نشریه دانشکده منابع طبیعي، دوره ٦١، شماره ٤، دي ماه ١٣٨٧، از صفحه ٩٩٧ تا ١٠١٦

معرفی شاخص‌های مناسب ارزیابی پوشش و تولید گیاهی در مراتع ییلاقی جنوب استان مازندران

حسین ارزانی[١]، سهیلا نوري*[٢]، سیدحسن کابلي[٣]، حمیدرضا مرادی[٤]، حسن قلیچ‌نیا[٥]
[١] استاد گروه احیاء مناطق خشك و کوهستاني، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران
[٢] عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، ایران
[٣] کارشناس ارشد موسسه پژوهشات جنگلها و مراتع، ایران
[٤] عضو هیات علمي‌دانشکده منابع طبیعي و علوم دریایي، دانشگاه تربیت مدرس، ایران
[٥] عضو هیات علمي‌مرکز پژوهشات کشاورزی و منابع طبیعی، استان مازندران، ایران
(تاریخ دریافت: ٨٤/١٠/٢٤، تاریخ تصویب: ٨٧/٨/٧)

چکیده

به منظور تعیین شاخص‌های مناسب ارزیابی پوشش و تولید گیاهی بر پایه داده‌های دور سنجی، داده‌هاي زمیني و رقومي ماهواره‌اي همزمان با این داده‌ها، مربوط به مراتع ییلاقی جنوب استان مازندران مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. طي ٣ سال آماربرداری، داده‌های مربوط به تاج پوشش و تولید کل وضعیت هاي رویشي یکساله‌ها، گندمیان، پهن‌برگان علفی و بوته‌اي‌ها متعلق به ٦٠ کرت یك متر مربعي در هر سال جمع‌آوري شد. در ادامه به منظور اعمال تصحیح های مختلف مورد نیاز بر روی تصویرها، عمل تطابق هندسي، روش تعدیل نمودار و روش تبدیل ارزش رقومي به بازتاب طیفي مورد بهره‌گیری قرار گرفت، سپس انواع شاخص‌هاي حقیقي، خط خاك و جوی بر روي تصویرها ایجاد شد و با بهره‌گیری از مختصات ثبت شده با دستگاه مکان‌یاب (GPS)، ارزش‌هاي رقومي شاخص‌هاي ایجاد شده مربوط به هر کرت استخراج شد. در مرحله بعد برای گزینش شاخص‌هاي مناسب، درآغاز همبستگي بین مشخصه‌هاي کمي گیاهي و شاخص‌ها بررسي شد و شاخصي که بالاترین میزان همبستگي را با هر مشخصه داشت، گزینش شد، سپس رابطه رگرسیوني بین شاخص برگزیده و هر مشخصه گیاهي برقرار و مدل رگرسیوني ارائه شد. نتایج نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین مشخصه‌های گیاهی و شاخص‌های گیاهی وجود دارد. بطوری که شاخص VI_{10} با پوشش یکساله‌ها، شاخص‌های VI_{10}، VI_6 و $MIRV_1$ با پوشش گندمیان، شاخص‌های PD_{312}, VI_9, $MIRV_1$, GVI با پوشش بوته‌اي‌ها، شاخص‌های $MIRV_2$,VI_{12}, VI_5 و باند محاسباتی $Fuse_2$ با پوشش کل و شاخص‌های $MIRV_1$ و $MIRV_2$ VI_5, Tgr با تولید کل روابط معنی‌دار و قوی نشان دادند. در مجموع نتایج نشان داد که شاخص‌ها و مدل‌هاي بدست آمده در این پژوهش، برآوردبه نسبت دقیقي از مشخصه‌هاي کمي ارائه داده و از کارایي مناسبي برخوردار مي‌باشند.

کلمات کلیدي: سنجش از دور، پوشش گیاهي، تولید گیاهي، شاخص‌هاي گیاهی، مازندران

---

* نویسنده مسئول: تلفن: ٠٥٤٢-٢٢٣٢٦٠٠ فاکس: ٠٥٤٢-٢٢٣٢٦٠٠ E-mail: Snoori_327@yahoo.com

مقدمه

دستيابي به داده های پايه و به روز از مراتع نيازمند اندازه‌گيري متوالي آنان در يك دوره چندين ساله است، كه براي برنامه‌ريزان در سطح ملي و نيز بهره‌برداران از مراتع ارزشمند مي‌باشد (ارزاني، ۱۳۷۷). لذا شناخت روش‌هاي سريع و دقيق با كمترين هزينه برای كسب اين داده ها از اهميت ويژه‌اي برخوردار است. سنجش از دور از جمله روش‌هایی است كه توانايي ارزيابی و پايش مراتع را داشته و استخراج داده هایي مانند ميزان تاج پوشش، نوع آن و ميزان زيست توده را امكان پذير مي‌نمايد (مكسول،[1] ۱۹۷۶). به كارگيري داده‌هاي ماهواره‌اي در مديريت منابع طبيعي و به ويژه مرتعداري، اين امكان را مي‌دهد كه با صرف هزينه اندك و زمان كم، مشخصه‌هاي گياهي (ميزان تاج پوشش و توليد) كه از موارد پايهي مديريت مرتع مي‌باشند، در يك منطقه گسترده به دست آيند (متقي، ۱۳۷۹). همچنين بهره‌گيری از داده‌های ماهواره‌اي و شاخص‌هاي گياهي بكار رفته براي تهيه نقشه پوشش گياهي، مي‌تواند توانمندی مناسبـي براي ارزيابي مراتع باشد (تولر[2]، ۱۹۹۸).

داده‌ای ماهواره‌اي بخشي از طيف الكترومغناطيسي بازتابيده شده از پديده‌هاي زميني مي‌باشد كه با سنجنده‌هاي فضايي ثبت مي‌شود. براي بهره‌گيری از اين داده‌ها در شناخت منابع، درآغاز بايد تاثير عامل‌هایی چون پستی و بلندی، بازتاب خاك، اثرگذاری جوی و مانند آن تا حد امكان كاهش يافته يا حذف شود (ريچاردز[3]، ۱۹۹۳)، يـكي از راه‌هاي كاهش دهنده اثـرگذاری اين عـامل ها ارتباط باندهاي مختلف تصويرهای (شاخص‌هاي گياهي) مي‌باشد كه داده‌های مناسبي را از پوشش گياهي منطقه ارائه مي‌نمايند. جكسون و همكاران[4] (۱۹۸۳) عقيده دارند كه يک شاخص گياهی مناسب آل بايد حساس به پوشش گياهی بوده و غير حساس به خاک لخت باشد و كمتر متاثر از عامل های جوی باشد. سپس با بهره‌گيری از روش‌هاي مختلف به ارتباط بين اين داده‌ها و پديده‌هاي زميني پي برد. اين ارتباط مي‌تواند بين يكي از مشخصه‌هاي گياهي چون تاج پوشش گياهي از يك طرف و باندهاي منفرد طيفي يا نسبت هاي آنان و شاخص‌هاي گياهي از طرف ديگر برقرار شود. بررسی های چندی در زمينه به كارگيری شاخص‌های گياهی توسط پژوهشگران انجام شده است، نتايج اين بررسی ها حاكی از كارايی شاخص‌ها در برآورد مشخصه های كمی گياهی می‌باشد. راندكس[5] (۱۹۹۵) شاخص گياهي TSAVI را بهترين شاخص براي برآورد درصد تاج پوشش گياهي گراسلند در شرايطي كه پوشش گياهي همگن باشد، معرفی می نمايد. همچنين نتايج بررسی ارزاني و همكاران (۱۳۷۶)، بر روی تصويرهای ماهواره لندست TM نشان داد كه تفاوت معني داري بين پوشش و توليد برآورد شده، از راه داده‌هاي سنجش از دور و پوشش و توليد برآورد شده زميني وجود نداشته و باندهاي ۵ و ۷ سنجنده TM نيز به تنهايي قادر به برآورد توليد و تاج پوشش گياهي در منطقه مورد بررسی بوده‌اند. دانكن و همكاران[6] (۱۹۹۳)، گزارش دادند كه شاخص‌هاي SAVI، NDVI و PVI و حتي نسبت هاي ساده بين باندها نسبت به نوع بوته‌اي‌ها و مراحل فنولوژيك آنان حساس‌تر از بازتاب باندهاي سبز، قرمز يا مادون قرمز نزديك هستند. اين شاخص‌ها امكان تشخيص انواع بوته‌اي‌ها و جدا كردن بوته‌زار از گراسلند را دارند. نتايج بررسی های بارت و جايوت (۱۹۹۱)، نيز نشان داد كه بهره گيری از شاخص‌هاي گياهي وابسته به خط خاك در مناطق خشك و

---

[1] Maxwell

[2] Tueller

[3] Richards

[4] Jakson et al

[5] Rondeaux

[6] Duncan et al

نیمه خشك كه پوشش گیاهي تنك و گیاهان گندمي‌مسن با لاشبرگ در تركیب گیاهي وجود دارد، نتایج خوبي ارائه مي‌دهد. همچنین آنان نتیجه گرفتند كه شاخص‌هاي SAVI و TSAVI و MSAVI توانايي برآورد تاج پوشش گیاهي را داشته و اثرگذاری بازتاب خاك زمینه گندمیان مسن و لاشبرگ را حذف مي‌نماید. ریچاردسون و ویگاند (۱۹۹۷) نیز برای بررسي تراكم گیاهي، شاخص‌هاي PVI_6، DVI، SBI، GVI، PVI را به كار برده و نتیجه گرفتند كه شاخص PVI و PVI_6 براي ارزیابي پوشش گیاهي و اندازه‌گیري تراكم گیاهي مناسب مي‌باشد. همچنین بررسی درویش صفت و زارع (۱۳۷۷) به منظور شناخت قابلیت داده‌هاي ماهواره‌اي در تهیه نقشه پوشش گیاهي در مناطق خشك و نیمه خشك نشان داد كه بهترین نتیجه طبقه‌بندي پوشش گیاهي با بهره گیری از شاخص‌های VI، PCI، NDVI، TM7 و TM3 بدست می‌آید.

با توجه به موارد یاد شده انجام پژوهش در زمینه شیوه بهینه بهره‌گیری از داده‌های رقومي ماهواره به عنوان یكي از روش‌های تامین كننده آگاهی از پوشش گیاهي و تولید در مراتع ضروري به نظر مي‌رسد، لذا در این پژوهش، با تأكید بر بررسی‌های پایش با هدف ارزیابی تغییرهای دراز مدت مراتع از راه اندازه‌گیري زمیني و انطباق آن با داده‌هاي رقومي به منظور دستیابي به شاخص‌هاي مناسب برای بررسی مشخصه‌هاي كمي گیاهي، ضرورت بهره‌گیری از فن آوري پیشرفته سنجش از دور به بحث گذاشته شده است. و به همین برای به دلیل شمار بیشتر باند در سامانه ماهواره لندست ETM^+ كه امكان محاسبه شاخص‌های گیاهی بیشتری را نسبت به سامانه‌های دیگر ماهواره فراهم می‌سازد، از داده‌های رقومی این سنجنده بهره‌گیری شد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش از چهار منطقه معرف طرح ملي ارزیابي مراتع مناطق مختلف آب و هوايي كشور بهره‌گیری شد كه توسط مركز پژوهشات كشاورزي و منابع طبیعي استان مازندران از سال ۱۳۸۱ در چهار جور مختلف گیاهی در مناطق نیمه استپی گزینش شده بود. استان مازندران داراي گستره‌ای بالغ بر ۲۴۹۰۱/۳ كیلومتر مربع مي‌باشد كه حدود ۱۲۰۱۷۷ هكتار آن را اراضي مرتعي تشكیل مي‌دهد. میزان میانگین بارندگي سالآنانین استان بین ۲۵۰ تا ۱۲۰۰ میلیمتر و میزان دمای سالانه آن ۲ تا ۱۶ درجه سلسیوس در نوسان است كه شامل اقلیم های نیمه مرطوب سرد، مدیترآناني سرد و مدیترآناني فراسرد مي‌باشد. جایگاه هاي مورد بررسی عبارت‌اند از: منطقه رویشي سیاه سنگ كه در ۸۵ كیلومتري جنوب غرب شهرستان آمل و در ارتفاعات شمال بلده نور واقع است، منطقه رویشي رزن واقع در ۵۵ كیلومتري جنوب غرب شهرستان آمل، منطقه رویشي و از بوته‌زار و منطقه رویشي واز چمنزار واقع در ارتفاعات چمستان نور. پوشش گیاهي مناطق مورد بررسی متشكل از پهن‌برگان علفی دائمي و یكساله ، گندمیان دائمي و یكساله و بوته‌اي‌ها مي‌باشد. ویژگی های جورهاي گیاهي جایگاه هاي مورد بررسی در جدول شماره ۱ آمده است.

جدول ۱- جورهاي گياهي جايگاه‌هاي مورد بررسی

نام جايگاه	طول جغرافيايی	عرض جغرافيايی	ارتفاع از سطح دريا (**m**)	ميانگين بارندگی ساليانه (**mm**)	جور گياهي
رزن	۱۵' ۱ "° ۵۲ تا ۱۵' ۳۳ "° ۵۲	۹' ۲۸ " ° ۳۶ تا ۹' ۴۴ "° ۳۶	١١٤٠	٣٥٠	*Artemisia fragrans - Annual Grasses*
سياه سنگ	۵۰' ۴ "° ۵۱ تا ۵۰' ۵۰ "° ۵۱	۱۳' ۱ "° ۳۶ تا ۱۳' ۴۱ "° ۳۶	٢٦٥٠	٤٠٠	*Artemisia aucheri – Annual Grasses*
واز چمنزار	۱۱' ۴ "° ۵۲ تا ۱۲' ۶ "° ۵۲	۱۵' ۵۲ "° ۳۶ تا ۱۶' ۶ "° ۳۶	٢٢٠٠	٣٠٠	*Festuca ovina*
واز بوته‌زار	۱۱' ۴۶ "° ۵۲ تا ۱۲' ۱۵ "° ۵۲	۱۵' ۳۳ "° ۳۶ تا ۱۵' ۳۶ "° ۳۶	٢٢٥٠	٣٠٠	*Onobrychis cornuta – Bromus tomentellus*

برای اجرای طرح يادشده در هر يک از مناطق مشمول طرح، طی بررسی‌های ميدانی و مراجعه به نقشه‌های پوشش گياهی جاهايی به عنوان جايگاه اندازه‌گيری توسط کارشناسان مجرب همکار طرح گزينش شده بود، اين جاها بيانگر وضعيت عمومی جور گياهی مورد نظر بوده و برای ايجاد شبکه نمونه‌برداری مشخص شده بودند، سپس در هر منطقه معرف ۶ نوارباريک به طول ۲۰۰ متر (به دليل کوهستانی بودن منطقه) و به فاصله ۱۰۰ متر از يکديگر استقرار يافته که به صورت دائمي علامت‌گذاری شده‌اند. طول نواربار‌يک‌ها و همچنين چگونگی پراکنش آنان تابعی از پستی و بلندی منطقه بوده که با توجه به چگونگی پراکنش جورها در جهت‌های مختلف صورت گرفته است تا برآورد مناسبی از وضعيت مراتع را بيان نمايد، سپس در طول هر نوار ۱۰ کرت يک متر مربعی به فاصله ۲۰ متر از يکديگر مستقر شده که در مجموع در هر جايگاه ۶۰ کرت گذاشته شده است (ارزانی،۱۳۷۷). پوشش تاجي برحسب گونه، در هر ٦٠ کرت به‌صورت سالانه اندازه‌گيري و توليد گونه‌های مورد توجه دام نيز با بهره‌گيری از آمار پوشش در قالب روش نمونه‌گيري مضاعف (ارزانی، ۱۹۹۴) تعيين شد، بدين ترتيب که درآغاز تاج پوشش گونه‌های گياهی (بر حسب درصد) در همهکرت‌ها اندازه‌گيری و توليد (بر حسب kg/ha) برای ۰,۲۵ کل کرت‌ها به روش قطع و توزين برآورد شد، سپس با بهره‌گيری از آمار توليد کرت‌های قطع و توزين شده (۱۵ کرت) و آمار پوشش همان کرت‌ها برای هر گونه، معادله‌ای محاسبه و توليد همان گونه گياهی در کرت‌های ديگر با بهره‌گيری از اين معادله‌ها محاسبه شد (کليه اندازه‌گيری‌های ياد شده ۲ سال توسط مجری استانی طرح و يکسال طی اين پژوهش با روش يکسان انجام شده است).

در ادامه تصويرهای سنجنده ETM^+ همزمان يا با فاصله زمانی کمی از تاريخ آماربرداری زمينی تهيه شد که درآغاز مورد بررسی کيفی قرار گرفت، اين بررسی نشانگر از نبود خطای برداشت در تصويرها مورد نظر بود. در راستای پردازش

تصویرها، خطای جابجایی تصاویر با روش چند جمله‌ای تصحیح شد، برای این کار از نقاط کنترل زمینی بدست‌آمده از نقشه‌های پستی وبلندی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ بهره‌گیری شد، این تصحیح با خطای کمتر از نیم پیکسل پذیرفته شد. سپس محدوده هر جایگاه بر روی تصویرها جدا شد و مرحله های دیگر پردازش بر روی تصویر هر جایگاه به صورت جداگانه اعمال شد. به منظور حذف خطاهای جوی روش تعدیل نمودار (نمانی و همکاران[1]،۱۹۹۳)، به کار رفت. همچنین به دلیل بهره‌گیری توأم تصویرها سه سال در تجزیه و تحلیل‌ها، برای رفع خطای ناشی از زاویه تابش خورشید ارزش رقومی تصویرها به بازتاب طیفی تبدیل شد (ریچارد[2]،۱۹۹۹). پس از اعمال تصحیح های یادشده شاخص‌های حقیقی، شاخص‌های خط خاک و شاخص‌های جوی بر روی تصویرها ایجاد شد. این شاخص‌ها براي سه حالت بهره گیری از داده‌های ماهواره‌اي (تصویرهای ناشی از تصحیح هندسي، تصویرها پس از تصحیح هندسي و جوی وتصویرهای ناشی از بازتاب طیفي) ایجاد شد. دو نوع داده اول در واقع ارزش رقومي تصویرهای (DN) مي‌باشد که شاخص‌ها از آنان استخراج شد. پس از بررسي همبستگي بین شاخص‌ها و مشخصه هاي گیاهي به دلیل اینکه شاخص‌هاي بدست آمده از بازتاب بیشترین همبستگي را با مشخصه ها داشتند، بررسي رگرسیون و مدل سازي بر پایه این شاخص‌ها صورت گرفت، و شاخص‌هاي بدست آمده از DN در مدل سازي بهره‌گیری نشد. همچنین برای بارزسازی و کسب داده های بیشتر از تصویرهای کار تبدیل تسلدکپ (کوهن و اسپایس[3]، ۱۹۹۲)، ادغام داده‌ها به روش پاسخ طیفی و همچنین تحلیل مولفه‌های اصلی بر روی تصویرهای یادشده اعمال شد. جدول ۲ شاخص‌های به کار رفته در پژوهش را نشان می دهد. علاوه بر این شاخص‌ها، از تجزیه مولفه‌های اصلی و تبدیل تسلدکپ نیز بهره‌گیری شد.

برای تعیین موقعیت دقیق کرت‌های اندازه‌گیری شده زمینی از دستگاه GPS، مارك ماژلانPromark Xcm به روش زوجی بهره گیری شد، یعنی به صورت همزمان با هر دو دستگاه، یکی در نقطه‌ای با مختصات معلوم (مختصات ۴ نقطه مرجع نزدیک به جایگاه‌های مورد بررسی)، و دیگری در جاهای مورد نظرمستقر شده و برداشت جاها انجام گرفت و وضعیت درست جاها پس از رفع خطای برداشت به کمک نرم افزار Mstar تعیین شد. همچنین به منظور کنترل کلي دقت و جلوگیری از بروز خطاهایي با منابع ناشناخته همه کرت‌ها به کمك GPS دستي مارك Garmin etrex vista، نیز موقعیت‌یابي شد. سپس با بهره‌گیری از مختصات بدست‌آمده یک لایه نقطه‌ای متشکل از واحدهای نمونه در طول نوارها تشکیل شد و از راه رویهم گذاری این نقشه و تصویرهای دارای شاخص‌ها ارزش رقومی شاخص‌های هر کرت استخراج شد. سپس نتایج بدست‌آمده از ارزش‌های طیفی استخراج شده به همراه داده‌های زمینی مربوط به پوشش و تولید گیاهی حالت های رویشی مورد بررسی در مدت ۳ سال در جدول‌هایی تنظیم و برای پردازش‌های آماری آماده شد.

برای محاسبه مشخصه‌هاي کمي گیاهي (پوشش و تولید)، با بهره‌گیری از داده‌هاي رقومي در سطح کرت برای هر ۳ سال آماری درآغاز همبستگي بین مشخصه‌ها و شاخص‌هاي اعمال شده بررسي شد و شاخص‌هایی که همبستگی معنی‌داری در سطح ۹۵% داشتند گزینش شدند و برای تعیین کارایی مدل نهایي، از هر سال ۱۰ کرت به‌طور تصادفي گزینش و از مجموعه داده‌ها حذف شد. در مرحله بعد رابطه رگرسیوني بین مشخصه و شاخصي که بالاترین میزان همبستگي را با آن مشخصه داشت، برقرار و مدل رگرسیونی ارائه شد، سپس کارایي مدل‌هاي بدست‌آمده در برآورد واقعیت زمیني از راه کرت‌هاي شاهد مورد بررسي قرار گرفت.

---

[1] Nemanie et al

[2] Richard

[3] hen and Spies

جدول ۲- شاخص‌هاي مختلف و باندهاي محاسباتی به کار رفته در این پژوهش

Vegetation Index	**Code**	**Formula**
Ratio Vegetation Index (Near-InfraRed Ratio)	RVI (NIR)	NIR/RED
Ratio Vegetation Index $_1$	RVI $_1$	Sqrt (NIR/RED)
Moisture Stress Index	MSI	ETM_5/NIR
Mid InfraRed Index	MIR	ETM_5/ETM_7
Green Normalized Difference Vegetation Index $_1$	$GNDVI_1$	(NIR-ETM_1)/ (NIR+ETM_1)
Green Normalized Difference Vegetation Index $_2$	$GNDVI_2$	(NIR-ETM_2)/ (NIR+ETM_2)
Normalized Difference Vegetation Index	NDVI	(NIR- RED)/ (NIR+ RED)
Transformed Vegetation Index	TVI	(NIR- RED)/ (NIR+ RED)+ 0.5
Transformed Vegetation Index $_1$	TVI_1	Sqrt (((NIR- RED)/ (NIR+ RED))+0.5)
Transformed Vegetation Index $_2$	TVI_2	(Sqrt (2)* NIR- Sqrt (2)* RED)
Soil Water Content Index (InfraRed Index)	SWCI (IR)	(NIR- ETM_7)/ (NIR+ETM_7)
Modified Normalised Difference Index	MNDI	NIR- (1.2* RED)/ (NIR+ RED)
Leaf Water Content Index (InfraRed Index)	LWCI (IR)	(NIR-ETM_5)/ (NIR+ ETM_5)
Normalized Ratio Vegetation Index	NRVI	(RVI-1)/ (RVI+1)
Green Vegetation Index	GVI	0.2848*ETM_1-0.2435*ETM_2- 0.5436* RED+0.7243* NIR+0.0840* $ETM_5$0.1800*ETM_7
InfraRed Percentage Vegetation Index	IPVI	NIR/ (NIR+ RED)
Defrence Vegetation Index	DVI	NIR- RED
Soil Bare Index	SBI	(ETM_1-ETM_2)/ (ETM_1+ETM_2)
Perpendicular Vegetation Index	PVI	sin a* NIR-cos a* RED
Perpendicular Vegetation Index $_1$	PVI_1	((b* NIR-RED*a)/ b^2+1)^0.5 a= عرض از مبداء معادله b = شیب معادله خط خاک
Perpendicular Vegetation Index $_2$	PVI_2	a* NIR-b* RED
Soil Adjusted Vegetation index	SAVI	(((NIR- RED)/255)/ (((NIR+ RED)/255)+L))* (L+1)
Soil Adjusted Vegetation index $_1$	$SAVI_1$	(NIR- RED)* (1+L)/ (NIR+ RED+L)
Transformed Soil Adjusted Vegetation index $_1$	$TSAVI_1$	a* (NIR-a* RED-b)/ (RED+a* NIR-a*b)
Transformed Soil Adjusted Vegetation index $_2$	$TSAVI_2$	a* (NIR-a* RED-b)/ (RED+a* NIR-a*b+0.8* (1+a^2)
Weighted Difference Vegetation Index	WDVI	NIR- (a* RED)
Modified Soil Adjusted Vegetation Index $_1$	$MSAVI_1$	(NIR- RED)* (1+L)/ (NIR+ RED+L) L=1- (2*a*NDVI*WDVI)
Modified Soil Adjusted Vegetation Index $_2$	$MSAVI_2$	0.5* (2* NIR+1- ((2* NIR+1)^2-8* (NIR- RED))$^{0.5}$)
AETMospherically Vegetation Index	ARVI	(NIR- (RED- (ETM_1- RED)))/ (NIR+ (RED- (ETM_1- RED)))

جدول ٢- شاخص‌هاي مختلف و باندهاي محاسباتی به کار رفته در اين پژوهش

Vegetation Index	Code	Formula
AETMospherically Vegetation Index $_1$	$ARVI_1$	$(NIR-RB)/(NIR+RB)$ $RB= RED-\gamma^* (ETM_1- RED) \quad \gamma =1$
Soil Adjusted and Atmospherically Resistant VI	SARVI	$(NIR- (RED- (ETM_1- RED)))/ (NIR- (ETM_1- RED)+L)$
Global Environmental Monitoring Index	GEMI	$\xi * (1-0.25* \xi)- ((RED-0.125)/ (1- RED))$ $\xi = (2* (NIR)^\wedge 2- (RED)^\wedge 2)+$ $(1.5* NIR+0.5* RED))/ (NIR+ RED+0.5)$
Enhanced Vegetation Index	EVI	$2.5* ((NIR- RED)/ (NIR+ RED-7.5*ETM_1+1)$
Transformed Normalized Ratio Vegetation Index	TNDVI	$(NDVI+1)*100$
Leaf Area Index	LAI	$-1.913+4.831*NDVI$
Leaf Area Index $_1$	LAI_1	$NDVI / (3.26-2.9+NDVI)$
NRR	NRR	$(NIR- RED)/ RED$
BI	BI	$ETM1+ETM_2+ RED+NIR+ ETM_5+ETM_7/ 6$
BI_1	BI_1	$ETM_1+ETM_2*2+ RED+NIR*2+ ETM_5+ETM_7/ 6$
BI_2	BI_2	$ETM_1+ETM_2+ RED+NIR+ ETM_5+ETM_7$
MINI	MINI	$(ETM_7-NIR)/ (ETM_7+NIR)$
$MIRV_1$	$MIRV_1$	$(ETM_7- RED)/ (ETM_7+ RED)$
$MIRV_2$	$MIRV_2$	$(ETM_5-RED)/ (ETM_5+ RED)$
PD_{311}	PD_{311}	$RED-ETM_1$
PD_{312}	PD_{312}	$(RED-ETM_1)/ (RED+ETM_1)$
PD_{321}	PD_{321}	$RED-ETM_2$
PD_{322}	PD_{322}	$(RED-ETM_2)/ (RED+ETM_2)$
VI $_1$	VI_1	$RED*NIR/ETM_2$
VI $_2$	VI_2	$RED*NIR$
VI $_3$	VI_3	$ETM_2/ (NIR+ RED)$
VI $_4$	VI_4	$ETM_2- ((NIR+ RED)/ETM_2)+ (NIR+ RED)$
VI $_5$	VI_5	RED/ETM_7
VI $_6$	VI_6	$((RED-ETM_7)/ (RED+ETM_7)+0.5$
VI $_7$	VI_7	$RED*ETM_7/ ETM_5$
VI $_8$	VI_8	$ETM_2* (RED/ETM_7)$
VI $_9$	VI_9	$ETM_7/ (RED+ ETM_5)$
VI $_{10}$	VI_{10}	$ETM_2- ((ETM_5+ETM_7)/ETM2)+ (ETM_5+ETM_7)$
VI $_{11}$	VI_{11}	$ETM5- ((ETM_7+ETM_2)/ ETM_5)+ (ETM_7+ETM2)$

لازم به یادآوری است که تحلیل‌ها درآغاز در سطح کرت صورت گرفت و همچنین به دلیل خطاي احتمالی در تطبیق داده‌های زمینی و داده‌های رقومی تحلیل‌ها در سطح نوار نیز انجام شد. بدین ترتیب که درآغاز میانگین میزان مشخصه‌هاي گیاهي و ارزش‌هاي رقومي متناظر آنان در سطح هر نوار را محاسبه نموده و همبستگي بين ميزان مربوط به مشخصه‌هاي گیاهي با ميزان ارزش‌هاي رقومي تك تك مورد بررسي قرار گرفت، سپس در هر منطقه رويشي، شاخصي كه بالاترين ميزان همبستگي معني‌دار ($P<۰/۰۵$) را با مشخصه‌ها داشت گزينش شد. در ادامه، برای بررسي روابط رگرسيوني و گزينش شاخص‌هاي مناسب در هر منطقه رويشي، هر يك از متغيرهاي تاج پوشش گياهي و توليد كل آنان به عنوان متغير وابسته (Y) و ارزش رقومي باندها و شاخص‌هاي گياهي كه بالاترين همبستگي معني‌دار را داشتند به عنوان متغير مستقل (X) درنظرگرفته شده و درهر مورد معادله های مربوطه استخراج شد. در مرحله بعد برای بررسي كارايي مدل‌هاي بدست‌آمده از تجزيه رگرسيون، ميانگين مشخصه هاي كمي اندازه‌گيري شده زميني در كرت‌هاي شاهد با ميانگين برآورد شده مشخصه ها از راه روابط رگرسيوني، با بهره‌گيری از آزمون T-test مورد مقايسه قرار گرفت.

پردازش تصویرها با نرم افزارهای ERDAS 8.1 و ILWIS 3.2 و پردازش آماری در محیط نرم افزار Minitab.13. 1 انجام شد.

نتایج

تجزیه داده‌ها بر پایه کرت

نتايج سه سال آمار برداري زميني مشخصه‌هاي مورد بررسی در سطح ۶۰ كرت يك متر مربعي در جدول شماره ۳ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که میزان پوشش غالب منطقه رزن و سیاهسنگ را بوته‌اي‌ها تشکیل می دهند. و میانگین پوشش کل گیاهی این دو منطقه به ترتیب ۴۳/۲ و ۴۲/۸ درصد برای رزن و سیاهسنگ در طول سال‌های مورد بررسی بدست آمد.

در منطقه رویشی واز چمنزار میزان پوشش غالب را گندمیان و سپس پهن‌برگان علفی‌ها تشکیل داده و میانگین پوشش کل آن ۵۳% است. و در منطقه واز بوته زار میزان پوشش غالب را گندمیان و سپس بوته‌اي‌ها به خود اختصاص دادند. پوشش کل این منطقه نیز به‌طور میانگین ۴۴/۱ درصد در طول سال‌های آماری محاسبه شد (نتایج تجزیه در سطح کرت جایگاه رزن به عنوان نمونه ارائه شده است).

جدول ۳- میزان تاج پوشش و تولید کل گونه‌های گیاهي در طي سال‌هاي مورد بررسي در جايگاه‌هاي موردبررسی

نام جایگاه	سال	تاج پوشش یکساله‌ها	تاج پوشش پهن برگان علفی	تاج پوشش گندمیان	تاج پوشش بوته‌اي‌ها	تاج پوشش کل (درصد)	تولید کل (kg/ha)
رزن	۱۳۸۱	٤/٤	٥/٣	٣/٤	٢٧/٧	٤٠/٨	١٨/١
	۱۳۸۲	٣/٣	٥/٥	٤/٩	٢٨/٨	٤٢/٥	١٩/٥
	۱۳۸۳	٥/١	٦/٨	٤/٠	٣٠/٤	٤٦/٣	٢٠/٣
سیاه سنگ	۱۳۸۱	٠/٠	٩/٤	٤/٥	٢٨/٤	٤٢/٣	٢٦/٦
	۱۳۸۲	٠/٠	٨/٦	٤/٢	٢٨/١	٤١/٠	٢٥/٨
	۱۳۸۳	٠/٠	٩/٣	٤/٥	٣١/٢	٤٥/١	٢٨/٥
وازچمنزار	۱۳۸۱	٠/١	٢١/١	٢٨/٨	٢/٣	٥٢/٣	٣٣/٧
	۱۳۸۲	١/٨	٢١/٢	٢٩/٠	٢/٤	٥٤/٤	٣٥/١
	۱۳۸۳	٠/١	٢٠/٩	٢٩/١	٢/٢	٥٢/٢	٣٦/٦
واز بوته زار	۱۳۸۱	٠/١	٥/٤	٢٢/٨	١٥/٠	٤٣/٣	٢٤/٦
	۱۳۸۲	٠/١	٨/٠	٢١/٩	١٤/١	٤٤/٠	٢٥/٠
	۱۳۸۳	٠/٢	٨/٨	٢١/٦	١٤/٦	٤٥/١	٢٥/٥

نتایج جدول شماره ۴ نشان می‌دهد که بین ارزش‌هاي رقومي و مشخصه‌هاي كمي گیاهي در منطقه رویشي رزن در محل قطعه‌های نمونه، همبستگي معنی‌داری در سطح ۹۵% وجود دارد. اما بررسی کارایی مدل‌های بدست‌آمده از این شاخص‌ها (جدول۵) نشان داد با وجود اینکه بین شاخص‌ها و مشخصه‌ها همبستگي معني دار ($P<۰/۰۵$)، وجود دارد. اما بین میانگین میزان واقعي و میانگین میزان برآورد شده از راه داده‌های دور سنجی در اغلب سال‌هاي آماري تفاوت معني‌داري در سطح ۹۵% دیده مي‌شود (جدول ۶). لازم به یادآوری است که نتایج دیگر جایگاه‌های مورد بررسی هم همانند نتایج جایگاه رزن به دست آمد.

جدول ۴- بالاترین میزان همبستگي شاخص‌ها با مشخصه‌ها بر پایه کرت در منطقه رویشي رزن

مشخصه گیاهي	شاخص گیاهي یا باند	ضریب همبستگي (درصد)	سطح معني‌داري ۵%
پوشش یکساله	VI_{10}	۳۱	+
پوشش گندمیان	VI_{10}	۴۱	+
پوشش پهن‌برگان علفی‌ها	BI	۳۵	+
پوشش بوته‌اي‌ها	VI_3	۳۹	+
پوشش کل	VI_3	۳۱	+
تولید کل	VI_4	۴۴	+

N=180

جدول ۵- نتایج بررسي روابط رگرسیون خطي ساده بین شاخص‌ها و مشخصه‌هاي گیاهي بر پایه کرت در منطقه رویشي رزن

متغیر وابسته	شاخص	رابطه رگرسیوني	r ضریب رگرسیون	اشتباه برآورد	سطح معني‌داري
پوشش یکساله	VI_{10}	VI_{10}۱۱/۹-۰/۲۱۱	۰/۵۶	۲/۱۴	۰/۰۰**
پوشش گندمیان	VI_{10}	VI_{10}-۷/۲۶-۰/۲۴۲	۰/۴۹	۳/۵۲	۰/۰۰**
پوشش پهن‌برگان علفی‌ها	BI_1	BI_1-۱۰/۹-۱/۰۲	۰/۴۱	۵/۲۲	۰/۰۰**
پوشش بوته‌اي‌ها	VI_3	VI_3-۲۲۵+۲۱۶	۰/۶۲	۱۰/۱۱	۰/۰۰**
پوشش کل	VI_3	$VI_3$۹۸/۹-۲۴۸	۰/۵۴	۱۱/۳۰	۰/۰۰**
تولید کل	VI_4	$VI_4$۳۳/۲-۰/۶۳۷	۰/۶۰	۴/۵۰	۰/۰۰**

** معنی‌دار در سطح ۹۹% N=150

جدول ۶- مقایسه میانگین مشخصه‌هاي اندازه‌گیري شده زمیني (میزان واقعي) و برآورد شده از راه داده‌های رقومي بر پایه کرت در منطقه رویشي رزن

تجزیه / مشخصه گیاهي	سال آماري	میانگین در سطح کرت		آزمون تي استیودنت
		میزان واقعي	میزان برآوردشده	
پوشش یکساله‌ها	۱۳۸۱	۳/۰۵ ± ۲/۳۷	۳/۳۸ ± ۰/۰۷	۰/۶۷^{ns}
	۱۳۸۲	۳/۰۵ ± ۲/۵۵	۳/۵۲ ± ۰/۱۵	۰/۵۷^{ns}
	۱۳۸۳	۲/۸۵ ± ۳/۰۹	۴/۳۳ ± ۰/۳۰	۰/۱۱^{ns}
پوشش گندمیان	۱۳۸۱	۱/۴۵ ± ۱/۷۹	۱/۲۸ ± ۰/۳۶	۰/۷۸^{ns}
	۱۳۸۲	۲/۹۰ ± ۱/۶۰	۱/۵۷ ± ۰/۴۷	۰/۰۲*
	۱۳۸۳	۶/۹۵ ± ۲/۵۲	۶/۱۴ ± ۱/۶۱	۰/۶۶^{ns}
پوشش پهن برگان علفی‌ها	۱۳۸۱	۵/۸۵ ± ۱/۰۶	۳/۹۰ ± ۱/۴۰	۰/۳۴^{ns}
	۱۳۸۲	۱/۲۵ ± ۰/۶۹	۱۵/۸۲ ± ۱/۱۵	۰*
	۱۳۸۳	۳/۱۰ ± ۲/۵۷	۳/۵۹ ± ۱/۶۴	۰/۶۱^{ns}
پوشش بوته‌اي‌ها	۱۳۸۱	۳۰/۵۰ ± ۱۳/۳۶	۲۶/۷۵ ± ۳/۹۸	۰/۴۱^{ns}
	۱۳۸۲	۳۶/۰۵ ± ۱۱/۴۴	۱۵/۸۲ ± ۴/۳۱	۰*
	۱۳۸۳	۳۲/۷۰ ± ۱۶/۸۵	۴۷/۶۱ ± ۱۰/۷۹	۰/۰۳*
پوشش کل	۱۳۸۱	۴۰/۸۵ ± ۱۲/۳۰	۳۹/۹۹ ± ۲/۷۸	۰/۸۳^{ns}
	۱۳۸۲	۴۳/۲۵ ± ۱۲/۰۴	۳۳/۱۲ ± ۲/۹۹	۰/۰۳*
	۱۳۸۳	۴۵/۶۰ ± ۱۵/۲۹	۵۳/۹۶ ± ۶/۲۹	۰/۱۴^{ns}
تولید کل kg/ha))	۱۳۸۱	۱۷/۹۳ ± ۵/۹۶	۱۸/۵۲ ± ۲/۲۹	۰/۷۸^{ns}
	۱۳۸۲	۲۰/۹۰ ± ۷/۲۷	۱۴/۲۳ ± ۲/۱۷	۰/۰۲*
	۱۳۸۳	۲۳/۱۲ ± ۵/۹۱	۲۱/۰۴ ± ۲/۵۹	۰/۳۲^{ns}

*: وجود تفاوت معنيدار در سطح ۹۵%

ns: نبود تفاوت معنيدار

بنابه نتایج جدول شماره ۶ در اغلب موارد تفاوت معنی‌داری بین میزان واقعی و میزان برآوردشده دیده نمی شود، اما به دلیل پایین بودن ضرایب همبستگی و رگرسیون (جدول‌های ۴ و ۵) و همچنین وجود تفاوت معنی‌دار بین برخی میزان واقعی و برآوردشده (جدول ۶) در سطح کرت، برای اطمینان بیشتر و بالاتر بردن میزان ضرایب از میانگین نوار بهره‌گیری شد.

تجزیه داده‌ها بر پایه نوار

نتایج بررسي همبستگي بین ارزش‌هاي رقومي و مشخصه‌هاي کمي گیاهي برپایه نوار در منطقه رزن نشان داد

که شاخص VI_{10} با پوشش یکساله‌ها و گندمیان، شاخص PD_{312} با پوشش پهن‌برگان علفی‌ها و شاخص VI_{12} با تاج پوشش کل بالاترین همبستگي را داشتند. در مورد تولید کل باند طیفي ETM_7 بالاترین ضریب همبستگي را به خود اختصاص داد. همچنین در منطقه رویشي سیاه سنگ شاخص VI_6 با پوشش گندمیان، شاخص VI_9 با پوشش پهن‌برگان علفی‌ها و شاخص $MIRV_2$ با پوشش بوته‌اي‌ها، تاج پوشش کل و تولید کل، بالاترین میزان همبستگي را نشان دادند. در منطقه رویشي واز چمنزار شاخص BI با پوشش یکساله‌ها، شاخص $MIRV_1$ با پوشش گندمیان و پوشش پهن برگان علفی‌ها، شاخص VI_6 با پوشش بوته‌اي‌ها و شاخص VI_5 با پوشش کل و تولید کل بالاترین همبستگي را به خود اختصاص دادند. و در منطقه رویشي واز بوته‌زار شاخص‌هاي GVI با پوشش پهن‌برگان علفی‌ها، VI_{10} با پوشش بوته‌اي‌ها و$MIRV_1$ با پوشش کل و باند مصنوعي $Fuse_4$ با پوشش کل بالاترین میزان همبستگي را در بین انواع باندها و شاخص‌ها نشان دادند. (جدول۷). همچنین مقایسه نتایج جدول های ۴ و ۷ نشان می دهد که در مجموع ضرایب همبستگی شاخص‌ها و مشخصه ها در سطح نوار بزرگتر از ضرایب همبستگی در سطح کرت می‌باشد.

جدول ۷- بالاترین میزان همبستگي بین شاخص‌هاي گیاهي و مشخصه‌های گیاهی بر پایه نوار در ایستگاه‌های مورد بررسی

نام جایگاه	شاخص گیاهی یا باند	یکساله‌ها	گندمیان	پهن برگان علفی‌ها	بوته‌اي‌ها	پوشش کل	تولید کل
رزن	VI_{10}	۶۵	۶۹				
	PD_{312}			۵۷			
	VI_3				۶۸		
	VI_{12}					۶۷	
	ETM_7						۵۲
سیاه سنگ	VI_6	-	۶۶				
	VI_9			۵۵			
	$MIRV_2$				۷۶	۷۷	۶۹
واز چمنزار	BI	۴۹					
	$MIRV_1$		۴۹	۵۱			
	VI_6				۷۵		
	VI_5					۸۱	۸۲
واز بوته زار	GVI	-	-	۶۰			
	VI_{10}				۶۶		
	$Fuse_2$					۵۸	
	$MIRV_1$						۵۴

مدل‌های بدست‌آمده از روابط رگرسیوني بین شاخص‌هاي معرفی شده و مشخصه‌هاي کمي مراتع در هر منطقه رویشي،

در جدول شماره ۸ آمده است. همان‌طوري كه ملاحظه مي‌شود، اين مدل‌ها ارتباط معني داري در سطح ۹۹% و يا ۹۵% با متغيرهاي مورد بررسی دارند.

جدول ۸- نتايج بررسي روابط رگرسيون خطي ساده بين شاخص‌ها و مشخصه‌هاي گياهي بر پايه نوار در منطقه‌های مورد بررسی

نام جايگاه	متغير وابسته	شاخص	رابطه رگرسيوني	ضريب رگرسيون R	اشتباه برآورد	سطح معني‌داري
رزن	پوشش يكساله‌ها	VI_{10}	۹/۳۲-۰/۲۴۲ VI_{10}	۰/۸۹	۰/۸۲	۰/۰۰**
	پوشش گندميان	VI_{10}	-۹/۱۷+۰/۳۱۶ VI_{10}	۰/۷۶	۲/۰۵	۰/۰۰**
	پوشش پهن‌برگان علفی‌ها	PD_{312}	۴۱/۱-۷۰ PD_{312}	۰/۸۲	۱/۸	۰/۰۰**
	پوشش بوته‌اي‌ها	VI_3	۸/۲۱+۱۱ VI_3	۰,۸۹	۱/۲	۰/۰۰**
	پوشش كل	VI_{12}	۶۵/۴-۰/۲۷۸ VI_{12}	۰/۸۸	۲/۲۸	۰/۰۰**
	توليد كل	Tgr	۳۷/۶+۴/۱۷ Tgr	۰/۶۸	۳/۱۵	۰/۰۰**
سياه سنگ	پوشش گندميان	VI_6	-۵۱+۱۰۶ VI_6	۰/۸۹	۰/۸۰	۰/۰۰**
	پوشش پهن‌برگان علفی‌ها	VI_9	۶۵/۷-۱۲۴ VI_9	۰/۵۹	۱/۴۳	۰/۰۱۹*
	پوشش بوته‌اي‌ها	$MIRV_2$	۱۵/۷+۲۵۵ $MIRV_2$	۰/۷۲	۴/۲۷	۰/۰۰**
	پوشش كل	$MIRV_2$	۳۰/۸+۲۱۵ $MIRV_2$	۰/۸۴	۲/۴۹	۰/۰۰**
	توليد كل	$MIRV_2$	۱۷/۱+۱۷۶ $MIRV_2$	۰/۷۹	۲/۴۰	۰/۰۰**
واز چمنزار	پوشش گندميان	$MIRV_1$	۲۸+۲۶۳ $MIRV_1$	۰/۸۹	۳/۳۰	۰/۰۰**
	پوشش پهن‌برگان علفی‌ها	$MIRV_1$	۱۹/۳+۱۲۹ $MIRV_2$	۰/۵۸	۴/۵	۰/۰۰**
	پوشش بوته‌اي‌ها	VI_6	-۲۲/۵+۵۰/۸ VI_6	۰/۷۴	۱/۱	۰/۰۰**
	پوشش كل	VI_5	۱۷۴-۱۲۵ VI_5	۰/۹۲	۲/۹	۰/۰۰**
	توليد كل	VI_5	۷۵-۵۵/۷ VI_5	۰/۸۲	۳/۱	۰/۰۰**
واز بوته زار	پوشش پهن‌برگان علفی‌ها	GVI	-۶/۸۰+۱ GVI	۰/۶۹	۲/۰۹	۰/۰۰**
	پوشش بوته‌اي‌ها	VI_{10}	۳۴/۶-۰/۴۳۹ VI_{10}	۰/۸۶	۱/۰۴	۰/۰۰**
	پوشش كل	$Fuse_2$	۵۶/۳-۰/۲۴۴ $Fuse_2$	۰/۴۹	۲/۳۴	۰/۰۰**
	توليدكل	$MIRV_1$	۲۵-۱۲۸ $MIRV_1$	۰/۹۹	۰/۱۳	۰/۰۰**

**: معني‌دار در سطح ۹۹%

*: معني دار در سطح ۹۵%

بررسي كارايي مدل‌هاي بدست آمده از تجزيه رگرسيون خطي ساده در سطح نوار، نشان مي‌دهد كه بين داده‌هاي برآوردی بدست آمده از مدل‌هاي رگرسيوني و داده‌هاي واقعي تاج پوشش و توليد گروه‌هاي مختلف گياهي، تفاوت معني‌داري ($P<۰/۰۵$) وجود نداشته و مدل‌هاي بدست‌آمده از كارايي مناسبي برخوردار مي‌باشند (جدول ۹).

جدول ۹- مقايسه ميانگين مشخصه‌هاي اندازه‌گيري شده زميني (ميزان واقعي) و برآورد شده از راه داده‌های رقومي بر پایه نوار در منطقه‌های مورد بررسی

نام جایگاه	تجزیه / مشخصه گیاهی	میانگین در سطح نوارباریک		آزمون تی استیودنت
		میزان واقعی	میزان تخمینی	
رزن	پوشش یکساله‌ها	۰/۸۸ ± ۳/۷۰	۳/۵۷ ± ۱/۱۴	۰/۸۸^{ns}
	پوشش گندمیان	۳/۹۸ ± ۶/۸۷	۵/۱۹ ± ۲/۷۳	۰/۵۸^{ns}
	پوشش پهن‌برگان علفی‌ها	۲/۰۵ ± ۵/۴۲	۳/۵۴ ± ۲/۹۴	۰/۴۲^{ns}
	پوشش کل	۰/۳۹ ± ۴۵/۳۵	۴۵/۳۹ ± ۴/۲۵	۰/۹۹^{ns}
	تولید کل ((kg/ha	۲۱/۳۰ ± ۲/۰۹	۲۳/۲۶ ± ۵/۹۴	۰/۶۳^{ns}
سیاه سنگ	پوشش گندمیان	۴/۹۳ ± ۱/۷۸	۵/۳۲ ± ۱/۴۶	۰/۷۹^{ns}
	پوشش پهن‌برگان علفی‌ها	۸/۷۰ ± ۱/۹۱	۹/۹۶ ± ۰/۸۱	۰/۳۸^{ns}
	پوشش بوته‌اي‌ها	۲۹/۹۸ ± ۹/۶۳	۲۶/۵۰ ± ۶/۸۵	۰/۶۴^{ns}
	پوشش کل	۴۳/۶۸ ± ۷/۰۳	۳۹/۹۱ ± ۵/۷۸	۰/۵۱^{ns}
	تولید کل ((kg/ha	۲۸/۵۳ ± ۷/۲۸	۲۴/۵۶ ± ۴/۷۳	۰/۵۹^{ns}
واز چمنزار	پوشش گندمیان	۲۸/۷۲ ± ۱۲/۲۹	۳۴/۷۴ ± ۴/۰۸	۰/۴۹^{ns}
	پوشش پهن‌برگان علفی‌ها	۲۱/۰۷ ± ۸/۸۱	۲۲/۶۱ ± ۲	۰/۷۹^{ns}
	پوشش بوته‌اي‌ها	۱/۶۰ ± ۰/۹۳	۱/۶۰ ± ۰/۷۹	۱/۰۰^{ns}
	پوشش کل	۵۳/۲۲ ± ۹/۶۲	۵۴/۷۲ ± ۴/۵۰	۰/۸۲^{ns}
	تولید کل ((kg/ha	۳۵/۴۶ ± ۵/۷۷	۳۵/۷۸ ± ۳/۲۱	۰/۹۴^{ns}
واز بوته زار	پوشش پهن‌برگان علفی‌ها	۶/۶۰ ± ۰/۱۳	۷/۳۴ ± ۲/۶۹	۰/۶۸^{ns}
	پوشش بوته‌اي‌ها	۱۴/۴۷ ± ۱/۵۰	۱۴/۶۴ ± ۱/۰۲	۰/۸۸^{ns}
	پوشش کل	۴۴/۲۳ ± ۶/۷۱	۴۴/۰۷ ± ۱/۳۹	۰/۹۷^{ns}
	تولید کل ((kg/ha	۲۵/۲۳ ± ۱/۸۷	۲۶/۹۳ ± ۳/۷۳	۰/۵۳^{ns}

ns: عدم تفاوت معني‌دار در سطح ۹۵%

بحث

با توجه به‌اینکه مراتع از اجزاي متفاوتي مانند گياهان (پوشش سبز)، لاشبرگ (پوشش خشك)، سنگ و سنگريزه، خاك لخت و غيره تشكيل شده و هر كدام از اين اجزا در محدوده ويژه‌ای از طيف بارز مي‌شوند، لذا برای برآورد هر چه بهتر مشخصه‌هاي كمي گياهي (تاج پوشش و توليد)، از باندهاي تصويرهای ماهواره به‌صورت جداگانه و همچنين از شاخص‌هاي گياهي كه تركيبي از اين باندها مي‌باشند، بهره گيری شد كه هر كدام از مشخصه‌هاي گياهي با توجه به ويژگيهاي خاص خود، با شاخص و يا باند ويژه‌ ای ارتباط معني دار نشان دادند.

بررسی چگونگی استخراج شاخص‌های مختلف نشان داد که شاخص‌های استخراج شده از تصويرهای اوليه (داده‌های خام)، هيچ گونه همبستگی با مشخصه‌های کمی مراتع ندارند، در حالي كه شاخص‌های بدست‌آمده از تصحيح های مختلف تصويرها دارای همبستگی معنی‌داری با مشخصه ها بودند و اين نتيجه نشان دهنده دقت تصحيح های اعمال شده می‌باشد. همچنين از بين شاخص‌های ايجاد شده شاخص‌های بدست‌آمده از بازتاب در مقايسه با شاخص‌های بدست‌آمده از DN دارای همبستگی بالاتری با مشخصه ها بودند، به‌اين دليل که DN (ارزش رقومی تصويرها)، تحت تأثير زاويه ديد سنجنده، موقعيت و زاويه تابش خورشيد می‌باشد (مادر،۱۹۹۹)، و طی تصويربرداری دوباره از منطقه مورد نظر ممکن است اين شرايط تغيير نمايد و خطا ايجاد شود، که در شاخص‌های بدست‌آمده از بازتاب طيفی پديده‌ها، اين خطاها برطرف شده است. فرزادمهر (۱۳۸۲)، نيز در بررسی خود به‌اين نتيجه اشاره نموده است.

برای بررسي ارتباط بين شاخص‌هاو مشخصه هاي كمي گياهي، تجزيه داده‌ها بر پايه کرت و بر پايه نوار با بهره‌گيری از روابط رگرسيون خطي ساده انجام شد. نتايج تجزيه داده‌ها بر پايه کرت نشان داد که بين مشخصه‌هاي كمي اندازه‌گيري شده در واحدهاي نمونه با شاخص‌هاي گياهي همبستگي معني داري وجود دارد، اما به دليل احتمال اشتباه در قرار دادن يک نمونه زمينی در پيکسل مربوطه اش با توجه به دقت دستگاه مکان ياب بررسي روابط رگرسيوني و آزمون کارايي مدل‌هاي ارائه شده، در مورد برخي از مشخصه ها، نشان داد که مدل‌ها از کارايي کمی برخوردار هستند. به همين دليل در مرحله بعد تجزيه داده‌ها در سطح نوار انجام شد. اگرچه تفاوت معنی‌داری بين ميزان برآورد شده با معادله های بدست آمده از داده‌ها در سطح کرت برای برخی مشخصه ها ديده نشد، اما معادله ها محاسبه شده بر پايه تجزيه داده‌های نوار برآورد نزديکتری به ميزان واقعی هر مشخصه ارائه دادند. لازم به يادآوری است که تجزيه داده‌ها بر پايه ميانگين نوار از ضريب همبستگي بزرگتر و اشتباه معيار کوچکتر در مقايسه با تجزيه داده‌ها بر پايه کرت برخوردار بود. در ادامه شاخص‌های بدست‌آمده از بازتاب که در سطح نوار با مشخصه ها بهترين مدل را ارائه نمودند مورد بررسی قرار گرفته و دلايل اين ارتباط يادآوری می شود.

شاخص VI_{10} بيشترين همبستگي را با پوشش يکساله‌ها و پوشش گندميان نشان داد، در ترکيب اين شاخص باندهاي ETM_5 و ETM_7 (باند مادون قرمز مياني)، وجود دارد که قادر به برآورد پوشش گياهي مي‌باشند. کوران و ويليامسون[1] (۱۹۸۷) نيز گزارش دادند که امواج مادون قرمز ميانی مناسب برای برآورد پوشش شاخ و برگ سبز گياهان می باشند. همچنين ايکدا و همکاران (۱۹۹۱)، ارزانی و همکاران (۱۳۷۶)، درويش صفت و زارع (۱۳۷۷) و فرزادمهر (۱۳۸۲) در نتايج بررسی های خود بر کارايی باند مادون قرمز ميانی برای برآورد پوشش و توليد گياهی اشاره نموده‌اند. از شاخص‌هاي گروه خط خاك، شاخص‌هاي $SAVI_1$ و $MSAVI_2$ با پوشش يکساله‌ها و پوشش کل همبستگي معني‌دار نشان دادند، اين شاخص‌ها بازتاب خاك زمينه را کاهش داده وتوانايي خوبي در برآورد ميزان کم پوشش گياهي دارند، رينگرز و همکاران (۱۹۸۹)، تولر (۱۹۸۹)، کاي

---

[1] Curran and Williamson

و همکاران (۱۹۹۴)، راندکس و همکاران (۱۹۹۶)، ایکدا و همکاران (۱۹۹۹)، زاهدي فرد (۱۳۸۰) و فرزادمهر (۱۳۸۲) نیز در بررسی‌های خود به‌این نتایج اشاره نمودند.

باند محاسباتی $Fuse_4$ از جمله شاخص‌هاي بدست‌آمده از ادغام است که به روش پاسخ طیفي بدست‌آمده شده و روابط معني‌داري با پوشش یکساله‌ها نشان داده است، دلیل همبستگي آن را مي‌توان همبستگي بالاي باند طیفي مادون قرمز نزدیك با پوشش گیاهي سبز از یك طرف و بالا بودن جداپذیری مکاني این شاخص از طرف دیگر دانست (چون از ادغام باند طیفي NIR باقدرت جداپذیری مکاني ۳۰ متر با باند طیفي ETM_8 با قدرت جداپذیری مکاني ۱۵ متر بدست آمده شده است)، فرزادمهر (۱۳۸۲)، دربررسی خود مبني بر معرفي شاخص‌هاي مناسب ارزیابي مشخصه‌هاي کمي مراتع به‌این نتیجه رسید.

در گروه شاخص‌هاي جوی، شاخص‌هاي ARVI و GEMI با تاج پوشش کل روابط معني‌دار با ضرایب همبستگي بالا نشان دادند، این شاخص‌ها که با عنوان شاخص‌هاي مقاوم به اثرگذاری جوی نامیده مي‌شوند علاوه بر توانایي در کاهش اثرگذاری درخشندگي خاك، اثرگذاری جوی را نیز تا حد امکان کاهش مي‌دهند، پنتي و ورستریت (۱۹۹۲)، لپریور و همکاران (۱۹۹۵) و فرزادمهر و همکاران (۱۳۸۳)، نیز در بررسی‌ها همانندی به‌این نتیجه رسیدند. شاخص درخشندگي تسلدکپ (Tbr) به دلیل قابلیت تفاوت بین خاك زمینه و پوشش گیاهي توانایي برآورد پوشش گیاهي را دارد. این نتیجه با نتایج حسیني (۱۳۸۱) مبني بر کارایي این شاخص در برآورد درصد پوشش گیاهي تطابق دارد. شاخص PVI، شاخص متعامد خط خاك است که با پوشش بوته‌اي‌ها روابط معني‌دار نشان داده و از ترکیب باندهاي RED و NIR ساخته شده است، و به همین دلیل قابلیت برآورد پوشش بوته‌اي‌ها را دارد. بوته‌اي‌ها در زمان تصویر برداري سبز بوده و دو باند یادشده مي‌توانند پوشش سبز رابه خوبي برآورد نمایند. این نتیجه با نظر خوانین‌زاده (۱۳۷۹) که معتقد است شاخص‌هایي که شامل باندهاي طیفي قرمز و مادون قرمز نزدیك هستند همبستگي بهتري با تاج پوشش گیاهي دارند برابری دارد. شاخص PVI نسبت به بوته‌اي‌ها ومراحل فنولوژیك آنان حساس تر از بازتاب باندهاي سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیك به تنهایي مي‌باشد و به همین علت توانسته پوشش بوته‌اي‌ها را به خوبي برآورد نماید، این نتیجه با نتایج دانکن و همکاران (۱۹۹۳)، ریچاردسون و ویگاند (۱۹۹۷)، زاهدي فرد (۱۳۸۰) برابری دارد.

شاخص $MIRV_1$، شاخصي است که با پوشش گندمیان، پوشش پهن‌برگان علفی‌ها و پوشش کل ،بالاترین ضریب‌های همبستگي را به خود اختصاص داده است. این ارتباط به‌این دلیل مي‌باشد، که تاریخ تصویربرداري با زمان کارهای صحرایي تاحدودی همزمان بوده، و در این زمان گیاهان در حال رشد بوده و بازتاب خوبي داشته‌اند. همچنین در ترکیب این شاخص از یك طرف باند مادون قرمز میانی که به تنهایي قادر است،پوشش و تولید را برآورد نمایند (ارزاني، ۱۹۹۴ و فرزادمهر،۱۳۸۲)، حضور دارد و از طرف دیگر باند قرمز که به روشنایي سطح خاك حساس بوده و قادر به برآورد پوشش و تولید با دقت بالا مي‌باشد (گریتز،۱۹۸۷)، حضور دارد. ارزانی (۲۰۰۵) و سپهري (۱۳۷۹) در بررسی های خود مبنی بر قابلیت شاخص‌هاي گیاهي دربرآورد پوشش گیاهي کارایی باند مادون قرمز میانی را در برآورد پوشش گیاهی تایید نمودند. شاخص $MIRV_2$ همبستگي بالایی را با پوشش بوته‌اي‌ها، پوشش کل و تولید کل نشان داده است. در ترکیب این شاخص، باندهاي طیفي قرمز و مادون قرمز میاني حضور دارند، هر کدام از این باندها به تنهایي قادر به برآورد پوشش و تولید مي‌باشند، اما ترکیب آنان در این شاخص باعث شده که با ضریب‌های رگرسیوني بالایي برآورد به نسبت دقیقي از مشخصه هاي یادشده داشته باشند، به‌طوري که در سطح اعتماد ۹۵% بین میزان واقعي و میزان برآوردشده مشخصه هاي پوشش بوته‌اي‌ها، پوشش کل و تولید، اختلاف معني‌داري دیده نمي‌شود. این نتیجه با نتایج زولین و

همكاران (۲۰۰۱)، ارزاني و همكاران (۱۳۷۶)، درويش‌صفت و زارع (۱۳۷۷)، سپهري (۱۳۷۹) و فرزادمهر و همكاران (۱۳۸۳) مبني بر كارايي اين باندها در برآورد پوشش و توليد برابری دارد.

از شاخص‌هاي ديگری که با مشخصه‌هاي پوشش گندميان و پوشش پهن‌برگان علفی‌ها رابطهٔ معني‌دار نشان دادند شاخص VI_6 و VI_9 مي‌باشند که در ترکيب آنان باندهاي طيفي قرمز (RED) و مادون قرمز مياني (ETM_5 و ETM_7) قرار دارند و به همين علت قادر به برآورد پوشش مي‌باشند. شاخص GVI نيز با پوشش بوته‌اي‌ها همبستگی نشان داده است، محمدي فخر (۱۳۷۹)، نيز طي پژوهش خود شاخص GVI را مناسب‌ترين شاخص برای نشان دادن تاج پوشش‌هاي گياهي معرفي کرده است، همچنين شاخص SARVI که شاخص گياهي مقاوم به اثرگذاری خاك و جو مي‌باشد، با توليد کل همبستگي معني‌دار نشان داده، اين شاخص مي‌تواند اثرگذاری بازتاب خاك زمينه و اثرگذاری جوی را تا حد امکان کاهش داده يا حذف نمايد، فرزادمهر (۱۳۸۲) به کارايي اين شاخص دربرآورد تاج پوشش و توليد فرم‌هاي مختلف رويشي اشاره نموده است.

شاخص $GNDVI_2$ ($VNIR_2$) نيز شاخصي است که توانائي بارز کردن پوشش گياهي سبز را دارد (گيتلسون و مرزلايك، ۱۹۹۷) و با پوشش کل ارتباط معني دار نشان داده است، فرمول اين شاخص مانند فرمول NDVI است با اين تفاوت که باند طيفي سبز به جاي باند طيفي قرمز قرار گرفته، اين باند در مقايسه با باند طيفي قرمز که در شاخص NDVI حضوردارد، به ميزان مختلف کلروفيل حساس مي‌باشد. به طوري که حتي مي‌تواند ميزان کم پوشش گياهي سبز را در مناطق مختلف نشان دهد، ارزانی (۲۰۰۵) و فرزادمهر (۱۳۸۲) در پژوهشات خود بر روي پوشش گياهي با بهره گيری از داده‌هاي رقومي نيز به‌اين نتيجه رسيدند.

به طور کلی نتايج بدست‌آمده از برآورد مشخصه‌هاي کمي گياهي در مناطق رويش رزن، سياه سنگ، واز چمنزار واز بوته‌زار با بهره گيری از داده‌هاي رقومي سنجنده ETM^+ ماهواره لندست نشان داد که در سال‌هاي مورد بررسي بين مشخصه هاي کمي گياهي در ريخت وشکل هاي مختلف رويشي با داده‌هاي رقومي ارتباط معني‌دار برقرار است، که با توجه به ترکيب گياهی هر منطقه و نوع پوشش غالب آن شاخص‌ها و باندهای متفاوتی اين ارتباط را نشان دادند. بنابراين امکان ارزيابي پوشش گياهي مراتع با بهره گيری از داده‌هاي رقومي سنجنده ETM^+ ماهواره لندست وجود دارد. اما با توجه به بوم نظامی پيچيده مراتع و طيف گسترده تغييرهای مکاني و زماني در خاك و پوشش گياهي که ويژگي خاص اين مناطق مي‌باشد بسيار مشکل خواهد بود که بتوان اين تغييرهای گسترده را در قالب يك مدل کمي بيان نمود. به هر حال شاخص‌ها و مدل‌هاي بدست آمده در اين پژوهش که در مناطق رويشي مختلف بدست‌آمده‌اند برآورد به نسبت دقيقي از مشخصه هاي کمي ارائه داده و از کارايي مناسبي برخوردار بودند.

سپاسگذاری

از موسسه پژوهشات جنگلها و مراتع به دليل فراهم نمودن شرايط انجام اين پژوهش و تهيه تصويرها و از مرکز پژوهشات کشاورزی و منابع طبيعی استان مازندران، به دليل در اختيار قرار دادن آمار زمينی مربوط به سال‌های ۱۳۸۱ و ۱۳۸۲ قدردانی و سپاسگزاري مي‌شود. همچنين از آقای مهندس الله مرادی به خاطر راهنماييهاي بي دريغ‌شان قدرداني مي‌شود.

منابع

۱- ارزاني، حسين. (۱۳۷۷)، دستورالعمل طرح ملي ارزيابي مراتع مناطق مختلف آب و هوايي ايران. موسسه پژوهشات جنگلها و مراتع كشور.

۲-- ارزاني، حسين. گوردن كينگ و بروس فورستر (۱۳۷۶)، كاربرد داده های رقومي ماهواره لندست TM در تخمين توليد و پوشش گياهي. مجله منابع طبيعي ايران، شماره ۵۰، جلد اول، صفحات: ۲۱-۳.

۳- حسيني، زين العابدين (۱۳۸۱)، كاربرد داده های رقومي ماهواره لندست برای تهيه نقشه كاربري و پوشش اراضي (بررسی موردي) در منطقه چمستان، پايان‌نامه كارشناسي ارشد مرتع‌داري دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران، ۱۴۲ صفحه.

۴- خوانين زاده، علی. (۱۳۷۹). بررسي امكان تهيه نقشه پوشش گياهي با بهره گيری از داده‌هاي ماهواره لندست TM در منطقه نيريز يزد، پايان‌نامه كارشناسي ارشد مرتعداري، دانشگاه صنعتي اصفهان، ۱۰۳ صفحه.

۵- درويش‌صفت، علی‌اصغر و علی زارع (۱۳۷۷)، برسي قابليت داده‌هاي ماهواره‌اي برای تهيه نقشه پوشش گياهي در مناطق خشك و نيمه خشك (بررسی موردي در منطقه قائن)، مجله منابع طبيعي ايران، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران، شماره ۵۱ جلد دوم، صفحات: ۵۲-۴۷.

۶- زاهدي فرد، ناصر (۱۳۸۰)، بررسي امكان تهيه نقشه كاربري اراضي با بهره گيری از داده‌هاي ماهواره‌اي لندست TM منطقه بازفت، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشگاه اصفهان، ۱۷۲ صفحه.

۷- سپهري، عادل (۱۳۷۹)، كاربرد شاخص‌هاي گياهي سنجنده TM در برآورد درصد پوشش گياهي مراتع حفاظت شده جهان‌نما، گرگان، مجله منابع طبيعي ايران، شماره ۵۰ جلد ۱، صفحات: ۲۵۹-۲۷۱.

۸- فرزادمهر، جليل (۱۳۸۲)، برآورد مشخصه‌هاي كمي (تاج پوشش و توليد گياهي) مراتع در مناطق رويشي استپي و نيمه استپي با بهره گيری از داده‌هاي ماهواره‌هاي لندست و اسپات، رساله دكتري، دانشكده منابع طبيعي، دانشگاه تهران، ۱۷۵صفحه.

۹- فرزادمهر، جليل. حسين ارزاني، علی اصغر درويش صفت و محمد جعفري (۱۳۸۳)، چكيده مقالات سومين همايش ملي مرتع و مرتعداري ايران، انتشارات موسسه پژوهشات جنگلها و مراتع، شماره ۳۴۵.

۱۰- متقي، محمد (۱۳۷۹)، كاربرد تصاوير رقومي سنجنده TM بررسی پوشش گياهي مراتع منطقه حفاظت شده جهان‌نما، پايان‌نامه كارشناسي ارشد، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه گرگان. ۹۸ صفحه.

۱۱- محمدي‌فخر، حميد (۱۳۸۰). تعيين شاخص‌هاي گياهي مناسب برای برآورد ميزان پوشش و توليد گياهان مرتعی از راه داده های رقومی در دو منطقه استپي استان مركزی، پايان‌نامه كارشناسي‌ارشد مرتع‌داري، دانشكده منابع طبيعي دانشگاه تهران، ۱۴۲ صفحه.

12- Arzani, H. 1994. Some aspects of estimating Short – term and long-term rangeland carrying capacity, Ph.D Thesis. University of New South Wales. Australia.

13- Arzani, H. 2005. Vegetation indices for vegetation parameters measurements using remote sensing data in arid areas. First Conference Remote Sensing in Kuwait, 26-28 sep.2005.

14- Baret, F. & G Guyot, 1991. Potentials and limits of vegetation indices for LAI and APAR assessment. *Remote Sensing of Environment*, 35: 161-173.

15- Cohen, W.B., & T.A. Spies, 1992. Estimating structural attributes of Douglas-Fir/Western Hemlock Forests stand from Landsat and SPOT imagery, *Remote Sensing of Environment*, 41: 1-17.

16- Crist, E.P. & R.C. Cicone, 1984, A Physically-based transformation of thematic mapper data-the TM Tasseled cap. IEEE trans. Geosel, Remote Sense, GE 22: 256-263.

17- Curran, P. J. & H. D. Williamson, 1987. GLAI estimation using measurements of red, near infrared, and middle infrared radiance, *Photogrammetric Engineering Remote Sensing*, 53 (2): 181-186.

18- Duncan, J. D. Stow, J. Franklin, & A. Hope, 1993. Assessing the Redationship between spectral vegetation indices and shrub cover in the Yornada Basin, New Mexico. *Int.J of Remote sensing*, 14: 3395-3416.

19- Gitelson, A.A. & M.N. Merzlyak, 1997. Remote estimation of chlorophyll content in higher plant leaves. *Int.J. of Remote Sensing*, 18 : 2691-2697.

20- Graetz, R. D. 1987. Satellite remote sensing of Australian rangelands. *Remote Sensing of Environment,* 23 : 313-331.

21- Ikeda, H., K. Okamoto, & M. Fukuhara, 1999. Estimation of above ground grassland phytomass with a growth model using landsat TM and climate data. *Int.J of Remote sensing.*11: 2283-2294.

22- Jackson, R.D., P.N. Slater, & P.J. Pinter, 1983. Discrimination of growth and water stress in wheat by various vegetation indices through clear and turbid atmospheres. *Remote Sensing of Environment*, 13: 187-208.

23- Leprieur, C., Y.H. Kerr., S. Mastorchio, & J.C. Meunier, 1995. Monitoring vegetation cover across semi-arid regions: comparison of remote observations from various scales. *Int.J of Remote Sensing*. 21: 281-300.

24- Mather, P.M. 1999. Computer processing of remotely – sensed images. John Wily & Sons, 292 pp.

25- Maxwell, E. L. A. 1976. Remote rangeland analysis system. *Journal of Range Management*, 29 : 66 – 73.

26- Nemani, R. R., L. L. pierce, S. W. Running, & L. E. Band, 1993. Forest ecosystem processes at the watershed scale : sensitivity to remotely Sensed leaf area index estimates, *Int.J. of Remote Sensing*, 14 : 2519-2534.

27- Pinty, B. & M. verstrate, 1992. GEMI, anon Linear index to monitor global vegetation from satellites, *Vegetation*, 101: 15-20.

28- Qi, J., A. chehbouni, A.R. Huete., y. H. Kerry, & S. sorooshian, 1994. A modified soil adjusted vegetation index. *Remote sensing of Environment*, 48 : 119-126.

29- Richards, J. A. 1993. Remote sensing Digital Image Analysis an Introduction, 2nd Ed., Springer- verlag, New York.

30- Richards, J. A. 1999. Remote sensing Digital Image Analysis an Introduction, 2nd Ed., Springer- verlag, New York.

31- Richarson, A.J. & C.L. Wiegand, 1997. Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*. 43: 1541-1552.

32- Ringrose, S., W. Matheson, B. Mogosti, & F. Tempest, 1989. Nature of the darkening effect in drought affected savanna Woodland environments relative to soil relectance in

33- Rondeaux, G. 1995. Analysis of soil spectral properties with the Ger single Field-of-view IRIS, Internal report. Geography Department, University of Nottingham, UK.

34-Rondeaux, G., M.Steven, & F. Baret, 1996. Optimization of soil adjusted vegetation indeces. *Remote Sensing of Environment*, 55: 48 - 107

35- Tueller, P. T.1989.Remote sensing technology for rangeland management applications. J. *Range Manage*. 32:214 - 220.

36- Tueller, P.T. (1998) Rangeland change and desertification. A Remote sensing view point. Sustainable development in arid zone assessment and monitoring of desert ecosystems. Edited by: samara A.S et al.

37- Xulin G., K. Price, & J. Stiles, 2001. Modeling biophysical factors for grasslands using landsat TM data in eastern Kansas. Kansas Applied Remote sensing (KARS). 12: 125-130.

Determination of suitable indices for vegetation cover assessment in summer rangelands in south of Mazandaran

H. Arzani[1], S. Noori[2], S. H. Kaboli[3], H. R. Moradi[4] and H. Ghelichnia[5]
[1] Professor, Faculty of Natural Resource, University of Tehran, I.R.Iran
[2] Faculty member, University of Zabol, I.R.Iran
[3] Ph.D. Student, University of Tehran of Tehran, I.R.Iran
[4] Faculty member, Tarbiat Modares University, I.R.Iran
[5] Research Center of Agriculture and Natural Resources of Mazandaran province, I.R.Iran
(Received: 14 January 2006, Accepted: 28 Ocotber 2008)

Abstract

In order to determine suitable indices for vegetation cover and production assessment based on remote sensing data, simultaneous digital data with field data of summer rangeland in south of Mazandaran province were analyzed. During 3 years monitoring vegetation cover including annuals, grasses, forbs and shrubs and total production data of sixty plots in each site (1 square meters) were collected. The Global Positioning System (GPS), geometric correction, histogram equalization and images digital numbers were converted to reflectance numbers. In the next stage, intrinsic indices, soil-line related indices and atmospheric corrected indices were generated. For determining suitable indices, linear regression model was used. The results showed that there are significant relationships between satellite data and vegetative characteristics. Among indeces, VI_{10} with annual covers, $VI_{6,}$ VI_{10}, $MIRV_1$ with grasses cover, PD_{312}, VI_9, $MIRV_1$, GVI indices with forbs cover, $MIRV_2$, VI_6, VI_{10} with shrubs cover, VI_{12}, $MIRV_2$, VI_5, $fuse_2$ and total cover and $MIRV_{1,}$ $MIRV_2$, VI_5, Tgr with total production, showed significant relationships. Generally introduced indices presented accurate quantitative estimation of the parameters. Therefore, it is possible to estimate vegtation cover and range production as important factors for range monitoring using landsat ETM^+ data.

Keywords: Remote sensing, Vegetation cover, Production, Vegetation index**,** Mazandaran

---

* Corresponding author: Tel: +98 542 2232600 , Fax: +98 542 2232600 E-mail: Snoori_327@yahoo.com