the three sites. In each site, the NDVI had the most correlation with dominant vegetation form, while SAVI reduced the effect of soil and was more related with low vegetation cover species. This is related to the SAVI equation and this index could reduce the effect of soil. The broadleaf species had the highest correlation with the NDVI index due to the plant structure and more reflection.

Keywords: Choghakhour Dam, NDVI and SAVI indices, cover percentage, production.

Archive of SID

www.SID.ir