



دوره ۳۴، شماره ۳، شماره‌ی پایانی ۱۳۲، پاییز ۱۴۰۰، صفحه‌های ۹۴-۷۴  
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/wmej.2021.352362.1368

# پژوهش‌های آبخیزداری

مقاله‌ی پژوهشی



## اثرگذاری سنجه‌های اقلیمی بر روند تغییر پوشش گیاهی با روی‌کرد تخریب سرزمین در بخش‌هایی از آبخیز خلیج فارس و دریای عمان

سید علیرضا حسینی

دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

حمید غلامی

(نویسنده‌ی مسئول)\* دانشیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

یحیی اسماعیل‌پور

استادیار گروه مهندسی منابع طبیعی، دانشکده‌ی کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان

آرتمی سردا

استاد دانشکده‌ی جغرافیا، دانشگاه والنسیا، اسپانیا

\*رایانامه‌ی نویسنده‌ی مسئول: hgholami@hormozgan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۷ آبان ۱۳۹۹ تاریخ پذیرش: ۲۵ اسفند ۱۳۹۹

### چکیده

تخریب سرزمین پدیده‌ی چندوجهی تأثیرگیرنده از متغیرهای گوناگون از جمله اقلیم، تغییر کاربری و فعالیت‌های اجتماعی-انسانی است. برای بررسی اثر سنجه‌های اقلیمی بر وضعیت تخریب سرزمین در پنج آبخیز درجه‌ی دو (بلوچستان جنوبی، سدیج بندرعباس، کل-مهران، حله و مند) در آبخیز خلیج فارس و دریای عمان، داده‌های مشاهده‌ی ۳۲ ایستگاه هم‌دید در آبخیز برای بازه‌ی زمانی ۳۱ ساله (۱۳۶۷-۱۳۹۸) به‌کار برده شد. برای تهیه‌ی نقشه‌ی سنجه‌های اقلیمی الگوریتم IDW به‌کار برده شد. نتیجه‌های آشکارسازی نشان داد که تغییر طبقه‌ی دمایی ۲۷/۵ - ۲۵ روند افزایشی (۹/۰۳٪) دارد و طبقه‌ی بارش کم‌تر از ۱۵۰ میلی‌متر در منطقه نیز با افزایش ۱۷/۳٪ روبه‌رو است. روند سنجه‌ی تبخیر به‌گونه‌ی بود که طبقه‌ی ۲۷۵۰-۲۵۰۰ و ۳۲۵۰-۳۰۰ میلی‌متر با تغییر (۵/۴-، ۸/۳٪) به ترتیب بیش‌ترین اثر کاهشی و افزایشی را نشان داد. طبقه‌های سرعت باد کم‌تر از ۲ و ۳-۴ متر بر ثانیه با تغییر (۵/۷، ۷/۵٪) بیش‌ترین روند افزایش و کاهشی را نشان داد. بر پایه‌ی یافته‌های تحلیل وایزی، رابطه‌ی معنی‌داری در تراز ۰/۰۵٪ بین متغیر اقلیمی (بارش، دما، تبخیر و سرعت باد) و شاخص پوشش گیاهی و شوری بود، و سنجه‌ی بارش بیش‌ترین اثرگذاری را نشان داد. از آن‌جا که این چهار متغیر اقلیمی به ترتیب (۴۰/۵، ۴۷/۶٪) از تغییر متغیر وابسته‌ی شاخص پوشش گیاهی و شوری را تبیین می‌کند، می‌توان نتیجه گرفت که بخشی از تغییر پوشش گیاهی و شوری از شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه پی‌روی می‌کند. از این رو پوشش گیاهی ضعیف منطقه و شوری در بازه‌ی زمانی بررسی‌شده دائماً در نوسان است، و به‌دنبال آن فرآیند تخریب نیز روند افزایشی و کاهشی دارد. بنابراین با آگاهی از نحوه‌ی تأثیر سنجه‌های اقلیمی بر نوسان شاخص‌های پوشش گیاهی و شوری در دوره‌ی طولانی ۳۱ ساله می‌توان پیش‌بینی لازم را برای مدیریت‌کردن بهینه‌ی عرصه‌های طبیعی، به‌خصوص در هنگام خشک‌سالی اعمال نمود، و مرحله‌های توسعه‌ی تخریب سرزمین را در آبخیز ساحلی خلیج فارس و دریای عمان مهار کرد.

واژگان کلیدی: آبخیز، بارش، تخریب سرزمین، دما، شاخص پوشش گیاهی، شاخص شوری

## مقدمه

در مقیاسی وسیع مانند کشور چندان آسان نیست (نل ۲۰۱۳)، اما بسیاری از محققان فرآیندهای شوری‌زایی و تخریب را در ارتباط نزدیک با برخی مشخصه‌های اقلیمی مانند نسبت بارندگی به تبخیر، تبخیر تعرق یا دمای هوا دانسته‌اند (احمدی و همکاران ۲۰۰۱، مسعودی و همکاران ۲۰۰۶).

تغییر کاربری زمین جنگل‌ها و مرتع‌ها به کشاورزی و مسکونی یکی از نگرانی‌های مهم در محیط زیست و تغییر اقلیم جهانی است (وصالی و همکاران ۲۰۱۶). اگرچه کشاورزی نقش بسیار مهمی در توسعه‌ی پایدار و کاهش فقر و گرسنگی دارد، هنوز بسیاری از فعالیت‌های کشاورزی برای پایداری بلندمدت محیطی تهدید دانسته می‌شود. مصداق‌های آن را می‌توان در تخریب زمین کشاورزی، بهره‌گیری بی‌رویه از منابع‌های آب و خسارت به زیستگاه‌های طبیعی مشاهده کرد (سیمونوآکیس و همکاران ۲۰۱۶). شاخص‌های ناپایداری و تخریب سرزمین ویژگی‌های کلیدی خاک و جوامع گیاهی‌اند، که به تغییر محیط حساس‌اند و فرآیندهای پیچیده‌ی بوم‌نظام را منعکس می‌کنند. این شاخص‌ها امکان بررسی‌های مفیدی را در باره‌ی وضعیت فعلی بوم‌نظام‌های طبیعی و کشاورزی فراهم می‌کنند (نصریان و همکاران ۲۰۱۹).

حوزه‌ی باز آب‌خیز ساحلی خلیج فارس و دریای عمان مساحت بخشی از منطقه‌های ساحلی جنوب را فرا گرفته است که آب‌های آن به دو دریای جنوب می‌ریزد. این آب‌خیز درجه‌ی یک از نُه آب‌خیز فرعی درجه‌ی دو تشکیل شده است. منطقه‌های ساحلی هر کشور از نظر اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و حتی نظامی اهمیت خاصی دارد، زیرا از یک سو حدود ۷۵٪ سطح زمین را اقیانوس‌ها و دریاها تشکیل داده است، و از سوی دیگر بسیاری از سازه‌های زیربنایی در منطقه‌های ساحلی است. گستره‌ی منطقه‌های ساحلی در کشور پایش تغییر اقلیمی و پوشش زمین را با رویکرد تخریب سرزمین الزامی کرده است.

بررسی‌های متعددی در زمینه‌ی پایش تغییر پوشش گیاهی با سنجش‌ازدور و ارتباط آن با عنصرهای اقلیمی انجام شده است. شاخص گیاهی سازگارنده با خاک<sup>۱</sup> و شاخص آبی با اختلاف بهنجارشده<sup>۲</sup> از مهم‌ترین شاخص‌های معرف پوشش گیاهی است که اعتبار و عمومیت زیادی دارد. در منطقه‌های خشک همبستگی زیادی بین شاخص پوشش گیاهی و مقدار بارش به‌دست آمده است، اما ارتباط متقابل بین شاخص پوشش گیاهی و دما ضعیف‌تر، اگرچه معنی‌دار ارزیابی شده است (لی و همکاران ۲۰۰۴، جی و پترز ۲۰۰۴). نتیجه‌های هو و همکاران (۲۰۱۱) بر پایه‌ی پویایی پوشش گیاهی و ارتباط آن با عامل‌های اقلیمی در ذخیره‌گاه طبیعی کوه فانگابی چین نشان داد که دمای هوا باید شاخص حساسیت پوشش گیاهی باشد. در پژوهش رحیمیان و

تخریب سرزمین آسیب محیط‌زیستی جدی‌یی است که جهان امروز با آن روبه‌رو است، و تأثیرهای مخربی بر بهره‌وری کشاورزی و عمل‌کرد بوم‌شناسی دارد که در نهایت بر کیفیت زندگی انسان تأثیر می‌گذارد. تخریب سرزمین پدیده‌ی چندوجهی است که از متغیرهای گوناگون از جمله اقلیم، تغییر کاربری و فعالیت‌های اجتماعی-انسانی تأثیر می‌گیرد (مسعودی و همکاران ۲۰۱۸). پوشش گیاهی آب، خاک، نیوار و سایر بخش‌های بوم‌نظام را به هم متصل می‌کند و اقلیم عامل اصلی تغییر در پوشش گیاهی است (ژیا و همکاران ۲۰۱۴، لیو و همکاران ۲۰۱۸). دو سنجه‌ی دما و بارش اثرگذاری مهمی بر رشد گیاهان، توزیع، و عمل‌کرد آن‌ها دارد (ژو و همکاران ۲۰۱۵). تغییر اقلیم پدیده‌ی ناهنجار دانسته می‌شود، و به‌طور حتم باعث تغییر در رشد گیاهان می‌شود و بر پویایی و عمل‌کرد آن‌ها تأثیر می‌گذارد. بنابراین برای درک تکامل پوشش گیاهی و پیش‌بینی ویژگی‌های آن در آینده، بررسی رابطه‌ی پوشش گیاهی و سنجیدن و آشکار کردن رابطه‌های داخلی آن بسیار ارزشمند است (لی و همکاران ۲۰۱۹). شاخص پوشش گیاهی برای نشان‌دادن روند تغییر پوشش گیاهی به کار می‌رود (نمانی و همکاران ۲۰۰۳). توسعه‌ی فن‌آوری سنجش‌ازدور دستیابی به این تغییر را کارآمد و راحت‌تر می‌کند (شن و همکاران ۲۰۱۶). رابطه‌ی شاخص‌های پوشش گیاهی و اقلیم در مقیاس‌های گوناگون به‌خوبی ثبت شده است. سنجه‌ی بارش در مقیاس منطقه‌یی، به‌ویژه در منطقه‌های خشک و نیمه‌خشک، تأثیر زیادی بر شاخص پوشش گیاهی دارد (کامبرلین و همکاران ۲۰۰۷). از این رو، برخی منطقه‌ها در زمان‌های گوناگون از عامل‌های گوناگون اقلیمی تأثیر می‌گیرند. در آسیای شرقی افزایش پوشش گیاهی قبل از ۱۹۹۷ عمدتاً از افزایش دما تأثیر می‌گرفت، در حالی که پس از ۱۹۹۷ تغییر اندازه‌ی بارش عامل اصلی کاهش پوشش گیاهی شناخته شد (پارک و سوهن ۲۰۱۰).

شوری خاک یکی از شایع‌ترین فرآیندهای تخریب سرزمین در منطقه‌های خشک و نیمه خشک دانسته می‌شود (دینگ و همکاران ۲۰۱۱). شورشدن خاک مقدمه‌ی تخریب آن را فراهم می‌آورد و به ایجاد عامل‌هایی مانند انواع فرسایش‌های آبی و بادی، افزایش ریزگردها، از بین بردن پوشش گیاهی، کاهش توان تولید خاک، و مانند آن منجر می‌شود، که خود از مهم‌ترین عامل‌های تشدید تخریب است (مومنی ۲۰۱۰). با وجود اطلاعات وسیع و متنوع از اقلیم و خاک در منطقه‌های گوناگون دنیا می‌توان به پایش تأثیر اقلیم بر خصوصیت‌های خاک از جمله شوری پرداخت. با وجود این، دستیابی به رابطه‌ی معنی‌دار بین عامل‌های اقلیمی و اندازه‌ی تجمع نمک در خاک به‌ویژه

1- Soil Adjusted Vegetation Index

2- Normalized Difference Water Index

ارزیابی وضعیت تخریب سرزمین بسیار دشوار است، زیرا چندین فرآیند پیچیده در آن است. به همین دلیل، هیچ توافق مشترکی بین جامعه علمی نیست. هدف از این پژوهش آشکارسازی ارتباط بین متغیرهای پوشش گیاهی (زمین طبیعی، زراعی و باغی)، شوری، و عامل‌های اقلیمی اثرگذار است. از این رو، این پژوهش صرفاً تلاشی برای نشان دادن تمایز تاثیر سنجه‌های اقلیمی از سایر متغیرهای اثرگذار بر روند تخریب سرزمین در آب‌خیز ساحلی است.

#### مواد و روش‌ها

آب‌خیز اصلی خلیج فارس و دریای عمان به نُه آب‌خیز فرعی کرخه، کارون، جراحی-زهره، حله، مند، کل-مهران، بندرعباس-سدیج، و بلوچستان جنوبی تقسیم می‌شود. محدوددهی بررسی‌شده در این تحقیق، استان‌های سیستان بلوچستان، هرمزگان و بوشهر با پنج آب‌خیز درجه‌ی دو (بلوچستان جنوبی، سدییج-بندرعباس، کل-مهران، حله و مند) ( $50^{\circ} 06' E$  تا  $51^{\circ} 54' E$  و  $25^{\circ} 04' N$  تا  $30^{\circ} 15' N$ ) بود (خوش بیان و همکاران ۲۰۱۹) (شکل ۱). اقلیم نوار ساحلی گرم و مرطوب است. تابستان‌ها نسبتاً طولانی است و در زمستان‌ها فقط دو ماه دی و بهمن تا حدی سرد است. رطوبت در این کرانه به علت مجاورت با دریا بسیار زیاد است. بیشینه‌ی دمای هوا در تابستان به  $35^{\circ} C - 40^{\circ} C$  و بیشینه‌ی رطوبت نسبی به ۷۰٪ می‌رسد (شکل ۱).

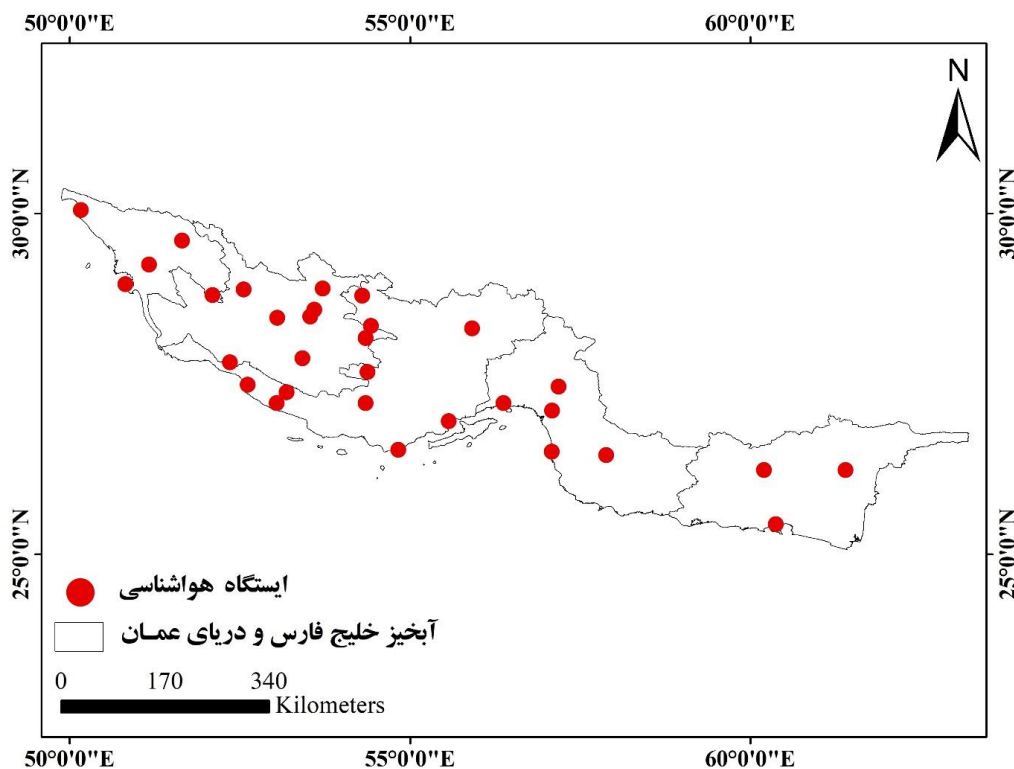
همکاران رابطه‌ی بین شوری خاک و سنجه‌های گوناگون اقلیمی با ضریب وایازی معنی‌دار (بین  $0/72 - 0/56$ ) استخراج شد و مشخص شد که در سایه‌ی تغییر اقلیم محتمل در ۹۰ سال آینده، اندازه‌ی شوری متوسط خاک بین  $1/5$  تا  $4/7$  دسی‌زیمنس بر متر افزایش خواهد یافت. نتیجه‌های کرم‌پور و همکاران (۲۰۱۵) در مرتع‌های استان هرمزگان نشان داد که بین عنصرهای اقلیمی دما، بارش، رطوبت، تبخیر باد، ساعت آفتابی، و عنصرهای گیاهی ارتباط معنی‌داری هست. نگارش و همکاران (۲۰۱۶) عامل‌های اثرگذار بر روند تخریب در سیستان و بلوچستان را متغیرهای اقلیمی و اجتماعی-انسانی دانستند. نتیجه‌های علمبردانی و همکاران (۲۰۱۷) در بررسی دما و بارش از ۱۴ ایستگاه هم‌دید منطقه‌ی کارون استان خوزستان با روش وزن‌دهی عکس فاصله نشان داد که بین پوشش گیاهی با دمای سطح زمین و دمای هوا رابطه‌ی معکوس، و با سنجه‌ی بارش رابطه‌ی مثبت هست. خسروی و همکاران (۲۰۱۷) همبستگی زیادی را بین شاخص آبی با اختلاف بهنجارشده و سنجه‌های اقلیمی، به‌ویژه دما در دوره‌های گوناگون در دشت قزوین برای بازه‌ی زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۴ نشان دادند. بر پایه‌ی این یافته، شاخص آبی با اختلاف بهنجارشده در آن دوره به ترتیب  $0/09$  و  $0/11$  افزایش داشت. نتیجه‌های پی و همکاران (۲۰۱۹) درباره‌ی ارتباط بین شاخص‌های پوشش گیاهی و سنجه‌های اقلیمی در بازه‌ی زمانی ۳۳ ساله در مغولستان همبستگی زیادی بین شاخص آبی با اختلاف بهنجارشده و سنجه‌های دما و بارش نشان داد.



شکل ۱- موقعیت پنج آب‌خیز بررسی‌شده.

جدول ۱ - مشخصه‌های سنجه‌های اقلیمی آب‌خیزهای فرعی خلیج فارس و دریای عمان در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۹۸.

حوزه‌ی فرعی	مساحت (km <sup>2</sup> )	میانگین بارش (mm)	میانگین دما (C°)	میانگین تبخیر (mm)	سرعت باد (m/s)
حله	۲۱۲۷۵	۲۲۵/۲	۲۶/۴	۲۹۸۳	۲/۹۶
مند	۴۷۶۵۵	۲۳۷/۷	۲۶/۳	۲۹۹۰	۳/۰۷
کل - مهران	۶۳۵۶۴	۱۷۴/۶	۲۷/۷	۲۶۶۰	۲/۴۴
سدیج - بندرعباس	۴۵۲۴۸	۱۵۸/۶	۲۷/۹	۲۵۹۱	۲/۹۳
بلوچستان جنوبی	۴۸۶۶۲	۱۳۴	۲۷/۴	۲۷۹۸	۲/۹۷



شکل ۲- مکان ۲۲ ایستگاه هواشناسی.

اطلاعات هواشناسی از چهار سنجه‌ی دما، بارش، تبخیر، و سرعت باد تهیه شد (سازمان هواشناسی کشور ۲۱۱۸). نرم افزارهای SPSS 21، SELVA، IDRISI، ARCGIS 10.4، و Google Earth به کار گرفته شد (جدول ۲).

محدوده‌ی زمانی تحقیق بازه‌ی زمانی ۳۱ ساله است. هفتاد تصویر ماهواره‌ی لندست (او ال آی، ای تی ام+ و تی ام)، در اسفند و فروردین در پنج دوره (۱۳۶۷، ۱۳۷۷، ۱۳۸۷، ۱۳۹۴ و ۱۳۹۸)، در هر دوره ۱۴ صفحه، در بازه‌ی زمانی ۴۵ روزه گرفته شد (سازمان زمین‌شناسی آمریکا ۲۰۱۹). پنج دوره داده‌ی

جدول ۲- مشخصه‌ی تصویرهای ماهواره‌ی بی.

تاریخ شمسی	تاریخ میلادی	قدرت تفکیک	ردیف/گذر	تعداد فریم	سنجنده	ماهواره
۱۳۶۷-۱۳۷۷	۱۹۹۸-۲۰۰۸	۳۰	۴۳-۱۶۴/۳۹-۱۵۶	۱۴	TM	Landsat -4-5
۱۳۸۷	۲۰۰۸	۳۰	۴۰-۴۲-۱۶۱/۴۱-۱۶۳-۱۶۴	۳	ETM	Landsat - 7
۱۳۹۸-۱۳۹۴	۲۰۱۹-۲۰۱۵	۳۰	۴۳-۱۶۴/۳۹-۱۵۶	۱۴	OLI	Landsat- 8

$SI_p$ ،  $SI_q$  و  $NDSI$  بود، بنابراین شاخص  $SI_1$  به کار برده شد (رابطه‌ی ۳) (گوان و همکاران ۲۰۱۱، شیرازی و همکاران ۲۰۱۱).

(۳)

$$SI1 = \sqrt{G * R}$$

بعد از انجام دادن تصحیح‌های پرتوسنجی و نیواری بر تصویرهای ماهواره‌ی بی، شاخص گیاهی سازگار شده با خاک و شاخص شوری در نرم‌افزار ای‌ان‌وی‌آی ۵/۳ محاسبه شد.

برای تهیه‌ی نقشه‌های متغیر اقلیمی (دما، بارش، تبخیر و باد) داده‌های ۳۲ ایستگاه هم‌دید فعال در منطقه (در ۵ استان سیستان و بلوچستان، هرمزگان، بوشهر، فارس و خوزستان) بررسی شد. از آن‌جا که خطای جذر میانگین مربع‌های درون‌یابی به روش عکس فاصله‌ی وزنی از روش‌های دیگر کم‌تر است، برای ترسیم نقشه‌های هم‌ارزش روش میان‌یابی عکس فاصله‌ی وزنی ( $IDW$ )<sup>۳</sup> به کار برده شد (سلیمی و همکاران ۲۰۱۸، اسکندری و همکاران ۲۰۱۹). داده در این روش بر پایه‌ی نقطه‌های همسایه‌ی برازش تولید می‌شود، و بر پایه‌ی نسبت فاصله‌ی نقطه‌های مجاور از نقطه‌ی مجهول وزنی خاص به آن‌ها داده می‌شود (میانگین‌گیری وزنی). مقدار تخمین‌زده در این روش از رابطه‌ی ۴ به دست می‌آید.

(۴)

$$z_{x0} = \frac{\sum_{i=1}^{\alpha} z_i d_i^{-\alpha}}{\sum_{i=1}^{\beta} d_i^{-\alpha}}$$

$ZX_0$ : مقدار تخمین‌زده‌ی متغیر  $Z$  در نقطه‌ی  $X$ ،  $ZX_1$ : مقدار نمونه در نقطه‌ی  $X_1$ ،  $d_i$ : فاصله‌ی نقطه‌ی نمونه تا نقطه‌ی تخمین، و  $\alpha$ : ضریبی که وزن را بر پایه‌ی فاصله تعیین می‌کند (احمد آلی ۲۰۰۹).

این روش بیش‌تر برای تهیه‌ی نقشه‌هایی با داده‌های زیاد به کار می‌رود، و هنگامی که بیشینه و کمینه‌ی متغیر در محدوده‌ی پژوهش باشد بسیار سودمند است (علی‌محمدی ۲۰۰۹).

در پردازش تصویرهای ماهواره‌ی بی، انتخاب زمان مناسب تصویرهای گرفته‌شده بسیار مهم است. از این‌رو، قبل از

محاسبه‌ی شاخص پوشش گیاهی این امکان را فراهم می‌آورد که ناحیه‌های با پوشش گیاهی از سطح‌های بی پوشش جدا شود. برای محاسبه نوار سوم (قرمز -  $R$ ) و چهارم (فروسرخ -  $NIR$ ) تصویرهای لندست (سنجنده‌ی تی ام و ای تی ام +)، و نوار چهارم (قرمز -  $R$ ) و پنجم (فروسرخ -  $NIR$ ) (سنجنده‌ی او ال آی) به کار برده شد (رابطه‌ی ۱). پژوهش‌ها نشان داده است که به دلیل تنوع شاخص‌های پوشش گیاهی، شاخص گیاهی سازگار شده با خاک بهترین شاخص پوشش گیاهی در منطقه‌های خشک برای بررسی روند تخریب سرزمین و نشان دادن پویایی پوشش گیاهی (زمین طبیعی، کشاورزی و باغ) است (خوارزمی و همکاران ۲۰۱۶، ناطقی و همکاران ۲۰۱۶)، ضریب  $L$  بین ۰/۱ برای خاک لخت تا ۰/۱۰۰ برای پوشش گیاهی متغیر است و معمولاً ۰/۵ گرفته می‌شود (رابطه‌ی ۲).

(۱)

$$SAVI = \frac{(1 + L)(NIR - RED)}{NIR + RED + L}$$

(۲)

$$L = 1 - (2 \times \alpha \times NDVI \times WDWI) = \frac{(2 \times NIR^2 \times R^2) + (1.5 \times NIR + 0.5 \times R)}{NIR + R + 0.5}$$

$NIR$ : ارزش بازتاب نوار فروسرخ نزدیک،  $R$ : ارزش بازتاب نوار قرمز،  $A$ : زاویه‌ی بین خط خاک و محور،  $NIR - WDWI$ : شاخص پوشش گیاهی وزنی،  $NDVI$ : شاخص پوشش گیاهی بهنجار شده.

برای محاسبه‌ی شاخص شوری ( $SI_1$ ) سه شاخص  $SI_p$ ،  $SI_q$  و  $NDSI$  محاسبه شد. نوار دوم (سبز -  $G$ ) و سوم (قرمز -  $R$ ) تصویر لندست (سنجنده‌ی تی ام و ای تی ام) و نوار سوم (سبز -  $G$ ) و چهارم (قرمز -  $R$ ) (سنجنده‌ی او ال آی) به کار برده شد. انحراف معیار برای شاخص  $SI_1$  کم‌تر از شاخص‌های

مستقل نیز به کار گرفته شود. بنابراین تحلیل وایازی چندمتغیره برای بررسی تاثیر چند متغیر مستقل بر متغیر وابسته کاملاً مناسب است. ضریب تبیین تعدیل شده ممکن است ابزار تصمیم‌گیری برای تعیین کردن بودن یا نبودن آن متغیر باشد. اگر با اضافه شدن متغیر مستقل ضریب تعدیل شده افزایش یابد، متغیر اضافه شده باقی می‌ماند، و اگر ضریب تعدیل شده کاهش یابد، متغیر حذف می‌شود. کم‌تر بودن تفاوت بین ضریب تبیین و ضریب تبیین تعدیل شده نشان می‌دهد که متغیرهای مستقل اضافه شده به درستی انتخاب شده است (بهزادی کریمی و مزیدی ۲۰۱۹، طاهری و همکاران ۲۰۱۹).

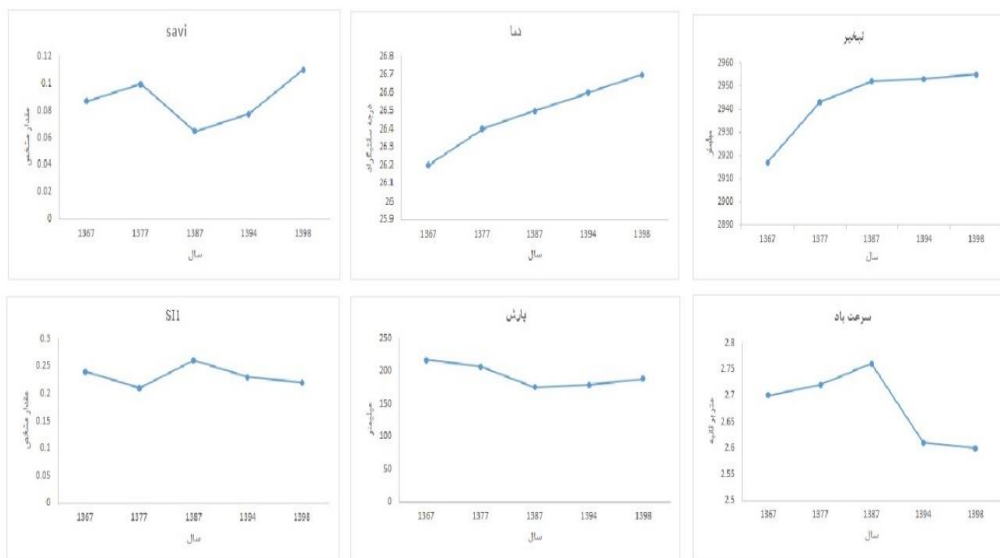
برای تهیه‌ی داده برای تحلیل وایازی شبکه‌ی  $30 \times 30 \text{ km}^2$  به کار برده شد، که منطقه را به ۱۵۰ واحد تقسیم کرد. در هر واحد آماره‌های بارش، دما، تبخیر، باد و متوسط شاخص پوشش گیاهی و شاخص شوری محاسبه شد. با تحلیل وایازی اثر عامل‌های اقلیمی بر تغییر پوشش گیاهی و شوری منطقه ارزیابی، و سنجه‌های اقلیمی بارش، دما، تبخیر و سرعت باد متغیر مستقل، و شاخص پوشش گیاهی و شوری متغیر وابسته انتخاب شد.

### نتایج

بررسی روند تغییر متوسط شاخص‌ها نشان داد که در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۸-۱۳۹۸ شاخص پوشش گیاهی و شاخص شوری روند کاهشی و افزایشی داشت. بیش‌ترین تغییر در سال ۱۳۸۷ با کاهش شاخص پوشش گیاهی و افزایش شاخص شوری بود. روند دما افزایشی بود. روند تغییر بارش به شکل سینوسی بود و بیش‌ترین کاهش آن در ۱۳۸۷ بود. روند تغییر تبخیر و سرعت

به کارگیری تصویرهای ماهواره‌ی فرآیند پیش‌پردازش (تصحیح‌های نیواری و پرتوسنجی) با الگوریتم FLAASH انجام شد. از آن‌جا که منطقه‌ی پژوهش گسترده بود برای طبقه‌بندی درست تصویرها و انتخاب صحیح نقطه‌های آموزش، برداشت نقطه‌های آموزشی از سامانه‌ی گوگل ارث و ترکیب رنگی کاذب به کار برده شد، و از شاخص‌های به دست آمده از تصویرهای ماهواره‌ی مانند شاخص پوشش گیاهی برای تشخیص پوشش گیاهی (زمین طبیعی، زراعی و باغی) و شاخص شوری برای منطقه‌های پوشیده از نمک بهره برده شد (اسکندری و همکاران ۲۰۲۰). روش معمول و معیار برای تعیین دقت نقشه‌های طبقه‌بندی شده چارچوب خطا است. نقطه‌های تصویری که درست طبقه‌بندی شده‌است روی قطر اصلی جدول گذاشته می‌شود، و عنصرهای غیرقطری، مجموعه‌ی خطاها است. بر پایه‌ی چارچوب خطا، صحت کلی و ضریب کاپا محاسبه شد (سفیانیان و خداکرمی ۲۰۱۱، نخعی نژاد فرد و همکاران ۲۰۱۸).

برای تعیین سهم متغیرهای مستقل در پیش‌بینی متغیر وابسته تحلیل وایازی به کار برده شد. هدف تحلیل وایازی پیش‌بینی کردن تغییر متغیر وابسته بر پایه‌ی تغییر متغیرهای مستقل است. برای این تحلیل روش‌های گوناگونی هست. روش وایازی گام‌به‌گام ترکیبی از دو روش پیش‌رونده و پس‌رونده است. در هر مرحله همه‌ی متغیرها وارد مدل کرده می‌شود، و علاوه بر این که در مدل بررسی می‌شوند، با آماره‌ی خودشان نیز ارزیابی می‌شوند. وایازی چندمتغیره می‌تواند رابطه‌ی خطی بین مجموعه‌ی از متغیرهای مستقل را با یک متغیر وابسته به شیوه‌ی بررسی کند که در آن رابطه‌های میان متغیرهای



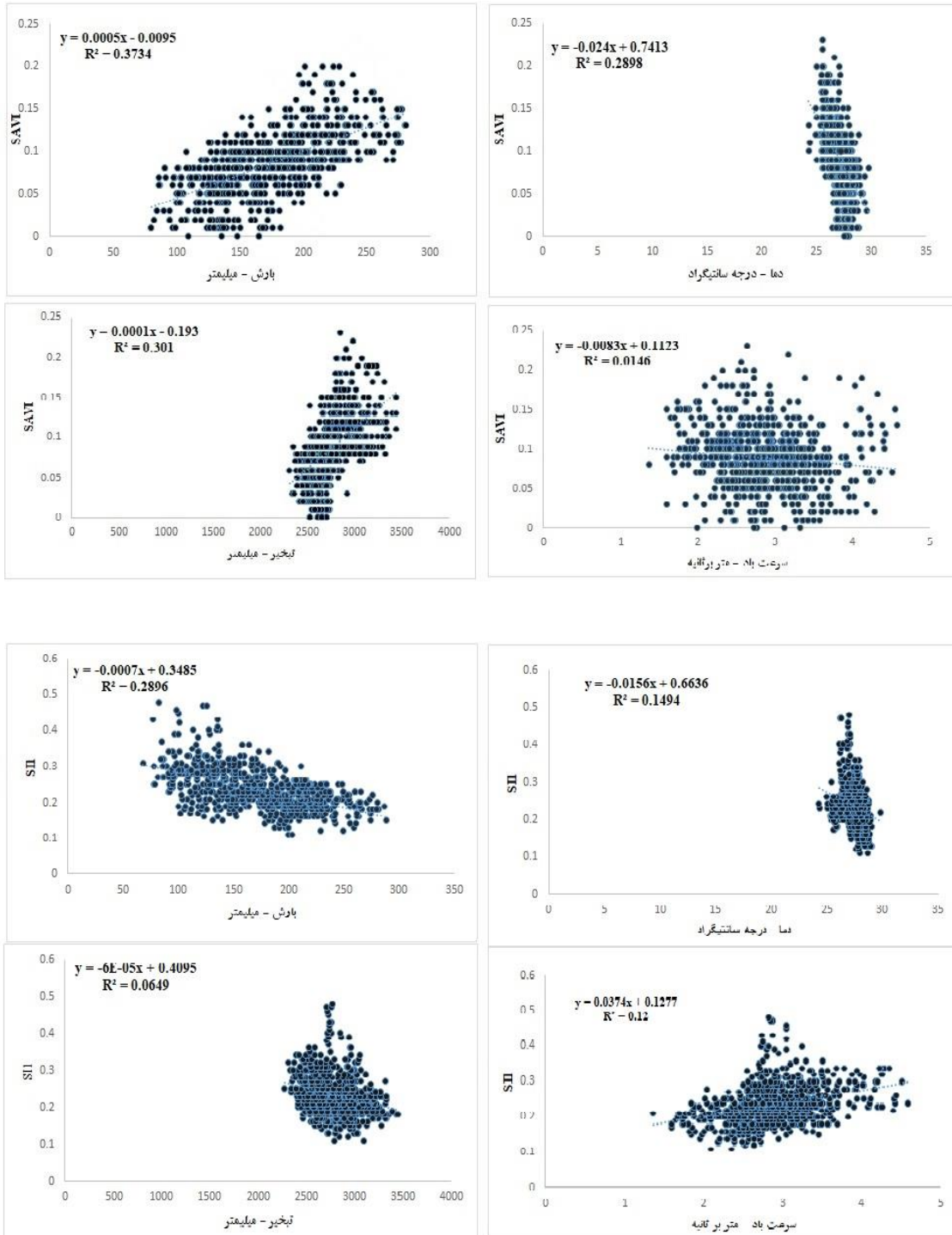
شکل ۳- روند تغییر متوسط شاخص پوشش گیاهی، شوری، دما، بارش، تبخیر و سرعت باد در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۷-۱۳۹۸.



## اثرگذاری سنجه‌های اقلیمی بر روند تغییر پوشش گیاهی...

۰.۵٪ بین متغیر اقلیم و شاخص پوشش گیاهی و شوری هست. شکل ۴ نمودار پراکندگی ارتباط بین متغیرهای مستقل و متغیر وابسته را نشان می‌دهد.

باد نیز سینوسی (گاهی افزایشی و گاهی کاهش) بود (شکل ۳). بیش‌ترین اثرگذاری متغیرهای اقلیمی بر شاخص پوشش گیاهی و شوری از بارش و دما بود. بنابراین رابطه‌ی معنی‌داری در تراز



شکل ۴- نمودار پراکندگی سنجه‌های اقلیمی و شاخص پوشش گیاهی، شوری.

۳۰۰-۳۲۵۰ سنجه‌ی تبخیر با تغییر (۵/۴-، ۸/۳) به ترتیب بیش‌ترین اثر کاهشی و افزایشی را داشت. بیش‌ترین تغییر در این سنجه در بازه‌ی ۱۳۸۷-۱۳۷۷ بود. طبقه‌های سرعت باد کم‌تر از ۲ m/s و ۳-۴ m/s با تغییر (۵/۷، ۷/۵) بیش‌ترین افزایش و کاهش را نشان داد. متغیر پوشش گیاهی (زمین طبیعی، زراعی و باغی) در طبقه‌ی ۰/۲ - ۰/۴ و ۰/۲ - ۰/۳۸ به ترتیب کاهش و ۰/۳۷ افزایش داشت، و بیش‌ترین تغییر در بازه‌ی ۱۳۸۷-۱۳۷۷ بود. شاخص شوری در طبقه‌ی ۰/۲ - ۰/۳۷ افزایش (۱۷/۲) داشت و در بازه‌ی ۱۳۸۷-۱۳۷۷ تغییر (۲۷/۳) نشان داد (جدول ۳).

بررسی روند تغییر سنجه‌های اقلیمی در منطقه‌های ساحلی جنوب در ۳۱ سال نشان می‌دهد که طبقه‌ی دمایی کم‌تر از  $24^{\circ}C$  و  $24-25/5^{\circ}C$  در منطقه کاهش  $6/5^{\circ}C$  کاهش (۱۵/۱-٪) داشت. طبقه‌ی دمایی  $25-27/5^{\circ}C$  روند افزایشی (۱۹/۰۳٪) داشت. بیش‌ترین تغییر دمایی در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۷ - ۱۳۷۷ بود. بررسی روند تغییر بارش نشان می‌دهد که طبقه‌ی بارش کم‌تر از ۱۵۰ میلی‌متر در منطقه ۱۷/۳٪ روند افزایشی داشت، که در بازه‌ی ۱۳۸۷-۱۳۷۷ به ۲۵/۳٪ رسید. روند طبقه‌های دیگر کاهشی بود. روند طبقه‌ی ۲۵۰-۲۷۵ و

جدول ۳- مساحت و درصد دما، بارش، تبخیر و سرعت باد در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۹۸.

تغییر (%)					مساحت (%)					
۱۳۶۷-۱۳۹۸	۱۳۹۴-۱۳۹۸	۱۳۸۷-۱۳۹۴	۱۳۸۷-۱۳۷۷	۱۳۷۷-۱۳۶۷	۱۳۹۸	۱۳۹۴	۱۳۸۷	۱۳۷۷	۱۳۶۷	
-۶/۵	-۱/۰۸	-۲/۱	-	-	۵۴۸۰۲	۱۵۱۳۳۹	۳۴۴۶۱۰	-	۶۳۷۰۷۸	دما ( $^{\circ}C$ )
-۱۵/۱	-۶/۲	-۲/۸	-۱۴/۹	۹/۸	۱۵۸۱۴۹۴	۲۱۴۴۸۹۲	۲۳۸۳۹۹۷	۳۷۱۱۷۷۸	۲۹۲۲۹۲۸	<۲۴
۱۹/۰۳	۳/۶	۴/۶	۱۴/۲	-۳/۵	۶۳۷۰۷۴۷	۶۰۴۴۱۵۶	۵۶۲۷۷۷۹	۴۳۶۸۸۵۸	۴۶۸۴۴۴۹	۲۴ - ۲۵/۵
۳/۶	۳/۶	۰/۴۵	-۳/۲	۲/۷	۸۵۳۰۲۹	۵۲۹۷۸۵	۴۸۹۷۴۴	۷۷۹۴۳۹	۵۳۲۵۷۸	۲۵/۵ - ۲۷
-	-	-	-	-	-	-	۱۳۹۴۲	-	۸۳۰۳۹	۲۷ - ۲۸/۵
۱۷/۳	-۱۰/۸	-۷/۷	۳۵/۳	۰/۶	۲۹۰۰۷۹۵	۲۸۵۸۵۴۹	۴۵۴۹۲۴۴	۱۴۱۸۲۰۲	۱۳۶۱۹۵۶	۲۸/۵ <
-۱/۴	۶/۳	۴/۵	-۲۲/۱	۹/۷	۲۹۹۶۹۳۴	۲۴۴۶۴۹۶	۲۰۲۳۰۴۱	۳۹۸۳۱۰۵	۳۱۱۸۴۱۰	بارش (mm)
-۷/۴	۲/۴	۳/۵	۲	-۱۵/۵	۲۶۴۳۵۶۰	۲۴۲۲۰۹۳	۲۱۱۰۴۳۴	۱۹۳۰۲۲۱	۳۳۰۴۶۸۷	<۱۵۰
-۵/۰۳	۱/۵	-۰/۱	-۱۳	۶/۵	۲۹۴۰۱۷	۱۵۲۹۳۴	۱۶۴۱۶۱	۱۳۲۰۷۷۲	۷۳۹۷۳۶	۱۵۰ - ۲۰۰
-۳/۳	-	-۰/۱۴	-۲/۱	-۱/۴	۳۴۷۶۶	-	۱۳۱۹۲	۲۰۷۷۷۲	۳۳۵۲۸۶	۲۰۰ - ۲۵۰
-۰/۶	-۴/۲	-۲/۱	۹/۸	-۴/۱	۸۰۷۵۱۲	۱۱۸۱۵۶۴	۱۳۶۷۷۷۰	۴۹۲۴۶۵	۸۶۳۸۹۴	۲۵۰ - ۳۰۰
-۵/۴	-۰/۳۶	-۲/۶	-۴/۱	۱/۷	۳۴۹۳۲۱۸	۳۵۳۵۸۷۴	۳۷۶۳۵۵۶	۴۱۳۱۹۸۸	۳۹۷۸۰۳۷	>۳۰۰
-۳/۵	۰/۵	۱/۶	۰/۴	-۶/۱	۲۴۹۶۵۱۸	۲۴۴۹۰۷۲	۲۳۰۴۰۲۷	۲۲۶۶۸۰۳	۲۸۱۳۹۸۶	تبخیر (mm)
۸/۳	۲/۳	۵/۴	-۶/۸	۷/۴	۱۷۲۶۳۷۶	۱۵۲۰۹۲۸	۱۰۳۹۸۹۷	۱۶۴۴۰۷۴	۹۸۵۹۷۶	<۲۵۰۰
۱/۳	۱/۷	-۲/۲	۰/۶	۱/۲	۳۳۶۴۴۷	۱۸۲۶۳۴	۲۸۴۸۲۲	۳۲۴۷۴۲	۲۱۸۱۷۹	۲۵۰۰ - ۳۲۵۰
۵/۷	۱/۸	۳/۸	-۲/۴	۲/۳	۱۰۰۷۲۴۸	۸۴۱۲۵۸	۴۹۷۸۷۰	۷۱۱۴۹۰	۴۹۹۵۸۶	>۳۲۵۰
۴/۴	۴/۵	۲/۶	۰/۱۸	-۲/۸	۵۳۳۴۶۱۷	۴۹۳۵۶۴۰	۴۷۰۲۷۶۱	۴۶۸۶۲۰۴	۴۹۴۱۳۳۶	سرعت باد (m/s)
-۷/۵	-۴/۰۱	-۵/۵	-۱/۳	۳/۳	۲۲۸۵۰۸۵	۲۶۴۰۴۹۹	۳۱۳۰۰۱۳	۳۲۴۷۶۵۱	۲۹۵۴۸۳۸	<۲
-۲/۳	-۲/۲	-۱/۱۸	۳/۷	-۲/۷	۲۲۴۲۹۴	۴۲۴۲۹۰	۵۲۹۴۲۸	۱۹۳۰۲۶	۴۳۳۶۳۰	۲ - ۳
-۰/۲	-۰/۱	۰	۰	-۰/۱	۸۸۲۸	۱۸۳۵۸	-	۲۱۷۰۱	۳۰۶۸۲	۳ - ۴
-۰/۳۸	-۰/۶	-۰/۸۱	۲/۷	-۱/۷	۸۵۷۳۹۱۹	۸۶۲۷۷۳۰	۸۷۰۰۱۰۵	۸۴۵۴۶۶۳	۸۶۰۸۰۷۴	۴ - ۵
۰/۳۷	۰/۵۶	۰/۷۶	-۲/۶	۶/۱	۲۷۷۹۰۶	۲۲۸۰۰۵	۱۶۰۱۴۵	۳۹۳۹۹۶	۲۴۴۵۳۶	>۵
۰/۰۰۸	۰/۰۴	۰/۰۵	-۰/۱۳	۰/۰۴	۱۰۷۰۰	۶۷۸۴	۲۳۰۹	۱۳۸۹۱	۹۹۲۷	شاخص پوشش گیاهی
۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۴	-۰/۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۱	۳۶	۴۲	۲	۱۱	۲۴	۰ - ۰/۲
۷/۲	۹/۳	۱۷/۷	-۳۷/۳	۱۷/۵	۳۴۹۹۸۵۴	۲۶۷۵۴۱۶	۱۱۰۲۲۲۲	۴۴۱۱۷۲۲	۲۸۵۵۱۹۹	۰/۲ - ۰/۴
-۵/۲	-۹/۲	-۱۷/۳	۳۷/۳	-۱۵/۷	۵۱۳۳۳۴۷	۵۹۵۰۳۳۷	۷۴۸۹۹۳۵	۴۱۹۶۹۲۷	۵۵۹۶۰۵۶	۰/۴ - ۰/۶
-۲/۰۴	-۰/۰۷	-۰/۳۷	۰/۱۸	-۱/۷	۲۲۸۹۷۹	۲۳۵۴۲۲	۲۶۸۹۴۳	۲۵۲۵۶۶	۴۱۰۰۳۰	۰/۶ <
۰/۰۰۱	-۰/۰۰۰۵	-۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۷	۱۱۵	۱۲۰	۱۹۵	۸۰	۱۰	

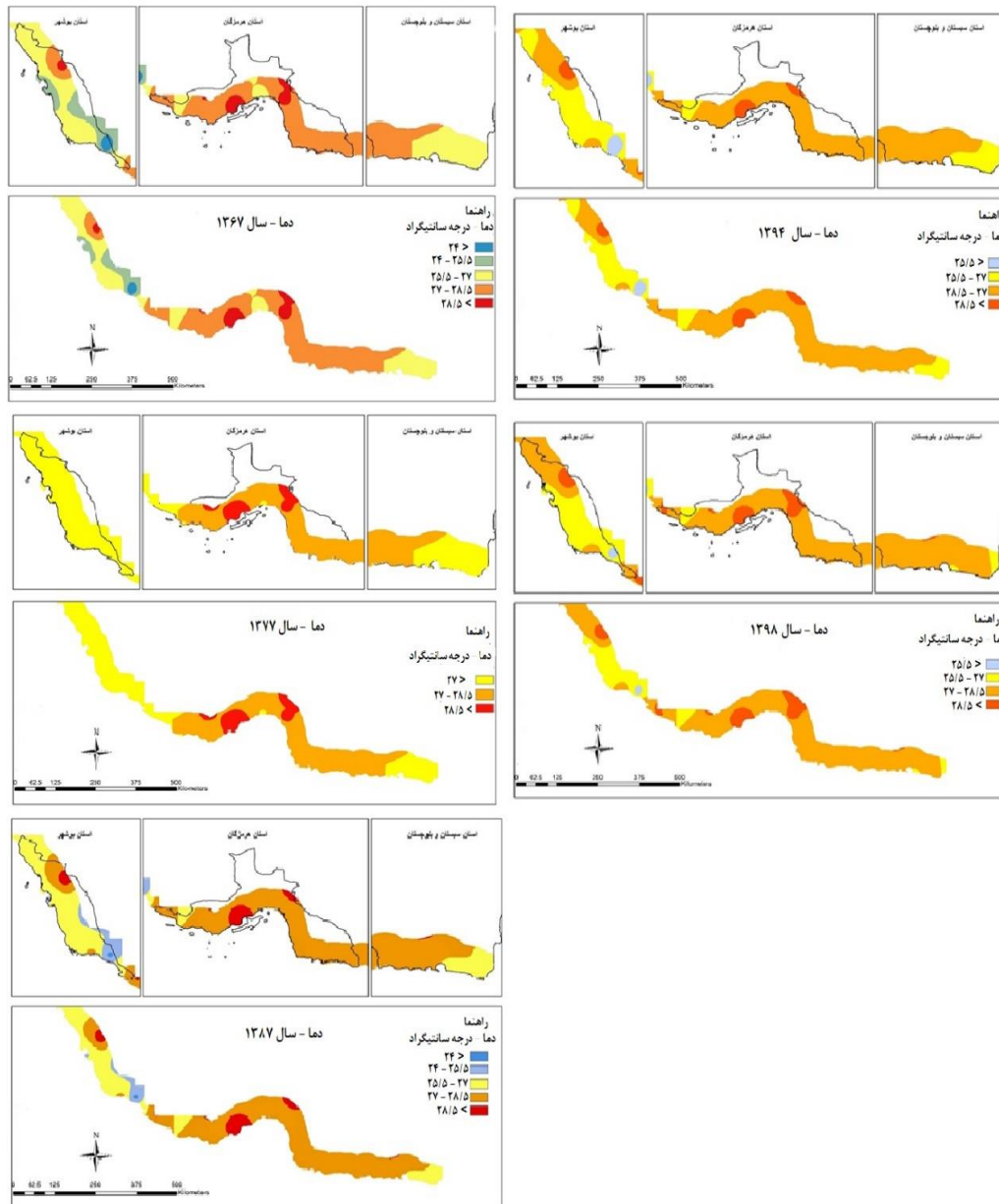


## اثرگزاری سنجه‌های اقلیمی بر روند تغییر پوشش گیاهی...

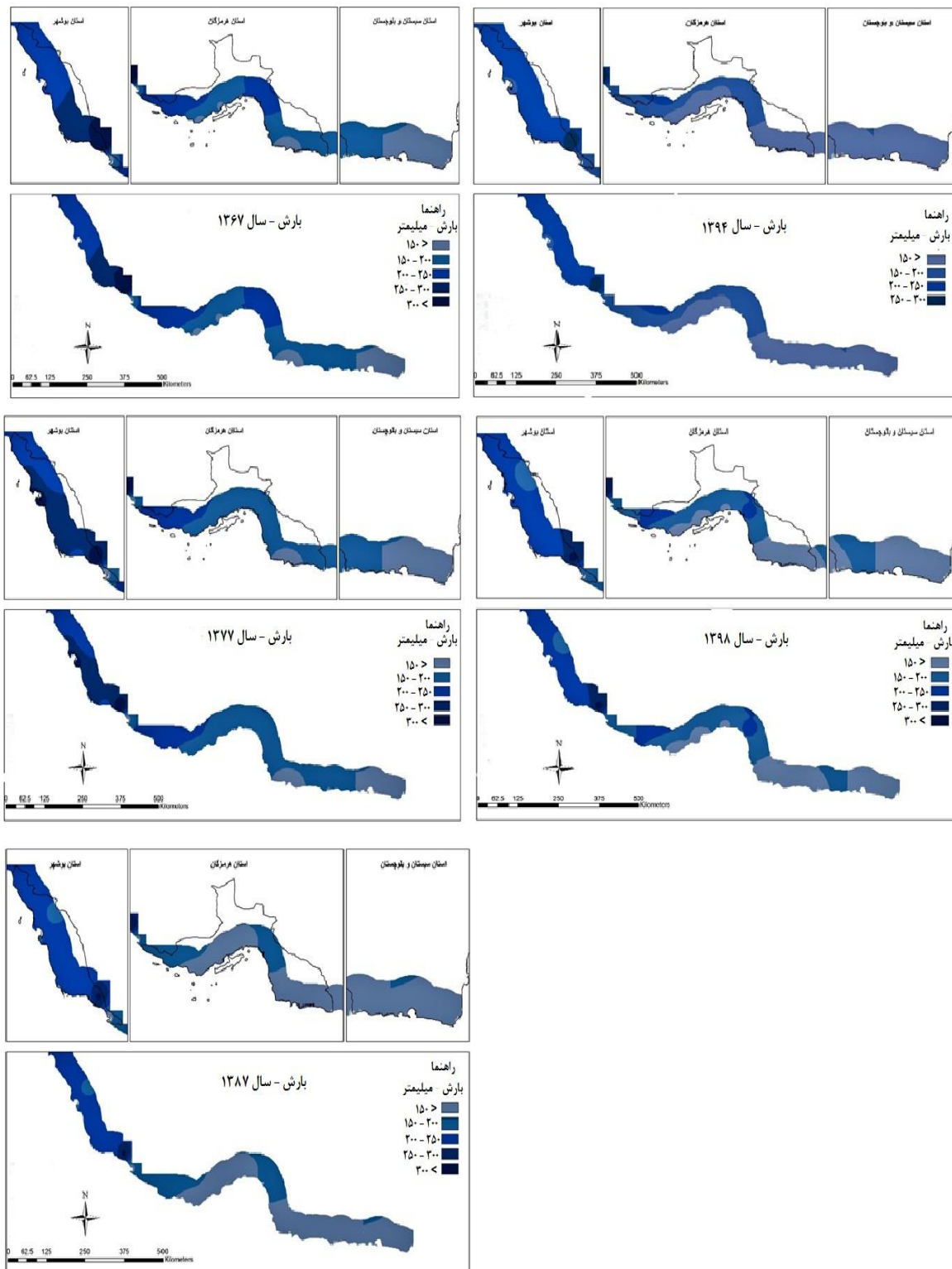
نتیجه‌های ارزیابی دقت نشان داد که تصویرهای با دقت کلی بیش از ۸۴٪ و ضریب کاپای بیش از ۸۲٪ اعتماد پذیر است (جدول ۴).

جدول ۴ - نتیجه‌های صحت کلی و ضریب کاپا برای تصویرهای او ال آی، تی ام، و ای تی ام+

سال	سنجده	ضریب کاپا (%)	صحت کلی (%)
۱۳۶۷	TM	۸۲	۸۴/۱
۱۳۷۷	TM	۸۳/۲	۸۸/۶
۱۳۸۷	ETM	۸۴	۸۸/۱
۱۳۹۴	OLI	۸۴/۶	۹۰/۲
۱۳۹۸	OLI	۸۵	۹۰/۶

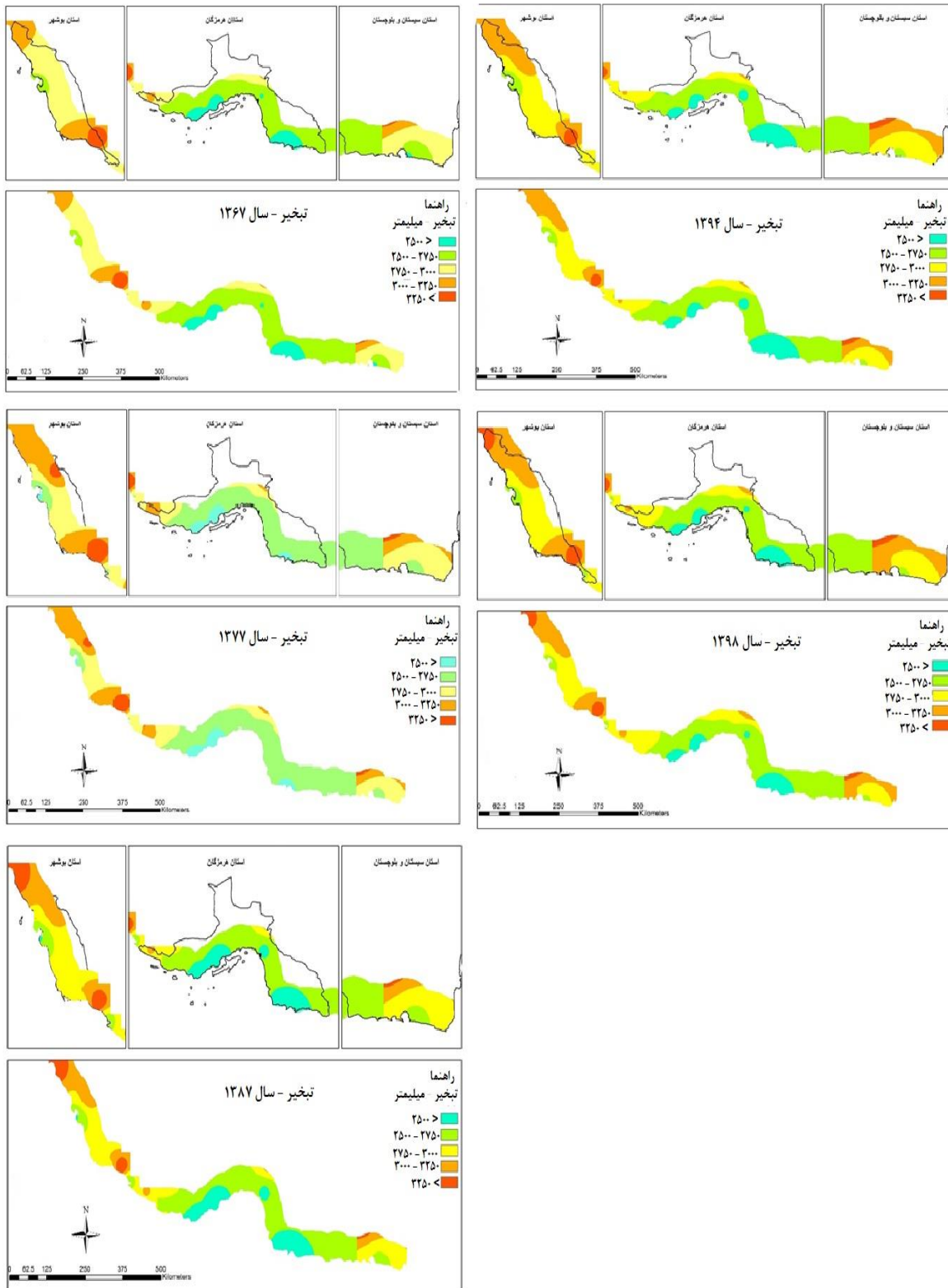


شکل ۵- نقشه‌ی دمایی منطقه در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۹۸.

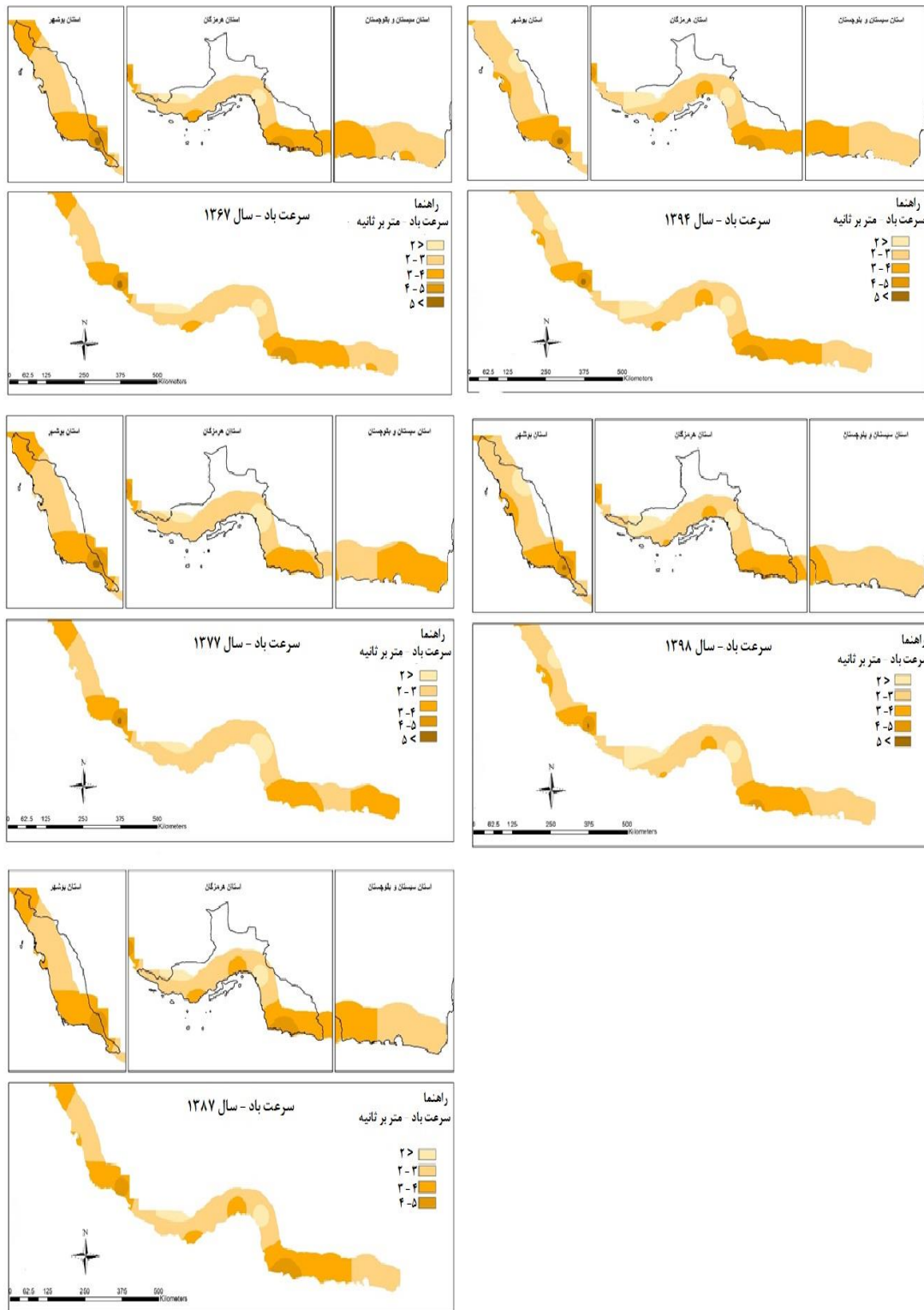


شکل ۶- نقشه‌ی بارش منطقه در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۹۸.

## اثرگزاری سنجه‌های اقلیمی بر روند تغییر پوشش گیاهی...

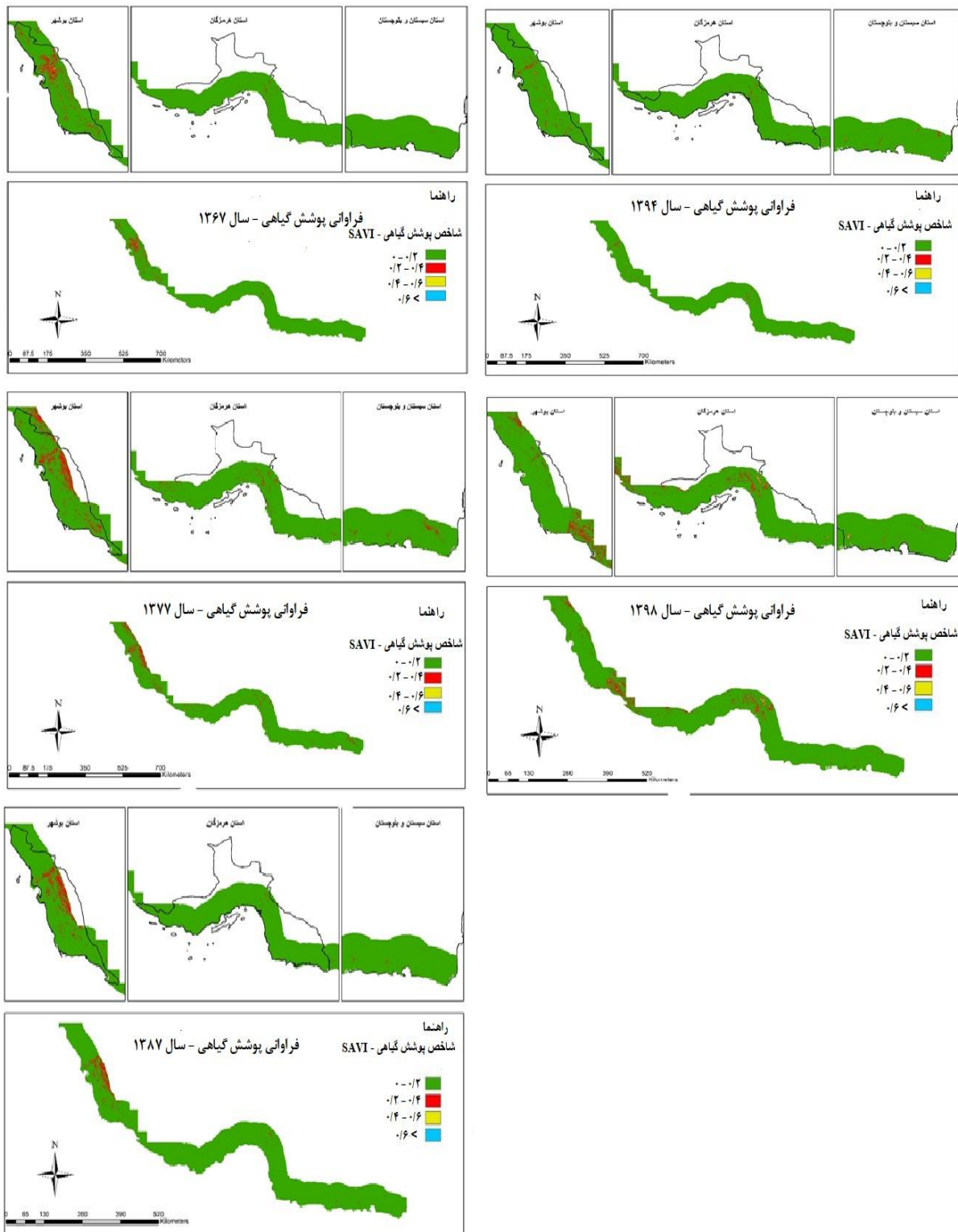


شکل ۷- نقشه‌ی تبخیر منطقه در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۹۸.



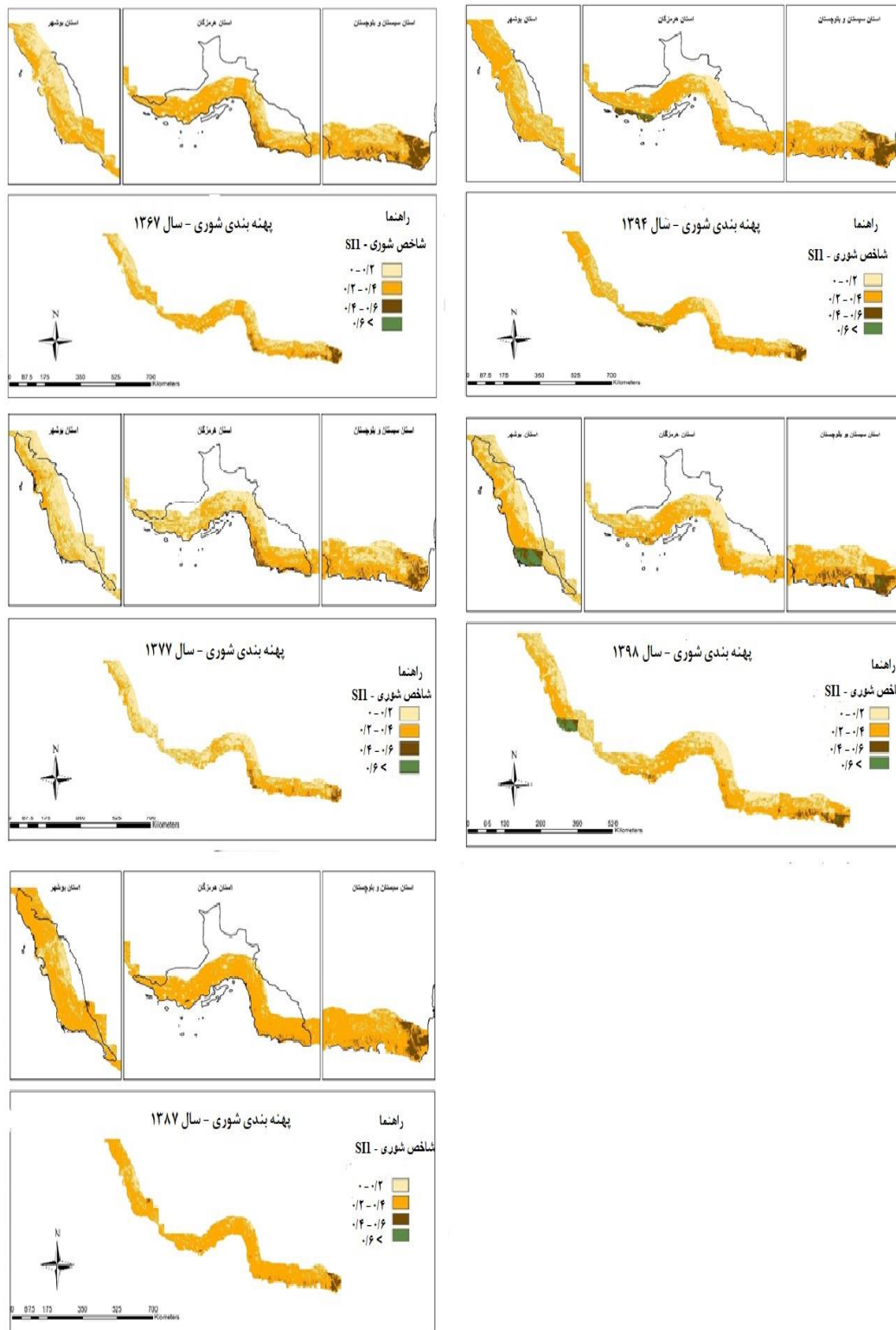
شکل ۸- نقشه‌ی سرعت باد منطقه در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۹۸.

## اثرگزاری سنجه‌های اقلیمی بر روند تغییر پوشش گیاهی...



شکل ۹- نقشه‌ی برآورد فراوانی پوشش گیاهی منطقه در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۹۸.





شکل ۱۰- نقشه‌ی برآورد شاخص شوری منطقه در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۷ - ۱۳۹۸.



معادله کرده شد، که ضریب همبستگی چندگانه را به ۰/۶۷۵ و ضریب تبیین را به ۰/۴۵۶ افزایش داد. پس این متغیر به تنهایی ۲/۳٪ از تغییر متغیر وابسته‌ی معیارشده‌ی شاخص پوشش گیاهی را تبیین می‌کند. در گام آخر متغیر سرعت باد وارد معادله کرده‌شد، این متغیر ضریب همبستگی چندگانه را به ۰/۶۹۰ و ضریب تبیین را به ۰/۴۷۶ افزایش داد و به تنهایی ۲٪ از تغییر متغیر وابسته‌ی معیارشده‌ی شاخص پوشش گیاهی را تبیین می‌کند.

در وایازی چند متغیره‌ی سنجه‌های اقلیمی و شاخص پوشش گیاهی، در اولین گام متغیر بارش وارد معادله کرده شد. مقدار ضریب همبستگی چندگانه (R) ۰/۶۰۸ و ضریب تبیین ۰/۳۷۰ به دست آمد، یعنی ۳۷٪ از تغییر متغیر وابسته‌ی شاخص پوشش گیاهی را این متغیر تبیین می‌کند (جدول ۵). در گام دوم تحلیل متغیر دما وارد معادله کرده شد. این متغیر ضریب همبستگی چندگانه را به ۰/۶۵۸ و ضریب تبیین را به ۰/۴۳۳ افزایش داد. پس این متغیر به تنهایی ۶/۳٪ از تغییر متغیر وابسته‌ی شاخص پوشش گیاهی را تبیین می‌کند. در گام سوم متغیر تبخیر وارد

جدول ۵- ضریب تعیین متغیرهای تاثیرگذار بر شاخص پوشش گیاهی (مجموع دوره‌ها).

گام	متغیر	ضریب همبستگی R	ضریب تبیین R <sup>2</sup>	ضریب تعدیل شده
۱	بارش	۰/۶۰۸	R <sup>2</sup>	۳۷
۲	دما	۰/۶۵۸	۰/۳۷۰	۶/۳
۳	تبخیر	۰/۶۷۵	۰/۴۳۳	۲/۳
۴	باد	۰/۶۹۰	۰/۴۵۶	۲
			۰/۴۷۶	

تبیین می‌کند. در گام سوم متغیر تبخیر وارد معادله کرده‌شد، که ضریب همبستگی چندگانه را به ۰/۶۳۳ و ضریب تبیین را به ۰/۴۰۱ افزایش داد، پس به تنهایی ۱/۲٪ از تغییر متغیر وابسته‌ی معیارشده‌ی شاخص شوری را تبیین می‌کند. در گام آخر تحلیل متغیر سرعت باد وارد معادله کرده‌شد، که ضریب همبستگی چندگانه را به ۰/۶۳۷ و ضریب تبیین را به ۰/۴۰۵ افزایش داد. این متغیر به تنهایی ۰/۴٪ از تغییر متغیر وابسته‌ی معیارشده‌ی شاخص شوری را تبیین می‌کند.

در وایازی چند متغیره‌ی سنجه‌های اقلیمی و شاخص شوری، در اولین گام متغیر بارش وارد معادله کرده‌شد. مقدار ضریب همبستگی چندگانه (R) ۰/۵۳۷ و ضریب تبیین ۰/۲۸۹ به دست آمد، یعنی ۲۸/۹٪ از تغییر متغیر وابسته‌ی شاخص شوری را این متغیر تبیین می‌کند (جدول ۶). در گام دوم تحلیل، متغیر دما وارد معادله کرده‌شد. این متغیر ضریب همبستگی چندگانه را به ۰/۶۲۴ و ضریب تبیین را به ۰/۳۸۹ افزایش داد، پس به تنهایی ۱۰٪ از تغییر متغیر وابسته‌ی معیارشده‌ی شاخص شوری را

جدول ۶- ضریب تعیین متغیرهای تاثیرگذار بر شاخص شوری (مجموع دوره‌ها).

گام	متغیر	ضریب همبستگی R	ضریب تبیین R <sup>2</sup>	ضریب تعدیل شده
۱	بارش	۰/۵۳۷	R <sup>2</sup>	۲۸/۹
۲	دما	۰/۶۲۴	۰/۲۸۹	۱۰
۳	تبخیر	۰/۶۳۳	۰/۴۰۱	۱/۲
۴	باد	۰/۶۳۷	۰/۴۰۵	۰/۴

به ترتیب (۴۷/۶، ۴۰/۵٪) از تغییر متغیر وابسته‌ی شاخص پوشش گیاهی و شوری را تبیین می‌کند و از سوی دیگر اثرگذار بیان می‌کنند (جدول ۵ و ۶).

این چهار متغیر به ترتیب (۴۷/۶، ۴۰/۵٪) از تغییر متغیر وابسته‌ی شاخص پوشش گیاهی و شوری را تبیین می‌کند و از سوی دیگر

جدول ۷- تاثیر متغیرهای تاثیرگذار بر شاخص پوشش گیاهی (مجموع دوره‌ها).

متغیر	B	ضریب معیار	t	Sig
ضریب ثابت b0	۰/۳۱۹	---	۵/۷۳۰	۰/۰۰۰
بارش	۰/۰۰۰	۰/۳۲۸	۹/۲۸۴	۰/۰۰۰
دما	-۰/۰۱۳	-۰/۲۹۰	-۸/۱۱۱	۰/۰۰۰
تبخیر	۳/۵	۰/۱۹۱	۵/۴۳۹	۰/۰۰۰
باد	-۰/۰۱۱	-۰/۱۵۳	-۵/۳۳۸	۰/۰۰۰

جدول ۸- تاثیر متغیرهای تاثیرگذار بر شاخص شوری (مجموع دوره‌ها).

متغیر	B	ضریب معیار شده Beta	t	Sig
ضریب ثابت b0	۱/۰۰۸	---	۱۲/۸۶۴	۰/۰۰۰
بارش	-۰/۰۰۱	-۰/۵۲۴	۱۷-۱۶/۰۳۴	۰/۰۰۰
دما	-۰/۰۲۲	-۰/۳۱۸	-۹/۶۶۷	۰/۰۰۰
تبخیر	-۲/۷	-۰/۱۱۲	۱۷-۳/۴۳۹	۰/۰۰۰
باد	۰/۰۰۸	۰/۰۷۲	۲/۲۰۵	۰/۰۲۸

## بحث

نتیجه‌های آشکارسازی تغییر سنج‌های اقلیمی و شاخص پوشش گیاهی و شوری نشان داد که روند تغییر طبقه‌ی دمایی  $C^{\circ}$  ۲۷/۵ - ۲۵ افزایشی (۱۹/۰۳٪) بود. روند رده‌ی بارش کم‌تر از ۱۵۰ میلی‌متر در منطقه افزایشی (۱۷/۳٪) بود. در روند تبخیر طبقه‌ی ۲۷۵۰-۲۵۰۰ و ۳۲۵۰-۳۰۰ با تغییر (۵/۴، -۸/۳٪) به ترتیب بیش‌ترین اثر کاهش‌ی و افزایش‌ی را داشت. طبقه‌های سرعت باد کم‌تر از ۲ و ۳-۴ متر بر ثانیه با تغییر (۵/۷، -۷/۵٪) بیش‌ترین روند افزایش و کاهش‌ی را نشان داد. بیش‌ترین تغییر سنج‌های اقلیمی در بازه‌ی زمانی ۱۳۸۷-۱۳۷۷ بود که در آن با کاهش بارش، افزایش دما و سرعت باد همراه بود. علت تغییر و سینوسی شدن شاخص پوشش گیاهی را می‌توان در خشک‌سالی‌های شدید دهه‌ی ۸۰ و آغاز دهه‌ی ۹۰ جست‌وجو کرد. روند مثبت شاخص پوشش گیاهی در اواخر دهه‌ی ۹۰ را می‌توان در نتیجه‌ی تغییر مثبت اقلیم (بارش) دانست. پژوهش‌های خوش‌اخلاق و همکاران (۲۰۰۹) و عظیمی و همکاران (۲۰۱۵) این را تایید می‌کنند. بررسی روند تغییر متوسط شاخص‌ها نشان داد که در بازه‌ی زمانی ۱۳۶۷-۱۳۹۸ شاخص پوشش گیاهی و شاخص شوری روند سینوسی، کاهش‌ی و افزایش‌ی داشت، و بیش‌ترین تغییر در سال ۱۳۸۷ بود که در آن شاخص

پوشش گیاهی روند کاهش‌ی و شاخص شوری روند افزایش‌ی را نشان داد. متغیر پوشش گیاهی (زمین طبیعی، زراعی و باغی) در طبقه‌ی ۰/۲ - ۰ با کاهش (۰/۳۸)، و در سایر طبقه‌ها با افزایش روبه‌رو بود، بنابراین می‌توان علت افزایش طبقه‌های بیش‌تر از ۰/۲ را نتیجه‌ی تغییر کاربری‌های طبیعی به زمین کشاورزی و ایجاد شدن زمین‌های کشت و باغ (در نتیجه‌ی سد سازی اخیر در منطقه) جست‌وجو کرد.

یکی از مهم‌ترین و محسوس‌ترین اثرهایی که سدها بر طبیعت می‌گذارند تغییر در نوع کاربری زمین‌های اطراف است. تبدیل زمین‌های مرتعی به زمین‌های کشاورزی، و تبدیل کشت‌های دیم به آبی با نیاز آبی زیاد از جمله‌ی این تغییرها در کوتاه‌مدت است. اما این‌ها باعث می‌شود که در درازمدت، در پایین‌دست سدها دست‌رسی به آب محدودتر شود، و بهره‌گیری بیش‌ازحد از آب‌های زیرزمینی موجب افت کردن سطح آب، شور شدن خاک و افزایش یافتن روند تخریب در منطقه شود (هادیان و همکاران ۲۰۱۴، ویجیساندارا و دایوانسا ۲۰۱۱). از سوی دیگر با توجه به فعالیت‌های کشاورزی و باغداری منطقه و حساس و شکننده بودن بوم‌نظام آب‌خیز ساحلی، زمین‌های کشاورزی و باغ‌ها در هنگام خشک‌سالی شدید رها کرده می‌شود، و این فرآیند نیز می‌تواند به تخریب بیش‌تر زمین منجر شود. پژوهش‌های انجام‌شده در سایر

تغییر می‌کند. مونتستسگ و همکاران (۲۰۰۷) نشان دادند که امکان دارد در دوره‌ی زمانی که دما افزایش یابد و مقدار بارش تغییر منفی ندارد، افزایش رشد پوشش گیاهی اتفاق نمی‌افتد. بنابراین، بررسی هم‌زمان سنجه‌های اقلیمی لازم و ضروری است. نتیجه‌ی این پژوهش با نتیجه‌های پی و همکاران (۲۰۱۹)، علمیردانی و همکاران (۲۰۱۷)، خسروی و همکاران (۲۰۱۷)، نگارش و همکاران (۲۰۱۶)، کرمپور و همکاران (۲۰۱۵) و همکاران (۲۰۱۱) هم‌خوان و در یک راستا است. هر شش پژوهش سنجه‌های اقلیمی را عاملی اثرگذار بر روند تغییر پوشش گیاهی، و به‌دنبال آن فرایند تخریب دانستند.

### نتیجه گیری

با توجه به رابطه‌ی پیچیده و چالش برانگیز پوشش گیاهی و اقلیم باید رابطه‌ی بین آن‌ها را کاوش کرد. نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که تغییر پوشش گیاهی تا حدود ۵۰٪ از شرایط اقلیمی حاکم بر منطقه تبعیت می‌کند. از بین سنجه‌های اقلیمی، بارش متغیری اثرگذار شناخته شد که با اثرگزاری بر سایر سنجه‌ها نقش ویژه‌ی در ایجاد پوشش سطح زمین منطقه دارد. از سوی دیگر با توجه به ویژگی‌ها و حساسیت‌های موجود در بوم‌نظام آب‌خیز ساحلی، پوشش گیاهی (زمین کشاورزی و باغ) ایجادشده ناشی از سدسازی می‌تواند در درازمدت در خشک‌سالی شدید، و به‌دنبال آن رهاسازی زمین، به کانون‌های فرسایش آبی و بادی تبدیل شود، و فرآیند تخریب را سرعت بخشد. بنابراین با توجه به نتیجه‌های پژوهش که شکننده‌بودن آب‌خیز ساحلی را تایید می‌کند، می‌توان نتیجه گرفت که اگر تغییر کاربری در منطقه ادامه‌دار باشد، و با کاهش بارش، خشک‌سالی‌ها تشدید شود، منطقه به سمت بیابانی شدن و تخریب پیش خواهد رفت. بنابراین پیشنهاد می‌شود از آن‌جا که بارش در این منطقه‌ها در زمان کوتاه و با شدت است، برای جلوگیری از به‌هدر رفتن آب در آب‌خیز، با اجرای اقدام‌های آب‌خیزداری و آبخوان‌داری فرسایش خاک مهار شود، اثر خشک‌سالی کاهش داده شود، و از نوع زیستی و توسعه‌ی پایدار پوشش گیاهی حفاظت شود. با آگاهی از نحوه‌ی تأثیر سنجه‌های اقلیمی بر نوسان شاخص‌های پوشش گیاهی در دوره‌ی طولانی می‌توان پیش‌بینی لازم را برای مدیریت‌کردن بهینه‌ی زمین طبیعی، به خصوص در مواقع خشک‌سالی کرد، و به‌دنبال آن مرحله‌های توسعه‌ی تخریب سرزمین را در آب‌خیز ساحلی خلیج فارس و دریای عمان مهار کرد. یافته‌های این پژوهش مرجعی برای انتخاب روشی علمی و منطقی‌تر برای بررسی رابطه‌ی بین شاخص‌های پوشش گیاهی، شوری، و اقلیم در آینده فراهم می‌کند. توصیه می‌شود سایر متغیرهای اثرگذار (اجتماعی-انسانی، اقتصادی، خاک و آب‌شناسی) که در روند پوشش سطح زمین نقش دارد نیز ارزیابی شود.

منطقه‌ها نیز نتیجه‌های مشابهی داشته است (نصریان و همکاران ۲۰۱۹، مسعودی و همکاران ۲۰۱۶، مارزیولی و همکاران ۲۰۱۰). نتیجه‌های متغیر شاخص شوری در طبقه‌ی ۰/۲-۰ افزایش (۱۷/۲٪) داشت. نتیجه‌های این تحقیق نشان داد که شاخص پوشش گیاهی و شاخص شوری ممکن است در کمی‌کردن مرحله‌های تخریب سرزمین شاخصی مهم و تأثیرگذار باشد. سنجه‌های اقلیمی متغیرهای مستقل، و شاخص‌های پوشش گیاهی و شوری متغیرهای وابسته گرفته شد. بیش‌ترین اثرگزاری متغیرهای اقلیمی بر شاخص پوشش گیاهی در سنجه‌ی بارش بود. رابطه‌ی معنی‌داری در تراز ۰/۰۵٪ بین متغیر اقلیمی (بارش، دما، تبخیر و سرعت باد) و شاخص پوشش گیاهی بود. این رابطه برای بارش و تبخیر مثبت، و برای دما و سرعت باد منفی بود. بیش‌ترین تأثیر سنجه‌های اقلیمی بر شاخص شوری در اندازه‌ی متغیر بارش و دما بود. رابطه‌ی معنی‌داری در تراز ۰/۰۵٪ نیز بین متغیر اقلیمی (بارش، دما، تبخیر و سرعت باد) و شاخص شوری بود. این چهار متغیر ۴۷/۶٪ تغییر متغیر وابسته‌ی شاخص پوشش گیاهی را تبیین می‌کرد، و ۵۳/۴٪ دیگر تغییر را دیگر متغیرهای محیطی بیان می‌کرد. این چهار متغیر ۴۰/۵٪ از تغییر متغیر وابسته‌ی شاخص شوری را تبیین، و ۵۹/۵٪ تغییر را دیگر متغیرهای محیطی بیان می‌کرد.

نتیجه‌های به‌دست آمده از مساحت متغیرهای اقلیمی و روند متوسط تغییر شاخص پوشش گیاهی و شوری در این ۵ دوره، که در آن روند شاخص پوشش گیاهی کاهش و روند طبقه‌ی زمین شور و شاخص شوری افزایشی بود، نشان می‌دهد که سنجه‌های اقلیمی می‌تواند تا حدودی پوشش گیاهی منطقه را تعیین کند، و منجر به تغییر خدمت‌های بوم‌نظام شود. از سوی دیگر نیز تغییرات شوری خاک متاثر از عامل‌های اقلیم و سایر متغیرها (پستی‌بلندی، زمین‌شناسی، سطح ایست‌آبی، آبیاری و زه‌کشی، روش‌های مدیریتی، اقتصادی، اجتماعی-انسانی...) است. اما در سایه‌ی تغییر اقلیم محتمل در آینده، احتمال افزایش یا کاهش شوری خاک و گسترش عرصه‌های طبیعی شور به‌دلیل تغییر در اندازه‌ی بارندگی و افزایش دما و سایر سنجه‌های اقلیمی هست.

از نتیجه‌های همبستگی‌های بین شاخص پوشش گیاهی با سنجه‌ها می‌توان دریافت که پوشش گیاهی در این منطقه رابطه‌ی مستقیمی با بارش و همبستگی معکوسی با دما دارد. شاخص شوری نیز با سنجه‌های دما و بارش رابطه‌ی عکس دارد. از سوی دیگر به‌دلیل وسعت منطقه و ویژگی‌های محیطی آب‌خیز ساحلی، پوشش گیاهی ضعیف منطقه پیوسته در نوسان است. بنابراین انتظار تخریب شدید در منطقه را نباید داشت. البته این تغییر منفی نیز برای بوم‌نظام حساس ساحلی مهم و هشداردهنده است. نتیجه‌ها نشان داد که پوشش گیاهی منطقه بسیار شکننده است و با تغییر سنجه‌های بارش و دما

- Ahmadalli Kh, Nikmehr S, Liaghat A. 2009. Evaluation of different spatial estimating on estimating soil salinity, pH and CaCO<sub>3</sub> percentage (Case study of Boukan region). *Journal of Water and Soil*. 23(2): 46–54.
- Ahmadi H, Abbasabadi MR, Onaq M, Ekhtesasi MR. 2001. Quantitative assessment of desertification in Aq Qala and Gomishan plain: Proposing a regional model. *Sustainable development of desert communities: A Regional Symposium, Iran Natural Resources*, 1(54):207–220. (In Persian).
- Alimoradi S, KHorani A, Esmailpoor Y. 2017. Dynamics of vegetation in Karun Watershed within Khuzestan Province in relation with temperature factors and precipitation. *Researches in Geographical Sciences*. 17(44): 155–177. (In Persian).
- Azimi F, Farhadvand GhA, Zohourian M. 2015. The examination of evaluating modei of drought and wet year at Mahshahr and Andimeshk Stations. *Journal of Natural Geography*. 8(29): 107–116. (In Persian).
- Behzadi karimi H, Mazidi A. 2019. Modeling the relationship between reference evapotranspiration annual and seasonal with climatic factors in catchment central plateau Iran. *Journal of Climate Research*. 10(37): 69–86. (In Persian).
- Camberlin P, Martiny N, Philippon N, Richard Y. 2007. Determinants of the interannual relationships between remote sensed photosynthetic activity and rainfall in tropical Africa. *Remote Sensing of Environment*. 106(2):199–216.
- Eskandari Damaneh H, Gholami H, Mahdavi R, Khorani A, J Li. 2019. Evaluation of land degradation trend using satellite imagery and climatic data (Case study: Fars province). *Desert Ecosystem Engineering Journal*. 8(24): 49–64. (In Persian).
- Eskandari Damaneh H, Gholami H, Khosravi H, Mahdavi Najafabadi R, Khorani A. 2020. Modeling spatial and temporal changes in Land-Uses and land cover of the Urmia Lake Basin applying cellular automata and markov chain. *Journal of Geography and Sustainability of Environment*. 35(220): 57–72. (In Persian).
- Ding JL, Wu MC, Tiyp T. 2011. Study on soil salinization information in arid region using remote sensing technique. *Agricultural Sciences In China*. 10(3): 404–411.
- Guan D, Li H, Inohae T, Su W, Nagaie T, Hokao K. 2011. Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and markov model. *Ecological Modelling*. 222(20–22):3761–3772.
- Hadian F, Jafari R, Bashari H, Ramezani, N. 2013. Investigating the effects of Hanna dam construction on long-term land use/cover changes. *Iranian Journal of Applied Ecology*. 2(4):101–114. (In Persian).
- Hou G, Zhang H, Wang Y. 2011. Vegetation dynamics and its relationship with climatic factors in the Changbai Mountain Natural Reserve. *Journal of Mountain Science*, 8(6): 865–875.
- Islamic Republic of Iran Meteorology Office (IRIMO). 2018. Available at [www.IRIMO.ir](http://www.IRIMO.ir).
- Ji L, Peters AJ. 2004. A spatial regression procedure for evaluating the relationship between AVHRR-NDVI and climate in the northern Great Plains. *International Journal of Remote Sensing*. 25(2): 297–311.
- Karampoor M, Yousefi A, Koohpaye N. 2015. Relationship between climatic elements with vegetation cover of meadows in the Hormozgan province (A case study: *Gymnocarpus decander*). *Journal of Natural Ecosystem of Iran*. 6(3):41–48. (In Persian).
- Kharazmi R, Abdollahi A, Rahdari MR, Karkon

- varnosfaderani M. 2016. Monitoring land use change and its impacts on land degradation and desertification trend using landsat satellite images (Case study: East of Iran, Hamoon Wetland). *Arid Regions Geographic Studies*. 7 (25): 64–75. (In Persian).
- Khosh akhlagh F, Ranjbar F, Toolaei S, Moghbel M, Masoompoor Samakoosh J. 2009. Investigation of drought in the water year 2007-2008 and its effects on water and agricultural resources. *Journal of Iranian Geographical Society*. 8(24): 119–136. (In Persian).
- Khoshbayan A, Araghinejad S, Aghashariatmadari Z. 2019. The effect of climatic parameters of temperature and precipitation on water resources status of Persian Gulf and Oman Sea Catchment Areas Using CORDEX Project. *Iranian Journal of Soil and Water Research*. 3(50): 615–624. (In Persian).
- Li J, Lewis J, Rowland J, Tappan G, Tieszen LL. 2004. Evaluation of land performance in Senegal using multi-temporal NDVI and rainfall series. *Journal of Arid Environments*. 59(3): 463–480.
- Li W, Du J, Li S, Zhou X, Duan Z, Li R, Wu S, Wang S, Li M. 2019. The variation of vegetation productivity and its relationship to temperature and precipitation based on the GLASS-LAI of different African ecosystems from 1982 to 2013. *International Journal of Biometeorology*. 63(7): 847–860.
- Liu Y, Li L, Chen X, Zhang R, Yang J. 2018. Temporal-spatial variations and influencing factors of vegetation cover in Xinjiang from 1982 to 2013 based on GIMMS-NDVI3g. *Global and Planetary Change*. 169: 145–155.
- Marzaioli R, Ascoli RD, De Pascale RA, Rutigliano FA. 2010. Soil quality in a Mediterranean area of Southern Italy as related to different land use types. *Applied Soil Ecology*. 44(3): 205–212.
- Masoudi M, Patwardhan AM, Gore SD. 2006. A new methodology for producing of risk maps of soil salinity, (Case study: Payab Basin, Iran). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 10(3): 9–13. (In Persian).
- Masoudi R, Zehtabian GR, Ahmadi H, Malkian A. 2015. Evaluation of the quantitative and qualitative changes of groundwater in Kashan Plain. *Desert Management*. 3(5): 67–80. (In Persian).
- Masoudi M, Jokar P, Pradhan B. 2018. A new approach for land degradation and desertification assessment using geospatial techniques. *Natural Hazards and Earth System Sciences*. 18: 1133–1140. (In Persian).
- Mohammadi A. 2009. Basics of geographical sciences and information systems, Samt Publications. 290 p. (In Persian).
- Momeni A. 2010. Geographical distribution and levels of soil salinity, *Journal of Soil Research (Water and Soil)*, 24(3): 203–215. (In Persian).
- Munkhtsetseg ER, Kimura J, Wang M, Shinoda. 2007. Pasture yield response to precipitation and high temperature in Mongolia. *Journal of Arid Environment*. 70(2007): 94–110.
- Nakhaee NFS, Akbari D, Telfer MW, Rezaei M. 2018. Comparing different methods of land use classification using the thermal band (Case study: Southern Khorasan Province), *Journal of Desert Management*. 6(11): 65–81. (In Persian).
- Nasrian A, Akbari M, Faridhosseini A, Neamatollahi E, Davari S. 2019. Quantitative assessment of desertification intensity indices in the agricultural lands of Dargaz plain, Khorasan Razavi Province. *Journal of Desert Management*. 7(13): 149–170. (In Persian).
- Nemani RR, Keeling CD, Hashimoto H, Jolly WM, Piper SC, Tucker CJ, Myneni RB, Running SW. 2003. Climate-driven increases in global terrestrial net primary production from 1982 to 1999. *Science*. 300(5625): 1560–1563.
- Negaresh H, Rakhshani Z, Firoozi F, Alinia H. 2016. Desertification assessment using the analytic hierarchy process and GIS in southeast

- Iran. Geografiska Annaler: Series A, Physical Geography 98(1):1–14. (In Persian).
- Nell JP. 2013. Quantification of the salt content of soils under different climatic conditions on a national scale in south Africa. In *Developments in Soil Salinity Assessment and Reclamation*. Springer, Dordrecht. 2013(955936): 61–73.
- Park HS, Sohn BJ. 2010. Recent trends in changes of vegetation over East Asia coupled with temperature and rainfall variations. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 115(14):
- Salimi S, Balyani S, Hosseini SA, Momenpour SE. 2018. The prediction of spatial and temporal distribution of precipitation regime in Iran: The case of Fars Province. *Modeling Earth Systems and Environment*. 4 (2): 565–77. (In Persian).
- Sefianian AR, KHodakarami L. 2011. Land use mapping using fuzzy classification: Case study in three catchment areas in Hamedan Province, *Journal of Town and Country Planning*. 4(3): 95–114. (In Persian).
- Shen X, Liu B, Zhou D. 2016. Using GIMMS NDVI time series to estimate the impacts of grassland vegetation cover on surface air temperatures in the temperate grassland region of China. *Remote Sensing Letters*, 7(3):229–238.
- Shirazi M, Zehtabian GH, Matinfar HR. 2010. Survey of capability of remote sensing indices for enhancement of land cover in arid areas (Case study: Najmabad). *Iranian Journal of Range and Desert Research*. 17(2): 256–275. (In Persian).
- Symeonakis E, Karathanasis N, Koukoulas S, Panagopoulos. G. 2016. Monitoring sensitivity to land degradation and desertification with the environmentally sensitive area index: The case of Lesvos Island, *Land Degradation and Development*. 27(6): 1562–1573.
- Taheri sarteshnizi F, Feghi J, Danekar A, Moenoddini M. 2019. Modeling the pattern of green space and effect on land surface temperature (Case study of Tehran). *Journal of Environmental Science and Technology*. 21(9):179–191. (In Persian).
- United States Geological Survey (USGS). 2019. Landsat satellites, “Landsat 8,” [Online]. Available at <https://www.usgs.gov/https://earthexplorer.usgs.gov/> (accessed on 1 May, 2019).
- Vesali A, Zehtabian GR, Azarnivand H. 2015. Determining the most effective indicators of water and irrigation on severity of desertification (Case study: Kashan Plains and Arano Bidgol). *Desert Management*. 3(6): 38–25. (In Persian).
- Wijesundara CJ, Dayawansa NDK. 2011. Construction of large dams and their impact on cultural landscape: A study in Victoria Reservoir and the Surrounding Area. *Tropical Agricultural Research*. 22(1):211–219.
- Xia JY, Chen JQ, Piao SL, Ciais P, Luo YQ, Wan SQ. 2014. Terrestrial carbon cycle affected by non-uniform climate warming. *Nature Geoscience*. 7(3): 173–180.
- Xu Y, Yang J, Chen Y. 2016. NDVI-based vegetation responses to climate change in an arid area of China. *Theoretical and Applied Climatology*, 126(1–2):213–22.





## **Watershed Management Research**

VOL. 34, No. 3, Ser. No: 132, Autumn 2021, pp. 74 -94  
DOI: 10.22092/wmej.2021.352362.1368

Research Paper



# **Effect of the Climatic Parameters on the Trend of Vegetative Land Cover Changes with Land Degradation Approach in the Persian Gulf and Oman Sea Watershed**

**Seyed Ali Reza Hosseini**

Ph.D. Candidate of Desert Management, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Hormozgan

**Hamid Gholami**

(Corresponding Author)\* Associate Professor, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Hormozgan

**Yahya Esmailpoor**

Assistant Professor, Department of Natural Resources Engineering, Faculty of Agriculture & Natural Resources, University of Hormozgan

**Artemi Cerda**

Professor, Department of Geography, University of Valencia, Spain

\*Corresponding Author Email: [hgholami@hormozgan.ac.ir](mailto:hgholami@hormozgan.ac.ir)

Received: 07 November 2020

Accepted: 15 March 2021

### **Abstract**

Land degradation is a multifaceted phenomenon, which is caused by various variables, including climate, land use changes and socio-human activities. In order to investigate the effects of climatic parameters on land degradation in five second degree watersheds (South Baluchistan, Bandar Abbas - Sedij, Kal - Mehran, Hillah and Mond) located in the entire Persian Gulf and Oman Sea Watershed, observational data E32 of synoptic stations were used in the mentioned catchment areas for of 31- year period (1988-2019). The IDW algorithm was used to map the climatic parameters. The results of the change detection showed that the trend of temperature class changes of 27.5 – 25.0 follows an increasing rate of 19.03%, and the precipitation class is less than 150 mm in the region. The region is also facing an increasing trend of 17.3%. The trend of the evaporation parameter is such that the 2500-2750 and 300-3250 mm classes with the changes of -5.4, 8.3 percent, respectively, have the most decreasing and increasing effects. Moreover, the wind speed classes of less than 2 and 3-4 meters per second with changes of 5.7 and -7.5 percent show the highest increase and decrease respectively, based on the findings of the regression model, there is a significant relationship at the 0.05% level between the climatic variables (precipitation, temperature, evaporation and wind speed) on one hands and the vegetation index and salinity and the precipitation parameter on the others show the greatest effect. Considering that the four mentioned climatic variables explain 47.6% and 40.5% of the changes in the dependent variable of vegetation index and salinity, respectively, it can be concluded that part of the changes in vegetation and salinity are due to the conditions. As the climate prevails in the region, the poor vegetation and salinity were constantly fluctuating during the study period; consequently, the process of degradation followed an increasing and decreasing rate. Therefore, being aware of the effects of climatic parameters on the fluctuation of vegetation and salinity indices in a long period of 31 years, it is possible to make the necessary predictions for the optimal management of natural resources, especially during droughts. This enables the concerned authorities to control the development stages of land degradation in the coastal catchment areas of the Persian Gulf and the Sea of Oman.

■ **Keywords:** Land degradation, precipitation, SAVI, SI1, temperature, watershed ■