# بررسی کارایی شاخص‌های طیفی حاصل از تصاویر+ ETM در تعیین رنگ خاک

**الهام نوشادی[1*]، حسینعلی بهرامی[2]، سید کاظم علوی پناه[3]، علی عبداللهی ارپناهی[4]**

1- **دانشجوی دکتری خاکشناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.**

2- **دانشیار گروه خاکشناسی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.**

3- **استاد گروه جغرافیا، دانشگاه تهران، تهران، ایران.**

4- **دانشجوی سابق کارشناسی ارشد دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.**

**Email: noshadi@modares.ac.ir**

## چکیده

رنگ یکی از معیارهای جداسازی، تهیه نقشه و ارزیابی خاکهاست. استفاده از داده‌های ماهواره‌ای در تعیین خصوصیات فیزیکی خاک از جمله رنگ روشی سریع، نسبتاً دقیق و کم‌هزینه است و امکان اندازه‌گیری در مناطق وسیع و غیرقابل دسترس را فراهم می‌سازد. شاخص‌های طیفی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای ابزاری هستند که می‌تواند برای شناسایی پدیده‌های مختلف که با تک باندهای معمولی قادر به شناسایی آنها نیستیم مورد استفاده قرار گیرد. این تحقیق به‌منظور بررسی قابلیت شاخص‌های طیفی در مطالعه رنگ خاک به کمک تصاویر سنجنده+ ETM در دشت قم انجام شده است. اطلاعات سنجش از دور استفاده شده، اعداد رقومی حاصل از تصاویر تک باندی و تصاویر حاصل از شاخص‌های طیفی بودند. در نهایت روابط همبستگی و رگرسیونی بین داده های ماهواره‌ای مذکور با مولفه‌های مدل رنگ مانسل بررسی شد. نتایج حاصل قابلیت بهتر شاخص‌های طیفی را در مقایسه با ارزش‌های رقومی بازتاب در شناسایی مولفه های مدل رنگ مانسل در منطقه مطالعاتی مذکور نشان می‌دهد. همچنین نشان می-دهند که والیو مانسل در مقایسه با دو مولفه دیگر آن می‌تواند تخمین‌های بهتری را با استفاده از شاخص درخشندگی (BI) داشته باشد.

**واژگان کلیدی**: رنگ خاک، دفترچه مانسل، ارزش‌های رقومی، بازتاب شاخص‌های طیفی.

## مقدمه

یکی از مفیدترین ویژگی‌ها برای تشخیص و جداسازی انواع خاکها رنگشان است. سنجش از دور مرئی فضایی، روشی مناسب برای بدست آوردن اطلاعات جامع از رنگ سطح خاک در مناطق وسیع می‌باشد (Escadafal *et al*,1989) که بر بسیاری از محدودیت‌های روش‌های چشمی و آزمایشگاهی، مانند سرعت کم کار، هزینه‌بر بودن و ناتوانی در اندازه‌گیری در مناطق وسیع و غیرقابل دسترس، فائق آمده است. یک روش معمول و ساده برای استخراج اطلاعات از داده‌های سنجش از دور، استفاده از شاخص‌های طیفی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای است. این شاخص‌ها می‌توانند برای شناسایی پدیده‌های مختلف که با تک باندهای معمولی قادر به شناسایی آنها نیستیم مورد استفاده قرار گیرند (رفیعی امام و علوی پناه, 1384). محققان مختلف شاخص‌های طیفی گوناگونی را معرفی کرده‌اند که قابلیت برآورد مولفه‌های مانسل را دارند. این شاخص‌ها از روابط ریاضی بین تعدادی باند مناسب محاسبه می‌گردند. در سال 1998 ماتیو و همکاران برای تعیین رنگ خاک از انعکاس حاصل از تک باندهای تصویر به همراه شاخص‌های BI، CI، SI، HI و RI برای سنجنده TM و شاخص‌های BI، CI، RI3 و RI4 برای سنجنده HRV ماهواره اسپات استفاده کردند. این محققان ثابت کردند که بطور کلی مولفه‌های مانسل همبستگی بهتری را با شاخص‌های طیفی نسبت به مقادیر انعکاس حاصل از تک باندهای طیفی نشان می‌دهند. در تحقیق پیش‌رو سعی بر آن است که میزان دقت و کارایی شاخص‌های طیفی مختلف

حاصل از تصاویر ماهواره‌ای +ETM در تعیین مولفه‌های رنگ مانسل در بخشی از منطقه خشک دشت قم بررسی شده و با ارزش‌های رقومی بازتاب استخراج شده از تصاویر تک باندی مقایسه گردد.

**موقعیت جغرافیایی و ویژگی‌های عمومی منطقه مطالعاتی**

منطقه مورد مطالعه در دشت قم در محدوده جغرافیایی 50 درجه و 32 دقیقه تا 51 درجه و 52 دقیقه طول شرقی و 34 درجه و 26 دقیقه تا 35 درجه و 33 دقیقه عرض شمالی واقع شده است. اقلیم آن نیمه بیابانی با تابستانی گرم و خشک و زمستانی کم و بیش سرد است. واحدهای فیزیوگرافی موجود در منطقه عمدتا دشت های دامنه‌ای‌اند که خاک آنها عمیق با بافت سنگین و شوری زیاد یا با تمرکز طبقه گچی می باشد.

**جمع‌آوری داده‌های میدانی**

ابتدا واحدهای همگن پس از قطع دادن لایه‌های رقومی شده مانند لایه توپوگرافی، فیزیوگرافی، زمین‌شناسی، راهها، کاربری اراضی، خاکشناسی ( نقشه رده‌ها و سری‌های خاک) با تصویر رنگی کاذب و تعیین واحدهای فوتومورفیک، مشخص شد و پس از بازدیدهای صحرایی نقاط نمونه‌برداری بطور تصادفی ولی هدفدار مشخص شدند. سپس در نقاط تعیین شده رنگ خشک و مرطوب خاک سطحی با استفاده از دفترچه مانسل قرائت گردید.

**پردازش تصاویر ماهواره‌ای و استخراج اطلاعات**

پس از تصحیح اتمسفری به روش هیستوگرام و تصحیح هندسی با استفاده از نقشه توپوگرافی رقومی، اطلاعات مربوط به باندهای مرئی (باند 1 و 2 و3 ) و حاصل از شاخص‌های طیفی استخراج گردیدند در جدول (1) شاخص‌های مورد استفاده در این تحقیق به‌همراه فرمول محاسبه آنها آمده است

**جدول (1): شاخص‌های طیفی حاصل از سنجنده+ETM**

| نام شاخص | فرمول |
|---|---|
| شاخص رنگ : Coloration Index | $CI = \frac{ETM3 - ETM2}{ETM3 + ETM2}$ |
| شاخص هیو : Hue Index | $HI = \frac{2 \times ETM3 - ETM2 - ETM1}{ETM2 - ETM1}$ |
| شاخص اشباع: Saturation Index | $SI = \frac{ETM3 - ETM1}{ETM3 + ETM1}$ |
| شاخص درخشندگی:Brightness Index | $BI = \sqrt{\left(\frac{ETM1^2 + ETM2^2 + ETM3^2}{3}\right)}$ |

**برازش و اعتبارسنجی مدل‌های رگرسیونی**

پس از بررسی همبستگی بین مولفه‌های مانسل با ارزش‌های رقومی بازتاب و شاخص‌های طیفی مختلف بر اساس بهترین همبستگی‌های موجود، مدل‌های رگرسیون خطی برازش داده شدند. برای اعتبارسنجی مدل‌های برازش داده شده داده‌ها به دو دسته آموزش و اعتبارسنجی تقسیم شدند.70 داده به عنوان داده‌های آموزش یا توسعه مدل و 35 داده باقیمانده به عنوان داده‌های اعتبارسنجی مدل گزینش شدند. در نهایت برای تعیین بهترین مدل‌ها از دو معیار ضریب همبستگی ($R^2$) و متوسط خطای استاندارد (RMSE) آزمایش مدل استفاده گردید.

## نتایج و بحث

### الف- بررسی همبستگی بین مولفه‌های مانسل و داده‌های ماهواره‌ای

در مرحله اول روابط همبستگی بین مولفه‌های رنگ خاک و داده‌های سنجش از دور بررسی گردید و مشخص شد که مولفه‌های خشک مانسل تنها با ارزش‌های رقومی باندهای مرئی همبستگی‌های معنی‌دار دارند، و بین آنها با بقیه باندها ارتباط معنی‌داری دیده نشد علاوه‌براین نتایج نشان می‌دهند که هیو با شاخص HI, والیو با BI و کروما با SI همبستگی‌های بهتری را نشان می‌دهند. جدول (2) نتایج حاصل از همبستگی پیرسون را نشان می‌دهد.

**جدول (2): ضرایب همبستگی بین مولفه‌های مانسل و داده‌های ماهواره‌ای**

| داده‌ها | | هیو خشک | والیو خشک | کروما خشک |
|---|---|---|---|---|
| اعداد رقومی | باند 1 | 0/30* | 0/50** | 0/33* |
| | باند2 | 0/32* | 0/54** | 0/30* |
| | باند 3 | 0/37** | 0/55** | 0/34* |
| شاخص طیفی | **HI** | 0/60** | 0/05 | 0/11 |
| | **BI** | 0/12 | 0/89** | 0/06 |
| | **CI** | 0/25 | 0/13 | 0/35 |
| | **SI** | 0/08 | 0/09 | 0/56* |

**(**: معنی‌دار در سطح آماری 1 درصد،*: معنی‌دار در سطح آماری5 درصد)**

### ب- نتایج برازش و اعتبارسنجی مدل‌های رگرسیونی

با توجه به بالاترین ضرایب همبستگی موجود بین شاخص‌های طیفی و مولفه‌های مانسل, مدل‌های رگرسیونی تک-متغیره خطی و غیرخطی با استفاده از نرم‌افزار SPSS تدوین شدند. در جدول (3) نتایج آماری مدل‌های برازش داده شده آمده است.

**جدول (3): نتایج آماری آنالیزهای رگرسیون خطی و غیرخطی بین مولفه‌های مانسل و شاخص‌ها ی طیفی**

| | شاخص | نوع مدل | $R^2$ آزمایش مدل | RMSE آزمایش مدل |
|---|---|---|---|---|
| هیو خشک | HI | خطی | 0/52 | 0/17 |
| والیو خشک | BI | درجه دوم | 0/65 | 0/081 |
| کروما خشک | SI | خطی | 0/62 | 0/08 |

همانگونه که جدول نشان می‌دهد بهترین مدل‌های تدوین شده بین هیو و شاخص طیفی HI از نوع خطی بوده است که $R^2$ و RMSE آزمایش مدل برای آن به ترتیب 0/52 و 0/17 می‌باشد. بهترین مدل تدوین شده برای والیو خشک با شاخص طیفی BIE بوده و درجه دوم می‌باشد که مقادیر $R^2$ و RMSE آزمایش مدل برای آن به‌ترتیب برابر 0/65 و 0/081 است و بالاخره مدل خطی تدوین شده با استفاده از شاخص SI با ضریب همبستگی 0/62 و RMSE برابر 0/08 بهتر توانسته است کروما خشک را برآورد نماید.

همانگونه که نتایج آنالیزهای همبستگی و رگرسیونی نشان می‌دهند، در مقایسه بین دو سری اطلاعات ماهواره‌ای استفاده شده, شاخص‌های طیفی چون حاصل نسبت‌گیری طیفی بین باندهای مرئی مختلف بوده‌اند نسبت به ارزش-های رقومی حاصل از تک باندهای مرئی کارایی بهتری برای تعیین رنگ داشته و قادرند تخمین‌های بهتری را ارئه دهند. علاوه براین والیو خشک مانسل نسبت به دو مولفه دیگر آن همبستگی قویتری را با این شاخص‌ها نشان داد و بهترین ارتباط را با شاخص درخشندگی یا BI برقرار می‌کند. این نتایج با نتایج بدست آمده توسط ماتیو و همکاران مطابقت دارد. برای به دست آوردن نتایج بهتر برای کروما و هیو پیشنهاد می‌شود که روابط ریاضی مختلف بین باندهای مرئی برای بدست آوردن شاخص‌های جدید که در تخمین دقیق‌تر عمل می‌کنند, تدوین و ارزیابی گردد.

**منابع**

- رفیعی امام, ع, 1384, بررسی تغییرپذیری طیفی خاکهای مختلف با استفاده از داده‌های دورسنجی, مطالعه موردی: منطقه ورامین, فصلنامه تحقیقات مرتع و بیابان ایران, جلد 13, شماره 1.
- Escadafal, R., Girard, M .C., Courault, D., 1989. Munsell soil color and soil reflectance in the visible spectral bands of Landsat MSS and TM data.Remote Sens .Environ .27 : 37– 46.
- Escadafal, R., 1994. Remote sensing of soil color :principles and Applications; Remote Sensing of Environment 7 :261–279.
- Mathieu, R., Pouget, M., Cervelle, B., Escadafal, R., 1998. Relationships between satellite based radiometric indices simulated using laboratory reflectance data and typical soil color of an arid environment. Remote Sens .Environ .66 :17–28.