

مقاله علمی-پژوهشی

پایش چند شاخصی خشکسالی کشاورزی در شهرستان کرمانشاه

فرزانه ایمانی بوژانی^۱، مریم کیانی صدر^{۲*}، سهیل سبحان اردکانی^۳، بهاره لرستانی^۴، مهرداد چراغی^۵

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۳۱

چکیده

بررسی روند مکانی-زمانی خشکسالی که با روند کند و عوامل بوجودآورنده متعدد بر کشاورزی و تأمین غذای مردم اثر می‌گذارد، الزامی است؛ بنابراین پژوهش حاضر باهدف ارزیابی خشکسالی کشاورزی در شهر کرمانشاه با بکارگیری شاخص‌های ماهواره‌ای (میانگیری تصاویر ماهواره‌های Landsat8 و Sentinel2 در فصل رشد) و زمینی (با استفاده از داده‌های بارش و دما از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹) انجام شد. نتایج شاخص‌های زمینی حاکی از عدم وجود خشکسالی در سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۶، ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸ است. SPEI ۱۲ و SPI ۲۴ ماهه سال ۱۳۸۰ و افزایش رطوبت زمین و خشکسالی بسیار شدید برآورد کرد. شاخص‌های ماهواره‌ای در سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۶؛ ازدیاد دمای سطح زمین و در سال ۱۳۹۸ (افزایش رطوبت زمین و خشکی دمایی گیاه) و ۱۳۹۹ افزایش تراکم گیاهان را برآورد کرد. کاهش عملکرد چغندر قند در سال‌های ۷۸ تا ۸۲ و افزایش در سال‌های ۸۵ تا ۸۸، ۹۱/۹۰ و ۱۴۰۰/۹۹ موید نتایج بالاست. در نواحی شمال، شمال شرقی و شرق؛ درجه حرارت بالا و میزان بارندگی و رطوبت کم، خاک را خشک و بر رشد، سلامت و تراکم گیاهان اثر منفی گذاشته اما ناحیه جنوب همیشه مرطوب بوده است. وجود خشکسالی در دوره مطالعه مشهود و تصاویر سنتینل دو از حساسیت بیشتری درباره شاخص‌های گیاهی برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: خشکسالی، سنتینل دو، کشاورزی، کرمانشاه، لندست هشت

مقدمه

بسیار است. خشکسالی را بر پایه جایگاه علل آن در آب کره و چرخه آب به چهار نوع تقسیم کرده‌اند که با ابزار و شیوه‌های گوناگونی بررسی و اندازه‌گیری می‌شوند. خشکسالی‌ها با کمبود بارش بسته به گستره و نیاز منطقه (خشکسالی هواشناسی) (Zhang et al., 2021)، کاهش یا فقر پوشش گیاهی در فصل رشد به علت کاهش رطوبت زمین (خشکسالی کشاورزی) (Wu et al., 2017)، کاهش دبی رودخانه‌ها و سطح آب‌های جاری و زیرزمینی (خشکسالی هیدرولوژیکی) (Wang et al., 2020a) و ناهنجاری و عدم تناسب بین عرضه و تقاضای آب (خشکسالی اجتماعی-اقتصادی) تعریف شده‌اند (Zheng et al., 2020a). از این میان، کشاورزی به علت نقش بالارزش و مستقیمی که در گسترش اقتصادی-اجتماعی و سلامت جسمی و روانی ساکنان زمین دارد (که اغلب تحت‌تأثیر فعالیت‌های انسانی بوجود آمده یا تشدید می‌شود) دارای اهمیت بیشتری است (Wang et al., 2022). گرچه مناطق آسیب‌پذیر از این پدیده، بیشتر در اقلیم‌های خشک و نیمه‌خشک واقع شده‌اند (مانند ایران که در کمربند خشک و نیمه‌خشک در سطح زمین قرار دارد)؛ اما آمارها ۴۰٪ آسیب‌ها را متعلق به مناطق مرطوب و نیمه‌مرطوب نشان می‌دهند (Wu et al., 2017). باوجوداینکه شهر کرمانشاه منطقه‌ای نیمه‌مرطوب است؛ در مناطق مشابهی عواملی مانند استفاده زیاد از کودهای کشاورزی، کاشت فرآورده‌های با نیاز زیاد به آب و تناوب

خشکسالی کمبود منابع گوناگون آبی نسبت به شرایط بهنجار هر اقلیم خاص که در مدت‌زمان زیادی پایش شده تعریف می‌شود (Zeng et al., 2022). این رویداد، دارای اثرات منفی روشن بر اقتصاد (Hereher et al., 2022)، منابع آبی (Masroor et al., 2022; Wu et al., 2022)، محیط‌زیست (Peterson et al., 2021)، انرژی، حمل‌ونقل (Chatterjee et al., 2022)، سلامت جسمی و روانی و مناقشات سیاسی و اجتماعی بوده و رویدادی چندبعدی با علل

- ۱- دانشجوی دکترا، گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
 - ۲- استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
 - ۳- استاد، گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
 - ۴- دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
 - ۵- دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده علوم پایه، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران
- (*)- نویسنده مسئول:
(Email: mkianysadr@iauh.ac
DOR: 20.1001.1.20087942.1401.16.4.9.2

شناخته شده زمینی و سنجش ازدور برای اندازه گیری رطوبت و دمای خاک، سلامت و تراکم پوشش گیاهی و میزان بارش باران و تبخیر و تعرق استفاده شد. زیرا تلفیق شاخص بارش-تبخیر و تعرق استاندارد شده و شاخص بارش استاندارد شده؛ همبستگی بین شاخص های خشکسالی، هواشناسی و رطوبت خاک را بهبود می بخشد (Afshar et al., 2022). در اغلب پژوهش ها از شاخص های کمی برای ارزیابی خشکسالی و اثر آن بر فرآورده های کشاورزی استفاده شده؛ که باتوجه به متعدد بودن عوامل بوجود آورنده خشکسالی؛ چنین نتایجی قابل اتکا نیست. خلاء دیگر عدم استفاده همزمان از شاخص های ماهواره ای و زمینی و تفسیر نارسای نتایج شاخص ها که پیدا کردن تفاوت در نتایج را دشوار کرده و دربرگیرنده اطلاعات زیادی نیستند؛ حال این کمبود در این پژوهش مرتفع شده است. از آنجا که چغندر قند منبع تأمین قندوشکر کرمانشاه بوده و پرآبخواه است، کارکرد این فرآورده نسبت به سطح زیر کشت آن در سال های متمادی سنجیده شد. زیرا در نتایج پژوهش امیر و همکاران تفاوتی در سازگاری ژنوتیپ های چغندر قند به تنش خشکی مشاهده نشده و با افزایش کارکرد ریشه، میزان قند در آنها کاهش یافته بود (Ebmeier et al., 2021). نامجویان و همکاران دلیل اصلی کاهش کارکرد شکر در مناطق نیمه خشک، کمبود آب دانستند که خشکسالی باعث کاهش زیاد کارکرد می شود (Namjoyan et al., 2021). باتوجه به پیشینه ای که چکیده بررسی مقالات متعدد است، باهدف پایش خشکسالی کشاورزی در کرمانشاه از تصاویر ماهواره های لندست ۸ و سنتینل ۲ با اعمال شاخص های LST، NDVI، SWI، TVDI، VHI و شاخص های زمینی، SPEI، SPI به همراه بررسی عملکرد چغندر قند طی ۳۰ سال دوره مطالعه به عنوان شاهد موضوع استفاده شد. بکار بردن شاخص های زیاد و متنوع همراه با بررسی موضوع در تصاویر دو نوع ماهواره که هر یک مزایای متفاوتی دارند و همچنین ارزیابی عملکرد چغندر قند که از اصلی ترین محصولات تولیدی در این منطقه است؛ وجه تمایز و نوآوری این پژوهش است.

مواد و روش ها

معرفی منطقه

شهر کرمانشاه (شکل ۱) در طول جغرافیایی ۴۷ درجه و ۴ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۱۶ دقیقه واقع شده و دارای وسعت ۷۹۸۳ کیلومترمربع است. ارتفاع پست ترین نقطه آن ۱۴۰۰ متر از سطح دریا و دارای آب و هوایی معتدل تا مایل به سرد و نیمه خشک و نیمه مرطوب (اقلیم نیمه خشک استپی خنک) با میانگین بارندگی ۴۷۷ میلی متر می باشد. این شهر در کنار کوه پراو با ارتفاع ۳۳۵۰ متر و در کنار رود قره سو قرار دارد. رود قره سو به همراه گاماسیاب، رود سیمره را بوجود آورده و از ۲۵ کیلومتری جنوب شرقی کرمانشاه

زراعی؛ خشک شدن خاک را تشدید کرده (Zhang et al., 2017) و رقابت تنوع زیستی را در بین گیاه خواران بوجود آورده است. دویینی و همکاران در پژوهش خود به این نتیجه رسیدند که اگر خشکسالی طولانی شود، پوشش گیاهی در پیکره همگن خشک شده و باوجود بازگشت بارندگی و رطوبت زمین به حالت بهنجار، بازیابی نمی شود (Dubinin et al., 2021). نتیجه پژوهش جهانگیر و مشیدی (۱۳۹۹) نیز همبستگی زیاد SPI با VCI را در پایش خشکسالی کشاورزی حوضه آبریز کارون نشان داد. اگرچه برخی شاخص سلامت گیاه^۱ را برای تشخیص شدت خشکسالی مناسب تر از SPEI می دانند (Zeng et al., 2022; Hereher et al., 2022). اما به نظر هوو و همکاران افزایش دمای سطح زمین^۲ در منطقه بیش از حد خشکی؛ کاهش بارندگی و تراکم پوشش گیاهی را در پی دارد (Hu et al., 2019). میلر و همکاران نیز از همبستگی بین چند شاخص LST، تراکم پوشش گیاهی^۳ و SPEI در تصاویر لندست برای تعیین کمیت تغییرات در تاج پوشش گیاهی در طول خشکسالی استفاده کردند و قویترین همبستگی بین NDVI و LST به SPEI را در طول تابستان برآورد کردند (Miller et al., 2022). برای ارزیابی خشکسالی هواشناسی، کشاورزی و هیدرولوژیکی در شمال بنگلادش از شاخص های رطوبت زمین^۴، NDVI و SPI استفاده شد و نتایج حاکی از خود همبستگی فضایی متوسط تا شدید شاخص های محلی با خشکسالی هواشناسی و همبستگی ضعیف تا متوسط برای خشکسالی کشاورزی و هیدرولوژیکی خشکی بود (Samiul Islam et al., 2022). از این میان شاخص رطوبت خاک به علت تغییر در ویژگی خاک، پوشش گیاهی و نوسانات آب و هوا متحول شده و بر تولید گیاهان و فرسایش خاک اثر می گذارد و مقادیر کم خشکسالی را نشان می دهد (کوه بنایی و یزدانی، ۱۳۹۷؛ Liang et al., 2014؛ حمزه و همکاران، ۱۳۹۶). شاهمرادی و همکاران (۱۴۰۰) رطوبت خاک سطحی را با شاخص NDVI، LST و TVDI در طی سه بازه زمانی در جنوب آذربایجان غربی و غرب ایران سنجیدند و دریافتند که نتایج تصاویر ماهواره ای از دقت بیشتری نسبت به داده های زمینی برخوردار بوده و سال ۱۳۹۶ کاهش TVDI و افزایش دو شاخص دیگر را در پی داشته است. این شاخص اطلاعات مکانی بهتری ضبط می کند (Ji et al., 2021). به اعتقاد ولتجی و همکاران برای مشخص کردن خشکسالی کشاورزی روش یکسان و جامعی وجود ندارد (Wolteji et al., 2022) و از آنجاییکه در ایران نیز مطالعه جامعی در این مورد انجام نگرفته است؛ برای تشخیص مدت زمان و مکان خشکسالی کشاورزی باتوجه به در کمین بودن چنین آسیبی از تلفیق شاخص های

1- VHI: Vegetation Health Index

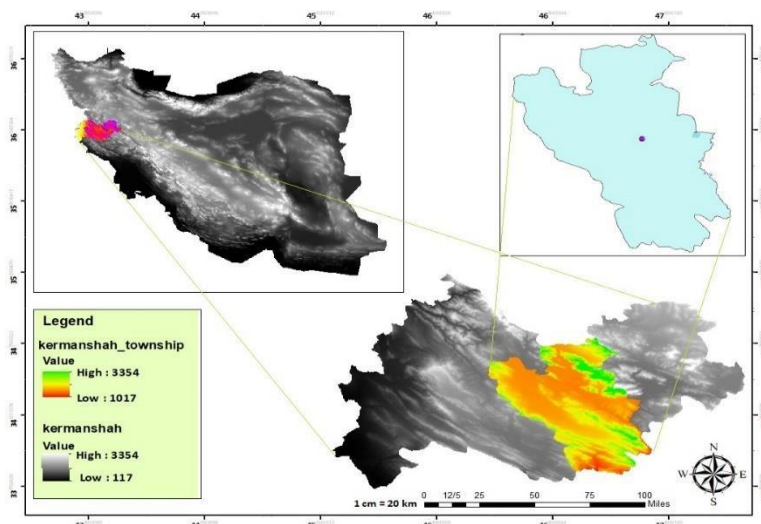
2- LST: Land Surface Temperature

3- NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

4- SWI: Standardized Water-Level Index

غرب به شرق است. همچنین متوسط سالانه دما ۱۴/۲ سانتیگراد است (صیدایی و رستمی، ۱۳۹۱).

می‌گذرد. رژیم آب‌وهوایی این شهر پیکره‌های کم‌فشار مدیترانه‌ای تشکیل می‌دهد. جهت باد نیمه دوم پاییز و کمابیش در تمام زمستان از سمت جنوب شرقی به شمال غربی و دیگر روزهای سال از سمت



شکل ۱- موقعیت کرمانشاه و ایستگاه سینوپتیک در استان و کشور

سنتینل دو اعمال شد. پردازش شاخص‌های طیفی بر روی تصاویر ماهواره‌ای در سامانه تحت وب گوگل ارث انجام و در فصل رشد که در کرمانشاه از آغاز اسفند تا پایان مرداد است، انجام شد. الگوی رقمی ارتفاع نیز با استفاده از رستر ۱۰ متری به همراه نقشه طبقه‌بندی شده حاصل از شاخص‌های ماهواره‌ای در سامانه اطلاعات جغرافیایی بدست آمد. سپس نقاط داغ خشکسالی شدید در نقشه‌ها شناسایی شد و در پایان؛ میزان سطح زیر کشت و کارکرد چغندر قند در برنامه اکسل با نتایج شاخص‌های یادشده مقایسه شد. فرمول شاخص‌ها و منابع و مفهوم آنها در جدول (۱) آورده شده است.

نتایج و بحث

نتایج بررسی انجام شده نشانگر آن بود که ترکیب شاخص‌های ماهواره‌ای و زمینی توانست بین سال‌های خشکسالی و غیرخشکسالی تمایز قائل شود. بر پایه نتایج شکل ۲؛ شاخص SPI اغلب سال‌های مطالعه را دچار خشکسالی نشان داد؛ اما سال‌های ۱۳۸۱، ۱۳۸۶ و ۱۳۹۷ در هیچ یک از دوره‌ها در معرض خشکسالی نبوده‌اند. شاخص SPEI در شکل ۳؛ نشان داد که سال‌های ۱۳۹۸، ۱۳۹۷، ۱۳۸۶، ۱۳۸۱ در هیچ کدام از ماه‌های دوره مطالعه (به‌استثنای یک ماه) در معرض خشکسالی نبوده‌اند. شکل ۲ نشان می‌دهد که اغلب ماه‌های دوره مطالعه در وضعیت عادی از نظر خشکی و رطوبت بوده‌اند و خشکسالی بسیار شدید فقط در نتایج ۱۲ و ۲۴ ماهه شاخص SPEI شهرپور تا آغاز اسفند ۱۳۸۰ مشاهده شد. نتایج ۲۴ ماهه SPI نیز

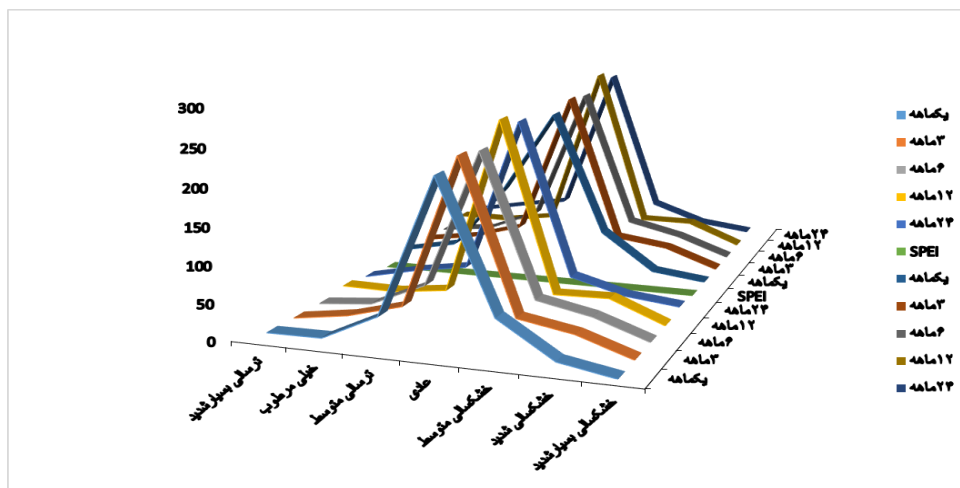
روشن انجام پژوهش

در این مطالعه، واکاوی داده‌های هواشناسی و هیدرولوژیکی برای پایش خشکسالی کشاورزی شهرستان کرمانشاه برای سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۹ انجام شده است. تجزیه و تحلیل پویای خشکسالی زمانی و مکانی در طول فصل رشد از طریق نمودارهای شاخص SPEI و SPI در محیط RStudio نسخه ۱.۴.۱۷۱۷ انجام شد. اطلاعات بارش و دما برگرفته از ایستگاه همدیدی کرمانشاه و از سازمان هواشناسی کرمانشاه اخذ گردید. نتایج شاخص‌های زمینی در بهترین توزیع زمانی (۱، ۳، ۶، ۱۲ و ۲۴ ماهه) استخراج گردید. برای تشخیص دقیق‌تر و پوشاندن ضعف‌های شاخص‌های زمینی به دلیل ثبت نامنظم داده‌های بارش و دما و فاصله زیاد ایستگاه‌های هواشناسی از یکدیگر، از سنجش‌ازدور استفاده شد. البته محدودیت سنجش‌ازدور نیز این است که تصاویر اغلب ماهواره‌ها می‌تواند خشکسالی و جمیع شواهد آنرا در گستره زمانی کمی بررسی کند. گزینش سنجنده‌ها نیز باتوجه به کاربردشان در سنجش فاکتورهای پایش خشکسالی بوده است. به‌عنوان مثال تصاویر ماهواره لندست‌هشت دارای پهنای (۱۸۰×۱۸۰) کیلومتر و قدرت تفکیک زمانی ۱۶ روز (نخعی‌نژاد و همکاران، ۱۳۹۸) با وضوح ۳۰ متر (Gong et al., 2013) و وضوح فضایی یک کیلومتر بوده و توان تفکیک برای محدوده مورد مطالعه مناسب است؛ اما تصاویر سنتینل دو دارای توان تفکیک زمانی ۵ روز (Languille et al., 2017) و مکانی ۱۰ متر است (لویمی و همکاران، ۱۳۹۸). حال باتوجه به تفاوت‌های ذکر شده؛ شاخص‌های ماهواره‌ای روی تصاویر سنجنده ETM ماهواره لندست‌هشت و سنجنده MSI ماهواره

اواسط فروردین تا اردیبهشت ۱۳۷۸ را در رده خشکسالی بسیار شدید تخمین زده است. بر اساس شکل ۲ تعداد ماه‌های عادی در همه دوره‌ها؛ بیشتر بوده است.

جدول ۱- شاخص‌های به‌کاررفته برای ارزیابی خشکسالی کشاورزی

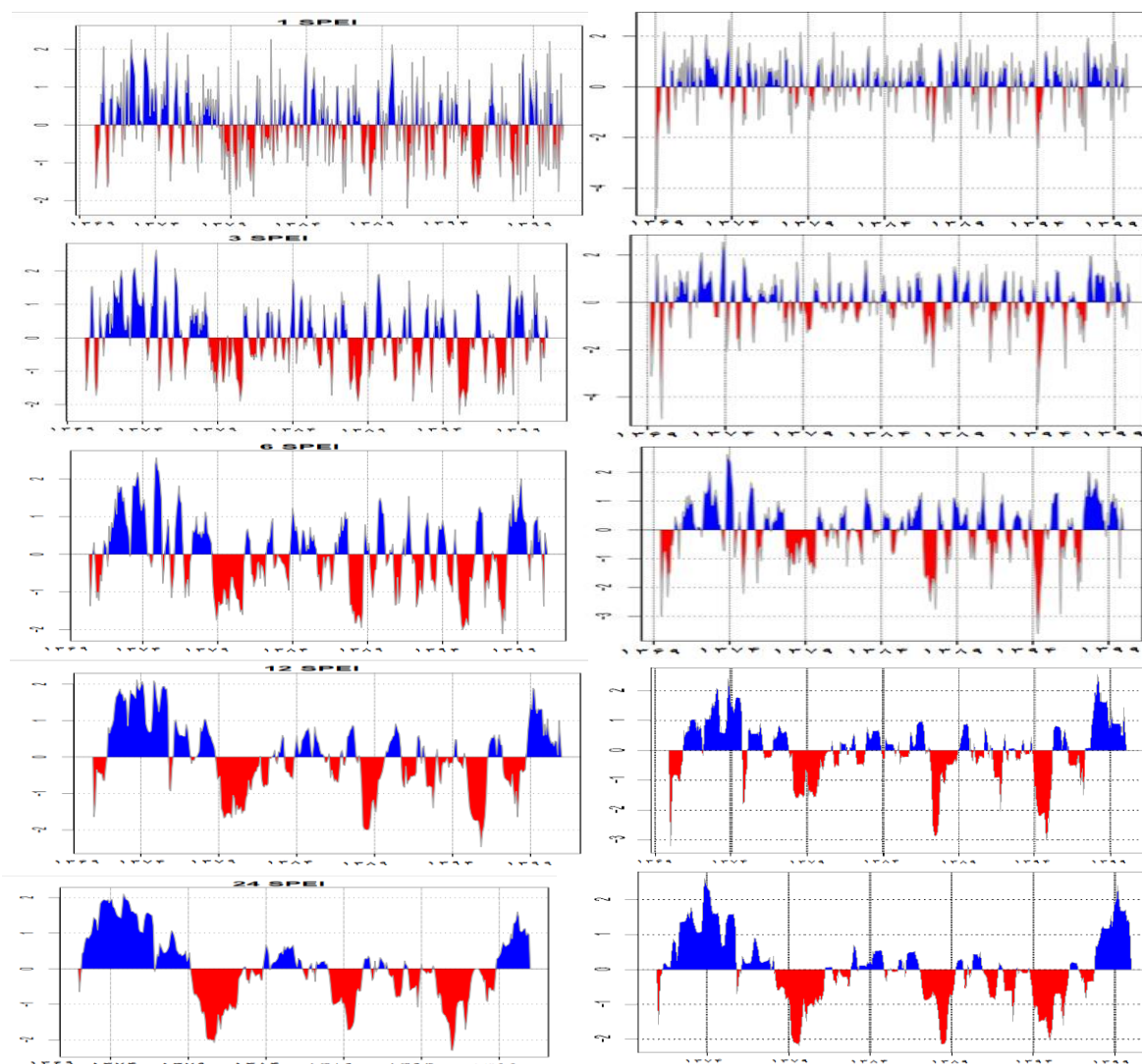
شاخص‌ها	اختصار	رابطه	منبع
سلامت گیاه	VHI	$VHI = a \times VCI + (1-a) \times TCI$	Karnieli et al., 2010
تراکم پوشش گیاهی	NDVI	$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$	Rouse et al., 1974
خشکی دمایی گیاه	TVDI	$TVDI = \frac{T_s - T_{s\min}}{T_{s\max} - T_{s\min}}$	Sandholt et al., 2002
دمای سطح زمین	LST	$LST = \frac{T_B}{1 + (\lambda \times T_{B/\rho})^{\epsilon_{ne}}}$	Weng et al., 2004
رطوبت زمین	SWI	$SWI = \frac{T_{\max}(i) - T_{s(i)}}{T_{\max}(i) - T_{\min}(i)}$	Holzman et al., 2014
بارش استاندارد شده	SPI	$SPI = \frac{X_i - X}{S}$	Mc.Kee, 1993
بارش - تبخیر و تعرق استاندارد شده	SPEI	$D = Pi - PET_i$	Vicente-Serrano et al., 2010



شکل ۲- مقایسه ماه‌های خشک و مرطوب در SPI و SPEI

می‌شود فراوانی دوره‌های خشک و مرطوب کمتر می‌شود و تغییرات دوره‌ای واضح‌تر می‌شود (Geng et al., 2022). سال‌های ۱۳۷۹ و ۱۳۸۰ دارای بیشترین تداوم خشکی بوده‌اند. اغلب طوفان‌های بارانی در ماه آوریل (اواسط فروردین تا اردیبهشت) رخ می‌دهد این پدیده در اواخر اسفند (Atif et al 2020) تا اواخر فروردین سال ۱۳۹۸ (۲۰۱۹) در ایران و کرمانشاه همسو با تحقیق Mehravar et al (2021) به وقوع پیوست. طوری که میزان بارندگی در آن سال ۴۴۰/۳ میلی‌متر گزارش شده و علت گزارش شدن این سال به‌عنوان ترسالی شدید همین بوده است. بر خلاف پژوهش Bera et al (2021) طبق شکل (۳)؛ نتایج SPI خشکسالی را بیشتر از SPEI نشان داد و پژوهش‌ها تأیید نمود که بطور کلی سده (۲۱ میلادی) ۱۴ هجری شمسی دچار آسیب خشکسالی در مدت‌زمان طولانی با شدت و فراوانی زیاد بوده است (Jiang et al., 2022).

دوره‌های زمانی مشترک در شاخص SPI عبارتند از: ترسالی شدید ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، سال‌های خیلی مرطوب ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ ترسالی متوسط ۱۳۷۶ و ۱۳۹۳؛ خشکسالی متوسط ۱۳۷۱، ۱۳۷۷، ۱۳۷۹، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۰؛ خشکسالی شدید ۱۳۷۰ و ۱۳۷۸. دوره‌های زمانی مشترک در شاخص SPEI عبارتند از: ترسالی شدید ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸، سال‌های خیلی مرطوب ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹، که در نتایج یک، سه و شش‌ماهه مشترک بوده است. ترسالی متوسط ۱۳۷۶، ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴؛ خشکسالی متوسط ۱۳۷۱، ۱۳۷۸، ۱۳۷۹، ۱۳۸۰ و ۱۳۹۱؛ خشکسالی شدید ۱۳۷۸ سپس ۱۳۷۰ و ۱۳۸۰ بوده‌اند. خشکسالی در سال‌های (۱۹۹۲) ۱۳۷۱، (۱۹۹۸) ۱۳۷۷، (۲۰۰۰ و ۲۰۰۱) ۱۳۷۹ (Mehravar et al., 2021) و ۱۳۸۰ در ماه‌های خرداد، تیر و مرداد و در زمان اوج رشد گیاه بوده و کمترین آسیب بوم‌شناختی را داشته است (Li et al., 2022). هرچه مقیاس زمانی بیشتر



شکل ۳- تفاوت SPI و SPEI در دوره سی ساله ایستگاه سینوپتیک کرمانشاه

خشکسالی معرفی نمود.

طبق نقشه‌های شکل (۴) شاخص دمای سطح زمین در سال‌های (۲۰۱۳) و (۲۰۱۴) از دیگر سال‌ها کمتر بوده اما به‌طور کلی شمال و شمال شرق افزایش دمایی بیشتر از سایر نقاط و مرکز منطقه دمای پایین‌تری را نشان داد. نتیجه اینکه سلامت گیاه تحت اثر و شرایط گرمایشی سطح زمین بوده و پوشش گیاهی تنش حرارتی زیادی را تجربه کرده است (Jiang et al., 2022). برخلاف نتیجه تحقیق جاود و همکاران، شاخص سلامت گیاه دقت خوبی برای تعیین سال‌های خشکسالی باتوجه‌به وضعیت سلامت گیاه دارد (Javed et al., 2021). پوشش گیاهی به‌وسیله افزایش تبخیر و تعرق، از مقدار LST می‌کاهد (Soer et al., 1980)؛ بنابراین رابطه متقابلی بین میزان این شاخص با مقدار تبخیر و تعرق گیاه و سطح

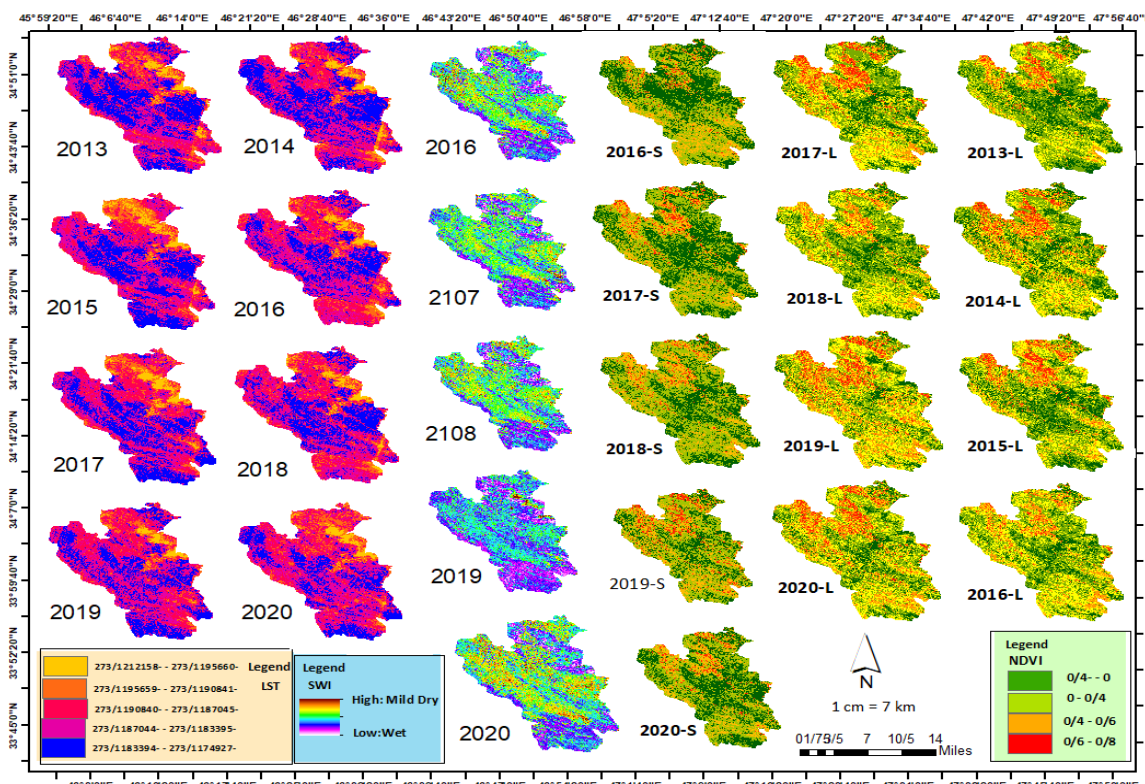
نقشه شاخص LST (شکل ۴) بیانگر آن بود که در سال‌های (۲۰۱۵) و (۲۰۱۷) و سپس (۲۰۲۰) و (۲۰۱۶) و (۲۰۱۵) دمای سطح زمین بالا بوده و شاخص VHI (شکل ۵) نیز مؤید همین نتیجه است. به اعتقاد ژانگ و همکاران شاخص VHI در حضور LST و NDVI انتخاب بهتری برای تشخیص خشکسالی است (Zhang et al., 2017). این نتیجه همبستگی بالایی با نتایج SPI و SPEI یک، سه و شش ماهه داشت. سال (۲۰۱۷) و (۲۰۱۶) نیز وضعیت عادی (به‌استثنای مرکز منطقه که همچنان دچار خشکسالی متوسط تا زیاد است) داشته است. افزون بر این سال‌های (۲۰۱۳) تا (۲۰۲۰) و (۲۰۲۰) به‌استثنای سال (۲۰۱۶) نیز تمام رده‌های خشکی را دربر گرفته و این امر باعث کاهش چشمگیر سلامت گیاه در شمال شرقی منطقه شده و (۲۰۱۶) و (۲۰۱۶) را مستعدترین سال برای

پوشش گیاهی است (Hereher et al., 2022). در تصاویر سنتینل دو همانند نتیجه پژوهش ایکسی و همکاران مناطق تحت تأثیر خشکسالی گسترده تری را مشاهده کرد (Xie et al., 2021); اما تصاویر لندست هشت برخلاف نتایج تحقیق مذکور بود. یکی از نکات قابل توجه در ارتباط بین NDVI و LST این است که با بالا بودن دمای سطح زمین همزمان با تراکم کم گیاهان بوده اما لزوماً پایین بودن دمای سطح زمین بر افزایش تراکم گیاهان اثر چندانی نداشته است و با نتیجه (He et al 2020) در تضاد بود که افزایش NDVI روند چرخشی را در مقابل LST نشان داده است.

شاخص SWI در شکل (۴); رطوبت زمین را در سال (۲۰۱۹) ۱۳۹۸ زیاد (مطابق مقادیر SPI و SPEI همه‌ی دوره‌های زمانی) و خشکی زمین در سال‌های (۲۰۱۸) ۱۳۹۷ و (۲۰۲۰) ۱۳۹۹ بیشتر از سایر سال‌ها نشان داد که نتایج (Mehravari et al., 2021) نیز سال ۲۰۱۹ را دارای کمترین خشکسالی سالانه برآورد کردند. در همه سال‌ها قسمت جنوب منطقه همیشه مرطوب بوده است. مرکز و شرق این ناحیه بیشتر از همه نقاط به خشک یا ترسالی حساس بوده است. در قسمت شرق کرمانشاه که به طرف مناطق گرمسیر کشیده می‌شود؛ درجه حرارت بالا و رطوبت و میزان بارندگی کم؛ خاک را خشک کرده بر رشد گیاهان اثر منفی می‌گذارد (Chen and Chenr., 2018).

برگ باتوجه به نوع محصول زراعی برقرار است (Miller et al., 2022).

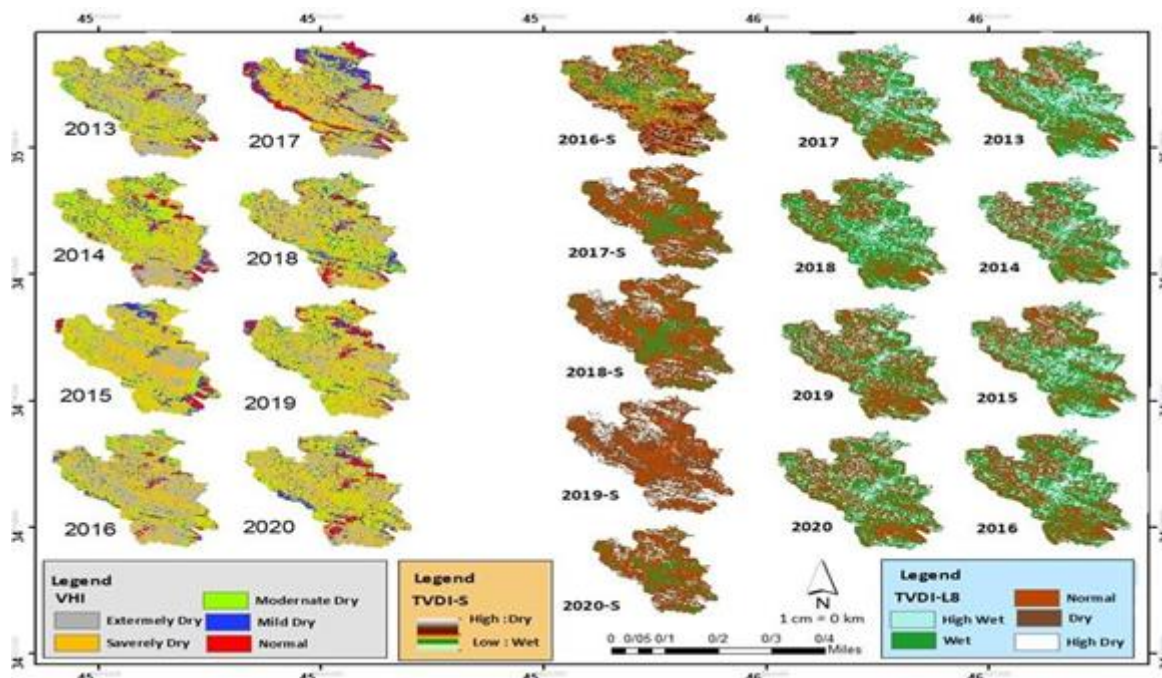
شاخص NDVI (طبق شکل ۴) در تصاویر ماهواره سنتینل دو به طور کلی شرایط را خشک و تراکم پوشش گیاهی را نامطلوب نشان داده است؛ اما در تصاویر لندست هشت در همان شکل؛ سال‌های (۲۰۱۹) ۱۳۹۸ و (۲۰۲۰) ۱۳۹۹ در شرایط مرطوب و گیاهان متأثر از رطوبت زمین، افزایش تراکم نشان دادند. (Mehravari et al., 2021). این مطلوبیت در ناحیه شمال و شمال غربی بیشتر است. نتایج SPEI همه دوره‌ها، تأییدکننده این نتیجه است. شکل ۴؛ سال (۲۰۱۴) ۱۳۹۳ و (۲۰۱۷) ۱۳۹۶ در تصاویر سنتینل دو تراکم پوشش گیاهی را بیشتر نشان داد. اما سال (۲۰۱۳) ۱۳۹۲ و (۲۰۱۵) ۱۳۹۴ در تصاویر لندست هشت کم تراکم تر بوده (شکل ۴) و در تصاویر سنتینل دو؛ سال (۲۰۱۶) ۱۳۹۵ و (۲۰۱۷) ۱۳۹۶ کم تراکم تر از سایر سال‌ها نمایان شد که کم تراکمی گیاهان در سال ۹۶ با نتایج SPEI یک ماهه و سال ۱۳۹۵ با SPI و SPEI یک، سه و شش ماهه مشابه بودند. این تراکم پایین در نواحی شمال و مرکز منطقه بیشتر مشهود است. نوسان مقدار NDVI بیشتر در حیطه ۰/۵- بوده اما گاهی به حداکثر ۰/۱- نیز رسیده است. مقدار کمتر از ۰/۲- خاک‌های لخت و بدون پوشش را نمایان می‌کند و مقادیر بیشتر از این حد نشان دهنده



شکل ۴- میانگین شاخص‌های LST، SWI و NDVI در فصل رشد با استفاده از تصاویر ماهواره‌های لندست ۸ و سنتینل ۲

میزان دمای سطح زمین نیز تغییر پیدا می‌کند (Guha and Govil., 2021). از مقایسه نتایج حاصل از تصاویر ماهواره‌ای لندست‌هشت و سنتینل دو به این نتیجه رسیدیم که تصاویر سنتینل دو نسبت به لندست‌هشت از حساسیت و وضوح بیشتری در مورد شاخص‌های گیاهی برخوردار است و برای پایش و دسته‌بندی پوشش گیاهی مناسب‌تر هستند (Barneston et al., 2019).

رابطه بین تراکم پوشش گیاهی و دمای سطح زمین نشان می‌دهد با بالا رفتن دمای زمین از تراکم گیاهان کاسته می‌شود و این تنش گیاهی در کشاورزی باعث بوجود آمدن خشکسالی می‌شود. البته نمی‌توان این ارتباط را به قطعیت تأیید یا رد کرد (Oroud., 2021). قابل توجه است که اراضی دیم بیشتر به بالا یا پایین بودن درجه حرارت حساس هستند (He et al., 2020). با تغییر پوشش زمین



شکل ۵- میانگین شاخص‌های VHI و TVDI در فصل رشد با استفاده از تصاویر ماهواره‌های لندست ۸ و سنتینل ۲

زیاد در سال ۱۳۹۸ است. در تصاویر (۲۰۱۹) ۱۳۹۸ ماهواره سنتینل دو خشکی دمایی گیاهان نمود بیشتری یافته اما سال (۲۰۱۶) ۱۳۹۵ از وضعیت بسیار مطلوبی برخوردار بوده است. نتیجه کلی اینکه ناحیه غرب نقشه از رطوبت بیشتر و خشکی دمایی گیاهی کمتری برخوردار بوده است و برآورد خشکی دمایی کم گیاهان در این شاخص بیشترین تطابق را با نتایج VHI و LST داشت؛ اما چشمگیر نبود. البته این شاخص بهتر است برای مناطقی با تغییرات دمایی و پوشش گیاهی قابل توجه بکار گرفته شود (He et al., 2020).

از لحاظ آگروکلیمایی گیاه چغندر قند بر اساس روش قابلیت گرمایی از ماه فروردین تا اواخر ماه آبان در منطقه جزء ماه‌های پویا از نظر کشاورزی محسوب می‌شوند و بر اساس آستانه‌های دمایی مراحل فنولوژیک گیاه چغندر قند تقویم اقلیمی در منطقه به صورت تاریخ کشت محصول در اواسط فروردین ماه و برداشت آن اواخر شهریور تا آبان ماه است (حلبیان و همکاران، ۱۳۹۲). میزان نیاز به آب ۸۴۲ میلیمتر (Uygan et al., 2021) و نیاز به آبیاری هر ۸ تا ۱۰ روز

بین نتایج شاخص‌های ماهواره‌ای و زمینی همگرایی وجود داشت و این مطالعه ثابت کرد که شاخص‌های بکار رفته مؤثر بوده و ابزار دقیقی برای نظارت و ارزیابی خشکسالی کشاورزی هستند (Alsaady et al., 2021). شاخص TVDI که بوسیله باند های حرارتی، انعکاسی و رطوبت خاک محاسبه می‌شود (دهقانی تفتی و همکاران، ۱۳۹۷)، میزان خشکی دمایی گیاه در سال (۲۰۱۸) ۱۳۹۷ در تصاویر لندست هشت کم اما خشکی زمین بیشتر از دیگر سال‌ها بود. همچنین در تصاویر این ماهواره سال‌های (۲۰۱۳) ۱۳۹۲ و (۲۰۱۶) ۱۳۹۵ و (۲۰۱۷) ۱۳۹۶ رطوبت بیشتری داشته اما در سنتینل دو سال (۲۰۱۶) ۱۳۹۵ از وضعیت مطلوبی برخوردار بود و با نتایج SPI و SPEI یک و سه ماهه تطابق داشت. شاخص TVDI (شکل ۵) در تصاویر ماهواره لندست‌هشت؛ خشکی دمایی گیاه در سال (۲۰۱۹) ۱۳۹۸ در تصاویر هر دو ماهواره بیشتر بود که با هیچ کدام از نتایج دیگر شاخص‌ها مطابقت نداشت. سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۷ (۲۰۱۶) و (۲۰۱۸) خشکی دمایی گیاه کمتری نشان داد. این نوسان به علت رطوبت زیاد و در عین حال تبخیر

بررسی‌های تاریخی شواهدی غیر از داده‌های بارش و دما استفاده شود. تصاویر ماهواره‌هایی که دقت بالایی برای پایش برخی شاخص‌ها دارند پشتوانه تصویری طولانی‌مدتی نداشته و این محدودیت ما را از بررسی تاریخی روند خشکسالی بازمی‌دارد. علاوه بر آن سنجنده‌ای که تصاویر آن بتواند فاکتورهای مؤثر بر خشکسالی کشاورزی را پوشش دهد و از لحاظ مکانی و زمانی و وضوح تصاویر قابل رقابت نباشد ساخته نشده است؛ زیرا تصاویر سنتینل برای ارزیابی پوشش‌های گیاهی مناسب‌تر از لندست (علی‌رغم پیشینه طولانی‌تر) است. باین‌حال در برآورد برخی شاخص‌ها (LST و NDVI) بهتر است از تصاویر سنجنده مادیس که قدمتی طولانی‌تر دارد، استفاده کرد. علاوه بر آن برای کاهش اثرات خشکسالی بر عملکرد چغندر قند بهتر است وارپته‌های چغندر علوفه‌ای که مقاومت به تنش خشکی زیادی دارند کشت شوند.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از رساله دکترای تخصصی رشته محیط‌زیست دانشگاه آزاد اسلامی واحد همدان با کد ۱۷۱۴۸۰۰۶۹۰۷۶۴۲۱۱۳۹۹۱۶۲۳۸۶۹۷۲ است که بدین‌وسیله از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه برای فراهم کردن امکانات انجام پژوهش سپاسگزاری می‌شود.

منابع

- حلبیان، ا.ح.، خمیری، ح. و علیقلی، س. ۱۳۹۲. ارزیابی شرایط آب‌وهوایی کشت چغندر قند در شهرستان کرمانشاه. اولین همایش ملی جغرافیا، شهرسازی و توسعه پایدار. تهران.
- حمزه، س.، فراهانی، ز.، مهدوی، ش.، چترآگون، ا. و غلام‌نیا، م. ۱۳۹۶. پایش زمانی و مکانی خشکسالی کشاورزی با استفاده از داده‌های سنجنده‌های دور مورد مطالعه: استان مرکزی ایران. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. ۴ (۳): ۵۳-۷۰.
- جهانگیر، م.ح. و مشیدی، ض. ۱۳۹۹. ارزیابی پایش خشکسالی کشاورزی مبتنی بر سنجنده‌های دور با استفاده از شاخص استاندارد شده بارش در ماه‌های رشد (مطالعه موردی: حوضه آبریز کارون بزرگ). آبیاری و زهکشی ایران. ۱۴ (۴): ۱۲۵۲-۱۲۶۴.
- دهقانی تفتی، ا.ع.، زارع، م.، حسینی، س.ز.، عربی، و علی‌آبادی، ف. ۱۳۹۷. تعیین ارتباط روند تغییرات خشکسالی با عناصر اقلیمی در دشت یزد-اردکان. نشریه مدیریت بیابان. ۱۳: ۱-۱۴.
- شاه مرادی، ص.، غفاریان مال میر، ح. و امینی، م. ۱۴۰۰. استخراج شاخص رطوبت سطحی خاک (TVDI) با استفاده از نمودار

یکبار است. میزان کارکرد چغندر قند از سال ۷۸ تا ۸۲ (۱۹۹۸ تا ۲۰۰۳)، کمتر از مقدار مورد انتظار بوده و مقاومت بوم‌سازگان نسبت به خشکسالی ضعیف بوده است (Li et al., 2022) و رشد این محصول از کمبود آب و تنش گرمایی تأثیر پذیرفته که هم‌زمان با خشکسالی بسیار شدید برآورد شده توسط SPI و SPEI بوده است، اما سال ۸۵ تا ۸۸ (۲۰۰۶ تا ۲۰۰۹) و ۹۱/۹۰ (۲۰۱۱/۲۰۱۲) و ۱۴۰۰/۹۹ (۲۰۲۰/۲۰۲۱) کارکرد بسیار خوبی داشته است. چون این محصول در اراضی آبی کشت می‌شود. در فصل کاشت نسبت به کمبود آب حساس‌تر و به شرایط دمایی بالا کمتر حساسیت دارد (He et al., 2020). عملکرد چغندر قند دارای روند روبه‌رشد و افزایشی بوده که این روند به علت برداشت بیش از حد مجاز آب Olivera -Guerra (et al., 2022) بخصوص آب‌های زیرزمینی با حفر چاه‌های غیرمجاز بوجود آمده است. به همین دلیل کاشت فراورده‌هایی پرآبخواه در شرایط اقلیمی نیمه‌خشک و کمبود بارندگی در دوره رشد (Uygan et al., 2021) مقرون به‌صرفه نیست و بهتر است از کاشت وارپته‌های مقاوم به خشکی، تنوع محصول و ترک زمین‌های آیش (Aliyar et al., 2022) بهره‌جوییم؛ اما به‌طور کلی روند کاهش شاخص‌های خشکسالی با آمار فعالیت کشاورزی مطابقت داشت (Wu et al., 2022).

نتیجه‌گیری

خشکسالی به دلیل محدودیت در انتخاب محصول، باعث دگرگونی، ثمردهی کم یا از بین رفتن برخی از گونه‌های گیاهی بومی منطقه در اثر کم‌آبی و تغییر مواد معدنی و آلی خاک می‌شود که برای بهره‌دهی بیشتر تغییر ژنتیکی داده می‌شوند و منحصر بفرد بودنشان ملغی می‌شود. طی چند سال اخیر؛ کشت سیب‌زمینی و چغندر قند که محصولات پرآبخواه بوده و خشکی خاک را تشدید می‌کنند. در کرمانشاه رواج زیادی پیدا کرده است و کشاورزان برای بهره‌دهی بیشتر از زمین از کود به مقدار زیادی استفاده می‌کنند. خشکسالی طولانی‌مدت و عدم آبیاری به‌موقع که باعث بالارفتن دمای سطح زمین در آن نواحی شده نیز از میزان قند چغندر می‌کاهد. همه این عوامل در کنار هم وضعیت ناگواری را برای کشاورزی رقم می‌زنند که یکی از راه‌های تلطیف این بی‌تدبیری‌ها آن است که نوع فرآورده‌های کشاورزی و الگوهای آبیاری بنا به میزان رطوبت و دمای زمین تغییر پیدا کند و محصولات و روش‌های کم‌آبخواه انتخاب شوند. در نتایج کلی خشکسالی در تمام طول دوره مطالعه در رده‌های متفاوت وجود داشته که این خشکسالی همراه با افزایش برداشت آب برای مصارف کشاورزی همراه بوده است. از طرفی چون سابقه ثبت داده‌های بارندگی بیشتر از ۱۰۰ سال نیست مناسب‌تر است پیشنهاد می‌گردد برای پی‌بردن به عواملی که تاکنون از چشم پژوهشگران دورمانده از

- Huang J. 2022. Soil moisture as an essential component for delineating and forecasting agricultural rather than meteorological drought. *Remote Sensing of Environment*. 269, 112833. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2021.112833>
- Cheng, F.Y. and Chen, Y. 2018. Variations in soil moisture and their impact on land-air interactions during a 6month drought period in Taiwan, *Geoscience Letters*. 26(5):26-31.
- Dubinina, V., Stavi, I., Svoray, T., Dorman, M. and Yizhaq, H. 2021. Hillslope geodiversity improves the resistance of shrubs to prolonged droughts in semiarid ecosystems. *Journal of Arid Environments*. 188, 104462.
- Ebmeyer, H., Fiedler-Wiechers, K.M. and Hoffmann, C. 2021. Drought tolerance of sugar beet-Evaluation of genotypic differences in yield potential and yield stability under varying environmental conditions. *Agronomy*. 262621, 521
- Alsaady, W. and Mohammed, R. 2021. Detecting of climatic drought by combination geo-information system and remote sensing in semi-arid zones: A case study. *Materials Today: Proceedings*. 57(6).
- Geng, G., Yang, R. and Liu, L. 2022. Downscaled solar-induced chlorophyll fluorescence has great potential for monitoring the response of vegetation to drought in the Yellow River Basin, China: Insights from an extreme event. *Ecological Indicators*. 13, 108801. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108801>
- Gong, P., Wang, J., Le, Y., Chao Zhao, Y., Yuan Zhao, Y., Liang, L., Guo Niu, Z. and et al. 2013. Finer resolution observation and monitoring of global land cover: First mapping results with Landsat TM and ETM+ data. *International Journal of Remote Sensing*. 34 (7): 2607-2654.
- Guha, S., Govil, H., Gill, N. and Dey, A. 2021. A long-term seasonal analysis on the relationship between LST and NDBI using Landsat data. *Quaternary International*. 575-576:249-258.
- Hereher, M., Alghmdy, A., Mseddi, K. and El Kenawy, A. 2022. Remote sensing of vegetation prolonged drought at the salt playas of Hail – Saudi Arabia. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. 25(1): 135145.
- He, Y., Chen, F., Jia, H., Wang, L., Bondur, V. 2020. Different Drought Legacies of Rain-Fed and Irrigated Croplands in a Typical Russian Agricultural Region. *Remote sensing*. 12, 1700; doi: 10.3390/rs12111700
- Holzman, M.E., Rivas, R. and Piccolo, M.C. 2014. Estimating soil moisture and the relationship with crop yield using surface temperature and vegetation index. *International Journal of Applied Earth*
- پراکندگی دما/ پوشش گیاهی و تصاویر مودیس. فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۱۲ (۱): ۳۸ – ۶۲
- صیادی، س.ا. و رستمی، ش. ۱۳۹۱. سنجش تأثیرات اقتصادی و اجتماعی - فرهنگی توسعه گردشگری (نمونه موردی شهر کرمانشاه). برنامه‌ریزی فضایی. ۲ (۳): ۷.
- کوه بنایی، ح.، یزدانی، م. ۱۳۹۷. پهنه‌بندی رطوبت خاک سطحی با استفاده از تصاویر لندست ۸ (مطالعه موردی: حومه شهر سمنان). جغرافیا و پایداری محیط. ۸ (۳): ۶۵-۷۷.
- لویمی، ن.، اکرم، ا.، باقری، ن.، حاجی احمد، ع. ۱۳۹۸. ارزیابی چند شاخص طیفی برای برآورد عملکرد کلزا با استفاده از تصاویر سنجنده سنتینل ۲. نشریه ماشین‌های کشاورزی. ۱۱ (۲): ۴۴-۴۴۷
- نخعی نژاد فرد، س.، غلامی، ح.، اکبری، د.، تلفر، م. و رضایی، م. ۱۳۹۸. ارزیابی الگوریتم‌های مختلف برای یکپارچه‌سازی تصاویر در تهیه نقشه‌های شاخص‌های گیاهی. اطلاعات جغرافیایی سپهر. ۲۸ (۱۱۲): ۱۹۹-۲۱۷.
- Afshar, M.H., Bulut, B., Duzenli, E., Amjad, M. and Yilmaz, M.T. 2022. Global spatiotemporal consistency between meteorological and soil moisture drought indices. *Agricultural and Forest Meteorology*. 316, 108848. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2022.108848>
- Aliyar, Q., Zulfiqar, F., Datta, A., KMKuwornu, J. and Shrestha, S. 2022. Drought perception and field-level adaptation strategies of farming households in drought-prone areas of Afghanistan. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 102862. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.102862>
- Atif, R.M., Almazroui, M., Saeed, S., Abid, M.A., Islam, M.N. and Ismail, M. 2020. Extreme precipitation events over Saudi Arabia during the wet season and their associated teleconnections. *Atmospheric Research*. 231, 104655.
- Barneston, J., S.Phinn, S. and Scarth, P. 2019. Mapping woody vegetation cover across Australia's arid rangelands Utilising a machine-learning classification and low-cost Remotely Piloted Aircraft System. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 83:101909.
- Bera, B., KumarShit, P., Sengupta, N., Saha, S. and Bhattacharjee S. 2021. Trends and variability of drought in the extended part of Chhota Nagpur plateau (Singbhum Protocontinent), India applying SPI and SPEI indices. *Environmental Challenges*. 5, 100310.
- Chatterjee, S.R., Desai, A., Zhu, J.A., Townsend, P. and

- RUSLE models in Godavari middle sub-basin, India. *Geoscience Frontiers*. 13(2): 101312.
- Mehravara, S., Amani, M., Moghimi, A., Dadrass, F., Javan, D., Samadzadegan, F. and et al. 2021. Temperature-Vegetationsoil Moisture-Precipitation Drought Index (TVMPDI); 21-year drought monitoring in Iran using satellite imagery within Google Earth Engine. *Advances in Space Research*. 68(11):4573-4593.
- Mckee, T.B., Doesken, N.J. and Kleist, J. 1993. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scale, 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, CA, American Meteorological Society. 179-184.
- Miller, D., Alonzo, M.K., Meerdink, S.A., Allen, M.L., Tague, C.A., Roberts, D.P. and McFadden, J. 2022. Seasonal and interannual drought responses of vegetation in a California urbanized area measured using complementary remote sensing indices. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*. 183: 178-195.
- Oroud, I. and C.Balling, R. 2021. The utility of combining optical and thermal images in monitoring agricultural drought in semiarid mediterranean environments. *Journal of Arid Environments*. 189:104499.
- Namjoyan, S., Rajabi, A., Sorooshzadeh, A. and AghaAlikhani, M. 2021. The potential of tebuconazole for mitigating oxidative stress caused by limited irrigation and improving sugar yield and root quality traits in sugar beet. *Plant Physiology and Biochemistry*. 162:547-555.
- Olivera-Guerra, L., Quintanilla, M., Moletto-Lobos, I., Pichuante, E., Zamorano-Elgueta, C. and Mattar, C. 2022. Water dynamics over a Western Patagonian watershed: Land surface changes and human factors. *Science of the Total Environment*. 804, 150221. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.150221>
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. Third Earth Resources Technology Satellite (ERTS) Symposium. NASA Goddard Space Flight Center3d ERTS-1 Symp. 1, SP-351: 309-317. Washington D. C. USA.
- Sandholt, I., Rasmussen, K. and Andersen, J. 2002. A simple interpretation of the surface temperature/vegetation index space for assessment of surface moisture status. *Remote Sensing of Environ*. 79 (2-) 3, 213-422.
- Samiul Islam, S.M., Ashraful Islam, K.M. and Mullick, R.A. 2022. Drought hot spot analysis using local indicators of spatial autocorrelation: An experience from Bangladesh. *Environmental Challenges*. 6. 100410. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100410>
- Observation and Geoinformation. 28: 181-291.
- Hu, X., Ren, H., Tansey, K., Zheng, Y., Ghen, D., Liu, X. and Yan, L. 2019. Agricultural drought monitoring using European Space Agency Sentinel 3A land surface temperature and normalized difference vegetation index imageries. *Agricultural and Forest Meteorology*. 279, 107707.
- Javed, T., Li, Y., Rashid, S., Li, F., Hu, Q., Feng, H. and et al. 2021. Performance and relationship of four different agricultural drought indices for drought monitoring in China's mainland using remote sensing data. *Science of the Total Environment*. 759: 143530.
- Jiang, T., Su, X.P., Singh, V. and Zhang, G. 2022. Spatio-temporal pattern of ecological droughts and their impacts on health of vegetation in Northwestern China. *Journal of Environmental Management*. 305, 114356. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114356>
- Ji, Z., Pan, Y. and Li, N. 2021. Integrating the temperature vegetation dryness index and meteorology parameters to dynamically predict crop yield with fixed date intervals using an integral regression model. *Ecological Modelling*. 445. 10965.
- Peterson, E.D., Jones, C.C., Sandmeier, F.P., Arellano Rivas, A. A., Back, C., Canney, A. and et al. 2021. Drought influences biodiversity in a semi-arid shortgrass prairie in southeastern Colorado. *Journal of Arid Environments*. 195: 104633.
- Karnieli, A., Agam, N.T., Pinker, R., Anderson, M.L., Imhoff, M.G., Gutman, G. and et al. 2010. Use of NDVI and Land Surface Temperature for Drought Assessment: Merits and Limitations. *Journal of Climate*. 23(3): 618-633.
- Languille, F., Gaudel, A., Vidal, B., Binet, R., Poulain, V. and Trémas, T. 2017. Sentinel-2B image quality commissioning phase results and Sentinel2 constellation performances. "Con Proc. SPIE. Digital Library, Sensors, Systems, and Next-Generation Satellites XXI Location: Warsaw, POLAND.
- Li, L., Qian, R., Liu, W. and Wang, W.A. 2022. Biederman J, Zhang Bet al Drought timing influences the sensitivity of a semiarid grassland to drought. *Geoderma*. 412(15):115714.
- Liang, L., Zhao, S., Qin, Z., He, K., Chen, C., Luo, C., Luo, Y. and Zhou, X. 2014. Drought Change Trend Using MODIS TVDI and Its Relationship with Climate Factors in China from 2001 to 2010. *Journal of Integrative Agriculture*. 13(7): 1501-1508.
- Masroor, m., Sajjad, H., Rehman, S., Singh, R., Rahaman, A.H., Sahana, M., Ahmed, R. and Avtar, R. 2022. Analysing the relationship between drought and soil erosion using vegetation health index and

- intensification and recovery on the hydrological drought internal propagation. *Weather and Climate Extremes*. 36:10043. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100430>
- Xie, F. and Fan, H. 2021. Deriving drought indices from MODIS vegetation indices (NDVI/EVI) and Land Surface Temperature (LST): Is data reconstruction necessary. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*. 101, 102352. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102352>
- Zhang, H., Ding, J., Wang, Y., Yang Zhou, D. and Zhu, Q. 2021. Investigation about the correlation and propagation among meteorological, agricultural and groundwater droughts over humid and arid/semi-arid basins in China. *Journal of Hydrology*. 603(B): 127007.
- Zhang, J., Yang, J., An, P., Ren, W., Pan, Z., Dong, Z. and et al. 2017. Enhancing soil drought Enhancing soil drought induced by climate change and agricultural practices: Observational and experimental evidence from the semiarid area of northern China. *Agricultural and Forest Meteorology*. 243: 74-83.
- Zhang, L., Jiao, W., Zhang, H., Huang, C. and Tong, Q. 2017. Studying drought phenomena in the Continental United States in 2011 and 2012 using various drought indices. *Remote Sensing of Environment*. 190: 96-106.
- Zeng, J., Zhang, R., Qu, Y., A.Bento, V., Zhou, T., Lin, Y. and et al. 2022. Improving the drought monitoring capability of VHI at the global scale via ensemble indices for various vegetation types from 2001 to 2018. *Weather and Climate Extremes*. 35: 100412. <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100412>
- Zheng, J., Zhang, R., Lin, Y., Wu, X., Tang, J., Guo, P. and et al. 2020. Drought frequency characteristics of China, 1981-2019, based on the vegetation health index. *Climate Research*. 81:131-147.
- Soer, G.J.R. 1980. Estimation of regional evapotranspiration and soil moisture conditions using remotely sensed crop surface temperatures. *Remote Sens. Environ*. 9 (1): 27-45.
- Uygan, D., Cetin, O., Alveroglu, V. and Sofuoglu, A. 2021. Improvement of water saving and economic productivity based on quotation with sugar content of sugar beet using linear move sprinkler irrigation. *Agricultural Water Management*. 255: 106989.
- Vicente-Serrano, S.M., Beguería, S.I. and López-Moreno, J. 2010. A multiscalar drought index sensitive to global warming: the standardized precipitation evapotranspiration index. *Journal of Climate*. 23(7): 1696-1718.
- Wang, Q., Qi, J., Wu, H., Zeng, Y., Shui, W., Zeng, J. and Zhang, X. 2020. Freeze-Thaw cycle representation alters response of watershed hydrology to future climate change. *CATENA*. 195: 104767.
- Wang, T., Tu, X., Singh, V., Chen, X., Lin, K., Lai, R. and Zhou, Z. 2022. Socioeconomic drought analysis by standardized water supply and demand index under changing environment. *Journal of Cleaner Production*. 347:131248. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.131248>
- Weng, Q., Lu, D. and Schubring, J. 2004. Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship for urban heat island studies. *Rem. Sens. Environ*. 89 (4):467-483.
- Wolteji, B.N., Badhadha, S.T., Gebre, S.L., Alemayehu, E. and Gameda, D.O. 2022. Multiple Indices Based Agricultural Droughts Assessment in Rift Valley Region of Ethiopia. *Environmental Challenges*. 7: 100488. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2022.100488>
- Wu, J.J., Geng, G.P., Zhou, H.K., Liu, J.H., Wang, Q.F. and Yang, J.H. 2017. Global vulnerability to agricultural drought and its spatial characteristics. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*. 60: 910-029.
- Wu, J., Mallakpour, V.I., Yuan, X., Ya, H., Wang, G. and Chen, X. 2022. Impact of the false

Multi-indicator Monitoring of Agricultural Drought in Kermanshah Township

F. Imani Buzhani,¹ M. Kiani Sadr,*² S. Sobhan Ardakani,³ B. Lorestani,⁴ M. Cheraghi⁵

Received: May.15, 2022

Accepted: Jun.21, 2022

Abstract

It is necessary to study the spatial-temporal trend of drought, which affects agriculture and food supply with its slow process and Multiple generating factors; Therefore, the present study was conducted to assess agricultural drought in Kermanshah using satellite indicators (Average images of Sentinel2 and Landsat8 satellites during the growing season) and terrestrial (using rainfall and temperature data from 1990 to 2020). The results of terrestrial indicators the absence of drought in 2002, 2007, 2018 and 2019. The 12-month and 24-month SPEI of 2001 and the 24-month SPI estimated 1999 in the category of very severe drought. Satellite indicators in 2015 and 2017 increased the Land Surface Temperature and in 2019 (increasing soil surface moisture and Temperature Vegetation Dryness) and 2020 estimated vegetation density. The decrease in sugar beet yield in the years 1999 to 2003 and the increase in the years 2006 to 2009, 2012/2011 and 2021/2020 confirm the high results. In the north, northeastern and eastern regions; High temperature, low rainfall and low humidity have dried the soil and negatively affected the growth, health and density of plants, but the southern region has always been humid. The presence of drought during the study period and Sentinel II images were more sensitive to vegetation indicators.

Keywords: Agriculture, Drought, Kermanshah, Landsat8, Sentinel II

1- Ph.D Student, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

2- Assistant Professor, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

3- Professor, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

4- Associate Professor, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

5- Associate Professor, Department of the Environment, College of Basic Sciences, Hamedan Branch, Islamic Azad University, Hamedan, Iran

(*-Corresponding Author Email: mkianysadr@iauh.ac.ir*)