فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران
جلد ۲۲، شماره ۴، صفحه ۶۲۴-۶۱۵ (۱۳۹۴)

# پایش تغییرات پوشش گیاهی مراتع در فصل رویش با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و ارتباط آن با عوامل اقلیمی (مطالعه موردی: استان البرز)

مرتضی حسینی توسل[۱]*، حسین ارزانی[۲]، منوچهر فرج‌زاده اصل[۳]، محمد جعفری[۲]، ساسان بابایی کفاکی[۴] و اصغر کهندل[۵]

۱*- نویسنده مسئول، استادیار، پژوهشکده مطالعات توسعه جهاد دانشگاهی، دانشگاه تهران، کرج، ایران، پست الکترونیک: m_hosseini@acecr.ac.ir
۲- استاد، گروه احیاء مناطق خشک و کوهستانی، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
۳- استاد، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۴- استادیار، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاداسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران
۵- دانشیار، پژوهشکده مطالعات توسعه جهاد دانشگاهی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
تاریخ دریافت: ۹۲/۳/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۲/۹/۲۲

## چکیده

در این مطالعه با استفاده از تصاویر ماهواره‌های TM و $ETM^+$ تغییرات پوشش گیاهی در مراتع استان البرز در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ به تفکیک شهرستان پایش شد و ارتباط آن با سه عامل اقلیمی شامل متوسط بارندگی، دما و رطوبت نسبی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شهرستان طالقان بطور معنی‌داری بالاترین شاخص NDVI را در ماه می (۱۰اردیبهشت تا ۱۰خرداد) داراست. پس از آن شهرهای ساوجبلاغ و کرج قرار دارند که دارای تشابه از نظر رفتار تغییرات شاخص نیز می‌باشند. پس از آنها به‌ترتیب اشتهارد و نظرآباد با اختلاف معنی‌دار کمتر قرار دارند. بر اساس مدل بدست آمده به‌ترتیب بارندگی ماه‌های آبان، شهریور، اسفند، بهمن و متوسط سالانه بیشترین اثر مثبت را برای رشد گیاهان مرتعی داشته است و سایر فاکتورهای دما و رطوبت نسبی رابطه معنی‌داری با پوشش گیاهی دوره مورد نظر ندارند. به‌طوری‌که روند تغییرات پوشش گیاهی نشان داد که بعد از سال ۲۰۰۰ میزان پوشش گیاهی کاهش یافته و در سال ۲۰۱۱ دوباره افزایش یافته است.

واژه‌های کلیدی: **NDVI، استان البرز، مرتع، پوشش گیاهی، پایش، تصاویر ماهواره‌ای.**

## مقدمه

ارزیابی‌های کوتاه‌مدت که در قالب برنامه‌های آماربرداری و بررسی انجام می‌شود، فقط قادر است که منابع موجود در یک مرتع را در طول یکسال، توصیف و ارزیابی نماید و تغییرات زمانی مراتع را نمی‌تواند نشان دهد. بنابراین به دلیل اهمیت تغییرات زمانی در مطالعات مرتع، برخی مطالعات بصورت پایش انجام می‌شود. با توجه به قابلیت بالای تصاویر ماهواره‌ای نظیر بهنگام بودن، چند طیفی بودن، تکراری بودن، پوشش وسیع و افزایش روزافزون توان تفکیک طیفی و مکانی آنها سنجش از دور توانایی ارزیابی و پایش مراتع را داشته و استخراج اطلاعاتی مانند میزان تاج پوشش، نوع آن و میزان بایومس را امکان‌پذیر می‌کند (Malo & Nicholson, 1990). بنابراین می‌تواند برای مطالعه و بررسی مراحل مختلف ارزیابی پوشش گیاهی مورد استفاده قرار گیرد. به‌طوری‌که لایه‌های اطلاعاتی دقیق و مطمئنی را می‌توان توسط تکنیک سنجش از دور (RS: Remote Sensing) تهیه کرد و سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System:GIS) را به‌عنوان

Archive of SID
www.SID.ir

یک تکنیک رایانه‌ای با استفاده از لایه‌های اطلاعاتی و اطلاعات موجود، مدیریت لایه‌ها و تلفیق آنها با یکدیگر را برای نیل به اهداف مذکور و توسعه و احیای منابع طبیعی به عهده گرفت. علاوه بر این، تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در زمینه بررسی و مدیریت منابع طبیعی ارزان‌تر از روش‌های سنتی بوده و نیز در مقابل، سرعت عملی که فراهم می‌آورند، دارای توجیه اقتصادی است (زبیری و مجد، ۱۳۸۸). یک اکوسیستم مرتعی دربرگیرنده عوامل آب و هوایی، خاکی، فیزیوگرافیک و زنده است (مقدم، ۱۳۷۷). از آنجایی که تغییرات در پارامترهای کمی ازجمله فراوانی، ترکیب و ساختار پوشش گیاهی و تولید در مراتع متأثر از عوامل غیرزنده (مانند اقلیم) و عوامل زنده مانند چرای دام می‌باشد. بنابراین تشخیص عوامل و جدا کردن آنها در نحوه تصمیم‌گیری در امر مرتع‌داری مهم است (Anderson & holte, 1981). البته پایش تغییرات پوشش گیاهی مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و بررسی ارتباط آن با عوامل اقلیمی می‌تواند کمک قابل توجهی در مدیریت و بهره‌برداری بهینه از مراتع بکند. طی دهه‌های گذشته مطالعات زیادی شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده را برای پایش پاسخ گیاه به نوسانهای آب و هوایی در افریقا (Malo & Nicholson, 1990 و Tucker et al., 1985) و ایالات متحده امریکا ( Yang & Merchant, 1997 و Rundquist & Han, 1994) مورد استفاده قرار دادند. به‌طور کلی از این مطالعات می‌توان نتیجه گرفت که تغییرات زمانی شاخص گیاهی تفاضلی نرمال‌شده پیوند نزدیکی با بارش دارد که توسط برخی محققان بصورت خطی ( Malo & Nicholson,1990) یا غیرخطی ( Davenport & Nicholson, 1993) گزارش شده است، درصورتی‌که بارش در حالت ماهیانه یا سالیانه در دامنه‌های خاصی به NDVI پاسخ می‌دهد. برای مثال اگر بارش بزرگتر از آستانه خاصی مانند ۵۰۰ میلی‌متر در سال یا بین ۵۰ تا ۱۰۰ میلی‌متر در ماه باشد، ارتباط قوی میان بارش و شاخص گیاهی تفاضلی نرمال شده در بوتسوانا، ۱۰۰۰ میلی‌متر یا ۲۰۰ میلی‌متر در ماه در شرق افریقا (Davenport & Nicholson, 1993) و ۱۰۰۰ میلی‌متر در سال در ساحل غرب افریقا وجود دارد. در افریقا به‌طور ویژه یک تأخیر بین اوج بارش و پاسخ اوج NDVI وجود دارد (Rundquist & Han, 1994) و همبستگی بهتری بین NDVI و بارش دو ماه قبل از آن است (Malo & Nicholson, 1990 و Davenport & Nicholson, 1993). چنار (۱۳۸۰) با مطالعه رابطه بین بارش‌های ماهانه، فصلی و سالیانه با شاخص اختلاف پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI) تصاویر AVHHR، پدیده خشکسالی را در آذربایجان‌غربی و شرقی و اردبیل مطالعه کرد. چنار (۱۳۸۰) رابطه معنی‌داری بین میزان بارش و شاخص NDVI بدست آورد.

## مواد و روش‌ها

### منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در مراتع استان البرز می‌باشد. استان البرز با مساحت ۵۱۲۶۶۸ هکتار در قسمت میانی رشته‌کوه‌های البرز واقع شده که ۰/۳۱ درصد مساحت کل کشور را بخود اختصاص داده است. این استان در محدوده جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۲ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و۵۰ درجه و ۹ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۸ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ و در بخش شمالی کشور واقع شده است. این استان از شمال با استان مازندران و از جنوب با استان مرکزی، از شرق با استان تهران و از غرب با استان قزوین همجوار است. طبق آخرین تقسیمات کشوری استان البرز دارای ۵ شهرستان، ۱۶ شهر و ۱۱ بخش و ۲۵ دهستان می‌باشد. مرکز این استان شهر کرج است.

### روش تحقیق

با بررسی و مطالعه پیشینه تحقیقات انجام شده، این نتیجه حاصل شد که ازجمله عناصر اولیه مطالعه شده در این تحقیقات دو عنصر بارش و دما می‌باشد. با توجه به این امر دو عنصر مورد اشاره و همچنین به علت تأثیر مستقیم رطوبت هوا در تلطیف برگ سبز، رطوبت نسبی نیز به‌عنوان عنصر سوم برای مطالعه در نظر گرفته شد. برای بدست آوردن داده‌های هواشناسی با مراجعه به سازمانهای مربوطه

Archive of SID

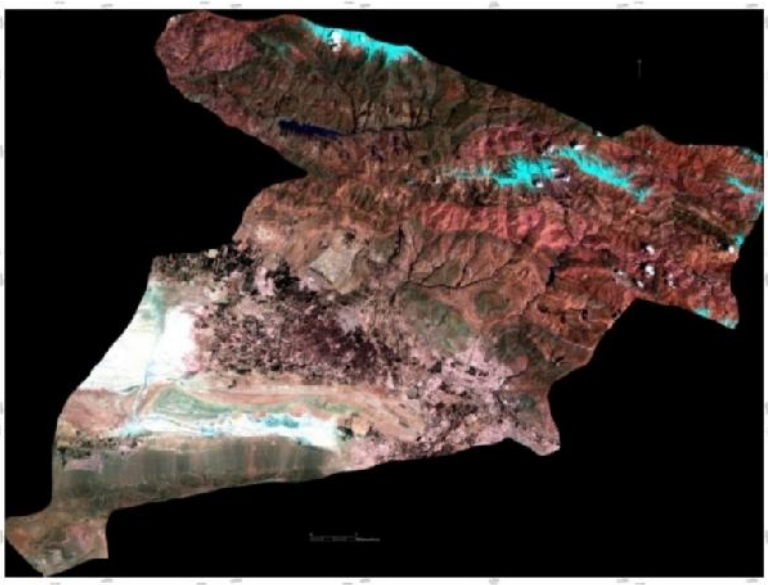
www.SID.ir

داده‌های ایستگاه‌های مرتبط با استان جمع‌آوری و پس از طبقه‌بندی و اصلاح مورد استفاده قرار گرفت. در شهرستان‌هایی که داده‌های ایستگاه مطابق با زمان مورد نیاز و از نظر موقعیت و ارتفاع با ارتفاع متوسط حوزه تطابق داشت، از داده‌های ایستگاه مذکور استفاده شد و در سایر موارد از روش درون‌یابی ( IDW: Inverse distance weighted) استفاده شد. از نظر ریاضی IDW به‌صورت زیر بیان می‌شود (Ole & Wolfgang, 2002).

$$Z_j^* = \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{z_i}{h_{ij}^{\beta}}}{\sum_{i=1}^{n} \frac{1}{h_{ij}^{\beta}}} \qquad ۱$$

$Z_j^*$= ارزش ارزیابی شده در نقطه j، $Z_i$ = ارزش در نقطه i، i= مختصات برای نقاط همسایه، j= مختصات برای نقاط برآورد شده، $h_{ij}$ = مسافت بین نقطه برآورد شده و نقاط همسایه و ß= توان وزنی

تصاویر مورد استفاده در این تحقیق مربوط به ماهواره‌های Landsat5 (TM) و Landsat7 (ETM+) می‌باشد. با توجه به زمان حداکثر رشد پوشش گیاهی در استان البرز از تصاویر ماه می (۱۰ اردیبهشت تا ۱۰ خرداد) از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱ استفاده شد. سری ماهواره‌های لندست پروژه‌ای مشترک میان ناسا و سازمان زمین‌شناسی و منابع طبیعی ایالات متحده است که ساخت و آزمایش‌های آنها زیر نظر ناسا انجام شده است. در تحقیق حاضر پس از انجام تصحیحات هندسی و اتمسفری تصاویر شاخص NDVI با استفاده از نرم‌افزار ENVI4.8 محاسبه شد. از آنجایی‌که تصاویر خروجی حاصل از شاخص دامنه کوتاهی (۱ تا ۱–) داشت، برای رفع این مسئله تصاویر خروجی به‌طور همزمان در دامنه ۲۵۵–۰ قرار داده شد. در پایان تصاویر خروجی به‌طور جداگانه در ابعاد استان، شهرستان و مراتع با استفاده از نرم‌افزار ArcMap10 برش داده شد. به‌منظور تعیین حد و مرز مراتع محدوده مطالعاتی نقشه کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ۲۹ می سال ۲۰۱۱ تهیه و محدوده مراتع از سایر کاربری‌ها جدا و نقشه آن تهیه شد. برای این کار از بین روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده دقیق‌ترین و پر استفاده‌ترین روش که روش حداکثر احتمال (Maximum Likelihood) است مورد استفاده قرار گرفت. برای تهیه نقشه موقعیت مراتع ترکیبی از روش نمونه‌های آزمایشی، واقعی (تعلیمی) و تفسیر بصری استفاده شد.



شکل ۱- تصویر پایه لندست تی ام برای تهیه نقشه مرز مراتع به تاریخ ۲۹ می سال ۲۰۱۱ با ترکیب باندی ۳،۷ و۲

**روش تحلیل آماری**

تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS

www.SID.ir

9.3 و SPSS و روش‌های آنالیز طرح بلوک کامل تصادفی و رگرسیون چند متغیره خطی انجام شد. تنها تفاوت این روش با رگرسیون حداقل مربعات معمولی، استفاده از چند متغیر مستقل می‌باشد. از آنجایی‌که در این مدل متغیر وابسته و مستقل مشخص است، ضرایب رگرسیون و عرض از مبدأ مشخص می‌گردد.

$$Y=\sim+ {}_1X_1+ {}_2X_2+\cdots+ {}_KX_K+£ \qquad ۲$$

Y= متغیر وابسته، α= عرض از مبدأ، β= ضریب رگرسیون، X= متغیرهای مستقل و ε= خطای تصادفی می‌باشد (Anderson & holte, 1981)، که در اینجا NDVIماه می متغیر وابسته و فاکتورهای اقلیمی متغیر مستقل می‌باشند. برای مدل‌سازی شاخص پوشش گیاهی بر اساس متغیرهای اقلیمی یک مدل خطی چندگانه برای هر شاخص ساخته شد. برای آزمون صحت برازش از آماره مالو و تورم واریانس و همچنین نمودار باقیمانده‌ها استفاده شد (امید ریاضی آماره مالو برابر با تعداد پارامترهای باقیمانده در مدل است). عدد مربوط به آخرین متغیر، آماره مدل است. تورم واریانس نیز نباید از ۱۰ بیشتر شود. برای انتخاب متغیرها از روش stepwise استفاده شد.

## نتایج

### عوامل اقلیمی

جدول ۱ تغییرات متوسط بارندگی، دما و رطوبت نسبی را به تفکیک سال و شهرستان نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل‌ها مشاهده می‌گردد. از نظر بارش و دما شهرستان‌های کرج و طالقان رفتار مشابه و ساوجبلاغ و نظرآباد رفتار مشابه دارند. اما در تغییرات رطوبت الگوی خاصی مشاهده نمی‌شود. در کرج، طالقان، نظرآباد و اشتهارد بالاترین میزان بارندگی مربوط به سال ۲۰۰۷ و در ساوجبلاغ سال ۲۰۰۶ است. بالاترین میزان دما در کرج و طالقان مربوط به سال ۲۰۰۶ و ۲۰۱۰، در ساوجبلاغ و اشتهارد مربوط به سال ۲۰۱۰، در نظرآباد ۲۰۰۷ است.

**جدول ۱- متوسط بارندگی (میلی‌متر)، دما (درجه سلیسیوس) و رطوبت (درصد) به تفکیک سال و شهرستان (میلی‌متر)**

| شهرستان | عوامل اقلیمی | ۲۰۰۰ | ۲۰۰۱ | ۲۰۰۲ | ۲۰۰۳ | ۲۰۰۶ | ۲۰۰۷ | ۲۰۰۹ | ۲۰۱۰ | ۲۰۱۱ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| کرج | بارندگی | ۴۷۳ | ۴۵۹ | ۷۵۸ | ۷۵۳ | ۷۷۱ | ۸۸۴ | ۷۱۹ | ۷۰۷ | ۷۲۴ |
| | دما | ۸/۲ | ۸/۴ | ۸/۵ | ۸/۳ | ۹/۳ | ۸/۲ | ۸/۵ | ۹/۳ | ۸/۵ |
| | رطوبت | ۴۹/۳ | ۵۱/۱ | ۵۰/۵ | ۴۸/۷ | ۴۹/۱ | ۴۶/۲ | ۴۷/۳ | ۶۴/۵ | ۶۸ |
| طالقان | بارندگی | ۵۷۸ | ۴۰۹ | ۶۹۴ | ۸۴۱ | ۷۴۲ | ۹۳۷ | ۷۰۷ | ۸۱۲ | ۸۵۶ |
| | دما | ۱۱/۲ | ۱۱/۲ | ۱۱/۳ | ۱۰/۸ | ۱۱/۵ | ۹/۹ | ۱۰/۵ | ۱۱/۴ | ۱۱/۲ |
| | رطوبت | ۴۷/۹ | ۵۱/۱ | ۵۲/۶ | ۵۰/۴ | ۴۹/۳ | ۵۴/۳ | ۵۴/۳ | ۵۳/۹ | ۴۸/۱ |
| ساوجبلاغ | بارندگی | ۲۷۰ | ۳۷۴ | ۴۰۲ | ۵۳۲ | ۳۴۸ | ۴۱۱ | ۳۴۸ | ۳۹۶ | ۳۶۲ |
| | دما | ۱۴/۲ | ۱۴/۹ | ۱۳/۱ | ۱۲/۶ | ۱۴/۸ | ۱۳/۳ | ۱۳/۷ | ۱۵ | ۱۴/۲ |
| | رطوبت | ۴۳/۳ | ۴۹ | ۴۹/۳ | ۳۹/۹ | ۴۵/۴ | ۵۲/۲ | ۵۰/۳ | ۴۸/۴ | ۴۸/۸ |
| نظرآباد | بارندگی | ۱۶۴ | ۲۵۰ | ۲۵۴ | ۲۷۴ | ۱۹۵ | ۳۰۴ | ۲۲۶ | ۲۹۵ | ۲۶۴ |
| | دما | ۱۴/۱ | ۱۴/۱ | ۱۴ | ۱۳/۹ | ۱۴/۷ | ۱۳/۳ | ۱۳/۴ | ۱۴/۱ | ۱۳/۷ |
| | رطوبت | ۴۳/۷ | ۴۹/۳ | ۴۵/۹ | ۴۹/۹ | ۴۶/۵ | ۵۱/۳ | ۴۷/۳ | ۴۹/۸ | ۴۹/۹ |
| اشتهارد | بارندگی | ۱۱۳ | ۲۵۸ | ۱۹۳ | ۲۲۷ | ۲۰۷ | ۳۱۷ | ۲۱۹ | ۲۶۰ | ۲۲۰ |
| | دما | ۱۲/۵ | ۱۳ | ۱۳/۲ | ۱۲/۸ | ۱۳/۱ | ۱۲/۸ | ۱۲/۱ | ۱۲/۴ | ۱۲/۵ |
| | رطوبت | ۴۸/۱ | ۵۳/۹ | ۵۰/۷ | ۵۵/۷ | ۵۱ | ۵۶/۲ | ۵۳/۸ | ۵۵/۹ | ۵۶/۸ |

Archive of SID

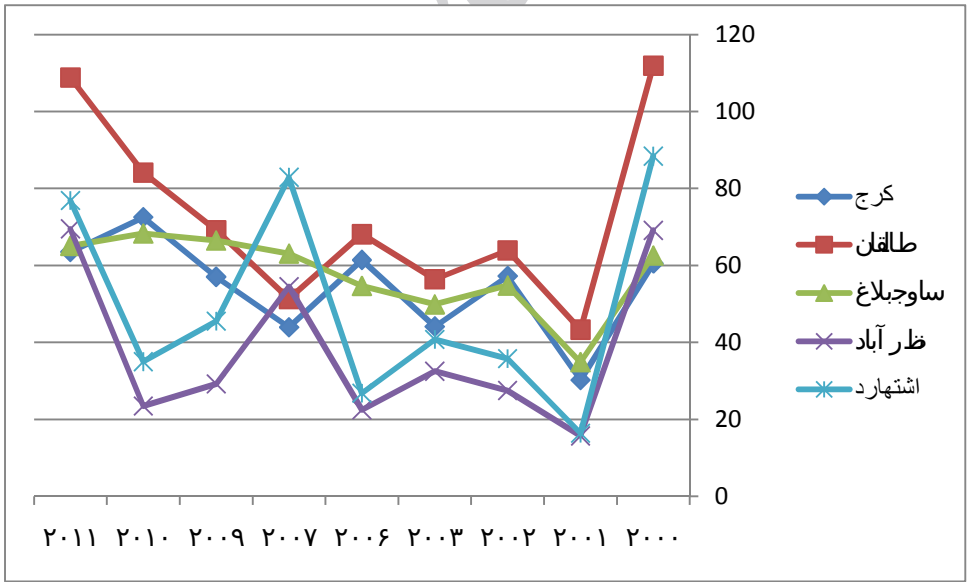
www.SID.ir

### شاخص پوشش گیاهی

شکل ۲ متوسط شاخص پوشش گیاهی تفاضل نرمال شده در ماه می، بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۱را نشان می‌دهد. همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود پس از کاهش شدید شاخص در سال ۲۰۰۱ یک روند سعودی تا سال ۲۰۱۱ دیده می‌شود. شهرستان طالقان بالاترین میزان پوشش گیاهی را نشان می‌دهد و کمترین میزان مربوط به نظرآباد است که این امر ناشی از اختلاف در تنوع و درصد پوشش گیاهی مراتع مناطق مورد نظر است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود شاخص پوشش گیاهی در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۱ بیشترین مقدار را دارد. از طرف دیگر مقدار شاخص در سال‌هایی که با حرف B نشان داده شده یعنی سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۰۶، ۲۰۰۷، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ یکسان هستند. البته کمترین مقدار شاخص مربوط به سال ۲۰۰۱ است.

جدول ۲- مقایسه میانگین بین سال‌های مختلف

| سال | N | میانگین | گروه‌بندی | |
|---|---|---|---|---|
| ۲۰۰۰ | ۵ | ۷۸/۵ | A | |
| ۲۰۱۱ | ۵ | ۷۶/۷۶ | A | |
| ۲۰۰۷ | ۵ | ۵۹/۱۴ | B | |
| ۲۰۱۰ | ۵ | ۵۶/۶۸ | B | |
| ۲۰۰۹ | ۵ | ۵۳/۴۶ | B | |
| ۲۰۰۲ | ۵ | ۴۷/۸۴ | B | |
| ۲۰۰۶ | ۵ | ۴۶/۷ | B | |
| ۲۰۰۳ | ۵ | ۴۴/۷۴ | B | C |
| ۲۰۰۱ | ۵ | ۲۸ | | C |




شکل ۲- متوسط تغییرات شاخص پوشش گیاهی تفاضل نرمال شده در ماه می به تفکیک شهرستان

### نتایج تجزیه واریانس

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود نتایج آنالیز واریانس وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال کمتر از ۰/۰۰۰۱ را در بین سال‌های مختلف و سطح احتمال

www.SID.ir

۰/۰۰۰۱ را در بین مناطق مختلف نشان می‌دهد. بنابراین برای تفسیر نتایج و تشخیص اختلافات معنی‌دار بین مناطق مختلف آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ انجام شد. نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد که شهر طالقان به‌طور معنی‌داری بالاترین شاخص NDVI را در ماه می داراست. پس از آن شهرهای ساوجبلاغ و کرج قرار دارند که در اینجا نیز بر اساس آنالیز دارای شاخص پوشش یکسان هستند و پس از آنها به‌ترتیب شهرهای اشتهارد و نظرآباد با اختلاف معنی‌داری کمتر هستند. اما در این ماه اختلاف بین دو شهر اشتهارد و نظرآباد با وجود بالا بودن معنی‌دار نشد که این امر ناشی از بالا بودن انحراف معیار نمونه‌ها (RMSE) در نتیجه بالا بودن واریانس نمونه‌هاست.

**جدول۳- خروجی آنالیز واریانس شاخص NDVI-May**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | مقدار F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| سال | ۸ | ۹۹۸۰/۳۰ | ۱۲۴۷/۵۴ | ۶/۹۱ | <۰/۰۰۰۱ |
| منطقه | ۴ | ۵۷۵۲/۱۷ | ۱۴۳۸/۰۴ | ۷/۹۷ | ۰/۰۰۰۱ |
| اشتباه | ۳۲ | ۵۷۷۳/۳۲ | ۱۸۰/۴۲ | | |
| کل | ۴۴ | ۲۱۵۰۵/۷۹ | | | |
| | | RMSE=۱۳/۴ | CV=۲۴/۶ | R۲=۰/۷۳۱ | |

**جدول۴- مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵**

| گروه‌بندی | | میانگین | N | منطقه |
|---|---|---|---|---|
| | A | ۷۲/۹۸۹ | ۹ | طالقان |
| | B | ۵۷/۷۶۷ | ۹ | ساوجبلاغ |
| | B | ۵۴/۴۷۸ | ۹ | کرج |
| C | B | ۴۹/۸۳۳ | ۹ | اشتهارد |
| C | | ۳۸/۲۲۲ | ۹ | نظرآباد |

**– نتایج رگرسیون چند متغیره ماه می**

جدول ۵ نتایج مدل برازش شده به شاخص NDVI در ماه می است. کاملا واضح است که میزان ضریب تعیین مدل کاهش چشمگیری داشته که این امر به دلیل بالا بودن تغییرات این شاخص در ماه می است. این نوسان‌ها باعث افزایش ضریب تغییرات و انحراف معیار به میزان دو برابر شده است. در جدول ۶ نیز وابستگی با نزولات مشخص است. البته شکل ۳ روند خاصی را در باقیمانده‌ها نشان نمی‌دهد و نشان‌دهنده صحت مدل است.

**جدول ۵- آنالیز واریانس مدل برازش شده**

| منبع تغییرات | درجه آزادی | مجموع مربعات | میانگین مربعات | مقدار F | سطح معنی‌داری |
|---|---|---|---|---|---|
| مدل | ۵ | ۱۰۷۱۳ | ۲۱۴۲/۶ | ۷/۷۴ | <۰/۰۰۰۱ |
| اشتباه | ۳۹ | ۱۰۷۹۳ | ۲۷۶/۷ | | |
| کل | ۴۴ | ۲۱۵۰۶ | | | |
| ضریب تعیین اصلاحی= | ۰/۴۳ | ضریب تغییرات= | ۳۰/۴ | انحراف معیار= | ۱۶/۶۳ |

**جدول ۶- پارامترهای برآورد شده در مدل**

| متغیر | پارامتر برآوردی | سطح معنی‌داری | آماره مالو (Cp) | تورم واریانس |
|---|---|---|---|---|
| ضریب ثابت | ۴۳/۶۲ | <۰/۰۰۰۱ | – | ۰/۰ |
| بارندگی سالانه | –۰/۰۹۳۱۷ | ۰/۰۰۲۱ | ۲۱ | ۷/۳۵ |
| بارندگی شهریور | ۰/۳۲۳۲۹ | ۰/۰۰۹۸ | ۱۶/۵ | ۱/۶۷ |

Archive of SID

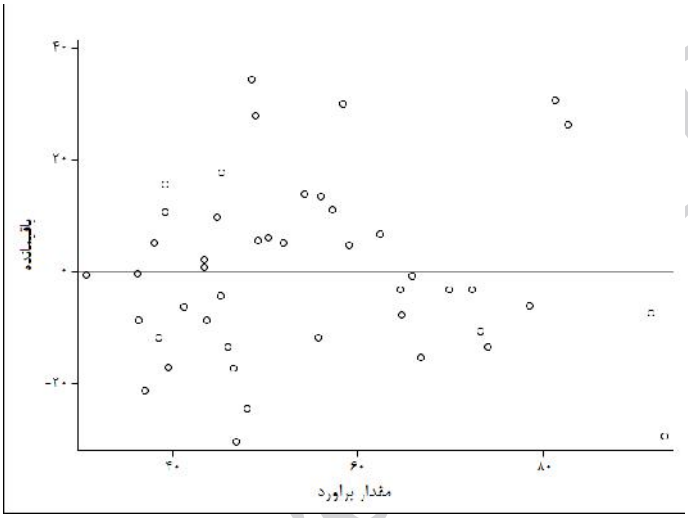
www.SID.ir

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| بارندگی اسفند | ۰/۲۷۰۷۴ | ۰/۰۳۷۷ | ۱۱ | ۳/۶۹ |
| بارندگی بهمن | ۰/۲۳۹۲۵ | ۰/۰۰۱۲ | ۷ | ۲/۱۹ |
| بارندگی آبان | ۰/۳۴۷۹۲ | ۰/۰۰۰۴ | ۴/۶ | ۲/۶۱ |

**مدل رگرسیون چند متغیره**

بر اساس نتایج، این شاخص در ماه می به‌ترتیب بارندگی ماه‌های آبان، شهریور، اسفند، بهمن و سالانه بیشترین اثر مثبت را برای رشد گیاهان مرتعی داشته است.

NDVI-May=۴۳/۶۲- ۰/۰۹۳۱۷×بارندگی سالانه +۰/۳۲۳۲۹ × بارندگی شهریور + ۰/۲۷۰۷۴ بارندگی
۰/ ۳۴۷۹۲× بارندگی آبان + ۰/۲۳۹۲۵ × بارندگی بهمن +اسفند×




**شکل۳- باقیمانده‌های مدل NDVI در ماه می در مقابل مقدار برآوردی**

## بحث

مقایسه میانگین‌ها در سطح احتمال ۰/۰۵ نشان می‌دهد که شهرستان طالقان به‌طور معنی‌داری بالاترین شاخص NDVI را در ماه می (۱۰اردیبهشت تا ۱۰خرداد) داراست. پس از آن شهرهای ساوجبلاغ و کرج قرار دارند و این دو بخش بر اساس آنالیز دارای شاخص پوشش یکسان نیز هستند و پس از آنها به‌ترتیب شهرهای اشتهارد و نظرآباد با اختلاف معنی‌داری کمتر قرار دارند. اما در این ماه اختلاف بین دو شهر اشتهارد و نظرآباد با وجود بالا بودن معنی‌دار نشد که این امر ناشی از بالا بودن انحراف معیار نمونه‌ها در نتیجه بالا بودن واریانس نمونه‌هاست. در نتایج مدل برازش شده به شاخص NDVI کاملا واضح است که میزان ضریب تعیین مدل کاهش چشمگیری داشته (۴۳/.) که این امر به دلیل بالا بودن تغییرات این شاخص در ماه می است که می‌تواند ناشی از تفاوت فاکتورهای اقلیمی در محدوده زمانی و مکانی مورد مطالعه و به دنبال آن تغییرات پوشش گیاهی در بین سال‌های مختلف باشد. این نوسان‌ها باعث افزایش ضریب تغییرات و انحراف معیار شده است. بر اساس مدل بدست آمده به‌ترتیب بارندگی ماه‌های آبان، شهریور، اسفند، بهمن و متوسط سالانه بیشترین اثر مثبت را برای رشد گیاهان مرتعی داشته است و سایر فاکتورهای دما و رطوبت نسبی رابطه معنی‌داری با پوشش گیاهی ماه می ندارد. مقایسه نتایج تحقیق حاضر با تحقیق فتح‌نیا (۱۳۸۹) که به ارتباط خیلی کم رطوبت نسبی با مقدار NDVI در طول دوره ۲۰ ساله اشاره می‌کند و Malo و Nicholson (۱۹۹۰) و Davenport و Nicholson (۱۹۹۳) و Justice و

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران (۱۹۸۶) که بیان کردند یک تأخیر بین اوج بارش و پاسخ اوج NDVI وجود دارد و همچنین همبستگی بهتری بین NDVI و بارش دو ماه قبل از آن وجود دارد، مطابقت دارد و وجود رابطه بین شاخص پوشش گیاهی ماه می و بارندگی ماه‌های بهمن و اسفند را توجیه می‌کند. رابطه متوسط رطوبت سالیانه با شاخص پوشش گیاهی یک امر بدیهی و قابل پیش‌بینی است و با نتایج Kawabata و همکاران (۲۰۰۱) سازگاری نشان می‌دهد که کاهش مقدار فعالیت گیاه در برخی مناطق خشک و نیمه‌خشک نیمکره جنوبی را ناشی از کاهش بارش سالیانه می‌داند. رابطه بارندگی ماه‌های شهریور و آبان با شاخص پوشش گیاهی ماه می می‌تواند ناشی از تقویت پوشش گیاهی اراضی قشلاقی استان که در ماه‌های مذکور رویش دارند و اثر آن بر روی پوشش ماه می‌باشد و یا در اثر ذخیره نزولات در خاک و آبهای زیرزمینی بر روی پوشش گیاهی باشد و همچنین با نتایج تحقیق Chen و همکاران (۲۰۰۵) در ارتباط بارش با NDVI مطابقت دارد، اما در عنصر دما مطابق نیست که همبستگی گیاه را با دما مثبت ارزیابی کرده‌اند. نتایج تحقیق Chen و همکاران (۲۰۰۵) که همبستگی منفی تاریخ شروع و پایان فصل رشد را با دمای میانگین پیشنهاد دادند، که مطابقت کامل ندارد، همچنین با نتایج تحقیق Yu و همکاران (۲۰۰۴) نیز در شمال مغولستان مطابق نمی‌باشد که دما را عنصر آب و هوایی محرک در رشد پوشش گیاهی می‌دانستند. علت عدم رابطه شاخص مورد مطالعه با دما استفاده از تصاویر یک ماه خاص در تمام سال‌ها و نوسانهای کم دماست. پیش‌بینی می‌شود با محاسبه شاخص پوشش گیاهی ماه‌های مختلف اثر دما بارزتر شود. متوسط شاخص پوشش گیاهی در سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۱۱ بیشترین مقدار را دارد و در سال‌های ۲۰۰۲، ۲۰۰۶، ۲۰۰۷، ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ یکسان است. کمترین مقدار شاخص مربوط به سال ۲۰۰۱ است. روند تغییرات پوشش گیاهی نشان داد که بعد از سال ۲۰۰۰ میزان پوشش گیاهی کاهش یافته و در سال ۲۰۱۱ دوباره افزایش یافته است. اگرچه تغییرات مذکور مربوط به ماه می است اما با توجه به اینکه حداکثر رویش در این دوره اتفاق می‌افتد می‌توان به کل سال ارتباط داد. عمده‌ترین علت این تغییرات عوامل اقلیمی است. نتایج، مهمترین عامل مؤثر را بارندگی به ترتیبی که ذکر شد نشان داد.

## منابع مورد استفاده


- چنار، علیرضا، ۱۳۸۰. ارزیابی و نظارت بر خشکسالی در استان‌های آذربایجان‌شرقی، غربی و اردبیل با استفاده از تصاویر AVHRR. پایان‌نامه ارشد، دانشگاه تربیت مدرس.
- زبیری، م. و مجد، ع، ۱۳۸۸. آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه تهران، ایران، ۳۱۷ ص.
- فتح‌نیا، ا...،۱۳۸۹. مدل‌سازی و ارزیابی وردایی شاخص گیاهی اختلاف نرمال‌شده (NDVI) بر اساس فاکتورهای اقلیمی در ایران. رساله دکتری جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم انسانی دانشگاه تربیت مدرس.
- مقدم، م.، ۱۳۷۷. مرتع و مرتعداری. انتشارات دانشگاه تهران، ایران، ۴۷۰ ص.

-Anderson, J. E. and holte, R. E., 1981. Vegetation development over 25 years without grazing on sagebrush dominated rangeland in southeastern Idaho. Journal of Rangemanagement, 34:25-29.

-Chen, H., Zou, C., Liu, Y., Xu, X., and Wang, S., 2005. Variations of NDVI and the relationship with climate in Huang- Huai- Hai region of China in 1981-2001, Remote sensing and modeling of ecosystems for sustainability II. Proceedings of SPIE, No:5884(SPIE, Bellingham, WA).

-Davenport, M. L. and Nicholson, S. E., 1993. The relation between rainfall and the normalized difference vegetation index for diverse vegetation types in east Africa. International Journal of Remote Sensing, 14: 2369–2389.

-Di, L., Rundquist, D. C. and Han, L., 1994, Modeling relationships between NDVI and precipitation during vegetation growth cycles, International Journal of Remote Sensing, 15: 2121–2136.

-Justice, C. O., Holben, B. N. and Gwynne, M. D., 1986. Monitoring east African vegetation using AVHRR data. International Journal of Remote


Archive of SID

www.SID.ir

-Tucker, C. J., VanPraet, C. L., Sharman, M. J., Van Ittersum, G., 1985. Satellite remote sensing of total herbaceous biomass production in the Senegalese Sahel: 1980–1984. Remote Sensing of Environment,17, 233–249.

-Yang, Y., Yang, L. and Merchant, J. W., 1997. An assessment of AVHRR/NDVI-ecoclimatological relations in Nebraska, USA. International Journal of Remote Sensing, 18: 2161–2180.

-Yu, F., Price, K. P., Ellis, J. and Shi, P., 2004, Interannual variations of the grassland boundaries bordering the eastern edges of the Gobi desert in central Asia. International Journal of Remote Sensing, 25: 327–346.

Sensing, 7: 1453–1474.

-Kawabata, A., Ichii, K. and Yamaguchi, Y., 2001. Global monitoring of interannual changes in vegetation activities using NDVI and its relationships to temperature and precipitation, International Journal of Remote Sensing, 22: 1377–1382.

-Malo, A. R. and Nicholson, S. E., 1990. A study of rainfall and vegetation dynamics in the African Sahel using normalized difference vegetation index. Journal of Arid Environments, 19: 1–24.

-Ole, E. T. and Wolfgang, S., 2002. Applications of spatial interpolation of climatological and meteorological elements by the use of geographical information. COST, 719: 1-45.

Archive of SID

www.SID.ir

# Monitoring of vegetation changes in the growing season using satellite images and its relationship with climatic factors
# Case Study: Alborz Province

**M. Hoseini Tavassol[1*], H. Arzani[2], M. Farajzadeh Asal[3], M. Jafari[2] , S. Babaie Kafaki[4] and A. Kohandel[5]**

1*- Corresponding author, Assistant Professor, Institute of Development Studies of Iranian Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Tehran University, Karaj, Iran, Email: m_hosseini@acecr.ac.ir

2- Professor, Department of Reclamation of Arid and Mountainous Regions, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

3- Professor, Faculty of Geography, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

4- Assistant Professor, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University,Tehran, Iran

5- Associate Professor, Institute of Development Studies of Iranian Academic Center for Education, Culture and Research (ACECR), Tehran University, Karaj, Iran

Received:6/15/2013 Accepted:12/13/2013

## Abstract

This research was aimed to monitor the vegetation changes in the rangelands of Alborz province during 2000-2011 using satellite images as well as determining its relationship with climatic factors including average rainfall, temperature, and relative humidity. According to the results, the highest NDVI was recorded for Taleghan followed by Savojbolagh and Karaj, and then Eshtehard and Karaj with less significant difference. Based on the obtained model, the rainfall of November, December, January, February, and average annual rainfall had the most positive impact on the growth of range plants, while other factors including temperature and relative humidity had no significant relationship with the vegetation of the study period. According to the trend of vegetation changes, the amount of vegetation has been reduced after year 2000 and it has increased again in 2011.

**Keywords:** NDVI, Alborz Province, rangeland, vegetation monitoring, satellite images

Archive of SID

www.SID.ir