

## استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی تصاویر ASTER-L1B در برآورد سطح تاج پوشش تک درختان مراتع مشجر مناطق خشک، مطالعه موردی؛ تگ احمدشاهی - خراسان جنوبی

نیلوفر بهبهانی<sup>۱</sup>، سیدرشید فلاح شمسی<sup>۲\*</sup>، جلیل فرزادمهرا<sup>۳</sup>، سیدیوسف عرفانی فرد<sup>۴</sup> و مهدی رمضانی گسک<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۸۸/۷/۵ - تاریخ پذیرش: ۸۸/۱۲/۲۳

### چکیده

"سطح تاج پوشش" یکی از مشخصه‌های اکولوژیکی چندمنظوره مطالعات منابع طبیعی به شمار می‌رود. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی حاصل از پردازش تصاویر ASTER-L1B برای تخمین مشخصه سطح تاج پوشش تک درختان جنگلی توده‌های بسیار تنک مراتع مشجر مناطق خشک انجام شده است. فرضیه اصلی تحقیق این است که استفاده از این تصاویر با قدرت تفکیک مکانی، رادیومتری و طیفی آن می‌تواند برآورد دقیق و صحیحی از مشخصه سطح تاج پوشش تک درختان ارائه دهد. منطقه مورد مطالعه، رویشگاه بنه (*Pistacio atlantica*) تگ احمدشاهی در استان خراسان جنوبی واقع شده است. تطابق هندسی داده‌های ماهواره‌ای با استفاده از روش غیرپارامتری TPS و مدل رقومی ارتفاع حاصل از نقشه‌های توپوگرافی با مقیاس ۱:۵۰۰۰۰ و با خطای هندسی کمتر از یک پیکسل انجام شده است. داده‌های میدانی متعلق به ۵۰ تک درخت نمونه است که از نتایج آماربرداری صد در صد منطقه انتخاب شده است. شاخص‌های پوشش گیاهی و خط خاک تولید و ارزش‌های رقومی شاخص‌های مذکور در محل هر درخت نمونه استخراج شده است. نتایج نشان می‌دهد که بین شاخص‌های طیفی و سطح تاج پوشش درختان همبستگی معنی‌داری وجود دارد. در میان شاخص‌های گیاهی NDVI و MSAVI با ضرایب همبستگی ۰/۶۱ و اشتباه معیار ۵/۵۸ بیشترین همبستگی را با سطح تاج پوشش درختان نشان داده است.

**واژه‌های کلیدی:** ASTER-L1B، تاج پوشش درخت، مدل همبستگی، NDVI و MSAVI.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه شیراز

۲- استادیار بخش مدیریت مناطق بیابانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، \* نویسنده مسئول: fallahsh@shirazu.ac.ir

۳- استادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده کشاورزی دانشگاه بیرجند

۴- دانش آموخته کارشناسی ارشد مدیریت مناطق بیابانی، دانشگاه شیراز

## مقدمه

شده‌اند. در اکثر مناطق خشک؛ توده‌های درختی در تشکیلات گیاهی مراتع مشجر بسیار تنک هستند، بطوریکه حتی می‌توان آنها را مجموعه‌ای از درختان منفرد یا "تک درخت" نامید. به واسطه اهمیت و جایگاه فرم‌های حیاتی درختی در تولید سالانه توده زیستی مراتع، کسب اطلاع درباره خصوصیات زیست‌سنجی تک درختان از اهمیت زیادی در مناطق خشک و نیمه‌خشک برخوردار است. تنک بودن پوشش گیاهی از اثر ویژه‌ای بر نوع بازتابش سطحی برخوردار است، بطوریکه کاهش سطح تاج پوشش در واحد سطح سبب می‌شود تا مؤلفه بازتاب خاک زمینه اثر بازتاب پوشش گیاهی در اشکوب‌های مختلف را تحت تأثیر قرار دهد و حتی بر آن چیره شود. بنابراین مؤلفه بازتابش سطح زمین در تصویر، برآیند اثر همزمان بازتابش پوشش گیاهی و خاک زمینه‌ای است که پوشش گیاهی بر آن واقع شده است. به منظور استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات مربوط به منابع طبیعی، حذف و کاهش تأثیر عواملی چون پستی و بلندی، بازتاب خاک، اثرات جوی و مانند آن از اولین اقدامات به شمار می‌روند (۲). یکی از راه‌های کاهش اثر عوامل مذکور پردازش تصویر از طریق عملیات نسبت‌گیری و تحلیل همزمان تصاویر باندهای مختلف از طریق تولید شاخص‌های طیفی ویژه شناسایی و مطالعه پوشش گیاهی است. دشواری جداسازی این دو مؤلفه از هم موجب محدودیت استفاده از تصاویر ماهواره‌ای تک باند و ضرورت استفاده از فنون بارزسازی از جمله تولید شاخص‌های طیفی ویژه پوشش گیاهی در برآورد مشخصه‌های زیست‌سنجی گیاهان شده است (۹). شاخص مناسب شناسایی و مطالعه پوشش گیاهی از حساسیت کافی به پوشش گیاهی برخوردار بوده و از حساسیت کمتری نسبت به سایر پدیده‌های سطحی از جمله خاک لخت برخوردار است. چنین

شرایط آب و هوایی سبب پیدایش پوشش‌های گیاهی با ترکیب گونه و پراکنش ویژه‌ای در مناطق نیمه‌خشک و خشک می‌شود. اشکال گیاهی غالب در این مناطق، گیاهان علفی یکساله، چندساله، بوته‌ای و درختچه‌ای است، لیکن درختان نیز به شکل تنک و پراکنده در این مناطق دیده می‌شود که در کنار یکدیگر و مطابق تعاریف اکولوژیکی تشکیل "توده" نمی‌دهند. "سطح تاج پوشش" به‌عنوان یکی از مشخصه‌های زیستی چند منظوره‌ای است که در تشخیص گونه‌های گیاهی، ارزیابی خرداقلیم اکوسیستم‌های مرتعی- جنگلی و تخمین متغیرهای کاربردی نظیر شاخص سطح برگ از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌ویژه به این دلیل که شاخصی مانند شاخص سطح برگ خود معیاری در برآورد مقدار فتوسنتز در واحد سطح و کارایی فرایند ترسیب کربن در اراضی طبیعی محسوب می‌شود. پایداری و زوال پوشش گیاهی نیز اغلب تابع انبوهی و ضخامت تاج پوشش بوده بطوریکه اغلب آن را از نظر کمی و کیفی، می‌توان مؤلفه حاکم بر تولید جوامع گیاهی منظور کرد (۲۳، ۲۴). نقش مؤثر سطح تاج پوشش تک درختان در حفاظت خاک و ایجاد پناهگاه برای استقرار انواعی از گونه‌های گیاهی از یک سو و واقع شدن منطقه مورد مطالعه در مجموع مناطق حفاظت شده ایران از سوی دیگر، بر اهمیت و ضرورت این تحقیق افزوده است. دستیابی به اطلاعات منابع طبیعی در سطوح وسیع در کنار شرایط دشوار حاکم بر مناطق خشک و نیمه‌خشک انگیزه اصلی بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای و فنون سنجش از دور در مطالعه محیط‌های طبیعی به شمار می‌رود. مطالعه پوشش گیاهی در "مراتع مشجر" با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای به روش‌های خاصی مبتنی است که ویژه این مناطق طراحی و ارائه

تحقیق حاضر این است که استفاده از تصاویر ASTER-L1B با در نظر گرفتن قدرت تفکیک مکانی، رادیومتری و طیفی آن می‌تواند برآورد دقیق و صحیحی از مشخصه سطح تاج پوشش تک درختان ارائه دهد.

### مواد و روش‌ها

#### مشخصات منطقه مورد مطالعه

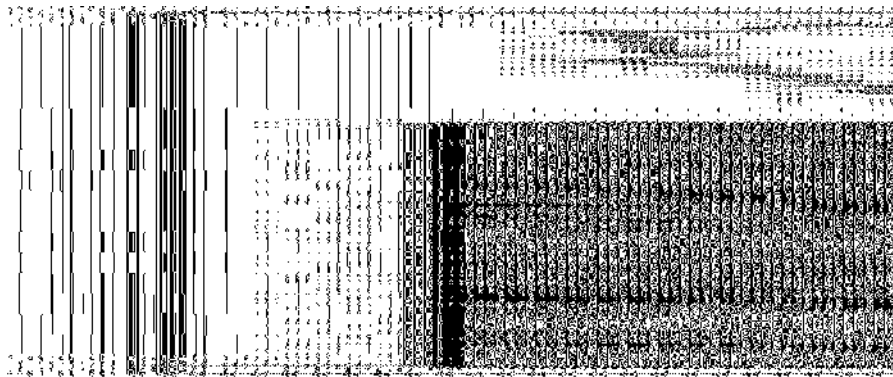
رویشگاه درختان بنه (*Pistacio Atlantica*) تگ احمدشاهی به عنوان بخشی از مراتع مشجر ناحیه رویش ایرانی و تورانی در ۶۵ کیلومتری شمال شرقی شهرستان نهبندان (جنوب استان خراسان جنوبی) واقع شده است. این منطقه بین طول‌های جغرافیایی ۶۰°۱۰'۴۰" تا ۶۰°۱۵'۴۰" و عرض‌های جغرافیایی ۳۱°۵۰'۴۰" تا ۳۱°۵۵'۴۰" قرار دارد و با مساحتی بالغ بر ۵۵۰۰ هکتار یکی از ذخیره‌گاه‌های ژنتیکی جنگلی مهم استان به شمار می‌رود. در این منطقه تنها یک جامعه گیاهی با گونه غالب بنه و با پراکنش متفاوت مشاهده می‌شود. سنگ مادر در منطقه تگ احمدشاهی آهکی و بافت خاک در داخل ذخیره‌گاه لومی-رسی-شنی<sup>۱</sup> و به طرف ارتفاعات به رسی-شنی تغییر می‌یابد. ارتفاع متوسط منطقه از سطح دریا ۱۸۰۰ متر دارای بخش‌های کوهستانی و دشت‌های نسبتاً هموار و خاک منطقه نسبتاً عمیق است. شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه را در ایران و استان خراسان جنوبی نشان می‌دهد.

شاخصی ضمن تأثیرپذیری اندک از مداخله مؤلفه‌های جوی، می‌بایست قادر به حذف اثر سایه و تفکیک تنوع بازتاب برگ در گونه‌های گیاهی موجود در تصویر باشد (۲۱). مطالعات متعددی در زمینه بکارگیری شاخص‌های پوشش گیاهی در برآورد مشخصه‌های زیست‌سنجی درختان از جمله سطح تاج پوشش انجام شده است. بارت و جایوت<sup>۱</sup> (۱۹۹۱) بهره‌گیری از شاخص‌های گیاهی وابسته به خط خاک در مناطق خشک و نیمه‌خشک را به منظور برآورد تاج پوشش گیاهی توصیه می‌نمایند. خواجه‌الدین (۱۹۹۶) برای تعیین تاج پوشش گیاهان مرتعی، شاخص NDVI را پیشنهاد می‌کند. فرزادمهر و همکاران (۲۰۰۵) نیز شاخص‌های TSAVI<sub>1</sub>، GEMI و ARVI را در برآورد تاج پوشش گیاهان مرتعی به کار گرفته‌اند. ارزانی و همکاران (۲۰۰۹) نیز استفاده از شاخص‌های SAVI، MS<sub>2</sub> و PVI در برآورد تاج پوشش گیاهی مراتع ایران پیشنهاد کرده‌اند. همچنین نتایج تحقیقات کرایراس و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۰۶) نیز نشان می‌دهد که برپائی مدل‌های همبستگی بین باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک و شاخص‌های گیاهی NDVI، ARVI، SAVI و MS<sub>2</sub> با سطح تاج پوشش گیاهان، از توانایی مناسبی در تخمین سطح پوشش گیاهان جنگلی و مرتعی برخوردار است. نتایج، همگی موید قابلیت‌های این نوع از شاخص‌ها در برآورد مشخصه سطح تاج پوشش گیاهان است. تحقیق حاضر با هدف ارزیابی شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی حاصل از پردازش تصاویر ASTER-L1B در راستای معرفی شاخص‌ها و مدل‌های مناسب به منظور تخمین مشخصه سطح تاج پوشش تک درختان جنگلی توده‌های بسیار تنک مراتع مشجر مناطق خشک انجام شده است. فرضیه اصلی

1- Baret & Guyot

2- Carreiras

3- Sandy-clay-loam



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه در ایران و استان خراسان جنوبی

### روش کار

#### داده‌های تحقیق

پس از جنگل‌گردشی اولیه در منطقه، عملیات آماربرداری و ثبت مشخصه‌های زیست‌سنجی تک درختان در بخش نسبتاً هموار و پرتراکم منطقه انجام شد. در عملیات آماربرداری به روش صد در صد، شکل تاج درختان بنه به شکل بیضی منظور شده است. دو قطر اصلی (بزرگ و کوچک) تاج تک درختان با متر نواری و ژالن اندازه‌گیری و در فرم‌های آماربرداری ثبت شد (۵،۲۳). سپس مشخصه سطح تاج پوشش تک درختان جنگلی در منطقه مورد مطالعه محاسبه شده است. در این تحقیق منظور از سطح تاج پوشش، تصویر عمودی سطح تاج درخت بر روی زمین (افقی) است (۷). در محاسبات مربوط به سطح تاج پوشش تک درختان از معادله (۱) استفاده شده است (۵،۷).

$$CC = \frac{S}{CD_1} uCD_2 \quad (1)$$

که در آن؛ CC، سطح تاج پوشش درخت بر حسب مترمربع،  $CD_1$  قطر بزرگ تاج درخت بر حسب متر و  $CD_2$  قطر کوچک تاج درخت بر حسب متر است.

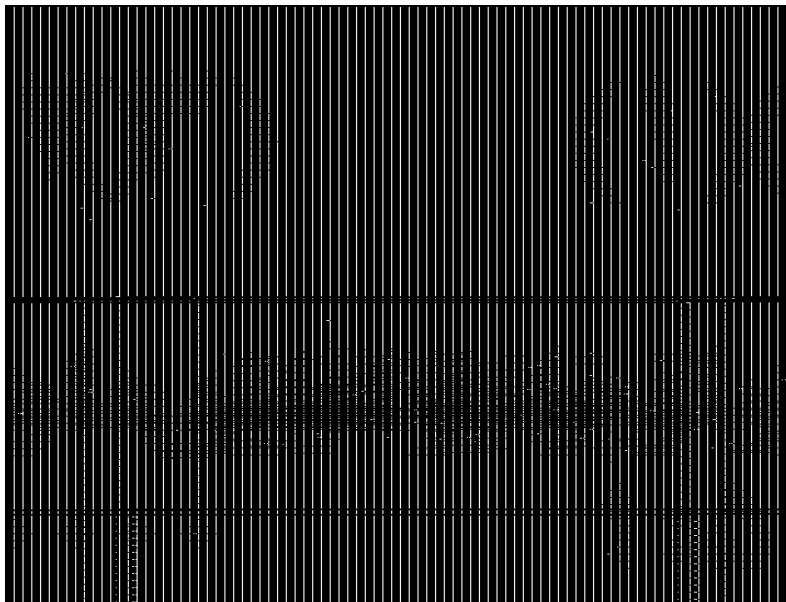
همچنین به منظور انطباق و بازیابی صحیح و دقیق محل تک درختان نمونه با موقعیت درختان

در تصاویر ماهواره‌ای، موقعیت هر درخت توسط دستگاه موقعیت یاب جهانی (GPS) با حداکثر خطای  $\pm 6$  متر و بصورت پدیده‌های نقطه‌ای ثبت شده است. موقعیت درختان با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS 9.2، به لایه نقطه‌ای برداری تبدیل و سپس برای ورود به نرم‌افزار ENVI 4.3 به ساختار شبکه‌ای با ابعاد ۱۵ متر تبدیل شده است. در این تحقیق، از تصاویر ماهواره‌ای ASTER-L1B ماهواره Terra به تاریخ تصویربرداری ۲۶ آگوست ۲۰۰۶ میلادی برابر با ۵ شهریور ۱۳۸۵ شمسی با فرمت HDF استفاده شده است. به منظور استفاده همزمان از باندهای طیفی تصاویر ASTER یکسان‌سازی اندازه پیکسل‌ها در مجموعه باندهای مورد توجه قرار گرفته است. برای این منظور باندهای ۴ تا ۹ از تفکیک مکانی ۳۰ متر به تفکیک مکانی باندهای ۱ تا ۳ (۱۵ متر) تغییر ابعاد داده شدند. در مجموع ۹ باند از تصاویر ASTER و در محدوده باندهای مرئی (VNIR) و مادون قرمز موج کوتاه (SWIR) پس از تصحیح هندسی در فرایند تجزیه و تحلیل‌های رقومی مورد استفاده قرار گرفتند (۳). تصویر مورد استفاده در این تحقیق از نوع L1B بوده و از نظر خطای رادیومتری تصحیح شده‌اند (۱،۳،۱۵،۲۶). بر مبنای گزارش ایستگاه هواشناسی مجاور منطقه، شرایط جوی خاصی که بتواند اثری

استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی تصاویر ASTER-L1B در برآورد سطح تاج پوشش ..... ۹۸

آن جهت مورد توجه قرار گرفته است که هنگام یکسان بودن ضریب همبستگی و ضریب تعیین، ارجحیت به معادله‌ای داده شود که از اشتباه معیار کمتری برخوردار است.

طیفی ایجاد شده (به عنوان متغیر مستقل) در نرم‌افزار آماری SPSS استفاده شده است. در انتخاب بهترین مدل‌های همبستگی نیز از آماره‌های ضریب تعیین، ضریب همبستگی و اشتباه معیار استفاده شده است. اشتباه معیار از



شکل ۲: مراحل روش اجرای تحقیق

مجموعه شاخص‌های پوشش گیاهی و سطح تاج پوشش تک درختان بنه در جدول (۱) آمده است. از بین شاخص‌های متداول، شاخص NDVI با ضریب همبستگی ۰/۶۱ و اشتباه معیار ۵/۵۸ بالاترین همبستگی را با سطح تاج پوشش نشان می‌دهد.

### نتایج

نتایج بررسی همبستگی بین شاخص‌های متداول پوشش گیاهی با مشخصه سطح تاج پوشش تک درختان بنه نشان می‌دهد بین شاخص‌های NDVI، RVI، MS<sub>AVI</sub><sub>2</sub> و SAVI<sub>۱۲</sub>، Ratio<sub>۵</sub> و Ratio<sub>۲</sub> روابط همبستگی معنی‌داری وجود دارد. نتایج حاصل از روابط همبستگی بین

جدول (۱): معیارهای ارزیابی روابط همبستگی شاخص‌های پوشش گیاهی و سطح تاج پوشش تک درختان

شاخص گیاهی	معادله ریاضی شاخص پوشش گیاهی	(R <sup>2</sup> )	(R <sup>2</sup> adj.)	(r)	(SE)
NDVI	(NIR-RED) / (NIR+RED)	۰/۳۸	۰/۳۵	۰/۶۱ <sup>***</sup>	۵/۵۸
RVI	NIR / RED	۰/۲۵	۰/۲۱	۰/۵۰ <sup>**</sup>	۶/۱۲
GNDVI <sub>2</sub>	(NIR-Green) / (NIR+Green)	۰/۱۴	۰/۱۰	۰/۳۸ <sup>*</sup>	۶/۵۶
IPVI	NIR / (NIR+RED)	۰/۰۸۱	۰/۰۵۷	۰/۲۸ <sup>ns</sup>	۶/۳۳
DVI	NIR-RED	۰/۰۲۳	-۰/۰۲۹	۰/۱۵ <sup>ns</sup>	۷/۰۳
Ratio <sub>1</sub>	B1+B2+B3	۰/۱۷	۰/۱۲	۰/۴۱ <sup>*</sup>	۶/۴۷
Ratio <sub>2</sub>	B2× B3	۰/۳۰	۰/۲۶	۰/۵۵ <sup>**</sup>	۵/۹۳
Ratio <sub>3</sub>	(B5-B3) / (B5+B3)	۰/۲۵	۰/۲۱	۰/۵۰ <sup>**</sup>	۶/۱۲
Ratio <sub>4</sub>	(B5-B7) / (B5+B7)	۰/۲۱	۰/۱۶	۰/۴۵ <sup>*</sup>	۶/۳۳
Ratio <sub>5</sub>	B2 / B3	۰/۲۵	۰/۲۱	۰/۵۰ <sup>**</sup>	۶/۱۲
Ratio <sub>6</sub>	B2-B6	۰/۱۵	۰/۱۰	۰/۳۹ <sup>*</sup>	۶/۵۴
Ratio <sub>7</sub>	(B8-B2) / (B8+B2)	۰/۱۱	۰/۰۶۵	۰/۳۳ <sup>ns</sup>	۶/۶۲
Ratio <sub>8</sub>	B3-B9	۰/۱۳	۰/۰۸۷	۰/۳۶ <sup>ns</sup>	۶/۶۲

Ratio <sub>9</sub>	(B2-B1) / (B2+B1)	-۰/۳۴	-۰/۲۰	-۰/۴۹ <sup>**</sup>	۶/۱۶
Ratio <sub>10</sub>	B1× B3	-۰/۰۸۰	-۰/۰۳۱	-۰/۲۸ <sup>NS</sup>	۶/۸۲
Ratio <sub>11</sub>	B3 / B7	-۰/۱۵	-۰/۱۰	-۰/۳۸ <sup>*</sup>	۶/۵۵
Ratio <sub>12</sub>	B2+B7	-۰/۳۵	-۰/۳۱	-۰/۵۹ <sup>**</sup>	۵/۷۲
Ratio <sub>13</sub>	B3 / B4	-۰/۱۸	-۰/۱۴	-۰/۴۲ <sup>*</sup>	۶/۴۲
Ratio <sub>14</sub>	B3 / B6	-۰/۱۱	-۰/۰۷۰	-۰/۳۴ <sup>NS</sup>	۶/۶۸
Ratio <sub>15</sub>	(B3-B9) / (B3+B9)	-۰/۱۳	-۰/۰۹۱	-۰/۳۷ <sup>NS</sup>	۶/۶۰
Ratio <sub>16</sub>	B9 / B3	-۰/۱۴	-۰/۰۹۷	-۰/۳۷ <sup>*</sup>	۶/۵۸
Ratio <sub>17</sub>	(B4-B2) / (B4+B2)	-۰/۲۵	-۰/۲۱	-۰/۵۰ <sup>**</sup>	۶/۱۵
MSAVI <sub>2</sub>	$\frac{\sqrt{\frac{1+NIR}{1-NIR}} - \frac{1-NIR}{1-NIR}}{2}$	-۰/۳۸	-۰/۳۵	-۰/۶۱ <sup>**</sup>	۵/۵۸
SAVI	$\frac{(1+L) \times (NIR+RED+L) - (NIR-RED)}{2}$	-۰/۳۷	-۰/۳۴	-۰/۶۱ <sup>**</sup>	۵/۶۱
PVI	$\frac{\sin(a)NIR - \cos(a)RED}{\sqrt{1-a^2}}$	-۰/۳۶	-۰/۳۳	-۰/۶۰ <sup>**</sup>	۵/۶۶
PVI <sub>1</sub>	$\frac{NIR - aRED - b}{\sqrt{1-a^2}}$	-۰/۳۶	-۰/۳۳	-۰/۶۰ <sup>**</sup>	۵/۶۶
PVI <sub>2</sub>	$\frac{aNIR - bRED}{\sqrt{1-a^2}}$	-۰/۲۹	-۰/۲۵	-۰/۵۴ <sup>**</sup>	۵/۹۶
TSAVI <sub>1</sub>	$\frac{\frac{a}{RED} \frac{u}{NIR} - \frac{a}{a} \frac{u}{b} \frac{RED}{x} - \frac{b}{a^2}}{\sqrt{\frac{1+NIR}{1-NIR}} - \frac{1-NIR}{1-NIR}}$	-۰/۳۵	-۰/۳۲	-۰/۵۹ <sup>**</sup>	۵/۷۱
TSAVI <sub>2</sub>	$\frac{\sqrt{\frac{1+NIR}{1-NIR}} - \frac{1-NIR}{1-NIR}}{2}$	-۰/۳۵	-۰/۳۲	-۰/۵۹ <sup>**</sup>	۵/۷۱
WDVI	$NIR - (a \times RED)$	-۰/۰۰۹	-۰/۰۴۴	-۰/۰۹۶ <sup>NS</sup>	۷/۰۸

ns = عدم معنی دار، \* = معنی دار در سطح ۰/۰۵، \*\* = معنی دار در سطح ۰/۰۰۱، a و b به ترتیب شیب و عرض از مبدا معادله خط خاک و L؛ فاکتور تصحیح خاک در پوشش گیاهی کم و برابر ۱ می باشد. برای کاهش اثر خاک مقدار L بطور تجربی معادل ۰/۸ در نظر گرفته می شود. عبارت SE؛ اشتباه معیار، r؛ ضریب همبستگی، R2adj؛ ضریب رگرسیون اصلاح شده و R2؛ ضریب رگرسیون است.

Student مقایسه شده اند. نتایج حاصل از بررسی قابلیت مدل های همبستگی (تخمین) مشخصه سطح تاج پوشش درختان بنه در جدول (۲) و نمودار پراکنش ابر نقاط و خط برازش در شکل (۳) آمده است.

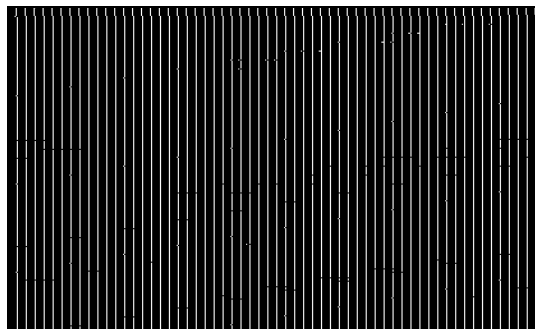
### آزمون مدل های همبستگی (تخمین)

به منظور بررسی قابلیت مدل های همبستگی بدست آمده در تخمین مشخصه سطح تاج پوشش تک درختان منطقه، میانگین سطح تاج پوشش اندازه گیری شده در محل تعداد ۱۰ تک درخت نمونه (مشاهده) با نتایج حاصل از مدل های همبستگی (تخمین) با استفاده از آزمون آماری T-

جدول ۲: اعتبارسنجی مدل های همبستگی (تخمین) مشخصه سطح تاج پوشش درختان بنه

متغیر (x)	حدود اعتماد واقعی	حدود اعتماد برآوردی	T-Student	مدل همبستگی
NDVI	۴۱/۸ ± ۱۱/۴۸	۳۷/۹ ± ۵/۸۵	۱/۶۹ <sup>NS</sup>	y = ۶۹۱.۱۴x <sup>۲</sup> - ۲۴۸.۶۴x + ۲۸.۴۸۲
Ratio <sub>12</sub>	۴۱/۸ ± ۱۱/۴۸	۴۱/۳۷ ± ۹/۹۳	۰/۰۸۷ <sup>NS</sup>	y = ۰.۲۰۶۸x <sup>۲</sup> - ۶۱.۹۳۱x + ۴۶۶۸.۲
SAVI	۴۱/۸ ± ۱۱/۴۸	۴۴/۸ ± ۲/۱۵	۰/۹۳ <sup>NS</sup>	y = ۰.۶x <sup>۲</sup> - ۴۱۶۰.۱x + ۲۹.۵۴۶
MSAVI <sub>2</sub>	۴۱/۸ ± ۱۱/۴۸	۳۷/۷ ± ۵/۶۳	۱/۷۸ <sup>NS</sup>	y = ۳۷۷.۶۱x <sup>۲</sup> - ۱۱۰.۹۹x + ۲۸.۸۰۵

ns = عدم وجود اختلاف معنی دار



شکل ۳: نمودار رابطه رگرسیونی بین شاخص NDVI و سطح تاج پوشش (CC)

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان دهنده وجود روابط همبستگی معنی‌داری بین سطح تاج پوشش و شاخص‌های پوشش گیاهی است. از میان شاخص‌های مورد بررسی  $NDVI_1$ ،  $RVI$ ،  $SAVI$ ،  $Ratio_2$  و  $Ratio_5$  از رابطه معنی‌دار با سطح تاج پوشش گیاهی در سطح ۹۹٪ و شاخص  $GNDVI_2$  و  $Ratio_9$  و  $Ratio_{17}$  نیز از رابطه معنی‌داری در سطح ۰/۹۵ برخوردار بوده‌اند و با تحقیقات متقدم منطبق است (۲، ۲۷، ۲۰، ۱۹، ۱۸، ۲۹). شاخص‌های گروه خط خاک با حذف یا کاهش اثر خاک منجر به ایجاد روابط معنی‌داری در برآورد سطح تاج پوشش درختان بنه شده‌اند که با یافته‌های (۱۹، ۱۷، ۱۰، ۲۰) مطابقت دارد. اعتبارسنجی مدل نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار بین مقادیر تخمینی حاصل از مدل‌ها و مقادیر اندازه‌گیری شده میدانی سطح تاج پوشش درختان جنگلی است. در این میان شاخص  $SAVI$  با برخورداری از کمترین دامنه حدود اعتماد نسبت به سایر شاخص‌ها از خطای کمتری برخوردار است. پراکنش ابر نقاط نشان دهنده وجود سطوح مختلف تاج پوشش در مقادیر مشابه شاخص  $NDVI$  است. این موضوع نشان می‌دهد که عوامل متعددی غیر از سطح تاج پوشش گیاهی در میزان بازتاب سطحی منطقه موثر است و سهم تفکیک نشده اثر جمعی متغیرهایی که در مدل‌های حاضر لحاظ نشده‌اند در قالب عرض از مبدا بزرگ ظاهر شده است. از آنجائیکه مدل‌های همبستگی بین شاخص‌های گیاهی و سطح تاج پوشش درختان بنه در سطح پیکسل و برای تک درخت محاسبه شده است اثر درختان با سطح تاج پوشش بزرگتر بر مقدار  $NDVI$  در سطح پیکسل بیشتر است و با کوچک‌تر شدن سطح تاج در سطح ثابت هر پیکسل سهم اثر خاک در بازتاب طیف قرمز افزایش یافته و مقدار  $NDVI$  با شدت

بیشتری کاهش می‌یابد. به نظر می‌رسد برای ایجاد مقادیر معینی از شاخص‌های گیاهی علاوه بر بزرگی سطح تاج پوشش تک درختان و ابعاد پیکسل نیز ضروری باشد. از آنجائیکه اثر سطح تاج پوشش در ایجاد این اثر خطی نیست رابطه شاخص‌های گیاهی با سطح تاج پوشش غیرخطی به دست آمده است. بررسی شاخص‌های متعدد پوشش گیاهی در برآورد مشخصه تاج پوشش تک درختان مراتع خشک نشان ربحان نسبی شاخص‌هایی است که بر مبنای در نظر گرفتن ویژگی‌های خاک و بازتاب زمینه استوار شده‌اند. شاخص  $SAVI$  و دیگر شاخص‌های مرتبط با بازتاب خاک از معیارهای همبستگی قابل توجهی نسبت به سایر شاخص‌های رایج برخوردار هستند و در شرایط مشابه با شاخص  $NDVI$  قرار دارد. این در حالی است که مطابق جدول (۱)، دامنه حدود اعتماد مقادیر برآورد شده از شاخص  $SAVI$  نسبت به شاخص  $NDVI$  کوچک‌تر است و این امر نشان دهنده حساسیت بیشتر این شاخص در تخمین مشخصه تاج پوشش و برخورداری آن از خطای برآورد کمتر می‌باشد. همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود تقریباً تمامی شاخص‌هایی که از همبستگی خوبی با تاج پوشش درختان برخوردار هستند از باندهای قرمز و مادون قرمز در عملیات ریاضی نسبت (تقسیم) به شکل نسبت‌گیری در ترکیبی از باندها استفاده می‌کنند که با استفاده از رفتار طیفی پوشش گیاهی در باند دیگری تدقیق یا استاندارد شده باشد. شاخص‌های مبتنی بر استفاده از انواع دیگری از باندها یا ترکیب‌های ریاضی دیگری از باندها (جمع، ضرب و غیره) به معیارهای همبستگی قوی منتهی نشده‌اند. مدل‌های غیرخطی مبتنی بر استفاده از باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک مانند  $PVI$  و  $MSAVI$  گرچه

از نظر معیارهای همبستگی با شاخص های خطی مانند NDVI به مقدار بسیار ناچیزی تفاوت دارند اما از انحراف استاندارد کمتری برخوردار هستند که نشان دهنده تدقیق مدل در اثر لحاظ شدن

ضرایب اصلاحی رفع اثر خاک و منظور شدن اثر رابطه غیرخطی بازتاب زمینه در مدل برآورد مشخصه های پوشش گیاهی است.

#### منابع

1. Abdollahi, J., N. Bghestani. M. H. Savaghebi, & M. H. Rahimian, 2008. Determining Vegetation Cover Percentage of Arid Regions Using Rs and GIS (Case study: Nadooshan Watershed). J. of Science and Technology of Agriculture and Natural Res. 44: 301-313. (in Persian).
2. Ahmadi Sani, N., A. A. Darvishsefat, M. Zobeiri, & A. Farzaneh, 2008. Potentiality of ASTER Images for Forest Density Mapping in Zagros (Case study: Marivan Forests). J. of the Iranian Natural Res. 61(3): 603-614. (In Persian)
3. Arai, K., & H. Tonooka., 2005. Radiometric Performance Evaluation of ASTER VNIR, SWIR and TIR. IEEE Transactions on Geo-science and Remote Sensing, 43: 2725-2732.
4. Arzani, H., 2005. Vegetation Indices for Vegetation Parameters Measurements Using Remote Sensing Data in Arid Areas. First Conference Remote Sensing in Kuwait, 26-28 pp.
5. Arzani, H., S. Noori, S. H. Kaboli, H. R. Moradi, & H. Ghelichnia, 2009. Determination of Suitable Indices for Vegetation Cover Assessment in Summer Rangelands in South of Mazandaran, J. of the Iranian Natural Res. 61(4): 997-1016. (in Persian).
6. Baret, F., & G. Guyot., 1991. Potentials and Limits of Vegetation Indices for LAI and APAR Assessment. J. of Remote Sensing Environment, 35: 161-173.
7. Calvao, T., & J. M. Palmeirim, 2004. Mapping Mediterranean Shrub With Satellite Imagery: Biomass Estimation and Spectral Behavior, Int. J. of Remote Sensing, 25: 3113-3126.
8. Carreiras, J. M. B., J. M. C. Pereira., & J. S. Pereira, 2006. Estimation of Tree Canopy Cover in Evergreen Oak Woodlands Using Remote Sensing, Forest Ecology and Management, 223:45-53.
9. Farzadmehr, G., H. Arzani, A. A. Darvishsefat, & M. Jafari, 2004. An Investigation of the Capability of Data of Landsat-7 Satellite in Estimating Vegetation Cover and Production (Case study: Semi-arid Region Hana- Semirom). J. of the Iranian Natural Res. 57(2): 339-351. (in Persian).
10. Farzadmehr, G., H. Arzani, & A. A. Nazari Samani, 2005. An Investigation of the Capability of Multi-temporal Data of Landsat-7 Satellite in Estimating Vegetation Cover and Production (Case study: Arid Region Saveh- Bakhshali Nemati). J. of the Iranian Natural Res., 58(3): 719-729. (in Persian).
11. Farzaneh, A., 1992. Application GIS in natural recourses. J. of Forest and Rangeland, 14: 12-15
12. Feeley, K. J., T. Gillesple., & J. W. Terborgh, 2005. The Utility of Spectral Indices From Landsat ETM+ for Measuring the Structure and Composition of Tropical Dry Forest, Bio-tropica, 37: 508-519.
13. Heidari, R. H., M. Zobeiri, Namiranian, & H. Sobhani, 2007. Application of T-square Sampling Method in Zagross Forests (Case study: Kermanshah Province). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(1): 32-42. (in Persian).
14. 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.
15. Javadnia, E., & M. R. Mobasheri, 2008. The Advancement of NDVI Index for Predicting Drought Using MODIS and ASTER Images, Geo-matic Symposium.
16. Jelenak, A., 2001. Application of optical and infrared remote sensing to the retrieval of selected land and sea features. PhD. Thesis. University of Waikato, 341pp.
17. Korhonen, L., K. T. Korhonen., M. Rautiainen & P. Stenberg, 2006. Estimation of Forest Canopy Cover: a Comparison of Field Measurement Techniques, Silva Fennica. 40: 577-588.
18. Lowman, M. D. & H. B. Rinker, 2004. Forest Canopies, 2nd ed. Elsevier Academic Press, 517pp.
19. Mesdaghi, M., 2004. Range Management in Iran. Astan-e-ghods Publication, 333pp, (in Persian)
20. Moradi., A., J. Oladi., A. Fallah & P. Fatehi, 2008. Evaluating Capability of SPOT5 Data to Monitor Pollarding Forest Area of North Zagros, World Applied Sciences Journal, 3: 107-112. (in Persian)



استفاده از شاخص‌های پوشش گیاهی تصاویر ASTER-L1B در برآورد سطح تاج پوشش..... ۱۰۲

21. Naseri, F., 2003. Classification of Forest Types and Estimation of Their Quantitative Parameters in Arid and Semi-arid Regions Using Satellite Data (Case study: National Park of Khobr-Kerman Province). Ph.D. thesis, University of Tehran, Faculty of Natural Resources, 202pp. (in Persian)
22. Ninomiya, Y., B. Fu., & T. J. Cudahy, 2005. Detecting Lith-ology with Advanced Space-borne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Multispectral Thermal Infrared – Radiance at Sensor Data, R. S. Environment, Vol., 99: 127-139.
23. Propastin, P., 2009. Relations between LANDSAT ETM+ Imagery and Forest Structure Parameters in Tropical Rainforests: a Case study From Lore- Lindu National Park in Sulawesi, Indonesia, Earsel E-proceeding.
24. Schmidt, H. & A. Karnieli, 2001. Sensitivity of Vegetation Indices to Substrate Brightness in Hyper-arid Environment, The Maktesh Ramon Crater case study, Int. J. of Remote Sensing 22: 3503-3520.
25. Sepehry, A. & M. R. Mottaghi, 2002. Vegetation Indices for Estimation of Canopy Cover Percentage of Rangeland Vegetation (Case study: Protected Area of Jahan Nama - Gorgan). J. of the Iranian Natural Res. 53(2): 1-14. (in Persian).
26. Xu, B., P. Gong. & R. Pu, 2003. Crown Closure Estimation of Oak Savannah in a Dry Season with Landsat TM Imagery: Comparison of Various Indices through Correlation Analysis. Int. J. of Remote Sensing, 24: 1811-1822.
27. Zobeiri, M., 2002. Forest Biometry, Tehran University Press, 411pp. (in Persian)