

پایش خشکسالی و تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از شاخص‌های آماری و سنجش از دور

(مطالعه‌ی موردی: پارک جنگلی جهاد بندرعباس)

احمد نوحه‌گر^۱، احسان تمسکی^۲، سامان علیم‌رادی^۳ و زهرا سلیمانی^۴

چکیده

خشکسالی، پدیده‌ای اقلیمی و خزنده می‌باشد که آثار مخرب آن بویژه در اکوسیستم‌های بیابانی چشمگیرتر است؛ در نتیجه مدیریت و در صورت لزوم، مبارزه‌ی با آن ضروری می‌باشد که در این بین، پوشش گیاهی نیز از این بلای طبیعی در امان نمانده است و چه بسا سریع‌تر نیز دستخوش تغییر و تحول گردد. لزوم بررسی و مطالعه در مورد تغییرات پوشش گیاهی و دست یافتن به مناسب‌ترین شاخص‌های خشکسالی جهت مطالعات بلندمدت و گسترده در زمینه‌ی پایش خشکسالی، با بهره‌گیری از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) می‌تواند به مطالعه‌ی این مناطق و پایش مناسب‌ترین شاخص خشکسالی بپردازد و تغییرات پوشش گیاهی زیست‌بوم‌های مختلف را در طول سالیان متوالی مورد بررسی قرار دهد. لذا در این مطالعه، برای پایش خشکسالی و اثرات آن، از شاخص‌های آماری، شاخص سنجش از دور و رابطه‌ی دما و رطوبت نسبی بهره‌گرفته شد و در نهایت، با استفاده از رگرسیون و ضریب تعیین، به بررسی همبستگی شاخص پوشش گیاهی با تمامی شاخص‌ها 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) می‌باشد. هرچه به سال ۲۰۰۹ نزدیک‌تر می‌شویم، بر میزان دوره‌های خشکسالی افزوده شده و از فاصله‌ی زمانی بین آنها کاسته می‌شود که تأثیر چشمگیر و درازمدت‌تری بر پوشش گیاهی دارد؛ به‌طوری‌که مساحت فراوانی از منطقه‌ی پوشش گیاهی خود را از دست داده‌است.

واژه‌های کلیدی: شاخص‌های خشکسالی، شاخص NDVI، همبستگی فضایی، پارک جنگلی

^۱ دانشیار دانشکده‌ی منابع طبیعی و کشاورزی دانشگاه هرمزگان

^۲ نویسنده‌ی مسئول؛ دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی دانشکده‌ی منابع طبیعی و کشاورزی دانشگاه هرمزگان؛ ehsantamasoki@yahoo.com

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین دانشکده‌ی منابع طبیعی و کشاورزی دانشگاه هرمزگان

^۴ دانشجوی کارشناسی ارشد بیابان‌زدایی دانشکده‌ی منابع طبیعی و کشاورزی دانشگاه هرمزگان

خشکسالی، رویکردی اقلیمی است که به‌عنوان پدیده‌ای خزنده شناخته شده است؛ زیرا غالباً تأثیر آن در یک دوره‌ی زمانی مشخص و به‌کندی ظاهر می‌شود (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۲). در دهه‌های اخیر، کشور ایران به‌طور متناوب تحت تأثیر خشکسالی قرار گرفته که آثار مخرب آن، در زندگی انسان‌ها قابل مشاهده است (شمسی‌پور و همکاران، ۱۳۸۹). فراوانی آن، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک بسیار بالا بوده، به‌طوری‌که بیشترین فراوانی با ۵۰ درصد، متعلق به منطقه‌ی بندرعباس می‌باشد (نوحه‌گر و همکاران، ۱۳۹۲). آسیایی (۱۳۸۵) اظهار می‌دارد که هریک از شاخص‌های خشکسالی، تنها برای کاربردهای خاص و در منطقه‌ی خاصی معتبر هستند که علت آن، متغیر بودن شرایط هواشناسی مؤثر بر ایجاد پدیده‌ی خشکسالی از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر می‌باشد و بالطبع در مناطقی که دارای شرایط اقلیمی یکسانی هستند می‌توان از شاخص‌های خشکسالی یکسانی استفاده نمود. برای مطالعه‌ی پدیده‌ی خشکسالی، وجود داده‌های مناسب و طولانی‌مدت پارامترهای اقلیمی و هیدرولوژیکی، بسیار ضروری است؛ به‌طوری‌که بدون وجود این داده‌ها، امکان مطالعه در این زمینه میسر نمی‌گردد. بارندگی، اصلی‌ترین عامل کنترل ایجاد و تداوم شرایط خشکسالی‌هاست؛ اما تبخیر و تعرق، مهم‌ترین پارامتر اقلیمی است که می‌تواند رفتارهای خشکسالی را در هر منطقه‌ای بیان نماید. با این وجود، مشکلاتی که بر سر راه محاسبه‌ی تبخیر و تعرق در طی تاریخ وجود داشته، موجب گردیده تا بارندگی، به‌عنوان مناسب‌ترین و قابل‌دسترس‌ترین پارامتر اقلیمی برای ساخت و محاسبه‌ی شاخص‌های خشکسالی شناخته شود. در واقع، شاخص‌هایی که تنها بر پایه‌ی داده‌های بارندگی استوارند، در مقایسه با شاخص‌های پیچیده‌تر هیدرولوژیکی، نتایج بهتری ارائه می‌دهند (ولادیپو^۱، ۱۹۸۵ و سومه، ۲۰۱۳). از میان شاخص‌هایی که بر استفاده از پارامتر بارندگی استوارند، شاخص بارندگی استاندارد (SPI)^۲ و شاخص دهک‌ها (DI)^۳ که مورد پذیرش جوامع علمی نیز قرار گرفته‌اند، از اعتبار و دقت بسیار مناسبی برخوردار بوده و برای کشورمان ایران و از جمله استان خراسان، به‌کار گرفته شده‌اند (آسیایی، ۱۳۸۵). در این مطالعه نیز از شاخص بارندگی استاندارد و شاخص دهک‌ها، به جهت اعتبار خاصی که در نزد متخصصین یافته است، برای بررسی پدیده‌ی 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 فضاها‌ی سبز بر اثر خشکسالی و یا عوامل مخرب دیگر از قبیل سیل و آتش‌سوزی، و به دنبال آن از بین رفتن محیط زیست (آسیایی، ۱۳۸۵)، کسب اطلاعات درباره‌ی وضعیت پوشش گیاهی از قبیل میزان و پراکنش آنها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. متوسط غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر جهان، در طول سال‌های ۱۹۸۰ تا ۲۰۰۰، به‌میزان ۹ درصد افزایش یافته است (نمانی و همکاران^۴، ۲۰۰۳) و در یک تصاعد سریع‌تر، در هر دهه از سال‌های ۱۹۷۵ تا ۲۰۰۵ افزایش یافته است (راوپچ و همکاران^۵، ۲۰۰۷، راوپچ و کانادل^۶، ۲۰۰۸). تغییرات در بهره‌وری گیاهی، اولین تنظیم‌کننده‌ی تغییرات جذب کربن خالص خشکی است (اسوام و همکاران^۷، ۲۰۱۰؛ زائو و رانینگ^۸، 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^۹، ۲۰۰۸؛ اندرسون و همکاران^{۱۰}، 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 (هیأت بین‌دولتی تغییرات آب و هوایی^{۱۱}، ۲۰۰۷؛ پیائو و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۰). استفاده از داده‌های ماهواره‌ای، امکان مطالعه‌ی گسترده‌ی پوشش گیاهی را فراهم می‌سازد. به‌منظور کاهش اثر بازتابی سایر پدیده‌های سطح زمین و افزایش اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی،

^۱. Oladipio

^۲. Standardized Percipitation Index

^۳. Dicles Index

^۴. Nemani et al

^۵. Raupach et al

^۶. Raupach and Canadell

^۷. Raupach et al

^۸. Piao et al

^۹. Jackson et al

^{۱۰}. Anderson et al

^{۱۱}. Intergovernmental Panel on Climate Change

^{۱۲}. Piao et al

از شاخص‌های گیاهی^۱ استفاده می‌شود. در واقع شاخص‌های گیاهی، برای متمایز ساختن پوشش گیاهی از پدیده‌های دیگر که توسط تک‌باند‌ها 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 سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) و سنجش از دور (RS) می‌توان به مطالعه‌ی این مناطق پرداخت. ناگفته پیداست که قابلیت سیستم اطلاعات جغرافیایی، در تلفیق لایه‌های اطلاعاتی حاصل از سنجش از دور، به مراتب بالاتر از روش‌های سنتی بوده و نتایج حاصله، گویاتر و از دقت بالاتری برخوردار است (فرزانه، ۱۳۷۱) و تغییرات پوشش گیاهی آنها را در طول سالیان متوالی بهتر می‌توان مورد بررسی قرار داد. شاخص اختلاف گیاهی نرمال شده، برای پایش و ارزیابی پوشش گیاهی مورد استفاده قرار می‌گیرد (جی و پیترز، ۲۰۰۳).

پارک جنگلی دست‌کاشت، پارکی است که به‌صورت مصنوعی توسط انسان ایجاد می‌گردد و هدف اصلی از ایجاد این‌گونه پارک‌ها، بازسازی بوم‌سازگان‌های منهدم‌شده‌ی جنگلی با موقعیت مکانی مناسب و پتانسیل تفریحی قابل‌توجه در حاشیه‌ی سکونتگاه‌هاست. پارک‌های جنگلی دست‌کاشت، با اهداف دیگری نظیر پیوند شهروند گرفتار زندگی ماشینی با طبیعت، فراهم نمودن امکانات تفریحی، جمع‌آوری گونه‌های بومی با ارزش، تنوع بخشیدن به پوشش گیاهی با استفاده از گونه‌های غیربومی و سازگار با منطقه جهت توسعه و ارتقاء تنوع گیاهی و ایجاد یک محیط، با ارزش‌های تحقیقاتی و مطالعاتی در ارتباط با جنگل به‌عنوان باغ بوتانیک ایجاد می‌گردند. لذا با توجه به وجود گونه‌های گیاهی متنوع اعم از گونه‌های بومی، غیربومی و سازگار با منطقه در پارک‌های جنگلی، بررسی و مطالعه درمورد خشکسالی و تغییرات پوشش گیاهی آنها ضروری به‌نظر می‌رسد.

پیرمردیان و همکاران (۱۳۸۷) شدت خشکسالی را در یک دوره‌ی 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 بوده است و دیگر نتایج حاکی از آن است که خشکسالی‌های کوتاه‌مدت، دارای نوسانات و تغییرات بسیاری بوده و حساسیت بیشتری به تغییرات شرایط رطوبت دارند و در مقیاس‌های زمانی بلندمدت، خشکسالی‌های شدید دارای تداوم طولانی بوده و خشکسالی را بیشتر منعکس می‌کنند.

صفراد و ادراکی (۱۳۹۰)، ریچارد و همکاران^۲ (۲۰۱۳)، و محمودزاده و همکاران (۱۳۸۷) به پایش خشکسالی و بررسی همبستگی و مناسب بودن هر دو شاخص NDVI و SPI برای پوشش گیاهی پرداخته و بیان داشتند که تصاویر ماهواره‌ای، از توانایی بالایی برای پایش و مدیریت خشکسالی برخوردارند و بین آنها در پایه‌های زمانی متفاوت و همچنین شرایط مکانی و زمانی متفاوت، همبستگی فراوانی می‌تواند وجود داشته باشد. نتایج تحقیقات محققینی همچون میرموسوی و کریمی (۱۳۹۲)، ابراهیم‌زاده و همکاران (۱۳۹۲)، محمودزاده و همکاران (۱۳۸۷) و گیورینگ و گانش^۴ (۲۰۰۹) این مطلب را تأیید می‌نماید. مطابق نتایج محمودی‌کهن و همکاران (۱۳۹۰) در زمین‌های کشاورزی رفسنجان در پایه‌های زمانی ۶ ماهه، SPI، بیشترین همبستگی را با NDVI و VCI دارد؛ درحالی‌که گیورینگ و گانش (۲۰۰۹) در تحقیقات خود 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 براساس نتایج تحقیقات گذشته و نتایج پژوهش فیضی‌زاده و حاجی میررحیمی (۱۳۸۶)، در تمامی نقاط از میزان پوشش گیاهی کاسته شده است. بر این اساس و با توجه به نتایج تحقیقات ثنائی‌نژاد و همکاران (۱۳۸۶) می‌توان از تمامی مقادیر شاخص NDVI در تمامی تحقیقات گذشته که در سال‌های خشک و تر متفاوت می‌باشد، به‌عنوان مرحله‌ی مقدماتی در یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری خشکسالی و یا به منظور ایجاد یک بانک اطلاعاتی مقادیر NDVI برای تصاویر سال‌های آتی استفاده نمود.

^۱. Vegetation Indices

^۲. Ji

^۳. Richards and et al

^۴. Quiring and Ganesh

یانگ^۱ (۲۰۰۱)، وانگ و همکاران^۲ (۲۰۰۱)، ریچارد و پوکارد^۳ (۲۰۰۴)، لی و همکاران^۴ (۲۰۰۴)، و جی و پیترز^۵ (۲۰۰۴) در نتایج تحقیقی خود بیان نمودند که ارتباط بین NDVI و دما، کمتر اما معنادار ارزیابی شده است؛ در حالی که یانگ و همکاران^۶ (۱۹۹۷) همبستگی بالایی بین NDVI و دمای خاک در نبراسکای ایالات متحده آمریکا یافتند و بیان داشتند که دما، تأثیر مستقیمی بر روی رشد گیاه دارد. همچنین میلیچ و ویس^۷ (۲۰۰۰) همبستگی بین NDVI و بارش را برای فصل رشد در حدود ۲۵۰-۵۰۰ میلیمتر برآورد کردند که از این طریق می‌توان به همبستگی بین بارش و NDVI نیز پی برد؛ تاجایی که اختری (۱۳۸۵) چنین اظهار می‌دارد: مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر شرایط پوشش گیاهی، عناصر اقلیمی می‌باشند. ارزیابی ارتباط کمی الگوی پوشش گیاهی و عناصر اقلیمی، از مهم‌ترین کاربردهای سنجش از دور در مقیاس جهانی و منطقه‌ای است. بارش و دما، به‌طور مستقیم بر توازن آب اثر می‌گذارند و به نوبه‌ی خود، جزو عوامل تغییر در رطوبت خاک و رشد گیاه‌اند.

نیاز به اندیشیدن درباره‌ی راه حل علمی برای مقابله با خشکسالی و یافتن راه‌حلی برای کاهش اثرات آن ضروری است؛ چراکه مسئله‌ی خشکسالی و صدمات ناشی از آن به محیط زیست، محدود به منطقه‌ای که در آن اتفاق افتاده است نشده، بلکه در درازمدت و حتی میان‌مدت می‌تواند کل محیط زیست 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 بازه زمانی ۲۵ سال می‌باشد.

۲. مواد و روش‌ها

منطقه‌ی مورد مطالعه: پارک جنگلی جهاد، در استان هرمزگان، شهرستان بندرعباس در سال ۱۹۹۳ سال شمسی باشد ۱۳۷۲ احداث گردیده که بخش مرکزی آن در فاصله‌ی ۸ کیلومتری شرق شهرستان اجراء 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 می‌گردد. منطقه‌ی اجرای پروژه، دارای پوشش بسیار مناسبی از گونه‌های سمر است که در سال‌های گذشته، در مناطق شمالی آن جنگل‌کاری 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 و دهیر، در منطقه‌ی مطالعاتی به چشم می‌خورد. این پوشش گیاهی، در حال حاضر علاوه بر تأثیرات اکولوژیک و حفاظتی، جلوه‌ی زیبایی نیز به منطقه داده است.

^۰. Wang et al

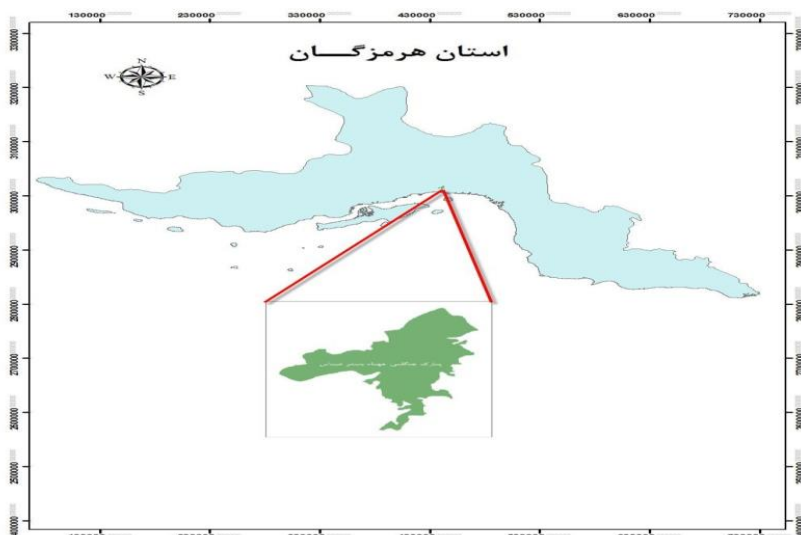
^۱. Richard and Pocard

^۲. Li et al

^۳. Ji et al

^۴. Yang et al

^۵. Milich and Vis



شکل ۱. موقعیت جغرافیایی پارک جنگلی جهاد بندرعباس

به منظور انجام پایش و مقایسه‌ی شاخص‌های خشکسالی، از پایه‌ی زمانی یکسان و بلندمدت از دوره‌ی آماری (۱۹۸۴-۲۰۰۹) استفاده گردید.

شاخص استانداردشده‌ی بارش (SPI)

این شاخص، در سال ۱۹۹۵ توسط مکی و همکارانش^۱ ارائه شد. بسیاری از محققان، به قابلیت انعطاف‌پذیری این مدل در زمینه‌ی خشکسالی اشاره کرده‌اند. شاخص SPI، برای هر منطقه براساس ثبت بارندگی‌های طولانی‌مدت آن‌ها محاسبه می‌شود. برای تعیین شاخص SPI، ابتدا یک توزیع گاما به داده‌های بارش هر ایستگاه برازش داده می‌شود؛ در مرحله‌ی بعد، تبدیل احتمال تجمعی از توزیع گامای به‌دست آمده به توزیع نرمال استاندارد تجمعی با میانگین صفر و واریانس یک صورت می‌گیرد (سلاجقه و همکاران، ۱۳۸۷). مقادیر مثبت SPI، مقادیر بیشتر از میانگی بارندگی، و مقادیر منفی آن، مقادیر کمتر از میانگی بارش را نشان می‌دهند و هرگاه مقادیر SPI، به‌طور مداوم منفی باشد و مقدار آن به -۱ و یا کمتر برسد، معرف وقوع خشکسالی است و مقادیر مثبت آن، نشان‌دهنده‌ی خاتمه‌ی خشکسالی می‌باشد (جدول ۱) (آسیائی، ۱۳۸۵).

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

α : پارامتر شکل

β : پارامتر مقیاس

x : مقدار بارندگی

$\Gamma(\alpha)$: تابع گاما

^۱. Mackee et al

جدول ۱. طبقه‌بندی خشکسالی بر اساس شاخص SPI

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

شاخص دهک‌ها

این شاخص، در سال ۱۹۶۷ توسط گیبس و ماحر^۱ ارائه شد. در روش دهک‌ها، توزیع بارش به وقوع پیوسته، در یک دوره‌ی طولانی مدت 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 نشان‌دهنده‌ی مقدار بارشی است که از ۲۰ درصد بارش کمتر باشد. ناگفته پیداست که برای محاسبه‌ی دهک‌ها، به آمار اقلیمی بلندمدت نیاز است. این شاخص، اساساً از تقسیم توزیع احتمال وقوع آمار ثبت‌شده‌ی درازمدت بارش بر بخشی از هر یک از ده درصد توزیع، به دست می‌آید. تنها عامل مؤثر در محاسبه‌ی این شاخص، وقوع بارش است و مقیاس زمانی مورد استفاده در این شاخص نیز مقیاس ماهیانه می‌باشد. محاسبه‌ی DI به این صورت است که وقوع بارندگی‌های طولانی مدت در دهه‌هایی از توزیع نرمال تقسیم شده است (جدول ۲) (آسیائی، ۱۳۸۵).

جدول ۲. طبقه‌بندی بر اساس روش دهک‌ها

طبقه بندی 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 همدیدی مربوط به ایستگاه بندرعباس، از نرم‌افزار Drought Index Calculator ۱.۰ استفاده شد و شاخص‌های بارش استاندارد (SPI) و شاخص دهک‌ها (DI) استخراج گردید.

شاخص اختلاف گیاهی نرمال شده (NDVI)

شاخص NDVI، گاهی NVI نیز نامیده می‌شود (آسیائی، ۱۳۸۵). در این تحقیق، از نرم‌افزار سنجش از دور ENVI ۴.۷ و برای استخراج شاخص پوشش گیاهی، از تصاویر سنجنده‌ی TM-۵ با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر استفاده گردید که از سایت <http://earthexplorer.usgs.gov/> دانلود شده بود. 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) است که ۱۶ سال از احداث پارک جنگلی گذشته و در طی این مدت، منطقه با دوره‌های خشکسالی مواجه بوده است. از سه عکس ذکرشده، NDVI بالای ۰/۵۰ استخراج شد.

^۱. Gibbs and Maher

NDVI، درحقیقت نشان‌دهنده‌ی تراکم پوشش گیاهی است. هر قدر میزان NDVI بیشتر باشد، توده‌ی گیاهی متراکم‌تر است. از آنجائی‌که شاخص‌های گیاهی براساس خواص طیفی گیاهان طراحی شده‌اند، در نتیجه مقادیر به‌دست آمده از آنها، منعکس‌کننده‌ی غنای پوشش گیاهی در محدوده‌ی پیکسل مورد نظر می‌باشند (آسیایی، ۱۳۸۵) و شاخص NDVI به‌صورت ذیل محاسبه می‌شود:

$$NDVI = \frac{NIR_R}{NIR + R} \quad \text{فرمول 2 :}$$

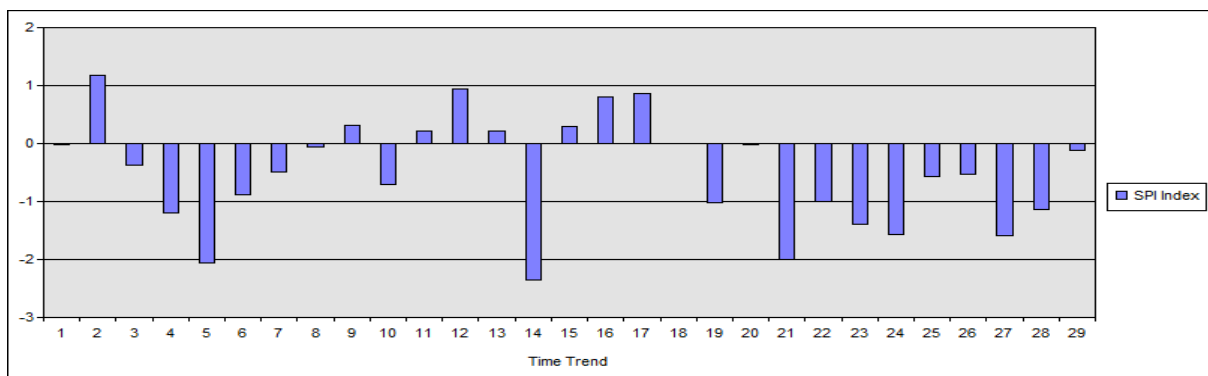
در ادامه بین هریک از تصاویر توسط نرم‌افزار EDRI SI KLIMANJARO رگرسیون فضایی گرفته شد و نتایج، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. سپس از نرم‌افزار SPSS Statistics ۱۷٫۰ جهت تحلیل آماری داده‌های مربوط به عناصر اقلیمی، شاخص‌های آماری و شاخص پوشش گیاهی نرمال شده استفاده گردید.

۳. نتایج

بر طبق نتایج، در طی این دوره‌ی ۲۵ ساله، سال‌های ۱۹۸۴، ۲۰۰۳، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۷ با دوره‌های خشکسالی متوسط و سال‌های ۱۹۸۵، ۱۹۹۴ و ۲۰۰۱ با دوره‌های خشکسالی شدید همراه بوده است که هرچه به سال ۲۰۰۹ نزدیک‌تر شده، دوره‌های خشکسالی بیشتر و فاصله‌ی 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	-۱٫۱۱۵۸۴۷۵	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	۰٫۱۶۴۲۲۴۲۲۲	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
۲۰۰۸	-۰٫۹۶۰۳۳۹۲۷۵	تقریباً نرمال
۲۰۰۹	-۰٫۱۰۵۴۳۸۹۳۱	تقریباً نرمال



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

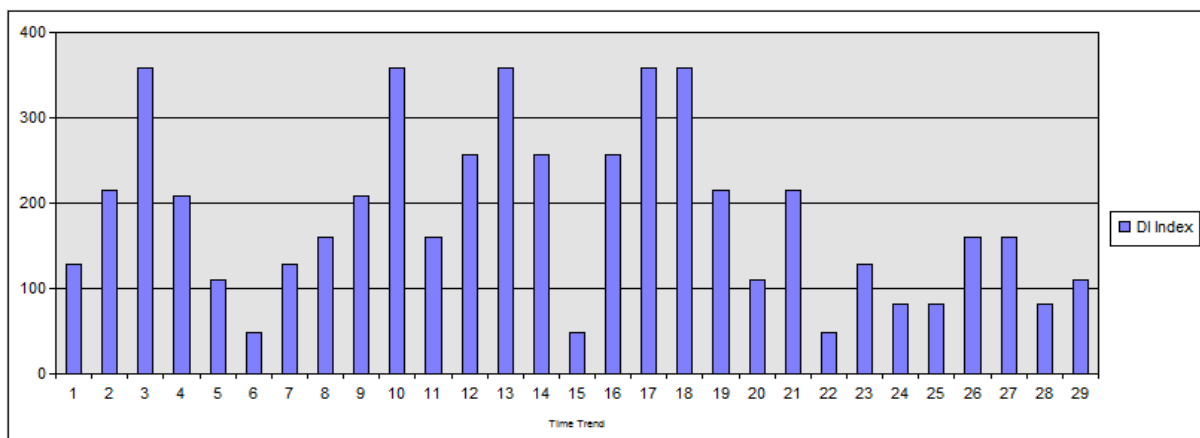
شاخص دهک‌ها

در جدول زیر، نحوه‌ی تقسیم‌بندی دهک‌ها و نیز 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

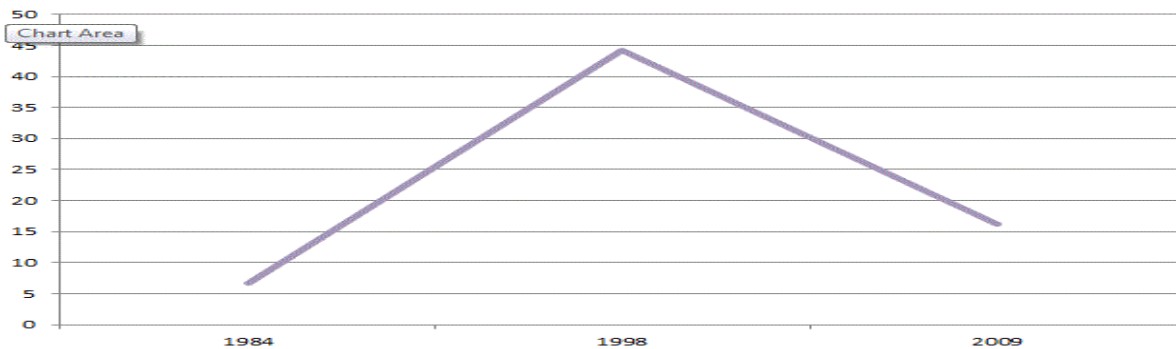
DI(۵): ۱۵۹,۳	نرمال	۲۰۰۶
DI(۲): ۸۲,۱	بخش عمده زیر نرمال	۲۰۰۷
DI(۳): ۱۱۰,۶	زیر نرمال	۲۰۰۸
DI(۶): ۲۰۷,۹	نرمال	۲۰۰۹



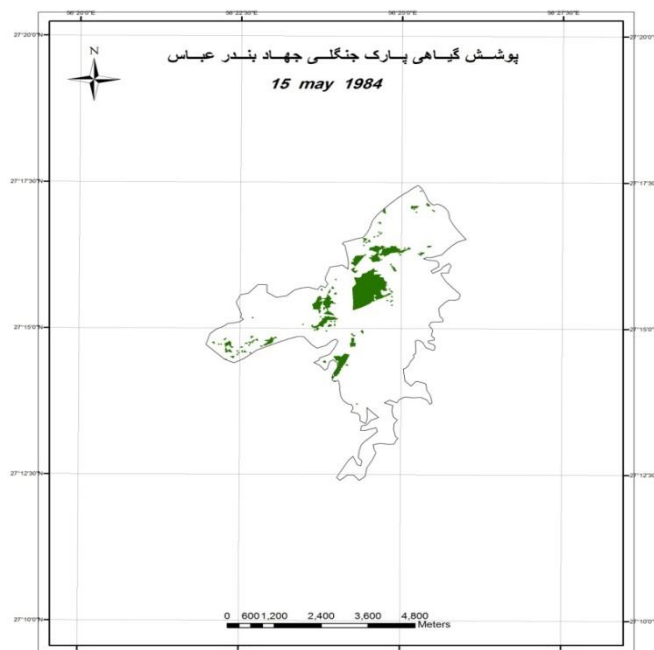
شکل ۲- شکل ستونی شاخص دهک‌ها در طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۹ در ایستگاه همدیدی بندرعباس

شاخص پوشش گیاهی تفاضلی نرمال شده

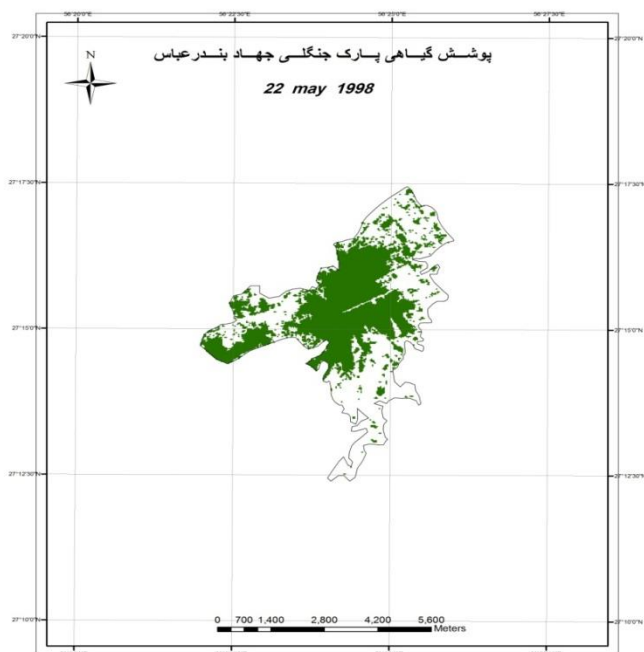
مقادیر مختلف NDVI، نمایانگر پوشش‌های مختلف است. به‌طور مثال پوشش گیاهی کم‌رشد، از NDVI بیشتر از ۰/۰۵ شروع می‌شود (فاطمی، ۱۳۸۵). با توجه به اینکه پارک جنگلی جهاد بندرعباس در محدوده‌ی مناطق خشک ساحلی گرم قرار گرفته، در این تحقیق پوشش گیاهی با NDVI بیشتر از ۰/۰۵ مورد بررسی قرار گرفته است. اولین تصویر، مربوط به ۱۵ می ۱۹۸۴ است که در این زمان، هنوز اقدام به احداث پارک جنگلی نشده است و عمده‌ی پوشش گیاهی به‌صورت خودروست. استخراج شاخص‌های خشکسالی نشان می‌دهد که در بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۴، منطقه‌ی مزبور 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 ۲). دومین تصویر، مربوط به ۲۲ می ۱۹۹۸ یعنی ۵ سال پس از احداث پارک جنگلی در محدوده‌ی منطقه‌ی مورد مطالعه است و در این هنگام، کاشت درختان توسط اداره‌ی منابع طبیعی آغاز شده است. استخراج شاخص‌های خشکسالی در فاصله‌ی زمانی ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۸ نشان می‌دهد که بجز سال‌های ۱۹۸۵ و ۱۹۹۵ که وضعیت خشکسالی به‌صورت خیلی شدید بوده است، منطقه در وضعیت خشکسالی ممتد قرار نگرفته است. در این فاصله‌ی زمانی تا سال ۱۹۹۸، حدود ۴۴/۲۵ درصد از منطقه را پوشش گیاهی با NDVI بیشتر از ۰/۰۵ فراگرفته است که معادل ۹۶۹/۳۶۱۴ هکتار است؛ یعنی در این فاصله‌ی زمانی ۸۲۲/۸۷۵۵ هکتار به پوشش گیاهی افزوده شده است (شکل ۳). سومین تصویر، مربوط به ۲۰ می ۲۰۰۹ یعنی ۱۶ سال پس از احداث پارک جنگلی است. با توجه به شاخص‌های خشکسالی، در فاصله‌ی زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۰۹، منطقه‌ی مورد مطالعه شاهد خشکسالی است. در این فاصله‌ی 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 مدت، ۶۱۵/۲۵۰۸ هکتار پوشش گیاهی نسبت به سال ۱۹۹۸ کاهش یافته است (شکل ۴). با توجه به استخراج شاخص گیاهی نرمال‌شده، 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 که به تبع آن، پوشش گیاهی نیز رو به کاهش نهاده است (شکل ۳).



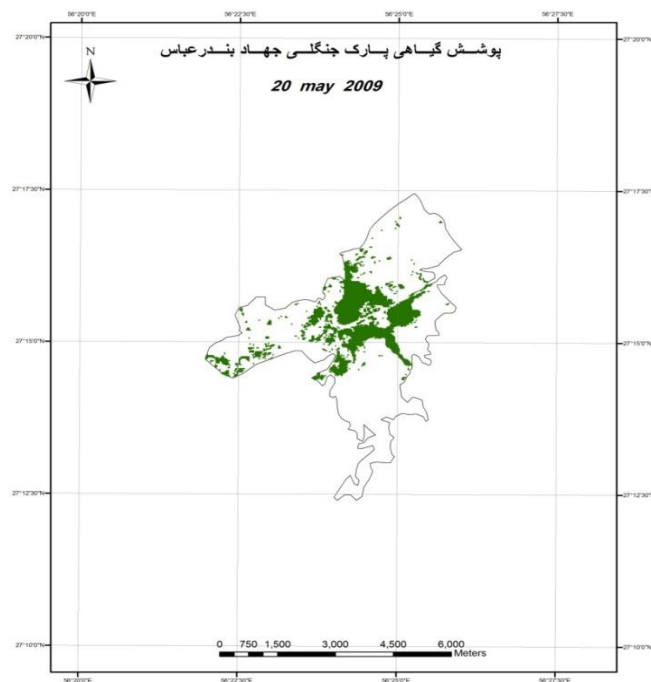
شکل ۳. تغییرات درصد پوشش گیاهی در فاصله زمانی ۲۵ سال بر حسب هکتار



شکل ۲. شاخص پوشش گیاهی مربوط به ۱۵ می ۱۹۸۴



شکل ۳- شاخص پوشش گیاهی مربوط به ۲۲ می ۱۹۹۸



شکل ۴- شاخص پوشش گیاهی مربوط به ۲۰ می ۲۰۰۹

۴. بحث و نتیجه گیری

تحلیل آماری بین مساحت پوشش گیاهی منطقه‌ی 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 $0/94$ 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 تحقیق اختری (۱۳۸۵) همخوانی دارد. همچنین باتوجه به نتایج و مرور منابع، چنین استنباط می‌شود که در شرایط زمانی و مکانی متفاوت، آن دسته از شاخص‌های متفاوتی بیشترین تناسب را خواهند داشت که برخلاف نتایج اکثر محققین، شاخص پوشش گیاهی با درصد رطوبت نسبی، بیشترین همبستگی را بجای شاخص SPI داشته؛ درحالی‌که تمامی شاخص‌ها با پوشش گیاهی، همبستگی بالای $0/05$ را داشته‌اند که این امر، بیانگر مناسب بودن تمامی شاخص‌های مورد استفاده در این پژوهش می‌باشد.

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

	رطوبت نسبی	دما	بارش	SPI	DI
ماتریس همبستگی	$0/94$	$0/91$	$0/77$	$0/75$	$0/73$

پس از بررسی پوشش گیاهی در سال‌های ۱۹۸۴، ۱۹۹۸ و ۲۰۰۹ و استخراج شاخص پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)، هریک از تصاویر جهت انجام محاسبات آماری وارد نرم‌افزار Idrisi Kilimanjaro گردید. نتایج نشان می‌دهد که بین NDVI سال ۱۹۸۴ و ۱۹۹۸، $0/53$ همبستگی وجود دارد؛ درحالی‌که ضریب تعیین بین این دو سال، $0/28$ است که این امر، نشان‌دهنده‌ی آن است که $0/28$ از NDVI سال ۱۹۹۸ با NDVI سال ۱۹۸۴ مشترک است. همچنین آزمون همبستگی بین NDVI ۱۹۹۸ و ۲۰۰۹، نشان‌دهنده‌ی وجود همبستگی $0/49$ با ضریب تعیین $0/24$ است که نشان می‌دهد بین این دو، $0/24$ اشتراک وجود دارد؛ درحالی‌که ضریب همبستگی بین ۱۹۹۸ و ۲۰۰۹، $0/72$ است که دارای ضریب تعیین $0/51$ است که نشان می‌دهد $0/51$ 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

همان‌طور که از نتایج تمامی محققین استنباط می‌شود، پس از هر دوره تغییرات، پوشش گیاهی و درصد مساحت آن، به‌طور چشمگیری کاهش یافته و به نظر می‌رسد که پس از اتمام دوره‌ی خشکسالی، روند زوال پوشش گیاهی همچنان ادامه یافته است. آینده‌نگری، لزوم پایش و مدیریت خشکسالی را بارز می‌نماید؛ چراکه بحران خشکسالی، نه تنها مسائل زیست محیطی را دربرمی‌گیرد، بلکه مسائل اقتصادی و اجتماعی را نیز در درازمدت به دنبال خواهد داشت که اثرات آن جبران‌ناپذیر بوده و یا اینکه خوش‌بینانه می‌توان گفت در درازمدت قابل جبران خواهد بود. برای کاهش اثرات خشکسالی، اجزاء اصلی برنامه‌ی تعدیل و آمادگی در برابر خشکسالی باید شامل پایش خشکسالی، هشدارهای اولیه، ارزیابی خسارت و واکنش درمقابل آن باشد. اطلاعات به‌موقع درمورد شروع خشکسالی، وسعت، شدت و مدت و نیز اثرات آن، به دلیل آنکه بلایی همچون خشکسالی به‌یکباره آثار خود را نمایان نساخته و در درازمدت می‌تواند خطرات جانی و مالی داشته باشد، در نتیجه برای پایش خشکسالی، در هنگام شروع آن می‌توان به ارزیابی شدت و وسعت این مسائل پرداخته، مصائب آن را محدود کرده و زیان‌های اقتصادی و محیطی آن را کاهش داد (آسیائی، ۱۳۸۵).

منابع

۱. ابراهیم‌زاده، سجاده؛ بذرافشان، جواد و قربانی، خلیل. 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؛ مهدیان، محمدحسین و مرید سعید، تحلیل مکانی نمایه‌های خشکسالی SPI و EDI در استان تهران، تحقیقات منابع آب ایران، زمستان ۱۳۸۵، ۲(۳) (مسلسل ۶): ۲۷-۳۸.
۳. آسیائی، مهدی. ۱۳۸۵. شاخص‌های خشکسالی، مشهد، انتشارات سخن‌گستر.
۴. پیرمرادیان، نادر؛ شمس‌نیا، سیدامیر؛ بوستانی، فردین و شاهرخ‌نیا، محمدعلی. "ارزیابی دوره‌ی بازگشت خشکسالی با استفاده از شاخص استانداردشده‌ی بارش (SPI) در استان فارس"، مجله‌ی دانش نوین کشاورزی، سال چهارم، شماره ۱۳، زمستان ۱۳۸۷.
۵. ثنایی‌نژاد، سیدحسن؛ داوری، کامران، و عابدی، علیرضا، ۱۳۸۶. پایش خشکسالی کشاورزی در دشت مشهد با استفاده از نمایه‌ی NDVI و معرفی نمایه‌ی جدید APVI، آب و خاک (علوم و صنایع غذایی)، ۲۱(۱)، صص ۸۶-۹۶.
۶. سلاجقه، علی؛ فتح‌آبادی، ابوالحسن؛ و نجفی‌حاجی‌ور، منصور. "مقایسه‌ی شبکه‌ی عصبی و سری‌های زمانی در پیش‌بینی خشکسالی (مطالعه‌ی موردی: استان خراسان رضوی)"، مجله‌ی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران، (۱۳۸۷). شماره ۴، صص ۷۴ تا ۷۷.
۷. شمسی‌پور، علی‌اکبر؛ علوی پناه، سید کاظم؛ و محمدی، حسین ۱۳۸۹. بررسی کارایی شاخص‌های گیاهی و حرارتی ماهواره NOAA_AVHRR در تحلیل خشکسالی منطقه‌ی کاشان. تحقیقات مرتع و بیابان ایران؛ پاییز ۱۳۸۹؛ ۱۷(۳) (پیاپی ۴۰): ۴۴۵-۴۶۵.

۸. صفرزاده، طاهر، و ادراکی، مریم ۱۳۹۰. پایش خشکسالی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای MODIS، اولین کنفرانس ملی هواشناسی و مدیریت آب کشاورزی، ۱۱ ص.
۹. فاطمی، سید باقر، و رضایی، یوسف ۱۳۸۵. مبانی سنجش از دور، چاپ دوم، انتشارات آزاده، ۲۵۷.
۱۰. فرزانه، علی ۱۳۷۱. کاربرد GIS در منابع طبیعی، مجله‌ی جنگل و مرتع، شماره ۱۴: ۱۵-۱۲.
۱۱. فیضی‌زاده، بختیار؛ و حاجی‌میررحیمی، سید محمود ۱۳۸۶. آشکارسازی فضای سبز شهر تبریز با استفاده از روش‌های شیء‌گرا، نمایش GIS شهری. مجموعه مقالات اولین همایش GIS شهری.
۱۲. محمودزاده، عبدالحسین؛ ثقفیان، بهرام؛ و مختاری، احمد ۱۳۸۷. بررسی همبستگی شاخص خشکسالی SPI و شاخص NDCI در منطقه‌ی فریدون‌شهر، سومین کنفرانس مدیریت منابع آب، ۸ ص.
۱۳. محمودی‌کهن، فرهاد؛ اسماعیلی، علی؛ و هانی، سیدمسعود ۱۳۹۰. مطالعه‌ی نقش بارندگی در وقوع خشکسالی در مناطق خشک با استفاده از شاخص‌های گیاهی سنجش از دور (مطالعه‌ی موردی: رفسنجان)، همایش ملی وئوماتیک.
۱۴. میرموسوی، سیدحسن؛ و کریمی، حمیده، مطالعه‌ی اثر خشکسالی بر روی پوشش گیاهی با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS (استان کردستان)، جغرافیا و توسعه، شماره ۳۱، تابستان ۱۳۹۲.
۱۵. نوحه‌گر، احمد؛ تمسکی، احسان؛ علیمرادی، سامان؛ و سلیمانی، زهرا ۱۳۹۲، پایش خشکسالی و تغییرات پوشش گیاهی با استفاده از شاخص‌های آماری و سنجش از دور، اولین همایش ملی جغرافیا و پایداری محیط، ۱۴ اسفند، دانشگاه رازی، گروه جغرافیا.
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, ۰۴۴۰۰۶.
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.

٢٣. Nemani, R.R., Keeling, C.D., Hashimoto, H., Jolly, W.M., Piper, S.C., Tucker, C.J., Myneni, R.B., Running, S.W., ٢٠٠٣. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from ١٩٨٢ to ١٩٩٩. *Science* ٣٠٠ (٥٦٢٥), ١٥٦٠–١٥٦٣.
٢٤. Piao, S., Ciais, P., Huang, Y., Shen, Z., Peng, S., Li, J., Zhou, L., Liu, H., Ma, Y., Ding, Y., ٢٠١٠. The impacts of climate change on water resources and agriculture in China. *Nature* ٤٦٧ (٧٣١١), ٢٣–٥١.
٢٥. Quiring, S.M., Ganesh, S., ٢٠٠٩, Evaluating the utility of the Vegetation Condition Index (VCI) for monitoring meteorological drought in Texas, *Agricultural and forest meteorology*, ١٥٠, ٣٣٠–٣٣٩.
٢٦. Raupach, M.R., Canadell, J.G., ٢٠٠٨. Observing a vulnerable carbon cycle. In: Dolman, H., Valentini, R., Freibauer, A. (Eds.), *The Continental-scale Greenhouse Gas Balance of Europe*. Springer, pp. ٥–٣٢.
٢٧. Raupach, M.R., Marland, G., Ciais, P., Le Quéré, C., Canadell, J.G., Klepper, G., Field, C.B., ٢٠٠٧. Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences* ١٠٤ (٢٤), ١٠٢٨٨.
٢٨. Richard Y. & I. Pocard, ٢٠٠٤, A Statistical Study of NDVI Sensitivity to Seasonal and Interannual Rainfall Variations in Southern Africa, *Int. J. Remote Sensing*, ١٩, pp.٢٩٠٧-٢٩٢٠.
٢٩. Richards, J., Madramootoo, C., Goyal, M., and Trotman, A. (٢٠١٣). "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.*, ١٣٩(١١), ٩٢٢–٩٣٢.
٣٠. Schwalm, C.R., Williams, C.A., Schaefer, K., Arneeth, A., Bonal, D., Buchmann, N., Chen, J., Law, B.E., Lindroth, A., Luysaert, S., ٢٠١٠. Assimilation exceeds respiration sensitivity to drought: a FLUXNET synthesis. *Global Change Biology* ١٦ (٢), ٦٥٧–٦٧٠.
٣١. Wang, J., Price, K. P. and P. M. Rich, ٢٠٠١, Spatial Patterns of NDVI in Response to Precipitation and Temperature in the Central Great Plains, *Int. J. Remote Sensing*, ٢٢, pp.٣٨٢٧-٣٨٤٤.
٣٢. Yang, L., Wylie, B., Tieszen, L.I., ٢٠٠١, and Time-integrated NDVI of Grassland over the U.S. Northern and Central Great Plains, *Remots Senc. Environ*, ٦٥, pp.٢٥-٣٧.
٣٣. Yang, Y., Yang, L., and MERCHANT, J. W., ١٩٩٧, AN Assessment of AVHRR/NDVI Ecoclimatological Relation in Nebraska, USA, *International Journal of Remote Sensing*, ١٨, pp.٢١٦١-٢١٨٠.
٣٤. Zhao, M., Running, S.W., ٢٠١٠. Drought-induced reduction in global terrestrial net primary production from ٢٠٠٠ through ٢٠٠٩. *Science* ٣٢٩ (٥٩٩٤), ٩٤٠.

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

A. Novhegar^۱, E. Tamasoki^۲, S. Alimoradi^۳ and Z. Solimani^۴

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 ۰,۶ between all indexes with vegetation index. Highest correlation was belonging to humidity (۰,۹۴). When we close to ۲۰۰۹ 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.

Keywords: Drought index, Normalized vegetation index, space correlation, Forest Park.

^۱. Assistant professor, faculty of natural resources, Hormozgan University

^۲. **Corresponding author;** Master combat desertification, faculty of natural resources, Hormozgan University, ehsantamasoki@yahoo.com

^۳. Master student assessment and land use planning, faculty of natural resources, Hormozgan University

^۴. Master student combat desertification, faculty of natural resources, Hormozgan University