نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۴۱، تابستان ۹۵

تحلیل خشکسالی با استفاده از شاخصNDVI در دشت قروه و دهگلان

دریافت مقاله: ۹۲/۱۲/۱۱ پذیرش نهایی: ۹۵/۶/۱۵

صفحات:۹۴-۷۷

امید مفاخری: دانشجوی دکتری آب و هواشناسی سینوپتیک، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران[۱]
Email: Mafakhery63@yahoo.com
شهریارخالدی: دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید بهشتی
Email: shahriar khaledi6@ yahoo.com
علی اکبرشمسی پور: استادیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران
Email: shamsipr@ut.ac.ir
مصطفی فلاحی خوشجی: دانشجو ی دکتری تغییرات آب و هوایی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email: fallahimostafa@yahoo.com
آذرکرمانی: دانشجو ی کارشناسی ارشد آب و هواشناسی شهری، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران
Email: Azar.kermani21@yahoo.com

چکیده

مطالعه و واکاوی پدیده خشکسالی با اهداف مختلفی از جمله برنامه‌ریزی، مدیریت منابع آب و مقابله با مشکلات ناشی از کمبود آب مورد توجه جامعه علمی و اجرایی هر منطقه‌ای است. این پژوهش با هدف بررسی ارتباط بین خشکسالی و شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی(NDVI) بر روی منطقه قروه و دهگلان کردستان صورت گرفته‌است. درپژوهش حاضربرای شناسایی سال‌های با خشکسالی هواشناسی از شاخص Z در دوره آماری ۲۰ ساله (۱۳۶۸ تا ۱۳۸۷) استفاده شد بنابراین نتایج محاسبه داده‌های آماری ایستگاه سینوپتیک قروه سال ۲۰۰۸ با مجموع بارش سالانه ۱۵۵ میلی متر و شاخص Z برابر با ۲,۳۱- ، سال ۲۰۰۰ با مجموع بارش سالانه ۲۵۳,۱ میلی متر و شاخص Z برابر با ۱,۰۵- و سال ۲۰۰۱ با بارش ۲۳۹/۸ میلی‌متر و شاخص Z برابر با ۱,۲۲- سال‌های شاخص خشکسالی هواشناسی تعیین شدند. برای بررسی خشکسالی اکولوژیکی از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده MODIS استفاده شد. برای محاسبه شدت خشکسالی اکولوژی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و بررسی مقایسه ای بین ۵ سال از روش نمونه گیری تصادفی استفاده شد و در ارتباط با هر تصویر

[۱].**نویسنده مسئول**: تهران،خیابان انقلاب،خیابان لاله زار،کوچه شهیداولادی،پلاک ۱۰، کد پستی ۱۱۴۵۶۷۶۷۵۸

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

نمونه های ۵۰۰ تایی به صورت تصادفی انتخاب گردید با بهره گیری از نمونه های تصادفی مقادیر NDVI هر سال در ستونی از جدول اخذ و محاسبات و مقایسه های آماری بین آن ها انجام شد و نتیجه حاصل از آن مشخص نمودن سال خشکسالی اکولوژی از تصاویر ماهواره ای بود. برای نشان دادن شدت خشکسال اکولوژی در تصاویر اخذ شده طبقه بندی نظارت نشده اعمال و محدوده مورد مطالعه به ۵ کلاسه طبق بندی شد. پردازش تصاویر ماهواره‌ای و نتایج شاخص تفاضل نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI) نشان دهنده مقادیر پایین میانگین شاخص در سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸ بود که بعنوان سال‌های نمونه خشکسالی اکولوژیکی تعیین شدند. سال ۲۰۰۱ کمترین مقدار NDVI را داشت و غیر از مناطق مرکزی که زیر کشت آبی بوده است بقیه مناطق تقریبا پوشش گیاهی خود را از دست داده اند.

کلید واژگان:خشکسالی، شاخص Z، MODIS، NDVI، قروه و دهگلان.

مقدمه

خشکسالی بخش معمول اقلیم است و در تمام مناطق جهان رخ می دهد این پدیده در مناطق با بارش‌های مختلف(کم یا زیاد) اتفاق می‌افتد و در واقع کاهش میزان بارش در یک دوره زمانی مانند یک فصل یا یک سال را می‌توان منشأ اصلی وقوع آن به حساب آورد(Nalbantis, 2008: 67-77). خشکسالی به عنوان یک مخاطره طبیعی شناخته می‌شود و توجه زیست محیط شناسان، بوم شناسان، آب شناسان، هواشناسان، زمین شناسان و دانشمندان کشاورزی را جلب کرده است. یک مخاطره طبیعی، تهدیدی از یک رویداد طبیعی در حال وقوع است که تأثیر منفی بر مردم یا محیط خواهد داشت و خشکسالی نوعی از بلایای طبیعی است که با افزایش تقاضای آب، شرایط آن بدتر می‌شود.(Mishra & Singh,2010: 202- 206). خشکسالی را می‌توان هم یک مخاطره و هم فاجعه نامید. مخاطره به دلیل اینکه یک رویداد طبیعی غیر قابل پیش‌بینی اما قابل شناسایی است فاجعه می‌باشد. به علت تأثیرات زیان باری که به بار می‌آورد (Moriera et al, 2006: 349-359). ریچارد و همکارانش زمانی خشکسالی کشاورزی را تحقق یافته می دانند که رطوبت موجود در محیط ریشه گیاه به حد پژمردگی و یا زیر آن نزول کند. این نوع خشکسالی را با توجه به گونه گیاهی و تغییرات در منطقه مورد مطالعه خشکسالی کشاورزی می نامند (فرج زاده، ۱۳۷۴). در خشکسالی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

اکولوژیک، علاوه بر مقدار بارش، پراکنش زمانی آن نیز مهم است چنانکه بارندگی در طول دوره رویش گیاهی کاهش پیداکند، خشکسالی اکولوژیکی رخ داده است(شمسی پور،۱۳۸۶). در واقع ، در میان تمام بلایای طبیعی، زمانی که در ارتباط با تعداد افراد تحت تأثیر قرار گرفته می‌سنجند، خشکسالی رتبه اول را داراست که تأثیرات زیان آور شدیدی را بر جامعه و محیط دارد(White, 2008: 21-31). این تأثیرات ممکن است به مناطق دورتر از ناحیه‌ای که در حال تجربه یک خشکسالی است هم برسد بنابراین به دلیل ویژگی‌های بزرگ مقیاس، این پدیده باید در یک زمینه منطقه‌ای مطالعه شود (Mishra & Singh, 2010: 202-216). در کشور ایران، بدلیل موقعیت و شرایط جغرافیایی، و درنتیجه عدم توزیع نامناسب زمانی و مکانی بارش‌ها، در دهه‌های اخیر در میان حوادث طبیعی که جمعیت‌های انسانی را تحت تاثیر قرار داده‌اند، تعداد و فراوانی پدیده های خشکسالی بیش از سایر حوادث بوده است. این موضوع، منجر به نقصان آب برای بخش‌های مختلف مانند کشاورزی، زیست محیطی و سایر فعالیت‌ها در بخش‌های مختلف گردیده است که بهره‌برداری از منابع آب سطحی و زیرزمینی، ضامن تداوم حیات آنها خواهد بود. همچنین، وجه تمایز این پدیده از سایر پدیده‌های طبیعی در این است که برخلاف سایر پدیده‌ها، این پدیده بتدریج و در یک دوره زمانی نسبتاً طولانی عمل کرده و اثرات آن ممکن است پس از چند سال و با تأخیر بیشتری نسبت به سایر پدیده‌های طبیعی ظاهر شود. خشکسالی هواشناسی زمانی رخ می دهد که بارندگی سالیانه یا هر بازه زمانی معین (مثلاً ماهانه یا فصلی) کمتر از میانگین دراز مدت آن باشد. ادامه خشکسالی هواشناسی به مدت طولانی سبب بروز خشکسالی هیدرولوژی می شود که در این نوع خشکسالی، سطح آب رودخانه ها، مخازن آب، دریاچه ها و آبهای زیرزمینی به پایین تر از میانگین دراز مدت افت می کند. خشکسالی کشاورزی نیز زمانی آغاز می شود که مقدار رطوبت موجود در محیط ریشه گیاه به حدی کاهش یابد که موجب پژمردگی و در نهایت کاهش محصولات کشاورزی گردد. بنابراین تأثیر کمبود بارش دیرتر به عمق خاک نفوذ کرده و تأثیر آن به تأخیر می افتد. پالمر(۱۹۴۶) را می توان جزء اولین محققینی دانست که به طور علمی با استفاد از روش‌های آماری به بررسی ویژگی‌های مختلف این پدیده در آمریکا پرداخته است و گزارش تحت عنوان خشکسالی هواشناسی را مورد بررسی قرارداده که در روش خود متکی بر داده‌های هواشناسی و هیدرولیکی بوده است. هیسدال و تالاکسن، روشی را برای محاسبه احتمال اینکه یک منطقه توسط خشکسالی با یک شدت مشخص تحت تأثیر قرار گرفته باشد و نیز پتانسیل آن منطقه را برای محاسبه ویژگی‌های خشکسالی هواشناسی و هیدرولوژیک مورد بررسی قرار داده است که در آن، کشور دانمارک را به ۲۶۰ سلول تقسیم کرده اند و با استفاده از روش کریجینگ

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

منحنی‌های فراوانی شدت خشکسالی را تهیه نمودند.(Hisdal & Tallaksen, 2003: 230-247). (Ghulam et al, 2006: 60-66) به این نتیجه رسیدند که یک شاخص خشکسالی زمانی می-تواند به عنوان یک شاخص خشکسالی مناسب ارائه گردد که تأثیر رطوبت خاک و پوشش گیاهی را لحاظ کند. بنابراین در سال ۲۰۰۶ شاخص عمودی خشکسالی (PDI) با عنوان شاخص خشکسالی عمودی اصلاح شده (MPDI) بهبود یافت. این شاخص علاوه بر رفتار طیفی رطوبت در باند قرمز و مادون قرمز، درصد پوشش گیاهی (FV) را نیز در نظر می‌گیرد. نتایج نشان داد که این شاخص نسبت به شاخص PDI، از درصد همبستگی بیشتری (R2=0.81) با شاخص خشکسالی محاسبه شده از طریق داده‌های زمینی برخوردار است شمسی پور در سال ۱۳۸۶ در پژوهشی به بررسی خشکسالی کاشان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای NOAA پرداخت و از شاخص‌های گیاهی و حرارتی از جمله NDVI در طول دوره آماری ۳۶ سال (۱۹۶۷تا ۲۰۰۴) استفاده نموده که در آن ۱۲ سال با شرایط خشکسالی متوسط و شدید بدست آمد. یمانی و مزیدی (۱۳۸۷)، تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر سیاه کوه یزد را با استفاده از تصاویر TM و +ETM بررسی نمودند. آنها از ۵ شاخص NDVI، RVI، NRVI، PVI، SAVI استفاده کردند نتایج نشان داد که شاخص NDVI بهترین شاخص برای تهیه نقشه پوشش گیاهی می باشد. صابری (۱۳۸۸)، اثرات خشکسالی بر منابع آب گلستان را در دوره ۳۰ ساله(۱۳۸۴ – ۱۳۵۴) و به روش بارش استاندارد شده بررسی نموده است. در این تحقیق مشخص گردید که عامل انسانی بهره برداری در افت تراز ایستابی اکثر چاه‌های آب استان از عامل خشکسالی اثر گذارتر بوده است. همچنین این نتیجه حاصل شده است که عامل ارتفاع بر مقادیر سالانه بارش ایستگاه ها به مراتب اثرگذارتر از عامل طول جغرافیایی است. ثنایی نژاد و همکاران (۱۳۸۸)، به بررسی و برآورد نقش عوامل اقلیمی بر NDVI گندم با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS در منطقه عمومی شهرستان مشهد پرداختند و به این نتیجه رسیدند که با استفاده از این روش مقادیر NDVI گندم تا میزان ۰,۷۹ بر آورد گردید. عدم برآورد کامل این شاخص احتمالا مربوط به تأثیر عوامل دیگری مانند نوع و شرایط خاک، توپوگرافی، آفات و سایر عوامل ناشناخته بر میزان سبزینگی گندم می باشدکه با شاخص NDVI معرفی شده است. ابراهیم زاده و همکاران (۱۳۹۲)، به بررسی امکان سنجی تشخیص تغییرات پوشش گیاهی مبتنی بر شاخص های زمینی و ماهواره ای خشکسالی در استان کرمانشاه پرداختند و به این نتیجه رسیدند که شاخص های ماهواره ای از نظر تشخیص اندازه تغییر، همبستگی خوبی با یکدیگر دارند. بیشترین همبستگی بین شاخص های ماهواره ای با شاخص زمینی مربوط به شاخص NDVI می باشد. در منطقه قروه و دهگلان خشکسالی‌های شدیدی روی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

داده که منجر به خشک شدن و کاهش دبی سطحی رودخانه های منطقه از جمله رود تلوار و چم شور و افت سطح آب‌های زیرزمینی و کم آبی منابع تأمین کننده آب منطقه شده است. همچنین، میانگین بارش با توجه به بارش ۲۰ ساله ۳۳۰ میلی‌متر است که در سال‌های اخیر کاهش شدیدی مشاهده شده و وقوع خشکسالی در هر سال امکان دارد. با بررسی و مطالعه تحقیقات انجام گرفته که به برخی از آن ها در بالا اشاره شده است تا کنون مطالعه کاملی بر روی خشکسالی اکولوژی با استفاده از شاخصNDVI در دشت قروه و دهگلان انجام نگرفته است لذا هدف از این تحقیق، تعیین خشکسالی اکولوژی با استفاده از شاخص NDVI در دشت قروه و دهگلان طی دوره آماری ۲۰ ساله (۱۳۶۸تا ۱۳۸۷) است. بنابراین، شناخت و تعیین شاخص-های مناسب و قابل اعتماد بطوری که بتوانند اثرات ناشی از خشکسالی را در این منطقه اندازه-گیری نمایند، همچنین شناخت مناسب و تعیین الگوی تأثیر خشکسالی بر منابع آب، میزان آمادگی جهت مقابله با این پدیده و اثرات ناشی از آن را تا حد زیادی افزایش می‌دهد.

مواد و روش ها

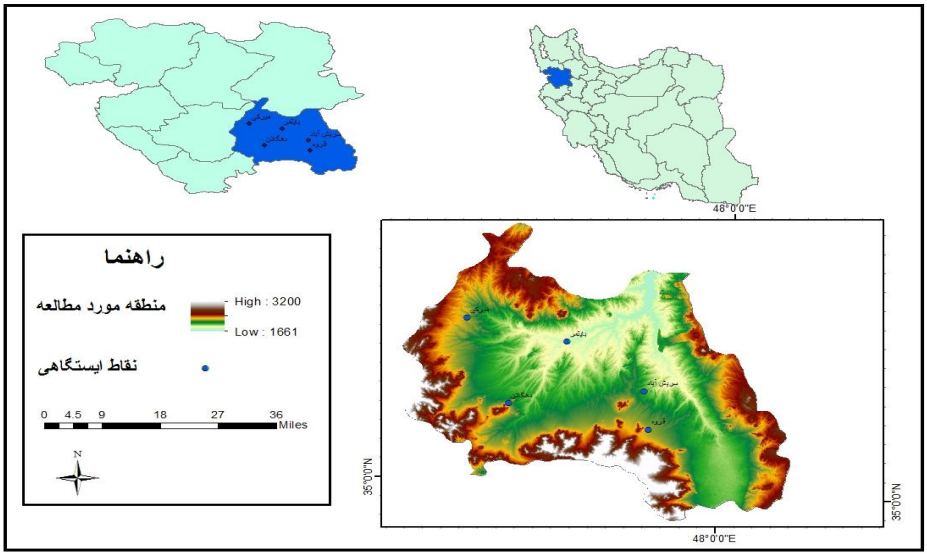
منطقه مورد مطالعه

دشت قروه و دهگلان در استان کردستان، بین طول جغرافیایی ′۷ ۴۷ تا ′۲۴ °۴۷ شرقی و عرض جغرافیایی′۵۶ °۳۴ تا ′۰۲ °۳۵ شمالی واقع شده است. دشت قروه و دهگلان از گذشته-های دور منطقه‌ای سرسبز با مراتع غنی و گیاهان علوفه‌ای معطر و خوش خوراک بوده و کانون با اهمیتی در دامداری کشور بشمار می‌رفته است این منطقه دارای ۲۰۲۰۰۰ هکتار مرتع می-باشد که ۲۲۰۰۰ هکتار آن درجه ۱، ۶۰۰۰۰ هکتار درجه ۲ و ۱۲۰۰۰۰هکتار درجه ۳ می-باشد. آب‌های سطحی یا فصلی‌اند یا دائمی رودهای دائمی دشت قروه و دهگلان عبارتند از ۱. - رودخانه تلوار: از آبادی‌های سلسله و بلبان‌آباد سرچشمه گرفته و پس از پیوستن به رودخانه-های دهگلان، طهماسبقلی و شور به طرف شهرستان بیجار رفته و وارد قزل اوزن می‌شود. ۲. رودخانه شور: از دشت دزج و صندوق‌آباد سرچشمه گرفته و در نزدیکی شالی‌آباد به تلوار می-ریزد. ۳. رودخانه طهماسبقلی: از آبادی‌های کبودخانی‌علیا و کبودخانی‌سفلی سرچشمه گرفته و در نزدیکی تازه آباد گاومیشان به تلوار می‌ریزد. ۴. رودخانه شیخ جعفر: از ارتفاعات ویهج و آصف آباد سرچشمه گرفته و در نزدیکی باباگرگر به رودخانه شور می‌پیوندد. آب‌های زیرزمینی: شهرستان قروه دارای منابع آب زیرزمینی خوبی است که از طریق ۱۰۲۵چشمه، ۱۳۹رشته قنات، ۱۹۱۱چاه نیمه عمیق و ۶۶۷چاه عمیق استخراج می شود. (سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان۱۳۸۴). موقعیت و ایستگاه‌های مورد مطالعه در شکل(۱) نشان داده شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

داده‌های تحقیق شامل داده‌های سنجش از دور از سایت MODIS و داده‌های هواشناسی مورد نیاز مطالعه، از پنج ایستگاه هواشناسی شامل یک ایستگاه همدید و چهار ایستگاه باران سنجی بدست آمده است. مشخصات ایستگاه‌ها در جدول ۱ مشاهده می‌شود.



شکل(۱). نقشه موقعیت و ایستگاه‌های مورد مطالعه.

جدول (۱). مشخصات ایستگاه های هواشناسی منطقه مورد مطالعه

ایستگاه	نوع	طول دوره آماری	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع(متر از سطح دریا)
قروه	سینوپتیک	۲۰۰۸-۱۹۸۹	۴۸ ۴۷	۱۰ ۳۵	۱۹۰۶
دهگلان	باران سنجی	۲۰۰۸-۱۹۸۹	۲۵ ۴۷	۱۷ ۳۵	۱۹۸۶
سریش آباد	باران سنجی	۲۰۰۸-۱۹۸۹	۴۷ ۴۷	۱۶ ۳۵	۱۸۵۰
میرکی	باران سنجی	۲۰۰۸ - ۱۹۹۸	۱۷ ۴۷	۲۶ ۳۵	۱۹۰۰
بایتمر	باران سنجی	۲۰۰۸ - ۱۹۹۰	۳۴ ۴۷	۲۳ ۳۵	۱۸۰۰

برای محاسبه شدت خشکسالی اقلیمی شاخص Z نرمال انتخاب شد و بر اساس آن متغیر بارش در مقیاس سالانه مورد محاسبه قرار گرفت این شاخص از ضرایب آماری است و یکی از شاخص‌های مهم نرمال است که به احتمال وقوع خشکسالی می‌پردازد. بکارگیری این شاخص

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

به معنای پذیرش دو واقعیت مهم در باره خشکسالی هر محل است. نخست آنکه معیار خشکسالی و ترسالی در هر محل میانگین بارش همان محل است به بیان دیگر از دیدگاه جغرافیایی تعریف خشکسالی مفهوم قانونمند است. دوم آنکه شدت خشکسالی در هر محل تابعی از ضریب تغییر پذیری بارش همان محل است. این بدان معنی است که در یک منطقه مرطوب که انحراف معیار بارش نسبت به میانگین کوچک است خشکسالی های خفیف تری روی می دهد تا در یک منطقه خشک که ضریب تغییر پذیری زمانی بارش در آن بزرگ است(فرج زاده، ۱۳۷۴). بدین ترتیب از این شاخص برای محاسبه مقادیر بارش استفاده گردید. (رابطه ۱).

$$Z = \frac{X_i - X}{\delta}$$

Z شاخص خشکسالی نرمال شده، X_i متغییر سال یا فصل مورد سنجش، X میانگین طولانی مدت متغیر اقلیمی و δ انحراف معیار است. در شاخص Z ضرایب به شرح جدول ۲ تعیین می شود (صابری، ۱۳۸۸: ۶۰).

جدول(۲). ضرایب شاخص خشکسالی Z نرمال.

شماره	شدت خشکسالی	ضریب
۱	خشکسالی خفیف	-۰/۵ ، -۰/۱
۲	خشکسالی شدید	-۱/۵ ، -/۵
۳	خیلی شدید	-۲/۵ ، -۱/۵
۴	فاجعه آمیز	< -۲/۵

منبع: صابری، ۱۳۸۸: ۶۰

در بخش پردازش تصاویر ماهواره‌ای تاریخ داده‌های ماهواره‌ای تحت تأثیر سه عامل عمده انتخاب گردید: ۱) دوره رویش و کلیماکس گیاهی ۲) وجود عوامل محدودیت‌زای جوی، ابر و نیز اختلالات فنی سنجنده ۳) کیفیت و طول دوره زمانی داده‌های موجود در سایت مربوطه(شمسی پور، ۱۳۸۶: ۵۵). با توجه به هدف مطالعه، تعیین خشکسالی‌ها در شهرستان قروه و دهگلان، انتخاب زمان حداکثرکلیماکس گیاهی لازم بود، لذا ماه می(معادل اردیبهشت) جهت مطالعه مناسب تشخیص داده شد. تصاویر MODIS دارای قدرت تفکیک مکانی متوسط هستند که برای سنجش خشکسالی مناسب می باشند و همچنین قدرت تفکیک طیفی آنها بالا می

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

باشد (متکان و همکاران، ۱۳۸۷). مشخصات باند های مورد استفاده در این تحقیق در جدول۳ آمده است

جدول (۳). قدرت تفکیک مکانی باندهای مورد مطالعه و نوع کاربرد در MODIS

کاربرد	قدرت تفکیک مکانی(متر)	محدوده طیفی (NM)	باند
پدیده های زمین، ابر و اتمسفر	۵۰۰	۵۴۵-۵۶۵	۴
	۵۰۰	۱۲۳۰-۱۲۵۰	۵

در جدول ۴ تعداد تصاویر پردازش شده و همچنین تاریخ اولین و آخرین تصویر پردازش شده آورده شده است.

جدول (۴). فهرست و خصوصیات تصاویر MODIS مورد استفاده در مطالعه

سال	تعداد کل تصاویر	تصاویر پردازش شده	ماهواره	تاریخ اولین تصویر	تاریخ آخرین تصویر
می۲۰۰۰	۴	۴	MODIS	۲۰۰۰/۰۵/۰۹	۲۰۰۰/۰۵/۲۰
می۲۰۰۱	۴	۴	MODIS	۲۰۰۱/۰۵/۱۱	۲۰۰۱/۰۵/۲۵
می۲۰۰۶	۴	۴	MODIS	۲۰۰۶/۰۵/۰۵	۲۰۰۶/۰۵/۲۰
می۲۰۰۷	۵	۵	MODIS	۲۰۰۷/۰۵/۰۱۳	۲۰۰۷/۰۵/۲۷
می۲۰۰۸	۵	۵	MODIS	۲۰۰۸/۰۵/۰۹	۲۰۰۸/۰۵/۲۰
جمع کل	۲۲	۲۲	-		

شاخص NDVI:

نظریه تعریف NDVI اولین بار توسط (Kriegler et al,1969) مطرح شده بود. نحوه محاسبه آن بدین صورت است:

$$NDVI = \frac{RVI - 1}{RVI + 1} = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

NDVI یکی از شاخص‌های مبتنی بر نسبت و نشان دهنده ارتباط مابین پارامترهای پوشش گیاهی شامل توده زنده برگ و سطح برگ سبز می‌باشد که این امر برای تشخیص پوشش گیاهی ارزش در خور توجهی دارد دامنه تغییرات NDVI بین۱- و ۱+ می‌باشد.(ابراهیمی خوسفی، ۱۳۸۹: ۳۵). باندهای مورد مطالعه در این تصاویر برای محاسبه NDVI باندهای ۴ و ۵ سنجنده مادیس می‌باشندکه تصاویر دریافت شده از سنجنده MODIS از سایت https://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html دانلود شدند که معمولا بزرگتر از منطقه مورد مطالعه می‌باشند در نتیجه در محیط نرم افزار GIS به اندازه منطقه مورد مطالعه بریده شدند. برای محاسبه شدت خشکسالی اکولوژی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و بررسی مقایسه ای بین ۵ سال از روش نمونه گیری تصادفی استفاده شد و در ارتباط با هر تصویر نمونه های ۵۰۰ تایی به صورت تصادفی انتخاب گردید با بهره گیری از نمونه های تصادفی مقادیر NDVI هر سال در ستونی از جدول اخذ و محاسبات و مقایسه های آماری بین آن ها انجام شد و نتیجه حاصل از آن مشخص نمودن سال خشکسالی اکولوژی از تصاویر ماهواره ای بود که در جدول ۵ این مقدار مشاهده می‌شود. برای نشان دادن شدت خشکسالی اکولوژی در تصاویر اخذ شده طبقه بندی نظارت نشده اعمال و محدوده مورد مطالعه به ۵ کلاسه طبق بندی شد.

جدول (۵). مقدار NDVI نمونه های تصادفی سال های مورد مطالعه.

سال	NDVI
۲۰۰۰	۰,۳۵
۲۰۰۱	۰,۳۱
۲۰۰۶	۰,۳۸
۲۰۰۷	۰,۴۲
۲۰۰۸	۰,۳۲

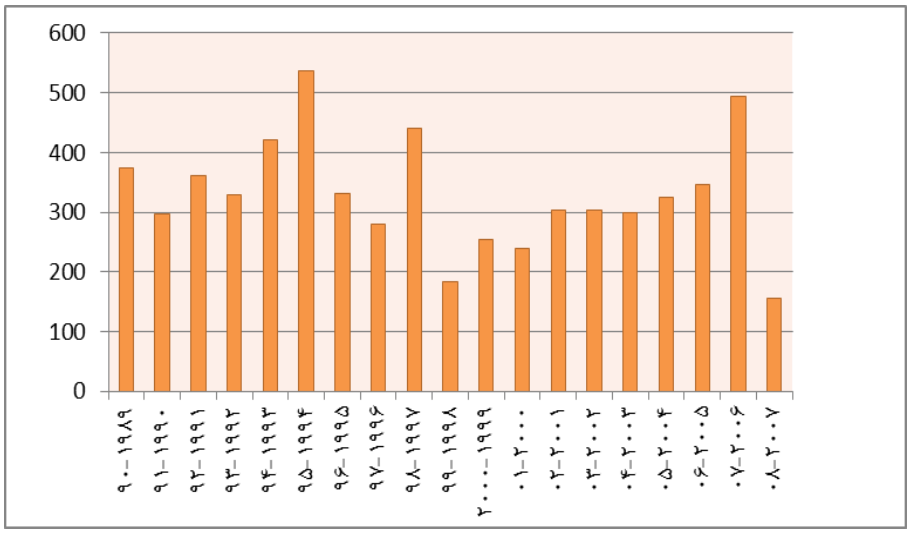
نتایج

بارش کل:

شکل ۲ نشان می‌دهد که بیشترین بارش سالانه مربوط به سال ۱۹۹۵ – ۱۹۹۴که برابر با ۵۳۷,۵ میلی‌متر می‌باشد، عدد بدست آمده از شاخص Z آن برابر با ۲,۶۱ که بیشترین عدد بدست آمده در میان سال‌های مورد مطالعه می‌باشد همچنین مرطوب‌ترین سال را به خود

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

اختصاص داده است. کمترین بارش مربوط به سال ۲۰۰۸ – ۲۰۰۷ که برابر با ۱۵۵میلی‌متر می‌باشد، عدد بدست آمده از شاخص Z آن برابر با ۲,۳۱- کمترین عدد بدست آمده در مطالعه ۲۰ ساله ایستگاه‌های مورد مطالعه می‌باشد و با توجه به آمار بارش خشک‌ترین سال مورد مطالعه می‌باشد که شدیدترین خسارت‌ها را در برداشته است و در این میان کشاورزان و باغداران بیشترین ضرر را متحمل شده‌اند.



شکل(۲). نمودار میانگین بارش سالانه ایستگاه های مورد مطالعه ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۸

سال‌های مورد مطالعه بر اساس شدت خشکسالی بر طبق آنچه که مختص به شاخص Z نرمال می باشد در جدول ۶ مرتب شده است.

جدول (۶). مشخص کردن وضعیت سال های آماری مورد مطالعه.

ردیف	شدت خشکسالی	ضریب	سال
۱	خشکسالی خفیف	-۰/۵ - -۰/۱	(۰۵ - ۲۰۰۴) (۰۴- ۲۰۰۳) (۰۳ - ۲۰۰۲) (۰۲- ۲۰۰۱)(۹۱-۱۹۹۰)
۲	خشکسالی شدید	-۱/۵ - -۰/۵	(۰۱-۲۰۰۰)(۲۰۰۰-۱۹۹۹) (۹۷ - ۱۹۹۶)
۳	خیلی شدید	-۲/۵ - -۱/۵	(۰۸ - ۲۰۰۷) (۹۹ - ۱۹۹۸)
۴	فاجعه آمیز	< -۲/۵	-

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

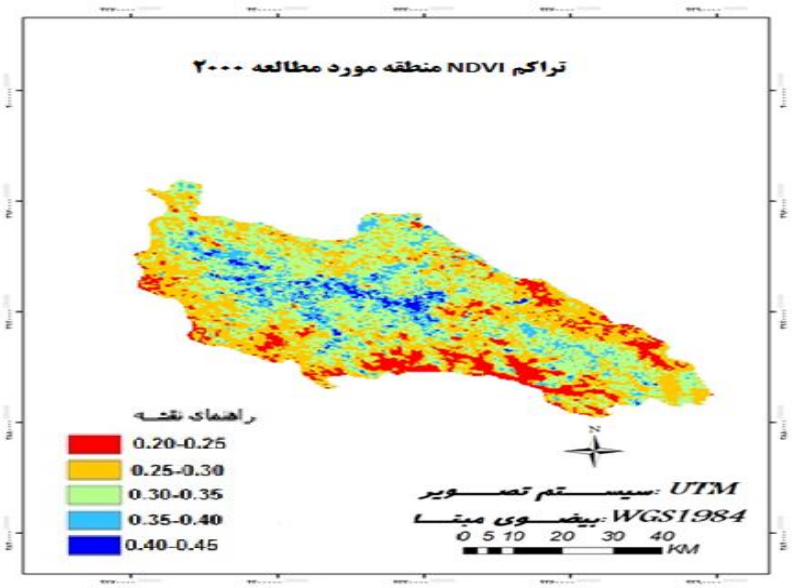
شاخص‌های گیاهی و محیطی خشکسالی:

شاخص نرمال شده اختلاف پوشش گیاهی (NDVI).

سال‌های نمونه خشکسالی:

الف) بررسی تصویر NDVI ماه می سال ۲۰۰۰

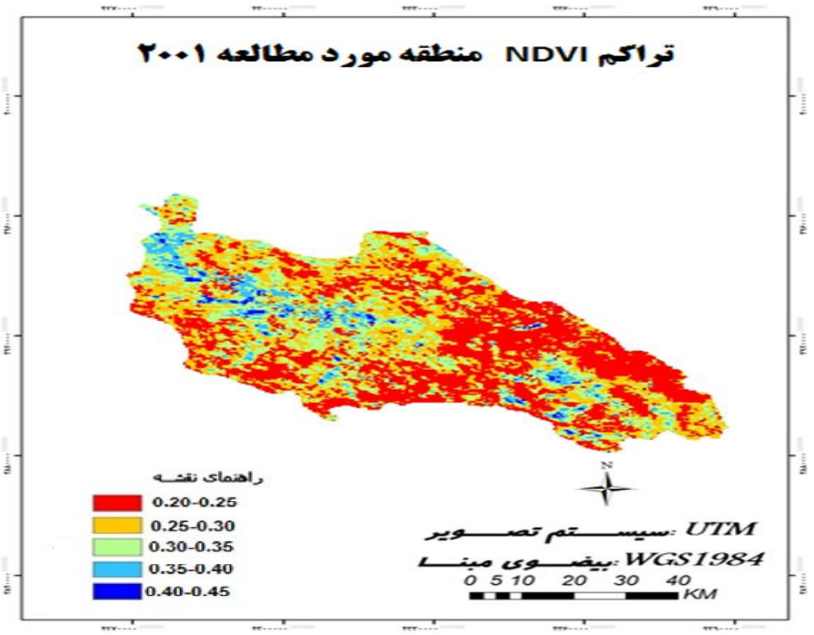
همانطوری که در شکل۳ گویاست مقادیر NDVI ارزش‌های پایینی را نشان می‌دهد با بررسی جدول ۶ نیز مشاهده می‌شود که میانگین NDVI بدست آمده ۰,۳۵ می‌باشد که با مقایسه آن با سال‌های ترسالی عدد پایینی را نشان می‌دهد. قسمت‌های مرکزی دشت قروه و دهگلان دارای مقادیرNDVI بالاتری نسبت به دیگر مناطق می‌باشد(۰,۴۰ تا ۰,۴۵) که با مراجعه به نقشه توپوگرافی منطقه مشخص می‌شود که این قسمت از منطقه دارای زمین‌های پست و کم ارتفاعی است و تقریبا همگی به زیر کشت آبی یا دیم رفته است، بنابراین نسبت به دیگر قسمت‌های منطقه مورد مطالعه دارای NDVI بیشتر و در نتیجه پوشش گیاهی بهتری می-باشد. با فاصله گرفتن از مناطق پست و هموار که بیشتر به زیر کشت آبی رفته است مقادیر NDVI کاهش یافته است(۰,۲۰ تا ۰,۲۵). به سمت مناطق با ارتفاع بیشتر از پوشش گیاهی و مقدار NDVI کاسته شده است.



شکل(۳). میانگین NDVI ماه می منطقه مورد مطالعه سال۲۰۰۰

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]



شکل(۴). میانگین NDVI ماه می منطقه مورد مطالعه سال ۲۰۰۱

ب) بررسی تصویر NDVI ماه می سال ۲۰۰۱

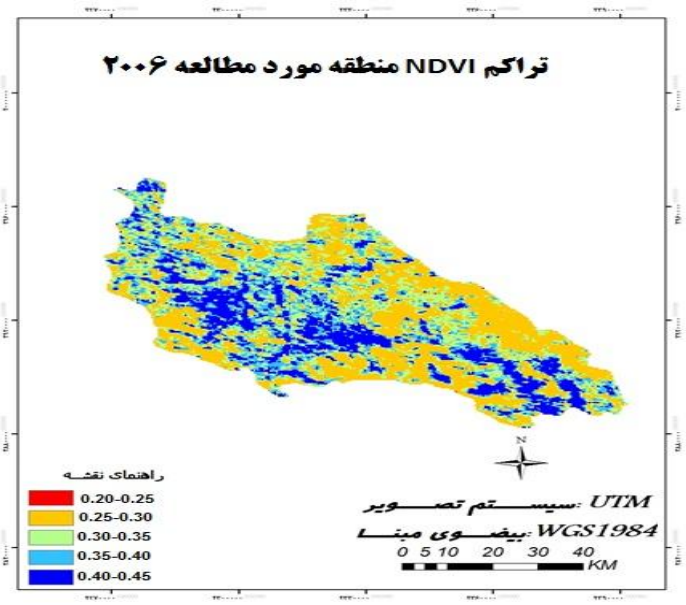
شکل۴ مقادیر NDVI ارزش بسیار پایینی را نشان می‌دهد. در بررسی داده‌های هواشناسی کمترین بارش سال‌های نمونه با مقدار ۲۳۹,۸ میلی‌متر بعد از سال ۲۰۰۸ مربوط به سال ۲۰۰۱ می باشد که از میانگین ۲۰ ساله مورد مطالعه بسیار کمتر می‌باشد و نسبت به سال قبل و بعد از خود نیز دارای مقدار کمتری می‌باشد. عدد بدست آمده از شاخص Z برابر با ۱,۲۱- می‌باشد که خشکسالی شدید را نشان می‌دهد. در مقایسه شکل با دیگر تصاویر نشان دهنده این است که بیشترین وسعت منطقه را مقدار NDVI کم (۰,۲۰ تا ۰,۲۵) را در بر می‌گیرد که بیشتر قسمت‌های منطقه را شامل می‌شود که این مقدار از NDVI نشان دهنده پوشش گیاهی پایین می‌باشد، مناطقی که دارای مقدار NDVI (۰,۴۰ تا ۰,۴۵) و در نتیجه دارای پوشش گیاهی بیشتری می باشد بیشتر زیر کشت آبی و تا حدودی دیم بوده است که به صورت پراکنده خصوصا در مناطق غربی منطقه مشاهده می شود.

ج) بررسی تصویر NDVI ماه می سال ۲۰۰۸ .

شکل ۵ مقادیر NDVI ارزش بسیار پایینی را نشان می‌دهد با بررسی جدول ۶ مشاهده می-شود که میانگین NDVI بدست آمده برابر با ۰,۳۲ می‌باشد. در بررسی داده‌های هواشناسی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

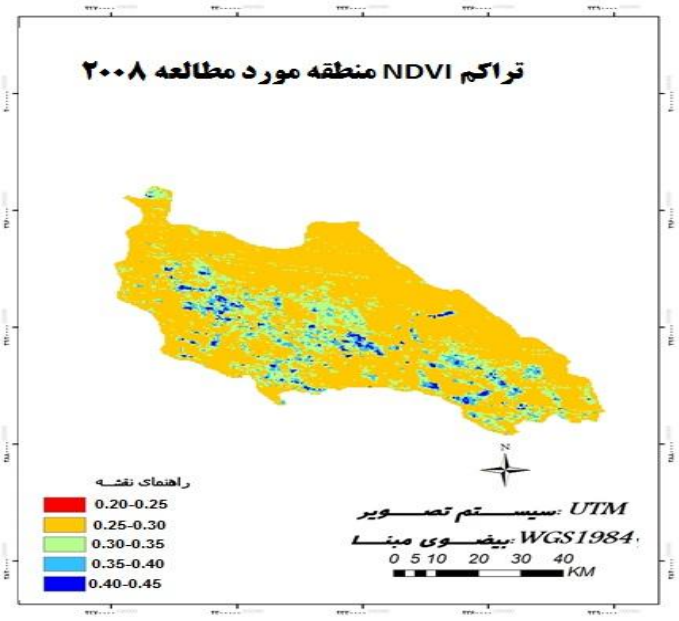
کمترین بارش سال‌های نمونه با مقدار ۱۵۵ میلی‌متر می‌باشد که از میانگین ۲۰ ساله مورد مطالعه بسیار کمتر و نسبت به سال قبل و بعد از خود نیز بسیار کم می‌باشد. در این سال ناهنجاری بارش فصلی رخ داده است بطوری که با پاییز و زمستان خشک و بهار مرطوب معرفی می شود پس در کل میزان بارش سالانه گویای رخداد خشکسالی شدید است اما بارش قابل توجه بهاری شرایط پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه را مطلوب نشان می دهد. عدد بدست آمده از شاخص Z برابر با ۲,۳۱- می‌باشد که خشکسالی خیلی شدید را نشان می‌دهد. بیشترین وسعت منطقه را NDVI (۰,۲۵ تا ۰,۳۰) در بر گرفته است در این سال مقدار بارش به کم‌ترین مقدار خود در ۲۰ سال گذشته که برابر با ۱۵۵ میلی‌متر است رسیده است که کمتر از نصف میانگین بارش منطقه است و شدیدترین خشکسالی هواشناسی در این سال رخ داده است. در مرکز تصویر در امتداد شمال‌غرب – جنوب شرق نقاط پراکنده که بیشترین مقدارNDVI (۰,۴۰ تا ۰,۴۵) را به خود اختصاص داده است مشاهده می شود، چون منطقه مورد مطالعه بیشتر به صورت یک دشت است که از اطراف به مناطق کوهستانی می‌رسد و این مناطق مرکزی تقریبا هموار، بیشتر زیر کشت دیم یا آبی می‌باشند که در این سال که خشکسالی اجازه رشد دیمزار را نداده است این خطوط آبی می‌توانند پوشش گیاهی باشند که به زیر کشت آبی رفته‌اند.



شکل(۵). میانگین NDVI ماه می منطقه مورد مطالعه سال ۲۰۰۸

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]



شکل(۶). میانگین NDVI ماه می منطقه مورد مطالعه سال ۲۰۰۶

الف) بررسی تصویر NDVI ماه می سال ۲۰۰۶.

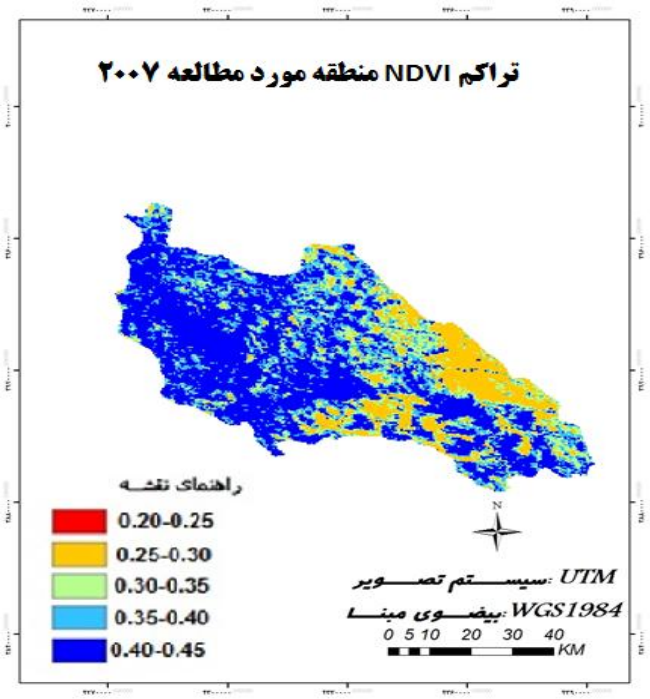
بررسی شکل۶ مقدار NDVI بالایی را نشان می‌دهد با مشاهده جدول ۶ نیز مشاهده می‌شود که میانگین NDVI بدست آمده برابر با ۰,۳۸ می‌باشد که در مقایسه آن با سال‌های دیگر خصوصا سال‌هایی که خشکسالی در آنها رخ داده است مقدار بالاتری را نشان می‌دهد. میانگین بارش حاصله از ایستگاه‌های مورد مطالعه برابر با ۳۴۵,۷ میلی‌متر می‌باشد که بیشتر از میانگین بارش منطقه و هم چنین نسبت به سال ۲۰۰۸ که شدیدترین خشکسالی در منطقه در ۲۰ سال مورد مطالعه صورت گرفته است بیشتر از دو برابر شده است. در مقایسه تصویر با دیگر تصاویر که مربوط به سال‌های خشک می‌باشد قسمت های بیشتری از منطقه دارای بیشترین مقدار NDVI (۰,۴۰ تا ۰,۴۵) است.

ب) بررسی تصویر NDVI ماه می سال ۲۰۰۷.

بررسی شکل ۷ نشان می‌دهد بیشترین مقدار NDVI مربوط به سال ۲۰۰۷ می‌باشد، با مشاهده جدول ۶ نیز مشاهده می‌شود که میانگین NDVI بدست آمده برابر با ۰,۴۲ می‌باشد که در مقایسه آن با سال‌های دیگر خصوصا سال‌های که خشکسالی در آنها رخ داده است مقدار خیلی بیشتری را نشان می‌دهد. میانگین بارش حاصله از ایستگاه‌های مورد مطالعه برابر با

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

۴۹۴,۲ میلی‌متر می‌باشد که بیشتر از میانگین بارش منطقه و هم چنین نسبت به سال ۲۰۰۸ که شدیدترین خشکسالی در منطقه در ۲۰ سال مورد مطالعه صورت گرفته است بیشتر از ۳ برابر شده است. بارش ماه می نیز برابر با ۱۰۷,۱ میلی‌متر می‌باشد که بشترین مقدار بارش ماه می در سال های مورد مطالعه بوده است. بیشترین قسمت منطقه از شمال غرب، از اطراف سنندج تا جنوب و جنوب شرق منطقه مقدار NDVI بیشترین مقدار خود یعنی (۰,۴۰ تا ۰,۴۵) می‌باشد و با توجه به مقدار بارش صورت گرفته که بالاترین حد خود در چند سال اخیر رسیده است پوشش گیاهی منطقه در بهترین شرایط می‌باشد. نکته‌ای که در تمام تصاویر خصوصا در این تصویر بسیار مشهود است قسمت شرقی منطقه (سریش آباد) و تا حدودی جنوب منطقه دارای NDVI کمتری نسبت به دیگر مناطق بوده است که به توپوگرافی منطقه برمی‌گردد و دارای ارتفاع بیشتری است.



شکل (۷). میانگین NDVI ماه می منطقه مورد مطالعه سال ۲۰۰۷.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

نتیجه گیری

مطالعات سنجش از دور در هر مطالعه نیازمند اعمال مقدماتی به نسبت زیادی است که زمان طولانی مدتی را به خود اختصاص می‌دهند. از بحث اولیه انتخاب نوع و زمان داده‌ها با وجود محدویت‌های مختلفی همچون مسأله ابرناکی و یا شرایط فنی مناسب سنجنده در اسکن تصاویر ارسالی، مسأله قالب تصاویر مورد استفاده و عملیات‌های مختلف پیش پردازش نیازمند صرف زمان زیادی است، در مطالعه خشکسالی منطقه قروه و دهگلان از شاخص سنجش از دور NDVI استفاده گردید. برای محاسبه خشکسالی کشاورزی انتخاب حداکثر کلیماکس گیاهی لازم بود لذا ماه می (معادل اردیبهشت) جهت مطالعه مناسب تشخیص داده شد. انتخاب این ماه و اقدام به دریافت تصاویر از ماهواره MODIS گردید. مطالعات اقلیمی بر مبنای پنج ایستگاه هواشناسی شامل یک ایستگاه سینوپتیک و چهار ایستگاه باران‌سنجی بدست آمده است. جهت محاسبه شدت خشکسالی اقلیمی شاخص Z نرمال انتخاب شد و بر اساس آن متغییر بارش در مقیاس سالانه مورد محاسبه قرار گرفت و سال‌های همزمان با اخذ داده‌های سنجش از دوری مورد مطالعه قرار گرفتند که سال ۲۰۰۰ با مجموع بارش ۲۵۳,۱ میلی‌متر و عدد بدست آمده از شاخص Z برابر با ۱,۰۵- که خشکسالی شدید محسوب می‌شود، سال ۲۰۰۱ با مجموع بارش ۲۳۹,۸ میلی‌متر و عدد بدست آمده از شاخص Z برابر با ۱,۲۲- می‌باشد که خشکسالی شدید محسوب می‌شود. سال ۲۰۰۸ با بارش برابر با ۱۵۵ میلی متر که کمترین مقدار بارش در ۲۰ سال اخیر بوده است و عدد بدست آمده از شاخص Z آن برابر با ۲,۳۱- می باشد که خشکسالی خیلی شدید محسوب می‌شود.در این سال ناهنجاری بارش فصلی رخ داده است بطوری که با پاییز و زمستان خشک و بهار مرطوب معرفی می شود پس در کل میزان بارش سالانه گویای رخداد خشکسالی شدید است اما بارش قابل توجه بهاری شرایط پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه را مطلوب نشان می دهد، سال‌های ۲۰۰۶ با بارش برابر با ۳۴۵,۷ میلی‌متر و عدد بدست آمده از شاخص Z برابر با ۰,۱۵ و سال ۲۰۰۷ با بارش برابر با ۴۹۴,۲ میلی‌متر و عدد بدست آمده از شاخص Z برابر با ۲,۰۷ ترسالی محسوب می‌شوند. در بررسی و تحلیل تصاویر دریافتی از ماهواره MODIS سال‌های ۲۰۰۰، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸ که به عنوان سال های نمونه برای خشکسالی انتخاب شدند بیشتر منطقه دارای میانگین NDVI پایین و مناطقی که زیر کشت دیم و آبی بودند ضریب NDVI بیشتری را نشان می‌هند. شاخص NDVI در ماه می سال ۲۰۰۱ پایین‌ترین ضریب را نشان می‌دهد که برابر با ۰,۳۱ می‌باشد و بیشترین مقدار که برابر با ۰,۴۲ می‌باشد مربوط به سال ۲۰۰۷ می‌باشد. نکته‌ای که در تمام تصاویر مشهود است قسمت های که کوهستانی بوده و زیر کشت نرفته اند و یا زیر کشت دیم رفته اند و تنها

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

با آب باران تغذیه می شوند بیشتر تحت تأثیر خشکسالی قرار گرفته و تقریبا از بین رفته اند این تحقیق با مطالعه باعقیده و همکاران مبنی بر این که شاخص پوشش گیاهی NDVI جایگزین مناسبی برای شاخص های اقلیمی در ارزیابی و پایش خشکسالی ها می باشد و این شاخص در مناطق با داده های هواشناسی پراکنده ارزش مند است همخوانی دارد.

منابع و مأخذ

۱. ابراهیم زاده، سجاد. بذر افشان، جواد. قربانی خلیل(۱۳۹۲). **امکان سنجی تشخیص تغییرات پوشش گیاهی مبتنی بر شاخص های زمینی و ماهواره ای خشکسالی (مطالعه موردی: استان کرمانشاه)**، مجله هواشناسی کشاورزی، جلد۱، شماره۱، صص۴۸-۳۷

۲. ابراهیمی خوسفی، محسن (۱۳۸۹). **محاسبه درصد پوشش گیاهی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی و شاخص‌های گیاهی جهت بهبود شاخص عمودی خشکسالی اصلاح شده (حوضه شیطور،یزد)**، پایان نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور وسیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم زمین، گروه آموزشی سنجش از دور و GIS: ۶۰

۳. باعقیده، محمد. علیجانی، بهلول. ضیائیان پرویز(۱۳۹۰). **بررسی امکان استفاده از شاخص پوشش گیاهی NDVI در تحلیل خشکسالی های استان اصفهان**، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک ، چاپ اول، شماره ۴، صص۱۶-۱

۴. ثنایی نژاد، سیدحسین. خجسته شعرباف، سارا. هاشمی نیا سیدمجید(۱۳۸۸). **بررسی و برآورد نقش عوامل اقلیمی بر NDVI گندم با استفاده از تصاویر سنجنده MODIS در منطقه عمومی شهرستان مشهد**، مجله پژوهش های زراعی ایران، جلد۷، شماره۱، صص۳۹-۳۱

۵. سازمان جهاد کشاورزی استان کردستان، مدیریت طرح و برنامه، اداره آمار و برنامه‌ریزی؛ ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۴.

۶. شمسی پور، علی اکبر(۱۳۸۶). **تحلیل خشکسالی با استفاده ازداده‌های سنجش از دور در کاشان**، رساله دکتری، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا. گروه جغرافیای طبیعی: ۵۵

۷. صابری، عاشور محمد (۱۳۸۸). **خشکسالی و تأثیر آن بر منابع آب استان گلستان(۱۳۸۴ – ۱۳۵۴)**، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه شهید بهشتی تهران. دانشکده علوم زمین. گروه جغرافیای طبیعی: ۶۰

۸. فرج زاده، منوچهر (۱۳۷۴). **تحلیل و پیش بینی خشکسالی در ایران**، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]

۹. یمانی، مجتبی. مزیدی احمد (۱۳۸۷). **بررسی تغییرات سطح و پوشش گیاهی کویر سیاهکوه با استفاده داده های سنجش از دور**، مجله پژوهش های جغرافیایی، (۶۴) ۱-۱۲

۱۰. مقدمه ای بر خشکسالی و شاخص‌های آن زهرا حجازی زاده –سعید جوی زاده – سمت- ۱۳۸۹

Ghualam, A, (2006). ***Remote monitoring of farmland drought based ndimensional specteral feature space***. phD. Disseration, Peking University, Beijing (in Chinese): 60 – 66.

Hisdal, H. and L. M., Tallaksen, (2003). ***Estimation of regional meteorological and hydrological drought characteristics: a case study for Denmark***, Journal of Hydrology, 281:230-247

https://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html

Moriera, E.E., Paulo, A.A. Pereira, L.S. Mexia, J.T., (2006). ***analysis of SPI drought class transitions using loglinear models***, Journal of Hydrology, 331: 349-359

Mishra, A.K. and V.P, Singh, (2010). ***A review of drought concepts***. Jornal of Hydrology, 391:202-216

Nalbantis, (2008). ***Evaluation of a drought index, European Water***, 23/24:67-77.

Witeh, M.S., Xenopoulos, M.A. Hogsden, K. Metcalfe, R.A. P.J, Dillon (2008). ***Natural lake level fluctuation and associated concordance with water quality and aquatic communities within small lakes of the Laurentian Great lakes region***. Hydrobiologia, 613: 21-31.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.41.4.7]