نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی سال هجدهم، شماره ۵۰، پاییز۹۷

ارزیابی وضعیت دمایی پوشش گیاهی (VTCI) برای پایش خشکسالی در حوضه آبریزسیمینه رود دریاچه ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره MODIS

دریافت مقاله: ۹۶/۱۰/۲۶ **پذیرش نهایی:** ۹۷/۲/۲۴

صفحات: ۱۳۹-۱۲۹

عادل نبی زاده بلخکانلو : دانشجوی دکتری اقلیم شناسی کشاورزی ، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.[1]
Adel50khu@gmail.com

زهرا حجازی زاده: استاد و عضو هیئت علمی گروه آب و هواشناسی، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.
hedjazizadeh@yahoo.com

پرویز ضیائیان فیروزآبادی: دانشیار و عضو هیئت علمی گروه ژئوانفورماتیک، دانشکده علوم جغرافیایی دانشگاه خوارزمی، ایران.
p.zeaiean@gmail.com

چکیده

کاهش مداوم تراز آب دریاچه ارومیه در سالهای اخیر ، کاهش بارندگی و دبی رودخانه ها و خشکسالی های مداوم به دغدغه اصلی مردم ومسئولین تبدیل شده است. برای بررسی تغییرات اقلیمی و افزایش دما در حوضه آبریز دریاچه ارومیه از دو عامل سنجش ازدور و خواص حرارتی تصاویر ماهواره استفاده شد،که اهمیت تغییرات دمای سطح زمین(LST) و شاخص اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) را نشان می دهد. این مطالعه با استفاده از داده های ماهواره مادیس در بازه زمانی(۲۰۱۰-۲۰۰۸) به منظور بررسی رابطه فضایی NDVI-Ts وNDVI-ΔT برای بررسی زمان واقعی وقوع خشکسالی کشاورزی صورت گرفت. هدف استخراج شاخص VTCI (شاخص شرایط درجه حرارت پوشش گیاهی) است که قادر به شناسایی تنش خشکی در مقیاس منطقه ای است. نتایج نشان داد که شیب برای لبه گرم منفی است، جائیکه برای لبه سرد مثبت است. شیب لبه گرم نشان می دهد که دمای حداکثر کاهش می یابد هنگامی که مقدار NDVI برای هر فاصله زمانی افزایش می یابد. شیب در لبه سرد نشان می دهد دمای حداقل افزایش می یابد هنگامی که مقدار NDVI افزایش می یابد. به طور کلی در لبه گرم و لبه سرد، مشاهده شده است که مقدار روند خشکسالی در طول سالهای ۲۰۰۹، ۲۰۰۸ در مقایسه با سال۲۰۱۰ بالاتر است. دربخشی از روز ژولیوسی ۲۵۷ شیب لبه سرد از سال ۲۰۰۸ به ۲۰۱۰ روند کاهشی دارد. اما در لبه گرم رهگیری پیکسلها برای ۲۰۰۸ بیش از ۳۲۳ درجه کلوین است درجائیکه در ۲۰۰۹ تا۲۰۱۰ در آن کمتر از ۳۲۳ درجه کلوین می باشد. به طور کلی مقدار ضریب همبستگی(R^2) در رابطه فضایی NDVI -TS بین (۰,۹۰-۰,۹۹) متفاوت است. پژوهش حاضر نشان داد که با یکپارچه سازی داده های ماهواره ای مودیس با داده های هواشناسی مقدار آستانه VTCI برای تنش خشکی ازسالی به سال دیگر متفاوت است که به شرایط داده بستگی دارد.

کلید واژگان: خشکسالی ، سیمنه رود، شاخصNDVI، شاخص LST، شاخص VTCI

---

۱. **نویسنده مسئول:** تهران، خیابان مفتح جنوبی، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، گروه اقلیم شناسی ۰۴۴۳۳۸۳۰۸۰۲

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]

مقدمه

خشکسالی یک رویداد آب و هوایی دشوار و یک بلای «خزنده» است چرا که خشکسالی به آرامی توسعه می یابد و گاهی اوقات حضور طولانی مدت، بیش از چندین سال دارد. با این حال نتیجه یک فاجعه ناشی از خشکسالی می تواند گسترده و ویرانگر باشد. لذا یکی از مضرترین فجایع طبیعی است که "قاتل زندگی" نامیده می شود. خشکسالی به عنوان یک سم آرام در نظر گرفته شده، هیچ کس زمان ورود آن را نمی داند ، تعداد نهایی روزها و شدتش قابل پیش بینی نیست. بخشی از نتایج در آب و هوای کره زمین است. بدون هیچ هشداری، بدون به رسمیت شناختن مرز و یا تفاوت های اقتصادی و سیاسی هر سال رخ می دهد.(۱۹۹۰، price).

ایران یکی ازکشورهای واقع درکمربند خشک دنیا است که همواره با مشکل کم آبی، خشکسالی- های متناوب مواجه می باشد. رشد فزاینده جمعیت ،تخریبهای ناشی از آن و نیاز روزافزون به محصولات کشاورزی ، دامی و محدودیت آب و خاک بعنوان بستر اصلی تولیدات کشاورزی ، مسئله کم آبی را به گونه ای جدی درتمامی حوضه ها ، فرا روی کشورمان قرار داده است. درسالهای اخیر روند تدریجی تغییر اقلیم و گرمایش جهانی و تغییر در پارامترهای اقلیمی به ویژه افزایش دما و کاهش بارش و به تبع آن خشک شدن رودخانه ها، تالابها، دریاچه ها، قناتها و چشمه ها در سطح کشور به نگرانی های مردم ومسئولین دامن زده ومدیریت منابع آبی وتغییر الگوی کشت محصولات کشاورزی را درالویت برنامه های دولت قرار داده است.

یکی ازحوضه هایی که درایران خیلی سریع به تغییرات اقلیمی واکنش نشان داد و حساسیت جامعه را برانگیخت، حوضه آبریز دریاچه ارومیه بود افت سریع و مداوم تراز سطح آب دریاچه ارومیه باعث شد که مسئولین توجه ویژه به این حوضه آبریز را در اولویت قرار داده و با ایجاد تشکیل ستاد مرکزی احیای دریاچه ارومیه و نمایندگی های فرعی در مراکز استانهای درگیر (آذربایجان‌غربی و شرقی) ، مطالعات پژوهشی مختلفی را جهت ارائه راهکارهای عملی و علمی جهت احیای آب دریاچه ارومیه انجام دهند. دراین پژوهش با نظر گرفتن کلیه تحقیقات صورت گرفته ، وضعیت دمایی اثرگذار بر خشکسالی منطقه با استفاده ازتصاویر ماهواره مودیس در حوضه آبریز درجه ۲ سیمینه رود مورد بررسی قرار گرفته است.

امروزه استفاده از سنجش از دور یکی از روشهایی است که برای شناسایی تغییرات پوشش گیاهی استفاده می شود. این تکنولوژی با اندازه گیری تشعشع خاص پوشش گیاهی ، امکان شناخت تغییرات بازتاب ناشی از خشکسالی را درگیاهان فراهم می سازد. تحلیل فراوانی خشکسالی ها در قالب تداوم، شدت و بزرگی پیچیده است. زیرا که هریک از این ویژگیها ممکن است توزیع احتمالاتی خاص خود را دارا باشد.(Bhuiyan,۲۰۰۶) پایش خشکسالی در مقیاس منطقه ای می تواند بطور منطقی نتیجه ای دهد که تحقیق حاضر ، محتوای اطلاعات فضایی بالایی از داده های ماهواره ای ارائه می دهد ، که اجازه می دهد نقشه برداری دقیقی از توسعه فضایی شرایط خشکسالی و تغییرات زمانی تنش خشکی در طول زمان و فضا صورت گیرد. (Carlson ،۱۹۹۷ & etal)

این تحقیق در نظر دارد با استفاده از داده های ماهواره ای سنجش از دور به منظور بررسی رابطه فضایی بین LST و NDVI برای استخراج داده های ماهواره ای روند بازتابش دمای سطح و پوشش گیاهی ، براساس

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]

زمان واقعی پایش خشکسالی کشاورزی ، شاخص VTCI (شاخص شرایط درجه حرارت پوشش گیاهی) را پیدا کند، که قادر به شناسایی تنش خشکی در مقیاس منطقه ای می باشد.

در زمینه ی بررسی شدت و طول مدت خشکسالی و استفاده از تصاویر ماهواره ای و شاخص‌های خشکسالی و هواشناسی مطالعات مختلفی در سراسر جهان، انجام شده است که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره نمود: در هندوستان برای تجزیه و تحلیل علل خشکسالی درایالت گجرات، از داده های ماهواره ای سنجش از دور به منظور بررسی رابطه بین فضای NDVI-Ts و NDVI-ΔT برای استخراج ماهواره ای بر اساس زمان واقعی پایش شاخصهای خشکسالی کشاورزی استفاده شد و شاخص رطوبت محصول از داده های هواشناسی ۲۵ ایستگاه سینوپتیک محاسبه گردید . تجزیه و تحلیل شاخص های ماهواره ای به دست آمده مرتبط با شاخص رطوبت محصول برای ارزشهای آستانه VTCI و WDI ایجاد و رگرسیون خطی بینVTCI وWDI با CMI برای همه سال از سال ۲۰۰۰ تا سال ۲۰۰۴ انجام گردید.. مشاهدات زمانی از VTCI و WDI در برابر CMI برای هر سال خطی پسرفت را نشان می داد. با وجود ارزش مربع R ، ضریب تعیین کمتر است روابط قابل توجه است. تغییر نتیجه قابل توجهF برای همه معادله رگرسیون خطی کمتر از ۰,۰۲ (در سطح ۰,۰۵) نشان می داد و از این رو تمام معادلات برای تعریف مقادیر آستانه معنی دار بود.(parida ،۲۰۰۶). در آمریکا از داده های دمای سطح زمین (LST) سنجنده MODIS و شاخص NDVI برای پایش خشکسالی استفاده کردند. در این تحقیق یک روش آنی پایش خشکسالی با استفاده از شاخص NDVI و LST تصاویر MODIS ایجاد شده است که به آن VTCI گفته می شود. همبستگی خطی بین VTCI و مجموع بارندگی ماهانه نشان داد که VTCI نه تنها با بارندگی های کنونی ارتباط معناداری داشته بلکه با مقدار بارندگی گذشته نیز همبستگی دارد. همچنین، نتایج تحقیق نشان داده که این شاخص می تواند رویکرد مناسبی برای پایش خشکسالی در لحظه باشد.(Wan و همکاران، ۲۰۰۴)

در سال های اخیر استفاده از قابلیت های تصاویر ماهواره ای و شاخصهای پوشش گیاهی به خصوص NDVI مورد توجه محققان و سازما ن های مختلف در سطح کشورمان نیز بوده است. در استان کرمانشاه امکان سنجی تشخیص تغییرات پوشش گیاهی مبتنی برشاخصهای زمینی و ماهواره ای خشکسالی بررسی شد نتیجه نشان داد که شاخصهای ماهواره ی از نظرتشخیص اندازه تغییر، همبستگی خوبی با هم دارند که بیشترین همبستگی مربوط به شاخص NDVI می باشد.(ابراهیم زاده وهمکاران(۱۳۹۲) در حوضه آبریز سفید رود بررسی شاخص های منتج از سنجش از دور در ارزیابی خشکسالی هواشناسی بررسی شد. به این منظور از تصاویر MODIS شاخص های NDVI، NDWI و DSI ، VTCI استفاده شد. بیشترین همبستگی بین بارش ماهانه و شاخص VTCI اتفاق افتاد و کمترین میزان همبستگی با شاخص NDVI بدون تاخیر زمانی بود. (پرویز و همکاران ،۱۳۹۰).

روش تحقیق

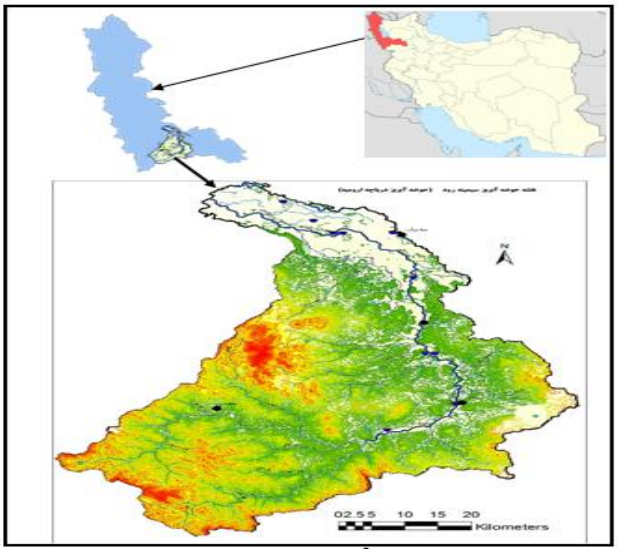
برای انجام این مطالعه از رویکرد نیمه تجربی که شامل تصایر ماهواره ای بازتابش دمای سطح زمین (LST) و اختلاف نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) در یک دوره سه ساله از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۰ می باشد، استفاده شده است . باتوجه به وضعیت ابرناکی منطقه مورد مطالعه و دوری از موانع جوی تصاویر از ماه ژوئن تا اکتبر

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]

هرسال ۵ تصویر و در مجموع ۱۵ تصویر (LST) و ۱۵ تصویر (NDVI) دانلود ، محاسبه و نتایج مورد بررسی قرار گرفت و در نهایت، معادلات رگرسیون این تصاویر برای پایش شاخص شرایط دمایی پوشش گیاهی منطقه (VTCI) محاسبه گردید.

منطقه مورد مطالعه

حوضه آبریز دریاچه ارومیه در مختصات جغرافیایی' ۱۳ ۴۴ تا ' ۵۴ ۴۷ طول شرقی و' ۴۱ ۳۵ تا ' ۳۰ ۳۸ عرض شمالی قرار دارد. بخش شمالی آن از یک محدوده کم و بیش مسطح تشکیل گردیده که بین ارتفاعات گسترده شرقی ، جنوبی و غربی حوضه محصور است شکل(۱).



شکل(۱):حوضه آبریز سیمینه رود (نگارنده : دی ماه ۹۶)

حوضه آبریز دریاچه ارومیه با توجه به مشخصه‌های توپوگرافی به هشت زیرحوضه تقسیم شده است جدول (۱).

جدول (۱): تقسیمات زیر حوضه‌های آبریز دریاچه ارومیه

حوضه اصلی	حوضه فرعی	مختصات جغرافیایی		وسعت (کیلومترمربع)
		طول شرقی	عرض شمالی	
حوضه آبریز دریاچه ارومیه	غرب دریاچه	' ۱۳ ۴۴ تا ' ۲۴ ۴۵	' ۰۶ ۳۷ تا ' ۲۳ ۳۸	۷۷۵۴
	شمال دریاچه	' ۵۶ ۴۴ تا ' ۰۶ ۴۶	' ۰۱ ۳۸ تا ' ۲۵ ۳۸	۲۱۱۹
	دریاچه	' ۰۰ ۴۵ تا ' ۰۳ ۴۶	' ۵۸ ۳۶ تا ' ۱۸ ۳۸	۷۳۰۶
	زرینه رود	' ۴۷ ۴۵ تا ' ۲۴ ۴۷	' ۴۱ ۳۵ تا ' ۴۳ ۳۷	۱۳۶۸۵
	سیمینه رود	' ۳۲ ۴۵ تا ' ۲۴ ۴۶	' ۱۰ ۳۶ تا ' ۰۳ ۳۷	۳۹۰۰
	جنوب دریاچه	' ۴۵ ۴۴ تا ' ۴۶ ۴۵	' ۲۳ ۳۶ تا ' ۱۱ ۳۷	۳۵۸۶

مأخذ : وزارت نیرو، طرح جامع آب ایران

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]

زیرحوضه سیمینه‌رود

این زیرحوضه در موقعیت جغرافیایی $45^{\circ}25'$ تا $46^{\circ}24'$ طول شرقی و $36^{\circ}10'$ تا $37^{\circ}03'$ عرض شمالی، با وسعتی معادل ۳۹۰۰ کیلومترمربع، در غرب زیرحوضه زرینه‌رود و شرق زیرحوضه جنوب دریاچه ارومیه قرار گرفته و رودخانه اصلی آن سیمینه‌رود است. این رود از دامنه‌های شمالی کوه‌های دوسر، خسرو، نیستان، ابراهیم جلال و مام‌سوار سرچشمه می‌گیرد و پس از دریافت شاخه‌های متعدد در مسیر خود که در امتداد جنوب به شمال است، از غرب بوکان عبور می‌کند و در جنوب غربی میاندوآب در نواحی ساحلی دریاچه پخش می‌شود. این زیرحوضه جزء کوچکترین زیرحوضه‌های دریاچه ارومیه است و از سه واحد هیدرولوژیک سیمینه‌رود علیا، سیمینه‌رود وسطی و سیمینه‌رود سفلی تشکیل شده است.

جدول (۲): مشخصات زیرحوضه سیمینه‌رود

حوضه	واحد مطالعاتی	مختصات جغرافیایی	دشت	مساحت (km²)
سیمینه‌رود	سیمینه رود علیا	$45^{\circ}33'$ تا $46^{\circ}24'$ طول شرقی $36^{\circ}10'$ تا $36^{\circ}44'$ عرض شمالی	بوکان	۲۴۳۶
	سیمینه رود وسطی	$45^{\circ}25'$ تا $46^{\circ}20'$ طول شرقی $36^{\circ}33'$ تا $36^{\circ}50'$ عرض شمالی	حاجی‌آباد	۶۰۸
	سیمینه رود سفلی	$45^{\circ}46'$ تا $46^{\circ}18'$ طول شرقی $36^{\circ}43'$ تا $37^{\circ}03'$ عرض شمالی	میاندوآب غربی	۸۵۶

پتانسیل ماهواره MODIS و LST برای پایش خشکسالی

دمای سطح زمین (LST)

Lst را مانند TS دمای سطح زمین می نامند. به طور کلی به معنی درجه حرارت پوسته زمین است. برای خاک بایر، LST نشان دهنده درجه حرارت سطح خاک است، همانطور LST نشان دهنده درجه حرارت سطح پوشش گیاهی می باشد. با این حال، در زمین با پوشش گیاهی پراکنده، LST توسط دمای سطح پوشش گیاهی، بوته های گیاهی و خاک تعیین می شود. دمای سطح Ts، درجه حرارت لایه های هواست که درتماس مستقیم با برگ است و Ta دمای هوا معمولی اندازه گیری شده در یک صفحه نمایش دماسنج است. LST یک ورودی بسیار مفید برای مدل سازی اجزای تعادل انرژی و نقشه برداری تبخیر و تعرق (ET) است. بازیابی LST با استفاده از باندهای دمایی IR تصاویر ماهواره ای مؤثرترین راه برای استخراج تعادل انرژی و تبخیر وتعرق درمقیاس منطقه ای است. دمای سطح زمین (LST) یکی از پارامترهای کلیدی در فیزیک فرآیندهای زمین سطح در مقیاس های منطقه ای و جهانی است، که ترکیبی از نتایج حاصل از تمام فعل و انفعالات سطح جو و شار انرژی بین هوا و زمین می باشد. (Mann stein، ۱۹۸۷).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]

سنجنده مودیس

مودیس (اسپکترورادیومتر تصویربردار با قدرت تفکیک متوسط) سنجنده ای است که بر روی ماهواره ترا (EOS AM-۱) قرار داده شده است. سنجنده مودیس ماهوارۀ ترا، هر دو روز یکبار از تمام سطح زمین تصویربرداری می کند و داده هایی در ۳۶ باند طیفی اخذ می کند سنجندۀ مودیس دارای حساسیت رادیومتریکی بالا (۱۲بیت) و در ۳۶ باند طیفی می باشد و دامنۀ طیفی آن از طول موجهای ۱۴/۴- ۴/. میکرومتر می باشد که این امر می تواند نیازهای کاربران مختلف را برطرف سازد. این سنجنده در 2 باند طیفی تصاویر با قدرت تفکیک اسمی 250 متر، در ۴ باند طیفی تصاویری با قدرت تفکیک اسمی ۵۰۰ متر و در ۳۰ باند دیگر نیز تصاویری با قدرت تفکیک ۱۰۰۰ متر برداشت می کند.

ویژگیهای محصولات مودیس استفاده شده دراین پژوهش

تعداد ۱۵ تصویر از باند (MOD11A2) برای بدست آوردن دمای سطح زمین (LST) و همین تعداد تصویر از باند(MOD09Q**1**) برای بدست آوردن تفاوت پوشش گیاهی نرمال شده (NDVI)

1. MODIS Land Surface Temperature/Emissivity30Day Global 1km SIN Grid V004
۲. MODIS/Terra Surface Reflectance 30Day Global 250m SIN Grid V004

شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی (NDVI)

این شاخص نخستین بارتوسط Tucker درسال ۱۹۷۹ ، به عنوان شاخصی برای سلامت پوشش گیاهی مطرح شد. شاخص NDVI یک شاخص حساس به شرایط پوشش گیاهی است، که بطور وسیعی به منظور تخمین شاخص سطح برگ مورد استفاده قرار می گیرد و از طریق نسبت تبدیل نرمال شده بازتاب از باند مادون قرمز و باند قرمز حاصل می گردد.(sharma،۲۰۰۶) مقادیر این شاخص بین ۱- و۱+ قرار می گیرد. مقدار NDVI برای سطوح سبز بین صفر و۱ و برای آب و ابرها و برف معمولا مقداری کمتر از صفر و منفی دارد مقدار بالای این شاخص نشان دهنده افزایش تراکم پوشش گیاهی است که از رابطه (۱) قابل محاسبه است.

$$NDVI= (\rho NIR- \rho Red) / (\rho NIR + \rho Red)$$ رابطه (۱)

ρNIR مقدار بازتابش از باند مادون قرمز ρRed مقدار بازتاب ازباند قرمز می باشد. (گلیس وهمکاران ، ۱۹۹۷)

شاخص تغییر شرایط پوشش گیاهی (VTCI)

این شاخص بر پایه ی رابطه ی منفی بین شاخص پوشش گیاهی NDVI و دمای سطح زمین می باشد. شاخص VTCI به طور فیزیکی به صورت نسبت تفاوت دما بین پیکسل ها تعریف می شود. دامنه ی مقادیر شاخص VTCI بین صفر تا یک است که مقادیر پایین شاخص VTCI مبین احتمالات بالای خشکسالی می باشد رابطه (۲).

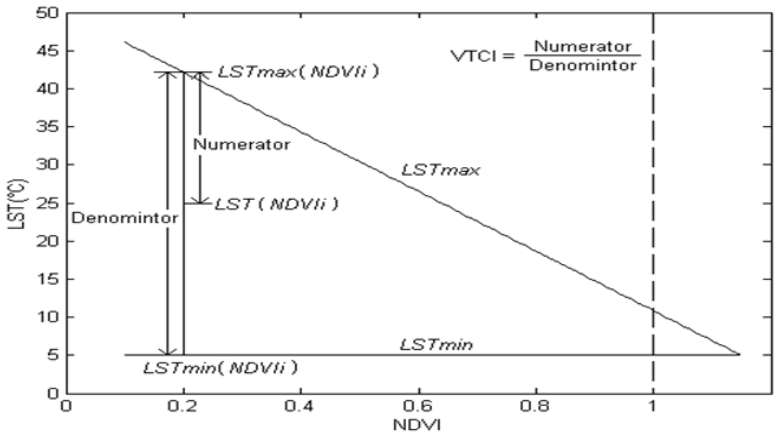
$$VTCI = \frac{LSTNDVIimax - LSTNDVIi}{LSTNDVIimax - LSTNDVImin}$$ رابطه (۲)

$$LSTNDVIi\ max = a + bNDVIi \qquad LSTNDVIi\ min = a' + b'NDVIi$$

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]

$LST_{NDVI.min}$ و LSTNDVI.max: به ترتیب محدوده های حداکثر وحداقل دمای سطح زمین با مقادیر NDVIi یکسان در منطقه ی مورد مطالعه می باشد.

LST_{NDVIi} : دمای سطح زمین هر پیکسل با شاخص پوشش گیاهی NDVIi ضرائب مربوط به رابطه (۱ و ۲) را می توان از ترسیم نمودار دمای سطح زمین در برابر شاخص NDVI به دست آورد. در صورتی که منطقه مورد مطالعه به اندازه کافی بزرگ باشد تا دامنه ی وسیعی از NDVI و شرایط رطوبتی سطح را شامل شود، شکل این نمودار بطور نرمال در مقیاس ناحیه ای به صورت مثلث شکل (۲) می باشد. (Wan،۲۰۰۴: ۶۵).

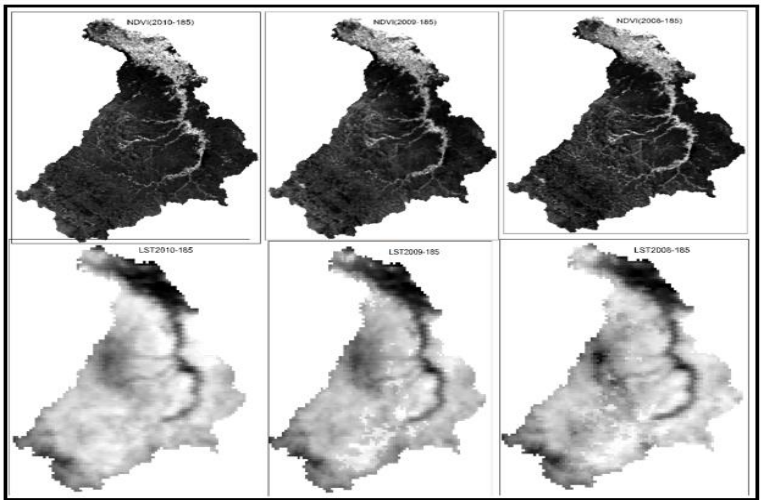


شکل (۲): نمودارشماتیک تفسیر فیزیکی شاخص VTCI

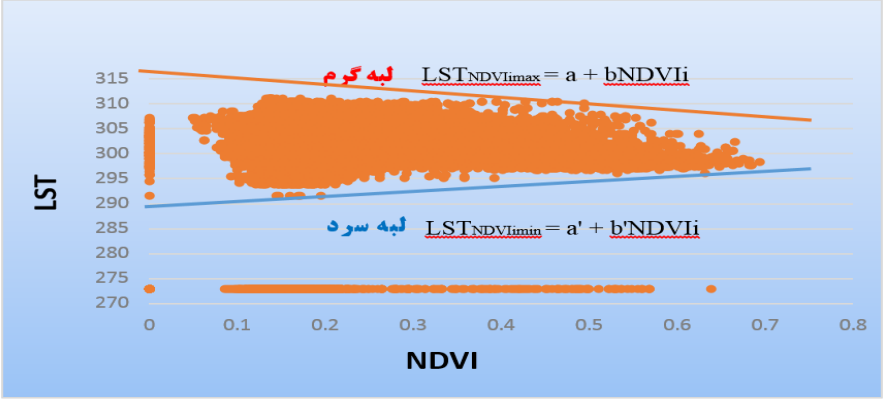
نتایج

این مطالعه با هدف بررسی وضعیت خشکسالی در زیرحوضه آبریز سیمینه رود و دریاچه ارومیه با استفاده از شاخص شرایط درجه حرارت پوشش گیاهی (VTCI) بعنوان ارزش مبتنی بر تفسیری از فضای TS-NDVI و مقایسه VTCI با شاخص برآورد رطوبت محصول (CMI) به منظور بررسی بازده VTCIدر پایش خشکسالی با داده های ماهواره ای MODIS انجام گرفت. برای بررسی نقش رابطه TS-NDVI در پایش خشکسالی، مطالعه VTCI ضرورت دارد. VTCI برای پایش خشکسالی در سطح منطقه برای مدت زمان خاصی بین ۲۰۰۸-۲۰۱۰ در طول دوره رشد پوشش گیاهی منطقه توسعه یافته است. این شاخص برای نظارت بر ظهور خشکسالی در ۳۰ روز ترکیبی استفاده شده است اشکال (۳ و ۴).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]



شکل (۳): تصاویر NDVI و LST منطقه مورد مطالعه روز ژولیوسی ۱۸۵



شکل (۴:. نمودارشماتیک فضای مثلثی برای تفسیر فیزیکی شاخصVTCI

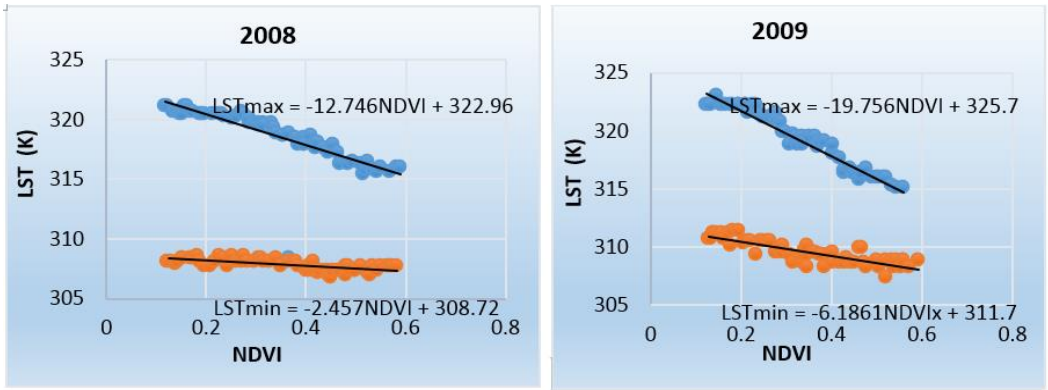
شاخص VTCI بر اساس یک فضای مثلثی NDVI-TS ساده شده استوار است که درآن«لبه سرد» را (شرایط بدون استرس آبی) بعنوان یک خط در نظر می گیریم که کمترین دما را در محور NDVI (محورX) دارد و « لبه گرم» را (شرایط عدم دسترسی به آب) بعنوان یک ارتباط منفی با NDVI تفسیر می کنیم. اسکتر پلات دوبعدی، NDVI و LST با استفاده ازنرم افزار ENVI و پیرو مفهومی که از VTCI ارائه شد ، ساخته شده است؛ که در آن ایزو لاین ها (تصاویر مجزا ازهم) می تواند در قالب یک مثلث ترسیم شوند، که حد بالای این مثلث نشان دهنده LSTNdvimax یعنی جائیکه ذخیره آب محدود است و حد پایین آن نشان دهنده LSTNdvimin یعنی جائیکه هیچ محدودیت آبی وجود ندارد؛ می باشد. ضرایب a, b, a' , b' می توانند از روی Scatter Plot برآورد گردند. در معادله ضرایب a, a' عرض محور مختصات بوده و ضرایب b, b' شیب لبه گرم و سرد هستند. لبه های خشک و مرطوب از طریق رگرسیون خطی بر آورد شده اند . بر اساس فضای NDVI-TS به دست آمده ، VTCI برای هر پیکسل، به غیر از پیکسل های مربوط به محدوده اصلی آب، با

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]

استفاده از band math در نرم افزار ENVI محاسبه شده است. بنابراین از این طریق الگوی فضای دمای خشکی در حوضه آبریز سیمینه می تواند به دست آید جدول (۳).

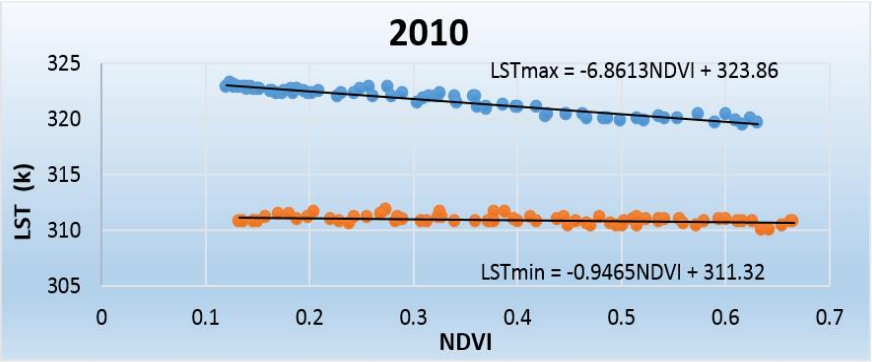
جدول (۳):معادلات رگرسیون خطی به دست آمده از رابطه فضای مثلثی NDVI-TS برای شاخص VTCI

سال	روز ژولیوسی	لبه گرم (T_{max})	R^2	لبه سرد (T_{min})	R^2
۲۰۰۸	۱۵۳	LSTNDVImax = -۷,۵۸۶۸NDVI + ۳۲۰,۶۷	.99	LSTNDVImin = -۰,۷۳۹۱NDVI + ۳۰۶,۰۵	.99
	۱۸۵	LSTNDVImax = -۱۲,۷۴۶NDVI + ۳۲۲,۹۶	.95	LSTNDVImin = -۲,۴۵۷NDVI + ۳۰۸,۷۲	.95
	۲۱۷	LSTNDVImax= -۱۴,۰۸۷NDVI + ۳۲۳,۶	.99	LSTNDVImin= -۶,۶۴۷۵NDVI + ۳۱۱,۷۵	.99
	۲۴۹	LSTNDVImax = -۲۰,۶۸۴NDVI + ۳۲۱,۰۱	.99	LSTNDVImin = -۵,۵۶۱۸NDVI + ۳۰۵,۴۵	.99
	۲۸۱	LSTNDVImax= -۹,۸۰۷۸NDVI + ۳۰۸,۱	.99	LSTNDVImin= -۱,۷۱۰۷NDVI + ۲۹۹,۷۲	.99
۲۰۰۹	۱۵۳	LSTNDVImax = -۷,۹۸۸۸NDVI + ۳۱۵,۹۸	.99	LSTNDVImin = -۲,۲۳۰۱NDVI + ۳۰۵,۲۹	.99
	۱۸۵	LSTNDVImax = -۱۹,۷۵۶NDVI + 325.۷	.۹۰	LSTNDVImin = -۶,۱۸۶۱NDVI + ۳۱۱,۷	.95
	۲۱۷	LSTNDVImax= -۹,۵۱۹۲NDVI + ۳۱۹,۹۹	.99	LSTNDVImin= -۵,۵۰۹۲NDVI + ۳۰۹,۶۷	.99
	۲۴۹	LSTNDVImax = -۹,۰۰۳۹NDVI + ۳۱۶,۶۹	.99	LSTNDVImin = -۰,۴۱NDVI + ۳۰۵,۶۹	.99
	۲۸۱	LSTNDVImax= -۱۶,۵۱۳NDVI + ۳۰۸,۲۳	.99	LSTNDVImin= -۰,۴۷۶۱NDVI + ۲۹۸,۰۸	.99
۲۰۱۰	۱۵۳	LSTNDVImax = -۱۲,۷۶۱NDVI + ۳۲۰,۷۶	.99	LSTNDVImin = -۲,۳۸۳۲NDVI + ۳۰۷,۹۸	.99
	۱۸۵	LSTNDVImax = -۶,۸۶۱۳NDVI + ۳۲۳,۸۶	.95	LSTNDVImin = -۰,۹۴۶۵NDVI + ۳۱۱,۳۲	.95
	۲۱۷	LSTNDVImax= -۹,۰۰۵۴ NDVI + ۳۲۰,۳	.99	LSTNDVImin= -۴,۷۳۶۱NDVI + ۳۰۹,۷۹	.99
	۲۴۹	LSTNDVImax = -۹,۶۹۰۵ NDVI + ۳۱۹,۸۶	.99	LSTNDVImin = -۰,۹۸۹۱NDVI + ۳۰۸,۰۶	.99
	۲۸۱	LSTNDVImax= -۶,۱۷۲۶ NDVI + ۳۰۷,۶۳	.99	LSTNDVImin= -۸,۳۳۹۴NDVI + ۲۹۶,۳۴	.99



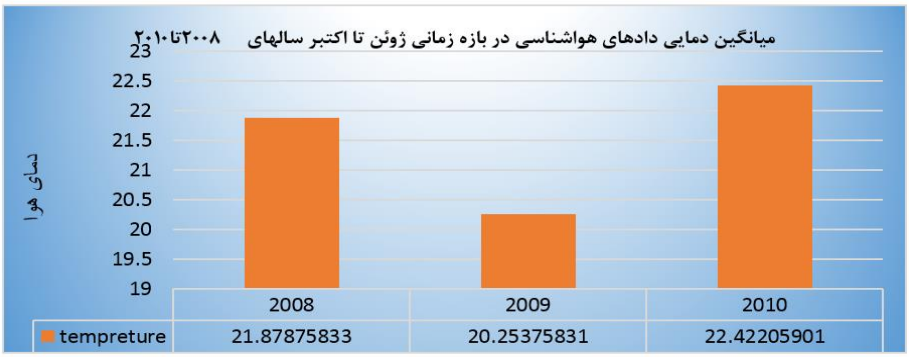
شکل (۵): شیب لبه گرم وسرد از فضای مثلثی رابطه (NDVI – Ts) روززولیوسی ۱۸۵

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]



شکل(۶): شیب لبه گرم وسرد از فضای مثلثی رابطه (NDVI – Ts) روزژولیوسی ۱۸۵

در تمام این سالها مشاهده می شود که شیب برای لبه گرم منفی است درحالیکه برای لبه سرد مثبت است. شیب لبه گرم نشان می دهد که دمای حداکثر کاهش می یابد هنگامی که مقدار NDVI برای هر فاصله زمانی افزایش می یابد. شیب در لبه سرد نشان می دهد دمای حداقل افزایش می یابد هنگامی که مقدار NDVI افزایش می یابد. به طور کلی در لبه گرم و لبه سرد، مشاهده شده است که مقدار روند خشکسالی در طول سالهای ۲۰۰۸و۲۰۰۹ در مقایسه با سال ۲۰۱۰ بالاتر است بخشی از روز ژولیوسی ۲۵۷ شیب لبه سرد از سال ۲۰۰۸ به ۲۰۱۰ روند کاهشی دارد. اما در لبه گرم رهگیری پیکسلها برای ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ بیش از ۳۲۳ درجه کلوین است درجائیکه در سال ۲۰۱۰ در آن کمتر از ۳۲۳ کلوین می باشد. به طور کلی مقدار R^2 در رابطه فضایی NDVI -TS بین (۰,۹۰-۰,۹۹) متفاوت است اشکال (۵ و ۶ و ۷).



شکل (۷): میانگین درجه حرارت ایستگاههای سینوپتیک از ژوئن تا اکتبر درسه سال متوالی

نتیجه گیری

شاخص‌های ماهواره ای به دست آمده VTCI می تواند ابزار بسیار مهم برای مطالعه تغییرات زمانی خشکسالی باشد. تغییرات زمانی خشکسالی و تغییر الگوی خشکسالی در طول دوره در حوضه سیمینه رود مشاهده می شود و تنش خشکی منطقه نیز در هر دوره ۳۰ روزه در حال تغییراست. پتانسیل بیشتری برای نظارت زمان واقعی خشکسالی کشاورزی با استفاده از داده های ماهواره ای مودیس وجود دارد . از این رو روش نیمه تجربی

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]
[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]

شاخص ماهواره ای مانند VTCI می تواند یک عامل بسیار مهم هشدار دهنده زود هنگام برای خشکسالی در مقیاس منطقه‌ی باشد.

روش شناسی توسعه یافته برای پایش خشکسالی در مقیاس منطقه ای می تواند بطور منطقی نتیجه‌ی دهد که پژوهش حاضر محتوای اطلاعات مکانی بالایی از داده‌های ماهواره‌ی مربوط به آن را شامل می‌شود، که می تواند نقشه برداری دقیقی از میزان توسعه فضایی شرایط خشکسالی و تغییرات زمانی تنش خشکی در طول زمان صورت پذیرد.

منابع

ابراهیم‌زاده،سجاد. بذرافشان،جواد. قربانی،خلیل.(۱۳۹۲).**امکان سنجی تشخیص تغییرات پوشش گیاهی مبتنی برشاخصهای زمینی وماهواره ای خشکسالی(کرمانشاه)**،مجله هواشناسی کشاورزی،۱(۱): ۴۸-۳۷

پرویز، لاله؛ خلقی، محمدرضا؛ ولیزاده کامران، خلیل. (۱۳۸۸). **پایش خشکسالی با استفاده از شاخص پوشش گیاهی و دمای سطح زمین حاصل ازتصاویر ماهواره ی** MODIS ، چهارمین کنفرانس سراسری آبخیزداری و مدیریت منابع آب وخاک، آذر ۱۳۸۸ **.**

Parida,R.B,(2006**) Analysing the effect of severity and duration of Agricultural drought on crop performance using Terra/MODIS Satellit**e, data and Meteorological data.

Bhuiyan, C., Singh, R.P., Kogan, F.N. (2006). **Monitoring Drought Dynamics in the Aravalli Region (India) Using Different Indices Based on Ground and Remote Sensing Data**, International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 8: 289–302.

Carlson T N, Ripley D A. (1997), **on the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index**. Remote Sens Environ, 62: 241_252

Gillies, R.R., Carlson, T. N., Cui, J., Kustas, W. P. and Humes, K. S., (1997) **A verification of the'triangle' method for obtaining surface soil water content and energy fluxes from remote measurement of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and surface radiant temperature**. *International Journal of Remote Sensing*, 18: 3145-3166.

Price, J.C., (1990) **Using spatial context in satellite data to infer regional scale evapotranspiration.IEEE** Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 28: 940-948.

Sharma, A (2006). **Spatial data mining for drought monitoring: An approach using temporal NDVI and relationshi**p, Thesis Geo-Information Science and Earth Observation,India

Wan, Z., Wang,P., and Li,X., (2004), **Using MODIS Land Surface Temperature and Normalized Difference Vegetation Index products for monitoring drought in the southern Great Plains,USA**. International Journal of Remote Sensing,, 25(1): 61-72.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1397.18.50.11.6]

[DOI: 10.29252/jgs.18.50.129]