

## بررسی تغییرپذیری طیفی پدیده‌های مختلف پوشش گیاهی و آب با استفاده از سنجنش از دور

سید کاظم علوی پناه\* - دانشیار دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران

عمار رفیعی امام\*\* - کارشناس ارشد مدیریت مناطق بیابانی، بخش تحقیقات بیابان موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع

سید زین العابدین حسینی - مربی دانشکده منابع طبیعی - دانشگاه نیرو

منصور جعفر بیگلر - عضو هیأت علمی - دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران

پذیرش مقاله: ۸۱/۱۰/۲۳

تأیید نهایی: ۸۲/۲/۲۲

### چکیده

در این تحقیق جهت بررسی تغییرپذیری طیفی پوشش‌های گیاهی، به کمک داده‌های سنجنده TM چهار سری داده مربوط به الف) سه مؤلفه اول حاصل از تجزیه تحلیل مؤلفه‌های اصلی، ب) نسبت‌های مختلف طیفی حاصل از باندهای انعکاسی، ج) نسبت‌های مختلف طیفی حاصل از باند حرارتی و د) باندهای اصلی سنجنده TM استفاده شد و تغییرات طیفی پوشش‌های مختلف گیاهی در باندهای اصلی و مصنوعی<sup>۱</sup> با یکدیگر مقایسه شدند. برای مقایسه و جهت وضوح سه روش اعمال شد. بررسی هیستوگرام، بهبود کنتراست و تفسیر بصری استفاده شد. سپس نقش شاخص‌های مختلف در بارزسازی پدیده‌های مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی، قابلیت شاخص‌های مختلف را در تفکیک پدیده‌های مختلف پوشش‌های گیاهی و همچنین پدیده‌های موجود در منابع آب نشان داد شاخصهای VIT11؛ VIT12؛ VIT13؛ VIT16؛ VIT17؛ VIT18؛ VIT19؛ VI01 می‌توانند در بررسی پوشش‌های گیاهی مورد استفاده قرار گیرند. همچنین قابلیت باند حرارتی در بررسی‌های پوشش گیاهی نیز بایستی در دیگر مناطق مورد بررسی قرار گیرد. همچنین نتایج نشان داد که PC3، پدیده‌های مختلف را با توجه به میزان رطوبتشان از هم تفکیک می‌کند. سه شاخص VIT18، VIT19 و VI01 نیز در مطالعات و شناسایی پدیده‌های موجود در منابع آب شامل فیتوپلانکتون و مواد معلق می‌تواند مورد استفاده قرار گیرند. پیشنهاد می‌گردد تحقیقات مشابه در سایر مناطق صورت گیرد و شاخص‌های مناسب برای بررسی‌ها ارائه و بررسی گردد.

واژگان کلیدی: تغییرپذیری طیفی، شاخص‌های گیاهی، باند حرارتی، باندهای انعکاسی، تجزیه مؤلفه‌های اصلی.

\* E-mail: salavipa@ut.ac.ir

تلفن نویسنده مسئول: ۰۹۱۲۳۲۰۷۲۰۲

\*\* E-mail: rafiei99@yahoo.com

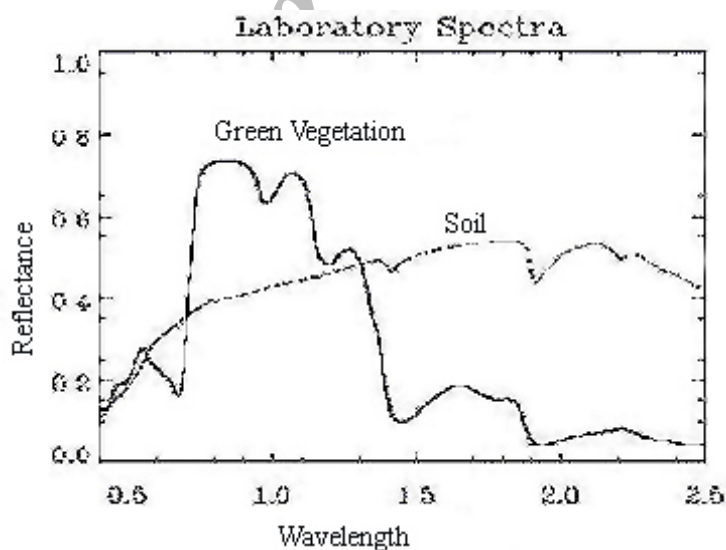
<sup>۱</sup> - منظور از باند مصنوعی، شاخص‌های گیاهی حاصل از باندهای انعکاسی و باند حرارتی و همچنین باندهای حاصل از تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی است.

## مقدمه

کسب اطلاعات درباره وضعیت پوشش گیاهی از قبیل میزان و پراکنش آنها از اهمیت زیادی برخوردار است. استفاده از داده های ماهواره ای امکان مطالعه گسترده پوشش گیاهی را فراهم می سازد. به منظور کاهش اثر عوامل ناخواسته<sup>۱</sup> روی اطلاعات پوشش گیاهی و افزایش اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی از شاخص های گیاهی<sup>۲</sup> استفاده می کنند. در واقع شاخص های گیاهی برای متمایز ساختن پوشش های گیاهی با پدیده های دیگر که توسط تک باندها ممکن نیست بکار می رود (علوی پناه، ۱۳۸۲، ۷۱-۷۰؛ علوی پناه، ۱۳۸۵). شاخص های گیاهی می توانند با استفاده از تعدادی باند مناسب و قابل استفاده محاسبه شوند (بوید، ۱۹۹۶). در واقع شاخص های گیاهی از نسبت گیری بین باندها بوجود می آیند که روابط ریاضی بین باندها شامل جمع، ضرب، تفریق و تقسیم باندهای طیفی قابل انطباق را گویند.

در طول سه دهه گذشته شاخص های گیاهی کاربرد وسیعی در بررسی های منابع طبیعی و پایش پوشش گیاهی در مقیاس کوچک تا مقیاس های منطقه ای و جهانی پیدا کرده اند. این شاخص ها با تراکم برگ همبستگی خوبی را نشان می دهند لیکن به سه عامل ارتفاع و زاویه تابش خورشید، خاک و تأثیرات جوی حساس هستند (سپهری، ۱۳۸۱، ۲۶۰).

در حالت ایده آل میزان بازتاب پوشش گیاهی به صورت نمودار زیر می باشد (شکل ۱)، اما میزان بازتاب پوشش گیاهی در طول موج های مختلف با توجه به نوع پوشش (نوع گونه، شادابی و مانند آن) و نوع خاک زمینه (ماده آلی، خاک مرطوب، نوع بافت و مانند آن) می تواند تغییر پیدا کند. برای بارزسازی این تغییرات معمولاً از شاخص های گیاهی استفاده - می کنند.



شکل ۱- روند بازتاب پوشش گیاهی در حالت تئوریکال در طول موج های مختلف

<sup>۱</sup> - عوامل ناخواسته مانند اثرات جوی (Atmospheric effect)

<sup>۲</sup> Vegetation Indices

کارون (۱۹۹۲) معتقد است که بین خصوصیات بیوفیزیکی جنگلهای تروپیکال و باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک رابطه قوی وجود دارد. در واقع شاخص‌هایی که شامل باندهای قرمز و مادون قرمز باشند ارتباط معنی داری با پارامترهای گیاهی از خود نشان می‌دهند. امروزه معلوم شده است که داده‌های حرارتی می‌توانند مکمل دیگر داده‌های سنجش از دور (داده‌های انعکاسی) باشند (علوی پناه، ۱۳۸۲، ۲۶۵). تلسون (۱۹۸۴)، چن (۱۹۸۶) و بارت (۱۹۸۸) نیز معتقدند که تابش‌های ثبت شده<sup>۱</sup> در طول موجهای مادون قرمز میانی<sup>۲</sup> و حرارتی<sup>۳</sup> می‌توانند اطلاعات با ارزش و مفیدی را جهت مطالعه پوششهای گیاهی در اختیار قرار دهند و مکمل اطلاعات ثبت شده در باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک باشند.

از طرف دیگر کسب اطلاعاتی در مورد مواد و پدیده‌های موجود در منابع آب نیز به منظور پایش و مدیریت آنها بسیار ضروری است که به کمک سنجش از دور می‌توان به مطالعه کمی و کیفی این منابع پرداخت. برای پی بردن به وضعیت کیفیت آب شامل پارامترهای شیمیایی (شوری آب)، فیزیکی (مواد معلق) و بیولوژیکی (رنگ آب، فیتوپلانکتون و جلبکها، کلروفیل) می‌توان از سنجش از دور و نسبت‌گیریهای طیفی استفاده نمود. سنجش از دور می‌تواند در پایش و تخمین میزان تمرکز خزه‌ها و جلبکها در دریاچه‌ها و منابع آب استفاده شود. می‌توان محل تمرکز کلروفیل II را در منابع آب شناسایی و مشاهده نمود و میزان کلروفیل جلبکها و خزه‌ها را اندازه‌گیری نمود. خرم و چشیر (۱۹۸۵)، برای بررسی کلروفیل و تهیه نقشه موضوعی آن در خلیج سانفرانسیسکو، نسبت‌گیری طیفی را پیشنهاد کردند؛ به‌طوری‌که نسبت باند آبی- قرمز (۵۲۰-۴۵۰ میکرومتر) به مادون قرمز نزدیک (۱۰۵۰-۹۱۰ میکرومتر) برای غلظتهای کم کلروفیل و نسبت بین دو باند قرمز (۶۹۰-۶۳۰ میکرومتر) به مادون قرمز نزدیک (۷۵۰-۶۹۰ میکرومتر) برای غلظتهای زیاد کلروفیل را بهترین نسبتها برای بررسی این پارامترها عنوان داشتند. همچنین علوی پناه و خدایی (۱۳۸۱) در تحقیقی که در دریاچه ارومیه انجام دادند به این نتیجه رسیدند که باند ۳ و ۶ سنجنده TM برای بررسی توزیع و پراکنش بار معلق و شوری مناسبتر از بقیه باندها هستند. در این تحقیق سعی بر آن است تا تغییر پذیری طیفی پوشش‌های گیاهی و همچنین منابع آب با استفاده از شاخص‌های گیاهی حاصل از باند حرارتی، باندهای انعکاسی و همچنین تصاویر حاصل از تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی ارزیابی و با تصاویر اصلی سنجنده TM مقایسه شود و مناسبترین شاخص‌ها برای بررسی پوشش‌های گیاهی و منابع آب ارائه شوند.

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه مطالعاتی دشت ورامین می‌باشد که در دامنه جنوبی سلسله جبال البرز و به فاصله ۴۰ کیلومتری جنوب شرق تهران واقع شد. محدوده دشت ورامین از شمال به ادامه سلسله جبال البرز و لواسانات از شرق به ایوانکی و گرمسار و از جنوب به تپه ماهورهای جنوبی دشت و دریاچه نمک و از مغرب به دشت تهران و کرج محصور می‌باشد. مساحت کل دشت ورامین ۱۵۹۵ کیلومتر مربع است که ۱۲۸۲ کیلومتر مربع (حدود ۸۰ درصد) آن را دشت و ۳۰۳ کیلومتر مربع را ارتفاعات تشکیل

<sup>1</sup> Radiance

<sup>2</sup> Middle Infrared (MIR)

<sup>3</sup> Thermal Infrared (TIR)

می دهد. موقعیت جغرافیایی دشت ورامین بین ۴۲-۲۸°۵۱ تا ۴۹-۵۱° طول شرقی و ۲-۳۵° تا ۲۵-۲۹° عرض شمالی واقع شده است. شهر ورامین با ارتفاعی در حدود ۹۲۰ متر از سطح دریا تقریباً در مرکز دشت واقع شده است.

#### مواد و روشها

جهت بررسی تغییر پذیری طیفی پوشش های گیاهی و منابع آب و مقایسه شاخص های حاصل از باند حرارتی<sup>۱</sup> و باندهای انعکاسی<sup>۲</sup> و تجزیه مؤلفه های اصلی<sup>۳</sup>، دشت ورامین به دلیل دارا بودن و متنوع بودن در پدیده های مختلف، جهت بررسی انتخاب گردید. بدین منظور داده های سنجنده TM مربوط به تاریخ ۱۸ می سال ۱۹۹۸ تهیه گردید. برای آنکه بتوان از تمامی باندها در نسبت گیری<sup>۴</sup> استفاده کرد اندازه پیکسلهای باند حرارتی با سایر باندها برابر شد و به ۳۰ متر تغییر یافت. و به کمک داده های سنجنده TM سه سری داده مربوط به الف) سه مؤلفه اول حاصل از تجزیه تحلیل مؤلفه های اصلی، ب) شاخص های مختلف حاصل از نسبت گیری طیفی و ج) باندهای اصلی سنجنده TM، مورد استفاده قرار گرفت. برای مقایسه و جهت وضوح سه روش اعمال شد. این سه روش عبارتند از: بررسی هیستوگرام، بهبود کنتراست و تفسیر بصری به کمک تصاویر رنگی کاذب<sup>۵</sup>. سپس با بازدیدهای مکرر صحرایی پدیده های مختلف موجود در منطقه شناسایی شدند و نقش شاخص های مختلف در بارزسازی پدیده های مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

جهت انجام بهتر این تحقیق و بررسی نقش باند حرارتی در تفکیک پدیده های مختلف، شاخص ها به دو دسته تقسیم شدند. شاخص هایی که در آنها باند حرارتی بکار رفته بود و آنهایی که باند حرارتی در آنها بکار گرفته نشده بود. سپس میزان بازتاب<sup>۶</sup> پدیده های مختلف یکبار در باند حرارتی و شاخص های حاصل از آن ارزیابی شد و در مرحله بعد میزان بازتاب پدیده های مختلف در باندهای انعکاسی (کلیه باندها به غیر از باند حرارتی) به همراه شاخص های حاصل از آنها ارزیابی شد. سه مؤلفه اول حاصل از تجزیه مؤلفه های اصلی نیز به صورت جداگانه مورد بررسی قرار گرفت.

همچنین تغییرات طیفی پدیده ها در یک فضای دو بعدی<sup>۷</sup> بین باندها و شاخص های مختلف به کمک روشهای آماری (مانند میانگین پدیده های مختلف و انحراف معیار) مقایسه و در نهایت نقش شاخص ها جهت تفکیک پدیده های مختلف و مطالعات منابع زمینی مشخص گردیدند. فلوچارت زیر مراحل انجام تحقیق را نشان می دهد (شکل ۲).

<sup>1</sup> Thermal Band

<sup>2</sup> Reflective Bands

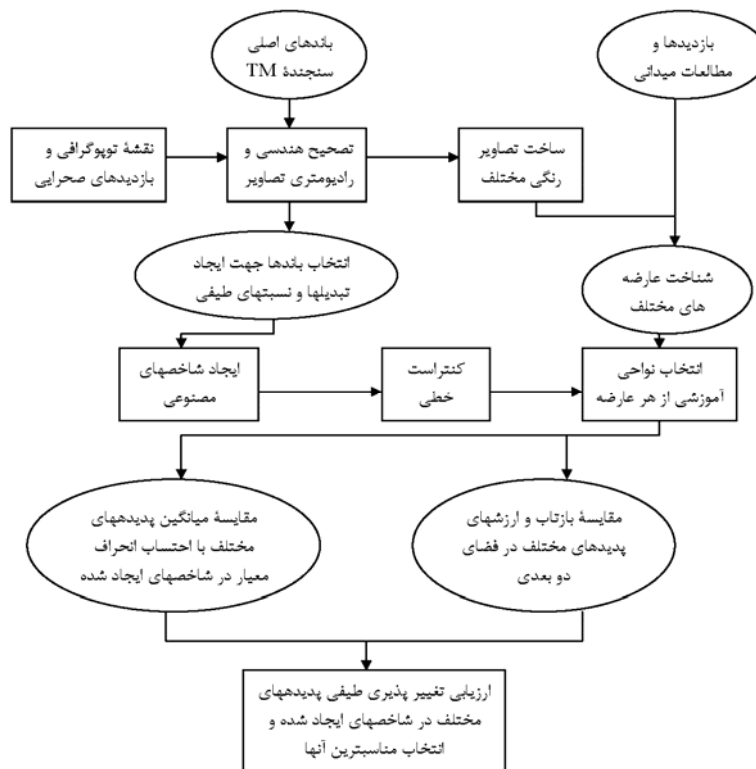
<sup>3</sup> Principal Component Analysis(PCA)

<sup>4</sup> Ratioing

<sup>5</sup> False Color Composite

<sup>6</sup> منظور از بازتاب در اینجا DN می باشد.

<sup>7</sup> Feature Space



شکل ۲- فلوجارت انجام تحقیق

## نتایج

در منطقه ورامین چهار گروه بزرگ از پدیده‌های زمینی شناسائی شد. این چهار گروه عبارتند از: ۱- پوشش گیاهی ۲- خاک ۳- آب و ۴- مناطق شهری. گروه پوشش گیاهی که در این تحقیق مورد نظر می‌باشد خود دارای بخش‌های زیر می‌باشد: پوشش گز (*Tamarix sp.*)، مراتع تحت تأثیر نمک (با گیاهان غالب الحاجی *Alhagi cameleron*) که در این تحقیق با عنوان مراتع پایین دشت نامگذاری شده است، مراتع بالای دشت که تحت تأثیر نمک قرار ندارند (گیاه غالب *Prosopis sp.*)، جنگل و اراضی کشاورزی که در دو کلاس طیفی با بازتاب زیاد و بازتاب ملایم طبقه بندی شد. جهت انجام تحقیق در ابتدا ۴۱ شاخص حاصل از نسبت‌گیری طیفی ساخته شد. این شاخص‌ها به دو قسمت تقسیم شدند: ۱۹ شاخص که در آنها باند حرارتی دخالت دارد؛ و ۲۲ شاخص که در ترکیب آنها باند حرارتی دخالت داده نشده است. به کمک این شاخص‌ها مطالعات انجام شد. جدول ۱- الف و ب، شاخص‌های محاسبه شده بر مبنای باند حرارتی و باندهای انعکاسی را نشان می‌دهد که تک تک مورد بررسی قرار گرفتند.

## جدول ۱- فهرست شاخص های حاصل از

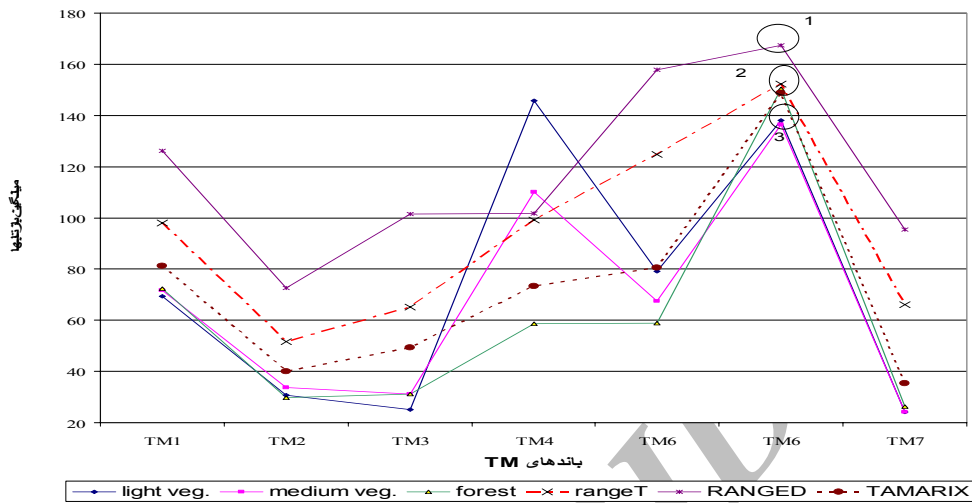
## الف- باندهای حرارتی

شماره	سمبل	ترکیب باندهای	شماره	سمبل	ترکیب باندهای
1	VIT01	TM3/TM6	10	VIT10	(TM3-TM6)/(TM3+TM6)
2	VIT02	TM6/(TM3+TM5)	11	VIT11	(TM6-TM2)/(TM6+TM2)
3	VIT03	TM6/TM3	12	VIT12	(TM6-TM3)/(TM3+TM6)
4	VIT04	TM6/(TM5+TM2)	13	VIT13	(TM6-TM4)/(TM6+TM4)
5	VIT05	TM6/(TM7+TM2)	14	VIT14	[TM6-(TM5+TM2)]/[TM6+(TM5+TM2)]
6	VIT06	TM6-TM7	15	VIT15	(TM6-TM7)/(TM6+TM7)
7	VIT07	TM6/TM7	16	VIT16	TM6/TM4
8	VIT08	TM7-TM6	17	VIT17	(TM2-TM6)/(TM2+TM6)+0.5
9	VIT09	(TM2-TM6)/(TM2+TM6)	18	VIT18	(TM2*TM6)/TM7
			19	VIT19	(TM3*TM6)/TM7

## ب - باندهای انعکاسی

شماره	سمبل	ترکیب باندهای	شماره	سمبل	ترکیب باندهای
1	VI01	(TM2*TM3) / TM7	12	VI12	(TM3-TM7) / (TM3+TM7)
2	VI02	(TM2*TM7) / TM3	13	VI13	TM5 / TM1
3	VI03	(TM3*TM5) / TM7	14	VI14	(TM5-TM3) / (TM5+TM3)
4	VI04	TM3 / TM7	15	VI15	(TM5-TM4) / (TM5+TM4)
5	VI05	TM5 / TM3	16	VI16	TM5-(TM7+TM2) / TM5+(TM7+TM2)
6	VI06	TM5 / TM4	17	VI17	(TM5-TM7) / (TM5+TM7)
7	VI07	TM5 / TM7	18	VI18	TM1 / TM2
8	VI08	TM7 / (TM3+TM5)	19	VI19	(TM7-TM5) / (TM7+TM5)
9	VI09	TM7 / TM5	20	VI20	(TM3-TM7) / (TM3+TM7)+0.5
10	VI10	(TM1-TM2) / (TM1+TM2)	21	VI21	TM7-(TM3+TM5) / TM7+(TM3+TM5)
11	VI11	TM2-(TM7-TM5)/TM2+(TM7-TM5)	22	NDVI	(TM4-TM3) / (TM4+TM3)

جهت مطالعه در ابتدا میانگین DN پیکسل‌های هر پدیده استخراج گردید و به صورت گراف به نمایش درآمد. شکل ۳ روند بازتاب پوششهای گیاهی مختلف موجود در منطقه را نشان می‌دهد که از باندهای اصلی استخراج گردیده است.



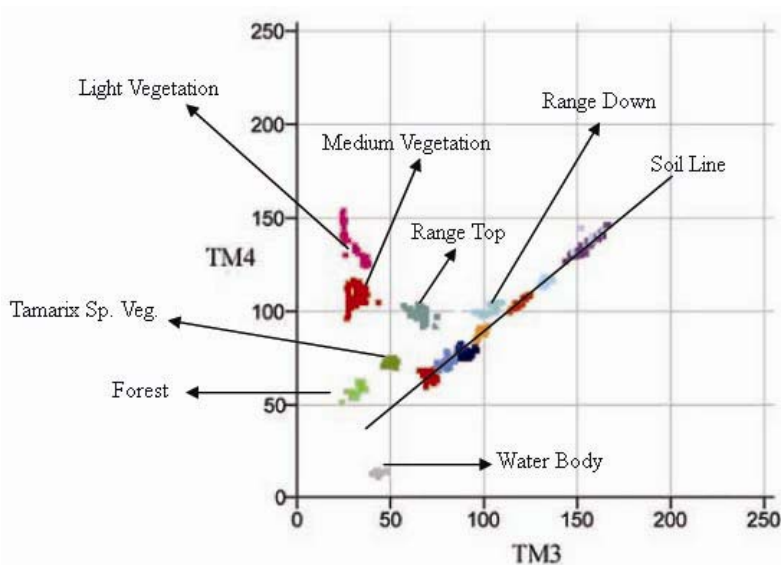
شکل ۳- میزان انعکاس پوشش های مختلف در باندهای اصلی TM

شکل (۳) حاکی از آن است که پوشش‌های مختلف روند تقریباً مشابهی را در طول موج‌های مختلف از خود نشان می‌دهند و فقط در باند ۵ کمی متفاوت از هم عمل می‌کنند. همانطوریکه ملاحظه می‌شود بازتاب Light Veg. (اراضی کشاورزی با بازتاب زیاد) و Medium Veg. (اراضی کشاورزی با بازتاب ملایم) در باند ۵ به شدت نزول کرده است ولی بازتاب در مراتع بالا و پایین دشت دارای روند صعودی چشمگیری نسبت به باند ۴ می‌باشد. علاوه بر آن بازتاب در جنگل‌ها نیز با تغییری جزئی نسبت به باند ۴ افزایش یافته است.

همچنین همانطوریکه از نمودارها استنباط می‌شود، باند حرارتی قادر است سه نوع کلاس پوشش را از هم به خوبی تفکیک نماید (شکل ۳). این سه کلاس عبارتند از: ۱- مراتع پایین دشت تحت تأثیر نمک ۲- جنگل، مراتع بالای دشت و پوشش گیاه گز ۳- اراضی کشاورزی با بازتاب پوشش‌های مختلف<sup>۱</sup>. با توجه به میانگین بازتاب پدیده‌های مختلف در باندهای اصلی TM می‌توان شاخص‌های مناسب برای بارزسازی پدیده‌های مختلف ایجاد نمود.

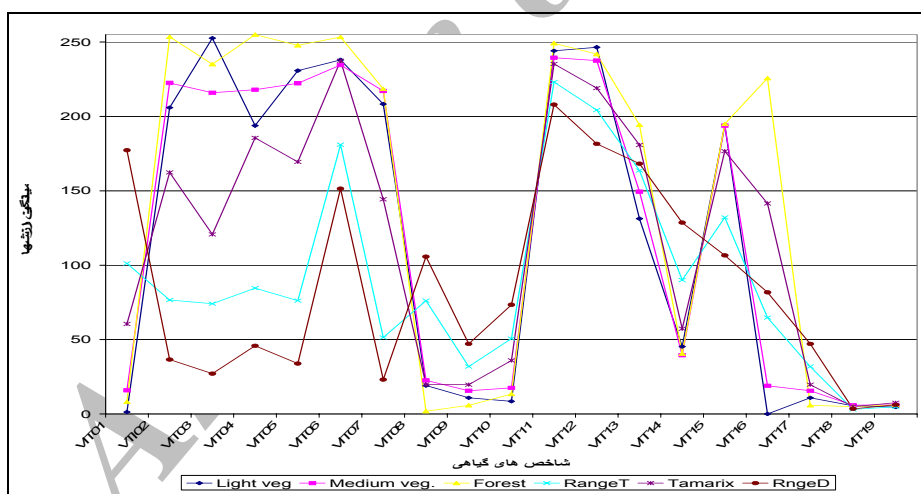
همان‌طوریکه قبلاً نیز ذکر شد معمولاً در شاخص‌های گیاهی از دو باند قرمز<sup>۲</sup> و مادون قرمز نزدیک<sup>۳</sup> به دلیل خواص آن استفاده می‌شود. شکل زیر پدیده‌های مختلف را در یک فضای دو بعدی بین این دو باند نشان می‌دهد. در این نمودار خط خاک<sup>۴</sup>، پوشش‌های گیاهی و منابع آب مشخص شده است. در واقع مناطق بالای خط خاک مناطق پوشش گیاهی و مناطق زیر خط خاک منابع آبی می‌باشند (شکل ۴). همان‌طوریکه در این شکل دیده می‌شود هر چه پوشش گیاهی متراکم‌تر و شاداب‌تر باشد با فاصله بیشتری از خط خاک و در بالای آن قرار می‌گیرد. مراتع پایین دشت چون دارای تراکم کم می‌باشد و تحت تأثیر خاک زمینه قرار دارد در نزدیک خط خاک قرار گرفته است.

- 1-Light Vegetation & Medium Vegetation
- 2-Red Band
- 3-Near Infrared Band
- 4-Soil Line



شکل ۴- نمایش پدیده های مختلف در فضای دوبعدی بین باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک

در ادامه میزان بازتاب پوششهای مختلف در شاخص های حاصل از باند ترمال بررسی گردید (شکل ۵).



شکل ۵- میزان انعکاس پوششهای مختلف در شاخص های حاصل از باند حرارتی

جهت بررسی بیشتر و بهتر نقش شاخص های گیاهی، پارامتر انحراف معیار نیز مورد بررسی قرار گرفت. جدول (۲) میزان انحراف معیار پدیده های مختلف را در شاخص های حاصل از باند ترمال نشان می دهد. انحراف معیار و میانگین پدیده های مختلف در شاخص های گیاهی در مقایسه با یکدیگر بررسی شدند. همانطوریکه در جدول ۲ آمده شاخصهایی که میانگین آنها به صورت رنگی نشان داده شده به دلیل بالا بودن میزان انحراف معیار پوششهای مختلف در آن نمی توانند در تفکیک



پدیده‌ها نقش خوبی ارائه کنند. به عنوان مثال شاخص  $VIT02^1$  دو تیپ اراضی کشاورزی را (Medium & Light Vegetation) نمی‌تواند به خوبی تفکیک نماید ولی قادر به جداسازی سایر پوششها می‌باشد. بنابراین می‌توان بهترین شاخص‌های حاصل از باند ترمال را  $VIT11^2$ ,  $VIT12^3$ ,  $VIT13^4$ ,  $VIT16^5$  و  $VIT17^6$  معرفی کرد که میانگین پدیده‌های مختلف در آنها متفاوت و انحراف معیار نیز پایین می‌باشد. شکل ۶ نیز روند بازتاب پوششهای مختلف را در شاخص‌های انعکاسی نشان می‌دهد.

جدول ۲ - میانگین و انحراف معیار پوششهای مختلف گیاهی در شاخصهای حاصل از باند ترمال

INDICES	Light veg		Medium veg.		Forest		RangeT		Tamarix		RngeD	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
VIT01	1.3	3.9	15.9	11	8.2	6.6	101.2	6.7	60.5	6.1	177.3	9.3
VIT02	205.9	34.5	222.5	29	253.5	4.2	76.6	12.7	162.3	10.9	36.6	4.4
VIT03	252.6	10.1	215.9	31.2	235.1	17.1	74.1	6.1	120.7	9.5	27.1	4
VIT04	193.8	40.5	217.9	29	255	0	84.6	14.3	185.6	9.9	45.8	4.9
VIT05	230.8	21.4	222.2	31.6	247.8	15.5	76.2	13	169.4	8.6	33.9	4.4
VIT06	238	9.1	234.5	11	253.3	4.5	181	11.7	237.4	4.4	151.5	9.8
VIT07	208.3	36.3	217.1	40.2	218.5	34.3	51.4	15.5	144.3	13.6	23.1	4.3
VIT08	19.1	9.1	22.6	11.2	1.9	5.2	76.2	11.6	19.8	4.1	105.7	9.7
VIT09	10.9	2.8	15.6	3.9	5.8	3.2	31.9	1.5	19.7	1.2	47.1	1.5
VIT10	8.5	3.3	17.5	4.7	13.4	4.7	50.7	2.2	36	2.3	73.4	2.5
VIT11	244.1	2.8	239.4	3.9	249.2	3.2	223.1	1.5	235.3	1.2	207.9	1.5
VIT12	246.5	3.3	237.5	4.8	241.9	4.4	204.3	2.2	219	2.3	181.6	2.5
VIT13	131.3	5	149.4	3.4	194.3	2.8	163.6	2.7	180.8	1.3	168.2	1.7
VIT14	45.3	9.2	39.5	5.4	40.5	6.5	90	7.6	57.3	3.7	128.6	3.3
VIT15	194.2	10.9	193.8	10	194.9	8	132.1	9.6	176.6	4.3	106.6	4.5
VIT16	0	0	18.9	10.2	225.7	19	64.8	10.4	141.5	5.5	81.8	6.5
VIT17	10.9	2.8	15.6	3.9	5.8	3.2	31.9	1.5	19.7	1.2	47.1	1.5
VIT18	5.5	1.1	5.9	0.9	5	0.8	3.1	0.5	5	0.4	3.5	0.5
VIT19	4.7	1.3	6.1	0.9	6.1	1	4.9	0.7	7.5	0.7	6.1	0.3

$$1-VIT02=TM6/(TM3+TM5)$$

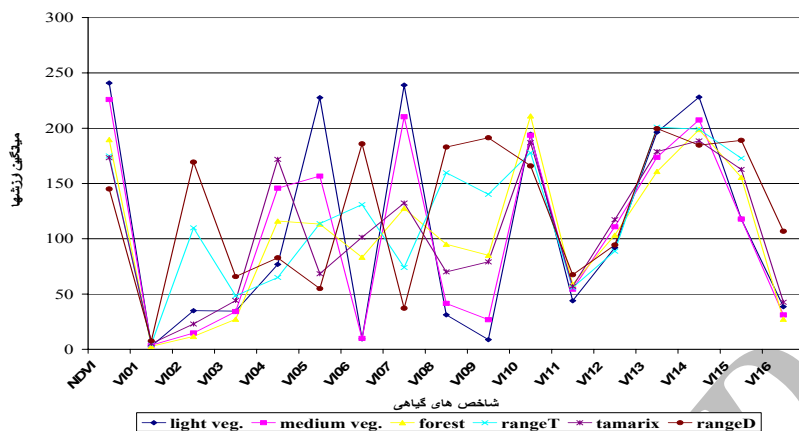
$$2-VIT11=(TM6-TM2)/(TM6+TM2)$$

$$3-VIT12=(TM6-TM3)/(TM3+TM6)$$

$$4-VIT13=(TM6-TM4)/(TM6+TM4)$$

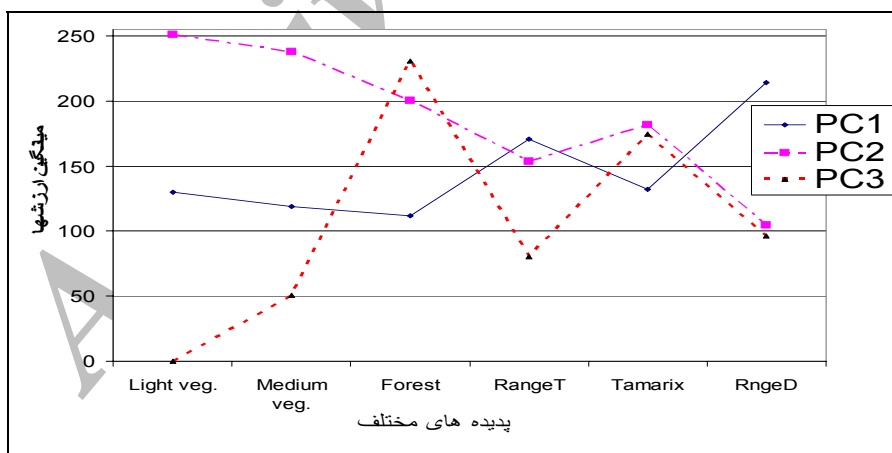
$$5-VIT16= TM6/TM4$$

$$6-VIT17=(TM2-TM6)/(TM2+TM6)+0.5$$



شکل ۶- میزان بازتاب پوششهای مختلف در شاخص های حاصل از باندهای انعکاسی

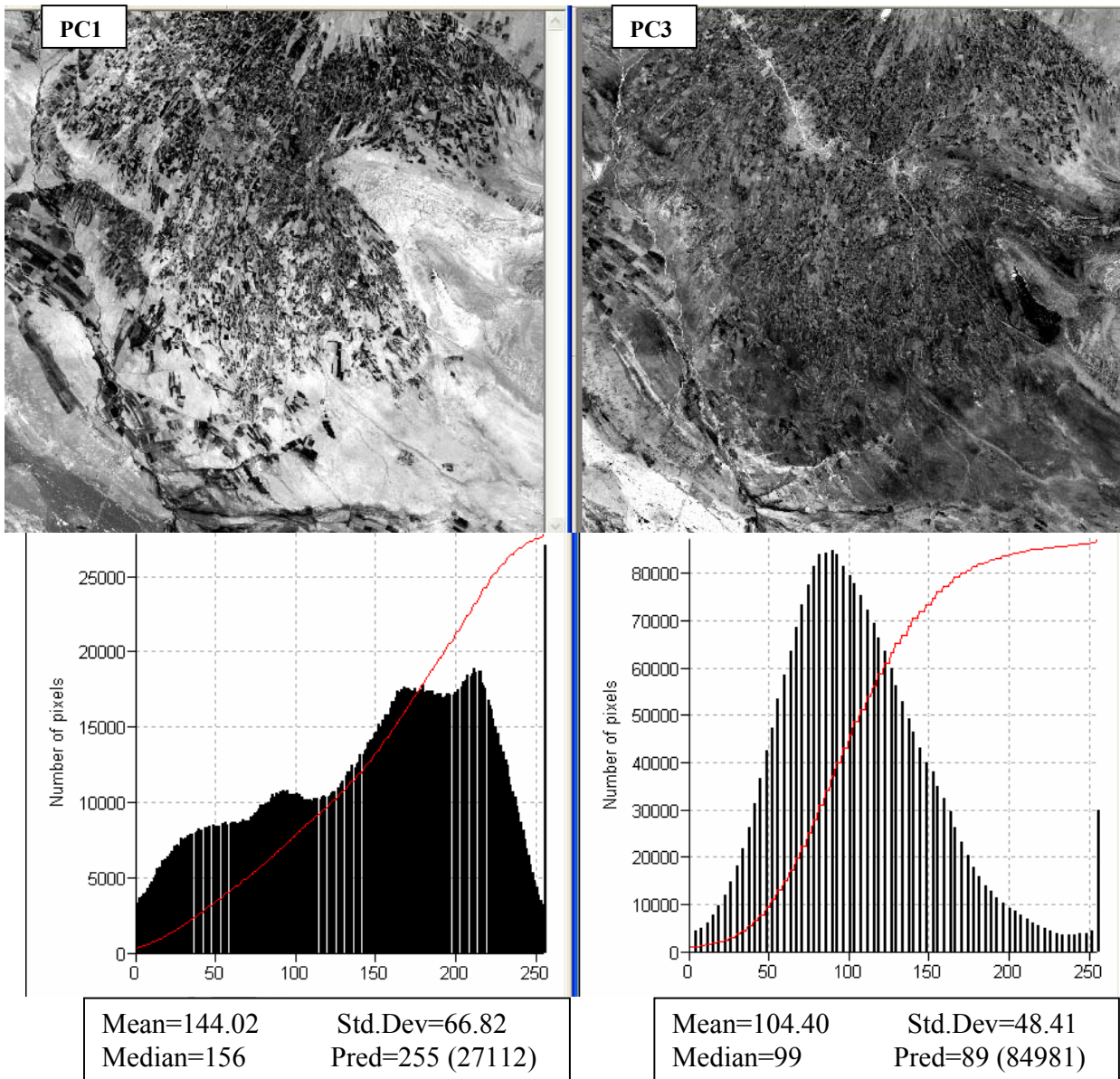
در مطالعات پوشش گیاهی دو شاخص<sup>۱</sup> VI09 و<sup>۲</sup> VI08 از شاخصهای حاصل از باندهای انعکاسی و همچنین شاخصهای VIT11 , VIT12 , VIT13 , VIT16 و VIT17 از شاخصهای حاصل از باند حرارتی می توانند تفکیک پوششهای مختلف را بهتر از دیگر شاخصها انجام دهند (با توجه به خصوصیات آماری از جمله میانگین و انحراف معیار). شکل ۷ میانگین ارزشهای پدیده های مختلف را در سه مولفه اول حاصل از تجزیه مولفه های اصلی نشان می دهد. با توجه به شکل زیر می توان عنوان کرد که اگر چه بیش از ۹۰ درصد اطلاعات در PC1 می باشد اما اهمیت دیگر مولفه ها از جمله PC3 را نباید نادیده گرفت در واقع PC3 می تواند نقش موثری را در تفکیک پوششهای مختلف ایفاء نماید.



شکل ۷- میانگین ارزش پوششهای مختلف در سه مولفه اول حاصل از تجزیه مولفه های اصلی

1-TM7 / TM5  
2-TM7/ (TM3+TM5)

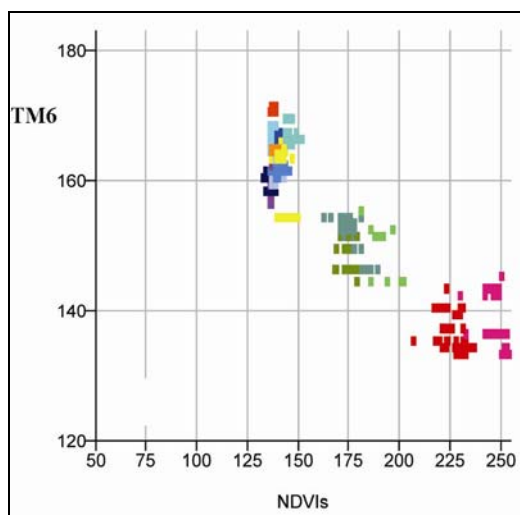
شکل ۸ مولفه‌های اول و سوم حاصل از تجزیه مولفه‌های اصلی را نشان می‌دهد.



شکل ۸- مولفه اول و سوم حاصل از تجزیه مولفه‌های اصلی به همراه هیستوگرام فراوانی آنها

رابطه NDVI و TM6 نیز بررسی گردید (شکل ۹). نتایج حاکی از این بود که رابطه منفی بین این دو شاخص وجود دارد. بنابراین اگر چه TM6 برای بدست آوردن اطلاعات از پوشش گیاهی سطح زمین مفید است، اما غیر یکنواختی محیط مثلاً بخشی گیاه و بخشی خاک بدلیل بروز تفاوت‌ها بین توان تشعشعی خاک و پوشش گیاهی کار را مشکل می‌سازد.

نتایج بررسی های اولیه از مطالعات نشان داد که باند حرارتی می تواند به همراه باندهای انعکاسی و تجزیه مولفه های اصلی در بررسی و مطالعات پوشش گیاهی مفید باشد. بنابراین پیشنهاد می گردد در مطالعات مشابه در سایر مناطق این فرضیه بررسی گردد.

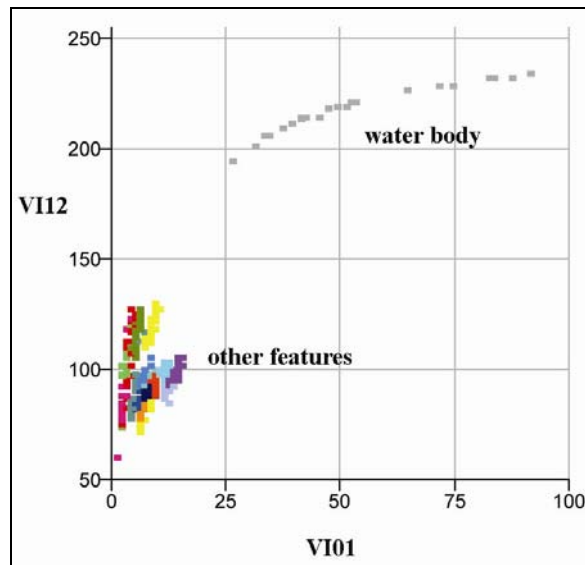


شکل ۹- نمایش پدیده های مختلف در فضای دوبعدی بین باند حرارتی و شاخص NDVI

در مطالعه منابع آب نیز شاخصهای مختلف حاصل نسبت گیری بررسی شد. از نمایش پدیده ها در فضای دو بعدی بین دو وجود، رنگ،<sup>۲</sup> اطلاعات جالبی را می تواند در مورد مطالعات مربوط به آب (از جمله تیرگی VI01<sup>۱</sup> و VI12 شاخص تمامی پدیده ها VI01 کلروفیل و ..) اقتباس نمود. در واقع این دو شاخص برای مطالعات آب پیشنهاد می گردند. در شاخص دارای بازتاب پائینی هستند و فقط در مورد منابع آب دامنه بازتاب بسیار زیاد است و تا ۷۰ متغیر می باشد. (شکل ۱۰)

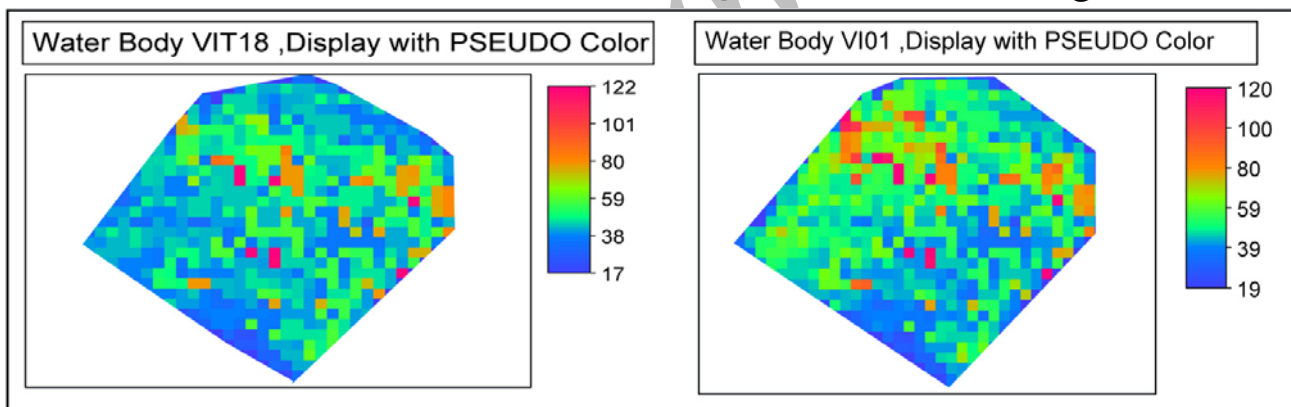
۱ -  $(TM3 - TM7) / (TM3 + TM7)$

۲ -  $(TM2 * TM3) / TM7$



شکل ۱۰- نمایش پدیده‌های مختلف در فضای دوبعدی بین شاخص‌های VI01 و VI12

جهت مطالعه بیشتر منبع آب<sup>۱</sup> از شاخصهای مذکور استخراج گردید و با Pseudo Color به نمایش در آمد (شکل ۱۱).



شکل ۱۱- نمایش منبع آب در دو شاخص VIT18<sup>۲</sup> و VI01 با Pseudo Color

Pseudo Color این امکان را فراهم می‌سازد که بتوانیم تفاوتها را در منابع آب به وضوح ملاحظه نماییم. همانطوریکه در شکل ۱۰ دیده می‌شود اختلاف ارزشها در شاخصهایی که به صورت نمونه به نمایش در آمده است در قسمتهای مختلف بدنه آب بسیار متفاوت می‌باشد و با توجه به این تصویر می‌توان اقدام به نمونه‌برداری از آب در قسمتهای مذکور نمود و علت را جویا شد. (اختلاف ارزشها می‌تواند به دلایل مختلفی از جمله عمق آب، وجود مواد معلق، وجود فیتوپلانکتون و ... باشد).

1- Water Body  
2- (TM2\*TM6)/TM7

### خلاصه و نتیجه گیری

مطالعه و ارزیابی ۴۱ شاخص حاصل از نسبتهای طیفی باندها مختلف سنجنده TM ماهواره لندست نشان داد که اگر چه نقش شاخصهای گیاهی حاصل از دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک در مطالعات پوشش گیاهی غیر قابل انکار است ولی استفاده از دیگر ترکیبهای باندی نیز می تواند در مطالعات پوشش مورد استفاده قرار گیرد به خصوص باند ترمال به دلیل ماهیت متفاوتی که با باندهای انعکاسی دارد می تواند مکمل اطلاعات حاصل از باندهای انعکاسی باشد. بنابراین توصیه می رود استفاده از نسبتهای طیفی که در آنها باند حرارتی نیز دخالت داشته باشد در مناطق دیگر برای بررسی پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گیرد. نقش شاخصهای مختلف حاصل از تجزیه مولفه های اصلی به خصوص مولفه سوم (PC3) نیز بایستی بیشتر مورد بررسی قرار گیرد. همچنین در بررسی منابع آب، ۳ شاخص VIT18، VI01 و VIT19 را می توان برای مطالعات کمی و کیفی منابع آب از جمله بررسی فیتوپلانکتونها در دریاچه ها، تعیین میزان کلروفیل جلبکها و گیاهان آبی، تعیین عمق آب، بررسی وجود مواد معلق در دریاچه ها و منابع آب؛ بررسی کیفیت آب از لحاظ شوری و ..... توصیه نمود. توصیه می شود این شاخصها در مناطق دیگر نیز مورد بررسی و مطالعه قرار گیرند.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه تهران به خاطر حمایت های مالی و از سازمان فضایی ایران به خاطر در اختیار قرار دادن داده های ماهواره ای قدردانی می شود.

### منابع و مأخذ

- ۱- سپهری، ع. و و. ر. متقی، ۱۳۸۱. کاربرد شاخص های گیاهی سنجنده تی.ام. در برآورد درصد پوشش گیاهی مراتع حفاظت شده جهان نما- گرگان، مجله منابع طبیعی ایران، ج ۵۵، ش ۲.
- ۲- علوی پناه، س.ک.، ۱۳۸۲، کاربرد سنجنش از دور در مطالعات منابع زمینی، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۳- علوی پناه، س.ک.، خدائی، ک.ک.، ۱۳۸۱، مطالعه اثر میانگذر دریاچه ارومیه بر روی پارامترهای کیفی آب با استفاده از داده های ماهواره ای، مجموعه مقالات همایش میانگذر دریاچه ارومیه و محیط زیست، ۲۰ و ۲۱ آذر ۱۳۸۱، ارومیه

- 4- Khorram, S., Cheshire, H.M., 1985, Remote Sensing of water quality in the Mense River estuary north Carolina, Photogrametric engineering & remote sensing. 51, 329-341.
- 5- Boyd, D.S., Foody, G.M., Curran, P.J., Lucast, R.M., Honzak, M., 1996, An assessment of radiance in Landsat TM middle and thermal infrared wavebands for the detection of tropical forest regeneration, Int. J. Remote Sensing, V. 17, NO. 2.
- 6- Baret, F., Guyoy, G., Begue, A., A., Maurel, P., Podaire, A., 1988, Complementarity of middle-infrared reflectance for monitoring wheat canopies. Remote Sensing of Environment, 26, 213-225.

- 7- Chen, S.C., Batista, G.T., Tardin, A.T., 1986, Landsat TM band combinations for crop discrimination. Proc. Of the 7<sup>th</sup> Int. Symposium on remote sensing for resources developmet and environmental management. Enschede, The Netherlands, 25-29 August
- 8- Rowan, L.C., Wetlaufer, P., Goetz, A.F.H., Billingsley, F., Stewart, J. 1974. Discrimination of rock type and detection of hydro thermally – altered in south central Nevada by the use of computer enhanced ERTS images. US Geological Survey, Washington, DC

Archive of SID