

بررسی سازگاری گیاهان مناطق بیابانی نسبت به تغییرات بارندگی با استفاده از شاخص گیاهی NDVI (مطالعه موردی: دشت اردکان-عقدا)

منیر السادات طباطبایی زاده^۱، فاطمه هادیان^۲، سیدزین العابدین حسینی^۳، جلال برخورداری^۴، حسن خسروی^{۵*}
تاریخ دریافت: ۹۲/۹/۲ تاریخ پذیرش: ۹۳/۳/۱۸

چکیده

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 بنابراین امروزه از تصاویر ماهواره ای به عنوان یکی از سریعترین و کم هزینه ترین روش‌ها جهت پایش و مدیریت مناطق مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این مطالعه از تصاویر ماهواره ای نوآ و مقادیر بارندگی فصلی و سالانه از سال ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۵ استفاده شد و تاثیر بارندگی بر پوشش گیاهی بخشی از استان یزد (منطقه اردکان- عقدا) مورد مطالعه قرار گرفت، برای محاسبه میزان بارش در هر تیپ گیاهی ۹۲ نقشه بارش با استفاده از آمار هواشناسی و پهنه‌بندی (Stance Weighting Interpolation) تهیه شدند. نتایج این تحقیق نشان داد که در منطقه مورد مطالعه شاخص های گیاهی NDVI و بارندگی به تنهایی قادر به توصیف پوشش گیاهی منطقه نخواهد بود که این امر ضرورت استفاده از روش‌های رگرسیون چند متغیره با کمک سایر عوامل اقلیمی را نشان می‌دهد علاوه بر این به دلیل همبستگی بسیار پایین بین بارندگی و شاخص NDVI، بیانگر این است که این شاخص کارایی لازم را در پایش این منطقه ندارد بهتر است از شاخص‌های گیاهی و تصاویر ماهواره‌ای با دقت بیشتر استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: بارش، سنجش از دور، همبستگی، مناطق خشک و بیابانی

۱- دانشجوی دکتری بیابان زدایی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، یزد، ایران
۲- کارشناس ارشد مرتعداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران
۳- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه یزد، یزد، ایران
۴- عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، یزد، ایران
۵- استادیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران
*نویسنده مسئول: Email: hakhosravi@ac.ut.ac.ir

مقدمه

بارندگی یکی از مهمترین عوامل تاثیرگذار بر پوشش گیاهی به حساب می‌آید (۱۷). بنابراین در راستای تدوین طرح‌های حفاظت مناطق جنگلی و مرتعی که دارای پوشش طبیعی هستند، پایش خشکسالی از مهمترین ابزارهای مدیریت محسوب می‌گردد (۲۴).

Akbarzadeh & Mirhaji (2007) در یک پایش چندساله زمینی و بررسی تغییرات تاج پوشش گیاهی به این نتیجه دست یافتند که تغییرات بارندگی تاثیر 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 (۱). 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 (۱۴). 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 (۸). 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 مادون قرمز 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، به طور مستقیم بر بازتاب گیاهان تاثیر می‌گذارد که این بازتاب در ناحیه مادون قرمز مشخص‌تر است. دانشمندان بیان می‌کنند که تنش‌های رطوبتی یا بلوغ برگ، موجب تغییرات حفره برگ و در نتیجه کاهش بازتاب در محدوده مادون قرمز نزدیک می‌گردد، بنابراین با استفاده از مطالعه بازتاب گیاهان می‌توان تغییرات ناشی از خشکسالی را بررسی نمود (۳۰). نتایج پژوهش‌های مختلف نشان می‌دهد که استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مطالعات خشکسالی تطابق بسیار خوبی با روش‌های تحلیل آب و هوایی دارد (۸). Nickolson *et al.* (1990) با استفاده از تصاویر ماهواره نوآ 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 (۲۵).

Gurgel & Ferreira (2003) 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٪ و بارندگی فصل بهار همبستگی ۹۱٪ با تغییرات پوشش گیاهی نشان داد (۱۲).

Xiaomeng (2007) تغییرات محصولات زراعی تحت تأثیر میزان بارندگی را بررسی نمود. در

دیگری مانند شیب، جهت، ارتفاع، رطوبت خاک و سطح آب زیرزمینی استفاده نمودند (۱۵). هدف اصلی از این مطالعه پایش تغییرات پوشش‌های مختلف اراضی با استفاده از مقادیر بارندگی و تصاویر ماهواره‌ای NOAA AVHRR و مقایسه واکنش شکل‌های مختلف رویشی و تیپ‌های مختلف گیاهی به نوسانات بارندگی در قسمتی از استان یزد (دشت اردکان - عقدا) می‌باشد. زیرا در این منطقه به دلیل وجود فرسایش بادی حفظ پوشش گیاهی از اهمیت خاصی برخوردار است که با توجه به نوسانات بارش منطقه نیاز به برنامه ریزی دارد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

به منظور بررسی روابط بین پوشش گیاهی و بارندگی در مناطق خشک و نیمه خشک بخشی از منطقه اردکان - عقدا مورد بررسی قرار گرفت. این منطقه از نظر جغرافیایی بین طول‌های $۵۳^{\circ} ۵۵' ۰۴''$ و $۵۴^{\circ} ۰۴' ۳۸''$ و عرض‌های $۲۸^{\circ} ۱۹' ۴۱''$ تا $۳۲^{\circ} ۲۸' ۱۰''$ واقع شده و دارای مساحتی در حدود ۱۰۱۹۳ کیلومتر مربع می‌باشد. متوسط ارتفاع محدوده مطالعاتی در حدود ۱۰۲۷ متر از سطح دریا بوده که روند تغییر ارتفاع از جنوب شرق به شمال غرب است و این تغییرات با دامنه بسیار کم و بصورت تقریباً یکنواخت انجام می‌گیرد. این منطقه از نظر زمین شناسی و مورفولوژی دشت بوده، اطلاعات کلی از منطقه مورد مطالعه در جدول و شکل زیر آمده است (شکل ۱ و جدول ۱).

این مطالعه از تصاویر ماهواره لندست (سنجنده TM) برای محاسبه شاخص NDVI و از شاخص SPI برای محاسبه میزان بارندگی استفاده شد. همبستگی بالای میان شاخص NDVI و SPI با استفاده از آنالیز رگرسیون نشان داد که با استفاده از این ماهواره و شاخص NDVI به خوبی می‌توان اثرات اقلیم بر پوشش گیاهی منطقه را ارزیابی نمود (۳۳). Liang *et al.*, (2005) 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 گراسلند همبستگی بسیار زیادی میان تغییرات پوشش گیاهی و بارندگی مشاهده می‌گردد (۲۱).

Hosseini *et al.*, (2013) 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 تحقیق 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 ماهواره ای و نقشه های بارش انجام شد. نتایج حاصله بیانگر ارتباط معنی دار تیپ‌های پوشش گیاهی فورب و گراس با نوسانات بارندگی و عدم ارتباط یا ارتباط ضعیف تیپ های بوته زار، درختی و درختچه ای با بارندگی می باشد. آنها همچنین برای تجزیه و تحلیل نتایج از اطلاعات

جدول ۲- پوشش اراضی در منطقه مورد مطالعه

مساحت (km ²)		نوع پوشش
۱۰۱۶	Bare land	زمین‌های لخت
۳۰	Rock	
۲۴۸	Sand Dune	
۶۱	Wetland	
۹	Cultivated land	زمین‌های کشاورزی
۱۲۶	<i>Artemisia sieberi</i>	بوته‌ای‌ها
۳۳	<i>Alhagi Camelorum-Artemisia sieberi</i>	
۲	<i>Artemisia sieberi- Fortuynia bungei</i>	
۰	<i>Artemisia sieberi- Salsola tomentosa</i>	
۴۵	<i>Artemisia sieberi-Aellenia subaphylla</i>	
۱۵	<i>Artemisia sieberi-Caligonum polygonoides</i>	
۱۰۸	<i>Artemisia sieberi-Cousinia deserti</i>	
۲۷	<i>Artemisia sieberi-Ephedra strobilasea</i>	
۴۸	<i>Artemisia sieberi-Fortuynia bungei</i>	
۳۶	<i>Artemisia sieberi-Pteropyrum aucheri</i>	
۴۷۳	<i>Artemisia sieberi-Salsola tomentosa</i>	
۱۸۸	<i>Artemisia sieberi-Salsola yazdiana</i>	
۱۳۲	<i>Artemisia sieberi-Zygophyllum atriplicoides</i>	
۲۸	<i>Cornulaca monacantha-Anabasis aphylla</i>	
۴۹	<i>Cornulaca monacantha-Artemisia sieberi</i>	
۲۰	<i>Haloxylum aphyllum</i>	
۲۰	<i>Salsola tomentosa-Yazdiana-Seidlitzia rosmarinus</i>	
۲۶	<i>Salsola yazdiana-Anabasis aphylla</i>	
۶۱	<i>Seidlitzia rosmarinus</i>	
۱۰	<i>Seidlitzia rosmarinus-Anabasis aphylla</i>	
۹۷	<i>Seidlitzia rosmarinus-Artemisia sieberi</i>	
۳۲	<i>Seidlitzia rosmarinus-Salsola yazdiana</i>	
۵	<i>Tamarix ramosissima-Seidlitzia rosmarinus</i>	
۱۱	Urban	اراضی شهری

پایش تغییرات پوشش گیاهی:

(AVHRR) و مقدار ρ_{red} به عنوان مقدار بازتاب در باند قرمز (باند ۱ سنجنده AVHRR) است.

محاسبه میزان بارندگی:

جهت بررسی تغییرات پوشش گیاهی نسبت به بارندگی طی ۲۳ سال اخیر از کلیه آمار ۱۱ ایستگاه سینوپتیک در منطقه استفاده شد و مقادیر بارندگی در چهار مقیاس زمانی محاسبه گردید:

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

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

۳- میزان بارش فصول سرد: مجموع بارش پاییز و زمستان

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

تعیین میزان بارندگی در هریک از مقیاس‌های زمانی با استفاده از پهنه بندی مقدار بارندگی در نرم افزار Arc GIS انجام گرفت و نقشه‌های بارندگی با استفاده از روش IDW تهیه شدند (شکل ۳) (۲). در این روش پوشش‌های مختلف که به عنوان نقشه پایه می‌باشند، بارندگی بر اساس میانگین نقاط همسایه در محدوده معین محاسبه شد، به این ترتیب که معکوس فواصل از نقاط مجهول مورد وزن دهی قرار گرفته و هر چه 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.

جهت پایش تغییرات پوشش گیاهی نسبت به بارندگی تعداد ۲۳ سری زمانی تصاویر ماهواره ای نوآ از سال ۱۹۸۲ تا ۲۰۰۵ مورد استفاده قرار گرفت، در این مطالعه از تصاویر ماهواره‌ای نوآ^۱ که به وسیله سیستم مطالعه و پایش جهانی^۲ (GIMMS) تولید و پردازش شده بود استفاده گردید. جهت انجام آنالیزهای مورد نظر 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^۳ 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 (۱۶).

سپس جهت مطالعه تغییرات پوشش گیاهی طی ۲۳ سال، از شاخص NDVI که یکی از شاخص‌های گیاهی بوده و از طریق بازتاب گیاهان در باند قرمز و مادون قرمز نزدیک به دست می‌آید استفاده گردید (معادله ۱) (۸).

$$\text{NDVI} = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{red}}{\rho_{NIR} + \rho_{red}} \quad \text{معادله (۱)}$$

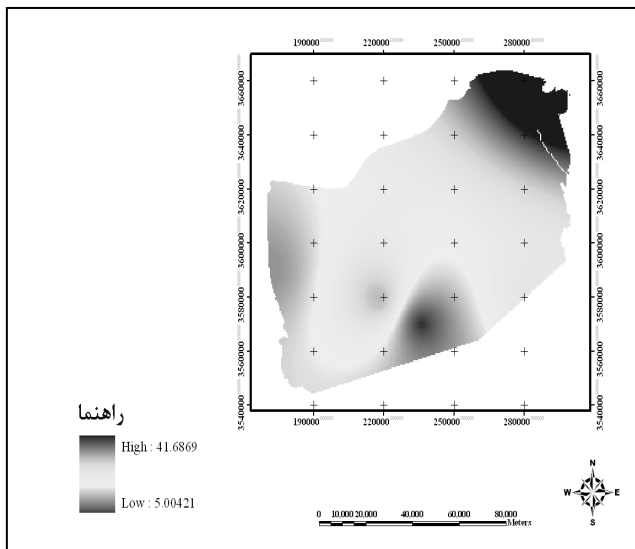
که در این رابطه مقدار ρ_{NIR} مقدار بازتاب در باند مادون قرمز نزدیک (باند ۲ سنجنده

1 -NOAA

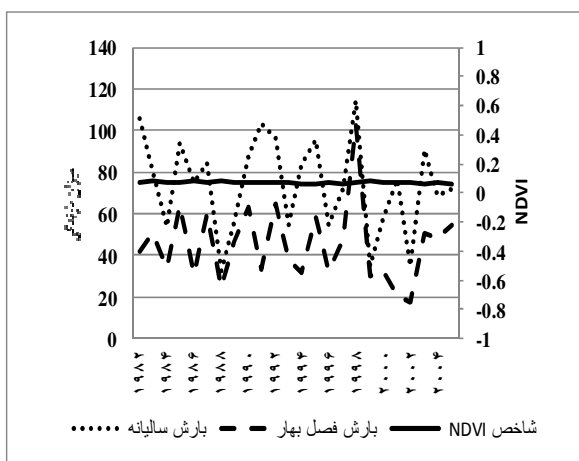
2 -GLOBAL INVENTORY MODELING AND MONITORING STUDIES

3 -PINZON

میزان نوسان سالیانه بارندگی و بهار و شاخص NDVI در تیپ‌های گیاهی بیان‌گر این بود که میزان سبزی‌نگی گیاهان از نظر میزان شاخص NDVI در طول سال‌های مورد مطالعه تغییر چندانی نداشته است (اشکال ۳-۶)



شکل ۲- نقشه میانگین بارش منطقه (برحسب میلیمتر) در سال‌های ۱۹۸۲-۲۰۰۵ به روش IDW



شکل ۳- تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در بوته‌زار

$$Z(x) = \frac{1}{N} \times [\sum Z(xi)]$$

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، لذا فواصل بین آن‌ها به عنوان وزن مدل به کار می‌رود که معمولاً از توان دوم معکوس فواصل استفاده می‌شود و برای افزایش وزن مقدار توان افزایش می‌یابد (۱۰).

بررسی تغییرات پوشش گیاهی:

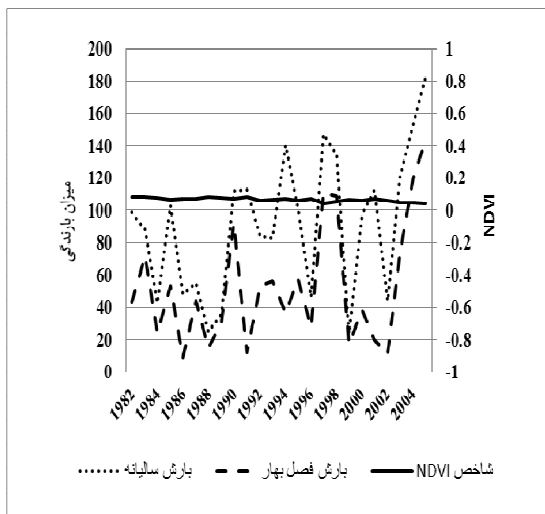
از شاخص NDVI در نرم افزار Erdas Imagen میانگین‌گیری شد. برای مطالعه میزان تغییرات پوشش گیاهی، میزان همبستگی شاخص NDVI در ژوئن^۱ و مقادیر بارندگی در مقیاس‌های زمانی تعریف شده بین سال‌های ۲۰۰۵-۱۹۸۲ محاسبه شد^۲ و با استفاده از آزمون رگرسیون همبستگی تغییرات شاخص NDVI و مقادیر بارندگی بررسی گردید (۷). در نهایت رابطه بارندگی و پوشش گیاهی در تیپ‌های مختلف گیاهی با یکدیگر مقایسه شد.

نتایج

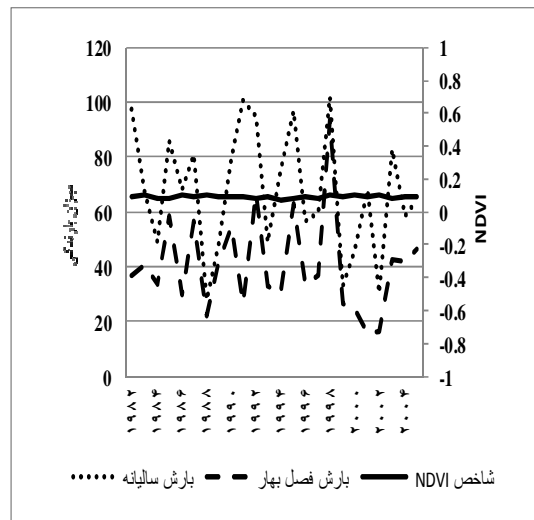
بررسی تغییرات سالیانه شاخص گیاهی NDVI بیانگر این می‌باشد که در منطقه مورد مطالعه بوته‌زارها بیشترین تغییرات پوشش سطح اراضی را نشان می‌دهند که این زمین‌ها با انجام عملیات اصلاح خاک و هزینه زیاد برای این کار مساعد گردیده است.

۱- خرداد ماه که مصادف با حداکثر رشد و فتوسنتز گیاهان بود.

۲- تعداد ۹۲ نقشه بارندگی



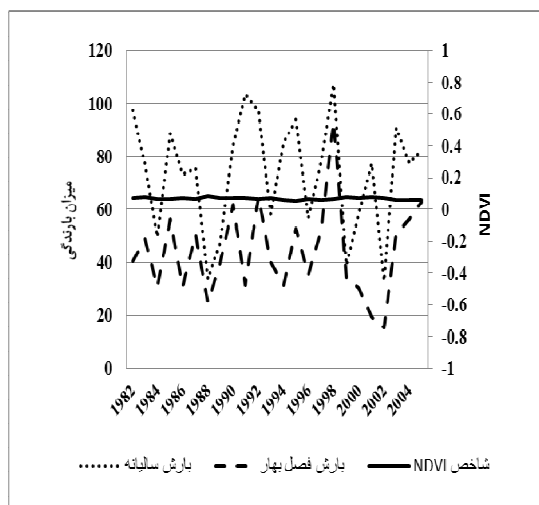
شکل ۶- تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در مناطق دارای پوشش درختچه‌ای



شکل ۴- تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در منطقه کشاورزی

بررسی میزان همبستگی تغییرات پوشش و میزان بارندگی:

در منطقه مورد مطالعه هر یک از تیپ‌های گیاهی واکنش‌های متفاوتی را نسبت به تغییرات بارش نشان دادند که فرم رویشی و نوع گونه گیاهی از عوامل نوسانات پوشش گیاهی در منطقه می باشد. در این مطالعه بوته ای‌ها بیشترین همبستگی را به ترتیب با بارش سالیانه، بهار، فصل رویش و فصل زمستان داشتند و بین پوشش و میزان بارندگی در درختچه‌ای‌ها نسبت به بوته‌زارها همبستگی کمتری وجود داشت. در هیچ یک از تیپ‌های گیاهی همبستگی معناداری با میزان بارش در فصل بهار و فصول سرد و یا فصل رویش مشاهده نشد (جدول ۳).



شکل ۵- تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در مناطق دارای خاک بدون پوشش

جدول ۳- میزان همبستگی بین تغییرات شاخص NDVI و بارندگی در هریک از پوشش اراضی، درون جدول نشان دهنده مقادیر ضریب همبستگی و اعداد داخل پرانتز نشان دهنده سطح معنی داری

بارش فصل رویش	بارش فصول سرد	بارش فصل بهار	بارش سالیانه	نام تیپ گیاهی
۰/۰۴(۰/۳۱)	۰(۰/۹۹)	۰/۱۴(۰/۰۷)	۰/۳۹(۰/۰۰۱) *	بوته ای
۰/۰۵(۰/۲۶)	۰/۰۲(۰/۴۲)	۰/۰۶(۰/۲۳)	۰/۱۰(۰/۱۱)	زمین های کشاورزی
۰/۰۱۳(۰/۵۹۲)	۰/۰۰۷(۰/۷۷)	۰/۰۳(۰/۴۰)	۰/۰۵(۰/۵۰)	زمین های لخت
۰/۰۳(۰/۴۰)	۰/۰۱۳(۰/۵۹)	۰/۰۴(۰/۵۰)	۰/۲۳(۰/۰۱۵) **	درختچه ای
*در سطح یک درصد معنی دار		**در سطح پنج درصد معنی دار		

بحث و نتیجه گیری

نسبت پوشش گیاهی زنده، پوشش گیاهی غیرزنده و اجزاء 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 (۱۱). کاهش تراکم پوشش گیاهی، افزایش تاثیر بازتاب خاک را به همراه خواهد داشت و در منطقه نیز خصوصیات مختلف خاک مانند بافت و رنگ بر روی بازتاب خاک و در نتیجه شاخص های گیاهی موثر خواهند بود (۳۴).

کاهش میزان بارندگی، کاهش فعالیت فتوسنتزی و در نتیجه کاهش بازتاب گیاهان را به دنبال خواهد داشت (۳۲، ۶). نتایج این مطالعه نشان داد که در این منطقه بیابانی همبستگی های بسیار کمی بین تغییرات بارش و سبزیگی پوشش گیاهی مشاهده می شود که با در نظر گرفتن سازگاری گیاهان نسبت به خشکی در این منطقه قابل توجیه می باشد ضمن اینکه گیاهان به دلیل فرم رویشی خاص

خود و داشتن ریشه های عمیق بیشترین همبستگی را با بارش سالیانه دارند. Richard *et al.*, (2008) همبستگی های بسیار کم و حتی منفی بین میزان بارش و شاخص NDVI در مناطق نیمه بیابانی مشاهده نمودند (۲۸). Mayhew (1965) بیان می کند که در مناطق بیابانی گیاهان بوته ای و درختچه ای قابلیت بسیار بالایی در مقابل خشکی دارند (۲۲). در این منطقه با توجه به کمبود بارندگی کشاورزی از نوع زراعت آبی بود. لذا آبیاری آن با استفاده از آب چاه ها و فنوآت انجام می گیرد و ارتباط مستقیم با بارش نداشتند. بررسی ها نشان داد که Jalali & Khalilpour (2008) به نتایج مشابهی دست یافتند (۲۰).

نوع فرم رویشی و گونه گیاهی نقش مهمی در تاثیرپذیری پوشش گیاهی از نوسانات بارندگی در سال های مختلف نشان می دهند (۵)، اما در مناطق خشک و بیابانی به دلیل وجود طولانی ترین دوره های خشک و بدون بارندگی، بالابودن میزان تبخیر و تعرق، عدم تکامل خاکها، وجود فرسایش شدید آبی و بادی و نیز وجود خاکهای شور و قلیایی باعث شده که گیاهان این مناطق نسبت به خشکی و نیز

نشان می‌دهند، البته در این مناطق خاک هم قابلیت خوبی در نگهداری رطوبت از خود نشان می‌دهد (۱۸). Azarnivand & Zare Chahouk (2011) بیان می‌کنند که گیاهان مناطق بیابانی با استفاده از تغییراتی که در سیستم ریشه خود از طریق تغییرات مورفولوژیک مانند تولید ریشه‌های جانبی (*Haloxylum aphyllum*) و یا افزایش انشعابات ساقه (*Artemisia sieberi*) در برابر کمبود بارش و خشکسالی سازگاری می‌یابند (۳). Funk & Brown (2006) بارندگی مناطق بیابانی را یک عامل غیر قابل پیش‌بینی بیان می‌کنند (۹).

با نتایج به دست آمده و همچنین کارایی بسیار بالای تصاویر ماهواره ای در رابطه با اینگونه مطالعات در مناطق مرطوب پیشنهاد می‌گردد که در مناطق خشک رابطه NDVI با شاخص‌های دیگر نظیر خصوصیات خاک، درجه حرارت محیط، باد، سطح ایستابی آب‌های زیرزمینی و سایر پارامترهای اقلیمی بررسی گردد زیرا گیاهان مناطق خشک به خصوص بوته‌ای‌ها و درختچه‌ای‌ها خود را با کمبود بارندگی سازگار نموده‌اند و از روش‌های مختلف کمبود بارندگی را جبران می‌نمایند، بنابراین استفاده از پارامتر بارندگی و رگرسیون خطی ساده به تنهایی نمی‌تواند تغییرات پوشش گیاهی مناطق بیابانی را بیان کند که این امر ضرورت استفاده از روش‌های رگرسیون چند متغیره جهت مطالعه سایر عوامل اقلیمی نشان می‌دهد. علاوه بر این به دلیل همبستگی بسیار پایین بین بارندگی و شاخص NDVI، بیانگر این است که این شاخص کارایی لازم را در پایش منطقه مورد مطالعه را ندارد لذا استفاده از سایر شاخص‌های گیاهی و

خاک از طریق تغییرات مورفولوژیک و فیزیولوژیک در مقایسه با مناطق مرطوب سازگاری داشته باشند (۲۶، ۱۸). کاهش میزان سبزیگی گیاهان در مناطق خشک و بیابانی که ناشی از سازگاری آنها است باعث همبستگی بسیار پایین آنها با داده‌های سنجش از دوری می‌گردد. Buyantuyev *et al.* (2007) همبستگی بسیار پایینی بین تاج پوشش گیاهی و شاخص‌های گیاهی محاسبه شده با تصاویر ماهواره‌ای در مناطق بیابانی نسبت به سایر مناطق مشاهده نمودند (۴).

به طور کلی می‌توان گفت که میزان بارش منطقه در تاثیر پذیری گیاهان نقش مهمی دارد و در مناطق بیابانی با بارش کم به دلیل فرم رویشی و نوع گیاهان خاص خود تاثیرات بارش نیز کمتر است، Nickolson *et al.* (1990) و Richard & Pocard (1998) میزان بارش را در تاثیر پذیری گیاهان منطقه موثر دانستند (۲۵، ۲۹). گیاهانی با فرم رویشی درختی و درختچه‌ای به دلیل داشتن ریشه‌های عمیق نسبت به سایر فرم‌های رویشی همبستگی کمتری در مقابل تغییرات بارش از خود نشان می‌دهند (۲۳).

Hadian (2011) به این نتیجه دست یافت که درختان حساسیت کمتری در مقابل تغییرات بارش بهار نسبت به سایر فرم‌های رویشی دارند (۱۳). در مناطق خشک و بیابانی به دلیل شرایط خشکی گیاهان از نظر جنبه‌های مورفولوژیک نسبت به گیاهان سایر مناطق تغییرات زیادی را حاصل نموده‌اند و با افزایش ریشه‌های جانبی، افزایش طول ریشه و تغییر در ساختمان ریشه در برابر خشکی از خود مقاومت

تصاویر ماهواره‌ای با دقت بیشتر ضروری به نظر می‌رسد.

References

- 1-Akbarzadeh, M., S. T. Mirhaji, 2007. Vegetation Changes under Precipitation in Steppic Rangelands of Rudshur, Iranian Journal of Range and Desert Research 13(3):222-235, (In Persion).
- 2-Aliakbari, M., 2009. "Determining the potential habitat of two rangeland specise *Agropyrom trichophorum* & *Astragalus verus* with the integration of GIS and remote sensing in southern karchambouy area, Fereidan-Isfahan", MSc Thesis, Isfahan University of Tecnology, 117P: 117P, (In Persion).
- 3-Azarnivand, H. & M. A. Zare Chahouki, 2011. Rangeland Ecology, University of Tehran Press, 345P: 345P, (In Persion).
- 4-Buyantuyev, A., J. Wu, & C. Gries, 2007. Estimating Vegetation Cover in an Urban Environment Based on Landsat ETM+ Imagery: A Case Study in Phoenix, USA, International Journal of Remote Sensing 28(2):269-291.
- 5-Ding, M., Y. Zang, L. Liu, W. Zhang, Z. Wang, & W. Bal, 2007. The Relationship between NDVI and Precipitation on the Tibetan Plateau, Journal of Geographical Sciences 17(3):259-268.
- 6-Dubey, S., G. Pranuthi, & S. Tripathi, 2012. Assessing the Relation Between NDVI and Rainfall over India, International Journal of Water Resources and Arid Environment 2(4):108-114.
- 7-Fang, J., S. Piao, Z. Tang, C. Peng, W. Ji, 2001. Interannual Variability in Net Primary Production and Precipitation, science 293(5536):1723a-1724a.
- 8-Farajzadeh, M., 2005. Drought from Consept to Solutions, National Geographical Organization Publication, 112P: 112P, (In Persion).
- 9-Funk, C. C. & M. E. Brown, 2006. Intra-seasonal NDVI change projections in semi-arid Africa, Remote Sensing of Environment 101:249-256.
- 10-Ghohroudi Tali, M., 2005. Geographic Information System, in the 3-D Dimentional Enviromental (Arc GIS 3-D), Tarbiat Moaalem University: 273P, (In Persion).
- 11-Goldsmith, F. B., 1991. Monitoring for Conservation and Ecology, Chapman & Hall:275P.
- 12-Gurgel, H. C. & N. J. Ferreira, 2003. Annual and Interannual Variability of NDVI in Brazil and its Connections with Climate, International Journal of Remote Sensing 24(18):3595-3609.
- 13-Hadian, F., 2011. "Analysing Vegetation Cover Changes and Its Relationship With Rainfall Using Satellite Data (Case Stady: Semirom Region, Isfahan)", MSc Thesis, Isfahan University of Tecnology, 105P: 105P, (In Persion).
- 14-Hadian, F., H. Bashari, R. Jafari, 2012. Effects of sampling sizes on the correlation between vegetation cover and NDVI data in different rangeland conditions using TM and AWiFS images, Journal of Applied RS & GIS Techniques in Natural Resource Science 3(2):85-97.
- 15-Hosseini, S. Z., 2013. The application of remote sensing, GIS, geostatistics, and ecological modeling in rangelands assessment and improvement , Ph.D Thesis, , University of Göttingen, Göttingen, 132 Pages.
- 16-Hosseini, S. Z., M. Kappas, P. Propastin, 2011. Estimating Relationship Between Vegetation Dynamic and Precipitation in Central Iran, Toledo, Spain.
- 17-Hosseini, S. Z., S. T. Mirhaji, A. R. Safari, 2002. Relationship between precipitation and yield of *Medicago sativa* (Case study: Hamand-e-Absard Range Research Station).

Second National Conference of National Conference of Range and Range Management, Tehran University, Tehran, Iran.

18-Jafari, M., 2010. Reclamation of Aridland, University of Tehran Press: 396 P, (In Persian).

19-Jafari, R., 2007. "Arid Land Condition Assessment and Monitoring Using Multispectral and Hyperspectral Imagery", PhD Thesis, University of Adelaide Australia: 150P.

20-Jalali, N., A. Khalilpour, 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, (In Persian).

21-Liang, E. Y., X. M. Shao, J. C. He, 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-Mayhew, W. W., 1965. Adaptations of the Amphibian, *Scaphiopus couchi*, to Desert Conditions, American Midland Naturalist 74(1):95-109.

23-Mesdaghi, M., 1998. Rangeland management in Iran, Astane ghods publications, 333P: 333P, (In Persian).

24-Moghaddasi, M., S. Morid, H. Ghami, J. M. V. Samaini, 2005. Daily Drought Monitoring, Tehran Province, Iranian Journal Agricultural Science 36(1):51-62, (In Persian).

25-Nickolson, S. E., M. L. Davenport, A. L. Malo, 1990. A Comparison of the Vegetation Response to Rainfall in the Sahel and East Africa Using Normalized Difference Vegetation Index from NOAA AVHRR, Climatic Change 17:209-241.

26-Piao, S., J. Fang, L. Zhou, Q. Guo, M. Henderson, W. Ji, Y. Li, S. Tao, 2003. Interannual Variations of Monthly and Seasonal Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) in China from 1982 to 1999, Journal of Geophysical Research 108(14D):1-13.

27-Riano, D., E. Chavieco, J. Salas, I. Aguado, 2003. Assessment of Different Topographic corrections in Landsat-TM Data for Mapping Vegetation Types, IEEE Transaction on Geoscience and Remote Sensing 41(5):1056 - 1061.

28-Richard, Y., N. g. Martiny, N. Fauchereau, C. Reason, M. Rouault, N. Vigaud, Y. Tracol, 2008. Interannual memory effects for spring NDVI in semi-arid South Africa, Geophysical Research Letters 35:1-6.

29-Richard, Y., I. Pocard, 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.

30-Sanaiejad, S. H., A. R. Shah Tahmasbi, R. Sadr Abadi Haghighi, K. Kelarestani, 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).

31-Sarapirome, S., C. Kulrat, 2010. Comparison Urban Classification Using Landsat - TM and Linear Spectral Mixture Analysis Extracted Images: Nakhon Ratchasima Municipal Area, Thailand, Suranaree Journal of Science and Technology 17(4):401-411.

32-Scanlon, T. M., J. D. Albertson, K. K. Caylor, C. A. Williams, 2002. Determining Land Surface Fractional Cover from NDVI and Rainfall Time Series for a Savanna Ecosystem, Remote Sensing of Environment 82:376-388.

33-Xiaomeng, R., 2007. "Agricultural vulnerability to drouth in southern alberta aquantitative assessment", Master of science, University of Lethbridge.

34-Yoshioka, H., T. Miura, J. A. Demattê, K. Batchily, A. R. Huete, 2010. Soil line influences on two-band vegetation indices and vegetation isolines: A numerical study, Remote Sensing 2(2):545-561.

