

بررسی قابلیت داده‌های ماهواره لندست ۷ در برآورد تاج پوشش و تولید گیاهی (مطالعه موردی: منطقه نیمه استپی حنا- سمیرم)^۱

جلیل فرزاد مهر^۲ حسین ارزانی^۳ علی اصغر درویش صفت^۴ محمد جعفری^۵

چکیده

به منظور بررسی توانایی داده‌های رقومی سنجنده ETM+ در برآورد تاج پوشش و تولید گیاهی، داده‌های ماهواره لندست ۷ مربوط به خرداد ماه ۱۳۸۰، منطقه نیمه استپی حنا- سمیرم در استان اصفهان مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این تحقیق اطلاعات مربوط به پوشش کل، پوشش گندمیان و فورب‌ها و تولید کل متعلق به ۴۵۰ پلات در قالب ۴۵ واحد نمونه برداری جمع آوری شد. به منظور تعیین مختصات واحدهای نمونه برداری و تطابق آنها با پیکسل‌های مربوطه از دستگاه مکان یاب استفاده شد. عمل تطابق هندسی داده‌های ماهواره‌ای با نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ به روش استفاده از نقاط کنترل زمینی و با دقت معادل ۰/۵ پیکسل انجام شد. پس از انجام عمل تطابق هندسی، شاخص‌های گیاهی متداول و شاخص‌های گیاهی مناسب مناطق خشک و باندهای تلفیقی حاصل از ادغام به روش پاسخ طیفی و تبدیل فضای رنگ ایجاد شد. سپس با استفاده از فایل برداری نقاط نمونه‌گیری صحرائی، ارزش رقومی باندهای اصلی و شاخص‌های ترکیبی در محل قطعات نمونه استخراج شد. برای بررسی روابط همبستگی و انتخاب مدل‌های مناسب، ابتدا هر یک از متغیرهای: درصد کل پوشش، پوشش گندمیان، پوشش فورب‌ها و تولید کل به عنوان داده‌های زمینی و میانگین ارزش رقومی نه پیکسل باندهای ETM۱ تا ETM۵ و ETM۷ و شاخص‌های گیاهی مربوط به نقاط نمونه برداری استخراج و به عنوان داده‌های ماهواره‌ای وارد نرم‌افزار آماری شد. سپس با روش رگرسیون خطی تجزیه و تحلیل لازم انجام پذیرفت. نتایج نشان دهنده همبستگی معنی‌دار بین داده‌های ماهواره‌ای با مشخصه‌های گیاهی (پوشش و تولید) می‌باشد. در این میان باند چهار سنجنده ETM+ با ضریب همبستگی ۰/۶۶ و اشتباه معیار ۴ بیشترین همبستگی را با تاج پوشش کل نشان می‌دهد. همچنین این باند و شاخص ترکیبی VNIR۲ با ضریب همبستگی ۰/۵۶ و اشتباه معیار ۱/۸ و بیشترین همبستگی را با پوشش پهن برگان علفی نشان می‌دهد. در خصوص تاج پوشش گندمیان، باند ETM۵ با ضریب همبستگی ۰/۶ و اشتباه معیار ۲/۲ بیشترین همبستگی را نشان می‌دهد. همچنین باند تلفیقی HYB۴ با ضریب همبستگی ۰/۵۲ و اشتباه معیار ۶/۳ بیشترین رابطه را با تولید کل نشان می‌دهد. با تکیه بر نتایج حاصل از این تحقیق می‌توان استفاده از باند طیفی ETM۴ و شاخص‌های گیاهی VNIR۲ و HYB۴ را برای برآورد تاج پوشش گیاهی و تولید در مناطق مشابه توصیه نمود.

واژه‌های کلیدی: تاج پوشش گیاهی، تولید گیاهی، سنجش از دور، سنجنده ETM+ شاخص‌های گیاهی، مرتع.

^۱ - تاریخ دریافت: ۸۱/۱۲/۲۴، تاریخ پذیرش: ۸۲/۱۰/۲۹

^۲ - دانشجوی دکتری مرتعداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (E-mail: Farzadm102000@yahoo.com)

^۳ - دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۴ - دانشیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

^۵ - استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران

مقدمه

پدیده‌ها، سایه، مراحل رشد گیاهی و ... تغییر پذیر می‌باشد. بر این اساس، نتایج تحقیقات محققین تا کنون در ۳ گروه قابل ذکر است:

گروه اول چون والر و همکاران^۳ (۱۹۸۱)، مولیله و همکاران^۴ (۲۰۰۱) ارتباط روشن و مشخصی را بین مشخصه‌های گیاهی و شاخص‌های گیاهی نیافته و یا این ارتباط را ضعیف بیان نموده اند.

گروه دوم ارتباط معنی داری را بین شاخص‌های گیاهی و مشخصه‌های گیاهی گزارش نموده اند؛ مانند، هاردیسکی و همکاران^۵ (۱۹۸۴)، ارزانی و همکاران^۶ ۱۹۹۴.

گروه سوم چون زولین گو و پرایس^۱ (۲۰۰۱) و سپهری و متقی (۱۳۸۱) معتقدند که ارتباط فوق بستگی به شرایط محیطی داشته و ممکن است این ارتباط در برخی نقاط معنی دار و در نقاط مجاور به علت تأثیر عواملی چون: ناهمگن بودن پوشش گیاهی، پایین بودن درصد تاج پوشش گیاهی، آثار خاک و غیره ضعیف یا بی‌معنی باشد. با توجه به ناهمگنی موجود در عرصهٔ مراتع نظیر: تنوع پوشش گیاهی، توپوگرافی، تأثیرات متفاوت بازتاب خاک زمینه و همچنین تفاوت در روش‌های مورد استفاده در بررسی روابط داده‌های ماهواره‌ای و مشخصه‌های گیاهی، حصول نتایج متفاوت دور از انتظار نیست (مولیله و همکاران ۲۰۰۱). بنابراین تحقیقات متعددی نیاز است تا بر اساس نتایج حاصله اختلاف نظرهای موجود تبیین شده و با افزایش دانش در این زمینه، قابلیت‌ها و محدودیت‌های به کارگیری داده‌های ماهواره‌ای در برآورد مشخصه‌های گیاهی به نحو مطلوب‌تری فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه، ایستگاه تحقیقاتی حنا واقع در جنوب شهرستان سمیرم در استان اصفهان می‌باشد که از نظر رویشی در ناحیهٔ نیمه استپی واقع شده است. محدودهٔ

مدیریت منابع اعم از منابع طبیعی و انسانی مستلزم استفاده از روش‌هایی است که از دقت و کارایی مطلوبی برخوردار بوده و با صرف هزینه‌های کمتر دستیابی به اهداف را آسان‌تر گرداند. شناخت و ارزیابی منابع محیطی به‌عنوان اولین گام در مدیریت این منابع به شمار می‌آید. شناخت منابع مذکور در مرحلهٔ پایه، خود مبتنی بر پیمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های زمینی است لیکن گستردگی سطح این منابع بخصوص اراضی مرتعی عامل محدودکننده‌ای در اندازه‌گیری‌های مستقیم و صحرایی به شمار می‌آید. به‌این‌دلیل به کارگیری ابزارها و روش‌های کمکی نظیر استفاده از داده‌های رقومی ماهواره‌ای در دستور کار متخصصان مدیریت منابع طبیعی قرار گرفته است تا در تلفیق با اندازه‌گیری‌های صحرایی اطلاعات مربوط به این منابع نظیر پوشش و تولید گیاهی فراهم گردد. داده‌های ماهواره‌ای بخشی از طیف الکترومغناطیسی بازتابنده شده از پدیده‌های زمینی می‌باشد که توسط سنجنده‌های فضایی ثبت می‌گردد. در هر حال برای استفاده از این داده‌ها در شناخت منابع باید ابتدا تأثیر عواملی چون توپوگرافی، بازتاب خاک، آثار اتمسفری و ... تا حد امکان کاهش یافته یا حذف گردد. سپس باید سعی نمود تا با استفاده از روش‌های مختلف به ارتباط بین این داده‌ها و پدیده‌های زمینی پی برد. این ارتباط می‌تواند بین یکی از مشخصه‌های گیاهی چون تاج پوشش گیاهی از یک طرف و باندهای منفرد طیفی یا ترکیبی از نسبت‌های باندها - که اصطلاحاً شاخص‌های گیاهی^۱ نامیده می‌شود - از طرف دیگر برقرار گردد.

اندرسون و همکاران^۲ (۱۹۹۲) بر اساس تحقیقات خود اظهار داشتند که شاخص‌های گیاهی نسبت به پوشش‌های گیاهی عکس‌العمل‌های متفاوتی را نشان می‌دهند که بیان کمی این روابط مشکل می‌باشد. زیرا این روابط تحت تأثیر عواملی چون زاویهٔ تابش خورشید، جذب اتمسفری، بازتاب

۳- Waler et al

۴- Moleele et al

۵- Hardisky et al

۶- Xulin Guo and Price

۱- Vegetation Index

۲- Anderson et al

روش کار

اندازه‌گیری صحرایی

جمع‌آوری داده‌های صحرایی در زمان ۲۵ اردیبهشت لغایت ۱۰ خرداد ۱۳۸۰ انجام گرفت. ابتدا بر مبنای ترکیب و غالبیت گونه‌های گیاهی ذکر شده در بند قبلی، تیپ‌های گیاهی از یکدیگر تفکیک شده، سپس در داخل هر یک از تیپ‌ها نقاطی به صورت تصادفی انتخاب و نمونه‌برداری به صورتی که ذکر خواهد شد انجام پذیرفت (شکل ۱). پس از تعیین هر نقطه نمونه‌برداری، دستگاه مکان یاب^۱ را در مرکز آن قرار داده و موقعیت جغرافیایی آن ثبت شد. در مرحله بعد هر یک از این نقاط به عنوان مرکز یک مربع فرضی (۹۰×۹۰ متر) منظور شد. مربع مذکور به صورت یک شبکه فرضی ۳×۳ با ضلع ۳۰ متر بوده است که نه پیکسل را روی تصاویر سنجنده ETM+ پوشش می‌دهد. در داخل هر یک از این مربعات مشخصه‌های گیاهی با استفاده از تعداد ۱۰ پلات یک متر مربعی به صورت تصادفی و بر روی اقطار مربع اندازه‌گیری و ثبت شد. خصوصیات پوششی سطح پلات (تاج پوشش گیاهی، سنگ و سنگریزه، خاک لخت) در تمام کوادرات‌ها و تولید گیاهی^۲ بر اساس نمونه‌گیری مضاعف^۳ یک درمیان برآورد شد. اندازه‌گیری فوق در ۴۵ نقطه در تیپ‌های گیاهی مختلف تکرار شد. از این ۴۵ نقطه، ۳۵ نقطه به طور تصادفی انتخاب و داده‌های آن در تجزیه و تحلیل و ایجاد مدل، و ده نقطه باقی مانده به عنوان نقاط نمونه برای آزمون مدل به دست آمده به کار گرفته شدند.

تعیین مشخصه‌های گیاهی

در این مرحله ابتدا پاکت‌های مربوط به تولید گونه‌های مختلف گیاهی در هوای آزاد خشک شد و وزن خالص نمونه‌های گیاهی محاسبه شدند. سپس داده‌های مربوط به هر یک از نه واحد موجود در هر شبکه با هم تلفیق و

جغرافیایی آن بین " ۱۵' ۳۱° تا " ۲۵' ۱۰' ۳۱° شمالی و " ۴۹' ۴۲' ۵۱° تا " ۳۸' ۲۵' ۵۱° غربی می‌باشد. کمترین ارتفاع منطقه ۲۰۰۰ متر و بیشترین آن ۲۹۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد. براساس داده‌های هواشناسی، کمترین مطلق دمای سالانه منطقه ۲۳- درجه سانتیگراد و بیشترین دمای مطلق ۳۸ درجه سانتیگراد اندازه‌گیری شده است. میانگین بارش سالانه ایستگاه فوق در دوره آماری ۲۵ ساله برابر ۳۱۶ میلیمتر می‌باشد. بیشترین مقدار بارش مربوط به فصل زمستان (دی ماه) و کمترین مقدار آن مربوط به فصل تابستان (شهریور ماه) می‌باشد. اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه نیمه مرطوب سرد تعیین شده است. از نظر پوشش گیاهی به‌طور کلی گونه‌های *Bromus tomentellus*، *Erutia ceratoides* و *Stipa barbata* قسمت اعظم جامعه گیاهی منطقه را تشکیل می‌دهند و گونه‌های زیر به عنوان گونه‌های همراه قابل ذکر می‌باشد:

Agropyron trichophorum, *Onobrychis melanotricha*, *Achillea aucheri*, *Poa bulbosa*, *Astragalus cyclophyllus*, *Scariola orientalis*

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق عبارتند از:

۱- داده‌های سنجنده ETM+ ماهواره لندست هفت در شش باند طیفی مربوط به منطقه سمیرم با مشخصات فریم ۱۶۳-۳۸ مربوط به زمان ۲۷ می ۲۰۰۱ میلادی (مطابق با ۶ خرداد ماه ۱۳۸۰). این داده‌ها در سطح سیستمی مورد تصحیح قرار گرفتند و اندازه عناصر تصویر آنها در باندهای یک تا پنج و باند هفت معادل ۳۰ متر و در باند طیفی Pan معادل ۱۵ متر می‌باشد.

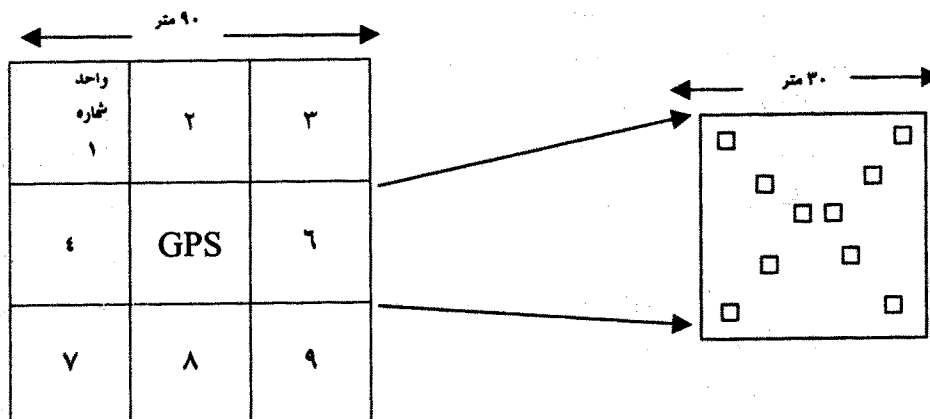
۲- نقشه‌های توپوگرافی رقومی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور با فرمت DGN، برای تعیین نقاط کنترل زمینی در انجام عمل تطابق هندسی تصاویر و بررسی کیفیت عمل تطابق.

۳- داده‌های زمینی اندازه‌گیری شده در عرصه شامل تاج پوشش گیاهی و تولید.

^۱ -Global Position System

^۲ - منظور از تولید در این تحقیق وزن مجموعه اندام‌های هوایی گیاهان موجود در پلات می‌باشد.

^۳ - Double Sampling



شکل ۱- نمای استقرار پلات‌های نمونه‌برداری در صحرا
(ده پلات ۱×۱ متر در هر واحد)

محاسبه شاخص‌های گیاهی مورد استفاده

پس از تطابق هندسی باندهای ETM۱ تا ETM۵ و ETM۷، شاخص‌های گیاهی مختلف با استفاده از داده‌های سنجنده ETM+ تهیه شدند. با توجه به اینکه این تحقیق در مناطق خشک و نیمه خشک انجام می‌گرفت، سعی شده از شاخص‌های گیاهی مناسب مناطق خشک که اثر بازتاب خاک زمینه را تا حد امکان کاهش می‌دهند نیز استفاده شود. در ایجاد این شاخص‌های گیاهی ابتدا معادله خط خاک^۱ محاسبه شد. جهت مشخص نمودن معادله خط خاک ابتدا تصویر NDVI مربوط به منطقه، ایجاد شده و سپس پیکسل‌های دارای خاک لخت بر روی آن مشخص و جدا شدند. از تصویر حاوی پیکسل‌های دارای خاک لخت جهت استخراج ارزش‌های طیفی خاک لخت در دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک استفاده شد. سپس بین ارزش‌های طیفی مذکور در دو باند اخیر رابطه رگرسیونی به گونه‌ای ایجاد شد که ارزش‌های باند قرمز به عنوان متغیر مستقل و ارزش‌های باند مادون قرمز به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شود. رابطه خط خاک برای منطقه مورد مطالعه به صورت زیر به دست آمد:

$$Y = 0.189331 + 0.99025X \quad r = 0.99$$

در رابطه بالا :

میانگین آنها به عنوان مشخصه‌های گیاهی (پوشش و تولید) برای هر نقطه منظور شد.
تطابق هندسی تصاویر ماهواره‌ای

در این تحقیق برای تطابق هندسی تصاویر مورد نظر از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور استفاده شد. تصاویر به روش استفاده از نقاط کنترل زمینی با خطای هندسی (RMS=۰/۵) نیم پیکسل تطابق هندسی شد. همچنین داده‌ها با استفاده از روش متداول کمترین همستوگرام^۱ تصحیح شدند تا آثار اتمسفری تا حد ممکن کاهش یابد. سپس با ایجاد فایل برداری مربوط به نقاط نمونه‌برداری صحرائی، ارزش رقومی^۲ مربوط به نقاط نمونه‌برداری از باندهای ETM۱ تا ETM۵ و ETM۷ استخراج شد. در این خصوص با استفاده از نرم افزار (IDRISI) ارزش پیکسل مرکزی هر نقطه همراه با هشت پیکسل اطراف آن استخراج و میانگین آنها به عنوان ارزش رقومی آن نقطه لحاظ شد. این کار برای تمامی نقاط نمونه‌برداری شده در صحرا و برای کلیه باندهای ETM+ و همچنین کلیه شاخص‌های به کار رفته در تحقیق انجام گرفت.

۱- Histogram Minimum.

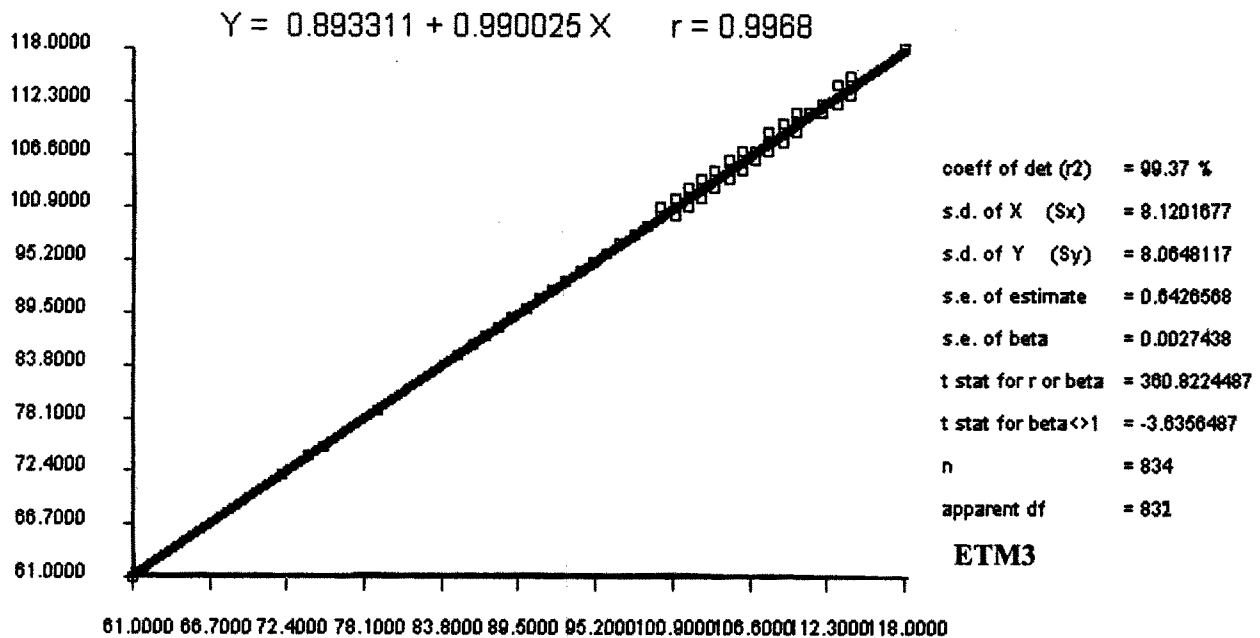
۲- Digital Number

۳- Soil Line

و اندازه تفکیک آنها به ۱۵ متر تقلیل یافت. در ادامه تصویر ETM-Pan با باندهای ETM۴ و ETM۲ به روش پاسخ طیفی^۲ ادغام شدند و سه باند تلفیقی حاصل شد. همچنین برای ادغام داده‌ها از روش تبدیل فضای رنگ^۳ نیز استفاده شد و باندهای ETM۱ تا ETM۷ با باند ETM-Pan ادغام شدند و باندهای تلفیقی دیگری حاصل شد که حاوی اطلاعات مکانی و طیفی بالایی می‌باشند (درویش صفت (۱۳۸۱). جدول (۱) کلیه شاخص‌های مورد استفاده به همراه فرمول مربوطه را نشان می‌دهد.

ارزش طیفی خاک لخت در باند مادون قرمز نزدیک $Y=ETM4$
 ارزش طیفی خاک لخت در باند قرمز $X = ETM3$
 شکل (۲) نمودار خط خاک مربوط به منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد. از ضرایب خط خاک (شیب و مقدار ثابت) به دست آمده برای ایجاد شاخص‌های گیاهی مناسب برای کاهش اثر خاک و بازتاب زمینه استفاده شد (بارت و همکاران ۱۹۹۳، اشمیت و کارنلی ۲۰۰۱). همچنین برای استفاده توأم از توان تفکیک طیفی و مکانی سنجنده ETM+، عمل ادغام داده‌ها^۱ انجام پذیرفت. ابتدا باندهای هفت گانه به لحاظ هندسی با باند Pan مطابقت داده شدند

ETM4



شکل ۲- نمودار پراکنش ارزش‌های طیفی پیکسل‌های دارای خاک لخت در فضای طیفی باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک و خط رگرسیون برازش شده

مستقل (X) وارد نرم افزار (SPSS) شد. پس از حصول اطمینان از نرمال بودن داده‌ها مدل رگرسیون خطی جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت لازم به ذکر است که جهت انتخاب مدل ازدو آماره ضریب همبستگی (r) و اشتباه معیار (SE) استفاده شد. اشتباه معیار از آن جهت مورد توجه بوده است که در شرایط یکسان بودن ضرایب

تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی روابط رگرسیونی و انتخاب مدل‌های مناسب، ابتدا هر یک از متغیرهای درصد کل پوشش، پوشش گندمیان، پوشش فورب‌ها و تولید کل به عنوان متغیر وابسته^۴ (Y) و میانگین ارزش رقومی نه پیکسل باندهای ETM۱ تا ETM۵ و ETM۷ و شاخص‌های گیاهی مربوط به نقاط نمونه برداری استخراج و به عنوان متغیر

۱-Fusion

۲-Spectral Response

۳-Hue Intensity Saturation (HIS)

۴-Dependent variable

تاج پوشش کل و تاج پوشش فوربها هر دو با شاخص SAVI بالاترین ضریب همبستگی (به ترتیب $r=0/57$ و $r=0/51$) را نشان می‌دهند. در این گروه هر دو پارامتر پوشش گندمیان و تولید کل گیاهی بالاترین ضریب همبستگی را (در هر دو مورد $r=0/48$) با شاخص TSAVI نشان می‌دهد (جدول ۳).

۳- بررسی رابطه بین شاخص‌های متداول و مشخصه‌های گیاهی:

در گروه سوم از بین شاخص‌های ترکیبی شاخص ۲ VNIR و باند مصنوعی PCA(۴۵) همبستگی قوی‌تری را با پارامترهای گیاهی نشان می‌دهند. هر دو شاخص مذکور همبستگی یکسانی را ($r=0/65$) با تاج پوشش گیاهی کل دارند اما با توجه به کمتر بودن مقدار آماره اشتباه معیار (SE) می‌توان شاخص PCA(۴۵) را به عنوان شاخص بهتری برای برآورد تاج پوشش کل در نظر گرفت. همچنین این باند بالاترین ضریب همبستگی را ($r=0/59$) با تاج پوشش گندمیان نشان می‌دهد. شاخص VNIR۲ برای برآورد تاج پوشش فوربها و تولید کل، بالاترین ضریب همبستگی (به ترتیب $r=0/56$ و $r=0/49$) نشان داده است. در تمامی روابط فوق سطح معنی داری ۹۹ درصد بوده است (جدول ۴).

همبستگی ارجحیت به معادله‌ای داده شود که اشتباه معیار کمتری داشته باشد.

نتایج

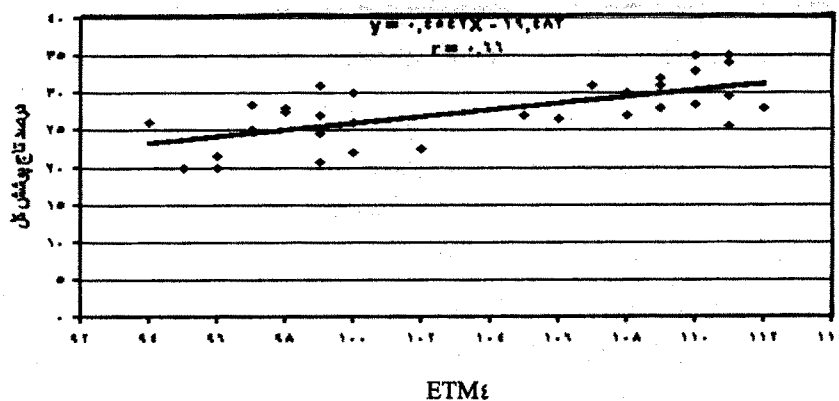
بر اساس نوع شاخص‌های گیاهی مورد استفاده در این تحقیق نتایج آنالیز رگرسیون بین مشخصه‌های گیاهی و شاخص‌های گیاهی در ۴ گروه به شرح زیر است.

۱- بررسی رابطه بین باندهای ETM۱ تا ETM۵ و ETM۷ و مشخصه‌های گیاهی:

در گروه اول نتایج نشان می‌دهد که باند ۴ سنجنده ETM+ با ضریب همبستگی $0/66$ و اشتباه معیار ۴ (شکل ۳) بیشترین همبستگی را با پوشش کل نشان می‌دهد. همچنین این باند با ضریب همبستگی $0/56$ و اشتباه معیار $1/8$ بیشترین همبستگی را با تاج پوشش فوربها (گیاهان پهن برگ علفی) نشان می‌دهد. در مورد تاج پوشش گندمیان باند ۵ سنجنده ETM+ با ضریب همبستگی $0/6$ و اشتباه معیار $2/2$ همبستگی بیشتری با تاج پوشش گندمیان نشان می‌دهد (جدول ۲).

۲- بررسی رابطه بین شاخص‌های معرفی شده برای مناطق خشک و مشخصه‌های گیاهی.

در این گروه روابط بین شاخص‌ها و مشخصه‌های گیاهی به شرح زیر می‌باشد:



شکل ۳- نمودار پراکنش نقاط و معادله بین درصد تاج پوشش گیاهی کل با باند طیفی ETM4

جدول ۱- برخی از باندها و شاخص‌های به کار گرفته شده جهت تجزیه و تحلیل‌های رقومی

توضیحات	باند ، شاخص
ETM4/ETM3	NIR
ETM4 - ETM3	DVI
(ETM4- ETM1)/(ETM4 +ETM1)	VNIR1
(ETM4- ETM2)/(ETM4+ETM2)	VNIR2
(ETM4- ETM3)/(ETM4+ETM3)	NDVI
ETM4 -(1.2 *ETM3)/(ETM4+ETM3)	MND
مولفه روشنایی حاصل از تبدیل تسلدکپ	Brightness
مولفه سبزی‌نگی حاصل از تبدیل تسلدکپ	Greenness
مولفه اول حاصل از تجزیه مولفه های اصلی برای باندهای مرئی	PCA(123)
مولفه اول حاصل از تجزیه مولفه های اصلی برای باندهای مادون قرمز	PCA(45)
$*(ETM4 - a * ETM3 - b) / \sqrt{1 + a^2}$	PVI
$\left\{ \begin{array}{l} \frac{(ETM4 - ETM3) / (ETM4 + ETM3 + L)(1 + L)}{L = 0.25^{پوشش گیاهی}} \quad \frac{(ETM4 - ETM3) / (ETM4 + ETM3 + L)(1 + L)}{L = 0.5^{مختلط}} \quad \frac{(ETM4 - ETM3) / (ETM4 + ETM3 + L)(1 + L)}{L = 1^{کم}} \end{array} \right\}$	SAVI
$(2 * (ETM4 + 1) - \sqrt{(2 * ETM4 + 1)^2 - 8(ETM4 - ETM3)}) / 2$	MSAVI _۱
$(a * (ETM4 - (a * ETM3) - b)) / (ETM3 + (a * ETM4) - (a * b))$	TSAVI _۲
$\left\{ \frac{(a * (ETM4 - (a * ETM3) - b))}{(ETM3 + (a * ETM4) - (a * b) + X(1 + a^2))} \right\}$	TSAVI _۳
برای کاهش اثر خاک، مقدار X به طور تجربی معادل 0.08 به دست آمده است.	
سه باند حاصل از ادغام به روش پاسخ طیفی	Fusion SR (۲/۳/۴)
شش باند حاصل از ادغام به روش تبدیل فضای رنگ	Fusion IHS (۱/۲/۳/۴/۵/۶/۷)
هفت باند اصلی شامل باندهای ETM(1/2/3/4/5/7) و ETM8(Pan)	باندهای اصلی

a و b ضرایب خط خاک می‌باشند.

ارتباط معنی داری در سطح ۰/۹۹ با پوشش پهن‌برگان
 علفی (SE = ۱/۸ و r = ۰/۶۵) داشته است.
 در این گروه شاخص Fuse۱ که حاصل ادغام داده‌ها با روش
 تلفیق فضای رنگ می‌باشد همبستگی معنی داری (r = ۰/۶۲ و
 اشتباه معیار ۲/۷) را با تاج پوشش گندمیان نشان می‌دهد.

۴- بررسی رابطه بین باندهای حاصل از ادغام و
 مشخصه‌های گیاهی
 در گروه چهارم نتایج نشان می‌دهد که شاخص HYB۴
 که حاصل ادغام داده‌ها به روش پاسخ طیفی می‌باشد،
 بیشترین همبستگی را (r = ۰/۶۵) با اشتباه معیار (۴/۱) با
 داده‌های تاج پوشش کل داشته است. همچنین این شاخص

درمورد تولیدکل شاخص Fuse ۱ با ضریب همبستگی ۰/۵۴ و اشتباه معیار ۶/۱ بیشترین همبستگی را نشان می‌دهد.

جدول ۲- معادلات رگرسیون و ضریب همبستگی برای تخمین گیاهی با استفاده از باندهای اصلی

باندهای طیفی	گروه گیاهی	معادله	r	SE
ETM _۱	پوشش کل	۷۲/۳-۱/۰۸X	۰/۴۶**	۴/۷
	پوشش فورب‌ها	۳/۲-۰/۱۷X	۰/۳۷*	۱/۶
	پوشش گندمیان	۲۷/۸-۰/۵۴X	۰/۴۷**	۳/۱
	تولیدکل	۱۸۷/۳-۳X	۰/۳۵*	۷/۹
ETM _۲	پوشش کل	۱۵/۶-۰/۷۷X	۰/۵۴**	۴/۴
	پوشش فورب‌ها	۰/۲۲-۰/۱۲X	۰/۴۳*	۱/۸
	پوشش گندمیان	۱۵/۲-۰/۳۷X	۰/۵۳**	۲/۶
	تولید کل	۸۰/۱۴-۱/۶X	۰/۳ ^{ns}	۸
ETM _۳	پوشش کل	۴۲/۵-۰/۵X	۰/۵۳**	۴/۳
	پوشش فورب‌ها	۱/۶۴-۰/۸X	۰/۴۴*	۲/۱
	پوشش گندمیان	۱۲/۶+۰/۲۶X	۰/۵۵**	۲/۶
	تولید کل	۷۷/۳-۱/۱۶X	۰/۳۵*	۸
ETM _۴	پوشش کل	۴۳/۸+۰/۵۸X	۰/۶۶**	۴
	پوشش فورب‌ها	۰/۹+۰/۹۷X	۰/۶۵**	۱/۸
	پوشش گندمیان	۱۰/۳+۰/۲۶X	۰/۵۵**	۲/۲
	تولید کل	۹۴/۵+۱/۵X	۰/۴۸*	۹
ETM ₅	پوشش کل	۴۵/۸-۰/۵۲X	۰/۶۳**	۳/۶
	پوشش فورب‌ها	۱/۰۶-۰/۰۷X	۰/۴۶*	۱/۹
	پوشش گندمیان	-۱۰/۸-۰/۲۳X	۰/۶*	۱/۱
	تولید	۵۳/۲-۱/۱۷X	۰/۳۹*	۷/۶
ETM _۷	پوشش کل	۳۶/۵-۰/۵۲X	۰/۶۴**	۴/۷
	پوشش فورب‌ها	۲/۹-۰/۰۷X	۰/۴۹**	۱/۹
	پوشش گندمیان	-۵/۷-۰/۲۳X	۰/۵۶**	۲/۶
	تولید کل	۲۶/۶-۱/۱۸X	۰/۴*	۵

SE: اشتباه معیار، r: ضریب همبستگی n.s: معنی دار نیست، **: معنی دار در سطح ۹۹ درصد، *: معنی دار در سطح ۹۵ درصد

جدول ۳- معادلات رگرسیون و ضریب همبستگی برای تخمین مشخصه‌های گیاهی با استفاده از شاخص‌های مناسب مناطق خشک

شاخص گیاهی	گروه گیاهی	معادله	r	SE
SAVI	پوشش کل	۱۱/۳+۰/۰۷	۰/۵۷**	۲/۵
	پوشش فورب‌ها	۵/۹+۰/۱۲	۰/۵۱**	۱/۹
	پوشش گندمیان	۷/۹+۰/۲۵	۰/۴۵**	۲/۲
	تولید کل	۲۵/۷+۲/۸	۰/۴۶**	۷/۲
MSAVI	پوشش کل	-۱۳/۷+۰/۴۵	۰/۵۲**	۲/۵
	پوشش فورب‌ها	۵/۳+۰/۰۸	۰/۴۹**	۸
	پوشش گندمیان	۱/۵+۰/۱۶	۰/۳۸ ^{ns}	۲/۴
	تولید کل	-۳۲/۲+۱/۳	۰/۴۳*	۷
TSAVI _۱	پوشش کل	-۹/۸+۰/۶۷	۰/۵۲**	۲/۵
	پوشش فورب‌ها	۵/۹+۰/۱۳	۰/۴۹**	۰/۹۳
	پوشش گندمیان	۷/۷+۰/۲۴	۰/۴۸**	۲/۴
	تولید کل	-۱۹/۶+۱/۹	۰/۴۸*	۵/۵

SE: اشتباه معیار، r: ضریب همبستگی n.s: معنی دار نیست، **: معنی دار در سطح ۹۹ درصد، *: معنی دار در سطح ۹۵ درصد

جدول ۲- معادلات رگرسیون و ضرایب همبستگی برای تخمین مشخصه‌های گیاهی با استفاده از باند‌ها و شاخص‌های متداول

شاخص گیاهی	گروه گیاهی	معادله	r	SE
VNIR _۲	پوشش کل	-۳۱/۳+۰/۴۹ X	۰/۶۵**	۴/۲
	پوشش فوربها	۶/۸+۰/۰۸ X	۰/۶۵**	۳/۱
	پوشش گندمیان	-۳/۴+۰/۲۱ X	۰/۵۷**	۲/۷
	تولید کل	۵۶/۳+۱/۴ X	۰/۴۹*	۶
MND	پوشش کل	۱۰/۲+۰/۶۷ X	۰/۵۴**	۴/۸
	پوشش فوربها	۶/۲+۰/۱۲ X	۰/۴۹**	۲/۶
	پوشش گندمیان	۷/۷+۰/۲۴ X	۰/۴۲*	۳/۱
	تولید کل	-۲۱/۹+۱/۹ X	۰/۴۵**	۵/۲
NDVI	پوشش کل	۱۰/۱+۰/۰۶ X	۰/۵۴**	۴/۴
	پوشش فوربها	۶/۰۹+۰/۱۲ X	۰/۴۹۸**	۱/۳
	پوشش گندمیان	۷/۶+۰/۲۴ X	۰/۳۹*	۲/۵
	تولید کل	۲۱/۹+۱/۹ X	۰/۴۵**	۷/۱
TVI	پوشش کل	-۱۱/۸+۰/۰۵۴ X	۰/۵۲**	۴/۵
	پوشش فوربها	۵/۶+۰/۰۱ X	۰/۴۹**	۱/۹
	پوشش گندمیان	۷/۱+۰/۱۹ X	۰/۳۸*	۲/۷
	تولید کل	-۲۵/۷+۱/۷ X	۰/۴۳*	۸
Greenness	پوشش کل	-۸+۰/۶۸ X	۰/۵۸**	۴/۴
	پوشش فوربها	۶/۶+۰/۱۲ X	۰/۴۶**	۱/۲۸
	پوشش گندمیان	۷/۸+۰/۲۶ X	۰/۴۴**	۲/۴
	تولید کل	۹/۴+۱/۸۴ X	۰/۴۴**	۷
PC(۴۵)	پوشش کل	-۲۳/۶+۰/۲۶ X	۰/۶۵**	۴
	پوشش فوربها	۴/۷+۰/۰۴ X	۰/۵۱**	۱/۸
	پوشش گندمیان	۰/۸۸+۰/۱۲ X	۰/۵۹**	۲/۳
	تولید کل	۳۵/۶+۰/۵۹ X	۰/۴۱*	۷/۴
Brightness	پوشش کل	۲۱-۰/۲۵ X	۰/۶۱**	۴/۲
	پوشش فوربها	۴/۵-۰/۰۴ X	۰/۴۹**	۱/۹
	پوشش گندمیان	۰/۳۴-۰/۷۷ X	۰/۴۸**	۲/۵
	تولید کل	۲۹/۲-۰/۵۷ X	۰/۳۹*	۷/۶

SE: اشتباه معیار، r: ضریب همبستگی n.s: معنی دار نیست، **: معنی دار در سطح ۹۹ درصد، *: معنی دار در سطح ۹۵ درصد

جدول ۵- معادلات رگرسیون و ضرایب همبستگی برای تخمین گیاهی با استفاده از باندهای تلفیقی حاصل از ادغام داده‌ها

شاخص گیاهی	گروه گیاهی	معادله	r	SE
Fuse ^۱	پوشش کل	-۵۷/۲-۰/۸۴	۰/۵۸**	۴/۳
	پوشش فوربها	-۶/۳-۰/۱۹	۰/۵۳**	۱/۸
	پوشش گندمیان	-۲۰/۲+۰/۴۲	۰/۶۲**	۲/۰۷
	تولید کل	۸۶/۳-۲/۷	۰/۵۴**	۵
HYB ^۴	پوشش کل	-۱۷/۵+۰/۳۵	۰/۶۵**	۴/۱
	پوشش فوربها	۵/۰۴+۰/۰۵	۰/۶**	۱/۸
	پوشش گندمیان	۰/۸+۰/۱۷	۰/۵۵**	۲/۰۴
	تولید کل	۴۳/۸+۱/۰۴	۰/۵۴**	۷/۱

SE: اشتباه معیار، r: ضریب همبستگی n.s: معنی دار نیست، **: معنی دار در سطح ۹۹ درصد، *: معنی دار در سطح ۹۵ درصد

داده‌های برآوردی از مدل‌های رگرسیونی و داده‌های مشاهداتی نشان نمی‌دهند. حدود اعتماد برآوردی نیز نشان دهنده این است که شاخص HYB۴ با داشتن کمترین فاصله حدود اطمینان نسبت به بقیه شاخص‌ها از خطای کمتری برخوردار است که به دلیل پایین بودن اشتباه معیار آن می‌باشد. در مورد تولید همانطور که انتظار می‌رفت اکثر شاخص‌ها (به جز HYB۴ و ETM۴) اختلاف معنی‌داری (۹۵ درصد) را با نتایج برآوردی نشان می‌دهند. در مورد تاج پوشش گندمیان و فورب‌ها تنها شاخص HYB۴ نتایج خوب و قابل اطمینانی را ارائه کرده است.

بررسی دقت مدل‌ها و شاخص‌های مورد نظر جهت بررسی دقت مدل‌های مورد نظر میانگین تولید و پوشش اندازه‌گیری شده در ۱۰ نقطه انتخاب شده (شاهد) را با نتایج حاصل از مدل‌های رگرسیونی به دست آمده از ۳۵ نقطه دیگر از طریق توزیع آماری تی استیودنت (تعداد نمونه برابر واریانس متفاوت) مقایسه شد. نتایج در جدول (۶) آورده شده است. لازم به ذکر است که شاخص‌های انتخاب شده برای انجام این مقایسه جزو شاخص‌هایی هستند که دارای همبستگی بالایی در گروه‌های موجود می‌باشند. نتایج این مقایسه نشان می‌دهد که در مورد تاج پوشش کل، شاخص‌های انتخابی از نظر آماری تفاوت معنی‌داری را بین

جدول ۶- مقایسه بین تاج پوشش و تولید بر آوردی با تاج پوشش و تولید مشاهداتی اندازه‌گیری شده از نقاط شاهد.

شاخص گیاهی	آماره تی استیودنت برای پوشش کل	آماره تی استیودنت برای تولید کل	آماره تی استیودنت برای پوشش فورب‌ها	حدود اعتماد پوشش کل
ETM۴	۱/۹۵ ^{ns}	۲/۱ ^{ns}	۱/۸۱ ^{ns}	۲۷/۶±۱۶/۱
VNIR۲	۲/۰۲ ^{ns}	۳/۰۵ ^{**}	۲/۰۳ ^{ns}	۲۷/۶±۱۷/۲
PC (۴۵)	۲/۰۵ ^{ns}	۲/۹۵ ^{**}	۳/۱۵ [*]	۲۷/۶±۱۹
SAVI	۱/۲ ^{ns}	۲/۶۷ [*]	۱/۹۲ ^{ns}	۲۷/۶±۱۸/۵
TSAVI	۲/۰۴ ^{ns}	۳/۷ ^{**}	۲/۴۹ [*]	۲۷/۶±۱۸/۸
HYB۴	۱/۹۸ ^{ns}	۲/۰۲ ^{ns}	۲/۰۹ ^{ns}	۲۷/۶±۱۵/۵

** معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد NS عدم معنی‌داری

به علت بازتاب زیاد خاک و کم بودن نسبی درصد پوشش گیاهی واجد مقادیر نزدیک به صفر شدند.

همچنین پایین بودن ضریب همبستگی (r) شاخص NDVI و سایر شاخص‌هایی که از ترکیب باند ۴ و ۳ بوجود آمده‌اند می‌تواند به علت اثر بازتاب زیاد خاک زمینه در باند طیفی ETM۳ و نیز حضور گندمیان چند ساله در ترکیب گیاهی باشد، زیرا از یک سو جهت قرار گرفتن برگ‌ها بر روی ساقه این گروه از گیاهان باعث می‌شود که بازتاب کمتری نسبت به پهن برگان داشته باشند و از سوی دیگر این گیاهان فاقد مزوفیل اسفنجی می‌باشند. (ویلیام و همکاران، ۱۹۹۱).

معنی‌دار شدن شاخص‌های گروه خاک مانند MSAVI و TSAVI با ضریب تشخیص بالا حاکی از آن است که خاک

بحث و نتیجه‌گیری

همان‌طور که از نتایج دریافت می‌شود، به‌طور کلی بین داده‌های حاصل از سنجنده ETM+ و مشخصه‌های گیاهی (پوشش و تولید) همبستگی معنی‌داری وجود دارد. در خصوص معنی‌دار شدن رابطه تاج پوشش کل با باند ETM۴ می‌توان علت را به انعکاس زیاد پوشش گیاهی در ناحیه NIR (مادون قرمز نزدیک) مربوط دانست. یافته‌های فوق با یافته‌های زولین گو و پرایس (۱۳۸۰) و واحدی (۱۳۷۹) مطابقت دارد. رابطه شاخص‌های NDVI و MND با پوشش گیاهی معنی‌دار می‌باشد که به نظر می‌رسد به دلیل تاثیرپذیری ETM۴ از پوشش گیاهی می‌باشد. دو شاخص NDVI و MND در مقادیر بالای پوشش گیاهی مثبت و در مقادیر کم نزدیک به صفر می‌شوند که در این تحقیق نیز

مادون قرمز نزدیک (NIR) مربوط دانست. پایین بودن همبستگی بین شاخص‌ها و تولید، نسبت به همبستگی پوشش با شاخص‌ها به این دلیل است که در واقع پوشش نماینده سطح بازتاب است درحالی‌که تولید این‌چنین نیست (ارزانی ۱۳۷۶).

با توجه به نتایج حاصله از مقایسه داده‌های تولید و پوشش برآوردی با تولید و پوشش محاسباتی می‌توان چنین استنتاج کرد که باند چهار و باند هیبرید HYB۴ در مورد برآورد پوشش و تولید کل نتایج بهتری را ارائه داده‌اند ولی آنچه مسلم است مطابق نظر محققانی چون اشمیت و کارنلی (۲۰۰۱) که معتقدند در پوشش‌های کمتر از ۴۰ درصد به دلیل غلبه انعکاس خاک زمینه، استفاده از شاخص‌های استخراجی با به‌کارگیری روش‌های خطی از اعتبار مناسبی برخوردار نمی‌باشد. با این حال در این تحقیق آنچه به‌عنوان نتیجه کلی قابل بیان است آن است که باند طیفی چهار (ETM۴) و باند تلفیقی HYB۴ در مورد برآورد تاج‌پوشش و تولید کل گیاهی نتایج بهتری را ارائه دادند و می‌توان آنها را به عنوان شاخص‌هایی مناسب جهت برآورد مشخصه‌های گیاهی در مناطق مشابه توصیه نمود. در هر حال تحقیقات بیشتر در مورد روش‌های خطی و همچنین غیر خطی و به خصوص استفاده از ضرایب معادله خط خاک برای تفکیک بازتاب خاک از پوشش گیاهی ضروری به نظر می‌رسد.

زمینه سهم بالایی در بازتاب ثبت شده دارد. به‌طوری‌که با حذف یا کاهش اثر خاک توسط این شاخص‌ها می‌توان به روابط بهتری برای برآورد پوشش گیاهی دست یافت. همچنین بر اساس نتایج به‌دست آمده مشخص شد که حساسیت شاخص SAVI نسبت به TSAVI در برآورد پوشش گیاهی بیشتر می‌باشد. مطابق تحقیقات راندکس و همکاران (۱۹۹۶)، بررسی و مقایسه ضرایب همبستگی بین شاخص‌های مؤلفه روشنایی حاصل از تبدیل تسلدکپ^۱ (SBI) و مؤلفه سبزیگی حاصل از تبدیل تسلدکپ (GBI) با گروه‌های مختلف گیاهی مؤید این مسئله است که شاخص‌های فوق با کل پوشش گیاهی زنده رابطه داشته و حاوی اطلاعات کلی از وضعیت پوشش می‌باشد و اطلاع کمی در مورد ترکیب و نوع پوشش گیاهی ارائه می‌دهند (مشابه تحقیقات رینگ رز و همکاران (۱۹۸۹) و ماتسون و همکاران (۱۹۹۴)).

از بین شاخص‌های گروه ادغام، شاخص HYB۴ که حاصل ادغام داده‌ها به روش پاسخ طیفی می‌باشد، بالاترین ضریب همبستگی ($r=0/65$) را نشان می‌دهد که می‌تواند به دلیل همبستگی بالای باند ۴ با پوشش گیاهی از یک سو و توان تفکیک مکانی بالای باند ۸ از سوی دیگر باشد. این شاخص همچنین ارتباط معنی داری را با پوشش پهن برگان علفی (فورب‌ها) داشته است که می‌توان علت آن را به انعکاس بالای گیاهان پهن برگ علفی در ناحیه باند

۱-Tasseled Cap Transformation

منابع

- ۱- ارزانی، حسین، ۱۳۷۶. کاربرد اطلاعات رقومی ماهواره لندست TM در تخمین تولید و پوشش گیاهی، مجله منابع طبیعی ایران (۵۰). ص ص ۲۰-۳.
- ۲-خواجه الدین، سید جمال الدین، ۱۳۷۷. روش جمع آوری داده‌های صحرایی برای تفسیر داده‌های ماهواره‌ای، مجموعه مقالات دومین همایش ملی بیابان‌زدایی و روش‌های مختلف بیابان‌زدایی، کرمان.
- ۳-درویش صفت، علی اصغر، ۱۳۸۱. ادغام داده‌های ماهواره‌ای، مجموعه مقالات همایش ژئوماتیک، سازمان نقشه‌برداری کشور.
- ۴-درویش صفت، علی اصغر و علیرضا زارع، ۱۳۷۷. بررسی قابلیت داده‌های ماهواره‌ای جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک، مجله منابع طبیعی ایران (۵۰) ص ص ۵۲-۴۷.
- ۵-درویش صفت، علی اصغر، ۱۳۷۶. جزوه درسی سنجش از دور، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.

- ۶- سپهری، عادل و محمد رضا متقی، ۱۳۸۱. کاربرد شاخص‌های گیاهی سنجنده TM در برآورد درصد پوشش گیاهی مراتع حفاظت شده جهان نما- گرگان، مجله منابع طبیعی ایران (۵۲) ص ۲۷۳-۲۵۹.
- ۷- واحدی، رحمت ا...، ۱۳۷۹. بررسی امکان تخمین درصد پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های رقومی ماهواره لندست TM در منطقه سمیرم، پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه صنعتی اصفهان.

- 8-Anderson G. L. Hanson G.D., 1993. Evaluating Landsat Thematic Mapper Drived Vegetation Indeces for Estimating above Ground Biomass on Semi-Arid Rangelands, *J. Remote Sensing Environment Journal* 45: 165-175.
- 9-Baret, F. S. Jacquemoud and J. F. Hanocq, 1993. About the Soil Line Concept in Remote Sensing, *Advanced Space Research*, 13(5): 281-284.
- 10-Hardisky, M. A., Daiber F. C., Roman C.T. and Klemas, V. 1984. Remote Sensing of Boimass and Annual Net Aerial Primery Productivity of a Salt Marsh, *Remote Sens. Environ.* 16: 91- 106.
- 11-Ikeda H., Okamoto K., 1999. Estimation of above Ground Grasslands Phytomass With a Growth Model Using Landsat TM and Climate Data, *International Remote Sensing Journal*, 20(11): 2283-2294.
- 12- Milton O., Smith Susan L. Ustin, 1990. Vegetation in Deserts: I. A regional Measure of Aboundance from Multispectral Images, *Remote Sensing Environment Journal* 31: 1-26.
- Moleele N., Ring rose S., Arenberg W., Lunden B. and Vanderpost C., 2001. Assessment of Vegetation Indexes Useful for Browse Production in Semi-Arid Ranglands, *International Remote Sensing* 22(5) 741-756.
- 13-Paul T. Tueller, 2000. Remote Sensing of Range Production and Utilization, *Range Management Journal* 54:77-89.
- 14-Pickup. G., Chewings V. H. and Nelson D. J., 1993. Estimating Changes in Vegetation Cover over Time in Arid Rangelands Using Landst MSS Data, *Remote Sensing Environment* 43: 243-263.
- 15-Schmidt H. and A. Karnieli, 2001. Sensivity of Vegetation Indices to Substrate Brightness in Hyper-Arid Environment: The Maktesh Ramon Crater Case Study, *International Journal of Remote Sensing*, 22(17): 3503- 3520.
- 16-Waller S.S., Brown M.A. and Lewis J.K., 1981. Factors Involved in Estimating Green Biomass by Canopy Spectroreflectance Mesurment, *Range Management Journal*, 34(2):105-108.
- 17-Williams D.L., 1991. A Comparison of Spectral Reflectance Properties At the Needle Bruch and Canopy Level for Selected Conifr Species, *Remote Sensing of Environment Journal* 35: 79-93.
- 18-Williamson H.D. and Eldridge D.J., 1993. Pasture Status in a Semi Arid Grassland, *International Journal of Remote Sensing* 14(13): 2535-2546.
- 19-Xulin Guo., Kevin P. Price, 2001. Modeling Biophysical Factors for Grasslands Using Landsat TM Data in Eastern Kanzas, the Second International Conference .

Investigation in Estimating Vegetation Cover and Phytomass Production, Using Enhanced Landsat Data in A semi arid Region

J. Farzadmehr¹

H. Arzani²

A. A. Darvishsefat³

M. Jafari⁴

Abstract:

The objective of this research is to survey the capability of ETM+ dedectors data in estimating vegetation cover and phytomass production in the semi arid rangeland of Hanna Research Station in Isfahan Province. Initially the percentage of total vegetation, grass, forb cover and phytomass were estimated using 450 plots (1×1m) in 45 randomly chosen clusters. Global Positioning System (GPS) was employed to determine and adjust the sampling unit positions in corresponding unit characters in the image. After georeferencing the Thematic Mapper Image, dated June 2001, by 1:25000 digital topographic maps (dgn), developed by National Cartographic Center with RMS error of less than 0.5 pixel size, the ordinary vegetation indexes and soil line vegetation indexes as well as hybrid bands were evaluated through HIS and SR methods. Then by vector layer of sampling clusters, the digital number of indexes as well as origin bands in each cluster were extracted.

The results of simple linear regression analysis between indexes (as independent variable) and biophysical parameters (as dependent variable) through SPSS software show that there is a significant relation ship between vegetation indexes and biophysical parameters. According to these results, the fourth original band of ETM+ has the highest correlation coefficient ($r = 0.66$ and $SE=4$) with total vegetation cover.

Likewise, ETM4 and VNIR2 indices with $r= 0.56$, $SE=1.8$ and 3.2 show highest relations with forb cover, while the fifth original band of ETM5 with $r = 0.6$ and $SE=2.2$ show the highest correlation with grass cover. As regards production the fourth band of fusion exhibits the highest r (0.52) with SE (6.3). According to the results in this research vegetation cover and production could be estimated through ETM₄, VNIR2 index and HYB4.

Keywords: Canopy cover, Remote sensing, ETM+ , Forage production,

¹- Ph.D. Student, Range Management, Faculty of Natural Resources, University of Tehran (Email: Farzadm102000@yahoo.com)

²- Associate Professor,, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

³- Associate professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran

⁴- Professor, Faculty of Natural Resources, University of Tehran