



جغرافیا و روابط انسانی، پاییز ۱۴۰۰، دوره ۴، شماره ۲، صص ۴۸۷-۴۶۶

تحلیل روند خشکسالی کشاورزی و روش های سازگاری با آن (نمونه موردی: شهرستان شبستر)

مجتبی دنیائی داریان*^۱، وحید ریاحی^۲

۱- دانشگاه خوارزمی/دانشکده علوم جغرافیایی/جغرافیا و برنامه ریزی روستایی/تهران/ایران/

۲- دانشگاه خوارزمی/دانشکده علوم جغرافیایی/جغرافیا و برنامه ریزی روستایی/تهران/ایران/

mojtaba.donyaee@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۲۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۶

چکیده

خشکسالی، یکی از بلاهای طبیعی است که ممکن است در هر اقلیمی رخ دهد. در دهه های اخیر، کشور ایران به طور پیاپی تحت تأثیر خشکسالی های شدید و گسترده قرار داشته و آثار زیانباری بر بخش های مختلف اقتصادی از جمله بخش کشاورزی، محیط زیست و منابع آب کشور تحمیل کرده است. امروزه برای شناسایی و تحلیل خشکسالی های کشاورزی از شاخص های پوشش گیاهی که به کمک فن آوری سنجش از دور بدست می آیند، استفاده میشود. بر این اساس هدف از این پژوهش، بررسی خشکسالی با شاخص های پوشش گیاهی *WSVI VHI*، *VDI*، *TCI*، *VCI* در منطقه مورد مطالعه می باشد. این عمل با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ در بازه زمانی ۲۰۱۳ الی ۲۰۲۰ انجام گرفته است. که نتایج نشان داد وضعیت خشکسالی در دهستان چهرگان در وضعیت مناسبی قرار ندارد و در بین دهستان های مطالعه شده دهستان گونی مرکزی در شرایط بهتری از نظر خشکسالی پوشش گیاهی را دارا است. همچنین با استفاده از نظرات کارشناسان و با استفاده از روش وزن دهی *AHP* راهکارهای زراعی و زیرساختی برای منطقه مورد مطالعه مورد ارزیابی قرار گرفت که در راهکارهای زراعی معیار بهبود راندمان آب بیشترین امتیاز را به خود اختصاص داد همچنین طبق نظر کارشناسان برای راهکارهای زیرساختی معیار، توسعه استانداردهای زندگی روستایی بیشترین امتیاز را کسب کرد.

کلیدواژگان

خشکسالی، ساگاری، اقتصاد روستایی، کشاورزی، سنجش از دور



مقدمه

خشکسالی کشاورزی یکی از مهمترین جنبه های خشکسالی به شمار می آید. تعریفی خوب از خشکسالی کشاورزی آن است که بتواند حساسیت های تغییر گیاهان زراعی را در طی مراحل نمو گیاه از سبز شدن تا بلوغ لحاظ نماید. کمبود رطوبت در لایه های فوقانی خاک به هنگام کاشت می تواند باعث تاخیر جوانه زنی شود که موجب کاهش تراکم بوته در هکتار و نقصان عملکرد نهایی شود. چنانچه رطوبت خاک فوقانی برای نیازهای مراحل اولیه رشد کافی باشد، کمبودهای رطوبتی در لایه های زیرین خاک در صورت تامین نیازهای آبی گیاه به وسیله بارندگی یا آبیاری بر عملکرد نهایی گیاه تاثیر نخواهد داشت (امیدوار، ۱۳۹۲: ۸۱). به طور کلی خشکسالی زراعی به عدم وجود آب مورد نیاز گیاه در خاک تعریف می شود (اوزی، ۱۳۹۳: ۹۷).

در سال های اخیر، بحران آب، یکی از مهم ترین مسائل زیست محیطی ایران بوده و در مرکز توجه دولت و گروه های مختلف اجتماعی قرار گرفته است (فتاحی و بهروزی، ۱۳۹۶: ۲۹۹). در چند دهه اخیر با وقوع خشکسالی های پی در پی (Werkheiser and PISO, 2015: 508)، رشد روزافزون جمعیت و تقاضای بیش از حد برای محصولات کشاورزی، تعادل بین دو بخش مدیریتی عرضه و تقاضا برای مصرف آب به هم خورده است (teisman et al, 2013: 11). جوامع روستایی و کشاورزی، اولین جوامعی هستند که بیشترین زیان را از آن متحمل میشوند (سلامت، ۱۳۸۰: ۹۷) به طوریکه طی ده سال گذشته، خسارت ناشی از خشکسالی در بخش کشاورزی ایران، بیش از ۲۳۱ هزار میلیارد ریال گزارش شده است (وزارت جهاد کشاورزی، ۱۳۸۶). اقتصاد روستایی اتکای قابل توجهی به فعالیت های کشاورزی دارد، بنابراین شعاع تاثیر پدیده ی خشکسالی در مناطق روستایی، بیش از نقاط دیگر بوده و پیامدهای خشکسالی در این مناطق بیشتر از مناطق شهری است؛ چراکه یکی از منابع اصلی تأمین غذای خانوارهای روستایی، روش خود مصرفی تولیدات زراعی، باغی و دامی است (صالح و مختاری، ۱۳۸۶: ۱۰۵). خشکسالی میتواند آثار اقتصادی اجتماعی را در بخش کشاورزی و روستا که کانون تولید هستند، به همراه داشته باشد. یکی از مهمترین آثار خشکسالی بر بخش کشاورزی، کاهش عملکرد محصولات کشاورزی و در پی آن، کاهش تولید است. بنابراین، خشکسالی، نه تنها بر اقتصاد خانوارهای روستایی تأثیر میگذارد، بلکه آثار اجتماعی جدی مانند مهاجرت و ایجاد پدیده ی حاشیه نشینی را به همراه دارد. به همین دلیل، مدیریت خشکسالی اصلی مهم و ضروری شمرده میشود. از سوی دیگر، یکی از ابزارهای مدیریت خشکسالی آگاهی از چگونگی یا درجه ی به کارگیری عملیات مقابله با خشکسالی کشاورزان است (دریجانی و همکاران، ۱۳۸۹: ۸۹) بنابراین گام اول در مدیریت ریسک خشکسالی شناسایی دقیق مناطق آسیب پذیر می باشد. هدف پژوهش حاضر این است که ابتدا مشخص کند میزان خشکسالی در هر یک

از شاخص های پوشش گیاهی (زراعی و باغی) به چه میزان است و سپس به ارزیابی راهکارهای مقابله با خشکسالی در دهستان های گونی مرکزی، گونی غربی و چهرگان بپردازد.

مبانی نظری

پدیده خشکسالی از سابقه بسیار دیرینه ای برخوردار است و از زمان حیات بشری وجود داشته است. امروزه اثرات ناشی از گرم شدن کره زمین و تغییرات اقلیمی ناشی از بهره برداری نادرست و نابجای بشر به یکی از دغدغه های مهم بشر تبدیل شده است و در واقع مزید بر علل پیشین بروز خشکسالی گردیده است (حسینی، ۱۳۹۰: ۱۸۵). و با دیگر حوادث طبیعی از قبیل سیل، طوفان و زلزله تفاوت هایی دارد. عمده این تفاوت ها در تأثیر تدریجی خشکسالی طی یک دوره نسبتاً طولانی، عدم امکان تعیین دقیق زمان شروع و خاتمه و وسعت جغرافیایی تأثیر آن میباشد (پیری، ۱۳۹۲: ۹۷). تأثیرات مستقیم خشکسالی اغلب مربوط به مشخصه های اقلیمی و آب و هوایی و اکولوژیکی اند، در حالی که، تأثیرات غیر مستقیم خشکسالی که وسیعتر و نامحسوس تر هستند، مربوط به آسیب های اقتصادی و اجتماعی آن میشوند که به علت ماهیت و ویژگی های آن به سختی میتوان کمیت آنها را تشخیص داد (*walker and thers, 1996:8*) در واقع به دلیل ارتباط تنگاتنگ روستا و کشاورزی، پیامدهای منفی خشکسالی طی چند سال بر اقتصاد روستایی و کشاورزی نمایان میشود و تداوم آن موجب تغییر کارکرد و مهاجرت های روستایی میگردد (محمدی و حکیم دوست، ۱۳۸۸). خشکسالی در سطح جهانی هنوز به عنوان یک ریسک پنهان شناخته میشود و در سطح محلی نیز تأثیرات اجتماعی و اقتصادی آن به شکل نامتناسبی خانواده های فقیر روستایی را مورد هدف قرار میدهد (*willhite et al, 1985*). هر چند وقوع مکرر خشکسالی موجب شده که این بحران، برای کشاورزان به عنوان یک پدیده جدید مطرح نباشد، اما پیچیدگی عوامل زمینه ساز و درهم تنیدگی پیامدهای منفی ناشی از خشکسالی، این پدیده را به یکی از دغدغه های اصلی کشاورزان ساکن در مناطق درای شرایط بحرانی، تبدیل نموده است (*campbell et al, 2011*)

ایران به دلیل قرارگیری در کمربند خشکسالی و مجاورت با پرفشار جنب حاره های دارای اقلیم خشک و نیمه خشک می باشد در نتیجه در اکثر سالها دچار خشکسالی شدید شده است (پاپلی یزدی، ۱۳۷۶: ۱۸۶) به گونه ای که از نظر وسعت و میزان خسارت، در طی ۱۱ سال اخیر بی سابقه بوده و با ایجاد سرمای بی سابقه و کمبود بارش در اغلب نقاط باعث عدم رشد کافی گیاهان و متضرر شدن اقتصاد روستاییان شده است (باقری، ۱۳۹۱: ۱۱۵). خشکسالی دارای پیامدهای گسترده و دراز مدتی می باشد و بر تمام جوانب زندگی انسان اثر میگذارد (*sabet-rafter, 1999*). در

^۱ شاخص وضعیت گیاه، شاخص سلامت گیاه، شاخص خشکسالی پوشش گیاهی، شاخص دمای سطح زمین و شاخص تامین آب پوشش گیاهی

جوامعی که اقتصاد آنها مبتنی بر کشاورزی است، تأثیرات مستقیم یا دسته اول خشکسالی به صورت کاهش تولید مواد غذایی به دلیلی کاهش سطح زیرکشت، کاهش عملیات داشت و برداشت است. بر این اساس میتوان استنباط کرد که خشکسالی تهدیدی بزرگ برای خانوارها و جوامعی است که برای امرار معاش به بخش کشاورزی وابسته اند (campball,2011:146) پیامدهای خشکسالی میتواند به بی ثباتی معیشت روستایی بیانجامد (speranaza,2008:220) چرا که سانحه طبیعی از حیث کاهش تولیدات کشاورزی، رنج و سختی برای کشاورزان به شمار میرود (downing & bakker,1998:3) بنابراین شناسایی مناطقی که دچار خشکسالی زراعی هستند با کمترین زمان و هزینه اولین قدم در راستای مدیریت ریسک بحران است.

شاخص های پوشش گیاهی به عنوان یکی از مهم ترین معیارها برای نقشه برداری زمین های کشاورزی، بررسی بارش تخمین اثرات آب و هوایی محاسبه میزان بازدهی محصول و فناوری چراگاه شرایط خشکسالی و تعیین مقدار توان گیاهان مطرح شده است (دابرووسکا و همکاران، ۲۰۰۲). یکی از این شاخص ها شاخص $NDVI^2$ است (جن سن ، ۱۹۹۶) که نخستین بار توسط تکر به عنوان شاخص سلامت تراکم پوشش گیاهی مطرح شد. (تکر، ۱۹۷۹). در سال های اخیر قابلیت های تصاویر ماهواره ای و شاخص های پوشش گیاهی به خصوص $NDVI$ بیشتر مورد توجه محققان و سازمان ها بوده است که چند نمونه از این تحقیق ها در ذیل آورده شده است. رحیم زاده و همکاران در سال ۲۰۰۸ از شاخص های $NDVI$ و VCI^3 برای بررسی خشکسالی در شمال غرب ایران بهره گرفت. در این تحقیق، از داده های هفت روزه سنجنده $AVHRR$ استفاده شد. برای مقایسه صحت نتایج شاخص های ماهواره ای، نتایج با بارندگی تجمعی سه ماهه که بیشترین همبستگی را با نتایج نشان می دهد، استفاده شد علی رغم اینکه انتظار می رود شاخص VCI خشکسالی را بهتر نشان دهد، از همبستگی پایین تری با میزان بارش برخوردار بوده و $NDVI$ به عنوان نمایانگر بهتر در این تحقیق معرفی شده است. SON و همکاران (۲۰۱۲) در پژوهش خود شاخص جدیدی به نام VDI^4 را برای پایش خشکسالی کشاورزی پیشنهاد دادند. این شاخص از جایگزینی $NDVI$ و LST^5 با شاخص اختلاف آب نرمال شده $NDWI$ و تفاوت تضاد شبانه روز به دست می آید. $Sharful$ و همکاران (۲۰۱۳) به ارزیابی آسیب پذیری خشکسالی در شمال غرب بنگلادش با استفاده از تصاویر $NDVI$ و LST سنجنده $MODIS$ پرداختند. آنها پس از محاسبه شاخص VCI از $NDVI$ ، شاخص TCI از LST ، شاخص VHI^1 را برای سال های ۲۰۰۰، ۲۰۰۸ و ۲۰۱۴ محاسبه کردند. نتایج نشان داد که شاخص VHI برای تعیین مناطق تحت تأثیر خشکسالی شاخص مناسبی

1. Normalized difference vegetation index

2. Vegetation condition index

3. Vegetation drought index

4. Land surface temperature

5. Vegetatin health index

است. ری و همکاران (۲۰۱۰) به بررسی عملکرد شاخص های $NDVI$ ، VCI ، VHI ، $NDWI$ ، $NMDI$ ، NDI و $SDCI$ در پایش خشکسالی چهار ایالت از ایالت متحده آمریکا با استفاده از تصاویر سنجنده ی $MODIS$ و $TRMM$ پرداختند. نتایج بیان می کند که شاخص $SDCI$ نسبت به سایر شاخص های ارائه شده در تعیین شرایط خشکسالی مؤثرتر است. روسویتارتی و همکاران (۲۰۱۰) به برآورد خشکسالی در جزیره ی جاوای اندونزی پرداختند. آنها برای این کار از تصاویر $MODIS$ برای شاخص EVI و دمای سطح زمین LST استفاده کردند. شاخص VHI با استفاده از VCI و TCI به دست آمده است و در آخر با استفاده از نقشه ی VHI سلامت پوشش گیاهی در جزیره ی جاوا به دست آمده است. لئو و همکاران (۱۹۹۶) در تحقیقی به بررسی ارتباط میان مجموع بارندگی ماهانه و شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی ($NDVI$) ماهانه پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که ترکیب شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی ($NDVI$) و دما سطح زمین (LST) درک بهتری از وقوع خشکسالی از طریق ارتباط بینابینیشان با الگوهای خشکسالی سطحی را فراهم مینماید.

مزیدی و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی خشکسالی و ترسالی ایستگاه هواشناسی اصفهان با استفاده از شاخص spi پرداختند نتایج این مطالعه نشان داد که خشکسالی های ملایم یعنی وضعیت نرمال رو به خشکسالی سهم بیشتری را نسبت به سایر خشکسالی ها به خود اختصاص میدهد به طور کلی بر اساس شاخص spi استان اصفهان رویدادهای خشکسالی بیشتری را در مقایسه با ترسالی تجربه کرده است و اقلیم آن تمایل بیشتری برای گذر از حالت نرمال به حالت خشک داشته است.

پرویز و همکاران (۱۳۹۰) به بررسی عملکرد شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاهی ($NDVI$) و شاخص وضعیت دمایی (TCI) در پایش خشکسالی در حوزه آبریز سفیدرود با استفاده از تصاویر سنجنده $MODIS$ پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که شاخص وضعیت دمایی (TCI) نسبت به شاخص نرمال شده تفاضل پوشش گیاه ($NDVI$) در تعیین شرایط خشکسالی مؤثرتر است. سلطانی و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیقی به پایش خشکسالی کشاورزی شهرستان کرمانشاه با استفاده از تصاویر لندست پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد تصاویر لندست و شاخص های ساخته شده مانند شاخص وضعیت گیاه (VCI)، شاخص وضعیت دمایی (TCI)، و شاخص سلامت پوشش گیاهی (VHI) دارای قابلیت لازم برای پایش خشکسالی می باشند.

در پژوهشی در زمینه راهکارهای سازگاری با تغییرات اقلیمی نتایج نشان داد مهم ترین راهکارهای سازگاری شامل افزایش دوره های ترویجی، توان مهارتی، اعتبارات و تسهیلات و آموزش روش های سازگاری است (Harvey

et al., 2014: 12; Singh et al., 2017:41; Tripathi and Mishra, 2017: 195).

در مطالعه ای دیگر، مهم ترین راهکارهای سازگاری عبارت اند از: ایجاد تغییر در دانش، نگرش، ظرفیت مقاومت و مهارت افراد کشاورز (Ozar & Nnaji , ۲۰۱۱: ۴۲)

یافته های پژوهشی با عنوان عوامل تأثیرگذار بر سازگاری نشان داد دارایی های فیزیکی (ساختمان ها و محتویات) و متغیرهای روانی (دانش، مهارت ها و توانایی ها)، اجتماعی (یکپارچگی جامعه)، اقتصادی (صرفه جویی مالی و منابع سیاسی (نفوذ سیاست های عمومی)، مهم ترین راهکارهای سازگاری اند (Lindel, ۲۰۱۳: ۷۹۷)

در پژوهشی در زمینه راهکارهای کاهش آسیب پذیری در برابر تغییرات اقلیمی نتایج نشان داد ویژگی های فردی و توانایی محافظت افراد در برابر خطر با مکانیسم های اجتماعی ساختارها و نهادهای دولتی از راهکارهای کاهش آسیب پذیری در برابر تغییرات اقلیمی است (Storeng et al., ۲۰۱۳: ۵۶۲)

در مطالعه ای دیگر در این زمینه به این نتیجه رسیدند که عوامل فردی، اجتماعی، اقتصادی، زراعی و آموزشی، از مهم ترین راهکارهای کاهش آسیب پذیری اند (, ۲۰۰۹: ۳۳; Cheng and Tao, ۲۰۱۰; Eriksen and Silva ۲۰۱۶; Keshavarz and Karami, 2013: 415)

در مطالعه ای در زمینه راهکارهای توانمندسازی کشاورزان در مقابله با تغییر اقلیم در کشور غنا نتایج نشان داد دانش و آگاهی کشاورزان از نوآوری های در دسترس، دسترسی به منابع و خدمات مالی و اعتباری، شبکه های اجتماعی نهادها، درآمد خانوار، در دسترس بودن نوآوری تکنولوژی) و تعداد افراد خانوار، مهم ترین راهکارها بودند (۴۷۱) (Asante, ۲۰۱۱).

دریافته ی دیگر در کشور آفریقا نتایج نشان داد عوامل فنی مانند دسترسی به منابع آبی، استفاده از ارقام مقاوم به خشکی، فناوری های کشاورزی، روش آبیاری، نوع کاشت، عملیات خاک ورزی، نوع محصول، کشت جایگزین و... بر میزان آسیب پذیری کشاورزان در برابر خشکسالی تأثیر گذار است (Shewmake, ۲۰۰۸: ۸۵۶)

همچنین در مطالعه ای در کشور آفریقای جنوبی نتایج نشان داد فروش دام، قرض گرفتن از خویشاوندان، دریافت وام، مهاجرت، جست و جوی کارهای غیر کشاورزی و کاهش مصرف غذایی، به منزله راهکارهای سازگاری در بین خانوارهای کشاورز مطرح بوده اند (Shewmake, ۲۰۰۸: ۸۵۶) پژوهشی دیگر حاکی است متنوع سازی محصول، تغییر تقویم زراعی، به تعویق انداختن کشت، فروش دام، مهاجرت و اصلاح شیوه های آبیاری، مهم ترین راهکارهای سازگاری بوده اند (t; 1434: 2010., al et Vento et al., 2017: 672; Le Dang et al., 2014: 385)

روش پژوهش

برای بررسی خشکسالی زراعی با استفاده از فناوری سنجش از دور در بازه زمانی ۲۰۱۳ الی ۲۰۲۰ از تصاویر لندست ۸ استفاده شده است. برای این کار بعد از استخراج تصاویر از منابع معتبر به پیش پردازش تصاویر ماهواره ای پرداخته شد، مرحله پیش پردازش تصاویر شامل تصحیحات رادیومتریکی و اتمسفری می باشد که این اعمال را با نرم افزار *ENVI* انجام گرفته است در مرحله بعد اقدام به برش تصویر با مرز مورد مطالعه صورت گرفت و در نهایت فرمول های شاخص های پوشش گیاهی را بر تصاویر با استفاده از نرم افزار *ARCGIS10.8* اعمال شد. همچنین برای تهیه نقشه کاربری اراضی از تصاویر لندست ۸ و پروداکت کاربری اراضی مادیس در گوگل ارث انجین تهیه شده است. همچنین برای وزن دهی و ارزیابی راهکارهای مقابله با خشکسالی از نظرات کارشناسان استفاده شد که با روش *AHP* ارزیابی راهکارها انجام شد. مزیت این مطالعه نسبت به سایر مطالعه ای انجام شده در این است که در این مطالعه هم به بررسی شاخص های خشکسالی زراعی پرداخته شده و در کنارش بررسی راهکارهای سازگاری با این پدیده نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است.

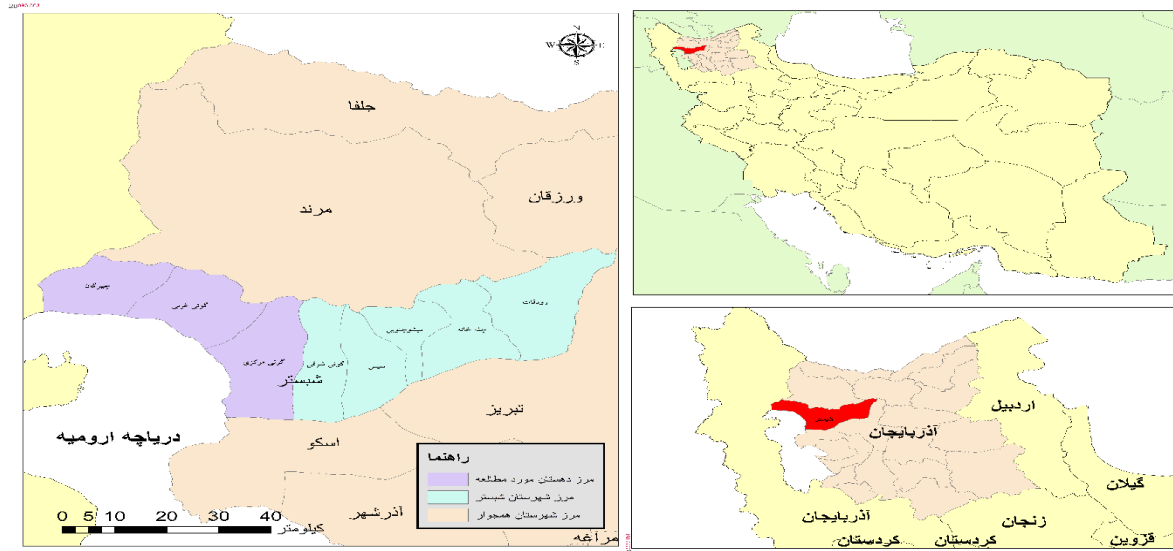
جدول ۱. مشخصات تصاویر اخذ شده

سال	تاریخ تصویر استفاده شده
۲۰۱۳	۲۰۱۳/۶/۱۵
۲۰۱۴	۲۰۱۴/۶/۱۷
۲۰۱۵	۲۰۱۵/۶/۲۱
۲۰۱۶	۲۰۱۶/۶/۱۰
۲۰۱۷	۲۰۱۷/۶/۲۶
۲۰۱۸	۲۰۱۸/۶/۲۹
۲۰۱۹	۲۰۱۹/۷/۱
۲۰۲۰	۲۰۲۰/۷/۵

معرفی منطقه مورد مطالعه

شهرستان شبستر در شمال شرقی استان آذربایجان شرقی با وسعت ۶۹,۲۶۲۹ کیلومتر مربع، ۷۸,۵ درصد از مساحت استان را به خود اختصاص داده است. این شهرستان در طول شرقی ۴۵ درجه و ۵ دقیقه الی ۴۶ درجه و ۲۰ دقیقه و

عرض شمالی ۳۸ درجه و ۲۸ دقیقه قرار گرفته است و از طرف شرق با شهرستانهای ورزقان و تبریز و از طرف غرب با استان آذربایجان غربی و از طرف شمال با شهرستان مرند و از طرف جنوب با شهرستان اسکو همجوار است.



شکل ۱ نقشه موقعیت شهرستان شیبستر و دهستان های مورد مطالعه

جدول ۲. تقسیمات کشوری و تعداد آبادی های شهرستان شیبستر

شهرستان	بخش	شهر	دهستان	آبادی دارای سکنه	آبادی خالی از سکنه
شیبستر	بخش تسوج	تسوج	چهرگان	۷۶	۸۱
				۱۵	۱۶
				۷	۷
	بخش صوفیان	صوفیان	گونی غربی	۸	۹
				۱۰	۱۲
				۱۹	۲۰
	بخش مرکزی	خامنه-سیس-شرفخانه-شندآباد-کوزکنان-ایقان	میشو جنوبی	۱۰	۱۰
				۱۰	۱۲
				۵	۶
				۷	۷

منبع: مرکز آمار ایران، سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۹۵

جدول ۳. ویژگی های جمعیتی روستاهای شهرستان شبستر

سن	مرد	زن	نسبت جنسی
جمع	۳۲۳۶۲	۳۲۰۹۰	۱۰۰.۸۴
کمتر از یکسال	۵۲۷	۴۴۰	۱۱۹.۷۲
۱-۵ ساله	۲۵۲۵	۲۵۱۶	۱۰۰.۳۵
۶-۱۰ ساله	۲۴۰۰	۲۴۱۸	۹۹.۲۵
۱۱-۱۴ ساله	۱۷۶۴	۱۷۰۳	۱۰۳.۵۸
۱۵-۲۴ ساله	۴۳۹۶	۳۶۵۹	۱۲۰.۱۴
۲۵-۶۴ ساله	۱۷۰۹۸	۱۷۳۳۷	۹۸.۶۲
۶۵ و بیشتر	۳۶۵۲	۴۰۱۷	۹۰.۹۱

منبع: مرکز آمار ایران، سرشماری عموم و نفوس مسکن ۱۳۹۵

بر اساس نتایج سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۹۵، جمعیت این شهرستان ۱۳۵۴۲۱ نفر (رتبه هفتم استان) میباشد که ۷۰۹۶۹ نفر (۴۱،۵۲ درصد) آن در نقاط شهری و ۶۴۴۵۲ نفر (۵۹،۴۷ درصد) آن در نقاط روستایی ساکن میباشد. همچنین تعداد مردان ۶۸۰۵۰ نفر و تعداد زنان ۶۷۳۷۱ نفر میباشد. بر این اساس نسبت جنسی این شهرستان ۱۰۱،۱۰۱ میباشد. به عبارت دیگر در مقابل هر ۱۰۰ نفر زن ۱۰۱ نفر مرد میباشد. نسبت جنسی نقاط شهری و روستایی به ترتیب ۱۸،۱۰۱ و ۸۴،۱۰۰ میباشد. این شهرستان دارای ۴۳۹۸۲ خانوار بوده که از این تعداد ۲۲۹۱۴ خانوار شهری و ۲۱۰۶۸ خانوار روستایی و بعد خانوار ۰۸،۳ میباشد. نرخ باسوادی این شهرستان ۹۸،۸۲ میباشد که رتبه ششم استانی را به خود اختصاص داده است. این رقم در مناطق شهری ۳۹،۸۷ و در مناطق روستایی ۱۲،۷۸ میباشد. در سالهای ۱۳۹۵-۱۳۹۰ تعداد ۶۵۸۳ نفر به این شهرستان مهاجرت کردهاند. که به لحاظ مهاجر پذیری رتبه پنجم استانی را دارا میباشد. ۳۹،۶۹ درصد از این مهاجرتها به مناطق شهری و ۶۱،۳۰ درصد نیز به مناطق روستایی صورت گرفته است. بر اساس نتایج سرشماری سال ۱۳۹۵ به تعداد ۶۴۴۵۲ نفر در مناطق روستایی زندگی میکنند. این تعداد ۵۹،۴۷ درصد از جمعیت شهرستان شبستر را به خود اختصاص داده است. تعداد مردان ۳۲۳۶۲ نفر و تعداد زنان ۳۲۰۹۰ نفر میباشد. بر این اساس نسبت جنسی در مناطق روستایی ۸۴،۱۰۰ میباشد

۵،۴۲ درصد (۲۷۶۸۳ نفر) از جمعیت روستایی در بخش صوفیان و ۴۹،۳۹ درصد (۲۵۴۴۹ نفر) در بخش مرکزی و ۵۶،۱۷ درصد (۱۱۳۲۰ نفر) در بخش تسوج ساکن هستند. دهستان گونی غربی ۱۲،۹۴ درصد (۸۸۳۹ نفر)، دهستان گونی مرکزی ۱۵،۷۳ درصد (۱۰۱۳۶ نفر)، دهستان چهرگان ۴،۶۳ درصد (۲۹۸۱ نفر) از جمعیت روستایی این شهرستان را در خود جای داده اند. چهرگان با ۲۹۸۱ نفر جمعیت، کم جمعیت ترین دهستان این شهرستان میباشد.

بر اساس نتایج سرشماری ۱۳۹۵، از تعداد ۵۴۵۵۹ نفر جمعیت ۱۰ ساله و بیشتر روستایی شهرستان شبستر ۲۰۵۴۴ نفر شاغل بوده که ۷۳،۶۶ درصد از مردان ۱۰ ساله و بیشتر و ۴۰،۸ درصد از زنان ۱۰ ساله و بیشتر شاغل میباشند. همچنین ۸۷۳ نفر بیکار میباشند که ۵،۲ درصد مردان ۱۰ ساله و بیشتر و ۶۵،۰ درصد زنان ۱۰ ساله و بیشتر بیکار میباشند. دهستان چهرگان با ۳۲،۰۱ درصد، دهستان گونی غربی با ۳۶،۲۴ درصد و دهستان گونی مرکزی با ۳۷،۸۸ درصد سهم اشتغال را دارا می باشند

و کمترین سهم اشتغال به ترتیب مربوط به دهستان چهرگان با ۳۲،۰۱ درصد میباشند.

همچنین طبق سرشماری عمومی کشاورزی سال ۱۳۹۳ در شهرستان شبستر ۲۳۸۱۶ هکتار اراضی زراعی باغ و غلمستان را شامل می شده است که از این مقدار ۱۴۹۹۷ هکتار مربوط به زمین های زراعی و ۸۸۱۹ هکتار را باغ و غلمستان به خود اختصاص داده اند. همچنین زمین های آبی این شهرستان به مساحت ۱۹۵۷۷ هکتار می باشد که از این مقدار ۱۱۶۳۲ هکتار مساحت زمین های زراعی آبی و ۷۹۴۵ هکتار مساحت باغات و قلمستان های آبی را شامل می شود. مساحت کل زمین های دیم شهرستان شبستر ۴۲۳۹ هکتار در سال ۹۳ بوده است که از این مقدار ۳۳۶۵ هکتار زمین های زراعی دیم و ۸۷۴ هکتار باغ و قلمستان های دیم را شامل می شده است.

یافته های تحقیق

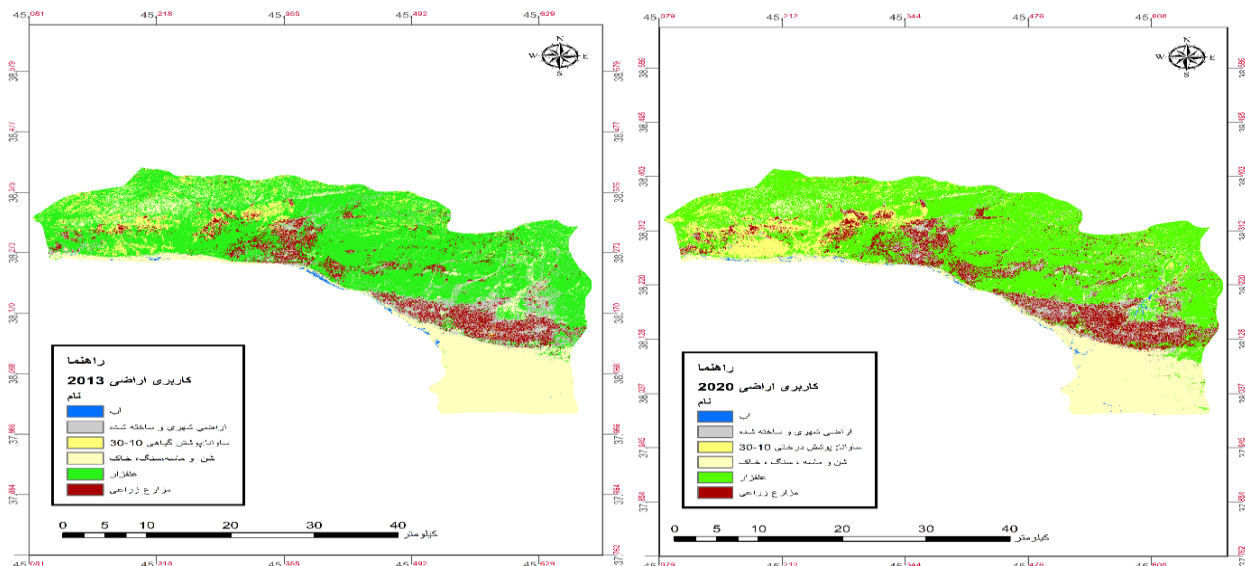
کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه در شهرستان شبستر

برای ارزیابی کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه (دهستان های گونی مرکزی، گونی غربی . چهرگان) از تصاویر لندست ۸ و پروداکت کاربری اراضی مادیس به صورت ترکیبی استفاده شده است که نتایج حاصله (جدول ۳) نشان می دهد در سال ۲۰۱۳ اراضی شهری و ساخته شده ۹۵،۳۲ کیلومتر مربع را به خود اختصاص داده است و در سال ۲۰۲۰ کاربری نام برده است ۸۷،۱۹ کیلومتر مربع را شامل می شده است. همچنین کاربری زراعی در سال ۲۰۱۳، ۹۳،۰۸ کیلومتر مربع را شامل می شده است که در سال ۲۰۲۰ به مقدار ۱۲۲،۳۷ کیلومتر مربع رسیده است

جدول ۴. مساحت کاربری های مختلف در شهرستان شبستر به کیلومتر مربع

سال	پوشش آب	ساوانا	علفزار	اراضی شهری و ساخته شده	شن و ماسه، سنگ و خاک	زراعی
۲۰۱۳	۲،۸۶	۷۳،۹۶	۵۹۳،۲۶	۹۵،۳۲	۲۴۱،۰۷	۹۳،۰۸
۲۰۲۰	۴،۱۷	۹۷،۰۴	۵۷۳،۸۲	۸۷،۱۹	۲۱۴،۹۵	۱۲۲،۳۷

منبع: تصاویر لندست ۸ و پروداکت کاربری اراضی سنجنده مادیس

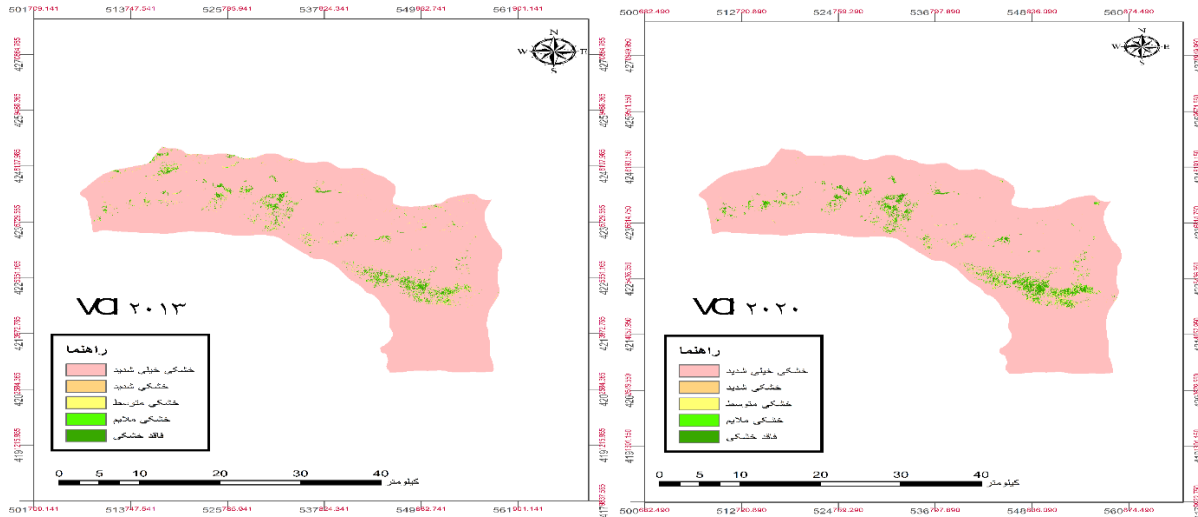


شکل ۲. نقشه کاربری اراضی منطقه مورد مطالعه شاخص پوشش گیاهی (VCI)

شاخص وضعیت گیاه (VCI) اولین بار توسط کوگان در سال ۱۹۹۷ (Kogan, ۱۹۹۷) برای حذف اثر تفاوت آب و هوایی و توپوگرافی از روی نتایج شاخص NDVI طراحی شده است. که طبق نتایج به دست آمده از این شاخص سال های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۸ میزان طبقه فاقد خشکی بسیار پایین بوده که نشان دهنده این است که در این دو سال خشکی وجود داشته است. و سال ۲۰۱۵ میزان مساحت طبقه فاقد خشکی بالاتر از سایر سال ها بوده که این امر نشان دهنده این است که در سال ۲۰۱۵ در این بازه هفت ساله شرایط بهتری از نظر خشکسالی کشاورزی داشته است.

جدول ۵. مساحت هر طبقه شاخص VCI در ناحیه مورد مطالعه به کیلومتر مربع

سال	خشکی خیلی شدید	خشکی شدید	خشکی متوسط	خشکی ملایم	فاقد خشکی
۲۰۱۳	۱۰۵۴,۲۹	۸,۶۲	۸,۴۶	۷,۶۸	۲۰,۵۴
۲۰۱۴	۱۰۸۴,۹۵	۲,۶۵	۲,۴۵	۲,۴۱	۷,۱۵
۲۰۱۵	۹۹۰,۵۱	۲۸,۱۴	۲۰,۵۹	۱۵,۰۷	۴۵,۲۷
۲۰۱۶	۱۰۶۲,۹۱	۵,۹۶	۶,۳۴	۶,۲۴	۱۸,۱۶
۲۰۱۷	۱۰۴۹,۱۹	۹,۰۷	۸,۹۷	۸,۶۴	۲۳,۷۴
۲۰۱۸	۱۰۹۲,۹۲	۱,۶۵	۱,۴۴	۱,۲۹	۲,۳۱
۲۰۱۹	۱۰۴۵,۴۸	۸,۲۸	۸,۶۴	۸,۶۰	۲۸,۵۶
۲۰۲۰	۱۰۴۲,۴۵	۹,۳۳	۹,۹۶	۹,۹۳	۲۷,۹۳

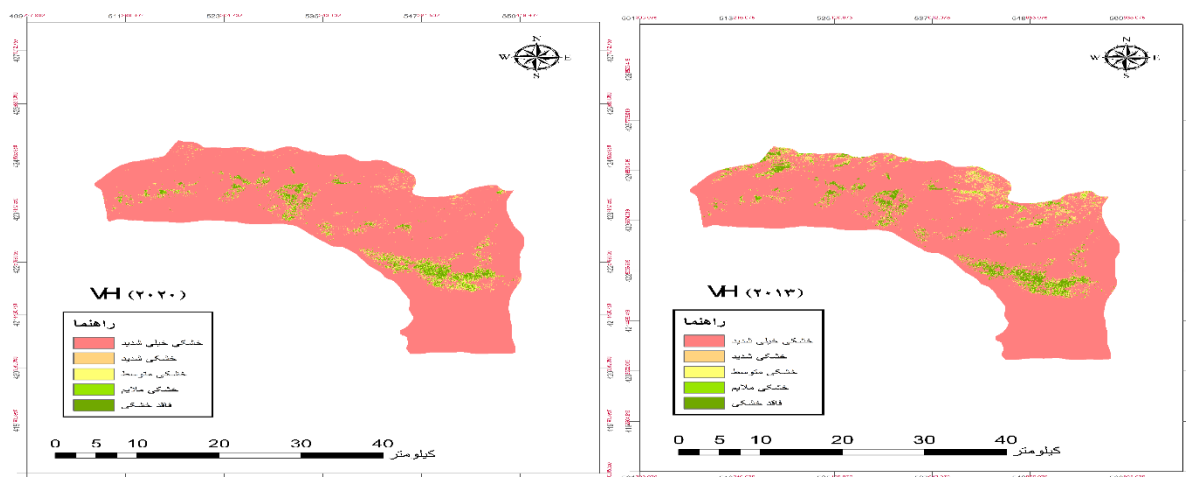


شکل ۳. نقشه شاخص VCI در سال های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰
شاخص سلامت پوشش گیاهی (Vegetation Health Index)

این شاخص از ترکیب شاخص وضعیت پوشش گیاهی و شاخص وضعیت دمایی محاسبه می شود. این شاخص اثرات ترکیبی پوشش گیاهی و درجه حرارات سطح زمین را در پایش خشکسالی نمایش می دهد. این شاخص دارای رویکرد شبه واقعی از ارزیابی خشکسالی کشاورزی است و هدف آن وارد کردن وضعیت رطوبت پوشش گیاهی و درجه حرارت سطح زمین در یک شاخص مجموع است. یافته های حاصل از این شاخص نشان می دهد در سال های ۲۰۱۴ و ۲۰۱۷ میزان طبقه خشکی خیلی شدید بیشتر از سایر سال ها بوده است همچنین در سال های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۹ میزان طبقه فاقد خشکی بیشتر از بقیه سالها بوده است (جدول ۴)

جدول ۶. مساحت هر طبقه شاخص VHI، در ناحیه مورد مطالعه به کیلومتر مربع

سال	خشکی خیلی شدید	خشکی شدید	خشکی متوسط	خشکی ملایم	فاقد خشکی
۲۰۱۳	۹۷۲,۴۳	۳۷,۵۴	۲۸,۰۳	۲۰,۰۱	۴۱,۵۷
۲۰۱۴	۱۰۷۴,۵۸	۶,۱۶	۵,۸۰	۵,۱۲	۷,۹۴
۲۰۱۵	۷۵۲,۴۱	۱۱۰,۴۶	۸۷,۷۵	۶۴,۲۵	۸۴,۶۹
۲۰۱۶	۱۰۲۶,۸۲	۱۳,۹۹۳	۲۳,۴۷	۳۰۸,۰۹	۳۵,۳۳
۲۰۱۷	۱۰۰۴,۸۵	۳۱,۱۲	۴۰۳,۸۰	۲۰,۳۴	۱۶,۸۳
۲۰۱۸	۱۰۷۸,۹۱	۴,۸۹	۴,۶۳	۴,۰۷	۷,۱۱
۲۰۱۹	۶۰۷,۱۶	۴,۰۱	۲۰۳,۵۳	۲۵۵,۰۳	۸۹,۰۷
۲۰۲۰	۱۰۱۳,۷۴	۲۲,۱۲	۱۸,۴۱	۱۸,۵۴	۲۶,۷۸



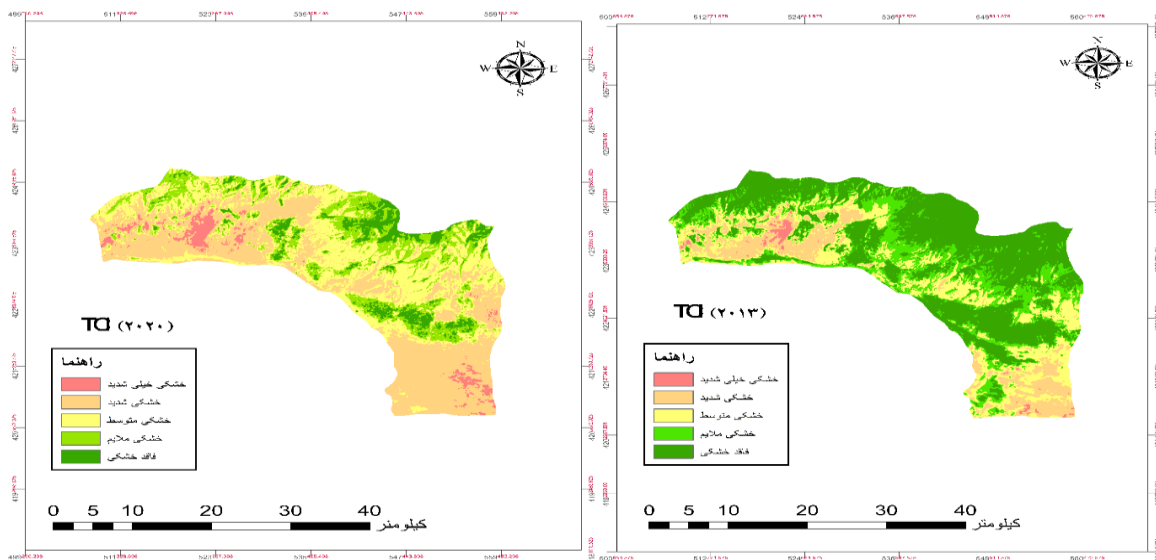
شکل ۴. نقشه شاخص *VHI* در سال های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰

دمای سطح زمین (*Land surface temperature*)

شاخص وضعیت دمایی (*TCI*) که از انعکاس باند حرارتی محاسبه میشود معمولاً برای تعیین دمای مرتبط با تنش پوشش گیاهی و همچنین تنش ناشی از رطوبت بیش از حد استفاده میشود. در این شاخص هرچه حرارت منطقه بیشتر باشد، میزان شدت خشکسالی نیز بیشتر است. مقادیر کم شاخص وضعیت دمایی (*TCI*) نشان دهنده ی هوای بسیار گرم در سال مورد نظر است. این شاخص در مجموع برای مشاهدات آب و هواشناسی، ارتباط بین حرارت سطحی و رطوبت روی زمین، تأثیرات ناحیه ای خشکسالی استفاده می شود. از این رو شاخص وضعیت دمایی (*TCI*) میتواند نقش مهمی در پایش خشکسالی ایفا کند. طبق یافته ها سال های ۲۰۱۹، ۲۰۱۸، ۲۰۱۷، ۲۰۱۶ کمترین میزان خشکی خیلی شدید در سطح منطقه مورد مطالعه داشته ایم و در سال ۲۰۲۰ بیشترین میزان خشکی خیلی شدید را در دهستان های مورد مطالعه تجربه شده است. (جدول ۵)

جدول ۷. مساحت هر طبقه در شاخص *TCI*، در ناحیه مورد مطالعه به کیلومتر مربع

سال	خشکی خیلی شدید	خشکی شدید	خشکی متوسط	خشکی ملایم	فاقد خشکی
۲۰۱۳	۱۰,۸۸	۱۴۸,۹۹	۲۳۳,۴۰	۲۲۸,۳۲	۴۷۷,۹۷
۲۰۱۴	۵۰,۵۹	۲۲۵,۳۰	۳۱۹,۵۳	۲۷۷,۲۵	۲۲۶,۸۶
۲۰۱۵	۱۳,۵۵	۱۴۷,۵۶	۳۴۰,۰۱	۲۰۴,۰۸	۳۹۴,۳۷
۲۰۱۶	۱,۱۱	۵۴,۳۱	۲۵۴,۶۵	۳۰۸,۰۹	۴۸۱,۳۷
۲۰۱۷	۷,۸۰	۱۹۹,۷۰	۴۰۳,۸۰	۲۹۶,۵۶	۱۹۱,۶۵
۲۰۱۸	۶,۷۶	۱۲۸,۱۳	۲۵۰,۳۴	۲۴۸,۲۸	۴۶۶,۰۳
۲۰۱۹	۴,۹۲	۱۲۵,۵۹	۳۰۵,۶۹	۲۵۵,۰۳	۴۰۸,۳۹
۲۰۲۰	۴۰,۷۹	۴۳۸,۰۱	۳۴۴,۴۵	۱۹۴,۰۴۶	۸۲,۲۵



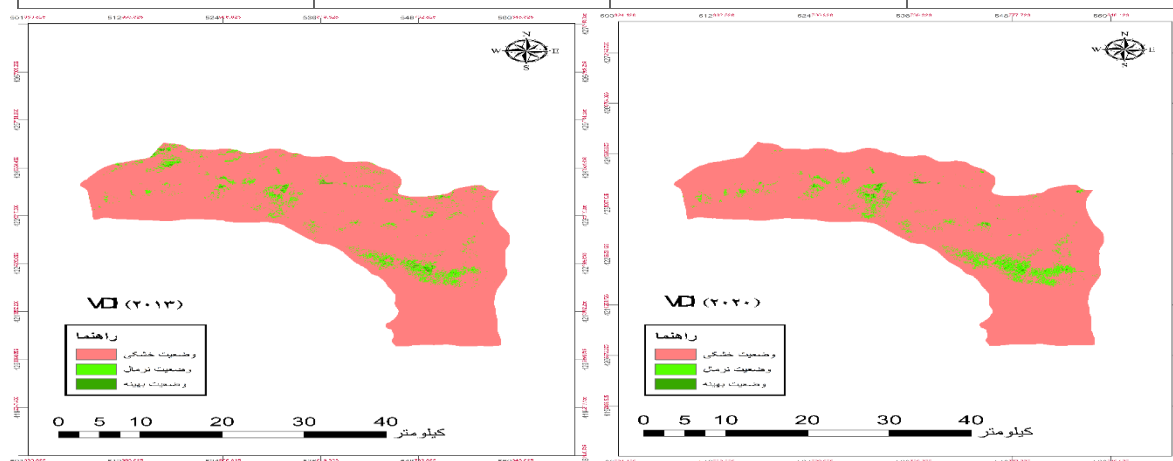
شکل ۵. نقشه شاخص *TCI* برای سال های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰

شاخص خشکسالی پوشش گیاهی (*Vegetation Drought Index*)

شاخص خشکی پوشش گیاهی (*VDI*) معمولاً برای بررسی خشکسالی استفاده می شود و همانند شاخص تأمین آب پوشش گیاهی (*WSVI*) این شاخص هم بر کم بودن آب گیاهان تأکید دارد. بررسی انجام گرفته حاکی از این است که مقدار بیشینه شاخص خشکی پوشش گیاهی (*VDI*) که در واقع نشان دهنده وضعیت بهینه است در سال های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۴ بهتر از سایر سال های دیگر بوده است. (جدول ۶)

جدول ۸. مساحت هر طبقه در شاخص *VDI*، در ناحیه مورد مطالعه به کیلومتر مربع

سال	خشکی	وضعیت بهینه	وضعیت نرمال
۲۰۱۳	۱۰۴۱,۶۱	۵۴,۱۸	۳,۸۱
۲۰۱۴	۱۰۸۵,۹۰	۱۳,۶۴	۹,۳۴
۲۰۱۵	۹۳۲,۹۳	۱۵۴,۳۴	۱۲,۳۲
۲۰۱۶	۱۰۶۱,۷۳	۳۱,۳۴	۶,۵۴
۲۰۱۷	۱۰۶۱,۵۷	۳۶,۹۸	۱,۰۷
۲۰۱۸	۱۰۶۴,۴۷۵	۳۱,۹۵	۳,۱۸
۲۰۱۹	۱۰۸۴,۹۴	۱۳,۵۱	۱,۱۷
۲۰۲۰	۱۰۴۱,۲۵	۵۵,۳۴	۳,۰۳



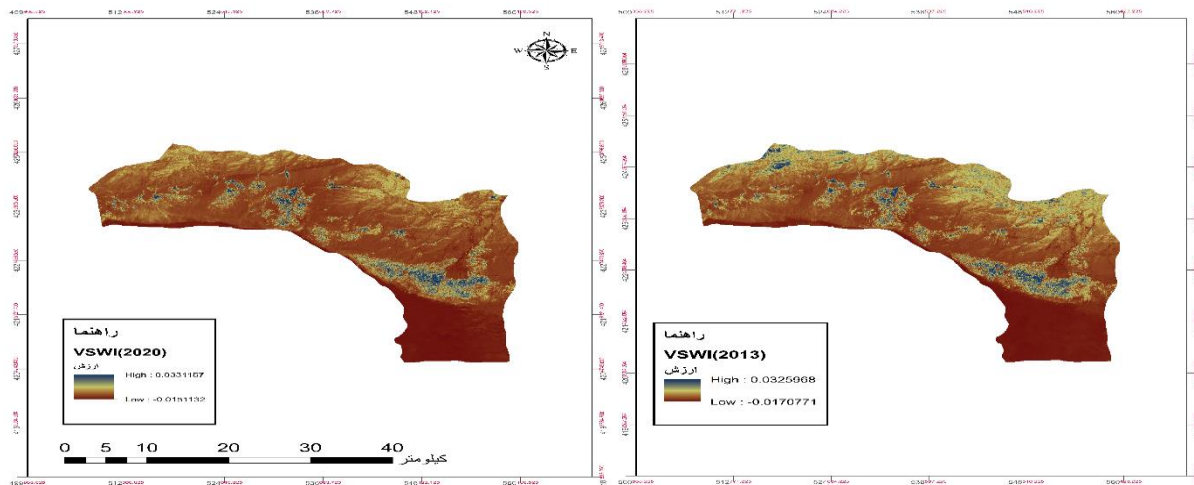
شکل ۶. نقشه شاخص *VDI* برای سال های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰

شاخص تأمین آب پوشش گیاهی (*WSVI*)

این شاخص منعکس کننده شرایط خشکسالی در منطقه است. با توجه به اینکه در این شاخص هرچه پوشش گیاهی کمتر باشد، مقدار دمای سطح زمین بالا رفته و در نتیجه مقدار شاخص تأمین آب پوشش گیاهی کاهش می یابد بنابراین مقادیر ارزش های پایین در این شاخص نشان دهنده وجود خشکسالی و مقادیر ارزشه ای بالا نشان دهنده عدم وجود خشکی در منطقه است. در سال های ۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ مقادیر این شاخص کاهش داشته است که نشان دهنده

¹. Water Supplying Vegetation Index

افزایش دما و کاهش پوشش گیاهی در منطقه است همچنین در سال ۲۰۱۴ مقدار این شاخص از سایر سال ها بیشتر بوده است که نشان دهنده پایین بودن دما و افزایش پوشش گیاهی است.



شکل ۷. نقشه شاخص *WSVI* برای سال های ۲۰۱۳ و ۲۰۲۰

ارزیابی راهکارهای سازگاری با خشکسالی

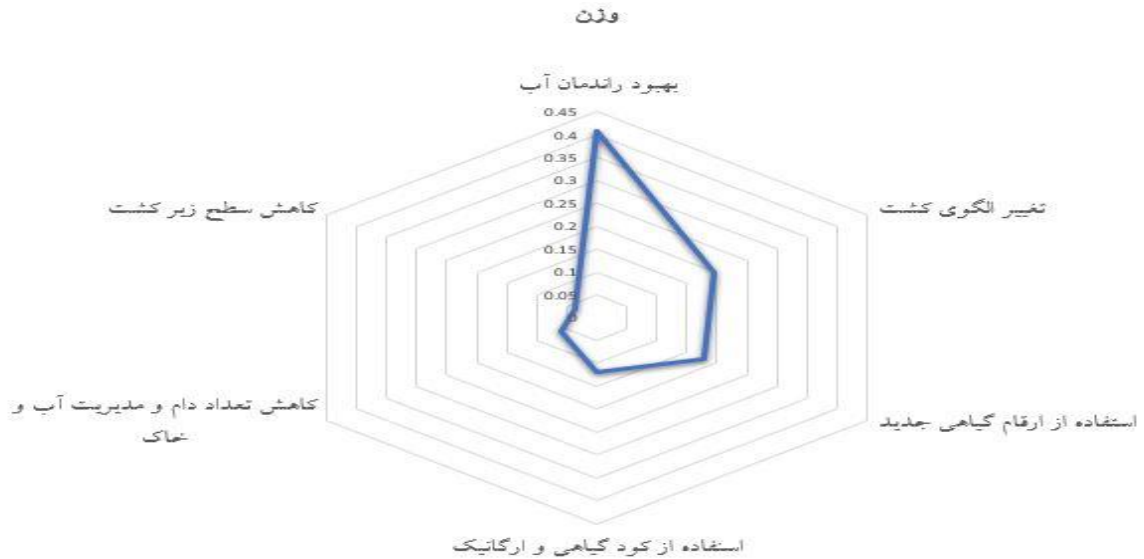
راهکارهای سازگاری با خشکسالی جنبه های مختلف از جمله راهکارهای اجتماعی- فرهنگی، اقتصادی، زراعی، زیرساختی و راهکارهای ترویجی و فنی را شامل می شود در این مطالعه دو راهکار زراعی و زیرساختی را مورد ارزیابی قرار گرفت برای انتخاب معیارها و امتیازدهی هر یک از نظر کارشناسان مربوطه استفاده شده است. لازم به ذکر است راهکارهای بررسی شده مطابق با نیازهای منطقه مورد مطالعه انتخاب شده است. و با روش دکتر ال ساعتی وزن دهی صورت گرفته است. طبق نظر کارشناسان که شامل کارشناسان جهاد کشاورزی و نخبگان دانشگاهی بوده است، مهمترین راهکار زراعی، بهبود راندمان آب یعنی کاهش میزان برداشت و دفعات آب بوده است و بعد از آن تغییر الگوی کشت مهمترین اقدامی است که در مقابله با خشکسالی باید صورت گیرد همچنین مهمترین راهکار زیرساختی، توسعه استانداردهای زندگی روستایی و ایجاد عدالت فضایی در نواحی روستایی است و بعد از آن بازسازی و بهینه سازی منابع آبی مهمترین راهکارها زیرساختی هستند که اینها باید در اولویت انجام قرار گیرند. (جدول ۸ و ۹)

جدول ۹. جدول معیارها و وزن های راهکارهای زراعی، یافته های تحقیق ۱۴۰۰

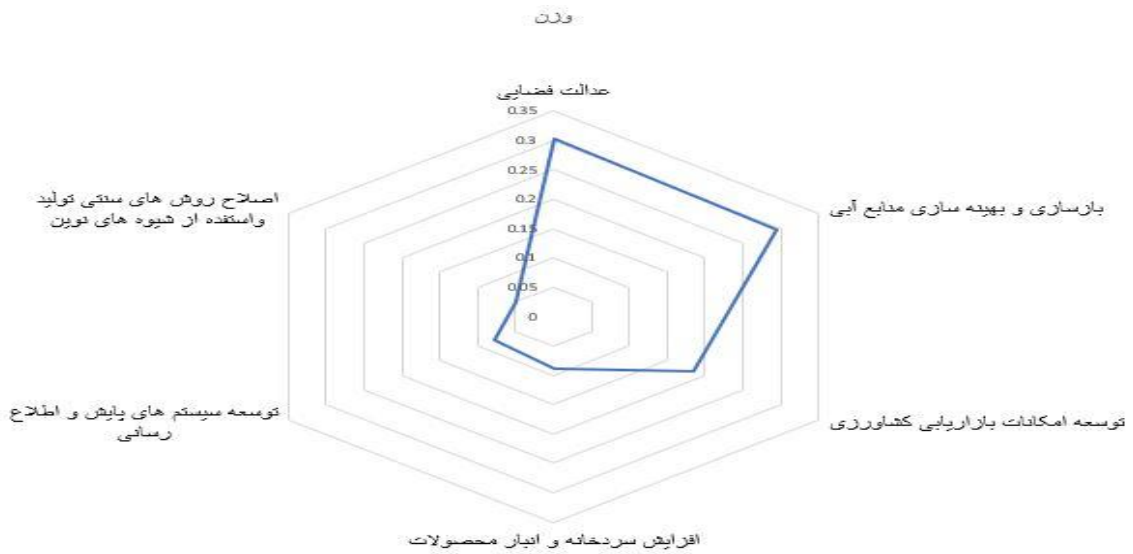
رتبه	وزن	معیارها
۱	۰,۴۰۹	بهبود رادمان آب (کاهش میزان برداشت و دفعات آب)
۲	۰,۱۹۵	تغییر الگوی کشت
۳	۰,۱۸	استفاده از ارقام جدیدگیاهی و مقاوم به شرایط خشکی
۴	۰,۱۱۸	استفاده از کودگیاهی و کشت ارگانیک
۵	۰,۰۶	کاهش تعداد دام و مدیریت آب و خاک
۶	۰,۰۳۷	کاهش سطح زیرکشت

جدول ۱۰. جدول معیارها و وزن های راهکارهای زیرساختی، یافته های تحقیق ۱۴۰۰

رتبه	وزن	معیارها
۱	۰,۳۰۳	توسعه استانداردهای زندگی روستایی (عدالت فضایی)
۲	۰,۲۹۴	بازسازی و بهینه سازی منابع آبی
۳	۰,۱۸۵	توسعه امکانات بازاریابی محصولات کشاورزی
۴	۰,۰۸۹	افزایش سردخانه و انبار محصولات
۵	۰,۰۷۹	توسعه سیستم های پایش و اطلاع رسانی
۶	۰,۰۵	اصلاح روش های سنتی تولید و استفاده از شیوه های نوین



نمودار ۱. معیارها و وزن های راهکارهای زراعی



نمودار ۲. معیارها و وزن های راهکارهای زیرساختی

نتیجه گیری

مطالعه حاضر با هدف پایش خشکسالی در یک بازه زمانی ۷ ساله با استفاده از تکنیک های سنجش از دور انجام گرفت. اولین شاخص مورد بررسی شاخص *VCI* بود که طبق بررسی های صورت گرفته و نتایج به دست آمده از این شاخص سال های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ خشکی شدیدی را دهستان های مورد مطالعه تجربه کرده اند. شاخص بعدی شاخص سلامت پوشش گیاهی *VHI* بود که سطح منطقه از شدت خشکی شدیدی رنج می برد اما زمین های زراعی از دید این شاخص در سال ۲۰۱۸ در وضعیت مطلوبی بوده اند اما در سال ۲۰۱۹ خشکی شدیدی تجربه کرده اند. شاخص بعدی شاخص دمای سطح زمین *TCI* بود که مطابق بررسی ها در بازه زمانی ذکر شده دمای سطح زمین تغییرات

محسوسی نداشته است که بررسی ها نشان داد سال ۲۰۱۶ نسبت به سایر سالها دمای سطح زمین بیشتر بوده و در سال ۲۰۲۰ کمترین دمای سطح زمین تجربه شده است بنابراین میزان تبخیر و تعرق در محدوده مورد مطالعه تغییرات محسوسی نداشته است. شاخص دیگر شاخص *VDI* بود که بررسی شد که در سال ۲۰۱۵ مقدار طبقه بهینه بیشتر از سال های دیگر بوده است و سال ۲۰۱۹ نیز این شاخص وضعیت مطلوبی را نشان نمی دهد. شاخص آخر که شاخص تامین آب پوشش گیاهی بود نیز نشان داد که زمین های زراعی در وضعیت با ثباتی قرار داشته اند جز سال ۲۰۱۶ و ۲۰۱۸ که مقادیر این شاخص کاهش یافته است در کل سال ۲۰۱۵ میزان خشکی نسبت به سایر سالهای بررسی شده کم بوده است و سال ۲۰۱۸ میزان خشکی بیشتری را به خود اختصاص داده است.

با توجه به مطالعه حاضر این تحقیق نشان داد که نخست دهستان چهرگان، گونی غربی و در نهایت دهستان گونی مرکزی به ترتیب بیشترین میزان خشکسالی در محدوده مورد مطالعه در سال های ۲۰۱۳ الی ۲۰۲۰ داشته است سپس بر اساس نظر کارشناسان روش های زیر ساختی و زراعی مقابله با خشکسالی برای سازگاری برای خشکسالی از سوی روستاهای مورد مطالعه در اولویت بوده است در این زمینه برای راهکارهای زیرساختی مقابله با خشکسالی توسعه استاندارد های زندگی روستایی و بازسازی و بهینه سازی منابع آبی در اولویت اجرا قرار دارند همچنین در زمینه راهکارهای زراعی بهبود رادمان آب و تغییر الگوی کشت در اولویت قرار گرفته اند.

به علاوه در بین سال های مورد مطالعه سال ۲۰۱۸ بیشترین خشکسالی را در محدود مورد مطالعه داشته و روند خشکسالی نشان داده است که در بین سال های ۲۰۱۳ الی ۲۰۲۰ این محدوده همواره با خشکسالی شدید و متوسط به تناوب مواجه بوده است

منابع

Asante, S.K., (2011). Empowering farming communities in Northern Ghana with strategic innovations and productive resources in dryland farming, Vol 6, CPWF Project Report, Savanna Agricultural Research Institute, 471 p.

Campbell, Donovan, Barker, David, McGregor, Duncan., (2011), Dealing with Drought: Small Farmers and Environmental Hazards in Southern St. Elizabeth, Jamaica, Applied Geography, Vol. 31

Downing, T. E. & Bakker, K., (1998), Drought Discourse and Vulnerability. Environmental Change Unit, University of Oxford, Oxford OX 13 TB, UK. Available at World Wide Web: <http://www.eciox.ac.Uk/vulnerablecommuniyies/drought-discourse-and-vulnerable-htm>

Dabrowska-Zielinska, K., Kogan, F., Ciolkkoz, A., Grusznska, M., Kowalik, W. 2002. *Modeling of crop growth conditions and crop yield in Poland using AVHRR-based indices. International Journal of Remote Sensing* 23

Hannah, L., Donatti, C.I., Harvey, C.A., Alfaro, E., Rodriguez, D.A., Bouroncle, C., Imbach, P., (2017). *Regional modeling of climate change impacts on smallholder agriculture and ecosystems in Central America, Climatic Change, Vol 141 (1), Springer, Pp 1-12.*

Jensen, J.R. 1996. *Introductory digital image processing: Remote sensing prospective, Upper Saddle River, New Jersey Prentice Hall*

Liu W, Kogan F. 1996. *Monitoring regional drought using the vegetation condition index. International Journal of Remote Sensing, 17(14): 2761-2782*

Lindell, M.K., (2013). *Disaster studies, Current Sociology, Vol 61 (5-6), SAGE, Pp 797-825*

Ozor, N., Cynthia, N., (2011). *The role of extension in agricultural adaptation to climate change in Enugu State, Nigeria. Journal of Agricultural Extension and Rural Development, Vol 3 (3), Nigeria, Pp 42-50*

Rhee, J. 2010. *Monitoring agricultural drought for arid and humid regions using multi-sensor remote sensing data. Remote Sensing of Environment, 114: 2875–2887*

Roswintiarti, O.; Oarwati, S.; and Angraini, N. 2010. *Potential drought monitoring over agriculture area in Java Island, Indonesia. Indonesian National Institute of Aeronautics and Space (LAPAN), Progress Report of SAFE Prototype Year*

Son, N.T., C.F. Chen, C.R. Chen, L.Y. Chang and V.Q. Minh. 2012. *Monitoring agricultural drought in the Lower Mekong Basin using MODIS NDVI and land surface temperature data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 18: 417-427*

Shewmake, S., (2008). *Vulnerability and the impact of climate change in South Africa's Limpopo River Basin, Intl Food Policy Res Inst, Vol 804, IFPRI, 856 p.*

Sabetraftar, A., (1999), *Investigation Ecological Impacts of Drought. Tehran. Water resources Management Organization.*

Teisman, G., van Buuren, A., Edelenbos, J., Warner, J., (2013). *Water governance: Facing the limits of managerialism, determinism, water-centricity, and technocratic problemsolving, International journal of water governance, Vol 1 (1-2), IJWG, Pp 1-11*

Tucker, C.J. 1979. Red and photographic infrared linear combination for monitoring vegetation, Journal of Remote Sensing of Environment 8, 133-149

Werkheiser, I., Piso, Z., (2015). People work to sustain systems: a framework for understanding sustainability, Journal of Water Resources Planning and Management, Vol 141 (12), ascelibrary, 315 p

Walker, M. and Thers, A., (1996), Drought as a Natural Hazard, Drought: a Global Assessment, Vol. 1. No. 5, pp. 3-18

Wilhite, D. A. and M. H. Glantz., (1985), Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. Water Intl.10(1): 111-120

اوزی، رمضان. (۱۳۹۳)، جغرافیای مخاطرات، چاپ سوم، تبریز، انتشارات دانشگاه تبریز

امیدوار، کمال. (۱۳۹۲)، مخاطرات طبیعی، چاپ دوم، یزد، انتشارات دانشگاه یزد

باقری، مهرداد. (۱۳۹۱)، ارزیابی بلندمدت استراتژی خای مدیریت دام در شرایط خشکسالی مطالعه موردی عشایر استان فارس، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد چهارم، شماره سه

پیری، حلیمه، راهداری، وحید، ملکی، سعیده. (۱۳۹۲)، بررسی و مقایسه کارایی چهار نمایه خشکسالی هواشناسی در مدیریت خطر خشکسالی استان سیستان، فصلنامه مهندسی آبیاری و آب، سال سوم، شماره یازدهم

پرویز، لاله، خلقی مجید، خیاط، ولی زاده، خلیل، ایران نژاد، پرویز. (۱۳۹۰)، بررسی کارایی شاخص های منتج از فناوری سنجش ازدور در ارزیابی خشکسالی هواشناسی (مطالعه موردی: حوزه آبریز سفیدرود). نشریه جغرافیا و توسعه (۲۲۹): ۱۴۷-۱۶۹.

پاپلی یزدی، محمدحسین. (۱۳۷۸)، آیینهای باران خواهی در زمان خشکسالی، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۱۱ و ۱۳

حسینی، محمود، شریفزاده، ابوالقاسم، غلامرضایی، سعید. (۱۳۹۰)، تبیین مؤلفه های مدیریت بحران خشکسالی در مناطق روستایی و عشایری جنوب شرق کشور، مجله تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی ایران، دوره ۲، شماره ۲

دریجانی، علی، شاه حسین دستجردی، سمانه، شاهنوشی، ناصر، کهنسال، محمدرضا. (۱۳۸۹)، الگوی مدیریت استراتژیک ریسک مطالعه موردی خشکسالی بخش کشاورزی استان گلستان، کرمان، اولین کنفرانس بین المللی مدل سازی گیاه، آب، خاک و هوا

سلامت، علیرضا، آل یاسین، محمدرضا، رحیمی، حسین، (۱۳۸۰)، راهنمای مقابله با خشکسالی، چاپ اول، کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران

سلطانی، میلاد، سلطانی، عادل، کله هوپی، مهین، سلیمانی، کریم، (۱۳۹۸)، پایش خشکسالی منطقه ای با استفاده از تصاویر لندست - منطقه مورد مطالعه: شهرستان کرمانشاه، نشریه اطلاعات جغرافیایی، دوره ۲۸، شماره ۱۰۹

صالح، ایرج، مختاری، داریوش، (۱۳۸۶)، اثرات و پیامدهای اقتصادی و اجتماعی خشکسالی بر خانوارهای روستایی در منطقه سیستان، نشریه علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران، دوره سوم، شماره اول، تهران، ۹۹-۱۱۴

فتاحی، محمدهادی، بهروزی، محمد، (۱۳۹۶)، کاربرد مدل مدیریتی حکمرانی آب در برنامه ریزی استفاده از پساب شهری توسط کشاورزان، نشریه پژوهش و برنامه ریزی شهری، دوره ۸، شماره ۳۱، تهران، ۲۹۹-۳۱۹

مزیدی، احمد، امیدوار، کمال، ملک احمدی، عاطفه، حسینی، سیدسلام، (۱۴۰۰)، بررسی خشکسالی و ترسالی ایستگاه هواشناسی اصفهان با استفاده از شاخص *spi*، نشریه جغرافیا و روابط انسانی، دوره ۴، شماره ۱، ۱۲۶-۱۱۴

محمدی یگانه، بهروز، حکیمدوست، یاسر، (۱۳۸۸)، اثرات اقتصادی خشکسالی و تأثیر آن بر ناپایداری روستاها مطالعه موردی: قره پشتلوی بالا، همایش منطقه ای بحران آب و خشکسالی، دانشگاه آزاد رشت