

تعیین شاخص‌های بهینه پوشش گیاهی جهت مدلسازی درصد پوشش گیاهی مرتعی با استفاده از بازتاب طیفی تصاویر ماهواره‌ای

سید جواد نقیعی^۱، سید حمید حبیبیان^۲، سید محمد رضا حبیبیان^۳

چکیده

در این پژوهش به منظور ارزیابی درصد پوشش گیاهی اراضی مرتعی و تعیین شاخص‌های بهینه پوشش گیاهی جهت مدلسازی رگرسیونی چند متغیره، در زیر حوزه آب ماهی حوزه آبخیز سد درودزن به وسعت ۱۵۸۰۰ هکتار، از بازتاب طیفی ثبت شده توسط سنجنده ETM+ ماهواره لندست ۷ مربوط به سال ۲۰۰۲ استفاده گردید. در مرحله نخست پس از تصحیحات و پردازش‌های اولیه، شامل تصحیحات رادیومتریک و هندسی، با استفاده از فاکتور شاخص بهینه (OIF)، تصویر کاذب رنگی منطقه با ترکیب باندی $RGB=۷۴۱$ جهت مطالعات میدانی تهیه گردید. سپس با انجام مطالعات صحرایی، با توجه به تصویر رنگی کاذب، به‌طور تصادفی ۶۳ پلات یک متر مربعی در سطح منطقه انتخاب گردید. درصد پوشش هرگونه گیاهی در پلاتها تعیین شد و موقعیت جغرافیایی آنها به وسیله یک دستگاه GPS و نوت بوک جهت تعیین نقاط تعلیمی در فرآیند سنجش از دور، ثبت گردید. در مرحله مدلسازی متغیر مربوط به پارامتر درصد پوشش گیاهی به عنوان متغیر وابسته، و تمامی متغیرهای انتخابی مربوط به باندهای اصلی و ساخته شده (در مجموع ۳۲ باند) به عنوان متغیرهای مستقل به نرم‌افزار معرفی شدند تا بهترین رابطه رگرسیونی و متغیرهای مستقلی که می‌توانند وارد مدل رگرسیونی گردند، مشخص شود. در نهایت از بین باندهای طیفی بررسی شده، تنها دو باند SAVI و VI03 وارد مدل گردیدند. به گونه‌ای که این دو باند، ۶۱ درصد از کل تغییرات درصد پوشش گیاهی را در این منطقه را توجیه نمودند. در نهایت با اجرای مدل رگرسیونی تولید شده در محیط GIS، نقشه پهنه بندی درصد پوشش گیاهی منطقه تهیه گردید. با انجام این مطالعه مشخص شد که می‌توان داده‌های طیفی تصاویر سنجنده ETM+ را پس از پردازش‌های رقومی، برای تشخیص و تعیین درصد پوشش گیاهی مرتعی با دقت قابل قبولی استفاده نمود و در این راستا محدوده طیف مادون قرمز نزدیک، از اهمیت بالایی در تشخیص پوشش گیاهی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: سنجش از دور، شاخص پوشش گیاهی، ETM+، زیرحوزه آب ماهی، استان فارس.

۱- کارشناس ارشد علوم خاک شرکت مهندسی مشاور حاسب کرچی

۲- استادیار پژوهش مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مرتعداری دانشگاه آزاد اسلامی تهران، واحد علوم و تحقیقات

داده های رقومی سنجنده TM انجام دادند و تخمین پوشش و تولید مراتع را با استفاده از این اطلاعات امکان پذیر دانستند. درویش صفت و زارع (۱۳۷۷) در یک مطالعه موردی در منطقه قائن با استفاده از داده های ماهواره ای، قابلیت تهیه نقشه پوشش گیاهی را بررسی کردند. حسینی (۱۳۸۱) نیز قابلیت داده های سنجنده ETM+ را جهت تهیه نقشه کاربری اراضی و همچنین برآورد درصد پوشش گیاهی مراتع در منطقه چمستان استان مازندران بررسی نمود. موسوی و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقی با استفاده از داده های رقومی سنجنده ETM+ تغییرات انبوهی پوشش گیاهی را در قسمتی از حوزه آبخیز سد لار بررسی کردند. دایموند و همکاران (۱۹۹۶) نقشه پوشش گیاهی منطقه گیسون را با استفاده از تصاویر سنجنده TM تهیه نمودند. سنای والیوت (۲۰۰۲) قابلیت داده های سنجنده AVHRR را در تشخیص ترکیب های پوشش گیاهی مرتعی مورد بررسی قرار داده و مشاهده نمودند این سنجنده قادر به تشخیص عرصه های مرتعی با تپه های مختلف گونه های درختی و بوته ای می باشد.

هدف از تحقیق حاضر ارزیابی درصد پوشش گیاهی مرتعی در اراضی حوزه آبخیز آب ماهی در استان فارس، با استفاده از تصاویر رقومی ماهواره ای و همچنین تعیین شاخص های بهینه پوشش گیاهی جهت مدلسازی رگرسیونی درصد پوشش گیاهی در این حوزه می باشد.

مقدمه

در فرآیند توسعه پایدار^۱، پنج زیر مجموعه منابع، محیط، جمعیت، اقتصاد و اجتماع نقش دارند. منابع به دلیل محدودیتی که دارند از اهمیت شایان توجهی برخوردار می باشند. محیط نیز بخش مهمی از این سیستم است و حفاظت از آن شرط اصلی توسعه پایدار است. (علوی پناه، ۱۳۸۲).

امروزه کاربرد فناوری های پیشرفته در امر ارزیابی اراضی و همچنین فرآیندهای مدیریت منابع طبیعی و تصمیم گیری ها، روز به روز در حال افزایش و پیشرفت است. لذا، اهتمام ویژه به این علوم و فناوری های جدید به خصوص برای کشورهای در حال توسعه بسیار حائز اهمیت می باشد. ابزار سنجش از دور و بهره گیری از بازتاب طیفی ثبت شده توسط سنجنده های ماهواره ای از جمله این فناوری های نوین می باشد. نقشه های پوشش گیاهی، نمایی از پدیده های بیوفیزیکی در جریان موجود در سطح زمین می باشد. به روز بودن و صحت این نقشه ها می تواند نقش چشمگیری در مدیریت و برنامه ریزی زیست محیطی داشته باشد.

خوشبختانه تاکنون محققین زیادی به نقشه برداری و پهنه بندی پوشش گیاهی و کاربری اراضی پرداخته اند. ارزانی و همکاران (۱۳۷۶) مطالعه ای به منظور تخمین پوشش و تولید گروه های مختلف گیاهی در دو منطقه آب و هوایی خشک و نیمه خشک در ایالت نیوساوت ولز استرالیا با استفاده از

^۱ Sustainable development

مواد و روش‌ها

۱- مشخصات منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز آب ماهی با مساحت ۱۵۸ کیلومتر مربع در فاصله ۸۲ کیلومتری شمال غربی شهرستان شیراز در مختصات جغرافیایی $52^{\circ}14'31''$ تا $52^{\circ}01'46''$ عرض شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). حداکثر ارتفاع ۳۰۵۰ متر و حداقل ارتفاع ۱۷۶۹ متر از سطح دریا می‌باشد. میانگین بارندگی سالانه ۵۲۸/۹ میلیمتر

و متوسط درجه حرارت سالانه $13/4$ درجه سانتیگراد می‌باشد. تیپ اراضی منطقه را کوهها و تپه‌ها تشکیل می‌دهند و خاکهای این محدوده در رژیم حرارتی مزیک و رژیم رطوبتی زیریک قرار دارد. این حوزه در پهنه چین خورده زاگرس قرار گرفته و سازندهای زمین شناسی آن از قدیم به جدید از سازندهای آهکی سروک، پابده - گورپی، کنگلومرای کواترنری و رسوبات آبرفتی Q_1 تا Q_3 تشکیل شده است.



شکل ۱- موقعیت حوزه آبخیز آب ماهی در سرزمین ایران و استان فارس

تصویربرداری در ۸ باند طیفی می‌باشد (علوی پناه، ۱۳۸۲).

۲- روش تحقیق

جهت نمونه برداری از درصد پوشش گیاهی با استفاده از تصویر کاذب رنگی، بر اساس مفهوم دانش متخصص^۲، با نظارت کارشناس مرتع به طور تصادفی ۶۳ پلات یک متر مربعی در سطح منطقه انتخاب گردید. در هر پلات، درصد پوشش هرگونه ثبت شد. و موقعیت جغرافیایی آنها بوسیله یک

ماهواره لندست ۷ توسط سازمان ملی هوانوردی و فضانوردی آمریکا طراحی و در تاریخ ۱۵ آوریل ۱۹۹۹ برابر با ۲۶ فروردین ۱۳۷۸ به فضا پرتاب و در مدار ۷۰۵ کیلومتری کره زمین قرار گرفت و در هر گذر، نواری به عرض ۱۸۵ کیلومتر را پوشش می‌دهد، تهیه پوشش کامل زمین ۱۶ روز طول می‌کشد. این ماهواره مجهز به سنجنده‌ای به نام نقشه‌بردار موضوعی بهبود یافته یا ETM+^۱ است که قادر به

² Expert knowledge

¹ Enhanced Thematic Mapper Plus

عمیق و سایه‌ها می‌باشد که انعکاس آن صفر باشد. زیرا در صورت وجود ذرات پراکنده در جو پراکنش جوی باعث می‌شود که عملاً انعکاس طیفی پیکسل-های تاریک صفر نباشد (نجفی دیسفانی، ۱۳۷۵). در این تحقیق از منطقه‌ای واقع در دریاچه سد درودزن که آب عمیق دارد همچنین سایه کوهها جهت تصحیح تصاویر استفاده شد.

پ) بهبود تباین: به منظور بهبود تباین تصاویر از روشی تحت عنوان معادل‌سازی هیستوگرام استفاده گردید که در اثر این فرآیند، امکان متمایز کردن پدیده‌های بیشتری فراهم شده و تصویر وضوح بیشتری پیدا می‌کند.

ج) ایجاد تصاویر رنگی کاذب: برای تولید تصاویر رنگی کاذب به منظور تلفیق بهینه اطلاعات باندهای مختلف طبق شکل ۲ ابتدا ماتریس همبستگی بین باندها تشکیل شد و با استفاده از آن شاخص فاکتور بهینه (OIF⁵) بدست آمد که با توجه به آن بهترین ترکیب باندهای در سیستم رنگی RGB⁶، ۷۴۱ در نظر گرفته شد که در شکل ۲ مشاهده می‌شود.

دستگاه GPS و نوت بوک جهت تعیین نقاط تعلیمی در فرآیند سنجش از دور، ثبت گردید. در مرحله پردازش رقومی با انجام یک سری عملیات روی داده‌های خام، خطاهای رادیومتری و هندسی مورد توجه قرار می‌گیرند. لازم است پس از دریافت داده‌ها، بررسی دقیقی در مورد آنها از نظر هندسی و اتمسفریک به عمل آید در این راستا در این مطالعه مراحل زیر انجام گردید:

الف) تصحیح هندسی: تطابق هندسی تصاویر با استفاده از نرم‌افزار ILWIS¹ با استفاده از نقاط کنترل زمینی به روش نقطه به تصویر² انجام شد که ابتدا ۳۵ نقطه کنترل زمینی با استفاده از GPS برداشت گردید و پس از پیدا نمودن آنها روی تصویر، مختصات UTM³ این نقاط به تصویر معرفی شد، سپس با بررسی اشتباه RMSE⁴ (معادله ۱) به دست آمده، نقاطی که دارای خطای RMSE بالایی بودند، حذف گردیدند و نهایتاً تعداد ۲۷ نقطه نهایی جهت زمین مرجع نمودن تصویر باقی ماندند و میزان RMSE نهایی معادل ۰/۴۷ بدست آمد.

(معادله ۱)

$$RMSE = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^{N(h)} [Z^* - Z]^2}$$

ب) تصحیح اتمسفریک: پراکنش اتمسفری سبب پایین آمدن تباین تصویر می‌شود. جهت تصحیح این اثر از تکنیک کاهش پیکسل‌های تاریک استفاده شد. با این فرضیه که پیکسل تاریک با حداکثر احتمال، کمترین میزان انعکاس طیفی را داشته و متعلق به آب

¹ Integration of Land & Water Information System

² Point to image

³ Universal Transverse Mercator

⁴ Root Mean Square error

⁵ Optimum Index Factor

⁶ Red, Green, Blue



شکل ۲. تولید ماتریس همبستگی و شاخص OIF

۰/۵ برای پوشش متوسط و عدد یک برای پوشش گیاهی کم تراکم می باشد. با اعمال این فاکتور، تداخل بازتابی خاک در بازتاب پوشش گیاهی تقلیل می یابد (علوی پناه، ۱۳۸۲). در این تحقیق با توجه به تراکم پایین پوشش گیاهی، فاکتور تصحیح، ۱ در نظر گرفته شده است.

ج) استخراج اطلاعات از تصاویر: عمل استخراج داده‌های طیفی برای تمامی نمونه‌ها به ازای باندهای تصحیح شده در محدوده مورد مطالعه در محیط GIS² (نرم افزار ILWIS) صورت گرفت. در این تحقیق جهت بدست آوردن ارزش رقومی تصاویر در محل نمونه برداری توسط پلات، از میانگین ارزش-های رقومی ۹ پیکسل مربوط به هر نقطه نمونه برداری شده، به عنوان شماره رقومی نقطه مورد نظر، در پایگاه داده‌ها وارد گردید. روش کار بدین صورت انجام گرفت که پس از ثبت تصاویر منطقه مورد مطالعه به منظور تعیین موقعیت جغرافیایی واقعی، از نقاط نمونه برداری شده در صحرا یک وکتور نقطه‌ای ساخته شد و این وکتور همراه با شماره نمونه برداری هر

ث) نسبت گیری طیفی و شاخص های پوشش گیاهی: جهت ورود متغیرهای طیفی به مدل رگرسیونی درصد پوشش گیاهی، علاوه بر باندهای اصلی، از نسبت گیری های طیفی نیز استفاده گردید که در جدول ۱ فهرست آنها آمده است. با انجام این عملیات، باندهایی مصنوعی ایجاد می شود که در اصطلاح، شاخص گیاهی نامیده می شوند. در واقع هدف از ایجاد شاخص های پوشش گیاهی، آن است که برخی ویژگی های پوشش گیاهی نظیر خصوصیات تاج پوشش، بیومس، سطح برگ یا درصد پوشش گیاهی پیش بینی و ارزیابی شود. اصولاً بازتاب پوشش گیاهی در محدوده طیفی نور مرئی، کم، و در محدوده مادون قرمز نزدیک، زیاد است. سه ویژگی مهم برگ مانند کلروفیل، ساختار فیزیولوژیکی و میزان آب، اثر مهمی در بازتاب طیفی آن دارد (پیتتی و همکاران، ۲۰۰۹). لازم به ذکر است که فاکتور L در شاخص پوشش گیاهی SAVI¹ عبارتست از فاکتور تصحیح اثر بازتابی خاک که با توجه به درصد پوشش گیاهی منطقه مقادیری بین صفر تا یک را به خود اختصاص می دهد. عدد صفر برای پوشش گیاهی متراکم، عدد

² Geographic Information system

¹ Soil Adjusted Vegetation Index

اعتبارسنجی معادله رگرسیونی با استفاده از نمونه-های باقیمانده

بدین منظور بعد از برآزش مدل، اعتبارسنجی مدل با استفاده از شاخص‌های حداقل میانگین خطا (ME) که نشان دهنده میزان نااریب بودن مدل و ریشه دوّم میانگین مجذور انحرافات (RMSE) که نشان دهنده دقت تخمین می‌باشد (معادله های ۳ و ۴)، صورت گرفت.

(معادله ۳)

b	c	d
i	a	e
h	g	f

$$ME = 1/n \sum_{i=1}^{N(h)} [Z^* - Z]$$

(معادله ۴)

$$RMSE = \sqrt{1/n \sum_{i=1}^{N(h)} [Z^* - Z]^2}$$

پارامترهای ME و RMSE برای ۲۰ درصد نمونه-هایی که کنار گذاشته شده و در مدل استفاده نشده‌اند، تعیین گردید (دایموند و همکاران، ۱۹۹۶).

نقطه، بر روی باندهای اصلی و نسبت‌گیری شده تصاویر ETM+ به صورت یک لایه قرار گرفت. میانگین ارزش‌های رقومی ۹ پیکسل مربوط به هر نقطه، به عنوان شماره رقومی آن نقطه در تصاویر مورد نظر ثبت شد (معادله ۲). این کار برای تمامی نقاط نمونه‌برداری شده در صحرا و برای تمامی باندهای (اصلی و مصنوعی) منطقه مورد مطالعه انجام گرفت (کوبیاشی و همکاران، ۲۰۰۷).

$$DN_a = \frac{\sum_{i=1}^9 DN_i}{9} \quad (\text{معادله ۲})$$

برآزش مدل رگرسیونی

جهت بدست آوردن مدل رگرسیونی مناسب به منظور پیش‌بینی درصد پوشش گیاهی اراضی منطقه، و همچنین محاسبات آماری به منظور تهیه لایه رقومی درصد پوشش گیاهی منطقه جهت ورود به مدل‌های ارزیابی تناسب کیفی اراضی مرتعی، از نرم-افزار SPSS¹ استفاده گردید. در مرحله مدل‌سازی متغیر مربوط به پارامتر درصد پوشش گیاهی، متغیر وابسته و تمامی متغیرهای انتخابی مربوط به باندهای اصلی و ساخته شده به عنوان متغیرهای مستقل به نرم‌افزار معرفی شدند تا بهترین رابطه رگرسیونی و متغیرهای مستقلی که می‌توانند وارد مدل رگرسیونی گردند، مشخص شود. روشی که در این بخش استفاده گردید، رگرسیون گام به گام^۲ بود. شایان ذکر است که مدل رگرسیونی با استفاده از ۸۰ درصد داده‌ها بدست آمده است و ۲۰ درصد باقیمانده جهت اعتبارسنجی مدل استفاده گردید.

¹ Statistical Package for Social Science

² Stepwise Regression

جدول ۱- نسبت‌های طیفی استفاده شده در این تحقیق.

نماد	نسبت طیفی	ردیف
b1,b2,...b7	باندهای اصلی ETM+	۱
PCA1	مؤلفه اول حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی بر روی باندهای ۱،۲،۳،۴،۵،۷	۲
NDVI ¹	$(ETM4-ETM3)/(ETM4+ETM3)$	۳
BI ²	$ETM3^2 + ETM4^2$	۴
COSRI ³	$(ETM1 + ETM2) / ETM3 + ETM4) * NDVI$	۵
SAVI ⁴	$ETM4-ETM3/(ETM4+ETM3+L)(1+L)$	۶
DVI ⁵	$ETM4 - ETM3$	۷
VI01 ⁶	$(ETM2*ETM3)/ETM7$	۸
VI02 ⁶	$(ETM2*ETM7)/ETM3$	۹
VI03 ⁶	$(ETM3*ETM5)/ETM7$	۱۰
VI04 ⁶	$ETM3/ETM7$	۱۱
VI05 ⁶	$ETM5/ETM3$	۱۲
VI06 ⁶	$ETM5/ETM4$	۱۳
VI07 ⁶	$ETM5/ETM7$	۱۴
VI08 ⁶	$ETM7/(ETM3+ETM5)$	۱۵
VI09 ⁶	$ETM7/ETM5$	۱۶
VI10 ⁶	$(ETM1-ETM2)/(ETM1+ETM2)$	۱۷
VI11 ⁶	$ETM2-(ETM7-ETM5)/ETM2+(ETM7-ETM5)$	۱۸
VI12 ⁶	$(ETM3-ETM7)/(ETM3+ETM7)$	۱۹
VI13 ⁶	$ETM5/ETM1$	۲۰
VI14 ⁶	$(ETM5-ETM3)/(ETM5+ETM3)$	۲۱
VI15 ⁶	$(ETM5-ETM4)/(ETM5+ETM4)$	۲۲
VI16 ⁶	$ETM5-(ETM7+ETM2)/ETM5+(ETM7+ETM2)$	۲۳
VI17 ⁶	$(ETM5-ETM7)/(ETM5+ETM7)$	۲۴
VI18 ⁶	$ETM1/ETM2$	۲۵
VI19 ⁶	$(ETM7-ETM5)/(ETM7+ETM5)$	۲۶
VI20 ⁶	$(ETM3-ETM7)/(ETM3+ETM7)+0.5$	۲۷

1: Normalized Difference Vegetation Index: شاخص گیاهی به هنجار شده (Rouse et al., 1974)

2: Brightness Index: شاخص روشنایی (علوی پناه، ۱۳۸۲)

3: Combined Spectral Response Index: شاخص ترکیبی پاسخ طیفی (علوی پناه، ۱۳۸۲)

4: Soil Adjusted Vegetation Index : شاخص گیاهی با تعدیل اثر خاک (Huete., 1988)

5: Difference Vegetation Index: شاخص گیاهی تفاوت (Wiegand et al., 1977)

6: Vegetation Index: (رفیعی و علوی پناه، ۱۳۸۴) شاخص گیاهی

بحث و نتیجه گیری

پوشش گیاهی ماتریس همبستگی بین باندهای طیفی و درصد پوشش گیاهی توسط نرم افزار SPSS تولید گردید، که نتایج آن در جداول ۲ تا ۵ آمده است.

پس از اعمال پردازش‌های مختلف بر تصاویر و ساخت باندهای مصنوعی، به منظور بررسی آماری وجود رابطه بین باندهای مختلف و درصد

جدول ۲- همبستگی بین باندهای طیفی و درصد پوشش گیاهی.

باند طیفی	ETM1	ETM2	ETM3	ETM4	ETM5	ETM7	PCA1	VI01
درصد پوشش گیاهی	-۰/۲۱	-۰/۲۳	-۰/۲۷*	۰/۱۳	-۰/۱۶	-۰/۱۵	-۰/۱۸	-۰/۲۵*

جدول ۳- همبستگی بین باندهای طیفی و درصد پوشش گیاهی.

باند طیفی	VI02	VI03	VI04	VI05	VI06	VI07	VI08	VI09
درصد پوشش گیاهی	-۰/۱۳	-۰/۲۵*	-۰/۱۴	۰/۲۹*	-۰/۴۰**	۰/۰۷	۰/۰۳	-۰/۱۵

جدول ۴- همبستگی بین باندهای طیفی و درصد پوشش گیاهی.

باند طیفی	VI10	VI11	VI12	VI13	VI14	VI15	VI16	VI17	VI18
درصد پوشش گیاهی	۰/۱۸	-۰/۲۲	-۰/۱۶	۰/۱۱	۰/۲۹*	-۰/۵۶**	-۰/۱۹	۰/۱۲	۰/۲۴

جدول ۵- همبستگی بین باندهای طیفی و درصد پوشش گیاهی.

باند طیفی	VI19	VI20	BI	SAVI	DVI	NDVI	COSRI
درصد پوشش گیاهی	-۰/۱۲	-۰/۱۶	-۰/۳۰*	۰/۷۱**	۰/۶۳**	۰/۷۱**	-۰/۲۷*

* معنی دار در سطح ۵ درصد. ** معنی دار در سطح ۱ درصد.

دارد. این مسأله نشانگر قدرت تشخیص مناسب پوشش گیاهی بوسیله طیف مادون قرمز انعکاسی است که در تحقیقات سایر محققین نیز به اثبات رسیده است (ارزانی و همکاران، ۱۳۷۶؛ سنای و ایوب، ۲۰۰۲). همچنین باندهای ETM3، VI01، VI03، VI05، VI14، COSRI و BI در سطح ۵ درصد با درصد پوشش گیاهی همبستگی داشته‌اند. با

همانطور که در جداول ۲ تا ۵ مشاهده می‌شود همبستگی شاخص‌های VI06، VI15، DVI، NDVI و SAVI در سطح ۱ درصد با درصد پوشش گیاهی معنی دار بوده است با توجه به ساختار این شاخص‌های پوشش گیاهی مشخص می‌گردد که در تمامی آنها باند شماره ۴ سنجنده ETM+ که در محدوده طیفی مادون قرمز انعکاسی کار می‌کند، وجود

بالای شاخص SAVI به میزان ۰/۷۱، با درصد پوشش گیاهی را می‌توان اینگونه مورد بررسی قرار داد که، در وهله نخست در ساختار این شاخص، مانند شاخص وارد شده دیگر یعنی VI03، باند مادون قرمز انعکاسی به کار رفته است، که طبق تحقیقات مختلف ثابت شده است که بیشترین بازتاب طیفی گیاهان در همین محدوده طیفی صورت می‌گیرد (درویش صفت و زارع، ۱۳۷۲). از سوی دیگر با توجه به ورود فاکتور تصحیح (L) در این شاخص، اثر تداخل بازتابی خاک در بازتاب پوشش گیاهی تقلیل یافته است، که این خود از نقاط قوت این شاخص پوشش گیاهی نسبت با سایر شاخص‌ها به شمار می‌رود. در نتیجه، نهایتاً این شاخص در مدل وارد گردیده است. لازم به ذکر است که در این تحقیق با توجه به کم تراکم بودن پوشش گیاهی، فاکتور تصحیح، ۱ در نظر گرفته شده است (علوی پناه، ۱۳۸۲). نتایج در جدول ۶ خلاصه گردیده است. نقشه درصد پوشش گیاهی بدست آمده از این مدل در شکل ۳ نشان داده شده است.

توجه دوباره به ساختار این شاخص‌ها، مشخص می‌گردد که باند شماره ۳ سنجنده ETM+ که حاصل تصویربرداری در محدوده طیفی قرمز است، در تمامی آنها حضور دارد. از این موضوع نیز می‌توان نتیجه گرفت که این بخش از طیف الکترومغناطیس نیز رابطه خوبی با پوشش گیاهی دارد. این موضوع نیز در تحقیقات محققین مختلف به اثبات رسیده است (روس و همکاران، ۱۹۷۳؛ ارکی و همکاران، ۲۰۰۷). چنانچه ثابت شده است، این محدوده‌های طیفی قدرت تشخیص پوشش گیاهی را در تصاویری که از فرآیند نسبت‌گیری طیفی حاصل می‌شوند را به طرز قابل توجهی ارتقاء می‌بخشد (گووارد و همکاران، ۲۰۰۲؛ جولین و سویرینو، ۲۰۰۲).

با استفاده از آنالیز رگرسیون بین متغیر وابسته (درصد پوشش گیاهی) و متغیرهای مستقل (مقادیر ارزشهای رقومی باندهای ETM+) از بین باندهای طیفی بررسی شده در این مطالعه، تنها دو باند SAVI و VI03 وارد مدل گردیدند. به گونه‌ای که این دو باند، ۶۱ درصد از کل تغییرات درصد پوشش گیاهی را در این منطقه را توجیه نمودند. دلیل همبستگی

جدول ۶- مدل رگرسیون چند متغیره خطی جهت برآورد درصد پوشش گیاهی بر اساس باندهای طیفی.

مدل رگرسیونی	R ²	ME	RMSE
$(VI03) - 0.31 - (SAVI) + 16.74 + 27.51 =$ درصد پوشش گیاهی	0.61	0.074	14.63

ترکیبی و مصنوعی مطلوب می‌توان در حد قابل قبولی از این داده‌ها جهت مدل‌سازی و پیش‌بینی درصد پوشش گیاهی استفاده نمود. همچنین نتایج نشان می‌دهد محدوده طیفی مادون قرمز نزدیک^۱ جهت

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

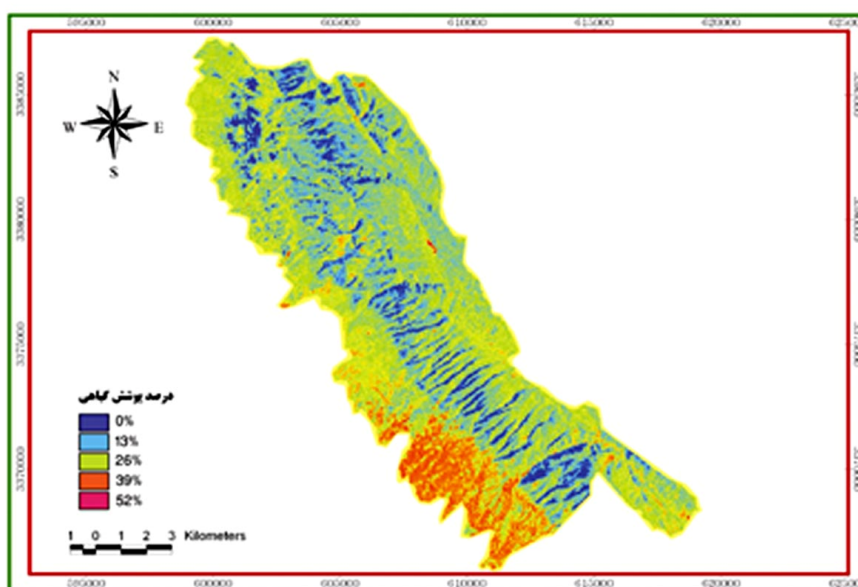
نتایج بدست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد داده‌های رقومی سنجنده ETM+ در تفکیک و بررسی پوشش گیاهی توانایی بالایی دارند و با اعمال پردازش‌های مناسب و استفاده از باندهای

¹ Near infrared

داشتن ۲۲۰ باند طیفی قدرت تفکیک طیفی بسیار بالایی دارا می باشد، استفاده گردد. همچنین پیشنهاد می گردد با استفاده از تصاویر همزمان با پیمایش میدانی، سعی در محدودتر نمودن منابع خطا به عمل آید.

اخذ اطلاعات از پوشش گیاهی سطح زمین مناسب می باشد.

پیشنهاد می گردد در تحقیقات آتی جهت مطالعات پوشش گیاهی از تصاویر ماهواره ای با کارایی بیشتر مانند تصاویر سنجنده Hyperion که با



شکل ۳- نقشه درصد پوشش گیاهی حوزه آبخیز آب ماهی، بر اساس مدل رگرسیونی.

سلطانیان و مهندس مریم حسینی به پاس همکاری در این اجرای این تحقیق صمیمانه قدردانی نمایم.

سپاسگزاری

بر خود لازم می دانیم از همکاری معاونت محترم آبخیزداری استان فارس و مهندس محمدرضا

منابع

ارزانی، ح.، گ. کینگ، و ب. فرستر. ۱۳۷۶. کاربرد اطلاعات رقومی ماهواره لندست تی ام در تخمین تولید و پوشش گیاهی، مجله منابع طبیعی ایران. دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، جلد ۵۰ (۱)، ص: ۲۱-۳.
حسینی، س. ز. ۱۳۸۱. بررسی قابلیت داده های ماهواره ای لندست ETM+ جهت تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: استان مازندران - منطقه چمستان). پایان نامه کارشناسی ارشد مرتعداری، دانشگاه تهران.

- درویش صفت، ع. ا. و ع. زارع. ۱۳۷۷. بررسی قابلیت داده‌های ماهواره ای جهت تهیه نقشه پوشش گیاهی در مناطق خشک و نیمه خشک (مطالعه موردی در منطقه قائن). مجله منابع طبیعی ایران، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، جلد ۵۱ (۲)، ص: ۳۹-۴۵.
- رفیعی امام، ع. و ک. علوی پناه. ۱۳۸۴. بررسی تغییر پذیری طیفی خاکهای مختلف با استفاده از داده‌های دورسنجی (مطالعه موردی: منطقه ورامین). فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۳، شماره ۱. علوی پناه، ک. ۱۳۸۲. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.
- موسوی، س. ع.، م. فرح پور، م. شکری، ک. سلیمانی و م. گودرزی. ۱۳۸۵. بررسی روند تغییرات انبوهی پوشش گیاهی در قسمتی از حوزه سد لار در یک دوره ۲۵ ساله با استفاده تلفیقی از GIS و RS. فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۳ (۳)، ص: ۱۸۶-۲۰۰.
- نجفی دیسفانی، م. ۱۳۷۵. پردازش کامپیوتری تصاویر ماهواره ای. انتشارات سمت، چاپ اول.

- Dymond, R. J., M. J. Paj and L. J. Brown. 1996. Large Area Vegetation Mapping in the Gisborn District New Zealand-from Landsat TM. *Int. J. Remote Sens*, 17(2): 263-275.
- Erkki, O. T., C. Gagliano, F. De Natale and M. Katila. 2007. Predicting Categorical Forest Variables Using an Improved k-Nearest Neighbour Estimator and Landsat Imagery. *Remote Sens. Environ.* 113: 500-517.
- Goward, S. N., Y. Xue and K. P. Czajkowski. 2002. Evaluating Land Surface Moisture Conditions From the Remotely Sensed Temperature Vegetation Index Measurements An Exploration With the Simplified Simple Biosphere Model. *Remote Sens. Environ.* 79: 225-242.
- Huete, A. R., 1988. A Soil adjusted vegetation indexes (SAVI), *Remote Sens of Environ*, 25: 295-309.
- Julien, Y. A. and J. Sobrino. 2009. The Yearly Land Cover Dynamics (YLCD) Method: An Analysis of Global Vegetation from NDVI and LST Parameters. *Remote Sens. Environ.* 113: 329-33.
- Kobayashi, H., R. Suzuki and S. Kobayashi. 2007. Reflectance Seasonality and its Relation to the Canopy Leaf Area Index in an Eastern Siberian Larch Forest. Multi-Satellite Data and Radiative Transfer Analysis. *Remote Sens. Environ.* 106: 238-252.
- Pinty, b. T., J. Lavergne, N. Widlowski, M. Gobron and M. Verstraete. 2009. On the Need to Observe Vegetation Canopies in the Near-Infrared to Estimate Visible Light Absorption. *Remote Sens. Environ.* 113: 10-23.
- Rouse, J. W., R. H. Hass, J. A. Schell and D. W. Deering, 1973. Monitoring Vegetation Systems in the Graet Plainss with the ERTS, *Proceeding. Third ERTS Symposium Vol. 1. Pp.* 48-62.
- Senay, G. b. and R. L. Elliott. 2002. Capability of AVHRR Data in Discriminating Rangeland Cover Mixtures, *Int. J. of Remote Sensing*, 23(2): 299-312

. Determination of Optimum Vegetation Indices for Vegetation Cover Percentage Modelling, Using Satellite Spectral Reflectance

S.J.Naghibi, S.H.Habibian, S.M.R.Habibian

In this research, to evaluate vegetation cover percentage and to determine optimum vegetation indexes for multivariate regression modeling in the Ab-Mahi subbasin of Doorodzan dam watershed basin with the area of 15,800 ha, using spectral reflection detected by ETM+ sensor of landsat satellite in the year 2002. In the first step, after primitive image processing, including radiometric and geometric correction using optimum index factor (OIF), false color composite map with band combination: RGB= 741 were prepared for field studies. Then, by doing field studies, considering false color composite map 63 plots (1m *1 m) were randomly selected at the region area. The percentage of canopy cover were estimated in the field studies. In this regard the coordinates of each point was determined using GPS. These information were used in order to construct the vegetation cover incorporated with ETM+ imagery data. To obtain a reliable vegetation map six main bands of ETM+ and 26 artificial imagery were applied to training data set in ILWIS software. Finally the overall accuracy of prediction was calculated by coefficient of determination (r^2) and root means of square error (RMSE). The constructed vegetation canopy map was used in land qualitative evaluation of rangeland for the study area. At last, It was shown that it is possible to model and determine the vegetative land cover percentage with an acceptable accuracy using satellite images (ETM+) and implementing appropriate digital analysis.

Keywords: *Remote sensing, Vegetation Indices, ETM+, Ab Mahi watershed basin.*