

پایش خشک‌سالی و تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از شاخص‌های آماری و سنجش‌ازدور (مطالعه موردی: پارک جنگلی جهاد بندرعباس)

احمد نوحه گر^۱، احسان تمسکی*^۲، سامان علیمردادی^۳، زهرا سلیمانی^۴

چکیده

خشک‌سالی پدیده‌ای اقلیمی و خزنده است که آثار مخرب آن به ویژه در بوم‌سازگان مناطق خشک و نیمه‌خشک چشمگیر است. پوشش گیاهی به عنوان آیینه‌ی تمام‌نمای اقلیم از این بلا‌ی طبیعی در امان نمانده و چه بسا سریع‌تر دست‌خوش تغییر و تحول می‌شود. با بررسی و مطالعه‌ی بلندمدت تغییرات پوشش گیاهی و ارتباط آن با شاخص‌های خشک‌سالی به کمک سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌از دور می‌توان به بررسی تغییرات پوشش گیاهی زیست‌بوم‌های این مناطق در سال‌های متوالی پرداخت. در این مطالعه برای پایش خشک‌سالی و اثرات آن از شاخص‌های آماری، شاخص سنجش‌از دور، دما و رطوبت نسبی بهره گرفته شد و در ادامه با استفاده از رگرسیون فضایی و ضریب تعیین به بررسی همبستگی شاخص پوشش گیاهی با شاخص‌های خشک‌سالی و عوامل اقلیمی پرداخته شد. نتایج تحقیق همبستگی بالای ۰/۵ را بین تمامی شاخص‌ها با شاخص پوشش گیاهی نشان داد. بیش‌ترین همبستگی مربوط به رطوبت نسبی (۰/۹۴) است. نتایج نشان می‌دهد که هر چه به سال ۲۰۰۹ نزدیک می‌شویم بر تداوم دوره‌های خشک‌سالی افزوده و از فاصله زمانی بین آن‌ها کاسته می‌شود که این رخداد تأثیر چشمگیر و درازمدتی بر پوشش گیاهی دارد، به طوری که در سال ۲۰۰۹ مساحت زیادی از منطقه پوشش گیاهی خود را از دست داده است.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های خشک‌سالی، شاخص پوشش گیاهی، سنجش‌از دور

۱. مقدمه

خشک‌سالی مخاطره‌ای اقلیمی است که به عنوان پدیده‌ای خزنده شناخته شده است، زیرا اغلب تأثیر آن در یک دوره زمانی به کندی ظاهر می‌شود (تمسکی و همکاران، ۱۳۹۲). در دهه‌های

۱. استاد گروه محیط زیست دانشگاه تهران.

۲. * نویسنده مسئول؛ کارشناس ارشد بیابان‌زدایی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان؛
ehsantamasoki@yahoo.com

۳. کارشناس ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان.

۴. کارشناس ارشد بیابان‌زدایی دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان.

اخیر مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران به صورت متناوب تحت تأثیر خشک‌سالی قرار گرفته‌اند و آثار مخرب این پدیده در زندگی انسان‌ها قابل مشاهده است (شمسی‌پور و همکاران، ۱۳۸۹). فراوانی خشک‌سالی به ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار زیاد است، به طوری که بیش‌ترین فراوانی در ایران با ۵۰ درصد متعلق به منطقه بندرعباس است (تمسکی و همکاران، ۱۳۹۲). آسیائی (۱۳۸۵)، اظهار می‌دارد که هر یک از شاخص‌های خشک‌سالی فقط برای کاربردهای خاص و در منطقه خاصی معتبر هستند که علت آن متغیر بودن شرایط هواشناسی مؤثر بر ایجاد پدیده خشک‌سالی از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر است اما در مناطقی که دارای شرایط اقلیمی یکسانی هستند می‌توان از شاخص‌های خشک‌سالی یکسانی استفاده نمود. برای مطالعه پدیده خشک‌سالی وجود داده‌های مناسب و طولانی مدت پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی بسیار ضروری است. بدون وجود این داده‌ها امکان مطالعه در این زمینه میسر نمی‌گردد. بارندگی اصلی‌ترین عاملی کنترل، ایجاد و تداوم شرایط خشک‌سالی است، اما تبخیر و تعرق مهم‌ترین پارامتر اقلیمی است که می‌تواند رفتارهای خشک‌سالی را در هر منطقه‌ای بیان نماید. مشکلاتی که تا کنون بر سر راه محاسبه تبخیر و تعرق وجود داشته است موجب شده که بارندگی به عنوان مناسب‌ترین و قابل دست‌رس‌ترین پارامتر اقلیمی برای ساخت و محاسبه شاخص‌های خشک‌سالی شناخته شود. در واقع شاخص‌هایی که تنها بر پایه داده‌های بارندگی استوار هستند، در مقایسه با شاخص‌های پیچیده‌تر هیدرولوژیکی نتیجه بهتری می‌دهند. از میان شاخص‌هایی که بر اساس استفاده از پارامتر بارندگی استوار می‌باشند، شاخص بارندگی استاندارد (SPI)^۱ و شاخص دهک‌ها (DI)^۲ از اعتبار و دقت بسیار مناسبی که این شاخص برای استان خراسان و کشور مورد استفاده قرار گرفته است (آسیائی، ۱۳۸۵). در این مطالعه نیز از شاخص‌های بارندگی استاندارد و دهک‌ها به جهت اعتبار خاصی که نزد متخصصین یافته اند برای بررسی پدیده خشک‌سالی بهره گرفته شده است. با توجه به اهمیت موضوع پوشش‌های گیاهی برای سازمان‌ها و ارگان‌های دولتی و غیردولتی در سراسر جهان و همچنین حاد شدن مشکل از بین رفتن فضاها و سبز بر اثر خشک‌سالی و یا عوامل مخرب دیگر از قبیل سیل، آتش‌سوزی، و به دنبال آن محیط‌زیست (آسیائی، ۱۳۸۵)، کسب اطلاعات درباره وضعیت پوشش گیاهی از قبیل میزان و پراکنش آن‌ها از اهمیت بسیاری برخوردار است. متوسط غلظت دی‌اکسید کربن اتمسفر جهان ۹ درصد در طول سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰ افزایش یافته است (نمانی و همکاران^۳، ۲۰۰۳) و در یک تصاعد سریع‌تر در هر دهه، از سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۵ افزایش یافته است (راویچ و

۱. Standardized Percipitation Index

۲. Dicles Index

۳. Nemani

همکاران^۱، ۲۰۰۷؛ راویچ و کانادل^۲، ۲۰۰۸). تغییرات در بهره‌وری گیاهی اولین تنظیم‌کننده تغییرات جذب کربن خالص خشکی است (زائو و رانینگ^۳، ۲۰۱۰). علاوه بر این، تغییرات در بهره‌وری پوشش گیاهی سطح زمین خواص بیوفیزیکی و مقدار و ماهیت انتقال انرژی به اتمسفر را تغییر می‌دهد، که در نهایت ممکن است منجر به تغییرات آب و هوایی محلی و یا منطقه‌ای شود (جکسون و همکاران^۴، ۲۰۰۸؛ اندرسون و همکاران^۵، ۲۰۱۰). بنابراین، با توجه به قوانین دینامیکی رشد پوشش گیاهی و واکنش آن به تغییرات آب و هوایی در مقیاس‌های منطقه‌ای، قاره‌ای و جهانی در دهه‌های گذشته افزایش یافته است (هیئت بین‌دولتی تغییرات آب و هوایی^۶، ۲۰۰۷؛ پیاو و همکاران^۷، ۲۰۱۰). استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعه گسترده پوشش گیاهی را فراهم می‌سازد. به منظور کاهش اثر بازتابی سایر پدیده‌های سطح زمین و افزایش اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی از شاخص‌های گیاهی^۸ استفاده می‌شود. در واقع شاخص‌های گیاهی برای متمایز ساختن پوشش گیاهی از پدیده‌های دیگر که توسط تک باندها ممکن نیست به کار می‌رود (سلاجقه، ۱۳۸۷). استفاده از شاخص‌های گیاهی چنین امکانی را فراهم می‌سازد که بتوان تجزیه و تحلیل‌های ریاضی را بر داده‌ها اعمال کرد. با به‌کارگیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش‌ازدور (RS) می‌توان به مطالعه این مناطق پرداخت و قابلیت سیستم اطلاعات جغرافیایی در تلفیق لایه‌های اطلاعاتی حاصل از سنجش‌ازدور به مراتب بالاتر از روش‌های سنتی بوده و بدیهی است که نتایج حاصله گویاتر و از دقت بالاتری برخوردار است (فرزانه، ۱۳۷۱) و تغییرات پوشش گیاهی آن‌ها را در سال‌های متوالی مورد بررسی قرار داد. شاخص اختلاف گیاهی نرمال شده برای پایش و ارزیابی پوشش گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد (جی و پیترز^۹، ۲۰۰۳). پارک جنگلی دست کاشت، پارکی است که به صورت مصنوعی توسط انسان ایجاد می‌گردد و هدف اصلی از ایجاد این گونه پارک‌ها، بازسازی بوم‌سازگان‌های منهدم شده جنگلی با موقعیت مکانی مناسب و پتانسیل تفرجی قابل توجه در حاشیه سکونت گاه‌ها است. پارک‌های جنگلی دست کاشت با اهداف دیگری نظیر پیوند شهروند گرفتار زندگی ماشینی با طبیعت، فراهم نمودن امکانات تفرجی، جمع‌آوری گونه‌های بومی با ارزش، تنوع بخشیدن به پوشش گیاهی با استفاده از گونه‌های غیربومی و سازگار به منطقه جهت توسعه و

۲. Raupach

۳. Raupach and Canadell

۴. Piao

۵. Jackson

۶. Anderson

۷. Intergovernmental Panel on Climate Change

۸. Piao

۹. Vegetation Indices

۱۰. Ji

ارتقاء تنوع گیاهی و ایجاد یک محیط، با ارزش‌های تحقیقاتی و مطالعاتی در ارتباط با جنگل به عنوان باغ بوتانیک ایجاد می‌گردند. از این رو با توجه به وجود گونه‌های گیاهی متنوع اعم از گونه‌های بومی، غیربومی و سازگار به منطقه در پارک‌های جنگلی، بررسی و مطالعه در مورد خشک‌سالی و تغییرات پوشش گیاهی آن‌ها را ضروری می‌سازد.

پیرمادیان و همکاران (۱۳۸۷)، شدت خشک‌سالی را در یک دوره آماری ۳۰ ساله برای ۲۰ ایستگاه استان فارس، در سه مقیاس زمانی ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه تعیین کردند که نتایج نشان داد که استان فارس در بیشتر سال‌ها دچار خشک‌سالی بوده و شدت آن در سال‌های اخیر به مراتب بیشتر از سال‌های قبل است، دیگر نتایج نشان داد که خشک‌سالی‌های کوتاه مدت دارای نوسانات و تغییرات زیادی می‌باشند و حساسیت بیشتری به تغییرات شرایط رطوبت دارند و در مقیاس‌های زمانی بلندمدت، خشک‌سالی‌های شدید دارای دوره‌های تداوم طولانی بوده و خشک‌سالی را بهتر منعکس می‌کنند. صفر راد و ادراکی (۱۳۹۰)، ریچارد و همکارانش^۱ (۲۰۱۳)، محمود زاده و همکاران (۱۳۸۷) به پایش خشک‌سالی و بررسی همبستگی و مناسب بودن هر دو شاخص NDVI و SPI برای پوشش گیاهی پرداختند و بیان داشتند: تصاویر ماهواره‌ای از توانایی بالایی برای پایش و مدیریت خشک‌سالی برخوردارند و همبستگی بالایی بین آن‌ها در پایه‌های زمانی متفاوت و شرایط مکانی و زمانی متفاوت می‌تواند وجود داشته باشد. نتایج تحقیقات محققینی چون میر موسوی و کریمی (۱۳۹۲)، ابراهیم‌زاده و همکاران ۱۳۹۲، محمود زاده و همکارانش (۱۳۸۷) و گیورینگ و گانش^۲ (۲۰۰۹) این مطلب را تأیید می‌نماید. مطابق نتایج محمودی کهن و همکارانش (۱۳۹۰) نیز در زمین‌های کشاورزی رفسنجان در پایه‌های زمانی ۶ ماهه SPI بیش‌ترین همبستگی را با NDVI و VCI دارد، درحالی‌که نتایج تحقیقات گیورینگ و گانش (۲۰۰۹) که به منظور حذف اثرات منطقه‌ای آب و هوایی و پوشش از روی NDVI موجب استفاده از شاخص VCI در تگزاس شده بود به همبستگی بالایی با شاخص SPI دست یافتند. همچنین بر اساس نتایج تحقیقات گذشته و نتایج تحقیق فیضی زاده و حاجی میر رحیمی (۱۳۸۶) در تمامی نقاط از میزان پوشش گیاهی کاسته شده است. بر این اساس و نتایج تحقیقات ثنائی نژاد و همکاران (۱۳۸۶) می‌توان بیان کرد که مقادیر شاخص NDVI در برخی از تحقیقات گذشته، در سال‌های خشک و تر متفاوت است، به عنوان مرحله‌ی مقدماتی در یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری خشک‌سالی و یا به منظور ایجاد یک بانک اطلاعاتی مقادیر NDVI برای تصاویر سال‌های آتی استفاده نمود. یانگ و همکاران^۳، ۲۰۰۱؛ وانگ و همکاران^۴، ۲۰۰۱؛ ریچارد

۱. Richards

۲. Quiring and Ganesh

۳. Yang

۴. Wang

و پوکارد^۴، ۲۰۰۴؛ لی و همکاران^۲، ۲۰۰۴؛ جی و پیترز^۳، ۲۰۰۴ در نتایج تحقیقی خود بیان نمودند: ارتباط بین NDVI و دما کمتر ولی معنی‌دار ارزیابی شده است. درحالی‌که یانگ و همکاران^۴ (۱۹۹۷) همبستگی بالایی بین NDVI و دمای خاک در نبراسکای آمریکا ایالات متحده یافتند و بیان داشتند دما تأثیر مستقیمی روی رشد گیاه دارد. همچنین میلیچ و ویس^۵ (۲۰۰۰) همبستگی بین NDVI و بارش را برای فصل رشد در حدود ۵۰۰-۲۵۰ میلی‌متر برآورد کردند. همچنین می‌توان به همبستگی بین بارش و NDVI نیز پی برد. تا جایی که اختری (۱۳۸۵) اظهار می‌دارد؛ مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر شرایط پوشش گیاهی، عناصر اقلیمی است. ارزیابی ارتباط کمی الگوی پوشش گیاهی و عناصر اقلیمی از مهم‌ترین کاربردهای سنجش‌ازدور در مقیاس جهانی و منطقه‌ای است. بارش و دما به طور مستقیم بر توازن آب اثر می‌گذارند و به نوبه خود جزو عوامل تغییر در رطوبت خاک و رشد گیاه‌اند. نیاز به اندیشیدن راه حل علمی برای مقابله با خشک‌سالی و یافتن راه‌حلهایی برای کاهش اثرات آن ضروری است، چرا که مسئله خشک‌سالی و صدمات ناشی از آن به محیط‌زیست، محدود به منطقه‌ای که در آن اتفاق افتاده است نشده، بلکه در درازمدت و حتی میان‌مدت می‌تواند کل محیط‌زیست را با خطر روبرو سازد. هدف اصلی از انجام این تحقیق، پایش خشک‌سالی و بررسی مناسب‌ترین شاخص‌های خشک‌سالی به همراه بررسی تغییرات پوشش گیاهی پارک جنگلی جهاد بندرعباس با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و ارتباط این تغییرات پوشش گیاهی با شاخص‌های خشک‌سالی و عناصر اقلیمی در بازه‌ی زمانی ۲۵ سال است.

۲. مواد و روش‌ها

۲-۱. منطقه مورد مطالعه

پارک جنگلی جهاد در استان هرمزگان، شهرستان بندرعباس در سال ۱۹۹۳ احداث گردیده است و بخش مرکزی آن در فاصله ۸ کیلومتری شرق شهرستان اجرا شده است. مساحت مورد مطالعه در این تحقیق ۲۱۹۰ هکتار است که در مختصات جغرافیایی ۲۳ ۲۴ ۵۶ تا ۳۳ ۲۴ ۵۶ طول شرقی و ۳۷ ۱۶ ۲۷ تا ۵۴ ۱۶ ۲۷ عرض شمالی واقع شده است (شکل ۱) این پارک از شمال به محور ارتباطی قدیم بندرعباس به میناب، از غرب به ایستگاه رادیویی صدا و سیما، از جنوب به اراضی ملی و از شرق به دانشگاه هرمزگان منتهی می‌شود. منطقه اجرای

۵. Richard and Pocard

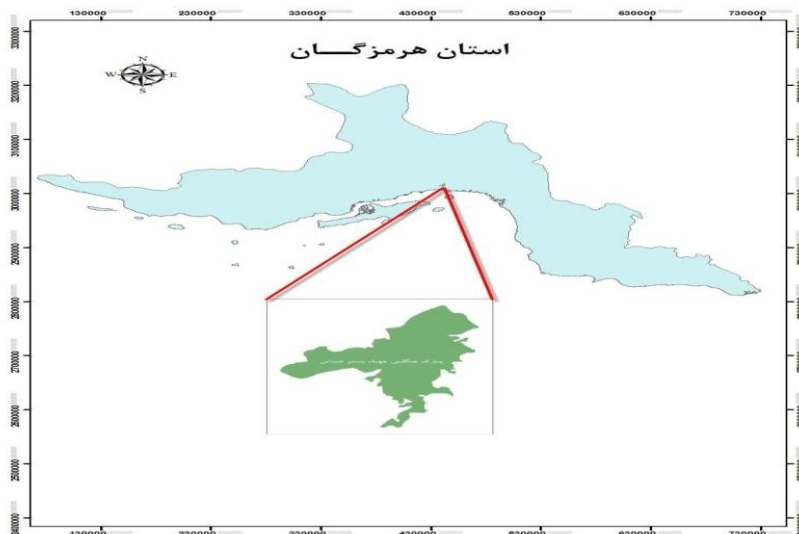
۶. Li

۷. Ji

۸. Yang

۹. Milich and Vis

پروژه دارای پوشش بسیار خوبی از گونه‌های سمر است که در سنوات گذشته در مناطق شمالی آن جنگل کاری شده است. همچنین از گونه‌های مرتعی می‌توان به سودا، ترات و ... اشاره نمود که معرف مناطق خشک و بیابانی است. گونه‌های طبیعی و بومی منطقه از قبیل کهور ایرانی، تچ، کنار، کرت محلی، دهیر در منطقه مطالعاتی به چشم می‌خورد. این پوشش گیاهی در حال حاضر علاوه بر تأثیرات اکولوژیک و حفاظتی جلوه زیبایی نیز به منطقه داده است.



شکل ۱. تصویر موقعیت جغرافیایی پارک جنگلی جهاد بندرعباس

به منظور انجام پایش و مقایسه شاخص‌های خشک‌سالی از پایه زمانی یکسان و بلندمدت از دوره آماری (۱۹۸۴-۲۰۰۹) استفاده گردید.

۲-۲. شاخص استاندارد شده بارش (SPI)

این شاخص در سال ۱۹۹۵ توسط Mackee و همکارانش ارائه شد. بسیاری از محققان در زمینه خشک‌سالی به قابلیت انعطاف‌پذیری این مدل اشاره کرده‌اند. شاخص SPI برای هر منطقه بر اساس ثبت بارندگی‌های طولانی مدت آن‌ها محاسبه می‌شود. برای تعیین نمایه SPI ابتدا یک توزیع گاما به داده‌های بارش هر ایستگاه برازش داده می‌شود در مرحله بعد تبدیل احتمال تجمعی از توزیع گامای به دست آمده به توزیع نرمال استاندارد تجمعی با میانگین صفر و واریانس یک صورت می‌گیرد (سلاجقه و همکاران، ۱۳۸۷). مقادیر مثبت SPI، مقادیر بیشتر از میانه بارندگی و مقادیر منفی آن، مقادیر کمتر از میانه بارش را نشان

می‌دهند و هرگاه مقادیر SPI به طور مداوم منفی باشند و مقدار آن به ۱- یا کمتر برسد، معرف وقوع خشک‌سالی است و مقادیر مثبت آن نشان‌دهنده خاتمه خشک‌سالی است (جدول ۱) (آسیائی، ۱۳۸۵).

$$g(x) = \frac{1}{\beta^x \Gamma(\alpha)} x^{x-1} e^{-x/\beta} \quad x > \alpha \quad \text{رابطه (۱):}$$

که در آن:

α : پارامتر شکل؛ β : پارامتر مقیاس؛ x : مقدار بارندگی؛ $\Gamma(\alpha)$: تابع گاما

جدول ۱. طبقه‌بندی خشک‌سالی بر اساس شاخص SPI

مقدار شاخص SPI	وضعیت خشک‌سالی
۲ و بیشتر	ترسالی بسیار شدید
۱/۵ تا ۱/۹۹	خیلی مرطوب
۱ تا ۱/۴۹	ترسالی متوسط
۰/۹۹- تا ۰/۹۹	تقریباً نرمال
-۱ تا -۱/۴۹	خشک‌سالی متوسط
-۱/۵ تا -۰/۹۹	خشک‌سالی شدید
-۲ و کمتر	خشک‌سالی بسیار شدید

۳-۲. شاخص دهک‌ها

این شاخص در سال ۱۹۶۷ توسط Maher و Gibbs ارائه شد. در شاخص دهک‌ها، توزیع بارش به وقوع پیوسته در یک دوره طولانی به ده بخش تقسیم می‌شود هر یک از این بخش‌ها یک دهک نامیده می‌شود. دهک اول معرف مقدار بارشی است که از ۱۰ درصد بارش کمتر باشد و دهک دوم نشان‌دهنده مقدار بارشی است که از ۲۰ درصد بارش کمتر باشد. برای محاسبه دهک‌ها به آمار اقلیمی بلندمدت نیاز است. این شاخص اساساً از تقسیم توزیع احتمال وقوع آمار ثبت‌شده درازمدت بارش بر بخشی از هر یک از ده درصد توزیع به دست می‌آید. تنها عامل مؤثر در محاسبه این شاخص بارش است و مقیاس زمانی مورد استفاده در این شاخص نیز مقیاس ماهیانه است. محاسبه DI به این صورت است که وقوع بارندگی‌های طولانی مدت در دهم‌هایی از توزیع نرمال تقسیم شده است (جدول ۲) (آسیائی، ۱۳۸۵).

۲۱

جدول ۲. طبقه‌بندی بر اساس روش دهک‌ها

طبقه‌بندی دهک‌ها	
دهک ۱-۲	خیلی کمتر از نرمال
دهک ۳-۴	کمتر از نرمال

دهک ۵-۶	تقریباً نرمال
دهک ۷-۸	بیشتر از نرمال
دهک ۹-۱۰	خیلی بیشتر از نرمال

برای استخراج شاخص‌های خشک‌سالی داده‌های هم دیدی مربوط به ایستگاه بندرعباس، از نرم‌افزار ۱۰،۰ Drought Index Calculator استفاده شد و شاخص‌های بارش استاندارد (SPI) و شاخص دهک‌ها (DI) در طی سالهای ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۹ استخراج گردید.

۴-۲. شاخص اختلاف گیاهی نرمال شده (NDVI)

شاخص NDVI گاهی NVI نیز نامیده می‌شود (آسیائی، ۱۳۸۵) در این تحقیق از نرم‌افزار ۴،۷ ENVI برای استخراج شاخص پوشش گیاهی از تصاویر سنجنده TM-۵ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر استفاده شد که از سایت <http://earthexplorer.usgs.gov> دانلود گردید. هر سه تصویر دانلود شده مربوط به ماه می می‌باشند به همین جهت امکان مقایسه و پایش تغییرات وجود دارد. تصویر اول مربوط به ۱۵ می ۱۹۸۴ (۲۷ اردیبهشت ۱۳۶۳) یعنی زمانی که هنوز اقدام به احداث پارک جنگلی نشده، تصویر دوم مربوط به ۲۲ می ۱۹۹۸ (۳ خرداد ۱۳۷۷) است که ۵ سال از احداث پارک جنگلی گذشته است و تصویر سوم مربوط به ۲۰ می ۲۰۰۹ (۱ خرداد ۱۳۸۸) که ۱۶ سال از احداث پارک جنگلی گذشته و در طی این مدت منطقه با دوره‌های خشک‌سالی مواجه بوده است. از سه عکس ذکر شده NDVI بالای ۰/۵۰ استخراج شد. NDVI در حقیقت نشان‌دهنده تراکم پوشش گیاهی است. هر قدر میزان NDVI بیشتر باشد توده گیاهی متراکم‌تر است. به دلیل این که شاخص‌های گیاهی بر اساس خواص طیفی گیاهان طراحی شده‌اند در نتیجه مقادیر به دست آمده از آن‌ها منعکس‌کننده غنای پوشش گیاهی در محدوده پیکسل مورد نظر می‌باشند (آسیایی، ۱۳۸۵). شاخص NDVI به صورت زیر محاسبه می‌شود (فاطمی، ۱۳۸۵).

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{R}}{\text{NIR} + \text{R}} \quad (۲)$$

NIR: باند مادون‌قرمز نزدیک؛ R: باند قرمز

در ادامه بین هر یک از تصاویر توسط نرم‌افزار EDRISI KLIMANJARO رگرسیون فضایی^۲ گرفته شد و نتایج مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس از نرم‌افزار SPSS Statistics ۱۷،۰ جهت تحلیل آماری داده‌های مربوط به عناصر اقلیمی، شاخص‌های آماری و شاخص پوشش گیاهی نرمال شده استفاده گردید.

۳. نتایج

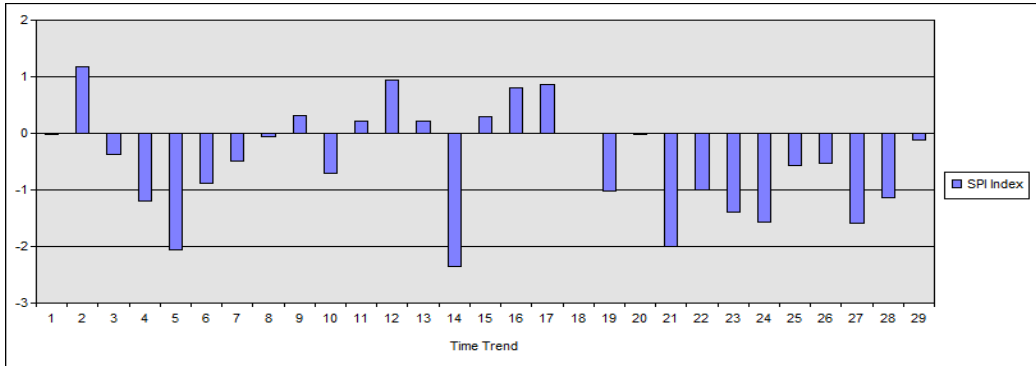
۳-۱. شاخص بارش استاندارد

بر اساس نتایج، در طی این دوره ۲۵ ساله، سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۳، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۷ با دوره‌های خشک‌سالی متوسط و سال‌های ۱۹۸۵، ۱۹۹۴ و ۲۰۰۱ سال‌هایی با دوره‌های خشک‌سالی شدید همراه بوده است و هرچه به سال ۲۰۰۹ نزدیک شده دوره‌های خشک‌سالی بیشتر و فاصله زمانی بین آن‌ها نیز کمتر شده است (جدول ۳ و شکل ۱).

جدول ۳. داده‌های مربوط به شاخص بارش استاندارد

سال	شاخص SPI	شدت خشک‌سالی
۱۹۸۰	-۰,۷۰۷۶۳۷۳۱۶	تقریباً نرمال
۱۹۸۱	-۰,۰۳۲۱۹۰۴۴۷	تقریباً نرمال
۱۹۸۲	۰,۹۷۵۱۱۴۳۱۷	تقریباً نرمال
۱۹۸۳	-۰,۳۲۱۱۸۹۴۹	تقریباً نرمال
۱۹۸۴	-۱,۰۱۱۵۸۴۷۵	خشک‌سالی متوسط
۱۹۸۵	-۱,۷۳۹۲۳۸۴۴۱	خشک‌سالی شدید
۱۹۸۶	-۰,۷۵۴۶۴۷۳۰۶	تقریباً نرمال
۱۹۸۷	-۰,۴۱۶۶۲۰۲۵۱	تقریباً نرمال
۱۹۸۸	-۰,۰۵۸۱۸۰۸۴۱	تقریباً نرمال
۱۹۸۹	۰,۲۵۸۰۳۸۹۶۹	تقریباً نرمال
۱۹۹۰	-۰,۶۱۰۷۵۱۰۴۴	تقریباً نرمال
۱۹۹۱	۰,۱۶۴۲۴۲۲۲	تقریباً نرمال
۱۹۹۲	۰,۷۸۲۰۵۳۷۱۷	تقریباً نرمال
۱۹۹۳	۰,۱۷۵۵۴۸۳۵۲	تقریباً نرمال
۱۹۹۴	-۱,۹۸۱۸۱۸۶۳۷	خشک‌سالی شدید
۱۹۹۵	۰,۲۲۸۸۲۲۸۶۹	تقریباً نرمال
۱۹۹۶	۰,۶۶۹۳۷۴۱۴	تقریباً نرمال
۱۹۹۷	۰,۷۰۸۲۵۴۹۰۸	تقریباً نرمال
۱۹۹۸	-۰,۰۱۰۴۴۰۸۴۶	تقریباً نرمال
۱۹۹۹	-۰,۸۶۶۸۰۹۳۹۸	تقریباً نرمال
۲۰۰۰	-۰,۰۲۱۲۷۷۰۶۷	تقریباً نرمال
۲۰۰۱	-۱,۶۸۴۷۲۵۱۹	خشک‌سالی شدید
۲۰۰۲	-۰,۸۵۴۰۴۷۶۸۶	تقریباً نرمال
۲۰۰۳	-۱,۱۷۸۵۹۷۳۱۸	خشک‌سالی متوسط
۲۰۰۴	-۱,۳۲۳۱۸۲۴۷۱	خشک‌سالی متوسط
۲۰۰۵	-۰,۴۶۲۵۰۰۵۹۶	تقریباً نرمال
۲۰۰۶	-۰,۴۲۵۰۰۶۳۸۶	تقریباً نرمال
۲۰۰۷	-۱,۳۴۳۸۱۱۲	خشک‌سالی متوسط

تقریباً نرمال	-۰,۹۶۰۳۳۹۲۷۵	۲۰۰۸
تقریباً نرمال	-۰,۱۰۵۴۳۸۹۳۱	۲۰۰۹



شکل ۱. شکل ستونی شاخص بارش استاندارد در طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۹ در ایستگاه هم دیدی بندرعباس

۳-۲. شاخص دهک‌ها

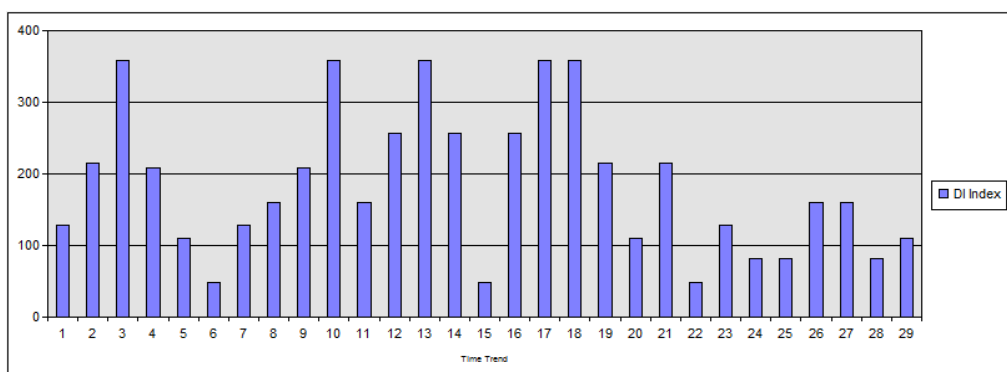
در جدول زیر نحوه تقسیم‌بندی دهک‌ها نشان داده شده است. در جدول زیر شاخص DI و طبقه‌بندی خشک‌سالی نشان داده شده است (جدول ۴ و شکل ۲).

جدول ۴. شاخص دهک‌ها

شاخص دهک‌ها	شدت خشک‌سالی	سال
DI(۴): ۱۲۷,۶	کمی پایین‌تر از نرمال	۱۹۸۰
DI(۷): ۲۱۵,۳	کمی پایین‌تر از نرمال	۱۹۸۱
DI(۱۰): > ۳۵۷,۵	بسیار بالاتر از نرمال	۱۹۸۲
DI(۶): ۲۰۷,۹	نرمال	۱۹۸۳
DI(۳): ۱۱۰,۶	زیر نرمال	۱۹۸۴
DI(۱): ۴۷,۹	بسیار بالاتر از نرمال	۱۹۸۵
DI(۴): ۱۲۷,۶	کمی پایین‌تر از نرمال	۱۹۸۶
DI(۵): ۱۵۹,۳	نرمال	۱۹۸۷
DI(۶): ۲۰۷,۹	نرمال	۱۹۸۸
DI(۹): ۳۵۷,۵	خیلی بالاتر از نرمال	۱۹۸۹
DI(۵): ۱۵۹,۳	نرمال	۱۹۹۰
DI(۸): ۲۵۶	بالاتر از نرمال	۱۹۹۱
DI(۱۰): > ۳۵۷,۵	بسیار بالاتر از نرمال	۱۹۹۲
DI(۸): ۲۵۶	بالاتر از نرمال	۱۹۹۳

DI(۱): ۴۷,۹	بسیار بالاتر از نرمال	۱۹۹۴
DI(۸): ۲۵۶	بالاتر از نرمال	۱۹۹۵
DI(۹): ۳۵۷,۵	خیلی بالاتر از نرمال	۱۹۹۶
DI(۹): ۳۵۷,۵	خیلی بالاتر از نرمال	۱۹۹۷
DI(۷): ۲۱۵,۳	کمی بالاتر از نرمال	۱۹۹۸
DI(۳): ۱۱۰,۶	زیر نرمال	۱۹۹۹
DI(۷): ۲۱۵,۳	کمی بالاتر از نرمال	۲۰۰۰
DI(۱): ۴۷,۹	بسیار کمتر از میزان طبیعی	۲۰۰۱
DI(۴): ۱۲۷,۶	کمی پایین‌تر از نرمال	۲۰۰۲
DI(۲): ۸۲,۱	بخش عمده زیر نرمال	۲۰۰۳
DI(۲): ۸۲,۱	بخش عمده زیر نرمال	۲۰۰۴
DI(۵): ۱۵۹,۳	نرمال	۲۰۰۵
DI(۵): ۱۵۹,۳	نرمال	۲۰۰۶
DI(۲): ۸۲,۱	بخش عمده زیر نرمال	۲۰۰۷
DI(۳): ۱۱۰,۶	زیر نرمال	۲۰۰۸
DI(۶): ۲۰۷,۹	نرمال	۲۰۰۹

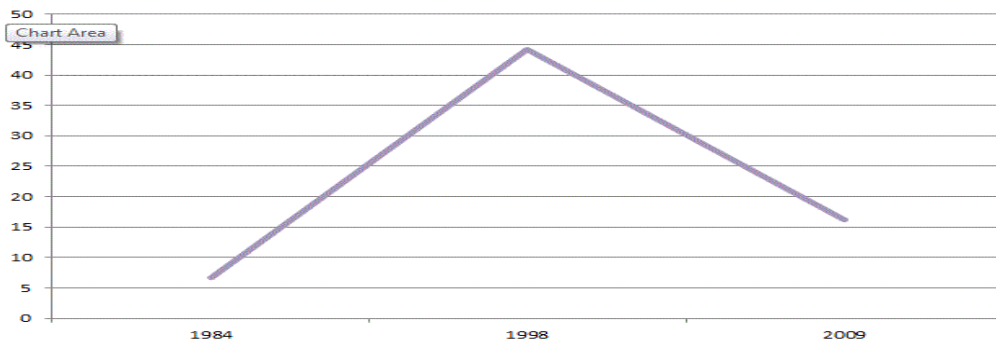
شکل ۲. نمودار ستونی شاخص دهک‌ها در طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۹ در ایستگاه هم دیدی بندرعباس

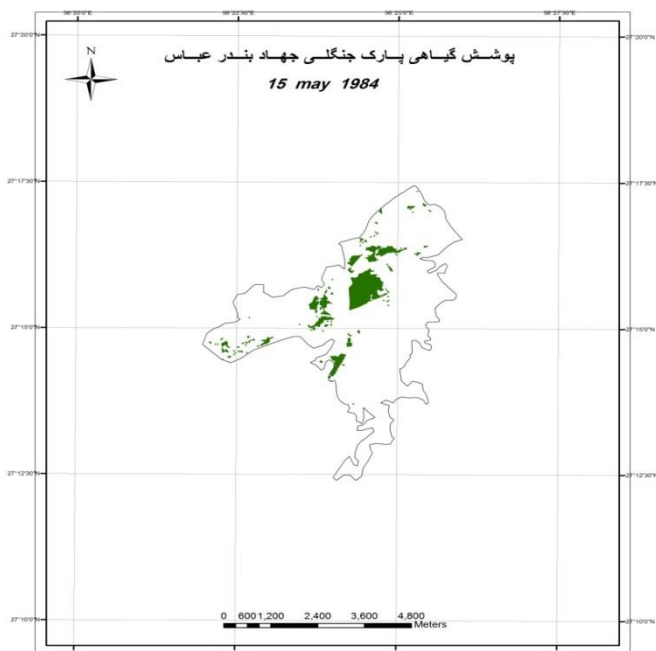


۳-۳. شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده

مقادیر مختلف NDVI نمایانگر پوشش‌های مختلف است. مثلاً پوشش گیاهی تنک از NDVI بیشتر از ۰/۰۵ شروع می‌شود (فاطمی، ۱۳۸۵). با توجه به اینکه پارک جنگلی جهاد بندرعباس در محدوده مناطق خشک ساحلی گرم قرار گرفته است در این تحقیق پوشش

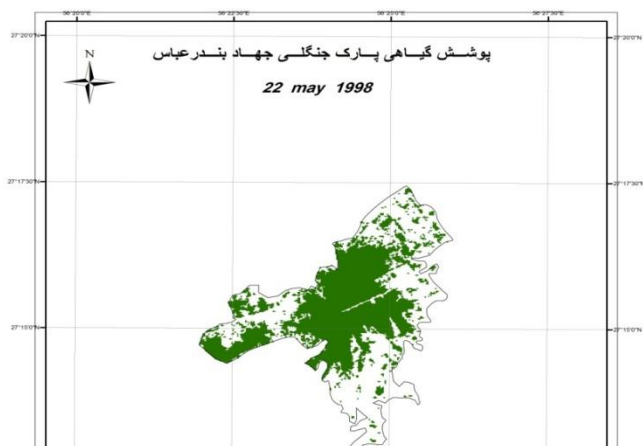
گیاهی با NDVI بیشتر از ۰/۰۵ مورد بررسی قرار گرفته است. اولین تصویر مربوط به ۱۵ می ۱۹۸۴ است که در این زمان هنوز اقدام به احداث پارک جنگلی نشده است و عمده‌ی پوشش گیاهی به صورت خودرو است. استخراج شاخص‌های خشک‌سالی نشان می‌دهد که در بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۴ منطقه شاهد خشک‌سالی نبوده است. در این هنگام حدود ۶/۶۸ درصد از منطقه را پوشش گیاهی با NDVI بیشتر از ۰/۰۵ تشکیل می‌دهد، که معادل ۱۴۶/۴۸۵۹ هکتار است (شکل ۴). دومین تصویر مربوط به ۲۲ می ۱۹۹۸ است که ۵ سال از احداث پارک جنگلی در محدوده منطقه مورد مطالعه گذشته است و در کاشت درختان توسط اداره منابع طبیعی آغاز شده است. استخراج شاخص‌های خشک‌سالی در فاصله زمانی ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۸ نشان می‌دهد که بجز سال‌های ۱۹۸۵ و ۱۹۹۵ که وضعیت خشک‌سالی به صورت خیلی شدید بوده است، منطقه در وضعیت خشک‌سالی ممتد قرار نگرفته است. در این فاصله زمانی تا سال ۱۹۹۸ حدود ۴۴/۲۵ درصد از منطقه را پوشش گیاهی با NDVI بیشتر از ۰/۰۵ فرا گرفته است که معادل ۹۶۹/۳۶۱۴ هکتار است یعنی در این فاصله زمانی ۸۲۲/۸۷۵۵ هکتار به پوشش گیاهی افزوده شده است (شکل ۵). سومین تصویر مربوط به ۲۰ می ۲۰۰۹ است که ۱۶ سال پس از احداث پارک جنگلی است. با توجه به شاخص‌های خشک‌سالی در فاصله زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۹ منطقه مورد مطالعه شاهد خشک‌سالی‌های متعدد بوده است. در این فاصله زمانی حدود ۱۶/۱۶ درصد منطقه را پوشش گیاهی با NDVI بیشتر از ۰/۰۵ تشکیل می‌دهد که معادل ۳۵۴/۱۱۰۶ هکتار است یعنی در این فاصله زمانی ۶۱۵/۲۵۰۸ هکتار پوشش گیاهی نسبت به سال ۱۹۹۸ کاهش یافته است (شکل ۶). با توجه به استخراج شاخص گیاهی نرمال شده مشخص گردید که پوشش گیاهی در طی سال‌های ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۸ رو به افزایش بوده و در این مدت منطقه شاهد دوره‌های ممتد خشک‌سالی نبوده است اما پس از سال ۱۹۹۸ منطقه با دوره‌های ممتد خشک‌سالی مواجه شده است که به طبع آن پوشش گیاهی نیز رو به کاهش نهاده است (شکل ۳).

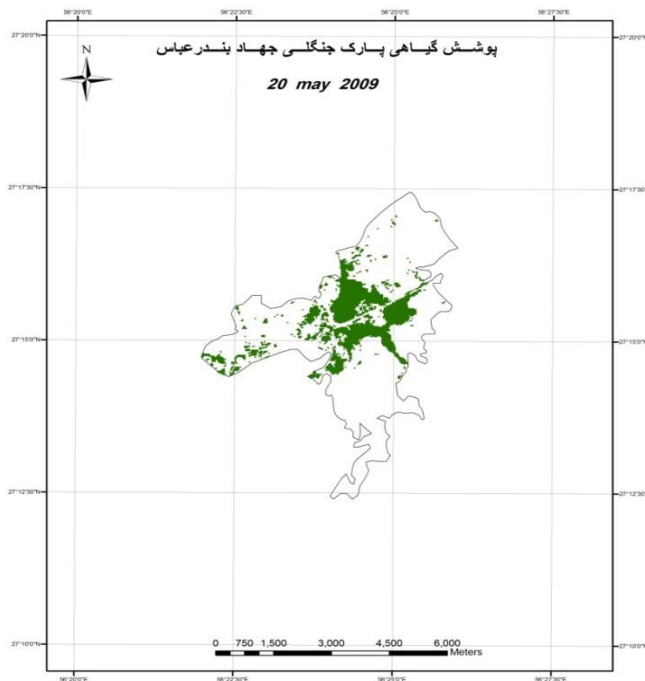




شکل ۴. شاخص پوشش گیاهی مربوط به ۱۵ می ۱۹۸۴

۲۷





۲۸

شکل ۶. شاخص پوشش گیاهی مربوط به ۲۰ می ۲۰۰۹

۴. بحث و نتیجه گیری

تحلیل آماری بین مساحت پوشش گیاهی منطقه مورد بررسی، عناصر اقلیمی شامل بارش دما، رطوبت نسبی و شاخص‌های خشک‌سالی نشان می‌دهد که بین مساحت پوشش گیاهی منطقه با رطوبت نسبی بیش‌ترین همبستگی به میزان ۰/۹۴ برقرار است و پس از آن دما

دارای بیشترین همبستگی با پوشش گیاهی است، بین مساحت پوشش گیاهی با بارش و شاخص‌های خشک‌سالی نیز همبستگی نسبتاً بالایی برقرار است (جدول ۵) که با نتایج اخترى (۱۳۸۵) همخوانی دارد و با توجه به نتایج و مرور منابع استنباط می‌شود در شرایط زمانی و مکانی متفاوت شاخص‌های متفاوت بیشترین تناسب را خواهند داشت که برخلاف نتایج اکثر محققین شاخص پوشش گیاهی با درصد رطوبت نسبی بیشترین همبستگی را به جای شاخص SPI داشته درحالی که تمامی شاخص‌ها با پوشش گیاهی همبستگی بالای ۰/۵ را داشته‌اند که بیانگر مناسب بودن تمامی شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش است.

جدول ۵. ماتریس همبستگی بین مساحت پوشش گیاهی منطقه و عناصر اقلیمی و شاخص‌ها

	DI	SPI	بارش	دما	رطوبت نسبی
ماتریس همبستگی	۰/۷۳	۰/۷۵	۰/۷۷	۰/۹۱	۰/۹۴

پس از بررسی پوشش گیاهی در سال‌های ۱۹۸۴، ۱۹۹۸، ۲۰۰۹ و استخراج شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)، هر یک از تصاویر جهت انجام محاسبات آماری وارد نرم‌افزار Idrisi Kilimanjaro گردید. نتایج نشان می‌دهد که بین NDVI سال ۱۹۸۴ و ۱۹۹۸، ۰/۵۳ همبستگی وجود دارد درحالی که که ضریب تعیین بین این دو سال ۰/۲۸ است که نشان‌دهنده این است که ۰/۲۸ از NDVI سال ۱۹۹۸ با NDVI سال ۱۹۸۴ مشترک است. همچنین آزمون همبستگی بین NDVI ۱۹۹۸ و ۲۰۰۹ نشان‌دهنده وجود همبستگی ۰/۴۹ با ضریب تعیین ۰/۲۴ است که نشان می‌دهد بین این دو ۰/۲۴ اشتراک وجود دارد درحالی که ضریب همبستگی بین ۱۹۹۸ و ۲۰۰۹، ۰/۷۲ است که دارای ضریب تعیین ۰/۵۱ است که نشان می‌دهد ۰/۵۱ از پوشش گیاهی سال ۲۰۰۹ با پوشش گیاهی سال ۱۹۹۸ مشترک است (جدول ۶).

جدول ۶. ماتریس ضرایب همبستگی (R) و ضریب تعیین (R^۲) بین تصاویر پوشش گیاهی

سال	R	R ^۲	R	R ^۲	R	R ^۲
۱۹۸۴	۱	۱	۰/۵۳	۰/۲۸	۰/۴۹	۰/۲۴
۱۹۹۸	۰/۵۳	۰/۲۸	۱	۱	۰/۷۲	۰/۵۱
۲۰۰۹	۰/۴۹	۰/۲۴	۰/۷۲	۰/۵۱	۱	۱

همان طور که از نتایج محققین استنباط می‌شود پس از هر دوره تغییرات پوشش گیاهی و درصد مساحت آن به طور چشمگیری کاهش یافته و به نظر می‌رسد پس از اتمام دوره خشک‌سالی روند زوال پوشش گیاهی همچنان ادامه یافته است. آینده‌نگری لزوم پایش و مدیریت خشک‌سالی را مشخص می‌کند، زیرا بحران خشک‌سالی نه تنها مسائل زیست‌محیطی را در برمی‌گیرد، بلکه مسائل اقتصادی و اجتماعی را نیز در درازمدت به دنبال

خواهد داشت که اثرات آن جبران ناپذیر است. می‌توان گفت که این اثرات اقتصادی-اجتماعی به طور خوش‌بینانه در درازمدت قابل جبران خواهد بود. برای کاهش اثرات خشک‌سالی، اجزاء اصلی برنامه تعدیل و آمادگی در برابر خشک‌سالی باید شامل پایش خشک‌سالی، هشدارهای اولیه، ارزیابی خسارت و واکنش در مقابل آن باشد. همانطور که آسیائی (۱۳۸۵)، نیز بیان کرده است، اطلاعات به موقع در مورد شروع خشک‌سالی، وسعت، شدت و مدت و اثرات آن به دلیل آنکه بلاپی مثل خشک‌سالی به تدریج آثار خویشت را نمایان می‌سازد و در درازمدت می‌تواند خطرات جانی و مالی داشته باشد، بسیار مهم است. با پایش و پیش‌بینی خشک‌سالی و تخمین شروع آن می‌توان به ارزیابی شدت و وسعت این پدیده‌ی مخرب پرداخت، همچنین مصائب آن را محدود کرد و زیان‌های اقتصادی و محیطی آن را کاهش داد.

منابع

۱. ابراهیم‌زاده، سجاد، جواد بذرافشان، خلیل قربانی؛ (۱۳۹۲). امکان‌سنجی تشخیص تغییرات پوشش گیاهی مبتنی بر شاخص‌های زمینی و ماهواره‌ای خشک‌سالی (مطالعه‌ی موردی: استان کرمانشاه)، دومین کنفرانس بین‌المللی مدل‌سازی گیاه، آب، خاک و هوا، ۱۱ ص.
۲. اختری روح‌انگیز، محمد حسین مهدیان، سعید مرید؛ (۱۳۸۵). تحلیل مکانی نمایه‌های خشک‌سالی SPI و EDI در استان تهران، تحقیقات منابع آب ایران، (۳) ۲: ۲۷-۳۸.
۳. آسیائی مهدی؛ (۱۳۸۵). شاخص‌های خشک‌سالی، مشهد، انتشارات سخن‌گستر.
۴. پیرمرادیان نادر، سیدامیر شمس‌نیا، فردین بوستانی، محمدعلی شاهرخ‌نیا؛ (۱۳۸۷). "ارزیابی دوره بازگشت خشک‌سالی با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش (SPI) در استان فارس"، مجله دانش نوین کشاورزی، (۱۳) ۴.
۵. تمسکی احسان، سامان علیمرادی، زهرا سلیمانی؛ (۱۳۹۲). پایش خشک‌سالی و تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از شاخص‌های آماری و سنجش از دور، اولین همایش ملی جغرافیا و پایداری محیط، دانشگاه رازی، گروه جغرافیا.
۶. ثنایی نژاد سید حسن، کامران داوری، علیرضا عابدی؛ (۱۳۸۶). پایش خشک‌سالی کشاورزی در دشت مشهد با استفاده از نمایه NDVI و معرفی نمایه جدید APVI، آب و خاک (علوم و صنایع غذایی)، ۲۱ (۱): ۸۶-۹۶.
۷. سلاجقه علی، ابوالحسن فتح آبادی، منصور نجفی حاجی ور؛ (۱۳۸۷). "مقایسه شبکه عصبی و سری‌های زمانی در پیش‌بینی خشک‌سالی (مطالعه موردی: استان خراسان رضوی)"، مجله علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، ۴: ۷۷-۷۴.
۸. شمسی پور علی اکبر، سید کاظم علوی پناه، حسین محمدی؛ (۱۳۸۹). بررسی کارایی شاخص‌های گیاهی و حرارتی ماهواره NOAA_AVHRR در تحلیل خشک‌سالی منطقه کاشان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۱۷ (۳): ۴۶۵-۴۴۵.

۹. صفرراد طاهر، مریم ادراکی؛ (۱۳۹۰). پایش خشکسالی با استفاده از تصاویر ماهواره ای MODIS، اولین کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی، ۱۱ ص.
۱۰. فاطمی سید باقر، یوسف رضایی؛ (۱۳۸۵). مبانی سنجش از دور، چاپ دوم، انتشارات آزاده، ۲۵۷ ص.
۱۱. فرزانه، علی؛ (۱۳۷۱). کاربرد GIS در منابع طبیعی، مجله جنگل و مرتع، (۱۴): ۱۵-۱۲.
۱۲. فیضی زاده بختیار، سید محمود حاجی میر رحیمی؛ (۱۳۸۶). آشکارسازی فضای سبز شهر تبریز با استفاده از روش‌های شیء گرا، نمایش GIS شهری. مجموعه مقالات اولین همایش GIS شهری.
۱۳. محمودزاده عبدالحسین، بهرام ثقفیان، احمد مختاری؛ (۱۳۸۷). بررسی همبستگی شاخص خشکسالی SPI و شاخص NDCI در منطقه فریدون شهر، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب، ۸ ص.
۱۴. محمودی کهن فرهاد، علی اسماعیلی، سید مسعود هانی؛ (۱۳۹۰). مطالعه نقش بارندگی در وقوع خشکسالی در مناطق خشک با استفاده از شاخص های گیاهی سنجش از دور (مطالعه ی موردی: رفسنجان)، همایش ملی وئوماتیک.
۱۵. میرموسوی سیدحسن، حمیده کریمی؛ (۱۳۹۲). مطالعه ی اثر خشکسالی بر روی پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS (استان کردستان)، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۱.
۱۶. Anderson, R.G., Canadell, J.G., Randerson, J.T., Jackson, R.B., Hungate, B.A., Baldocchi, D.D., Ban-Weiss, G.A., Bonan, G.B., Caldeira, K., Cao, L., ۲۰۱۰. Biophysical considerations in forestry for climate protection. *Frontiers in Ecology and the Environment* ۹ (۳), ۱۷۴-۱۸۲.
۱۷. Intergovernmental Panel on Climate Change, ۲۰۰۷. *Climate Change ۲۰۰۷: The Physical Science Basis*. Cambridge University Press, Cambridge, UK (۰۷ pp.).
۱۸. Jackson, R.B., Randerson, J.T., Canadell, J.G., Anderson, R.G., Avissar, R., Baldocchi, D.D., Bonan, G.B., Caldeira, K., Diffenbaugh, N.S., Field, C.B., ۲۰۰۸. Protecting climate with forests. *Environmental Research Letters* ۳, ۰۴۴-۰۰۶.
۱۹. Ji, L. and A. J. Peters, ۲۰۰۳, Assessing Vegetation Response to Drought in the Northern Great Plains Using Vegetation and Drought Indices, *Remote Sensing of Environment*, ۸۷, pp. ۸۵-۹۸.
۲۰. Ji, L. and A. J. Peters, ۲۰۰۴, A Spatial Regression Procedure for Evaluating the Relationship between AVHRR-NDVI and Climate in the Northern Great Plains, *Int. J. Remote Sensing*, ۲۵, pp. ۲۹۷-۳۱۱.
۲۱. Li, J., Lewis, J., Rowland, J., Tappan, G. and L. L. Tieszen, ۲۰۰۴, Evaluation of Land Performance in Senegal Using Multi-temporal NDVI and Rainfall Series. *Journal of Arid Environments*, ۵۹, pp. ۴۶۳-۴۸۰.
۲۲. Milich, L., and Weiss, E., ۲۰۰۰, GAC NDVI Images: Relationship to Rainfall and Potential Evaporation in the Grazing Lands of The Gourma (Northern Sahel) and in the Croplands of the NIGER-Nigeria Border (Southern Sahel), *International Journal of Remote Sensing*, ۲۱, pp. ۲۶۱-۲۸۰.
۲۳. Nemani, R.R., Keeling, C.D., Hashimoto, H., Jolly, W.M., Piper, S.C., Tucker, C.J., Myneni, R.B., Running, S.W., ۲۰۰۳. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from ۱۹۸۲ to ۱۹۹۹. *Science* ۳۰۰ (۵۶۲۵), ۱۵۶۰-۱۵۶۳.

24. Piao, S., Ciais, P., Huang, Y., Shen, Z., Peng, S., Li, J., Zhou, L., Liu, H., Ma, Y., Ding, Y., 2010. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China. *Nature* 472 (7311), 43-51.
25. Quiring, S.M., Ganesh, S., 2009. Evaluating the utility of the Vegetation Condition Index (VCI) for monitoring meteorological drought in Texas, *Agricultural and forest meteorology*, 100, 230-239.
26. Raupach, M.R., Canadell, J.G., 2008. Observing a vulnerable carbon cycle. In: Dolman, H., Valentini, R., Freibauer, A. (Eds.), *The Continental-scale Greenhouse Gas Balance of Europe*. Springer, pp. 0-32.
27. Raupach, M.R., Marland, G., Ciais, P., Le Quéré, C., Canadell, J.G., Klepper, G., Field, C.B., 2007. Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104 (24), 10288.
28. Richard Y. & I. Pocard, 2004. A Statistical Study of NDVI Sensitivity to Seasonal and Interannual Rainfall Variations in Southern Africa, *Int. J. Remote Sensing*, 19, pp. 2907-2920.
29. Richards, J., Madramootoo, C., Goyal, M., and Trotman, A. (2013). "Application of the Standardized Precipitation Index and Normalized Difference Vegetation Index for Evaluation of Irrigation Demands at Three Sites in Jamaica." *J. Irrig. Drain Eng.*, 139(11), 922-932.
30. Schwalm, C.R., Williams, C.A., Schaefer, K., Arneeth, A., Bonal, D., Buchmann, N., Chen, J., Law, B.E., Lindroth, A., Luysaert, S., 2010. Assimilation exceeds respiration sensitivity to drought: a FLUXNET synthesis. *Global Change Biology* 16 (7), 707-710.
31. Wang, J., Price, K. P. and P. M. Rich, 2001, Spatial Patterns of NDVI in Response to Precipitation and Temperature in the Central Great Plains, *Int. J. Remote Sensing*, 22, pp. 3227-3244.
32. Yang, L., Wylie, B., Tieszen, L.I., 2001. and Time-integrated NDVI of Grassland over the U.S. Northern and Central Great Plains, *Remots Senc. Environ*, 10, pp. 20-37.
33. Yang, Y., Yang, L., and MERCHANT, J. W., 1997, AN Assessment of AVHRR/NDVI Ecoclimatological Relation in Nebraska, USA, *International Journal of Remote Sensing*, 18, pp. 2161-2180.
34. Zhao, M., Running, S.W., 2010. Drought-induced reduction in global terrestrial net primary production from 2000 through 2009. *Science* 329 (5994), 940.

A survey of drought companion to commutation of vegetation by statistical and remote sensing (Case study: Jahad forest in Bandar Abbas)

Ahmad Novhegar^١, Ehsan Tamassoki^{٢*}, Saman Alimoradi^٣, Zahra Solimani^٤

Abstract

Drought is a climatic and creeping phenomenon that the damages that are created by it are very enormous especially in deserts so the necessity of management and conflicting with it is clear. In this case the vegetation are damaged by it, too and even are changed faster. Necessity of study of vegetation changes and find most appropriate drought indexes for long-time and expanding studies in field of survey drought by Geographical Information System (GIS) and Remote Sensing (RS) can assess vegetation variability of different ecosystems in successive years. The statistical and remote sensing indexes and relationship between temperature and relative-humidity are used for surveying drought and its effects and at the end the correlation of vegetation index with all indexes and climatic factors assessed by regression and determination-coefficient computed. Results revealed the correlation up to ٠,٥ between all indexes with vegetation index. Highest correlation was belonging to humidity (٠,٩٤). When we close to ٢٠٠٩ the period of droughts are increased and intervals are decreased so influence vegetation enormously and has longer time so the vegetation are eliminated from more of area.

Key words: Drought index, Normalized vegetation index, space correlation.

^١. Professor, department of Environment, Tehran University

^٢. **Corresponding author;** Master combat desertification, faculty of natural resources, Hormozgan University, ehsantamasoki@yahoo.com

^٣. Master assessment and land use planning, faculty of natural resources, Hormozgan University

^٤. Master combat desertification, faculty of natural resources, Hormozgan University