



مجله علمی پژوهشی در زمینه علوم جوی و اقلیمی

نشریه مرتعداری

جلد اول، شماره اول، بهار ۱۳۹۳

<http://jrm.gau.ac.ir>

پایش تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از اطلاعات بارندگی و تصاویر ماهواره‌ای NOAA AVHRR در استان کرمانشاه

*فاطمه هادیان^۱، سید زین‌العابدین حسینی^۲ و منصوره سیدحسینی^۳

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مرتعداری، دانشگاه صنعتی اصفهان، آستادیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشگاه یزد،

^۲کارشناس ارشد گروه محیط‌زیست، مرکز تحقیقات ملی باروری ابرها

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۹؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۱۷

چکیده

بارندگی یکی از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر پوشش گیاهی محسوب می‌گردد. امروزه از تصاویر ماهواره‌ای به‌طور گسترده‌ای جهت پایش اثر نوسانات بارندگی بر تغییرات پوشش گیاهی استفاده می‌شود. هدف از این مطالعه بررسی رابطه تغییرات پوشش گیاهی و نوسانات بارندگی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای NOAA AVHRR در طول سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۸۳ می‌باشد. نقشه‌های بارندگی در مقیاس‌های مختلف زمانی (سالانه، فصلی) تهیه گردید. مناطق مورد مطالعه را پنج تیپ گیاهی شامل علفزار، بوته‌زار، جنگل، زمین‌های زراعی و مناطق شهری در استان کرمانشاه شامل می‌شود. جهت پایش تغییرات پوشش گیاهی روش رگرسیون خطی مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که در طول دوره مطالعاتی تأثیرات بارندگی بر پوشش گیاهی برحسب، زمان بارش و نوع فرم رویشی متفاوت است، به‌طوری‌که در منطقه مناطق شهری رابطه معناداری بین میزان بارش و پوشش گیاهی در هیچ یک از مقیاس‌های زمانی مشاهده نشد. در مناطق مرتعی بالاترین میزان همبستگی میان بارش فصل بهار و تغییرات پوشش گیاهان دیده شد. در حالی‌که منطقه جنگلی بیشترین همبستگی را با بارش سالانه نشان داد و در زمین‌های زراعی بیشترین همبستگی با بارش فصل بهار و اسفند دیده شد. در مناطق علف‌زار نیز همبستگی بیشتری نسبت به بوته‌زارها با میزان بارندگی وجود داشت.

واژه‌های کلیدی: بارندگی، همبستگی، پوشش گیاهی، تصاویر ماهواره‌ای

*مسئول مکاتبه: hadian.fatemeh@gmail.com

مقدمه

بارندگی یکی از مهمترین عوامل تأثیرگذار بر پوشش گیاهی به حساب می‌آید، نوسان و تغییر سال به سال بارندگی همواره پوشش گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. پدیده خشک‌سالی یکی از پدیده‌های تکرار شونده است که اثرات آن به نواحی خشک و نیمه‌خشک محدود نمی‌شود، بلکه در نواحی مرطوب نیز به وقوع می‌پیوندد و باعث کمبود منابع آب می‌گردد (هادیان، ۲۰۱۱) بنابراین در راستای تدوین طرح‌های حفاظت مناطق مختلف پایش خشک‌سالی از مهم‌ترین ابزارهای مدیریت محسوب می‌گردد (مقدسی و همکاران، ۲۰۰۵). اکبرزاده و میرحاجی (۲۰۰۷) در یک پایش چندساله زمینی و بررسی تغییرات تاج پوشش گیاهی به این نتیجه دست یافتند که تغییرات بارندگی تأثیر مهمی بر پوشش گیاهی دارد که این تغییرات بسته به نوع پوشش گیاهی متفاوت خواهد بود، به طوری که بیشترین تغییرات در مناطق علف‌زار مشاهده گردید (اکبرزاده و میرحاجی، ۲۰۰۷). اگرچه پایش خشک‌سالی یکی از مهم‌ترین برنامه‌های مدیریت به حساب می‌آید، اما هزینه‌های اقتصادی، وسعت عرصه‌های طبیعی و صعب‌العبور بودن مناطق مختلف از عواملی هستند که پایش مناطق را با مشکل مواجه می‌سازند (داغستانی، ۲۰۱۰). امروزه استفاده از سنجش از دور یکی از روش‌هایی است که برای شناسایی تغییرات پوشش گیاهی استفاده می‌شود. این تکنولوژی با اندازه‌گیری تشعشع خاص پوشش گیاهی، امکان شناخت تغییرات بازتاب ناشی از خشک‌سالی را در گیاهان فراهم می‌سازد (فرج‌زاده، ۲۰۰۵). بررسی خصوصیات طیفی گیاهان نشان می‌دهد که گیاهان سالم بیشترین جذب را در طیف قرمز و آبی و بیشترین بازتاب را در طیف سبز و مادون‌قرمز از خود نشان می‌دهند که تغییرات خصوصیات برگ و میزان کلروفیل آن‌ها نقش اساسی در میزان بازتاب آن‌ها دارد و هر عاملی اعم از تنش یا بیماری که خصوصیات برگ را تغییر دهد، به‌طور مستقیم بر بازتاب گیاهان تأثیر می‌گذارد که این بازتاب در ناحیه مادون‌قرمز مشخص‌تر است. تنش‌های رطوبتی یا بلوغ برگ، موجب تغییرات حفره برگ و در نتیجه کاهش بازتاب در محدوده مادون‌قرمز نزدیک می‌گردد، بنابراین با استفاده از مطالعه بازتاب گیاهان می‌توان تغییرات ناشی از خشک‌سالی را بررسی نمود (سنایی‌نژاد و همکاران، ۲۰۰۸). استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات خشک‌سالی تطابق بسیار خوبی با روش‌های تحلیل آب و هوایی نشان می‌دهند (فرج‌زاده، ۲۰۰۵). نیکلسون^۱ و همکاران (۱۹۹۰) با استفاده از تصاویر

1- Nickolson

ماهواره نوآ^۱ و داده‌های بارندگی به بررسی تغییرات پوشش مناطق مختلف آفریقا پرداختند، ایشان دریافتند که شرایط منطقه باعث می‌شود که روابط متفاوتی بین تغییرات پوشش گیاهی و بارندگی وجود داشته باشد. اشمیدت^۲ و کارنیلی^۳ (۲۰۰۰) در فلسطین اشغالی با استفاده از تصاویر نوآ و داده‌های بارندگی، به مطالعه تغییرات پوشش گیاهی پرداختند. نتایج نشان داد، میزان همبستگی پوشش گیاهی با داده‌های بارندگی ماه جاری و دو ماه قبل بیشتر است. علاوه‌بر مقدار بارندگی، پراکنش بارندگی و فصل بارش از دیگر عواملی هستند که پوشش گیاهی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. گورگل^۴ و فرتیو^۵ (۲۰۰۳) به مطالعه تغییرات پوشش گیاهی در ارتباط با تغییرات اقلیمی در برزیل پرداختند، نتایج نشان داد که تغییرات پوشش گیاهی در واکنش به تغییرات اقلیمی بسته به نوع پوشش گیاهی منطقه متفاوت است و زمان بارندگی تأثیرات متفاوتی را بر پوشش گیاهی منطقه داشت. بارندگی در فصل تابستان همبستگی ۷۰ درصد و بارندگی فصل بهار همبستگی ۹۱ درصد با تغییرات پوشش گیاهی نشان داد. لیانگ^۶ و همکاران (۲۰۰۵) در شمال چین با استفاده از تصاویر نوآ تغییرات پوشش گیاهی در پاسخ به میزان بارندگی را بررسی نمودند، ایشان به این نتیجه رسیدند که در مناطق علفزار همبستگی بسیار زیادی میان تغییرات پوشش گیاهی و بارندگی مشاهده می‌گردد.

حسینی و همکاران (۲۰۱۱) رابطه نوسانات بارندگی و تغییرات پوشش گیاهی را در دوره زمانی ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۸ در بخشی از مراتع استان یزد مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش از اطلاعات بارندگی ماهیانه ایستگاه‌های هواشناسی و تصاویر ماهواره NOAA استفاده شد. نقشه‌های بارندگی با استفاده از روش‌های زمین آمار تهیه و آنالیزهای آماری بین تصاویر ماهواره‌ای و نقشه‌های بارش انجام شد. نتایج به دست آمده بیانگر ارتباط معنی‌دار تیپ‌های پوشش گیاهی فورب و گراس با نوسانات بارندگی و عدم ارتباط یا ارتباط ضعیف تیپ‌های بوته‌زار، درختی و درختچه‌ای با بارندگی می‌باشد. آن‌ها همچنین برای تجزیه و تحلیل نتایج از اطلاعات دیگری مانند شیب، جهت، ارتفاع، رطوبت خاک و سطح آب زیرزمینی استفاده نمودند.

- 1- NOAA
- 2- Schmidt
- 3- Karnieli
- 4- Gurgel
- 5- Ferreira
- 6- Liang

هدف اصلی از این مطالعه پایش تغییرات پوشش گیاهی در تیپ‌های مختلف گیاهی با استفاده از مقادیر بارندگی و تصاویر ماهواره‌ای NOAA AVHRR در استان کرمانشاه و مقایسه واکنش شکل‌های مختلف رویشی و تیپ‌های مختلف گیاهی به نوسانات بارندگی در منطقه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

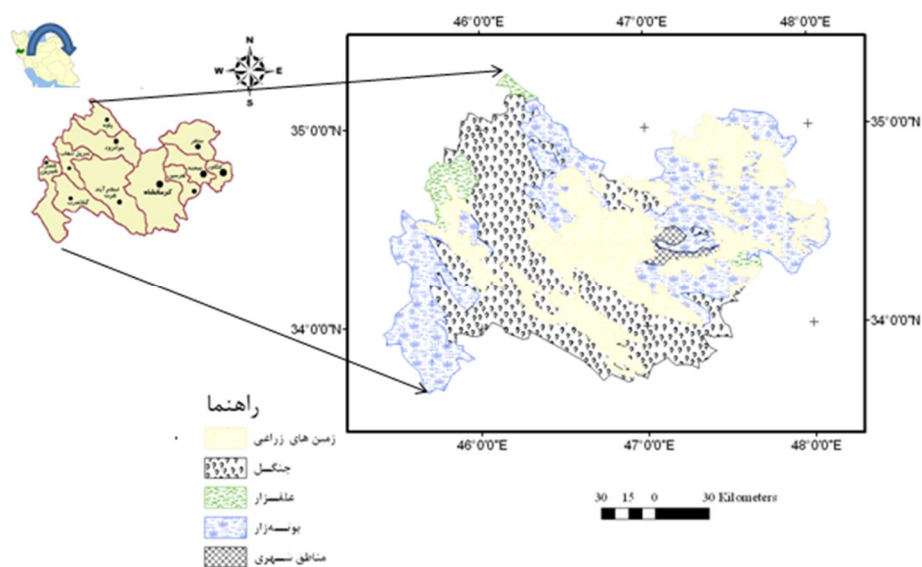
منطقه مورد مطالعه شامل کل استان کرمانشاه در غرب ایران می‌باشد که محدوده آن در طول‌های جغرافیایی ۴۵ درجه ۲۴ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۳۰ دقیقه شرقی و عرض‌های ۳۲ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۱۵ دقیقه شمالی واقع شده است. کرمانشاه از نظر شکل ظاهری از دو قسمت تشکیل شده است. قسمت اول منطقه‌ای کوهستانی و مرتفع با ارتفاعات طاق‌دیزی و دشت‌های ناودیزی است که قسمت عمده سطح استان را شامل می‌شود و قسمت دوم که قصر شیرین، نفت شهر و سومار را شامل می‌شود، فضایی است که از کوه‌های فرسایش یافته و اراضی به نسبت مسطح در بین کوه‌ها تشکیل شده است. به‌طور کلی میانگین میزان بارندگی در سطح استان بین ۴۰۰-۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد به‌طوری که از حدود ۳۰۰ میلی‌متر در سومار و نفت‌شهر تا بیش از ۸۰۰ میلی‌متر در ارتفاعات متغیر است (قیطوری، ۲۰۰۳).

تیپ‌های گیاهی: پوشش گیاهی در منطقه مطالعه شده در یک دیدگاه کلی شامل تیپ‌های مختلف مرتعی، جنگلی و مناطق زراعی و شهری می‌باشد. در تیپ‌های مرتعی فرم رویشی گراس^۱ از گونه‌های مختلف از خانواده گندمیان و مناطق بوته‌زار^۲ گیاهان تیره‌های گوناگون با فرم رویشی بوته‌ای دیده می‌شوند. منطقه جنگلی^۳ شامل جنگل‌های زاگرس با فرم جنس غالب درخت بلوط می‌باشند. در مناطق زراعی^۴ باغات و زمین‌های زراعی دیده می‌شوند و مناطق شهری^۵ شامل مناطق مسکونی و پارک‌ها و مناطق صنعتی می‌باشند (جدول ۱ و شکل ۱) (قیطوری، ۲۰۰۳).

-
- 1- Grassland
 - 2- Shrubland
 - 3- Forest
 - 4- Cropland
 - 5- Residential Areas

جدول ۱- نوع پوشش اراضی مورد مطالعه (قیطوری، ۲۰۰۳؛ آذرنوند و زارع چاهوکی، ۲۰۱۱).

نام پوشش اراضی	مساحت (برحسب هکتار)	فرم زیستی گونه غالب ^۱	فرم رویشی گونه غالب
علفزار	۷۶۸۰۰	همی کریپتوفیت	علف
بوته‌زار	۷۷۴،۴۰۰	کامافیت	بوته‌ای
جنگل	۸۴۴،۸۰۰	فانروفیت	درخت
زمین‌های زراعی	۷۹۳،۶۰۰	-----	زمین‌های زراعی و باغات
مناطق شهری	۴۴،۸۰۰	-----	مناطق شهری و صنعتی



شکل ۱- انواع پوشش اراضی در منطقه مورد مطالعه.

- ۱- براساس طبقه‌بندی گیاهان با روش ران‌کیانر
- همی کریپتوفیت: جوانه رویشی در فصل زمستان در سطح خاک و لابلای برگ‌ها به‌صورت زورت قرار می‌گیرد.
- کامافیت: جوانه رویشی در کمتر از ۲۵ سانتی‌متری سطح خاک واقع شده است.
- فانروفیت: جوانه رویشی بالاتر از ۲۵ سانتی‌متری سطح خاک واقع شده است.

در این مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای نوآ که به وسیله سیستم مطالعه و پایش جهانی^۱ (GIMMS) تولید و پردازش شده بود استفاده گردید. جهت انجام آنالیزهای موردنظر تصاویر مورد استفاده با مدل رقومی ارتفاع منطقه انطباق و اندازه پیکسل‌های آنها یکسان گردید (۱۰۰۰ متر). این داده‌ها از سری NOAA AVHRR NDVI محسوب می‌شوند که به کمک روش تعریف شده پینزن^۲ و همکاران تصحیحات مختلف از جمله تصحیحات اتمسفری بر روی آنها انجام شده است. تصاویر NDVI در دوره‌های ۱۵ روزه در سیستم GIMMS NDVI مورد استفاده قرار گرفته و تصاویر ماهانه از ترکیب آنها به وجود آمده‌اند (حسینی و همکاران، ۲۰۱۱). NDVI با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{red}}{\rho_{NIR} + \rho_{red}} \quad (1)$$

که در این رابطه مقدار ρ_{NIR} مقدار بازتاب در باند مادون‌قرمز نزدیک (باند ۲ سنجنده AVHRR) و مقدار ρ_{red} به‌عنوان مقدار بازتاب در باند قرمز (باند ۱ سنجنده AVHRR) است. طبق بررسی‌های انجام شده این شاخص توانایی کافی جهت پایش پوشش گیاهی در مناطق نیمه‌خشک زاگرس را دارد که در مناطق بسیار وسیع نیز استفاده شده است (هادیان و همکاران، ۲۰۱۳؛ ریکارد و پوکارد^۳، ۱۹۹۸).

محاسبه میزان بارندگی: به‌منظور مطالعه تغییرات بارندگی در منطقه از کلیه آمار ایستگاه‌های استان کرمانشاه و نیز سایر شهرهای همجوار آن استفاده گردید و جهت بررسی تغییرات پوشش گیاهی نسبت به بارندگی، مقادیر بارندگی در چهار مقیاس زمانی محاسبه گشت:

میزان بارش فصل بهار: مجموع بارش فروردین و اردیبهشت و خرداد

میزان بارش فصل رویش: مجموع بارش اسفند، فروردین و اردیبهشت و خرداد

میزان بارش فصول سرد: مجموع بارش پاییز و زمستان

بارش سالیانه: مجموع بارش از تیرماه تا آخر خرداد سال بعد

-
- 1- Global Inventory Modeling and Monitoring Studies
 - 2- Pinzon
 - 3- Richard and Pocard

تعیین پراکنش میزان بارندگی در هر یک از مقیاس‌های زمانی با استفاده از پهنه‌بندی مقدار بارندگی در نرم‌افزار ArcGIS انجام گرفت و نقشه‌های سطحی بارندگی^۱ با استفاده از روش میانابایی فاصله معکوس وزنی (IDW) تهیه شدند (شکل ۳) (ملادوست، ۲۰۱۰؛ علی‌اکبری، ۲۰۰۹).

در این روش در مناطق مختلف بارندگی بر اساس میانگین نقاط همسایه در محدوده معین محاسبه می‌گردد، به این ترتیب که معکوس فواصل از نقاط مجهول وزن‌دهی می‌شود و هرچه فاصله نقطه مجهول از نقاط معلوم کاهش یابد، وزن ارزش آن نقاط افزایش می‌یابد و نقاطی که ارزش آن‌ها معلوم نیست، با استفاده از نقاط اطراف در یک شعاع مشخص بر اساس فرمول زیر محاسبه می‌شود.

$$Z = 1/N \times \left[\sum Z(xi) \right] \quad (2)$$

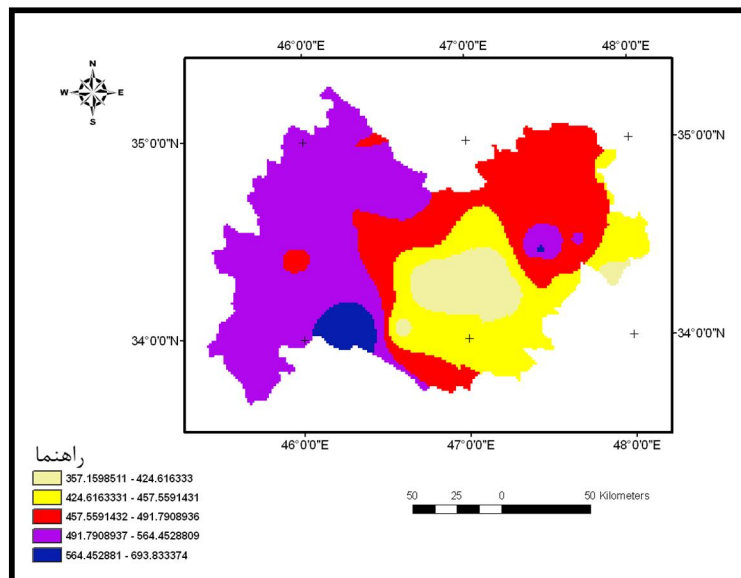
که در آن X_i ارزش نقاط معلوم نقاط با مختصات معلوم و x ارزش برآورد شده نقطه مجهول می‌باشد و چون این مقدار تابعی از فاصله بین آن‌ها می‌باشد، بنابراین فواصل بین آن‌ها به‌عنوان وزن مدل به‌کار می‌رود که معمولاً از توان دوم معکوس فواصل استفاده می‌شود و برای افزایش وزن مقدار توان افزایش می‌یابد (قهرودی‌تالی، ۲۰۰۵).

بررسی تغییرات پوشش گیاهی: برای مطالعه میزان تغییرات پوشش گیاهی، میزان همبستگی شاخص NDVI در ژوئن^۲ و مقادیر بارندگی در مقیاس‌های زمانی تعریف شده بین سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۸۳ محاسبه شدند و با استفاده از آزمون رگرسیون همبستگی تغییرات شاخص NDVI و مقادیر بارندگی بررسی گشت (فانگ^۳ و همکاران، ۲۰۰۱). ضمن این‌که آزمون معنی‌داری رگرسیون^۴ نیز انجام گرفت. در نهایت رابطه بارندگی و پوشش گیاهی در تیپ‌های مختلف گیاهی با یکدیگر مقایسه گردید.

۱- تعداد ۹۲ نقشه بارندگی

۲- خرداد ماه

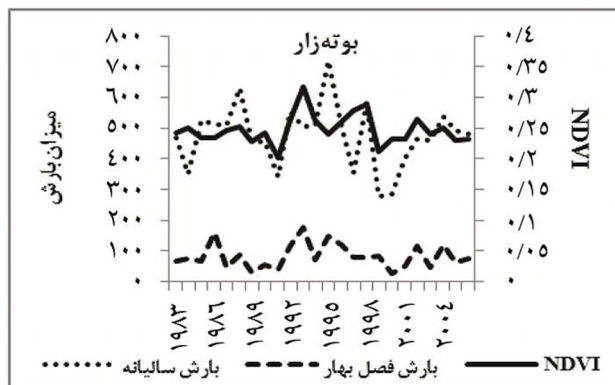
3- Fang
4- Correlation



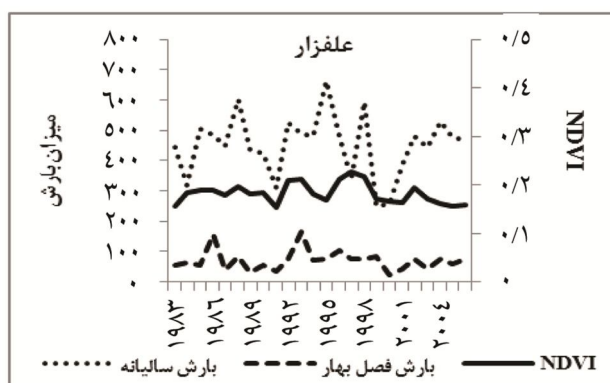
شکل ۲- میانگین بارش سالیانه منطقه بر حسب میلی متر در طول سالهای ۱۹۸۳-۲۰۰۶ (به روش IDW).

نتایج

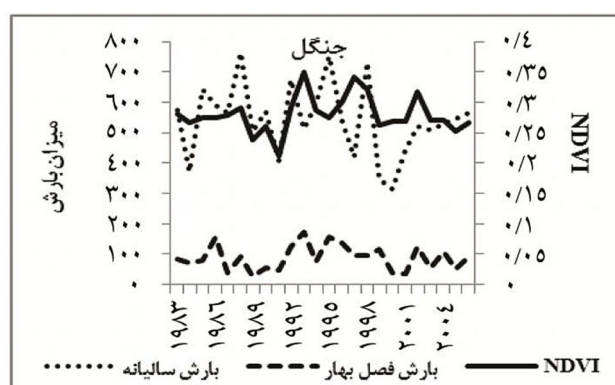
بررسی تغییرات بارندگی و شاخص گیاهی NDVI: بررسی تغییرات بارندگی در طول سالهای مورد مطالعه نشان داد که در منطقه مورد مطالعه میزان بارندگی در مقیاس فصلی و سالیانه در حال تغییر است که این امر موجب تغییرات شاخص گیاهی می گردد. در این منطقه تیپ گیاهی با فرمهای مختلف دامنه نوسان متفاوتی را نشان دادند که البته در تیپهای گیاهی مرتعی و جنگلی در تمام سالهای مورد مطالعه نوسان شاخص مشاهده می گردد. مناطق شهری و زراعی در تمام سالها نوسان شاخص گیاهی دیده نمی شوند و در بعضی از سالها با وجودی که میزان بارش نوسان دارد، مقدار شاخص ثابت است.



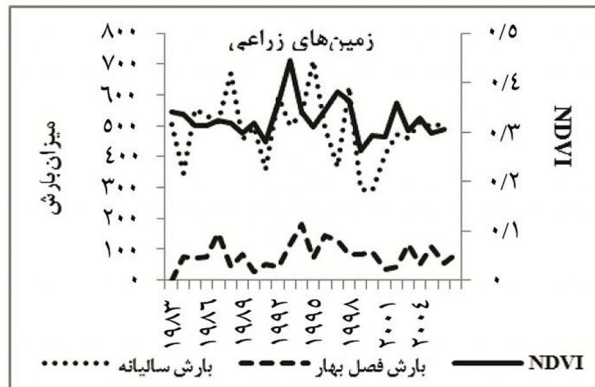
شکل ۳- تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در بوته زار.



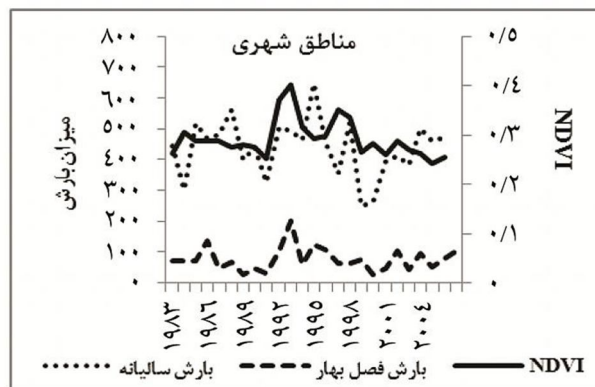
شکل ۴- تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در علفزار.



شکل ۵- تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در جنگل.

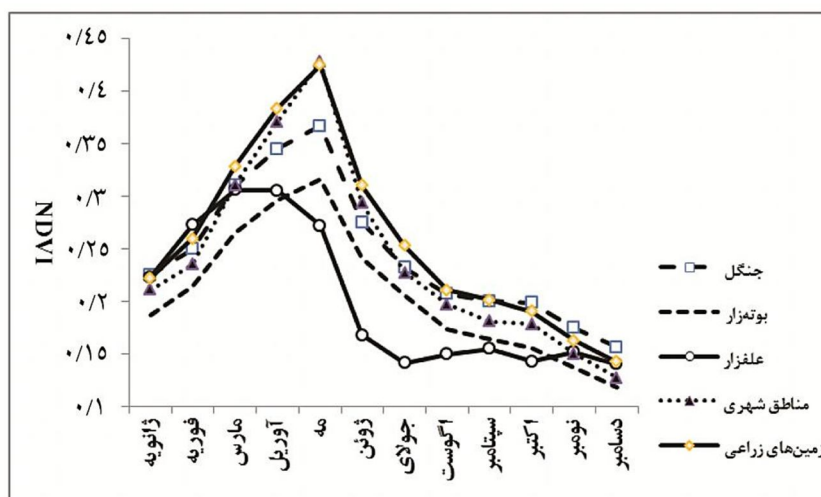


شکل ۶- تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در زمین‌های زراعی.



شکل ۷- تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در مناطق شهری.

بررسی تغییرات فصلی شاخص گیاهی NDVI: نوسان میزان شاخص گیاهی NDVI در طول سال‌های ۱۹۸۳-۲۰۰۶ بیانگر آن بود که مقادیر این شاخص در طول یک سال در حال نوسان است به طوری که این میزان در فصل بهار بیشترین میزان را نشان می‌دهد و بسته به نوع تیپ گیاهی بین ماه‌های اردیبهشت و خرداد بیشترین میزان را نشان می‌دهد. این مقادیر در طول فصل تابستان به تدریج کاهش می‌یابد و در فصول سرد به حداقل خود می‌رسد (شکل ۸).



شکل ۸- نوسان سالیانه میزان شاخص NDVI در تیپ‌های گیاهی مختلف، سال‌های ۲۰۰۶-۱۹۸۳.

بررسی میزان همبستگی تغییرات پوشش و میزان بارندگی: نتایج این پژوهش بیانگر این است که میزان بارش نقش مهمی در تغییرات پوشش گیاهی ایفا می‌کند، بررسی میزان همبستگی میان تغییرات بارش و شاخص NDVI بیانگر این نکته است که در تیپ‌های گیاهی مختلف همبستگی‌های متفاوتی میان میزان بارندگی و تغییرات شاخص گیاهی NDVI دیده می‌شود.

تیپ‌های مرتعی مورد مطالعه بیشترین همبستگی را نسبت به بارش فصل بهار نشان دادند و میزان این همبستگی بر اساس نوع فرم رویشی و گونه گیاهی متفاوت بود. در حالی که در منطقه جنگلی بیشترین همبستگی میان تغییرات شاخص NDVI و بارش سالیانه مشاهده گردید. در مناطق زراعی بیشترین همبستگی میان بارش فصل رویش و تغییرات پوشش وجود داشت. در بین تیپ‌های گیاهی مورد مطالعه بیشترین همبستگی میان تغییرات پوشش گیاهی و میزان بارندگی در تیپ‌های مرتعی دیده شد و تیپ علفزار نیز نسبت به مناطق بوتزار همبستگی بیشتری داشت و بارش فصول سرد و سالیانه تأثیر معناداری را در مناطق مرتعی و زراعی نشان ندادند و در مناطق جنگلی نیز اگرچه رابطه معناداری میان تغییرات پوشش گیاهی و بارش فصول سرد دیده نشد ولی این میزان نسبت به سایر تیپ‌های مورد مطالعه بیشتر بود.

در این منطقه به طور کلی میزان همبستگی در مناطق جنگلی نسبت و زراعی نسبت به مناطق مرتعی کمتر بود و در مناطق شهری نیز به دلیل آبیاری اراضی (در پارک‌ها یا باغات) در زمان‌های بدون بارش اصلاً روابط معناداری در هیچ یک از مقیاس‌های زمانی مورد مطالعه نداشتند (جدول ۲).

جدول ۲- میزان همبستگی بین تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در هریک تیپ‌های گیاهی، سمت چپ (درون جدول) نشان دهنده مقادیر همبستگی (r^2) و اعداد داخل پرانتز نشان دهنده آزمون معنی‌داری (p-value).

نام پوشش اراضی	سالیانه	فصول سرد	فصل رویش	بهار
علفزار	۰/۰۵۴ (۰/۲۷۴)	۰/۰۶۳ (۰/۲۶۰)	۰/۴۰ (۰/۰۰۱)*	۰/۴۵ (۰/۰۰۲)*
بوته‌زار	۰/۱۲۴ (۰/۰۹۲)	۰/۰۰۸ (۰/۶۹۸)	۰/۳۲ (۰/۰۰۵)*	۰/۴۰ (۰/۰۰۳)*
جنگل	۰/۳۶۹ (۰/۰۰۵)*	۰/۱۳ (۰/۱۴۱)	۰/۲۳ (۰/۰۰۲)*	۰/۳۱ (۰/۰۰۶)*
زمین‌های زراعی	۰/۰۷۴ (۰/۱۹۹)	۰/۰۲۶ (۰/۴۹۴)	۰/۳۷ (۰/۰۰۲)*	۰/۱۵ (۰/۰۹۶)
مناطق شهری	۰/۰۳۸ (۰/۳۵۹)	۰ (۰/۹۹۰)	۰/۱۷ (۰/۰۰۵)	۰/۰۲۳ (۰/۰۵۱)

** در سطح پنج درصد معنی‌دار

* در سطح یک درصد معنی‌دار

بحث و نتیجه‌گیری

نسبت پوشش گیاهی زنده، پوشش گیاهی غیرزنده و اجزای فیزیکی (سنگ، سنگریزه و خاک) سه جزء مهم تعیین کننده بازتابش پوشش گیاهی هستند که در این بین، پوشش گیاهی زنده از اهمیت زیادی برخوردار است. مقدار بازتابش از پوشش زنده نیز به مقدار آب، ساختمان سلول، مقدار کلروفیل و ساختمان گیاه بستگی دارد (گلد اسمیت^۱، ۱۹۹۱). کاهش میزان بارندگی، کاهش فعالیت فتوسنتزی و در نتیجه کاهش بازتاب گیاهان را به دنبال خواهد داشت (اسکانلون^۲ و همکاران، ۲۰۰۲). به طوری که در فصول مختلف میزان بازتابش گیاهان در باندهای طیفی مرئی و مادون قرمز متفاوت بود که این امر نیز تغییرات شاخص گیاهی NDVI را به دنبال خواهد داشت. در این پژوهش نوسان زیادی در میزان شاخص NDVI مشاهده گردید که در مورد تیپ‌های گیاهی مختلف بسته به خصوصیات و

1- Goldsmith

2- Scanlon

نوع فرم رویشی آن‌ها متفاوت بود (شکل ۸). فونتانا^۱ و همکاران (۲۰۰۸)، چنگ^۲ و همکاران (۲۰۰۷) و سنسمن^۳ و همکاران (۱۹۹۶) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

نوع فرم رویشی و گونه گیاهی نقش مهمی در تأثیرپذیری پوشش گیاهی از نوسانات بارندگی در سال‌های مختلف نشان می‌دهند، در این مطالعه میزان همبستگی میان تغییرات پوشش گیاهی و بارندگی بسته به نوع تیپ گیاهی دیده شد. پی‌آو (۲۰۰۷)، جاگربرند^۴ و همکاران (۲۰۰۹)، چمال جامز^۵ و فریتز^۶ (۲۰۰۹) نیز فرم رویشی و نوع گونه گیاهی را عامل مؤثری در تأثیرپذیری پوشش گیاهی از بارندگی بیان کردند.

در بین تیپ‌های گیاهی مطالعه شده در مناطق مرتعی بیشترین میزان همبستگی میان تغییرات پوشش گیاهی و میزان بارندگی مشاهده گردید، ضمن این‌که در منطقه علفزار نیز این میزان بیشتر بود (جدول ۲). دلیل این امر را چنین می‌توان بیان کرد که در مناطق مرتعی گیاهان به دلیل وجود ریشه‌های کوتاه‌تر نسبت جنگل‌های طبیعی حساسیت بیشتری نسبت تغییرات بارندگی نشان می‌دهند و در بین تیپ‌های مرتعی نیز گیاهان گراساند نسبت به مناطق بوت‌زار حساسیت بیشتری دارند زیرا در گیاهان بوت‌های به دلیل وجود ساقه‌های چوبی امکان نگهداری آب در ساختمان گیاهان نسبت به گراس‌ها بیشتر است، طبق نتایج این مطالعه در مناطق جنگلی نیز بیشترین همبستگی میان بارش سالیانه و تغییرات پوشش گیاهی دیده می‌شود (جدول ۲)، زیرا درختان به دلیل دارا بودن ریشه‌های عمیق قادر به استفاده از رطوبت موجود در طبقات مختلف خاک می‌باشند (مصدقی، ۱۹۹۸).

دینگ^۷ و همکاران (۲۰۰۷) نیز به این نتیجه دست یافتند که حساسیت جنگل‌های همیشه سبز در مقابل تغییرات بارندگی از مناطق مرتعی کمتر می‌باشد. لیانگ^۸ و همکاران (۲۰۰۵)، پلیسیز^۹ و همکاران (۱۹۹۹)، پروپاستین^{۱۰} و همکاران (۲۰۰۷)، حسینی و همکاران (۲۰۱۱) نیز به این نتیجه دست یافتند که

- 1- Fontana
- 2- Chang
- 3- Senseman
- 4- Jagerbrand
- 5- Chamaille-jammes
- 6- Fritz
- 7- Ding
- 8- Liang
- 9- Plessis
- 10- Propastin

حساسیت مناطق علفزار نسبت به تغییرات بارندگی نسبت به سایر تیپ‌های گیاهی بیشتر است. که این امر نیز موجب می‌گردد که گیاهان مرتعی امکان استفاده از بارش سایر فصول را نداشته باشند و بارش فصل بهار که مصادف با حداکثر رشد و فتوسنتز گیاهان است، نقش مهمتری را در تغییرات پوشش گیاهی ایفا نماید. لیو پیترز^۱ (۲۰۰۳)، پی‌آو^۲ و همکاران (۲۰۰۷) و پرسنت^۳ (۲۰۰۹) نیز بارندگی اواسط فصل بهار را در مناطق مرتعی بر پوشش گیاهی مؤثر دانستند. همچنین حسینی و همکاران (۲۰۱۱) به این نتیجه رسیدند که بارندگی فصل بهار نسبت به سایر فصول تأثیر بیشتری بر پوشش‌های مرتعی دارد.

در مناطق شهری و نیز کشاورزی به دلیل وجود فعالیت‌های انسان در مواقع مختلف در تغییرات پوشش گیاهی نسبت به بارندگی روابط مناسبی دیده نمی‌شود و از طرفی در این مناطق شرایط خاک نیز به دلیل خاک‌ورزی و تغییرات بستر زمین شرایط متفاوتی را نسبت به مناطق مرتعی و جنگلی دارا می‌باشند (جدول ۲). جلالی و خلیل‌پور (۱۳۸۷) نیز به نتایج مشابهی دست یافتند.

به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که شاخص گیاهی NDVI حاصل از تصاویر ماهواره NOAA کارایی بسیار خوبی را در مطالعه و بررسی تغییرات تیپ‌های گیاهی در اثر پدیده‌های اقلیمی مخصوصاً بارندگی از خود نشان می‌دهد که می‌توان از آن در پهنه‌بندی و پایش این پدیده استفاده نمود. در این منطقه میزان همبستگی پوشش گیاهی و بارندگی مقیاس‌های زمانی مختلف نشان داد که در تیپ‌های گیاهی مختلف شرایط منطقه، زمان بارندگی و نوع فرم و گونه گیاهی نقش مهمی در میزان تأثیرات بارش بر پوشش گیاهی در هر منطقه دارد. بنابراین با مطالعه و شناخت پوشش گیاهی می‌توان تیپ‌های حساس و آسیب‌پذیر در شرایط خشک‌سالی را تشخیص داد و در جهت کاهش خسارات ناشی از این پدیده در عرصه‌های طبیعی برنامه‌ریزی نمود. همچنین پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی در صورت در دسترس بودن اطلاعات و نقشه‌های خاکشناسی و سایر اطلاعات محیطی تأثیر عوامل دیگری غیر از بارندگی نیز بر تغییرات پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گیرد.

1- Lei and Peters

2- Piao

3- Persendt

منابع

1. Akbarzadeh, M., and Mirhaji, S.T. 2007. Vegetation Changes under Precipitation in Steppic Rangelands of Rudshur. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 13(3): 222-235.
2. Aliakbari, M. 2009. Determining the potential habitat of two rangeland species *Agropyron trichophorum* and *Astragalus verus* with the integration of GIS and remote sensing in southern karchambouy area, Fereidan-Isfahan, Thesis in Department of Natural Resource, Isfahan University of Tecnology, 117p.
3. Azarnivand, H., and Zare Chahouki, M.A. 2011. *Rangeland Ecology*, University of Tehran Press, Tehran. 345p.
4. Chamaille-jammes, S., and Fritz, H. 2009. Precipitation–NDVI Relationships in Eastern and Southern African Savannas Vary along a Precipitation Gradient. *International Journal of Remote Sensing*, 30(13): 3409–3422.
5. Cheng, Y.B., Wharton, S., Ustin, S.L., Zarco-Tejada, P.J., Falk, M., and Tha Paw U, K. 2007. Relationships between Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer Water Indexes and Tower Flux Data in an Old-Growth Conifer Forest. *Journal of Applied Remote Sensing*, 1: 1-26.
6. Daghestani, M. 2010. Application of Remote Sensing Science in Forest Management, Proceedings of the Regional Geomatic Conference, Eslamshahr.
7. Ding, M., Zang, Y., Liu, L., Zhang, W., Wang, Z., and Bal, W. 2007. The Relationship between NDVI and Precipitation on the Tibetan Plateau. *Journal of Geographical Sciences*, 17(3): 259-268.
8. Fang, J., Piao, S., Tang, Z., Peng, C., and Ji, W. 2001. Interannual Variability in Net Primary Production and Precipitation, *science*, 293(5536): 1723a-1724a.
9. Farajzadeh, M. 2005. *Drought from Concept to Solutions*. National Geographical Organization Publication, Tehran. 112p.
10. Fontana, F., Rixen, C., Jonas, T., Aberegg, G., and Wunderle, S. 2008. Alpine Grassland Phenology as Seen in AVHRR, VEGETATION, and MODIS NDVI Time Series- a Comparison with In Situ Measurements, *Sensors*, 8: 2833-2853.
11. Gheitori, M. 2003. *Ecological Region of Iran, Range Type of Kermanshah Province*, Research Institute of Forest and Rangelands. Tehran. 154p.
12. Ghohroudi Tali, M. 2005. *Geographic Information System, in the 3-D Dimensional Environmental (Arc GIS 3-D)*, Tarbiat Moaalem University. Tehran. 273p.
13. Goldsmith, F.B. 1991. *Monitoring for Conservation and Ecology*, Chapman and Hall, London. 275p.
14. Gurgel, H.C., and Ferreira, N.J. 2003. Annual and Interannual Variability of NDVI in Brazil and its Connections with Climate. *International Journal of Remote Sensing*, 24(18): 3595–3609.

15. Hadian, F. 2011. Analysing Vegetation Cover Changes and Its Relationship With Rainfall Using Satellite Data (Case Study: Semirom Region, Isfahan). Department of Natural Resource, Isfahan University of Tecnalogy, 105p.
16. Hadian, F., jafari, R., Bashari, H., and Soltani, S. 2013. Assessing the accuracy of spectral indices in vegetation cover mapping at vegetation type and across vegetation type cales using TM sensor data in southern Zagroos regions. Iranian Journal of Remote Sencing and GIS, 4(4): 83-100. (In Persion)
17. Hosseini, S.Z., Kappas, M., and Propastin, P. 2011. Estimating Relationship Between Vegetation Dynamic and Precipitation in Central Iran. Toledo, Spain.
18. Jagerbrand, A.K., Molau, U., Alatalo, J.M., and Chrimes, D. 2009. Plant Community Responses to 5 Years of Simulated Climate Change in Meadow and Heath Ecosystems at a Subarctic-alpine Site. *Oecologia*, 161: 601-610.
19. Jalali, N., and Khalilpour, A. 2008. Identification of spatial extent of extreme droughts and their impact on forests and rangelands in Iran during 1995-2001 using rainfall data and satellite images. *Iranian Journal of Natural Resources*, 61 (1): 211-233.
20. Lei, J., and Peters, A.J. 2003. Assessing Vegetation Response to Drought in the Northern Great Plains Using Vegetation and Drought Indices. *Remote Sensing of Environment*, 87(1): 85-98.
21. Liang, E.Y., Shao, X.M., and He, J.C. 2005. Relationships between tree growth and NDVI of grassland in the semiarid grassland of north China. *International Journal of Remote Sensing*, 26(13): 2901-2908.
22. Mesdaghi, M. 1998. Rage management in Iran, Astane Ghods Publications, Mashhad. 333p.
23. Modallaldoust, S. 2010. Evaluating optimized digital elevation precipitation model using IDW method (Case study: Jam and Riz Watershed of Assaloyeh, Iran). *Desert*, 15: 5-14.
24. Moghaddasi, M., Morid, S., Ghami, H., and Samaini, J.M.V. 2005. Daily Drought Monitoring, Tehran Province, *Iranian Journal of Agricultural Science*, 36(1): 51-62.
25. Nickolson, S.E., Davenport, M.L., and Malo, A.L. 1990. A Comparision of the Vegetation Response to Rainfall in the Sahel and East Africa Using Normalized Defference Vegetation Index from NOAA AVHRR, *Climatic Change*, 17: 209-241.
26. Persendt, F.C. 2009. Drought Risk Analysis using Remote Sensing and GIS in the Oshikoto Region of Namibia, Department of Environment University of Kwa Zulu-Natal. 210p.
27. Piao, S., Fang, J., Zhou, L., Guo, Q., Henderson, M., Ji, W., Li, Y., and Tao, S. 2003. Interannual Variations of Monthly and Seasonal Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in China from 1982 to 1999. *Journal of Geophysical Reserch*, 108(14D): 1-13.

28. Plessis, W.P.d. 1999. Linear Regression Relationships between NDVI, Vegetation and Rainfall in Etosha National Park, Namibia. *Journal of Arid Environments*, 42(4): 235-260
29. Propastin, P.A., Kappas, M., Erasmi, S., and Muratova, N.R. 2007. Remote Sensing Based Study on intra-annual Dynamics of Vegetation and Climate in Drylands of Kazakhstan. *Basic and Applied Dryland Research*, 1(2): 138-154.
30. Richard, Y., and Pocard, I. 1998. A Statistical Study of NDVI Sensitivity to Seasonal and Interannual Rainfall Variations in Southern Africa. *International Journal of Remote Sensing*, 19(15): 2907- 2920.
31. Sanaienejad, S.H., Shah Tahmasbi, A.R., Sadr Abadi Haghghi, R., and Kelarestani, K. 2008. A Study of Spectral Reflection on Wheat Fields in Mashhad Using MODIS Data. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science*, 12(45): 11-19. (In Persian)
32. Scanlon, T.M., Albertson, J.D., Caylor, K.K., and Williams, C.A. 2002. Determining Land Surface Fractional Cover from NDVI and Rainfall Time Series for a Savanna Ecosystem. *Remote Sensing of Environment*, 82: 376-388.
33. Schmidt, H., and Karnieli, A. 2000. Remote Sensing of the Seasonal Variability of Vegetation in a Semi-arid Environment. *Journal of Arid Environments*, 45(1): 43-59.
34. Senseman, G.M., Bagleya, C.F., and Tweddale, S.A. 1996. Correlation of Rangeland Cover Measures to Satellite Imagery Derived Vegetation Indices. *Geocarto International*, 11(3): 29-38.