

## ارائه مدل مناسب جهت تخمین درصد پوشش گیاهی در مناطق خشک با استفاده از تصاویر ماهواره ای IRS-LissIII مطالعه موردی: سد نهرین - طبس

• زهره ابراهیمی خوسفی (نویسنده مسئول)

کارشناس ارشد مدیریت مناطق بیابانی

• مریم میراکبری

کارشناس ارشد مدیریت مناطق بیابانی

• سعیده کلانتری

دانشجوی دکتری بیابان زدایی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران

• محسن ابراهیمی خوسفی

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

تاریخ دریافت: مهر ماه ۱۳۸۹ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ماه ۱۳۹۰

تلفن تماس نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۹۶۷۰۸۲۲

Email: zohre\_ebrahimi@hotmail.com

### چکیده

تخمین خصوصیات پوشش گیاهی یک چالش بزرگ برای اقلیم شناسان، هیدرولوژیست ها، متخصصین کشاورزی و ... محسوب می شود. در حال حاضر، استفاده از شاخص های پوشش گیاهی مبتنی بر تصاویر ماهواره ای به منظور تعیین خصوصیات فیزیکی پوشش گیاهی بسیار رایج است. این شاخص ها ترکیبی از باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک می باشند و با رشد گیاه، درصد پوشش گیاهی و میزان بیومس همبستگی خوبی نشان داده اند. هدف از تحقیق حاضر تخمین درصد پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره ای در حوزه آبخیز سد نهرین (طبس - یزد) می باشد. بدین منظور از تصویر (۲۰۰۷) IRS-Liss III، تصویر (۲۰۰۵) ETM+ و درصد پوشش گیاهی اندازه گیری شده در ۵۴ پلات زمینی استفاده شد. به منظور قابل مقایسه کردن مقادیر برداشت شده زمینی و ارزش پیکسل های واقع شده در هر پلات، میانگین ارزش پیکسل ها در سایت های نمونه برداری استخراج و سپس ۱۱ شاخص رایج پوشش گیاهی استخراج گردید. در مرحله بعد، با استفاده از روش رگرسیون خطی چندمتغیره نسبت به تشکیل مدل های همبستگی اقدام شد و در نهایت دقت مدلها بر اساس ضریب تبیین حاصل از برازش خط بین مقادیر مشاهداتی و تخمینی نقاط تست مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق حاضر نشان داد مدلی که از شاخص MSAVI استفاده می نماید دارای بالاترین دقت نسبی (۰/۸۶۶) می باشد. دلیل این امر این است که این شاخص علاوه بر بازتاب در ناحیه قرمز و مادون قرمز نزدیک، تاثیر بازتاب خاک زمینه را نیز در نظر می گیرد.

کلمات کلیدی: سنجش از دور، درصد پوشش گیاهی، IRS LissIII، سد نهرین

Watershed Management Research (Pajouhesh & Sazandegi) No 94 pp: 55-62

**Presentation of the suitable model for determining of fraction vegetation in arid area using of Satellite data IRS-LissIII Case Study: Sade Nahrein-Tabas**

By: Ebrahimi Khoufzi Z., (Corresponding Author; Tel: +989139670822) Graduated of M.S. in Desert Region Management, Mirakbari M., Graduated of M.S. in Desert Region Management Kalantari S., Ph.D Student of desertification, College of Natural Resources, Tehran University, Ebrahimi Khoufzi M, Sc. Student, Dept. of RS & GIS, Shahid Beheshti University

Estimation of vegetation features from space is a great challenge for agronomist, hydrologist and meteorologist communities. Now, the use of vegetation indices to estimate vegetation characteristics is very popular. They are empirical combinations between Visible (generally Red, R) and Near Infrared (NIR) reflectance that show good correlation with plant growth, vegetation cover, and biomass amount. The main objective of this study was to introduce a suitable model based on satellite images in order to estimate vegetation Fraction in Sade Nahrein basin (Tabas, Yazd, Iran). To do so, IRS-LISSIII (2007), ETM+(2005) and vegetation fraction measured in fieldwork (54 plots) have been used. Making comparable field data and pixel values, the average value of pixels located in the sampling sites was extracted and then 11 different vegetation indices were calculated. In the next step, the 6 output models have been evaluated using linear regression method and fitting the regression line between observations and estimated values in the validation data. The results showed that the model in which MSAVI was used has the highest accuracy ( $R^2=0.866$ ) and therefore is the most suitable model for estimation of vegetation fraction in the study area.

**Keywords:** Remote Sensing, Fraction of vegetation, IRS-LissIII, Sade Nahrein

#### مقدمه

کشور ایران با مساحتی معادل ۱/۶۵ کیلومترمربع در منطقه خشک و نیمه خشک کره زمین قرار گرفته است. بخش عمده ای از این مساحت را نواحی کویری و بیابانی تشکیل می دهد. در این میان استان یزد یکی از عمده نواحی مناطق خشک و بیابانی ایران به شمار می رود و کسب اطلاعات درباره وضعیت پوشش گیاهی از قبیل میزان و پراکنش آن ها 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 روی اطلاعات پوشش گیاهی و افزایش اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی از شاخص های گیاهی استفاده می کنند. تنک بودن پوشش گیاهی در اکثر مناطق کشور شرایط ویژه ای از لحاظ نوع بازتابش به وجود آورده است. ضعیف بودن پوشش گیاهی در چنین مناطقی باعث می شود خاک زمینه اثر بازتاب گیاه را تحت تاثیر قرار دهد و به آن چیره شود (Griffiths, G.H. ۱۹۸۵). هم چنین انعکاس از سطحی که دارای پوشش گیاهی می باشد ترکیبی از انعکاس برگ های پوشش گیاهی و خاک زمینه است که جداسازی این دو از همدیگر شرایط استفاده از اطلاعات ماهواره ای را سخت تر نموده است (Hayez, ۱۹۹۷). بیشینه تحقیق نشانگر آن است که کویرها و مناطق بیابانی به عنوان یکی از اجزای تشکیل دهنده محیط زیست همواره مورد توجه دانشمندان و محققین بوده است و اکثر محققین در پی یافتن راه ها و تکنیک های نوین جهت مطالعه این نواحی بوده اند. در این زمینه سنجش از دور توانسته است به عنوان ابزار و تکنیکی کارآمد به خوبی ایفای نقش نموده و مفید واقع شود. در این میان می توان به پاره ای از تحقیقات انجام شده در زمینه کاربرد سنجش از دور در مطالعات مربوط به پوشش گیاهی مناطق بیابانی اشاره کرد.

در Ghaemi, Sanaei nejad, Astarai, Mirhoseini (۲۰۱۰)

مطالعه و بررسی شاخص های پوشش گیاهی دشت نیشابور شاخص های VI<sub>5</sub>, RI, VII, VI<sub>6</sub>, MND, SAVI, TVI, NDSI, NDVI, SI, BI, MSRAI, MSR, COSRI, Complex Multiratio, MSAVI, و سوم حاصل از تجزیه ی مولفه های اصلی و باندهای روشنایی و سبزیگی را به عنوان بهترین شاخص ها جهت شناسایی و تفکیک بهتر پوشش گیاهی معرفی نموده اند. Behbahani, Fallah, Erfanifard, Ramezani (۲۰۱۰) شاخص های NDVI و MSAVI سنجنده ASTER را به عنوان بهترین شاخص ها جهت تعیین درصد تاج پوشش تک درختان مراتع مشجر مناطق خشک معرفی کرده اند. Farzadmehr, Arzani, Nazari Samani (۲۰۰۵) شاخص های TS<sub>SAVI</sub>, GEMI و ARVI را در برآورد تاج پوشش گیاهان مرتعی به کار گرفته اند. نتایج تحقیقات Korhonen, Korhonen (۲۰۰۶), Rautiainen, Stenberg نیز نشان می دهد که برپایی مدل های همبستگی بین باندهای مرئی و مادون قرمز نزدیک و شاخص های گیاهی ARVI, NDVI, SAVI با سطح تاج پوشش گیاهان، از توانایی مناسبی در تخمین سطح پوشش گیاهان جنگلی و مرتعی برخوردار است. Arzani, Noori, Kaboli, Moradi, Ghelichnia (۲۰۰۹) استفاده از شاخص های SAVI, MSAVI<sub>2</sub> و PVI را در برآورد تاج پوشش گیاهی مراتع ایران پیشنهاد کرده اند. همچنین Mokhtari, Feyznia (۲۰۰۰) Ahmadi, Khajealdin, Rahnema رابطه بین پوشش گیاهی و درصد خاک بدون پوشش گیاهی در یک حوزه آبخیز را با شاخص های پوشش گیاهی مانند NDVI, PVI, RVI و سایر آنالیزهای سنجش از دور مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه شاخص NDVI به عنوان بهترین شاخص از لحاظ همبستگی با پوشش گیاهی معرفی شد و درصد خاک بدون پوشش گیاهی در منطقه همبستگی مناسبی را با اندیس های گیاهی مورد

پوشش گیاهی به روش میدانی در منطقه مطالعاتی در شکل (۱) نشان داده شده است. به منظور محاسبه درصد پوشش گیاهی در هر پلات ۷۵\*۷۵ از پلات‌هایی یک متر مربعی استفاده شد و درصد پوشش گیاهی برای این پلات‌ها با توجه به مساحت پوشیده شده توسط گیاه تعیین شد. در نهایت میانگین پلات‌های برداشتی یک مترمربعی، به عنوان متوسط درصد پوشش گیاهی در هر پلات ۷۵\*۷۵ در نظر گرفته شد که این مجموعه داده به عنوان متغیر وابسته شناخته می‌شود. اندازه‌گیری‌های صحرایی از آن جهت صورت می‌گیرد تا رابطه شاخص‌های گیاه مانند پوشش تاجی گیاهی با مقادیر شاخص‌های تهیه شده از تصاویر ماهواره ای IRS به دست آید تا بدین ترتیب با به دست آوردن همبستگی و رگرسیون بین درصد پوشش تاج گیاهی در محیط واقعی (نمونه‌ها) و شاخص‌های پوشش گیاهی تصاویر ماهواره ای، درصد پوشش تاجی در کل منطقه مورد مطالعه به دست آید. لازم به ذکر است با وجود تغییرات کم و خاک تقریباً یکنواخت منطقه مطالعاتی از ۶ منطقه (معادل ۱۱۸۳ پیکسل بر روی تصویر) از خاک‌های لخت موجود در منطقه به منظور محاسبه ی پارامترهای خط خاک برداشت شد. در مرحله بعد تصاویر IRS-LissIII به روش غیرپارامتری (تطابق هندسی تصویر به تصویر) تطابق هندسی شدند. در این مرحله تصویر زمین مرجع شده ETM<sup>+</sup> به عنوان تصویر مرجع و تصویر IRS به عنوان تصویر تابع مورد استفاده قرار گرفته است. نظر به اینکه سنجنده ETM<sup>+</sup> دارای باندهایی با قدرت تفکیک ۱۴/۲۵ و ۲۸/۵ متر و تصویر IRS نیز دارای باندهایی با قدرت تفکیک زمینی ۲۴ متر می‌باشد در ابتدا تصاویر باندهای هر سنجنده با استفاده از نرم افزار ENVI ۴/۲ به طور جداگانه در یک پایگاه ذخیره شدند و در حین این عملیات تمامی باندها به ابعاد سلول ۱۴/۲۵ متری به روش نمونه برداری مجدد نزدیکترین همسایه تغییر داده شدند. سپس با انتخاب ۴۳ نقطه کنترل بر روی تصاویر مرجع و نقاط نظیر آن در تصاویر تابع، انتخاب معادله پلی نومیال درجه ۲ و روش نمونه برداری مجدد نزدیکترین همسایه تصاویر IRS با RMSE نقاط کنترل برابر با ۰/۲۸ تطابق هندسی شدند. با توجه به اینکه هدف از این تحقیق محاسبه درصد پوشش گیاهی با استفاده از میزان بازتاب<sup>۲</sup> می‌باشد، بنابراین عدد رقومی ثبت شده توسط سنجنده، ابتدا به تابش طیفی<sup>۳</sup> تبدیل و سپس با استفاده از آن میزان بازتاب طیفی محاسبه گردید. به منظور محاسبه تابش طیفی از رابطه (۱) استفاده گردید.

$$L = L_{min} + [(L_{max} - L_{min}) / 1023] \times DN \quad (1)$$

بطوریکه در آن؛  $L$ ؛ تابش طیفی در درجه سنجنده؛  $DN$ ؛ ارزش رقومی پیکسل،  $L_{min}$  و  $L_{max}$ ؛ ماکزیمم و مینیمم تابش طیفی قابل ثبت توسط سنجنده هستند. برای تبدیل تابش طیفی به انعکاس طیفی از معادله زیر استفاده شد: (Richards, J.A., ۱۹۹۳ و Lillesand, T.M. et, ۱۹۹۴).

$$\rho = \frac{\pi \cdot L \cdot d^2}{ESUN \cdot \cos(S_z)} \quad (2)$$

که در آن؛  $L$ ؛ تابش طیفی در درجه سنجنده بر حسب (۱۰۵۱-۷۷ III)  $\mu m$  (۱-۱)،  $d$ ؛ مجذور فاصله زمین و خورشید بر اساس واحدهای ستاره شناسی، زاویه سمت الراس خورشیدی (درجه zenith) و  $ESUN_i$ ؛ ضریب اصلاحی بازتابش اتمسفری بر حسب  $(Wm^{-2}\mu m^{-1})$  می‌باشد. در مرحله بعد با توجه به اینکه اندازه پلات‌های برداشتی ۵ برابر اندازه پیکسل تصویر می‌باشد، می‌بایست از ۲۵ پیکسل واقع شده در هر پلات میانگین گرفت تا بتوان رابطه ی بین ارزش‌های تصویر و مقادیر برداشت شده ی زمینی را بررسی نمود. در تحقیق حاضر، فیلتر میانگین ۵ در ۵ بر روی تصاویر اعمال و سپس ارزش نقاط

آزمون نشان نداد. نتایج تحقیقات Guyot و Baret (۱۹۹۱) نشان داد که شاخص‌های SAVI, TSAVI و MSAVI توانایی برآورد تاج پوشش گیاهی را داشته و اثرهای بازتاب خاک زمینه گندمیان مسن و لاشبرگ را حذف می‌نماید. Rondeaux (۱۹۹۵) شاخص گیاهی TSAVI را بهترین شاخص برای برآورد درصد تاج پوشش گیاهی علفزار در شرایطی که پوشش گیاهی همگن باشد معرفی می‌نماید. Richardson و Wiegand (۱۹۹۷) نیز جهت بررسی تراکم گیاهی، شاخص‌های PVI, SBI, GVI, PV۱۶ و DVI را به کار برده و نتیجه گرفت که شاخص PVI و PV۱۶ برای ارزیابی پوشش گیاهی و اندازه‌گیری تراکم گیاهی مناسب می‌باشد. هدف از این تحقیق، ارائه مدل مناسب به منظور تعیین درصد پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره ای IRS-LISSIII در مناطق خشک مرکزی ایران می‌باشد. فرضیه تحقیق حاضر این است که استفاده از تصاویر IRS-LissIII با در نظر گرفتن قدرت تفکیک مکانی، رادبومتری و طیفی آن می‌تواند با صرف هزینه و زمان کمتر برآورد دقیق و صحیحی از مشخصه درصد پوشش گیاهی ارائه دهد.

## مواد و روش‌ها

### خصوصیات منطقه مورد مطالعه

حوزه آبخیز سد نهرین واقع در شهرستان طبس استان یزد و دارای مساحت ۲۱۸۲۵ هکتار می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در محدوده جغرافیایی  $6^{\circ} 57' 18''$  تا  $57^{\circ} 31' 30''$  طول شرقی و  $33^{\circ} 31' 30''$  تا  $33^{\circ} 44' 30''$  عرض شمالی و در زون ۴۰ جغرافیایی قرار دارد. ارتفاع میانگین وزنی ۲۰۳۵/۲ متر و متوسط بارندگی سالانه منطقه ۱۷۰/۲ میلی متر می‌باشد. پراکنش فصلی بارش در سطح منطقه نیز حاکی از آن است که نزدیک به ۸۰ درصد از بارش سالانه در ماه‌های آذر، دی، بهمن و اسفند صورت می‌گیرد و در سایر ماه‌ها مقدار بارش در سطح منطقه بسیار ناچیز می‌باشد. متوسط دمای منطقه نیز بر حسب ارتفاع بین ۵/۹ تا ۱۹/۱ درجه سانتی گراد متغیر می‌باشد. به منظور انجام تحقیق حاضر، از تصاویر ماهواره ای IRS-LISSIII مربوط به ۲۷ آوریل سال ۲۰۰۷ میلادی که دارای چهار باند طیفی در محدوده ی طیفی سبز، قرمز، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی با قدرت تفکیک مکانی ۲۴ متر و از تصاویر ETM<sup>+</sup> زمین مرجع شده مربوط به تابستان ۲۰۰۵ جهت زمین مرجع نمودن تصویر IRS-LISSIII استفاده شده است. از گیرنده GPS به منظور برداشت میدانی و از نرم افزار PCI\_Geomatica ۸/۱ و ENVI ۴/۲ به منظور انجام پردازش‌های تصویری و نرم افزار SPSS به منظور انجام آنالیزها و محاسبات آماری استفاده شده است.

### روش تحقیق

به منظور اندازه‌گیری درصد پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه، در بهار ۱۳۸۸ (مطابق با زمان اخذ تصویر) تعداد ۵۴ نقطه جهت برداشت انتخاب و درصد پوشش گیاهی آنها با استفاده از پلات‌های ۷۵ در ۷۵ متری اندازه‌گیری شد. لازم به توضیح است که این ابعاد به منظور حذف خطای احتمال ناشی از دقت GPS و تقریباً معادل سه برابر اندازه پیکسل تصویر در نظر گرفته شده است. مختصات نقاط نمونه برداری با استفاده از یک دستگاه GPS مدل Etrex vista مدل Cx جهت انتقال بر روی لایه‌های اطلاعاتی موجود در بانک اطلاعاتی ثبت گردید. مشخصات کامل پلات‌های نمونه برداری در جدول ۱ و پراکنش نقاط تصادفی و برداشتی به منظور محاسبه ی درصد

ارائه شده است. در نهایت نمودار مربوط به تعیین دقت مدل منتخب بر اساس مقادیر مشاهداتی نقاط تست و مقادیر تخمین زده شده توسط مدل ترسیم گردید (شکل ۲). برازش حاصله بر اعداد این نمودار دارای ضریب تبیین ۰/۸۶۶ می باشد که نشان دهنده هم بستگی قوی بین مقادیر مشاهداتی و تخمین است. با اعمال مدل مذکور بر روی باندهای شرکت کننده در مدل، نقشه درصد پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی نیز تهیه گردید (شکل ۳).

### بحث و نتیجه گیری

با توجه به اینکه منطقه ی مورد مطالعه جزء مناطق خشک محسوب می شود، لذا انتظار میرفت شاخص هایی که بازتاب خاک را در نظر می گیرند نسبت به سایر شاخص ها بتوانند درصد پوشش گیاهی را با دقت بیشتری تخمین بزنند. نتایج نشان می دهد که در مدل های بهینه خروجی شاخص هایی که در محاسبه ی آنها ضرایب خط خاک دخیل شده است وارد شده است که این امر نشان دهنده تاثیر بازتاب خاک در بازتاب ثبت شده توسط سنجنده می باشد. شاخص NDVI از رایج ترین شاخص های گیاهی محسوب می شود و تاکنون مطالعات متعددی با استفاده از این شاخص در بررسی خصوصیات پوشش گیاهی انجام شده است. با توجه به مطالعات صورت گرفته توسط برخی محققان، شاخص NDVI نمی تواند به خوبی بیانگر درصد پوشش گیاهی در مناطق خشک باشد (Ishyama و همکاران ۱۹۹۷) و شاخص هایی که بازتاب خاک را در نظر می گیرند با دقت بیشتری می توانند درصد پوشش گیاهی را تخمین بزنند (Darvishzadeh و همکاران ۲۰۰۸). نتایج تحقیق حاضر نیز موید این موضوع می باشد و همانطور که مدل های خروجی نشان می دهد در هیچ کدام از مدل ها شاخص NDVI وارد نشده است. نتایج بررسی جدول ۴ نشان می دهد که از بین مدل های استخراج شده، مدل ۶ به دلیل بالا بودن مقادیر ضریب تبیین اصلاح شده، F و پایین بودن مقدار خطای استاندارد به عنوان بهترین مدل جهت برآورد درصد پوشش گیاهی حوزه سد نهرین می باشد. از طرفی نتیجه برازش حاصله اعداد نمودار مربوط به تعیین دقت مدل به کار گرفته شده در منطقه مطالعاتی نشان دهنده هم بستگی قوی (R<sup>2</sup> = ۰/۸۶۶) بین مقادیر مشاهداتی و تخمینی در نقاط تست می باشد. لذا می توان مدل ۶ را به عنوان مناسبترین مدل جهت برآورد درصد پوشش گیاهی حوزه سد نهرین به کار گرفت. در توجیه این امر بایستی به متغیرهایی که منجر به ساخت این مدل گردیده اند رجوع نمود. همان گونه که مدل مذکور نشان می دهد شاخص MSAVII در تعیین درصد پوشش گیاهی منطقه مطالعاتی بیشترین تاثیر را داشته است. از طرفی در مناطق خشک و نیمه خشک چون عمدتاً پوشش گیاهی ضعیف و پراکنده است، بازتاب خاک تاثیر بسزایی در ارزش ثبت شده توسط سنجنده دارد و این نکته از مهم ترین مسائلی است که باید برای مطالعه پوشش گیاهی مناطق خشک مد نظر قرار گیرد. تلاش های زیادی برای به حداقل رسانیدن اثرات خارجی محیطی روی مقادیر عددی میزان بازتابش طیفی ناشی از گیاه در مناطق خشک صورت گرفته است. به عنوان مثال هویت (۱۹۸۸) شاخص NDVI را اصلاح نمود و شاخصی به نام SAVI را معرفی کرد. همچنین Ghi و همکارانش (۲۰۰۰ و ۱۹۹۴) به ایجاد شاخصی به نام MSAVI پرداخته اند که اثرات بازتاب خاک را تا حدود زیادی کاهش داده است. در تحقیق حاضر نیز با محاسبه ضرایب خط خاک منطقه سعی در کاهش تاثیر بازتاب خاک گردید و همان طور که نتایج نشان می دهد در مناسب ترین مدل جهت تعیین درصد پوشش گیاهی در منطقه مطالعاتی شاخص MSAVII مؤثر بوده است.

متناظر برداشت میدانی استخراج گردید. نظر به اینکه برای محاسبه برخی از شاخص های پوشش گیاهی نظیر SAVI, WdVI, TSAVI, MSAVI بدست آوردن معادله خط خاک ضروری می باشد Richardson & Wiegand (۱۹۷۷). خط خاک عبارتست از خط فرضی رگرسیونی در فضای طیفی بازتاب خاک در باند مادون قرمز نزدیک و باند قرمز که در شکل شماره (۲) نشان داده شده است. در این شکل خط S<sub>1</sub>-S<sub>2</sub> بیانگر خط خاک، α شیب و β عرض از مبدا خاک می باشد که آلفا و بتای خط خاک از رابطه رگرسیونی بین پیکسل های خالص خاک در فضای طیفی دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک محاسبه می شود. (Baret, Jacquemoud, Hanocq, ۱۹۹۳).

لذا با پلات کردن باند قرمز و باند مادون قرمز نزدیک تصویر در محیط نرم افزار PCI\_Geomatica ۸٫۱، معادله خط خاک بدست آمد که در زیر آمده است:

$$R_{NIR} = 1.1R_{RED} + 0.01 \quad \text{رابطه (۳)}$$

که R<sub>NIR</sub> بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک و R<sub>RED</sub> بازتاب در باند قرمز می باشد. با توجه به اینکه هدف از انجام تحقیق حاضر انتخاب مدل مناسب به منظور تعیین درصد پوشش گیاهی در مناطق خشک می باشد، بنابراین سعی شد در مدلسازی از تمامی شاخص های مبتنی بر باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک که با استفاده از تصاویر IRS می توان محاسبه نمود، استفاده شود. لذا در این مرحله با به کار گیری تک باندهای ماهواره ای و فرمول های استخراج شده از منابع مورد استفاده در این تحقیق، شاخص های مختلف پوشش گیاهی شامل NDVI, PVI, DVI, GEMI, IPVI, MSAVI, MSAVI<sub>1</sub>, SAVI<sub>2</sub>, SAVI<sub>1</sub>, RVI, TSAVI, WdVI, SAVI<sub>2</sub> محاسبه گردید (جدول ۲). به منظور برآورد مدل های رگرسیونی ابتدا مقدار بازتاب طیفی متناظر تمامی نقاط نمونه برداری (۳۹ نقطه آموزشی و ۱۵ نقطه تست) در باندهای طبیعی و مصنوعی استخراج گردید. سپس با استفاده از نرم افزار SPSS و انجام آزمون حذف پس رونده (Backward)، ضرایب و مدل های رگرسیونی بین مؤلفه درصد پوشش گیاهی مربوط به ۳۹ نقطه آموزشی با تمامی باندهای طبیعی و مصنوعی محاسبه گردید و با توجه به مقادیر ضریب تبیین تصحیح شده (R<sup>2</sup>adj) و مقدار خطای استاندارد (S.E) مدل ها اعتبارسنجی شدند. به منظور تعیین دقت مدل منتخب، آمار برداشت شده میدانی در ۱۵ نقطه تست و مقادیر تخمینی درصد پوشش گیاهی در نقاط متناظر با یکدیگر مقایسه گردیدند. این مقایسه با برازش خط مستقیم بین مقادیر مشاهداتی و تخمینی در نقاط تست صورت گرفت و ضریب تبیین حاصله به عنوان دقت مدل منتخب برای منطقه مطالعاتی منظور گردید در نهایت با اعمال بهترین مدل بر روی باندهای شرکت کننده در آن، نقشه درصد پوشش گیاهی منطقه تهیه گردید.

### نتایج

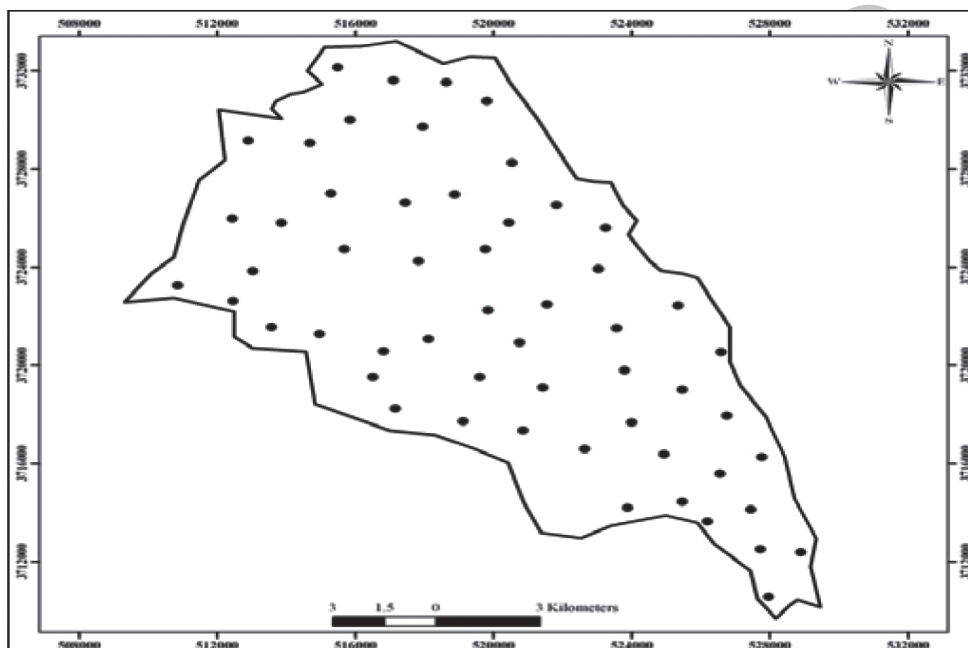
نتایج حاصل از برقراری رابطه رگرسیون خطی چند متغیره به روش حذف پس رونده (Backward) بر روی متغیرهای مستقل و وابسته در جدول ۳ آورده شده است. نظر به اینکه بالا بودن ضریب تبیین (R<sup>2</sup>) در مدل انتخابی رگرسیون چندمتغیره، دلیل بر کارآمد بودن آن نمی باشد و کارایی یک مدل وقتی به اثبات می رسد که بتواند توصیف خوبی از متغیر وابسته ارائه دهد (رضایی و سلطانی، ۱۳۷۷) لذا مدل های استخراج شده بر اساس مقادیر بالاتر ضریب تبیین تصحیح شده و F و مقدار پایین تر خطای استاندارد (S.E) اعتبارسنجی شدند. نتایج اعتبارسنجی مدل های مذکور در جدول ۴ آمده است. همچنین نتایج تجزیه واریانس به روش رگرسیون چند متغیره خطی برای بهترین مدل در جدول ۵

جدول ۱- مشخصات کامل پلات های نمونه برداری

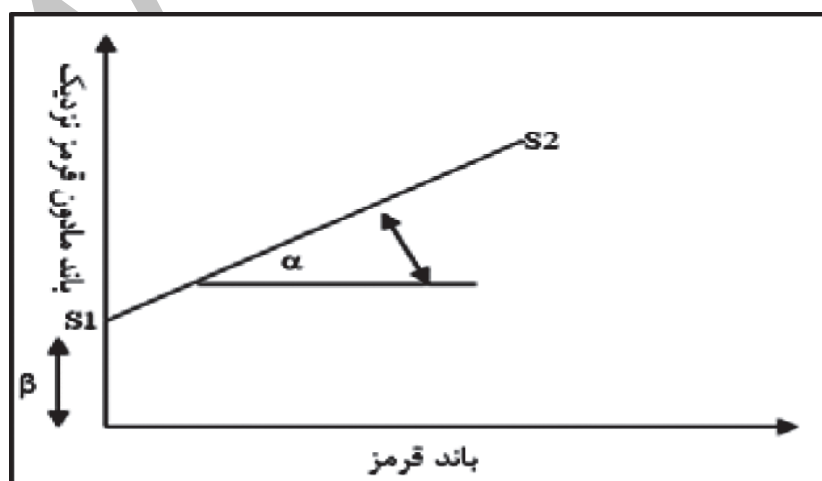
شماره پلات	درصد پوشش گیاهی	نوع گونه گیاهی	وضعیت گونه گیاهی از نظر شادابی در زمان برداشت	وضعیت خاک سطحی	درصد سنگریزه
۱	۰/۲۶	بادام کوهی- درمنه کوهی -تنگرس	خوب- خوب- خوب	لومی شنی	۰/۴۳
۲	۰/۲۲	بادام کوهی- درمنه کوهی-تنگرس	خوب- خوب- خوب	لومی شنی	۰/۴۷
۳	۰/۱۶	بادام کوهی- درمنه کوهی	خوب- خوب	لومی شنی	۰/۳۸
۴	۰/۱۷	بادام کوهی	خوب	شنی	۰/۴۷
۵	۰/۱۵	بادام کوهی-تنگرس	خوب-بسیار خوب	لومی شنی	۰/۳۶
۶	۰/۱۹	بادام کوهی-تنگرس-درمنه کوهی	خوب-بسیار خوب-متوسط	لومی شنی	۰/۳۳
۷	۰/۱۸	درمنه کوهی-تنگرس	متوسط-خوب	لومی شنی	۰/۳۹
۸	۱۳/۰	درمنه کوهی-علف بام	خوب-ضعیف	لومی شنی	۰/۴۸
۹	۱۲/۰	درمنه کوهی-بادام کوهی	متوسط- خوب	لومی شنی	۰/۲۷
۱۰	۱۱/۰	درمنه کوهی-کلیپوره	خوب-متوسط	لومی شنی	۰/۲۵
۱۱	۱۴/۰	درمنه کوهی-خارشتر	متوسط-متوسط	لومی شنی	۰/۲۹
۱۲	۱/۰	درمنه دشتی-سالسولا	متوسط-ضعیف	لومی شنی	۰/۲۱
۱۳	۱۶/۰	درمنه دشتی-سالسولا-کلاه میرحسن	خوب-ضعیف-متوسط	لومی شنی	۰/۱۹
۱۴	۲۴/۰	درمنه دشتی-اسفند-قیچ	خوب-خوب-ضعیف	شنی	۰/۲۳
۱۵	۰/۷/۰	درمنه دشتی	متوسط	شنی	۰/۱۵
۱۶	۱۵/۰	درمنه دشتی-قیچ	خوب-ضعیف	شنی	۰/۱۷
۱۷	۲۲/۰	درمنه دشتی- گون-شور درختچه ای	متوسط-متوسط-متوسط	لومی شنی	۰/۱۸
۱۸	۱۴/۰	درمنه دشتی-گز	خوب-متوسط	لومی	۰/۲۰
۱۹	۰/۶/۰	درمنه دشتی	متوسط	لومی شنی	۰/۱۹
۲۰	۰/۸/۰	درمنه دشتی- گون	خوب-متوسط	لومی شنی	۰/۱۵
۲۱	۲/۰	درمنه دشتی-شور درختچه ای	خوب-متوسط	لومی شنی	۰/۱۹
۲۲	۱۵/۰	درمنه دشتی-سالسولا-گز	متوسط-ضعیف-متوسط	لومی شنی	۰/۱۸
۲۳	۱۸/۰	درمنه دشتی- اسفند-استپی ریش دار	ضعیف-بسیار خوب- ضعیف	لومی شنی	۰/۲۶
۲۴	۲/۰	درمنه دشتی-قیچ-پرند	متوسط-ضعیف-ضعیف	لومی شنی	۰/۲۷
۲۵	۱۸/۰	درمنه دشتی-گون-اسفند	متوسط-متوسط-بسیار خوب	شنی	۰/۲۰
۲۶	۱۴/۰	درمنه دشتی-گون	متوسط-متوسط	لومی شنی	۰/۱۸
۲۷	۰/۹/۰	درمنه دشتی	ضعیف	لومی	۰/۲۰
۲۸	۱۱/۰	درمنه دشتی-قیچ	خوب-ضعیف	لومی شنی	۰/۲۵
۲۹	۰/۸/۰	درمنه دشتی	متوسط	لومی شنی	۰/۲۳
۳۰	۲/۰	درمنه دشتی-سالسولا-قیچ-شور بیابانی	خوب-ضعیف-متوسط-ضعیف	لومی شنی	۰/۲۸
۳۱	۱۷/۰	درمنه دشتی-سالسولا	متوسط-ضعیف	لومی شنی	۰/۱۳
۳۲	۱۵/۰	درمنه دشتی-گون	متوسط-متوسط	شنی	۰/۱۵
۳۳	۱۹/۰	درمنه دشتی-گون-کلاه میرحسن	متوسط-متوسط-متوسط	لومی شنی	۰/۱۶
۳۴	۱۲/۰	درمنه دشتی-سبد پاکوتاه	خوب-ضعیف	لومی شنی	۰/۱۵
۳۵	۱۱/۰	درمنه دشتی	متوسط	لومی	۰/۱۲
۳۶	۱۷/۰	درمنه دشتی-گون-کلاه میرحسن	خوب-متوسط-متوسط	لومی شنی	۰/۱۱
۳۷	۱۸/۰	درمنه دشتی-قیچ-کلاه میرحسن	خوب-ضعیف-متوسط	لومی شنی	۰/۱۰
۳۸	۱۱/۰	درمنه دشتی-شکر تیغال-کلاه میرحسن	متوسط-متوسط-متوسط	لومی شنی	۰/۱۴
۳۹	۱۹/۰	درمنه کوهی-قیچ-کلاه میرحسن-شکر تیغال	خوب-ضعیف-متوسط-متوسط	لومی شنی	۰/۱۶
۴۰	۲۶/۰	درمنه دشتی-قیچ-اسفند-کلاه میرحسن-جفنه	خوب-ضعیف-بسیار خوب-متوسط-متوسط	لومی شنی	۰/۱۰
۴۱	۱۸/۰	درمنه کوهی-بادام کوهی	متوسط-خوب	شنی	۰/۲۵
۴۲	۱۶/۰	درمنه دشتی-قیچ	خوب-ضعیف	لومی شنی	۰/۱۶
۴۳	۲۱/۰	درمنه دشتی-قیچ-پرند	خوب-ضعیف-متوسط	لومی شنی	۰/۱۳
۴۴	۲۳/۰	درمنه دشتی-سالسولا-جفنه	متوسط-ضعیف-ضعیف	لومی شنی	۰/۱۸
۴۵	۰/۵/۰	درمنه دشتی	ضعیف	لومی شنی	۰/۱۷
۴۶	۰/۷/۰	درمنه دشتی	متوسط	لومی شنی	۰/۲۲
۴۷	۰/۸/۰	درمنه دشتی-قیچ	خوب-ضعیف	لومی شنی	۰/۱۰
۴۸	۱۴/۰	تنگرس-گون	متوسط-متوسط	شنی	۰/۱۹
۴۹	۱۳/۰	درمنه دشتی-شور بیابانی	متوسط-ضعیف	لومی شنی	۰/۲۱
۵۰	۰/۹/۰	درمنه دشتی-جفنه	متوسط- ضعیف	لومی شنی	۰/۲۰
۵۱	۰/۲/۰	درمنه دشتی	متوسط	لومی شنی	۰/۱۹
۵۲	۱۹/۰	درمنه دشتی-جفنه-شور درختچه ای	خوب-متوسط-متوسط	لومی	۰/۱۵
۵۳	۲۱/۰	درمنه دشتی-قیچ-سالسولا	خوب-متوسط-خوب	شنی	۰/۱۲
۵۴	۲۲/۰	درمنه کوهی-بادام کوهی	خوب-ضعیف	لومی شنی	۰/۱۸

انتخاب گردید. همچنین تحقیق حاضر با نتایج تحقیقات Baret و Guyot (۱۹۹۱) و Korhone و همکاران (۲۰۰۶)، Arzani و همکاران (۲۰۰۹)، Ghaemi (۲۰۱۰) و Behbahani (۲۰۱۰) نیز مطابقت دارد. بنابراین می توان نتایج مطالعات گذشته را مؤید نتایج تحقیق حاضر دانست. لذا با توجه به نتایج تحقیق حاضر می توان گفت که داده های ماهواره ای IRS-LissIII به دلیل قدرت تفکیک مکانی خوبی که دارند دارای قابلیت بالایی در تعیین درصد پوشش گیاهی مناطق خشک و نیمه خشک با صرف هزینه و زمان کمتر دارند و می تواند برآورد دقیق و صحیحی از مشخصه درصد پوشش گیاهی ارائه دهد که این نتیجه فرضیه تحقیق را نیز تایید می کند.

همان طور که در رابطه مربوط به این شاخص در جدول ۲ مشخص شده است در این شاخص علاوه بر دخیل بودن باندهای قرمز و مادون قرمز میانی که نسبت به پوشش گیاهی حساس هستند، ضرایب مربوط به معادله خط خاک نیز وارد می شود و این امر باعث کاهش و یا حذف اثر بازتاب خاک زمینه و افزایش دقت مدل می شود. از طرفی همان طور که جدول ۳ نیز نشان می دهد در سایر مدل ها (مدل ۱ تا ۵) نیز شاخص هایی وارد مدل شده اند که ضرایب خط خاک در آن ها دخیل است اما نظر به اینکه هدف اصلی تحقیق حاضر انتخاب دقیقترین مدل جهت تعیین درصد پوشش گیاهی حوزه سد نهرین می باشد لذا مدل ۶ به عنوان بهترین مدل منطقه مطالعاتی



شکل ۱- پراکنش نقاط برداشتی به منظور محاسبه ی درصد پوشش گیاهی به روش میدانی



شکل ۲- خط خاک

جدول ۲- شاخص‌های پوشش گیاهی مورد استفاده در تحقیق حاضر

شاخص	شاخص‌های ارزیابی سطح خاک	منبع
DVI	$DVI = R_{NIR} - R_{RED}$	(Tucker, ۱۹۷۹)
GEMI	$GEMI = \frac{\mu(1 - 0.25\mu) - (R_{RED} - 0.125)}{1 - R_{RED}}$ $\mu = \frac{(R_{NIR}^2 - R_{RED}^2) + 1.5R_{NIR} + 0.5R_{RED}}{R_{NIR} + R_{RED} + 0.5}$	(Pinty, Verstraete ۱۹۹۲)
IPVI	$IPVI = \frac{R_{NIR}}{R_R + R_{NIR}}$	(Crippen, ۱۹۹۰)
MSAVI <sub>۲</sub> MSAVI <sub>۱</sub>	$MSAVI_2 = \frac{2R_{NIR} + 1 - \sqrt{(2R_{NIR} + 1)^2 - 8(R_{NIR} - R_{RED})}}{2}$ $MSAVI_1 = \frac{R_{NIR} - R_{RED} * (1 + L)}{R_{NIR} + R_{RED} + L}$ $L = 1 - 2 \alpha NDVI * W DVI$	(Qi, Chehbouni, Huete, Keer, Sorooshian, S., ۱۹۹۴)
NDVI	$NDVI = \frac{R_{NIR} - R_{RED}}{R_{NIR} + R_{RED}}$	(۱۹۷۴, Rouse, Haas, , Schell, Deering, Harlan)
PVI	$PVI = \frac{R_{NIR} - \alpha R_{RED} - \alpha}{\sqrt{1 + \alpha^2}}$	(۱۹۷۷ Richardson, Wiegand)
SAVI	$SAVI = \frac{R_{NIR} - R_{RED}(1 + L)}{R_{NIR} + R_{RED} + L}$	(۱۹۸۸, Huete)
(SR)RVI	$RVI = \frac{R_{NIR}}{R_R}$	(۱۹۶۹, Jordan)
TSAVI	$TSAVI = \frac{\alpha(R_{NIR} - \alpha R_{RED} - \beta)}{R_{RED} + \alpha(R_{NIR} - \beta)}$	۱۹۹۱ (Baret, Guyot)
WDVI	$WDVI = R_{NIR} - \alpha R_{RED}$	(۱۹۸۹, Clevers)
SAVI <sub>۲</sub>	$SAVI_2 = \frac{R_{NIR}}{R_R + \frac{\beta}{\alpha}}$	(۱۹۹۰, Major, Baret, Guyot)

که در آن  $\alpha$ ، شیب خط خاک،  $\beta$ ، عرض از مبدا خط خاک و  $L$  فاکتور تصحیح اثرات زمینه خاک  $L$  می باشد.

جدول ۳- مدل‌های استخراج شده از تلاقی درصد پوشش گیاهی با شاخص‌های گیاهی، عوامل محیطی و تک باند‌ها در ۳۹ نقطه آموزشی

$Fv_1 = 0.277(B_4) + 0.187(WDVI) + 0.288(SR) - 6.087(SAVI) + 5.799(MSAVI_1) + 0.771(GEMI) - 0.826$
$Fv_2 = 0.295(B_4) + 0.509(WDVI) - 6.099(SAVI) + 6.617(MSAVI_1) + 0.728(GEMI) - 0.54$
$Fv_3 = 0.368(B_4) + 0.439(WDVI) - 3.469(SAVI) + 5.246(MSAVI_1) - 0.251$
$Fv_4 = 0.386(B_4) - 3.095(SAVI) + 5.215(MSAVI_1) - 0.27$
$Fv_5 = -0.418(SAVI) + 3.210(MSAVI_1) - 0.163$
$Fv_6 = 2.793(MSAVI_1) - 0.153$

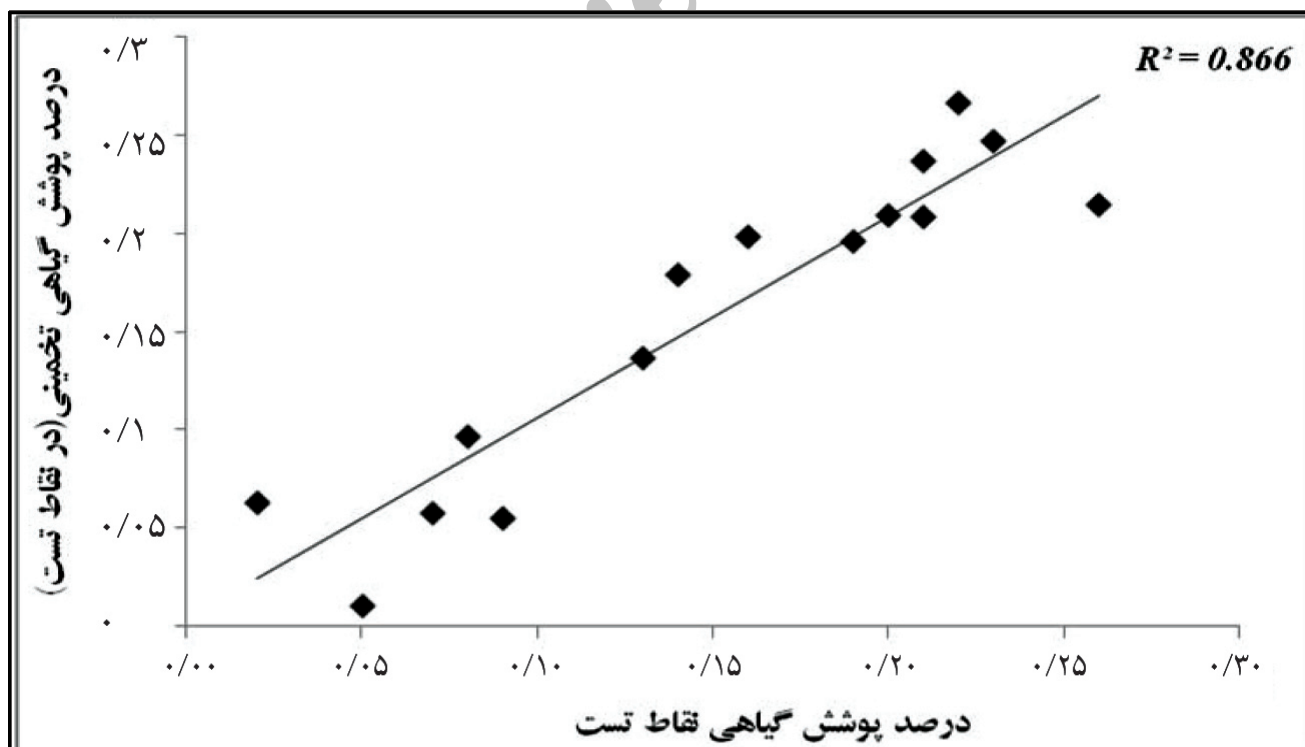
جدول ۴- نتایج ارزیابی مدل های استخراج شده

شماره مدل	ضریب تبیین	ضریب تبیین اصلاح شده	برآورد خطای استاندارد	F
۱	۰/۸۵	۰/۸۲۱	۰/۰۶۱۲۰	۳۰/۱۲۷
۲	۰/۸۵	۰/۸۲۷	۰/۰۷۲۱۲۰	۳۷/۲۷۶
۳	۰/۸۴۹	۰/۸۳۲	۰/۰۸۹۰۲۰	۴۷/۸۸۲
۴	۰/۸۴۹	۰/۸۳۶	۰/۰۵۷۰۲۰	۶۵/۴۶۸
۵	۰/۸۴۴	۰/۸۳۵	۰/۰۲۰۷۷	۹۷/۰۹۳
۶	۰/۸۴۸	۰/۸۳۷	۰/۰۱۷۰۲۰	۱۸۹/۳۱۸

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس به روش رگرسیون چند متغیره خطی برای مدل منتخب حوزه سد نهرین

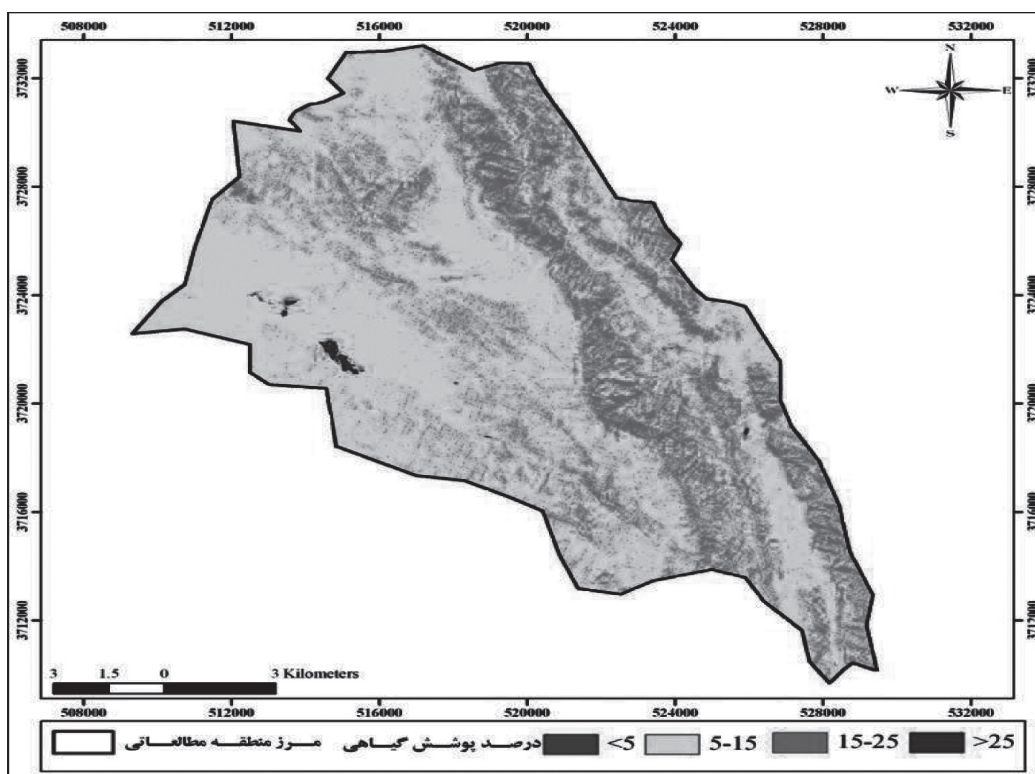
شماره مدل منتخب	منابع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات
۶	رگرسیون	۰/۰۸۳	۱	۰/۰۸۳
	مانده ها	۰/۰۱۶	۷۳	۰/۰۰۰
	کل	۰/۰۹۹	۳۸	

\*\* معنی دار بودن در سطح اطمینان ۰/۹۹



شکل ۳- نمودار تعیین دقت مدل ارائه شده برای منطقه مطالعاتی





شکل ۴- نقشه درصد پوشش گیاهی تهیه شده از تصاویر ماهواره ای IRS-LISSIII - حوزه سد نهرین

estimate single tree crown cover in arid rangelands. Case study; tag Ahmad Shahi - South Khorasan, *J. of range*, 4 (1): 93-103

5- Clevers, J. G., (1989) The application of a weighted infrared-red vegetation index for estimating leaf area index by correcting soil moisture, *Remote Sensing of Environment*, 29: 25-37

6- Crippen, R. E., (1990) Calculating the vegetation index faster, *Remote Sensing of Environment*, 34: 71-73

7- Darvishzadeh, R., Skidmore, A., Atzberger, C., & Wieren, S. (2008) Estimation of vegetation LAI from hyperspectral reflectance data: Effects of soil type and plant architecture. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 10:358-373.

8- Farzadmehr, G., Arzani, H and Nazari Samani, A. A., (2005) An Investigation of the Capability of Multi-temporal Data of Landsat-7 Satellite in Estimating Vegetation Cover and Production (Casestudy: Arid Region Saveh- Bakhshali Nemati), *J. of the Iranian Natural Res.*, 58(3): 719-729

9-Ghaemi, M., Snaei nejad, S.H., Astaraci, A.R and Mirhoseini,

### پاورقی‌ها

- 1- Geometric Registration Image to Image
- 2- Reflectance
- 3- Radiance

### منابع مورد استفاده

1-Arzani, H., Noori,S., Kaboli, S. H., Moradi, H. R and Ghelichnia, H., (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.

2- Baret, F., Guyot, G., (1991) Potentials and limits of Vegetation indices for LAI and APAR assessment, *Remote Sensing of Environment*, 35: 161-173

3- Baret, F., Jacquemoud., S and Hanocq., J.F., (1993) About the soil line concept in remote sensing, Original Research Article, *Advances in Space Research*, 13(5): 281-284

4-Behbahani, N., Fallah Shamsi,R., Erfanifard, Y and Ramezani,M., (2010) Using vegetation indices of ASTER-L 1B imagery to

