

پایش و تحلیل خشکسالی کشاورزی با استفاده از تولیدات ماهواره‌ای سنجنده NOAA-AVHRR

محمد تقی زمانیان^۱، محمد باقر بهیار^۲، آزاده کریمی حسینی^{۳*}، مجید وظیفه دوست^۴

۱ و ۲- استادیار پژوهشکده هواشناسی

۳- کارشناس ارشد هواشناسی کشاورزی، پژوهشکده هواشناسی

۴- استادیار دانشگاه گیلان

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۰/۰۳/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۱۱/۰۹

چکیده

استفاده از نمایه‌های هواشناسی کشاورزی ماهواره‌ای می‌تواند در پایش و پیش‌بینی خشکسالی کمک نماید. از این‌رو در این پژوهش با استفاده از سری داده‌های هفتگی $GVI-x$ ، میانگین ماهانه نمایه‌های خشکسالی ماهواره‌ای شرایط دما، شرایط گیاه و سلامت گیاه (TCI ، VHI و VCI) در دوره آماری ۲۰۰۷-۱۹۹۳ محاسبه گردیده است. سپس تغییرات بارندگی ۴ ایستگاه هم‌دیدگی منتخب استان اصفهان که دارای طول عمر بیشتری بودند (ایستگاه‌های اصفهان، شهرضا، نطنز و داران)، در این دوره آماری مطالعه شده و همبستگی بارندگی ماهانه این ۴ ایستگاه با میانگین ماهانه نمایه‌های TCI ، VHI و VCI ماهانه در سه نقطه انتخابی (۱) بایر، (۲) آبی و (۳) دیم، در اطراف ایستگاه‌های هم‌دیدگی منتخب، محاسبه شده است. نتایج، همبستگی مناسبی میان نمایه‌های VHI و VCI با بارندگی را نشان می‌دهند. بررسی تغییرات نمایه‌های VHI و VCI که همبستگی بیشتری با بارندگی داشته‌اند، در مناطق تحت کشت دیم و آبی ایستگاه‌های داران، اصفهان، شهرضا و نطنز در سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۵ و همچنین بررسی سطح تحت تأثیر خشکسالی در استان اصفهان بر اساس نمایه‌های ماهواره‌ای خشکسالی، نشان می‌دهد که سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۵ به ترتیب با خشکسالی، ترسالی و سال‌های نرمال، همراه بوده‌اند.

کلمات کلیدی: استان اصفهان، خشکسالی، سنجنده AVHRR، نمایه‌های خشکسالی ماهواره‌ای

*. Email: a.karimihosseini@gmail.com

مقدمه

خشکسالی یکی از زیان‌بارترین پدیده‌های زیست محیطی بشمار می‌رود که تأثیر مخربی بر روی مسائل کشاورزی و محیط زیست و اقتصادی- اجتماعی دارد. خشکسالی در طول دوره کمبود آب در یک منطقه به دلیل بارش کم، تبخیر تعرق زیاد و استخراج بالای آب زیر زمینی و یا ترکیبی از موارد ذکر شده اتفاق می‌افتد.

عواقب ناشی از پدیده خشکسالی شامل کمبود ذخائر آبی، تخریب منابع بوم‌شناسی^۱ و تلفات تولیدات کشاورزی، و بویژه در بخش کشاورزی که عمده‌ترین مصرف کننده آب به شمار می‌رود، خسارات زیادی وارد نموده و منجر به قحطی، مرگ و متروک شدن کل منطقه جغرافیایی می‌شود (Kogan, 1997).

سازمان هواشناسی جهانی^۲ برآورد می‌کند که از سال ۱۹۶۷، ۵۰٪ بلایای هواشناسی مؤثر بر ۲/۸ بیلیون نفر، بواسطه خشکسالی‌ها بوده است (Obasi, 1994). در سال‌های ۱۹۸۴-۱۹۷۰، دولت استرالیا حدود ۹۲۵ میلیون دلار صرف جبران خسارات ناشی از خشکسالی کرده (Wilhite, 1986) است. دولت آفریقای جنوبی ۲/۵ میلیارد دلار برای جبران خسارت خشکسالی در اواسط دهه ۱۹۷۰ تا اواسط دهه ۱۹۸۰ صرف نموده است (Wilhite, 1987).

پیش‌بینی خشکسالی به عنوان راه‌کاری به منظور مقابله با رخداد طبیعی خشکسالی و کاهش اثرات مخرب آن است که در سال‌های اخیر توجه کارشناسان هواشناسی کشاورزی را جلب نموده است. فعالیت‌های گوناگونی جهت پایش و پیش‌بینی این پدیده توسط سازمان‌های مرتبط انجام شده است که یکی از روش‌ها، استفاده از نمایه‌های هواشناسی کشاورزی ماهواره‌ای است. منظور از پایش وضع آب و هوا در یک منطقه، بررسی سری زمانی آمار موجود در آن منطقه و مقایسه تعداد دفعات رخداد یا درصد رخداد خشکسالی در دوره آماری است.

مشاهدات ماهواره‌ای به ویژه ماهواره‌های قطبی‌گرد NOAA^۳، آرشیو دائمی داده‌ها، اطلاعات بصری کمکی، بهره‌وری از هزینه و دیدی هم‌زمان و منظم از تقریباً تمامی سطوح زمین را فراهم می‌سازند (Johnson et al., 1993). بنابراین از دهه ۱۹۸۰، استفاده از داده‌های سنجش از دور سنجنده AVHRR^۴ ماهواره NOAA برای پایش خشکسالی در مقیاس ملی تا جهانی، رایج شده است (Wardlow, 2009).

امتیاز اصلی این نمایه‌ها، پوشش مکانی مناسب داده‌های ماهواره‌ای است که امکان نقشه کردن دقیق گستره مکانی وضعیت تنش آبی را فراهم می‌سازد. ارزیابی‌های حاصل از این نمایه‌ها، در نواحی که داده‌های هواشناسی موجود نبوده و یا پراکنش شبکه ایستگاه‌های هواشناسی نامناسب است، بسیار سودمند است (Kogan et al., 2004). ترکیب این داده‌ها با داده‌های کمکی چون پوشش اراضی و داده‌های هواشناسی، به ارزیابی دقیق‌تر تأثیر احتمالی پدیده‌های خشکسالی در انواع مختلف پوشش اراضی و اقالیم مختلف کمک خواهد کرد (Vogt et al., 1998).

پیشینه تحقیق در خارج از کشور

بررسی‌های نمایه شرایط گیاه^۵ (VCI) و نمایه شرایط دما^۶ (TCI) با استفاده از اندازه‌گیری‌های زمینی (بارندگی، دما، نمایه پالم، نمایه رطوبت گیاه، تراکم پوشش گیاهی و عملکرد)، اعتبارسنجی شده و از آن‌ها برای ارزیابی اثر خشکسالی بر تولیدات منطقه‌ای کشاورزی در آمریکای جنوبی، آفریقا، آسیا، آمریکای شمالی و اروپا، استفاده شده است. نتایج نشان دهنده همبستگی بالا میان این نمایه‌ها و عملکرد محصول، بویژه در طول دوره‌های بحرانی رشد گیاه است (Kogan, 1997).

نتایج مطالعه موردی انجام گرفته توسط وگت و همکاران (Vogt et al., 1998)، در دو منطقه آندالوسیا^۷

1. Ecology
3. National Oceanic and Atmospheric Administration
5. Vegetation Condition Index
7. Andalusia

2. World Meteorological Organization
4. Advanced Very High Resolution Radiometer
6. Temperature

۱۹۸۴ در بخش بیابان تار^۵ در ایالت راجستان هندوستان استفاده شده است. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که در سال‌های مشخص، نمایه‌های VCI و TCI با یکدیگر مطابقت داشته و ترکیب آن‌ها که در نمایه VHI منعکس می‌شود، نشان دهنده رخداد و شدت خشک‌سالی است. همچنین میانگین فصلی VCI همبستگی مستقیم با بارندگی فصلی داشته و نیز همبستگی قوی میان میانگین فصلی TCI و میانگین فصلی دمای هوا، دیده شده است (Bhuiyan, 2008).

پیشینه تحقیق در داخل کشور

رحیم‌زاده و همکاران (Rahimzadeh, et al., 2008) همبستگی نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده^۶ (NDVI) و VCI را در دوره آماری ۲۰۰۱-۱۹۹۷، با داده‌های بارش ۱۹ ایستگاه همدید در شمال غرب ایران بررسی نمودند. نتایج مطالعه، بالاترین همبستگی را میان نمایه‌های NDVI و VCI با بارش سه ماهه (ماه جاری + دو ماه گذشته) و همبستگی خوبی میان میانگین NDVI و VCI و میانگین ۳ ماهه بارش، نشان می‌دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه مطالعه، استان اصفهان به مساحت تقریبی ۱۰۵/۹۳۷ کیلومتر مربع است که بین ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۳۰ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی و ۴۹ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۵ درجه و ۵۰ دقیقه طول جغرافیایی شرقی، قرار گرفته است. بخش وسیعی از استان اصفهان را اقلیم خشک در بر گرفته است. مقدار بارش در این استان از غرب به شرق و از جنوب به شمال کاهش می‌یابد.

استان اصفهان با پتانسیل تولید کشاورزی با سطح زیر کشت آبی سالیانه ۲۶۲,۵۷۷ هکتار، دیم سالیانه ۳۰,۵۳۱ هکتار و باغات ۵۸,۵۴۲ هکتار، ۵/۶ میلیون هکتار

در جنوب اسپانیا و سیسیل در جنوب ایتالیا، نشان دهنده همبستگی معنی‌دار میان نمایه خشک‌سالی هواشناسی^۱ SPI با نمایه‌های خشک‌سالی ماهواره‌ای (VCI و TCI) و توانایی این دو نمایه در تشخیص تغییرات پوشش گیاهی بر حسب تنش آبی است.

کاربرد داده‌های NOAA-AVHRR در پایش وضع آب و هوا و عملکرد محصول ذرت در بخش اصلی زراعی آرژانتین واکاوی شده است (Seiler et al., 2000). نتایج مطالعه نشان می‌دهد که نمایه‌های VCI و TCI که نسبت به اندازه‌گیری‌های ایستگاهی دارای پوشش مکانی و زمانی بیشتری هستند، راه‌کاری مفید برای پایش منطقه‌ای وضع آب و هوا، خشک‌سالی و تغییرات تدریجی آن‌ها هستند. مدل‌های توسعه داده شده محصول ذرت بر اساس VCI و TCI، می‌توانند برآوردهای مطمئن و به موقعی از تولیدات منطقه‌ای کشاورزی (حدوداً دو ماه زودتر از تاریخ برداشت) فراهم سازند (Seiler et al., 2000).

سینگ و همکاران (Singh et al., 2003) با استفاده از VCI و TCI مناطق مستعد خشک‌سالی را در هندوستان مشخص نموده و با توجه به تغییرات نمایه VCI ماه‌هایی که گیاه تحت تنش قرار داشته است را معلوم کردند.

کاربرد روش‌های ماهواره‌ای در تشخیص خشک‌سالی و ارزیابی توده زیستی وحشی در مغولستان بررسی شده است. معیارهای توده زیستی وحشی در یک ایستگاه تحقیقاتی در بوم‌سامانه^۲ استپ نیمه خشک در طول سال‌های ۱۹۸۵-۱۹۹۷ با نمایه‌های ماهواره‌ای سلامت گیاه (VHI^۳) حاصل از داده‌های سنجنده AVHRR ماهواره NOAA، مقایسه شده است. نتایج حاکی از آنست که این نمایه‌ها معرف خوبی برای برآورد تولید توده زیستی هستند (Kogan et al., 2004).

نمایه‌های خشک‌سالی ماهواره‌ای و اندازه‌گیری‌های زمینی (بارندگی و دما) در استخراج فراسنج‌های^۴ مختلف پوشش گیاهی و واکاوی خشک‌سالی در سال‌های ۲۰۰۳-

1. Standard Precipitation Index
3. Vegetation Health Indices
5. Thar Desert
7. Normalized Difference Vegetation Index

2. Ecosystem
4. Parameter
6. Rajasthan

روش‌ها

روش‌های سنجش از دور پایش خشکسالی (استفاده از نمایه‌های ماهواره‌ای) مبتنی بر این اساس است که پوشش گیاهی، بخشی از بیناب مرئی تابش خورشید را جذب نموده و بیشتر تابش فروسرخ نزدیک را بازتاب می‌کند در نتیجه با استفاده از بیناب‌های مرئی، فروسرخ نزدیک و فروسرخ میانی، ویژگی‌های زیست فیزیکی پوشش گیاهی به دست می‌آید. نمایه‌های خشکسالی ماهواره‌ای که با استفاده از فراسنج‌های ماهواره‌ای سطحی، محاسبه می‌شوند، عبارتند از:

الف- دمای درخشندگی (BT)

مقادیر دمای درخشندگی با استفاده از نوار گرمایی و رابطه تابش پلانک بدست می‌آید:

$$T_b = \frac{C_2 v}{\ln\left(1 + \frac{C_1 v}{E}\right)} \quad (1)$$

که در آن، T_b = دما (درجه کلونین) برای بازتاب E، $v =$ عدد میانی طول موج نوار (cm^{-1}) و $C_1 = 1.1910659 \times 10^{-5} mW/(m^2 - sr - cm^{-4})$ و $C_2 = 1.4388333 cm - K$ اعداد ثابت هستند.

ب- نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده (NDVI)

نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده که مقدار پوشش گیاهی را براساس نسبت پاسخ‌های پوشش گیاهی به نوارهای فروسرخ نزدیک (نوار ۲ NOAA-AVHRR) و مرئی (نوار ۱ NOAA-AVHRR) نشان می‌دهد (هویان، ۲۰۰۸) از رابطه (۲) بدست می‌آید:

$$NDVI = \frac{NIR - VIS}{NIR + VIS} \quad (2)$$

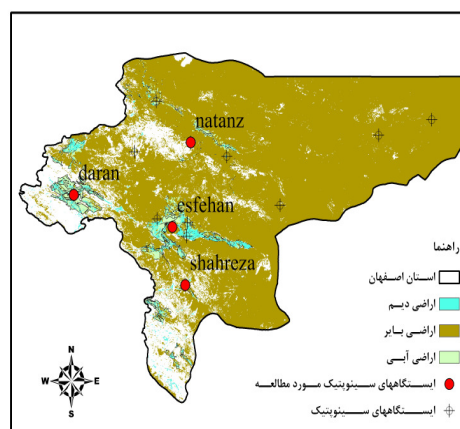
در این رابطه $NDVI =$ نمایه گیاهی اختلاف بهنجار شده، $NIR =$ مقدار بازتاب در بیناب الکترومغناطیسی فروسرخ نزدیک و $VIS =$ مقدار بازتاب در بیناب الکترومغناطیسی مرئی است.

مرتج و حدود ۱۰۰ هزار هکتار جنگل، یکی از مهم‌ترین قطب‌های کشاورزی در کشور محسوب می‌شود.

داده‌ها

در این پژوهش داده‌های بارندگی ۱۴ ایستگاه همدید در استان اصفهان بررسی شده و ۴ ایستگاه همدید اصفهان، شهرضا، نطنز و داران، به سبب طولانی بودن دوره آماری موجود و نیز پراکنش نسبتاً خوب در سطح استان، انتخاب شده‌اند (شکل ۱).

علاوه بر داده‌های زمینی، از سری داده‌های $GVI-x^1$ استفاده شده است که از تارنمای NOAA/NESDIS گرفته شده‌اند. این سری داده‌ها شامل نمایه‌های NDVI، BT، VCI، VHI و غیره است که هر هفته به شکل فایل‌های HDF (در قالب ۱۶ بیت و تبدیل مقیاس شده) در تارنما قرار داده می‌شوند. اندازه تفکیک زمانی این داده‌ها هفتگی بوده و اندازه تفکیک مکانی آن‌ها ۱۶ کیلومتر مربع است. این داده‌های رستری، محدوده ۱۸۰ درجه طول جغرافیایی غربی تا ۱۸۰ درجه طول جغرافیایی شرقی و ۷۵ درجه عرض جغرافیایی شمالی تا ۵۵ درجه عرض جغرافیایی جنوبی را پوشش می‌دهند. نقشه رستری نمایه‌های ماهواره‌ای مورد استفاده در محدوده منطقه مطالعه (استان اصفهان)، از این داده‌های جهانی استخراج شده است.



شکل ۱: منطقه مورد مطالعه، ایستگاه‌های همدیدی موجود و منتخب و تقسیمات کاربری اراضی منطقه

ج- نمایه‌های سلامت پوشش گیاهی

در دوره زمانی و $NDVI_{min}$ = کمینه مطلق NDVI در دوره زمانی است.

این نمایه‌ها معرف خوبی از تنش آبی در مناطق نسبتاً همگن بوده و عبارتند از نمایه شرایط گیاه، نمایه شرایط دما و نمایه سلامت گیاه که به ترتیب مشخص کننده شرایط رطوبتی، گرمایی و سلامت پوشش گیاهی هستند (Kogan et al., 2004).

نمایه سلامت گیاه (VHI)

این نمایه ترکیبی است از نمایه‌های VCI و TCI که با استفاده از داده‌های AVHRR، برای نمایش تنش خشک‌سالی، که تابعی از تازگی پوشش گیاهی و دما است، محاسبه شده و برای واکاوی سلامت پوشش گیاهی بکار برده می‌شود (Kogan et al., 2004). به عبارتی این نمایه، اثر ترکیبی تنش رطوبت و تنش گرما بوده و با استفاده از رابطه (۵) به دست می‌آید (Wardlow, 2009).

$$VHI = a \times VCI + b \times TCI \quad (5)$$

که در این رابطه، VCI = نمایه شرایط گیاه، TCI = نمایه شرایط دما و a و b = ضرایبی که سهم نمایه‌های VCI و TCI را در VHI به صورت کمی در می‌آورند.

نمایه شرایط دما (TCI)

این نمایه که اخیراً بر اساس دمای سطح و با استفاده از داده‌های نوارهای گرمایی سنجنده NOAA-AVHRR، توسعه یافته و دقت پایش خشک‌سالی را افزایش داده و به تشریح وضعیت دما کمک کرده است (Kogan, 1994, 1995) با استفاده از رابطه (۳) بدست می‌آید.

$$TCI = 100 \frac{BT_{max} - BT}{BT_{max} - BT_{min}} \quad (3)$$

که در آن $BT = BT_{max}$ در تاریخ مورد نظر، BT_{min} = بیشینه مطلق BT در دوره زمانی و BT_{max} = کمینه مطلق BT در دوره زمانی است.

نمایه شرایط گیاه (VCI)

نمایه شرایط گیاه که توسط کوگان (Kogan, 1995) تعریف شده است، برای برآورد اثر وضع هوا بر پوشش گیاهی استفاده می‌شود و معرف وضع پوشش گیاهی به عنوان تابعی از کمینه و بیشینه NDVI برای یک بوم‌سامانه معین در دوره زمانی چند ساله بوده و با استفاده از رابطه (۴) بدست می‌آید.

$$VCI = 100 \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \quad (4)$$

که در این رابطه $NDVI$ = مقدار NDVI در تاریخ مورد نظر که معیاری کلی از وضعیت و سلامت پوشش گیاهی بوده و یکی از اولین نمایه‌های سنجنش از دور است که برای تشخیص و پایش خشک‌سالی بکار رفته است (Wardlow, 2009)، $NDVI_{max}$ = بیشینه مطلق NDVI

نتایج و بحث

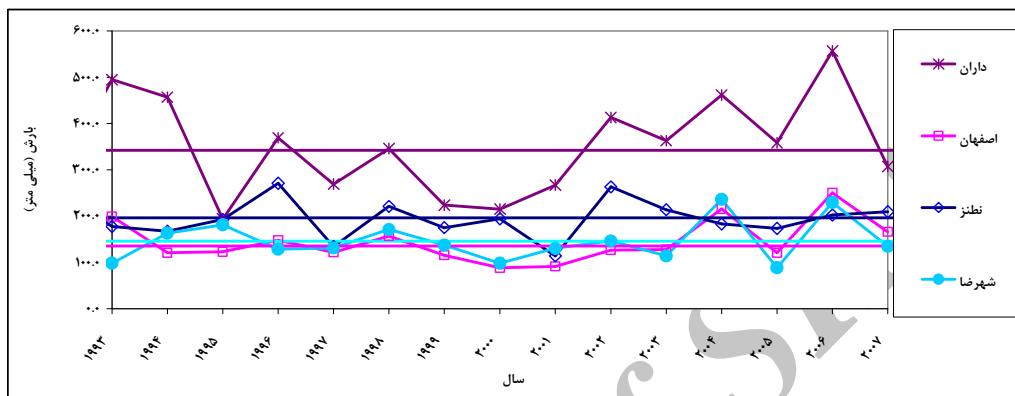
در این پژوهش نمایه‌های خشک‌سالی ماهواره‌ای VCI، TCI و VHI در سطح استان اصفهان محاسبه شده‌اند. سپس با محاسبه همبستگی این نمایه‌ها با بارندگی، کاربرد این نمایه‌ها در جهت تشخیص، ارزیابی و پایش وضعیت خشک‌سالی در استان اصفهان، در سال‌های مشخص، واکاوی و ارزیابی شده است.

بررسی تغییرات بارندگی

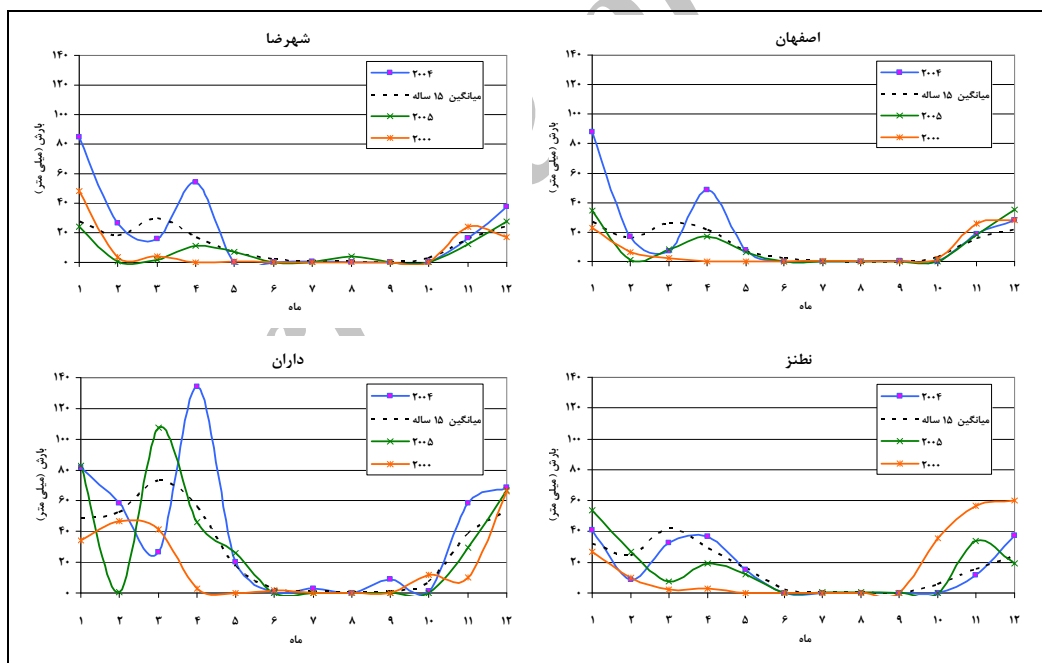
شکل (۲) تغییرات بارندگی سالانه ایستگاه‌های همدید منتخب در استان اصفهان را در طول دوره آماری ۲۰۰۷-۱۹۹۳ نشان می‌دهد. به گونه‌ای که در شکل (۲) دیده می‌شود، ایستگاه‌های منتخب در بیشتر ماه‌های سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ به ترتیب با خشک‌سالی، ترسالی و سال‌های نرمال، همراه بوده‌اند. مقایسه بارندگی ماهانه در سال‌های مذکور با متوسط ۱۵ ساله بارندگی نیز، تأییدی بر این مطلب است (شکل ۳). نمودار بارندگی سال

بارندگی سال ۲۰۰۰ و نزدیک به نمودار میانگین ۱۵ ساله قرار دارد که بیانگر آن است که سال ۲۰۰۵، حالت نرمال را تجربه نموده است. استان اصفهان در سال ۲۰۰۰ نسبت به سایر سال‌ها، سال خشکی را تجربه نموده است.

۲۰۰۴ در بیشتر ماه‌های سال بالاتر از نمودار بارندگی سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ و نمودار میانگین ۱۵ ساله، قرار دارد. این گویای آن است که سال ۲۰۰۴ نسبت به دو سال دیگر، با ترسالی همراه بوده است. به همین شکل، نمودار بارندگی سال ۲۰۰۵ در بیشتر ماه‌های سال بالاتر از نمودار



شکل ۲: بارش سالانه ایستگاه‌های مورد مطالعه



شکل ۳: مقایسه بارندگی ماهانه سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۰ با متوسط ۱۵ ساله بارندگی ایستگاه‌های مورد مطالعه

نمایه‌های VCI و TCI و VHI را برای استان اصفهان در هفته اول ماه‌های ژانویه و اوت سال‌های ۲۰۰۴، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ را نشان می‌دهد.

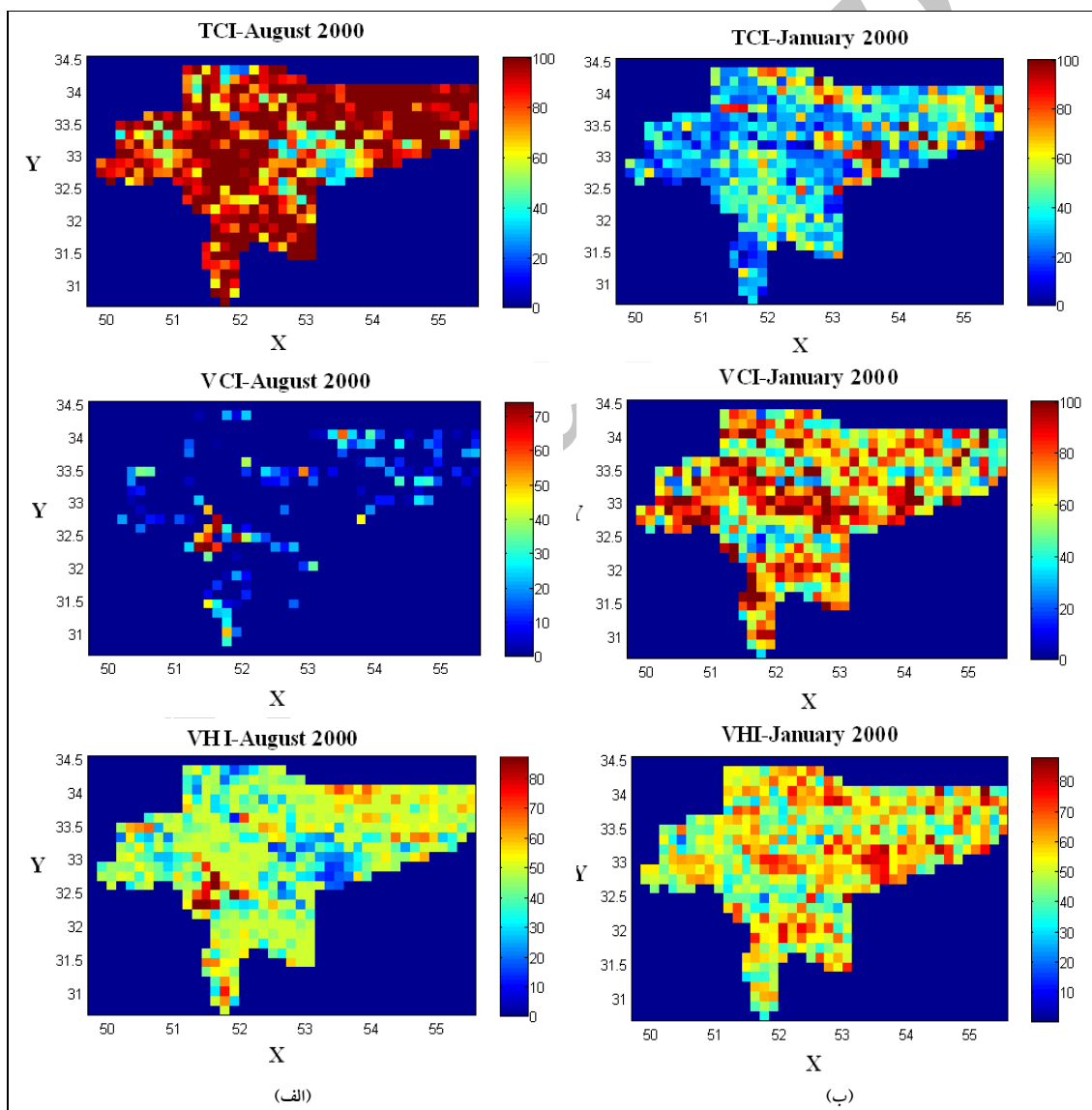
محاسبه نمایه‌های خشک‌سالی ماهواره‌ای

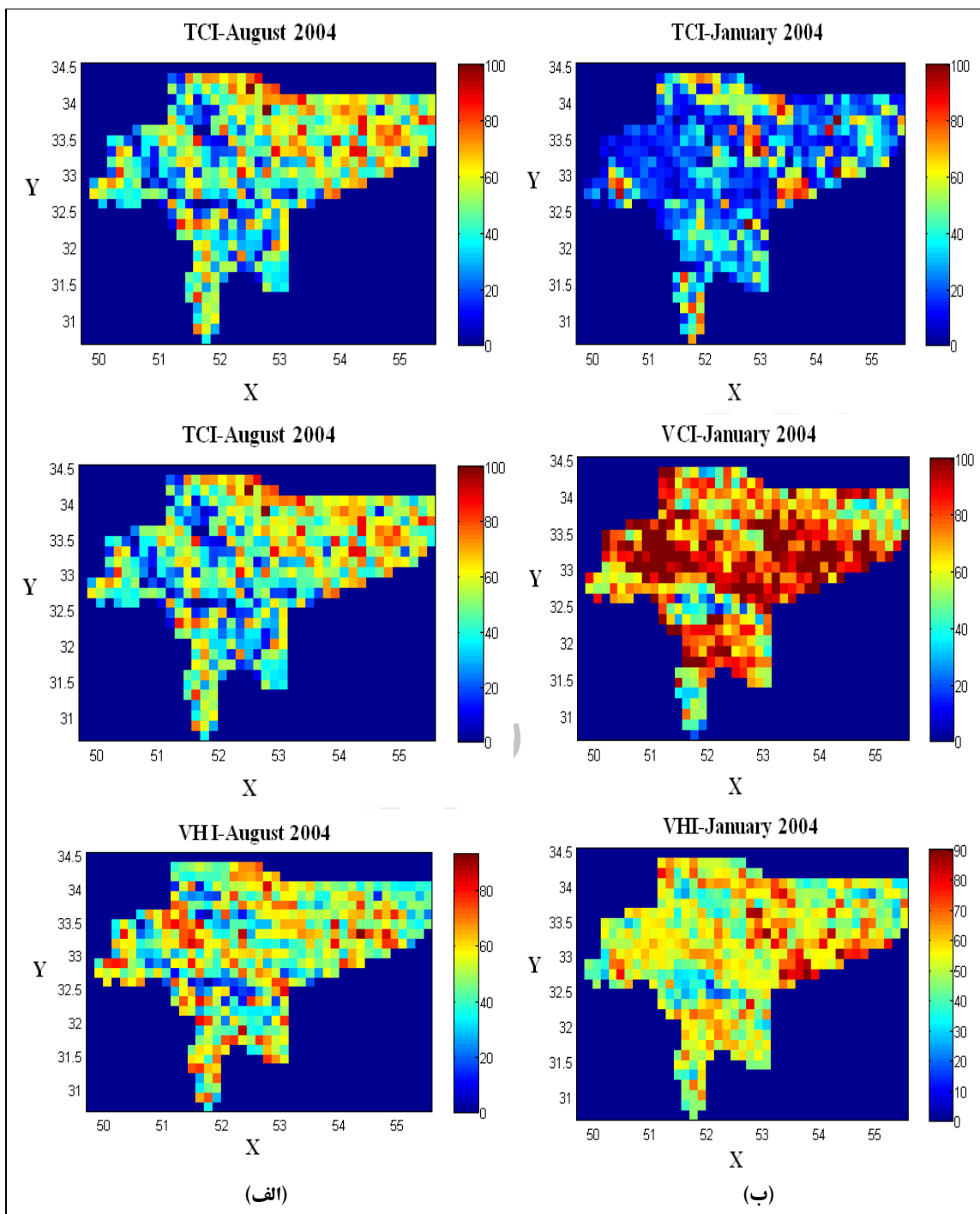
نمایه‌های خشک‌سالی ماهواره‌ای در دوره آماری ۲۰۰۷-۱۹۹۳ با استفاده از سری داده‌های GVI-x برای استان اصفهان به دست آمده‌اند. شکل‌های (۴) تا (۶)

صحت‌سنجی نمایه‌های خشک‌سالی ماهواره‌ای

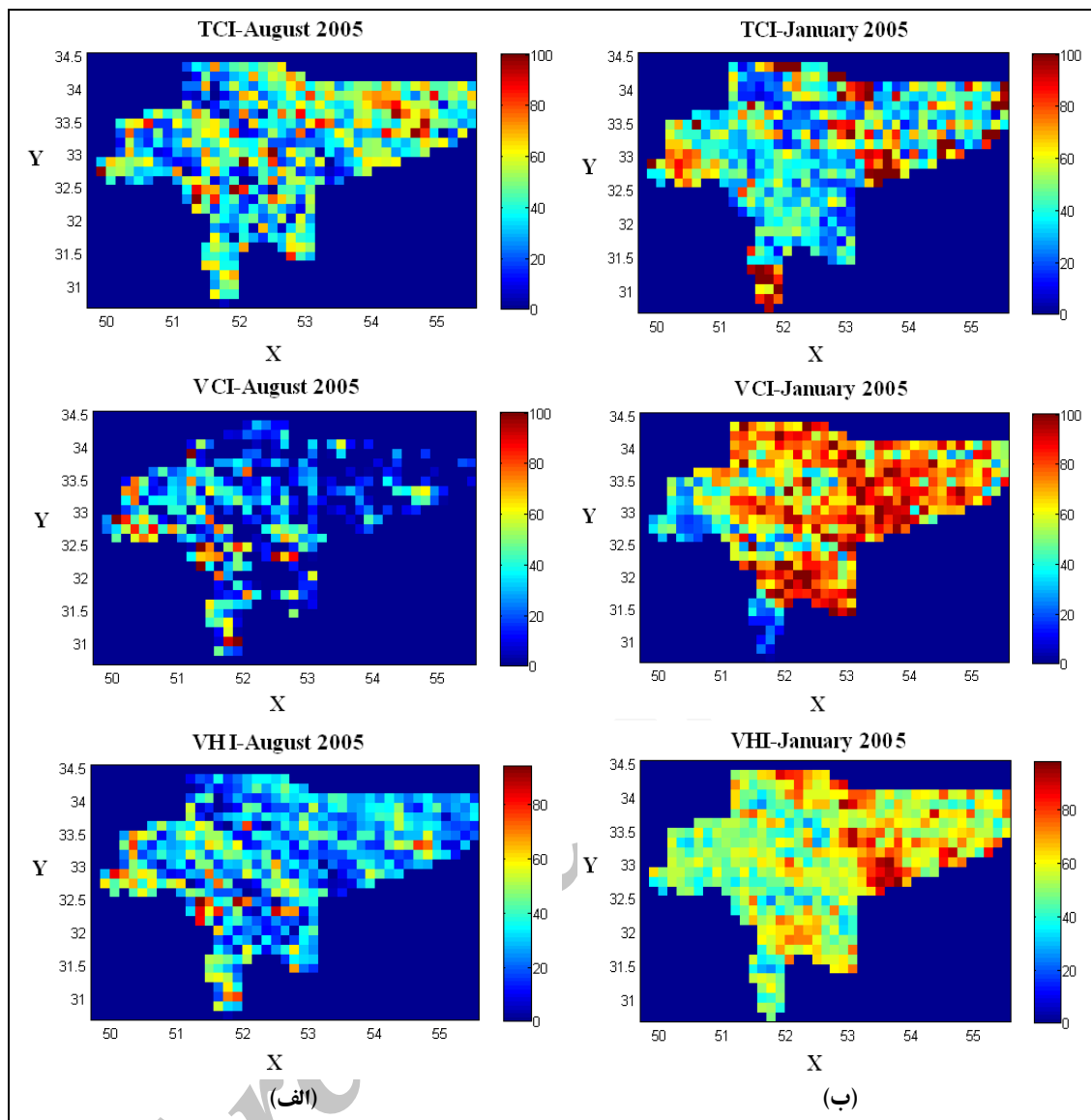
به منظور بررسی صحت عملکرد نمایه‌های مذکور در استان اصفهان، همبستگی بارندگی و دمای ماهانه ۴ ایستگاه همدید، با مقادیر TCI، VCI و VHI ماهانه در مکان‌های بایر، آبی و دیم (جدول ۱)، در سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۹۳ بررسی شده است. نمایه‌های خشک‌سالی ماهواره‌ای ماهانه، با میانگین‌گیری از ۴ نمایه هفتگی متوالی بدست آمده است. مناطق بایر، تحت کشت آبی و دیم استان اصفهان از نقشه کاربری اراضی استان استخراج شده‌اند (شکل ۱).

نتایج بررسی همبستگی گویای آنست که همبستگی نمایه‌های TCI، VCI و VHI با بارندگی به ترتیب در ۴۰، ۴۰ و ۴۰ درصد آمار بررسی شده، در سطح ۹۰٪ معنی‌دار بوده است. همبستگی این نمایه‌ها، با دما نیز به ترتیب در ۴۰، ۳۵ و ۳۵ درصد آمار بررسی شده، در سطح ۹۰٪ معنی‌دار بوده است. این نتایج نشان می‌دهد که در کل نمایه‌های VCI و VHI با توجه به همبستگی بالاتر با بارندگی، قابل اطمینان‌تر از نمایه TCI هستند که بیشتر با دما همبستگی بالا نشان داده است تا بارندگی.





شکل ۵: نمایه‌های TCI, VCI و VHI برای استان اصفهان در (الف) هفته اول ژانویه ۲۰۰۴ (ب) هفته اول آگوست ۲۰۰۴

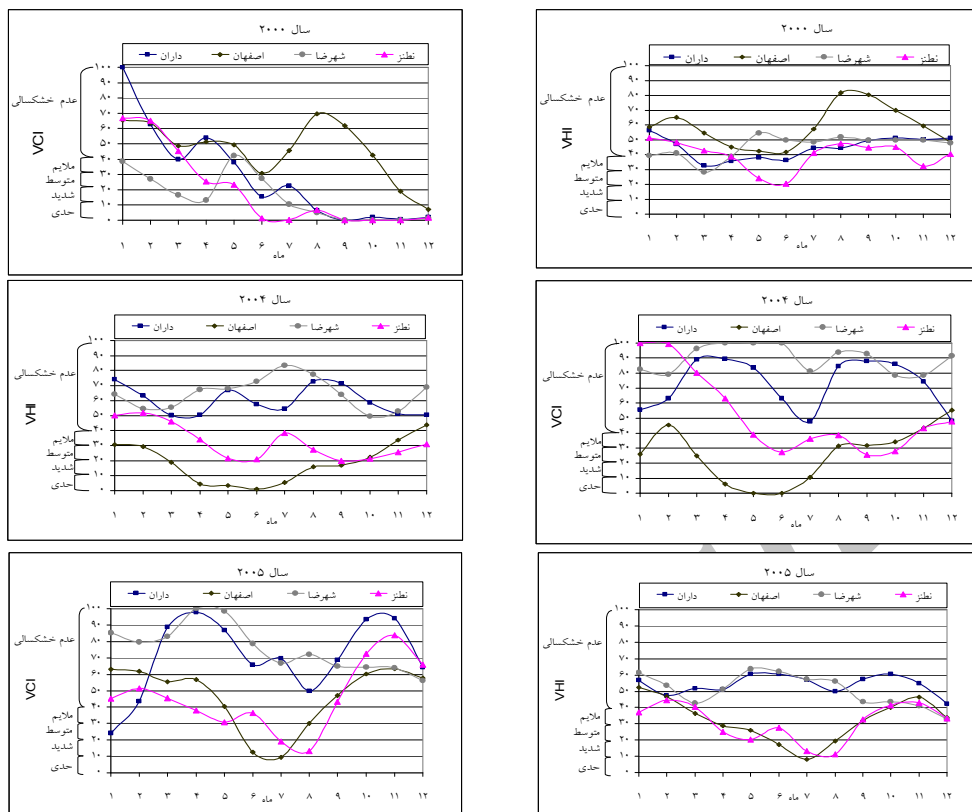


شکل ۶: نمایه‌های TCI, VCI و VHI برای استان اصفهان در (الف) هفته اول ژانویه ۲۰۰۵ (ب) هفته اول آگوست ۲۰۰۵

نمایه‌های سلامت گیاه (VCI, TCI و VHI)، بدست آمده است. شکل‌های (۷) و (۸)، تغییرات نمایه‌های VCI و VHI و درجات خشک‌سالی را در طول سال، در ایستگاه‌های مذکور در سال‌های ۲۰۰۰ (خشک)، ۲۰۰۴ (تر) و ۲۰۰۵ (نرمال) نشان می‌دهد.

واکاوی نمایه‌های خشک‌سالی ماهواره‌ای

درجه خشک‌سالی در نقاط آبی و دیم ایستگاه‌های منتخب استان اصفهان، با استفاده از نمایه‌های VCI و VHI ماهانه و براساس جدول هویان (Bhuiyan, 2008) برای طبقه‌بندی درجات خشک‌سالی براساس مقدار



شکل ۷: تغییرات نمایه‌های VCI و VHI در مناطق تحت کشت آبی در ایستگاه‌های داران، اصفهان، شهرضا و نظریز در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵

ملازم) بوده است. مساحت تحت تأثیر خشک‌سالی در استان اصفهان، در سال ۲۰۰۵ نسبت به سال ۲۰۰۰ و در سال ۲۰۰۴ نسبت به سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵ کمتر بوده است که تأییدی بر نتایج حاصل از مقایسه بارندگی ماهانه سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ با متوسط ۱۵ ساله بارندگی ایستگاه‌ها (بخش ۳-۱) است.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق نمایه‌های ماهواره‌ای خشک‌سالی (نمایه‌های سلامت گیاه) در سطح استان اصفهان استخراج گردیده است. سپس با بررسی همبستگی این نمایه‌ها با بارندگی، کاربرد این نمایه‌ها در جهت تشخیص، ارزیابی و پایش وضعیت خشک‌سالی در کشور مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته است. نتایج مطالعه نشان دهنده مطابقت نسبی تغییرات نمایه‌ها با تغییرات بارندگی در طول

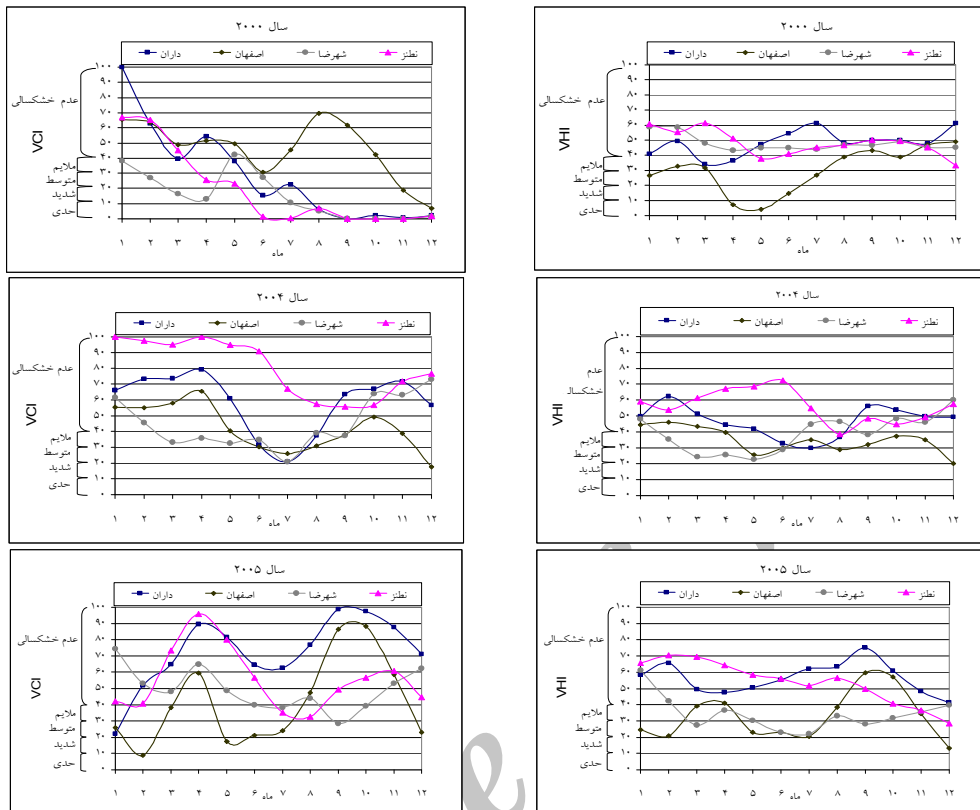
تغییرات نمایه‌های VCI و VHI در طول سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ (شکل‌های (۷) و (۸)) نشان می‌دهد که در بیشتر ماه‌های سال ۲۰۰۰، مقادیر نمایه‌ها نسبت به سال ۲۰۰۴ کمتر (پوشش گیاهی کمتر) بوده و مقادیر این نمایه‌ها در بیشتر ماه‌های سال ۲۰۰۵ میان مقادیر نمایه‌های سال‌های ۲۰۰۰ و ۲۰۰۴ واقع شده است.

نمایه‌ها همچنین در سطح استان واکاوی شده‌اند، بدین ترتیب که درجه خشک‌سالی در سطح استان نیز براساس جدول هویمان (۲۰۰۸)، با استفاده از نمایه‌های سلامت گیاه در سال‌های ۲۰۰۷-۱۹۹۳، تعیین شده‌اند. نتایج نمونه برای ماه ژوئن سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ در شکل (۹) نشان داده شده است.

همانطور که در شکل (۹) دیده می‌شود، بر اساس نمایه‌های VCI و VHI در سال ۲۰۰۰، سطح بیشتری از استان اصفهان تحت درجات مختلف خشک‌سالی (تا حدی

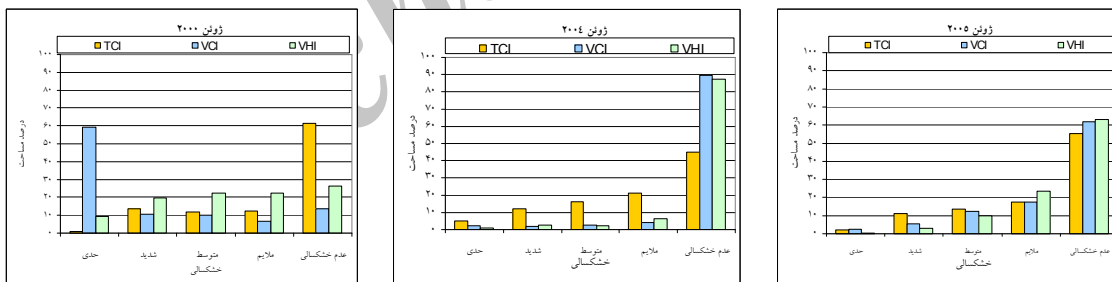
نمایه‌های VCI و VHI با بارندگی می‌باشند.

سال‌های مورد مطالعه و نیز همبستگی قابل قبول میان



شکل ۸: تغییرات نمایه‌های VCI و VHI در مناطق تحت کشت دیم در ایستگاه‌های داران، اصفهان، شهرضا و نظنز

در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵



شکل ۹: طبقه‌بندی درجه خشک‌سالی سطح استان بر اساس نمایه‌های سلامت گیاه در ژوئن سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵

دور" بوده که در پژوهشکده هواشناسی انجام شده است. از این رو جا دارد تا از حمایت‌های مسئولان و دست اندرکاران این پژوهشکده و همچنین سازمان هواشناسی کشور که امکانات لازم در جهت انجام این پروژه را فراهم کردند، تشکر و قدردانی شود.

تغییرات نمایه‌های VCI و VHI در طول سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۴ و ۲۰۰۵ نشان می‌دهد که این سال‌ها به ترتیب با خشک‌سالی، ترسالی و سال‌های نرمال، همراه بوده‌اند.

سیاس‌گذاری

این مقاله قسمتی از نتایج پروژه "پایش و تحلیل خشک‌سالی در کشور با استفاده از فن‌آوری سنجنش از

منابع

1. Bhuiyan, C., 2008, Desert Vegetation During Droughts: Response and Sensitivity, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, XXXVII, Part B8, Beijing.
2. Johnson, G. E., V. R., Achutuni, S., Thiruvengadachari, and F., Kogan, 1993, The role of NOAA satellite data in drought early warning and monitoring, Drought Assessment, Management, and Planning: Theory and Case Studies, D. A. Wilhite, Ed., Kluwer Academic, pp. 31-49.
3. Kogan, F. N., 1987, Vegetation index for a real analysis of crop conditions, In: Proceedings of the 18th Conference on Agricultural and Forest Meteorology, AMS, W. Lafayette, Indiana, 15-18 September 1987, Indiana, USA, pp. 103-106.
4. Kogan, F., and J., Sullivan, 1993, Development of a global drought-watch system using NOAA/AVHRR data, Adv. Space Res., Vol. 13, pp. 219-222.
5. Kogan, F., 1994, Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection, Adv. Space Res., Vol. 15, No. 11, pp. 91-100.
6. Kogan, F.N., 1995, Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection, Advances in Space Research, Vol. 15, pp. 91-100.
7. Kogan, F. N., 1997, Global drought watch from space, Meteorological society, Vol. 78, No. 4, pp. 621-636.
8. Kogan, F. N., 2002, World Droughts in the New Millennium from AVHRR-based Vegetation Health Indices, Eos, Transactions, Amer. Geophy. Union, Vol. 83, No. 48, pp. 562-563.
9. Kogan, F. N., Gitelson, A., Edige, Z., Spivak, I., and Lebed, L., 2003, AVHRR-Based Spectral Vegetation Index for Quantitative Assessment of Vegetation State and Productivity: Calibration and Validation, Photogramm. Engg. & Remote Sensing, Vol. 69, No. 8, pp. 899-906.
10. Kogan, F., Stark, R., Gitelson, A., Jargalsaikhan, L., Dugrajav, C., and Tsooj, S., 2004, Derivation of pasture biomass in Mongolia from AVHRR-based vegetation health indices, Int. J. Rem. Sens., Vol. 25, No. 14, pp. 2889-2896.
11. Komuscu, A.U., 1999, Using the SPI to analyze spatial and temporal patterns of drought in Turkey, Drought Network News, Vol. 11, No. 1, pp. 7-13.
12. Lillesand, T. M. and Keifer, R. W., 1994, Remote sensing and Image Interpretation, John Wiley and sons. Pp750Mas, J. F., 1999. Monitoring land cover changes; a comparison of change detection techniques .int. j. remote sensing, 1999, Vol. 20, No. 1, pp. 139-152.
13. Obasi, G. O. P., 1994, WMO's Role in the international decade for natural disaster reduction", Bull. Amer. Meteor. Soc., Vol. 75, pp. 1655-1661.
14. Rahimzadeh Bajgiran, P., Darvishsefat, A. A., Khalili, A. and Makhdoum, M. F., 2008, Using AVHRR-based vegetation indices for drought monitoring in the Northwest of Iran, Journal of Arid Environments, Vol. 72, pp. 1086-1096.
15. Seiler, R. A., Kogan, F., and Wei, G., 2000, Monitoring weather impact and crop yield from NOAA AVHRR data in Argentina, Advances in space research, Vol. 26, No. 7, pp. 1177-1185.
16. Singh, R. P., Sudipa, R. and Kogan, F. 2003, Vegetation and temperature condition indices from NOAA AVHRR data for drought monitoring over India, International Journal of Remote Sensing, Vol. 24, No. 22, pp. 4393-4402.
17. Vogt, J. V., Viau, A. A., Beaudin, I., Niemeyer, S., and Somma, F., 1998, Drought monitoring from space using empirical indices and physical indicators, proceeding international symposium on 'Satellite-based observation: A tool for the study of the Mediterranean basin', 23-27 November, Tunis, Tunisia.
18. Wardlow, B., 2009, The Future of Remote Sensing Applications for Drought Monitoring, Inter-Regional Workshop on Indices and Early Warning Systems for Drought, Lincoln, NE, December 10, 2009.
19. Watson, R. T., Zinyowera, M. C., Moss, R. H. and Dokken, D. J. (eds), 1997, The regional impacts of climate of climate change: An assessment of vulnerability, Intergovernmental panel on climate change (IPCC), Working Group II, Special Report, November 1997.
20. Wilhite. D. A., 1986, Drought poling in U.S and Australia, A comparative analysis, Water resources Bulletin, Vol. 22, pp. 425-438.
21. Willhite, D. A., 1987, The role of government in planning for drought: Where do we go from here, in D.A. Willhite and W.E. Easterling(eds), Planning for Drought: Toward a Reduction of societal", Vulnerability, Boulder, Co: westview press.