فصلنامه انسان و محیط زیست، شماره ۴۴، بهار ۹۷

بررسی تغییرات NDVI حاصل از تیپ پوشش گیاهی یکسان در طبقات مختلف دمایی کوهستان (مطالعه موردی: کوهستان شیرکوه استان یزد)

حسان اخوان [۱]

سولماز عموشاهی [۲*]

Solmazamooshahi@gmail.com

احد ستوده [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۲/۰۳ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۱۰/۱۵**

چکیده

کوهستان شیرکوه در استان یزد به وسیله نواحی گرم و خشک احاطه شده است. این کوهستان سردترین مناطق استان را به خود اختصاص داده است. موقعیت جغرافیایی این منطقه سبب شده که اکوسیستم آن بسیار حساس بوده و پوشش گیاهی نقش به سزایی در آب و هوا و معیشت مردم داشته باشد.

در مطالعه حاضر جهت بررسی تغییرات اقلیمی از تصاویر ماهواره‌ای، تکنولوژی سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی استفاده شد. در این راستا با استفاده از نمونه‌گیری‌ها، داده‌های اقلیمی و داده‌های ماهواره‌ای رابطه‌ی میان تغییرات دما(به عنوان شاخص اقلیم) و تغییرات میزان پوشش گیاهی در دو ماه گرم و سرد به دست آمد.

نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که در ماه آوریل از دمای کم به دمای زیاد میزان NDVI افزایش می‌یابد و در ماه ژوئن تا دمای ۱۱ درجه با افزایش دما، میزان NDVI افزایش و پس از آن کاهش می‌یابد.

NDVI تیپ های گیاهی یکسان در طبقات مختلف دمایی منطقه دارای اختلاف بود و این اختلاف در شاخص NDVI در طبقات دمایی مختلف در ماه گرم‌تر مثل ژوئن کم‌تر و در ماه سرد مثل آوریل بیش‌تر می‌باشد. از نتایج این مطالعه می‌توان این‌گونه استنباط کرد که تغییرات NDVI تیپ های گیاهی یکسان در ماه‌های مختلف سال با افزایش ارتفاع و تغییر طبقات دمایی بین رویشگاه‌های سرد و گرم در یک منطقه‌ی کوهستانی می‌تواند تحت تاثیر افزایش دمای محیط کم‌تر شود. بنابراین این عامل می تواند به عنوان شاخص مناسبی برای ارزیابی تغییرات اقلیم به کار رود.

کلمات کلیدی: کوهستان شیرکوه، NDVI، تغییر دما، تغییر اقلیم.

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

۲- دانشجوی دکتری آمایش محیط‌زیست، گروه محیط زیست، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گلستان، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۳- استادیار گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد، یزد، ایران.

مقدمه

اطلاع از سبزینگی گیاهان در هر مرحله از رشد، نتایج مهمی در زمینه چگونگی تامین آن گیاه و نیز مدیریت بهینه منطقه مورد مطالعه به همراه دارد. میزان سبزینگی در واقع بیانگر عواملی است که در رشد گیاه موثر بوده و از آن جمله می‌توان به متغیرهای هواشناسی، فیزیولوژیکی و نهاده‌های زراعی اشاره کرد(۱). از طرف دیگر می‌توان گفت که عوامل هواشناسی مهم‌ترین تاثیر را در عملیات کشاورزی دارند. این امر به گونه‌ای است که حتی پراکنش گونه‌های گیاهان طبیعی و زراعی در عرض‌ها و ارتفاعات مختلف یک منطقه تحت تاثیر عوامل هواشناسی و به خصوص بارندگی و دما قرار می‌گیرد(۲). در سال‌های اخیر تغییرات اقلیمی تاثیر زیادی بر روی سیستم‌های زیستی جهان داشته است (۳، ۴، ۵). این تغییرات از عواملی است که سالیانه تاثیرات بسیار گوناگونی بر روی گیاهان دارد. به دست آوردن این تغییرات می‌تواند روش مناسبی برای یافتن راه حل مناسب در کنترل مکانیسم‌ها و بهبود اکوسیستم‌های خشکی مهم باشد(۶). این تغییرات و تاثیر آن‌ها امروزه به خصوص در کوهستان‌ها بسیار مشهود بوده و بر فون و فلور این اکوسیستم‌های حیاتی تاثیر به سزایی داشته است. از این رو تلاش در جهت شناخت و مدیریت بهینه اکوسیستم‌های کوهستانی یکی از اولویت‌های مهم مباحث محیط‌زیست و مدیریت آن می‌باشد. از طرف دیگر، با توجه به قابلیت‌های بالای تصاویر ماهواره‌ای نظیر به هنگام بودن، چند طیفی بودن، تکراری بودن، پوشش وسیع و افزایش روز افزون قدرت تفکیک مکانی می‌توان از این ابزار جهت مطالعه و بررسی عوامل مختلف مانند تغییرات اقلیمی استفاده کرد. لایه‌های اطلاعاتی دقیق و مطمئن را می‌توان توسط فناوری سنجش از دور (RS)[1] تهیه نموده و با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)[2] (به عنوان یک فناوری رایانه‌ای با استفاده از لایه های اطلاعاتی موجود) موارد مربوط به مدیریت لایه ها و تلفیقشان برای نیل به اهداف مورد نظر و نیز توسعه منابع‌طبیعی را به انجام رساند(۱و۷). در مطالعه حاضر با استفاده از دو تکنیک سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی بر آن شدیم که با استفاده از تکنولوژی سنجش از دور و نیز سیستم اطلاعات جغرافیایی و با بهره‌گیری از تصاویر ماهواره لندست، سنجنده ETM^+ ارتباط بین پوشش‌گیاهی منطقه و طبقات دمایی موجود در ارتفاعات گوناگون را به دست آوریم.

سوابق تحقیق

در این مقاله سعی شده است تا اختلاف رویش گیاهی در طبقات دمایی کوهستان مطالعه و از نتایج آن در بررسی روند تغییرات اقلیمی استفاده شود. تحقیقات مشابهی در ایران و نیز در جهان بر مبنای تاثیر اقلیم بر روی پوشش گیاهی صورت گرفته است: در تحقیقی که فرج زاده و همکاران در ۱۳۸۹، در ناحیه زاگرس به انجام رساندند، این گونه بیان شد که تراکم پوشش گیاهی بر اساس ارتفاع بوده و توزیع فضایی پوشش گیاهی با شرایط اقلیمی ارتباط زیادی دارد. توزیع و تراکم پوشش گیاهی از عناصر اقلیمی هر منطقه متاثر است که مهم‌ترین آنها بارش و دما است. داده‌های سنجش از دور از موثرترین داده‌ها در ارتباط بین گیاه و اقلیم است، زیرا تصاویر از توالی مقیاس‌های فضایی و زمانی برخوردارند. همچنین مطالعه تصاویر ماهواره‌ای نیازمند شاخص هوایی برای پوشش گیاهی است و مهم‌ترین شاخص در این زمینه، شاخص اختلاف گیاهی نرمال شده است. طاهرزاده در سال ۱۳۸۵، با استفاده از شاخص بارش استاندارد شده[3]، NDVI[4] و شاخص حرارت سطحی[5]دریک دورهٔ هجده ساله، به بررسی خشکسالی درحوضهٔ آبریز میناب پرداخت. نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص بارش استاندارد شده با NDVI همبستگی مثبت داشته و با افزایش مقادیر بارش استاندارد شده مقادیر NDVI افزایش می‌یابد. میزان همبستگی بین این دو شاخص درفصلهای کم باران کمتر شده و پس از شروع بارش ودورهٔ شروع رویش

1-Remote Sensing
2-Geographic Information System

3-Standard Precipitation Index (SPI)
4-Normalized Difference Vegetation Index
5-Land Surface Temperature (LST)

گیاهی همبستگی فضایی افزایش می‌یابد. همچنین بین شاخص حرارت سطحی و شاخص بارش استاندارد شده همبستگی منفی وجود دارد. مرادزاده در ۱۳۸۳ با استفاده ازتصاویرماهوارهای لندست در دو دوره زمانی ۱۹۸۹ و ۲۰۰۰ ترسالی‌ها وخشکسالی‌ها را مورد مطالعه قرار داد و با بررسی مساحت پوشش‌گیاهی به دست آمده ازشاخص‌های گیاهی به این نتیجه رسید که شاخص ARVI[1] ترسالی سال ۱۹۸۹ وخشکسالی سال ۲۰۰۰ رابهتر نشان داده است. نیتی میشرا و گارگی چادوری در سال ۲۰۱۵ در مطالعه‌ای بر روی کوهستان هیمالیا با استفاده از ابزار سنجش از دور به بررسی روند رشد فصلی گیاهان منطقه و NDVI این گیاهان در طول ماه‌های مختلف بر اساس ارتفاع پرداختند. در این بررسی از تصاویر ماهواره MODIS استفاده شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در مناطق با ارتفاع کم‌تر از ۸۰۰ متر روند منفی در میانگین سالیانه سبزینگی وجود داشت. همچنین این روند برای ارتفاع بین ۸۰۰ تا ۱۶۰۰ در اغلب مناطق مثبت و برای ارتفاعات بیش‌تر از ۱۶۰۰ نیز منفی به دست آمد. از طرف دیگر، نتایج NDVI فصلی در کوهستان مورد مطالعه نشان داد که در اکثر مناطق سبزینگی زودرس به چشم می‌خورد. در بررسی‌ای که وانگ و همکاران در سال ۲۰۱۵ بر روی تاثیر تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی بر روی پوشش گیاهی مناطق تپه‌ای جنوبی چین انجام دادند میزان NDVI با استفاده از تصاویر ماهواره MODIS در منطقه مورد مطالعه به دست آمده و آن‌گاه با استفاده از این داده‌ها و داده‌های اقلیمی سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ مشخص شد که میزان NDVI در طول فصل رشد تا ۰/۳٪ افزایش می‌یابد. همچنین مشخص شد که تغییرات اقلیمی و آب و هوایی می‌توانند نقش به سزایی در میزان پوشش گیاهی در قسمت‌های مختلف منطقه مورد مطالعه ایفا کند. هولمس و همکاران در سال ۲۰۱۵ به تلاش برای ایجاد راهکاری در راستای پیش‌بینی تغییرات توزیع پوشش گیاهی موجود در آینده پرداختند. در این مقاله با استفاده از داده‌های سنجش از دوری و همچنین با استفاده از تصاویر سنجنده AVHRR سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۷ مدلی برای پیش‌بینی پوشش گیاهی بسط داده شد. در نتیجه با استفاده از داده‌های موجود و مدل به وجود آمده راهکاری برای پیش‌بینی آینده پوشش گیاهی و تغییرات اقلیمی ایجاد شد. فوکه و همکاران در سال ۲۰۱۴ به بررسی روند زمانی و مکانی توالی پوشش گیاهی در منطقه‌ای در جنوب غربی چین بر اساس تکنولوژی سنجش از دور پرداختند. این مطالعه در چهار منطقه مختلف(شمال شرقی، جنوب شرقی، شمال غربی و جنوب غربی)، چهار ارتفاع مختلف (۱۵۰۰ تا ۱۸۰۰، ۱۸۰۰ تا ۲۱۰۰، ۲۱۰۰ تا ۲۴۰۰)، در چهار رده دمایی گوناگون(۰-۸، ۸- ۱۵، ۱۵- ۲۵، ۲۵- ۳۵) و در چهار جهت متفاوت(جهت آفتابی، نیمه آفتابی، نیمه ابری و ابری) انجام شد. نتایج مطالعه مورد بررسی نشان داد که پوشش گیاهی ثانویه منطقه مورد مطالعه به طور جدی در معرض خطر بوده و در نتیجه در این منطقه خطری بالقوه برای امنیت اکولوژیکی مشاهده می‌شود. در مطالعه‌ای که ژیمینگ و همکاران در سال ۲۰۱۳ بر روی تغییرات پوشش گیاهی کوهستان با استفاده از روش SL[2] در چین به انجام رساندند نشان دادند که روش مذکور گاها نسبت به سایر روش‌های برآورد پوشش گیاهی نتایج بهتری را ارایه می‌دهد. در این مطالعه، تجزیه زیستگاه مناطق جنگلی در دو منطقه کوهستانی مختلف با گذشت زمان به طور معناداری افزایش یافت. در این تحقیق هر دو رده پوشش گیاهی (مناطق کشاورزی و مناطق جنگلی با تراکم کم) در مناطق شمالی نسبت به مناطق جنوبی از انبوهی بیش‌تری برخوردار بود. بر طبق مطالعه‌ای که پی جون و همکاران در سال ۲۰۱۰ بر روی پوشش مناطق شهری کوهستانی شهر Xuzhou با استفاده از تصاویر ماهواره لندست بین سال‌های ۱۹۸۷ تا ۲۰۰۷ به انجام رسانید مشخص شد که پیشرفت مناطق شهری در این ناحیه، سبب از بین رفتن پوشش گیاهی کوهستان گردیده است. این تغییرات و کاهش پوشش گیاهی در دوره زمانی مورد مطالعه به

1-Atmospheric Resistant Vegetation Index

2-Surface Landscape

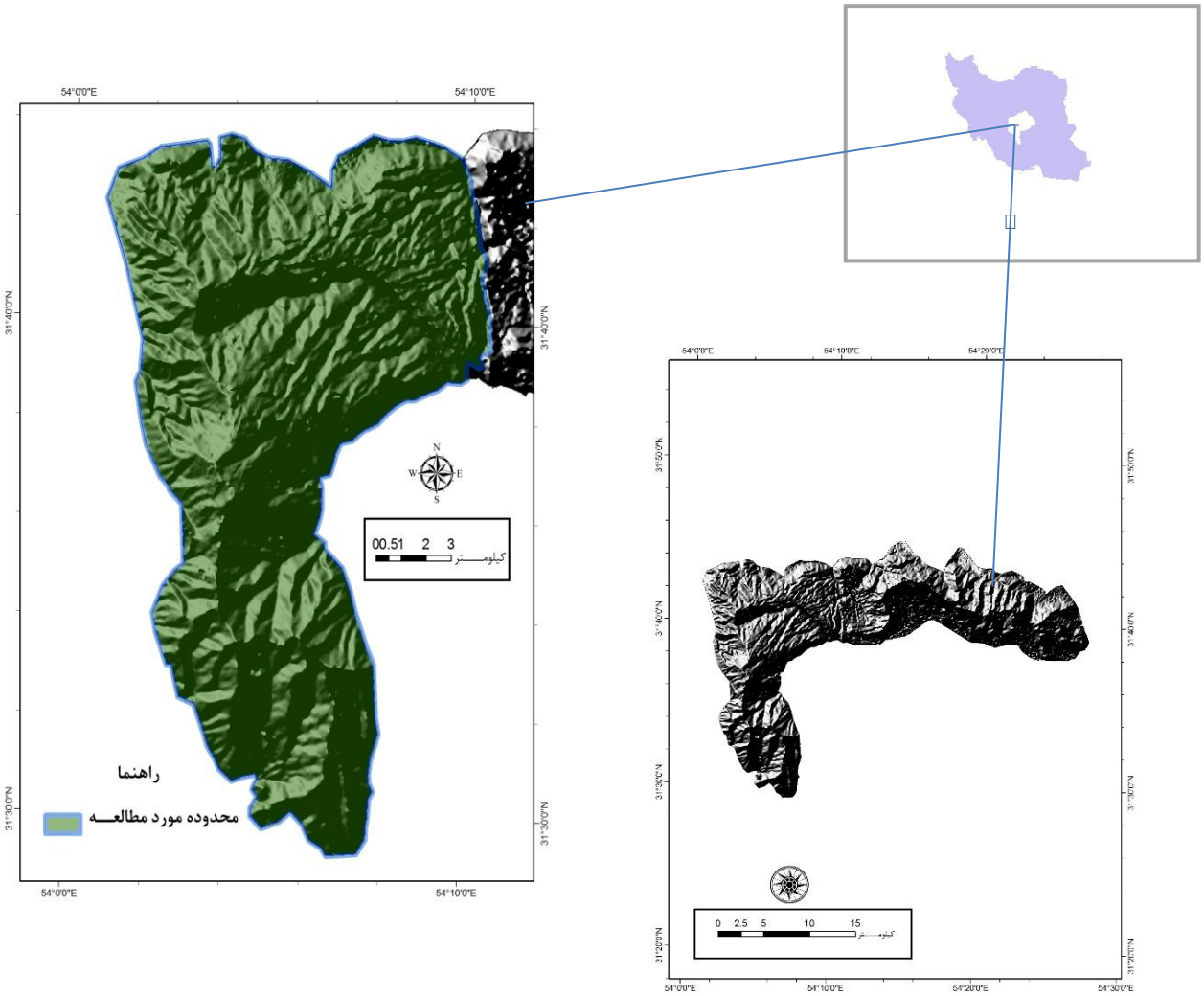
خوبی مشهود است. دیوداتو و بلوچی در سال ۲۰۰۷ همبستگی سبزینگی گیاه به تغییرپذیری بارش و دما را در تپه مونته پنیو[1] بررسی کردند. براساس این تحقیق بین سبزینگی گیاه و الگوهای آب و هوا همبستگی قوی وجود دارد. قابل ذکر است که در عرض‌های متوسط به بالا فعالیت‌های گیاهی با افزایش دما بیشتر شده ولی با کاهش بارش به ۲۵۰ میلی‌متر، ارتباط بین NDVI و بارش در فصل رشد درحواشی بیابان مانند ساحل آفریقا غیر قابل پیش‌بینی است. همچنین همبستگی بین NDVI و بارش در اوایل فصل رشد به علت تراکم بیش‌تر است. آبراهام جی میلر- راشینگ و همکاران در سال ۲۰۰۶ از تاخیر گل‌دهی گیاهان برای مطالعه تغییرات اقلیمی در آمریکا استفاده کردند. در این تحقیق مشخص شد که میانگین دما در ماه‌های مختلف می‌تواند در زمان گل‌دهی گیاهان مختلف تغییراتی را ایجاد کند. این تفاوت زمان گل‌دهی در گیاهانی که گلدهی تابستانه دارند مشهودتر است. تفاوت روش استفاده شده در مقاله اخیر در آن است که برای بررسی رویش گیاهان علاوه بر داده‌های میدانی و ایستگاه‌های سینپتیک از تصاویر ماهواره‌ای و روش‌های سنجش از دور نیز استفاده شده است. طی مطالعه‌ای که در سال ۲۰۰۴ در کشور چین بر روی ارتباط بین میزان NDVI و تغییرات دمایی ناشی از گرمایش جهانی در علفزارهای معتدل این کشور بین سال‌های ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۹ انجام گرفت، مشخص شد که این شاخص در منطقه مورد مطالعه سالانه به میزان ۰/۵٪ برای هر فصل رویش(آوریل تا اکتبر)، ۰/۶۱٪ در فصل بهار(آوریل تا می)، ۰/۴۹٪ برای فصل تابستان(ژوئن تا آگوست)، ۰/۶٪ برای پائیز(سپتامبر تا اکتبر) در دوره مورد بررسی افزایش داشته است. در نتیجه مشخص شد که علفزارهای مناطق معتدل جزو گیاهان نسبتا سازگار به تغییرات اقلیمی هستند. همچنین بیان شد که تغییرات اقلیمی برروی گیاهان بر حسب نوع گیاه و فصل مورد مطالعه متفاوت است. در تحقیقی که پی. ای. شالتز در سال ۱۹۹۳ بر روی ارتباط بین NDVI و بارش و دمای جهانی انجام دادند، پس از بررسی داده‌های ماهیانه به این نتیجه رسیدند که در مناطقی که فصل مرطوب به طور ناگهانی ظهور می‌کند، رویش گیاهان بلافاصله پس از اولین بارش رخ می‌دهد. در مناطق سرد نیز رویش گیاهان به واسطه دما کنترل شده و در نواحی گرم این رویش توسط هر دو عامل بارش و دما اداره می‌شود. به عبارت دیگر مناطق گرم نقش کم‌تری در الگوی فصلی پوشش گیاهی ایفا می‌کنند، چون در این مناطق نیاز زیادی به افزایش دما و یا بارش مشاهده نمی‌شود.

1- Monte Pino

مواد و روش ها

- منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد نظر مطالعه حاضر (شکل ۱) در کوهستان شیرکوه قرار دارد. کوهستان شیرکوه با مساحتی در حدود ۱۵۰۰کیلومترمربع و دامنه ارتفاعی بین ۱۵۰۰ تا ۴۰۷۵ متر در بین شهرستان‌های تفت، مهریز و نیر در عرض جغرافیایی ۵۴ درجه و ۵ دقیقه و ۲۰ ثانیه تا ۵۴ درجه و ۲۷ دقیقه و ۳۵ ثانیه شرقی و طول جغرافیایی ۳۱ درجه و ۲۷ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۴۶ دقیقه و ۳۰ ثانیه شمالی قرار گرفته است. کوهستان شیرکوه جزو سلسله کوه‌های مرکزی ایران محسوب می‌شود و در بخش‌های جنوبی و جنوب غربی استان یزد، با جهت شمال غربی-جنوب شرقی قرار گرفته است، بلندترین نقاط ارتفاعی استان یزد در این کوهستان قرار دارد که به نام قله شیرکوه با ارتفاع ۴۰۷۵ متر شناخته شده است (۱۸). براساس آمار موجود متوسط بارندگی سالانه منطقه ۱۳۳/۳ میلی‌متر، میانگین دمای سالیانه ۱۳/۴ و اقلیم حاکم بر منطقه نیمه‌خشک و تنها در برخی نقاط اقلیم نیمه‌مرطوب حاکم است (۱۹).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده‌ی مورد مطالعه در کوهستان شیرکوه

بر طبق آخرین مطالعات در خصوص فلور استان یزد، مظفریان در سال ۱۳۷۹، ۸۷۵ گونه گیاهی را در استان یزد شناسایی کرد. با شناسایی ۶۱۰ گونه در شیرکوه به عبارتی نزدیک به ۷۰ درصد فلور استان یزد در کوهستان شیرکو مشاهده می‌شود. این نسبت بالا در سطحی بسیار محدود نسبت به کل سطح استان، نشان از غنای بالای گونه‌ای در منطقه دارد (۱۸). از لیست ۶۱۰ گونه شناسایی شده در منطقه، تعداد ۹۱ گونه دارای ارزش‌های حفاظتی ویژه بوده و در فهرست سرخ قرار دارد.

جدول ۱- تیپ‌های پوشش گیاهی موجود در کوهستان شیرکوه

ردیف	عنوان علمی تیپ	عنوان فارسی تیپ
۱	Artemisia- Noaeae mucronata- Lactuca orientalis	تیپ درمنه- خارگونی- کاهوی وحشی
۲	Artemisia siberi- Gymnocarpus decander- Stipa barbata	تیپ درمنه- کروج- استیپا
۳	Artemisia siberi- Acantholimon spp- Stipa barbata	تیپ درمنه- کلامیرحسن- استیپا
۴	Artemisia aucheri- Stipa barbata	تیپ درمنه کوهی- استیپا
۵	Artemisia aucheri- Stipa barbata- Astragalus spp	تیپ درمنه کوهی- استیپا- گون
۶	Artemisia aucheri - Astragalus spp- Stipa barbata	تیپ درمنه کوهی- گون- استیپا
۷	Artemisia aucheri - Astragalus spp- Acantholimon spp	تیپ درمنه کوهی- گون- کلاه میرحسن
ردیف	عنوان علمی تیپ	عنوان فارسی تیپ
۸	Acantholimon spp- Acanthophyllum	تیپ کلاه میرحسن- چوبک
۹	Acantholimon spp- Acanthophyllum- Astragalus	تیپ کلاه میرحسن- چوبک- گون
۱۰	Amygdalus scoparia- Artemisia- Astragalus	تیپ بادام کوهی- درمنه- گون
۱۱	Phragmites australis	تیپ نی
۱۲	Tamarix ramosissima	تیپ گز
۱۳	Bareland	اراضی بدون پوشش
۱۴	Cultivated	اراضی کشاورزی

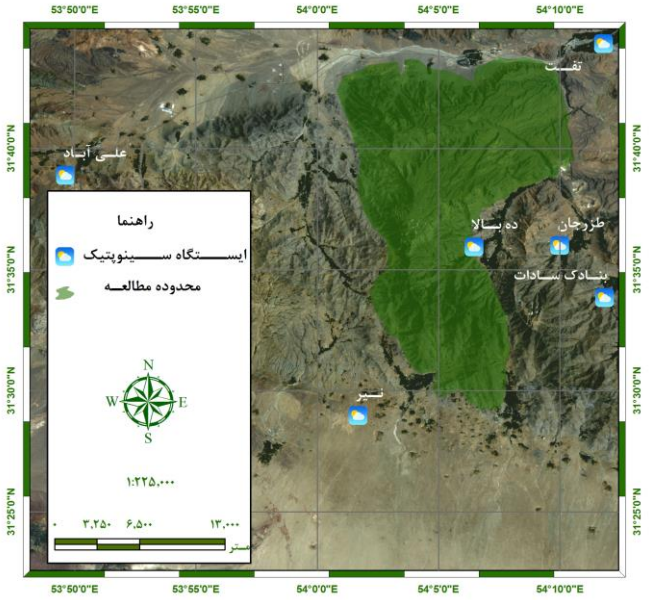
باتوجه به همبستگی سبزینگی گیاه و عوامل اقلیمی مثل دما و بارش و ارتباط بین اقلیم و شاخص NDVI که تا پیش از این در بررسی-های گرمایش جهانی و تغییر اقلیم مورد استفاده قرار گرفته است، در این مطالعه سعی شده است تا با استفاده از روشی جدید اقلیم کوهستان شیرکوه و تاثیر آن بر پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گیرد. در این رابطه توجه به این نکته ضروری به نظر می‌رسد که در مناطق کوهستانی رویش در رویشگاه‌های گوناگون با اختلاف زمانی صورت می‌گیرد، به طوری که در یک زمان خاص با حرکت از ارتفاعات پایین دست به ارتفاعات خنک‌تر بالایی و یا حرکت از دامنه‌های روبه دشت به دامنه‌های مرتفع‌تر و دره‌های خنک‌تر با تاخیر رشد در گیاهان مواجه می‌شویم، این تاخیر رشد سبب می‌شود که در یک تصویر ماهواره‌ای از یک تیپ گیاهی یکسان در دو نقطه گرم‌تر و خنک‌تر شاهد دو مقدار متفاوت از NDVI باشیم. بنابراین در مطالعه حاضر میزان NDVI به دست آمده در طول دوره مورد مطالعه با داده‌های دما (به عنوان معرفی از ارتفاع منطقه و نیز داده‌های اقلیم) مقایسه شده و میزان همبستگی بین میزان NDVI و پارامتر دما بررسی شود.

روش کار

برای تعیین تغییرات NDVI در طبقات دمایی مختلف مراحل زیر انجام شد:

- ابتدا تصاویر سنجده ETM^+ موجود برای ماه‌های آوریل (شروع رشد گیاهان در کوهستان شیرکوه)، و ژوئن(پایان سبزینگی گیاهان در منطقه مورد مطالعه) سال ۲۰۰۲ تهیه شد.

داده‌های مورد نیاز منطقه مورد مطالعه ازجمله اطلاعات تیپ و تراکم پوشش گیاهی منطقه شکار ممنوع شیرکوه، داده‌های دما و بارش ایستگاه‌های سینوپتیک (شکل ۲) مستقر در کوهستان شیرکوه و نقشه DEM سازمان جغرافیایی ارتش تهیه گردید.

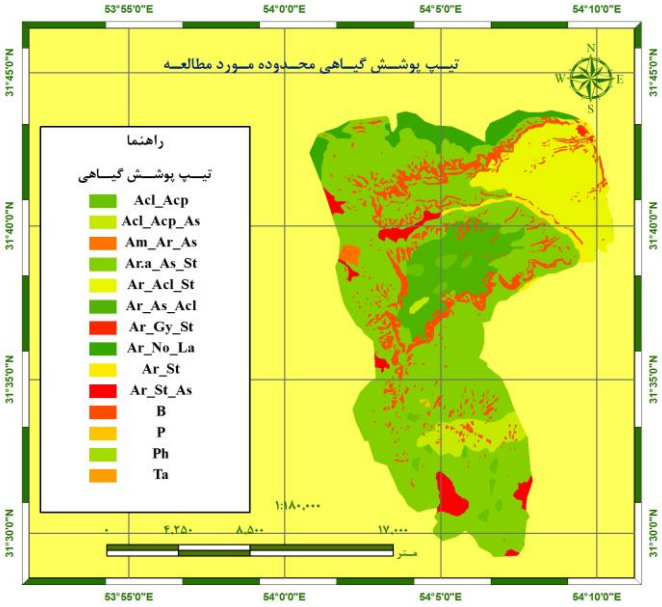


شکل ۲- ایستگاه‌های سینوپتیک اطراف منطقه‌ی مورد مطالعه

جدول ۲- اطلاعات اقلیمی به دست آمده از ایستگاه‌های سینپتیک منطقه شیرکوه

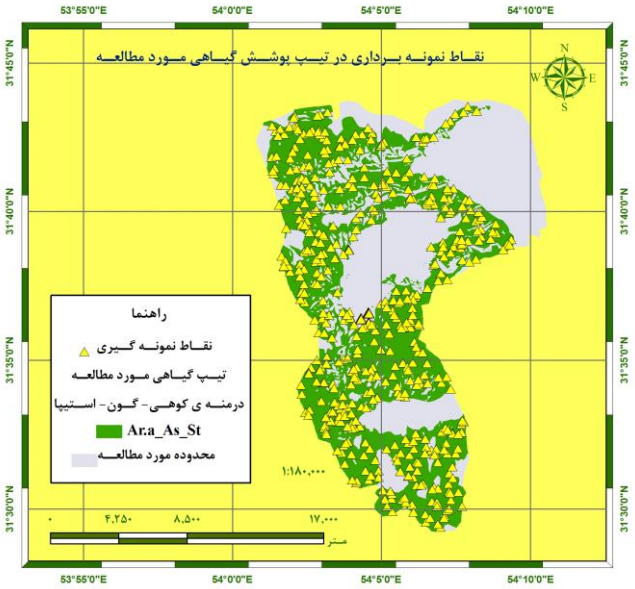
نام ایستگاه	دمای متوسط سالیانه	ارتفاع
طزرجان	۱۱/۱	۲۲۵۱
ده بالا	۱۲/۳	۲۷۲۰
نیر	۱۳/۸	۲۵۰۰
علی آباد	۱۳/۱	۲۲۹۵
تفت	۱۷/۶	۱۵۲۹
بنادک سادات	۱۴/۱	۲۲۳۰

در این مرحله با توجه به اطلاعات پوشش گیاهی (شکل ۳) منطقه، نقشه طبقات پوشش گیاهی به دست آمده و با توجه به آن تیپ درمنه کوهی – گون – استیپا (Ar.a-As-St) به عنوان تیپ غالب منطقه برای مطالعه انتخاب شد. تیپ مذکور دارای سازگاری بالا در رویشگاه‌های نسبتا سرد مرتفع و نیز مناطق کم ارتفاع و گرم‌تر بود و در ارتفاعات و طبقات دمایی مختلف دیده شده و امکان استفاده از NDVI را به ما می‌داد.



شکل ۳- نقشه تیپ پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

- ساخت نقشه NDVI در دو ماه سرد و گرم رویش گیاه، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و نیز با توجه به نقشه طبقات پوشش در نرم افزار ERDAS.
- ساخت نقشه طبقات دمایی منطقه مورد نظر با توجه به اطلاعات گرادیان دما-ارتفاع ایستگاه‌های سینوپتیک در نرم‌افزار Arc GIS.
- پس از آن ۲۵۰۰ موقعیت تصادفی برای نمونه برداری از تیپ مورد مطالعه انتخاب شد. شکل ۴ نشان دهنده موقعیت نقاط نمونه برداری از تیپ مورد مطالعه می‌باشد.

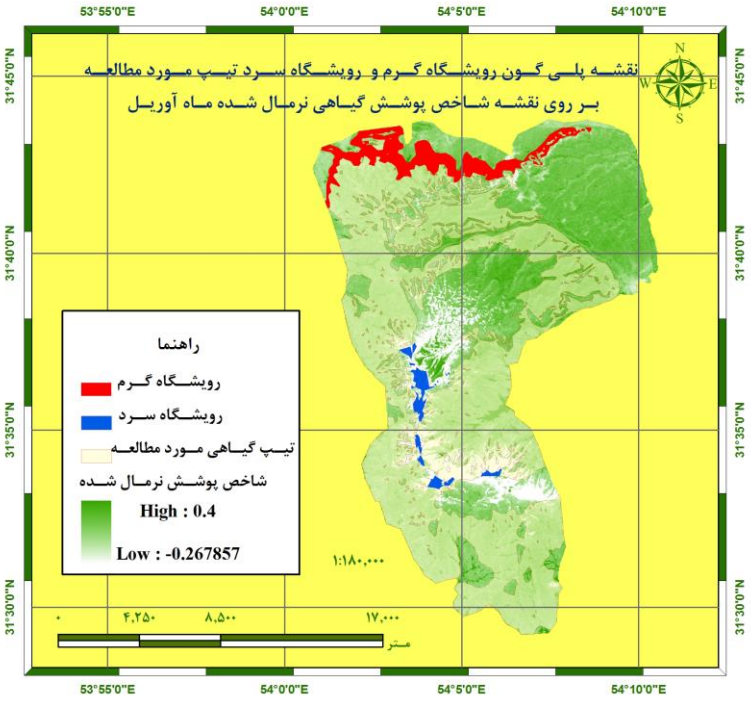


شکل ۴- نقشه نقاط نمونه‌برداری تصادفی از منطقه مورد مطالعه

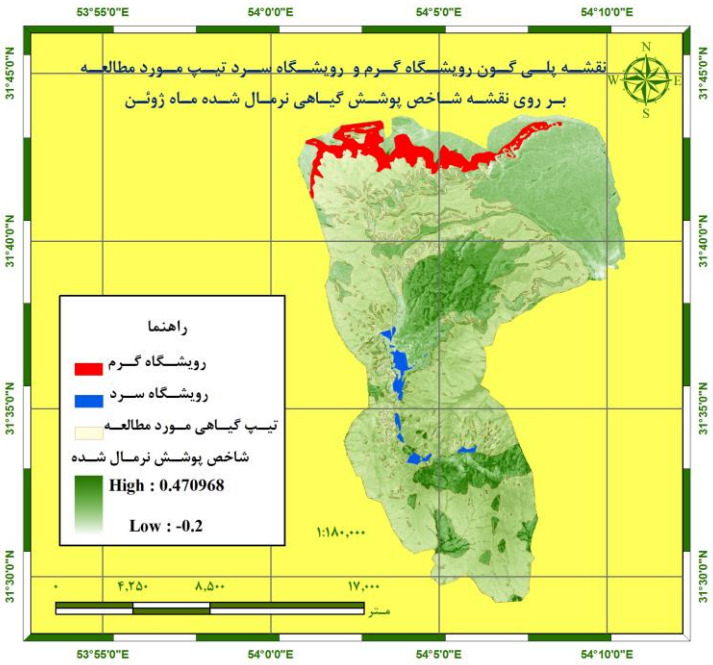
در این مرحله داده های دما و NDVI ماه‌های آپریل (ماه سرد) و ماه ژوئن (ماه گرم) را با استفاده از نرم افزار Hawths tools در محیط GIS در موقعیت نقاط تصادفی نمونه برداری استخراج شده و در مرحله‌ی بعد داده ها وارد محیط Excel شده و نمودار آن ها ترسیم گردید. نمودار تغییرات NDVI برحسب دما در دو ماه آوریل و ژوئن رسم گردید و همبستگی و رگرسیون تغییرات NDVI برحسب دما برای هر یک از دو ماه بدست آمد.

نتایج

تیپ درمنه کوهی – گون – استیپا (Ar.a_As_St) به عنوان تیپ مناسب جهت مطالعه انتخاب شد. تیپ مورد مطالعه دارای دو ویژگی اصلی بود. اول این که دارای پراکنش وسیع در محدوده‌ی مطالعه بود و دوم این که دارای سازگاری بالا به طبقات دمایی مختلف در سردترین و مرتفع‌ترین رویشگاه‌های محدوده‌ی مطالعه با میانگین دمایی ۴/۸۵ سانتی‌گراد و گرم-ترین و کم‌ارتفاع‌ترین رویشگاه‌ها با دمای ۱۶/۵ درجه سانتی گراد بود (شکل ۵ و ۶). این ویژگی‌های تیپ گیاهی مذکور امکان مطالعه‌ی اختلاف شاخص گیاهی پوشش نرمال شده در طبقات دمایی مختلف در ماه‌های گرم و سرد سال را به ما می-داد.

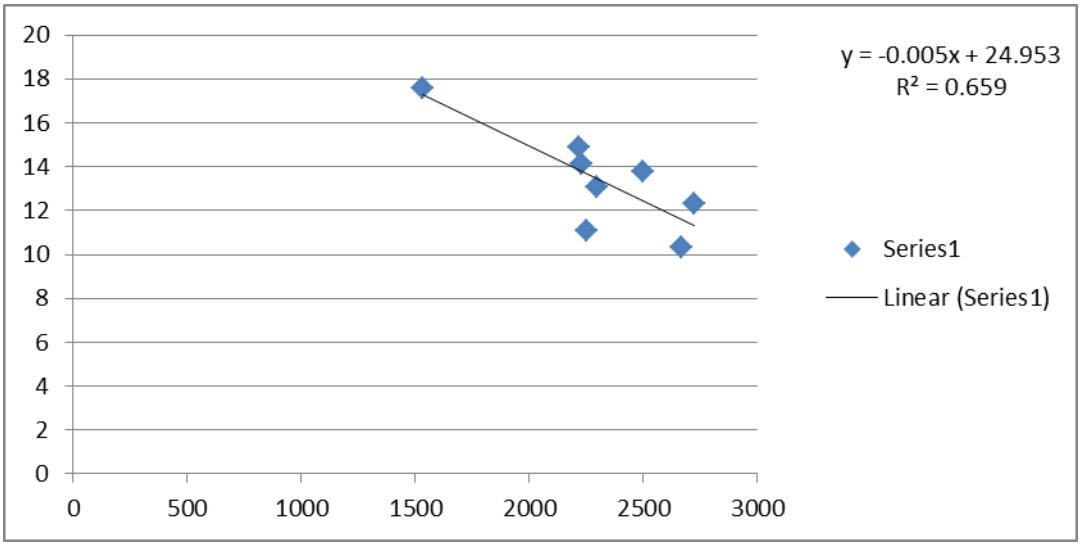


شکل ۵- نقشه رویشگاه سرد و گرم تیپ مورد مطالعه بر روی NDVI منطقه در ماه آوریل



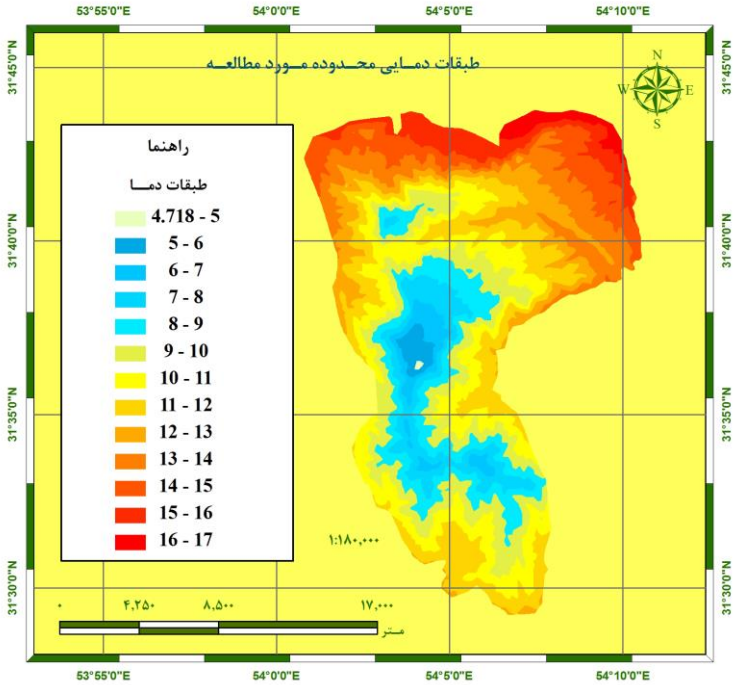
شکل ۶- نقشه رویشگاه سرد و گرم تیپ مورد مطالعه بر روی نقشه NDVI منطقه در ماه ژوئن

با استفاده از دادهای ایستگاههای سینوپتیک، تابع گرادیان دما- ارتفاع محاسبه گردید (نمودار ۱).



نمودار ۱- نمودار گرادیان دما بر اساس ارتفاع منطقه مورد مطالعه

نقشه‌ی طبقات دمایی منطقه‌ی مورد مطالعه با استفاده از نقشه‌ی رقومی ارتفاع منطقه (DEM) و گرادیان دما – ارتفاع مطابق شکل ۷ در محیط Arc GIS بدست آمد.



شکل ۷- نقشه طبقات دمایی منطقه مورد مطالعه

نتایج نشان داد که شاخص گیاهی نرمال شده (NDVI) برای تیپ مورد مطالعه در طبقات دمایی مختلف در یک ماه خاص دارای اختلاف بوده و پس از به دست آمدن تابع رگرسیون (جدول۳) و منحنی حاصل از دما و NDVI (نمودار ۲) در ماه‌های گوناگون می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

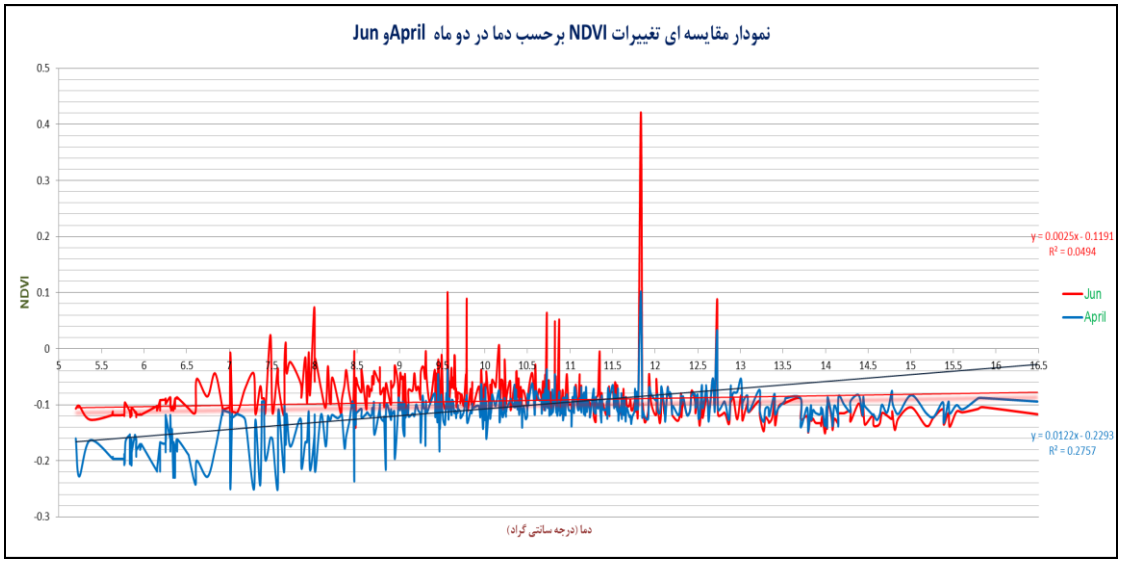
- شیب تغییرات کلی از سردترین تا گرم ترین نقاط حضور تیپ مورد مطالعه در هر دو ماه روند مثبت را نشان داد به طوری که با کاهش ارتفاع و افزایش دما شاخص گیاهی نرمال شده نیز افزایش داشت. این روند برای ماه آوریل با افزایش دما به طور پیوسته افزایش یافته و برای ماه ژوئن تا دمای ۱۰/۵- ۱۱ افزایش و پس از آن به دلیل خشک شدن گیاهان در اثر آفتاب بیش از حد کاهش داشت.

- در ارتفاعات سردتر و دمای بین ۵- ۱۰/۵ ،درجه تغییرات NDVI ماه ژوئن و آوریل با کاهش ارتفاع و افزایش دما عکس یکدیگر می‌باشد به گونه‌ای که در این محدوده طبقات دمایی که NDVI در ماه ژوئن با افزایش همراه است در ماه آوریل با کاهش همراه بوده است که خود حاکی از سردی کلی ماه آوریل نسبت به ماه ژوئن و تاخیر رشد شدیدتر گیاهان در ارتفاعات سرد، در محدوده دمایی ذکر شده نسبت به ارتفاعات گرم‌تر پایین دست است.

- شیب تغییرات ماه گرم‌تر (ژوئن) از ارتفاعات بالای سردتر به ارتفاعات پایین گرم‌تر بسیار ملایم‌تر و تغییرات NDVI این ماه نسبت به ماه آوریل(سردتر) با شدت کم‌تری همراه است. به زبان دیگر تاخیر رشد گیاهان در ارتفاعات کوهستان نسبت به مناطق پست‌تر کوهستان در ماه‌های سردتر نسبت به ماه‌های گرم‌تر بیش‌تر می‌باشد.

جدول ۳- رگرسیون و همبستگی دما و پوشش گیاهی در ماه‌های ژوئن و آوریل

ماه	رگرسیون	R^2 (همبستگی)
آوریل	۰/۲۲۹۳x - ۰/۰۱۲۲y =	۰/۲۷۵۷
ژوئن	۰/۱۱۹۱x - ۰/۰۰۲۵y =	۰/۰۴۹۴



نمودار ۳- نمودار مقایسه تغییرات NDVI بر اساس تغییرات دما در دو ماه آوریل(سرد) و ژوئن(سرد)

بحث و نتیجه‌گیری

همبستگی به دست آمده بین تغییرات اقلیمی و تغییرات پوشش گیاهی به دست آمده در این تحقیق در نتایج مطالعه محققان دیگری ازجمله وانگ و همکاران در سال ۲۰۱۵، فرج زاده و همکاران در سال ۱۳۸۹، طاهرزاده در ۱۳۸۵ و دیوداتو و بلوچی در سال ۲۰۰۷ مشاهده شد. از سوی دیگر نتایج نشان دهنده‌ی تاخیر در رویش تیپ‌های گیاهی یکسان در محدوده‌ی مطالعه در رویشگاه های با میانگین دمایی مختلف در مناطق سرد و گرم نسبت به یکدیگر بود. این نتایج در مطالعه نیتی میشرا و گارگی چادوری در سال ۲۰۱۵ نیز به دست آمد. در این مورد می‌توان گفت که ماه ژوئن به عنوان ماه گرم با میانگین دمایی بالاتر اختلاف و تغییرات کم تری در شاخص گیاهی نرمال شده از رویشگاهای سرد مرتفع تا رویشگاه‌های گرم کم ارتفاع نشان داد و ماه آوریل دارای میانگین دمای پایین‌تر بود اختلاف بیش‌تری در شاخص گیاهی نرمال شده از رویشگاه‌های سرد تا رویشگاه‌های گرم نسبت به ماه گرم‌تر ژوئن بود. نتایج این مطالعه نشان داد که میزان تغییرات شاخص گیاهی نرمال شده بین رویشگاه‌های سرد و گرم با میانگین دمای محیط ارتباط معکوس دارد. به نحوی که با گرم‌تر شدن زیستگاه‌های کوهستانی در ماه‌های گرم، این اختلاف کاهش پیدا می‌کند و نمودار تغییرات شاخص گیاهی نرمال شده نسبت به طبقات دمایی شیب میانگین کم‌تری پیدا می‌کند.

همچنین نتایج به دست آمده در پژوهش حاضر حاکی از آن است که میزان اختلاف شاخص گیاهی نرمال شده بین تیپ های یکسان در رویشگاه‌های سرد و گرم مناطق کوهستانی در بازه‌های زمانی طولانی و در مناطق وسیع می‌تواند به عنوان شاخص و معیاری برای بررسی اثرات گرمایش جهانی مورد استفاده قرار گیرد و روندی از اثرات گرمایش جهانی و تاثیرات آن بر اکوسیستم‌های کوهستانی را نشان دهد.

کوهستان شیرکوه با توجه به قرار گیری در مجاورت بیابان‌های مرکزی ایران مانند دشت گرم و خشک یزد و اردکان همواره مورد تهدید بیابان‌زایی و تغییر اقلیم روبرو است. مطالعاتی این چنین می‌تواند ما را در فهم بهتر تغییرات اقلیمی مانند گرم شدن اقلیم و تاثیراتی که پیش‌روی وگسترش بیابان بر اقلیم کوهستان می‌گذارد آگاه کند.

پیش‌بینی شرایط رویش گیاهی شیرکوه در صورت گرم شدن اقلیم کوهستان شیرکوه

براساس نتایج، این‌گونه استنباط می‌شود که در صورتی که اقلیم کوهستان شیرکوه به تدریج رو به گرمی رود اختلاف رویش گیاهی در ارتفاعات و مناطق پست کم‌تر شده و شیب تغییرات

NDVI نسبت به ارتفاع یا تغییرات دمای محلی کاهش می-یابد.

همچنین پیشنهاد می‌شود که از این روش در مقیاس‌های وسیع‌تر و برای بررسی‌هایی در سطح کلان استفاده شود.

منابع

۱- پهلم عباسی، امیر، « تعیین رویشگاه بالقوه ی سه گونه ی صنعتی و نیمه صنعتی مدیترانه ای در جنگل های تخریب یافته ی لردگان با استفاده از تکنیک RS GIS »، پایان نامه ی کارشناسی ارشد بیابان زدایی، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده‌ی منابع طبیعی،۱۳۸۱.

۲- امانی، شبنم، «بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های گندم ایرانی بر اساس صفات مورفولوژیک و فنولوژیک در شرایط آب و هوایی اهواز»، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳۹۳.

3- Wang, J., Wang, K., Zhang, M., Zhang, Ch., 2015. Impacts of climate change and human activities on vegetation cover in hilly southern China. Ecological engineering, Vol. 81, pp. 451- 461.

4- DU, P., LI, X., CAO, W., LUO, Y., ZHANG, H., 2010. Monitoring urban land cover and vegetation change by multi- temporal remote sensing information. Mining Science and Technology (China), Vol. 20., Issue 6, pp. 922- 932.

5- EC, U., SL, U., CM, Ramirez., 2007. A comparison of spatial and spectral image resolution formapping invasive plants in coastal California. Journal of Environmental Management, Vol. 39(1), pp. 63-83.

۶- کاویانی، محمد رضا و علیجانی، بهلول، «مبانی آب و هوا شناسی» ، انتشارات سمت، ۱۳۸۱، چاپ هشتم.

۷- چیت ساز، رضا، «تهیه ی نقشه ی شوری و قلیائیت در منطقه ی شرق اصفهان با استفاده از داده های رقومی TM»، پایان نامه ی کارشناسی ارشد بیابان زدایی. دانشگاه صنعتی اصفهان. دانشکده ی منابع طبیعی، ۱۳۸۱.

۸- فرج زاده اصل، منوچهر و همکاران، «تحلیل آستانه های اقلیمی برای رشد مراتع با استفاده از داده های سنجش از دور (مطالعه ی موردی زاگرس)»، برنامه ریزی و آمایش فضا، ۱۳۸۹، دوره ۴، شماره ۳، ص ۱۷۷-۲۰۲.

۹- طاهر زاده، علی، «تحلیل خشکسالی با استفاده از تکنولوژی GIS و سنجش از دور در حوضه ی آبریز میناب»، پایان نامه ی کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، ۱۳۸۵.

۱۰- مرادزاده، نسترن، «بررسی وضعیت پوشش گیاهی دشت تبریز(آذربایجان شرقی) جهت تعیین روند دوره های خشکسالی یا ترسالی با استفاده از تصاویر ماهواره ای» ، پایان نامه ی کارشناسی ارشد، دانشگاه شیراز، دانشکده کشاورزی، ۱۳۸۳.

11- Niti B, Mishra ., Chaudhuri, G., 2015. Spatio- temporal analysis of trends in seasonal vegetation productivity across Uttarakhand, Indian Himalayas, 2000-2014. Applied Geography, Vol. 56, pp. 29-41.

12- R. Holmes, K., C. Coops, N., A. Nelson, T., M.A. Fontana, F., A. Wulder, M., 2015. Indicators of vegetation productivity under a changing climate in British Columbia, Canada. Applied Geography, Vol. 56, PP. 135-144.

13- Yu, F.K., Hung, XH., Yuan, H., Ye, J.X., Yao, P., Qi, D.H., Yang, G.Y., Ma, J.G., Shao, H.B., XIONG, H.Q., 2014. Spatial- temporal vegetation succession in Yao'an County., Yunnan Province, Southern China during 1976- 2014: A case survey based on RS technology for mountains eco-engineering. Ecological Engineering, Vol. 73, pp. 9-16.

14- Zhang, Zh., VanCoillie, F., M. De Clercq, E., Ou, X., De Wulf, R., 2013. Mountain vegetation change quantification using surface landscape metrics in Lancang watershed, China. Ecological Indicators, vol. 31, pp. 49-58.

15- J.Miller-Rushing, A., B. Primack,R. 2006. Global Warming and Flowering Times In Thoreaus Concord: A Community Perspective.

16- Mao, D., Wang, Z., Luo, L., Ren, Ch,. 2012. Integrating AVHHR and MODIS data to monitor NDVI changes and their relationships with climatic parameters in Northeast China. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, Vol. 18, pp. 528-536.

17- Strand, H., Hoft, R., Strittholt, J. 2007. Sourcebook on remote sensing and biodiversity indicators, prepared by NASA- NGO Biodiversity Working Group and UNEP- WCMC to support implementation of the cinvention on biological diversity.

۱۸- ایران نژاد پاریزی، محمدحسین، «پروژه کارشناسی دانشجویان مرتع و آبخیزداری دانشگاه یزد، بررسی جامع حوزه آبخیز ده‌بالا»، ۱۳۹۱.

۱۹- ایران نژاد پاریزی، محمدحسین، «بررسی و پهنه بندی زیستگاههای منطقه شکارممنوع شیرکوه از دیدگاه پوشش گیاهی دارای ارزش‌های حفاظتی و ارائه راهکارهای احیاء زیستگاه»، اداره کل حفاظت محیط زیست استان یزد، ۱۳۸۹.

۲۰- زبیری، محمود و مجد، علیرضا، «آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد آن در مناطق طبیعی»، دانشگاه تهران، چاپ یازدهم، ۱۳۸۳.

۲۱- ضوابط و دستورالعمل پردازش رقومی تصاویر ماهواره ای +ETMدر استخراج نقش کاربری و پوشش اراضی مطالعات ساماندهی دشت پاییز، سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور،وزارت جهاد کشاورزی،موسسه پژوهش های برنامه ریزی و اقتصاد کشاورزی، ۱۳۸۵.

22- Jonson, D.E,. 1999. Surveying, Mapping and monitoring noxious weeds on rangelands. Pages 19-35 in R.L.Sheley., J.K. Petroff, Editors. Biology and management of noxious rangeland weeds Oregon State University Press, Corvallis, Oregon.