نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و چهارم، شماره ۷۲، بهار ۱۴۰۳

پایش روند تغییرات پوشش‌گیاهی و کاربری اراضی با استفاده از داده‌های رقومی لندست (مطالعه موردی دشت سروستان)

دریافت مقاله: ۹۹/۲/۱۷ **پذیرش نهایی**: ۹۹/۷/۱۷

صفحات: ۳۴۰-۳۲۷

سارا کاویانی آهنگر: دانشجوی دکتری مهندسی منابع طبیعی گرایش بیابان‌زدایی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.
Email: sarakaviani11@gmail.com
رسول مهدوی نجف‌آبادی: دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.[1]
Email: Ra_mahdavi2000@yahoo.com
غلامرضا زهتابیان: استاد دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
Email: ghzehtab@ut.ac.ir
حمید غلامی: دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه هرمزگان، بندرعباس، ایران.
Email: hadesert64@gmail.com
آشوک کومار چاپاگین: محقق ارشد، مؤسسه اقیانوس آرام، ایالات‌متحده آمریکا.
Email: akchapagain@pacinst.org

چکیده

بیابان‌زایی یک تهدید جدی زیست‌محیطی و اقتصادی-اجتماعی برای کره خاکی است. هدف از این مطالعه، پایش پوشش گیاهی و کاربری اراضی به‌منظور بررسی بیابان‌زایی دشت سروستان به‌عنوان دشتی ممنوعه در استان فارس است. بدین منظور از تصاویر لندست از سنجنده TM(سال ۱۹۹۳)، سنجنده ETM^+ (سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸) و سنجنده OLI/TIRS(سال ۲۰۱۶) استفاده شد. پایش تصویر به روش تفاضل تصویر، تفاضل شاخص پوشش‌گیاهی و نقشه‌های کاربری اراضی انجام گردید. در نقشه تفاضل سال ۱۹۹۳ و ۲۰۰۱ و سال ۱۹۹۳ و ۲۰۱۶ پس‌روی ۹۹ درصدی اراضی آبی در دهانه دریاچه مهارلو، به‌صورت تغییرات افزایشی در باند مادون‌قرمز قابل‌مشاهده است. نتایج حاصل از تفاضل شاخص پوشش‌گیاهی نشان‌دهنده افزایش پوشش‌گیاهی است که در واقع افزایش سطح اراضی کشاورزی در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۰۸ و ۱۹۹۳ است. بر اساس نتایج حاصل از طبقه‌بندی نظارت‌شده از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۱۶ سطح اراضی آبی از ۷/۱۱ هکتار به ۰/۰۷۵ هکتار کاهش‌یافته، از طرفی سطح اراضی شور از ۱۴۳/۹۹ هکتار به ۲۲۳/۸۳ هکتار افزایش و سطح اراضی کشت‌شده (زراعی و باغی) از ۱۱۳/۲۸ هکتار به ۲۰۱/۱۴ هکتار افزایش یافته است که با توجه به اهمیت شاخص‌های اراضی شور و تغییر کاربری اراضی از منابع طبیعی به کشاورزی در مطالعات بیابان‌زایی می‌توان نتیجه گرفت که روند بیابان‌زایی در منطقه موردمطالعه رو به افزایش است.

کلید واژگان: بیابان‌زایی، تصاویر لندست، دشت سروستان، شاخص پوشش گیاهی، طبقه‌بندی نظارت‌شده.

---

۱. **نویسنده مسئول:** دانشیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه هرمزگان-۰۹۳۷۶۸۸۱۵۱۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

مقدمه

یکی از موارد مهمی که در ارزیابی استعداد اراضی برای بیابانی‌شدن مدنظر قرار می‌گیرد، تغییرات پوشش‌گیاهی و کاربری اراضی است. کاربری زمین، استفاده خاصی است که انسان از زمین دارد که در فواصل زمانی در حال تغییر است. در مناطق خشک و نیمه‌خشک معمولاً تغییرات کاربری اراضی منجر به افزایش بیابان‌زایی می‌شوند. سنجش‌ازدور از جمله تکنولوژی‌های برتر و کارآمد در بررسی تغییرات محیطی و مدیریت منابع‌طبیعی است، که اطلاعات به‌روز را برای اهداف مدیریتی فراهم می‌آورد. این تصاویر به علت رقومی بودن، ارائه اطلاعات به هنگام، فراهم آوردن دید همه‌جانبه، استفاده از قسمت‌های مختلف طیف الکترومغناطیس برای ثبت خصوصیات پدیده‌ها، پوشش‌های تکراری، سرعت انتقال و تنوع اشکال داده‌ها از ارزش زیادی برخوردارند (فروتن و علیخواه، ۱۳۹۴).

جعفری و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی تغییرات اراضی بیابانی با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور در منطقه کاشان پرداختند. برای انجام این تحقیق از تصاویر سال ۱۹۹۰ سنجنده TMو ۲۰۰۲ سنجنده ETM^{+} ماهواره لندست استفاده شد. نتایج نشان داد که ۳۵/۱۸ درصد منطقه موردمطالعه دچار تغییر شده است و بیشترین درصد تغییرات مربوط به کلاس اراضی کشاورزی و مالچ‌پاشی می‌باشد. شکوهی‌زادگان و همکاران (۱۳۹۵) در پارک ملی بمو-شیراز به پایش پوشش‌گیاهی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای پرداختند. نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده تخریب پوشش‌گیاهی و افزایش شدت بیابان‌زایی در قسمت شمال غربی است. این تخریب شکل جدیدی از بیابان‌زایی به نام بیابان‌زایی تکنوژنیکی می‌باشد که دلیل آن احداث شهر جدید صدرا در قسمت شمال غربی و غرب این پارک بوده است به‌طوری‌که عملاً حفاظت از این قسمت ناممکن گردیده است. حلبیان و سلطانیان (۱۳۹۵) به‌منظور بررسی بیابان‌زایی اصفهان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸، شاخص‌های شوری خاک و پوشش‌گیاهی را مورد ارزیابی قرار دادند. همچنین تغییرات کاربری اراضی با روش شبکه عصبی مصنوعی پایش گردید. نتایج نشان داد شرق و جنوب شرق اصفهان با ۶۰٪ کاهش بیشترین کاهش پوشش‌گیاهی را داشته، به‌علاوه بیشترین تبدیل اراضی با پوشش‌گیاهی به اراضی شور و بیابانی مربوط به سال ۲۰۱۵ بوده است. موسوی و همکاران (۱۳۹۶) با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال به تعیین تغییرات کاربری اراضی پرداختند. نتایج حاصل از ارزیابی دقت تصاویر طبقه‌بندی‌شده نشان داد که روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال با دقت کل متوسط ۹۳ و ضریب کاپای ۰/۹۱ نتایج قابل قبولی در تهیه نقشه کاربری اراضی ارائه می‌دهد. هاشمی نسب و جعفری (۱۳۹۷) به ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به‌منظور پایش بیابان‌زایی با استفاده از تکنیک سنجش‌ازدور در منطقه شرق اصفهان- اراضی کشاورزی اطراف زاینده‌رود پرداختند. نتایج نشان داد که در دوره زمانی ۲۷ ساله، حاشیه رودخانه زاینده‌رود تغییرات چشمگیری داشته، به‌طوری ۸۶/۴۳ درصد حاشیه رودخانه به دلیل گسترش فعالیت‌های کشاورزی در حریم رودخانه و خشک شدن رودخانه، تخریب شده است. از دیگر تغییرات بارز، کاهش قابل‌توجه اراضی کشاورزی می‌باشد به‌طوری‌که ۶۴ درصد این اراضی نسبت به سال ۱۳۶۶ کاهش یافته است. لیو و همکاران (۲۰۰۸) به بررسی مدیریت روند بیابان‌زایی بر اساس کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست پرداختند. در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

لندست سنجنده‌های TM سال ۱۹۸۷ و ETM^+ سال ۲۰۰۰ و CCD[1] سال ۲۰۰۶ استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان داد که در کل دوره زمانی موردمطالعه، تپه شنی فعال، نیمه فعال و ثابت افزایش یافته است. مرتع در طول این دوره روند کاهشی را نشان داد که باعث افزایش روند بیابان‌زایی در منطقه شده است. داولبیت و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی فرآیند بیابان‌زایی با استفاده از تصاویر لندست پرداختند. در این تحقیق سنجنده‌های TMسال ۱۹۸۷ و ETM سال ۲۰۰۸ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین فرآیند بیابان‌زایی در کلاس کم ۱۷ کیلومترمربع و کلاس شدید ۷۰/۹۴ کیلومترمربع می‌باشد. در نتیجه بیابان‌زایی در سال ۲۰۰۸ نسبت به ۱۹۸۷ در حال افزایش بوده است. ژو (۲۰۱۳) پایش و آنالیز دینامیک بیابان‌زایی مراتع با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در نینگژیا[2] چین را بررسی کردند. نتایج نشان داد که میزان بیابان‌زایی از سال ۱۹۹۳ (۳۵۷۳ کیلومترمربع) تا سال ۲۰۱۱ (۱۴۵۰ کیلومترمربع) به‌تدریج کاهش یافته است. لامچین و همکاران (۲۰۱۶) تغییرات کاربری اراضی و بیابان‌زایی مغولستان را با تکنیک‌های سنجش‌ازدور موردبررسی قرار دادند. نتایج همبستگی بالا بین دو شاخص TGSI[3] و آلبیدو مناطق فاقد بیابان‌زایی را نشان داد. مهرتاب[4] و همکاران (۲۰۱۹) در اریتره[5] به ارزیابی بیابان‌زایی بر اساس شاخص‌های NDVI و SAVI، با استفاده از تصاویر لندست پرداختند و به این نتیجه رسیدند که بیابان‌زایی دلیل تخریب جدی زمین در اریتره است و ممکن است به تغییرات آب‌وهوایی مانند بارش کم و غیرقابل‌پیش‌بینی و خشک‌سالی طولانی پیوند داشته باشد. عبدالرحمن و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور به بررسی تخریب اراضی و بیابان‌زایی پرداختند. نتایج نشان داد که خاک اراضی کارانتاکا هند مستعد تخریب هستند. شکری[6] (۲۰۲۰) به مطالعه سنجش‌ازدوری شدت بیابان‌زایی در منطقه طال (تونس مرکزی) پرداخت. کل منطقه طال به دلیل پوشش‌گیاهی ضعیف، خاک فقیر، سیستم کشاورزی غلط در کلاس بیابان‌زایی شدید قرار دارد.

با توجه به اینکه دشت سروستان جزء دشت‌های ممنوعه استان فارس محسوب می‌شود و نیز موقعیت استراتژیک این دشت از لحاظ نزدیکی به مرکز استان و تمایل شدید به تغییرات کاربری و فشار بر منابع آب‌وخاک، پایش پوشش گیاهی و کاربری اراضی به‌منظور بررسی بیابان‌زایی دشت سروستان الزامی است. با انجام این ارزیابی و لزوماً با مدیریت صحیح اراضی می‌توان به سمت هدف اصلی که کنترل و مهار بیابان‌زایی در دشت سروستان است پیش رفت.

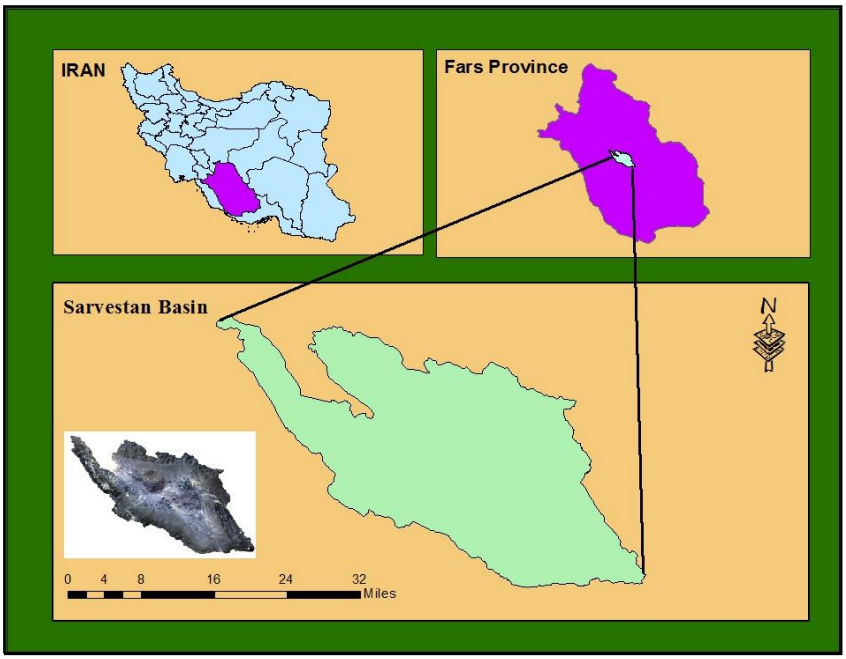
1. Coupled Charge Device
2. ningxia
3. Topsoil Grain Size Index
4. Mihretab
5. Eritrea
6. Chokri

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

روش تحقیق

معرفی محدوده مورد مطالعه

دشت سروستان واقع در مرکز استان فارس و بین عرض‌های جغرافیایی $29^{\circ}1'6''N$ تا $29^{\circ}26'50''N$ و طول‌های جغرافیایی $52^{\circ}43'58''E$ تا $53^{\circ}28'3''E$ می‌باشد شکل (۱). این منطقه با مساحت ۱۶۴۱ کیلومترمربع و ارتفاع ۱۶۶۱۱ متر از سطح دریا در جنوب حوضه آبخیز مهارلو-بختگان قرار دارد. میانگین بارندگی سالانه آن ۲۵۰ میلی‌متر است که از آذرماه تا میانه اردیبهشت‌ماه ادامه دارد. حداقل درجه حرارت در دی‌ماه، ۲- درجه سانتی‌گراد و حداکثر آن در تیرماه، حدود ۴۲ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. آب‌وهوای نیمه‌خشک و پوشش‌گیاهی ضعیف از خصوصیات این منطقه است. از جمله مهم‌ترین کاربری‌های اراضی در حوضه مهارلو به ترتیب کشاورزی دیم، آبی، باغ، جنگل، مرتع، صنعتی و مسکونی می‌باشد (مصباح و همکاران، ۱۳۸۳).



شکل (۱). موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

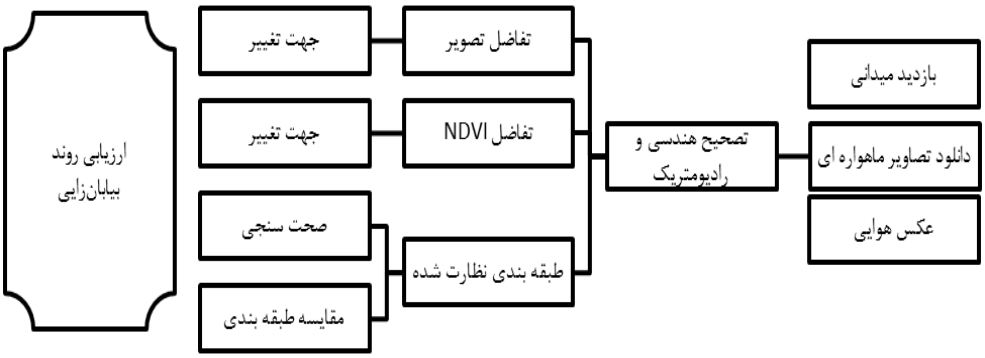
داده و روش کار

با توجه به بازه زمانی موردمطالعه (۲۴ سال) در این تحقیق و همچنین با توجه به موجودیت تصاویر (اردیبهشت‌ماه) لندست از سنجنده TM(سال ۱۹۹۳)، سنجنده ETM^{+} (سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸) و سنجنده OLI/TIRS(سال ۲۰۱۶) به‌منظور آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی و پوشش گیاهی استفاده شده است جدول (۱). خلاصه‌ای از روش کار در قالب دیاگرام در شکل (۲) ارائه شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

جدول (۱). مشخصات تصاویر به‌کار برده شده

طول عمر	تاریخ تصویر به میلادی	قدرت تفکیک مکانی (متر)	ماهواره و سنجنده
۱ مارچ ۱۹۸۴- ۵ ژوئن ۲۰۱۳	۱۹۹۳/۰۶/۰۵	۳۰	لندست ۵- TM
۱۵ آوریل ۱۹۹۹- تا به امروز	۲۰۰۱/۲۰/۰۵	۳۰	لندست ۷- ETM+
۱۵ آوریل ۱۹۹۹- تا به امروز	۲۰۰۸/۱۸/۰۵	۳۰	لندست ۷- ETM+
۱۱ فوریه ۲۰۱۳ – تا به امروز	۲۰۱۶/۲۱/۰۵	۳۰	لندست ۸-OLI/TIRS



شکل (۲). دیاگرام کلی پایش پوشش گیاهی و کاربری اراضی با استفاده از آنالیز رقومی داده‌های ماهواره‌ای

تصاویر موردنیاز از سایت earthexplorer.usgs.gov دانلود شد. در این تحقیق با برداشت نقاط کنترل زمینی (حداقل ۲۵ نقطه) از نقشه‌های توپوگرافی[1] و استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) اقدام به تصحیح هندسی تصاویر گردید. به‌علاوه جهت تصحیح رادیومتریک تصاویر از روش کاهش تیرگی پدیده‌ها استفاده شده است (چاوز، ۱۹۹۶). برای انجام تصحیح رادیومتری در اولین گام ارزش‌های رقومی به تابش طیفی تبدیل می‌شود که این عمل با استفاده از ضرایب کالیبراسیون سنجنده صورت می‌گیرد (فرزادمهر، ۲۰۰۵).

تفاضل تصاویر یکی از راه‌های کشف تغییرات[2] است. در این روش ارزش‌های رقومی تصویر در تاریخ دوم از ارزش‌های رقومی تصویر در تاریخ اول کم می‌شود. این فرایند به‌صورت پیکسل به پیکسل است (آرخی و نیازی، ۱۳۸۹). نتیجه این روش تولید تصویری است که در آن مقادیر مثبت و منفی نشان‌دهنده مناطق تغییریافته (به ترتیب افزایش و کاهشی) و مقدار صفر نشان‌دهنده عدم‌تغییر بین دو تاریخ است (ساین[3]، ۱۹۸۹).

شاخص پوشش گیاهی NDVI که بر ارزش‌های طیفی استوار است، به‌طور گسترده برای شناسایی شرایط رشد پوشش گیاهی مورداستفاده قرار می‌گیرد. اغلب نسبت معینی از باندهای مادون‌قرمز نزدیک و قرمز برای نقشه‌های پوشش گیاهی و بررسی شرایط آن‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد زیرا این دو باند به ترتیب به‌شدت با گیاهان جذب و منعکس می‌شوند. وجود یک نسبت بالا نشان‌دهنده پوشش گیاهی سالم است درحالی‌که یک

1. Topography map
2. Change Detection
3. Singh

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

نسبت پایین مبین پوشش گیاهی ناسالم و دچار استرس، یا بدون پوشش گیاهی است. شاخص NDVI بر اساس رابطه (۱) محاسبه می‌شود (شوونگرت[1]،۱۹۷۷).

رابطه (۱)

$$NDVI = (NIR-RED)/ (NIR + RED)$$

که در آن: NIR = انعکاس اشعه تابیده‌شده در طول‌موج مادون‌قرمز نزدیک و RED = انعکاس اشعه تابیده‌شده در طول‌موج قرمز مرئی است. ارزش دامنه NDVI از ۱- تا ۱، واکنش به اعمال فتوسنتزی را به‌خوبی نمایش می‌دهند، که ارزش NDVI بالاتر مبین پوشش گیاهی بیشتر است (کوه[2] و همکاران، ۲۰۰۶).

روش تفاضل شاخص پوشش گیاهی، جهت تعیین تغییر در پوشش گیاهی بسیار مفید است و می‌تواند جهت بارزسازی اختلاف طیفی بین انعکاس شدید پوشش گیاهی در بخش مادون‌قرمز نزدیک طیف و باند جذب کلروفیل (طیف باند قرمز) مورداستفاده قرار گیرد (آرخی و نیازی، ۱۳۸۸؛ ساین، ۱۹۸۹). در این روش به‌صورت مجزا شاخص پوشش گیاهی مربوط به دو دوره متفاوت تهیه شده و سپس شاخص پوشش گیاهی ثانویه از شاخص پوشش گیاهی اولیه کم می‌شود.

طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای شاید به‌عنوان اصلی‌ترین مرحله پردازش محسوب می‌شود؛ که از این طریق امکان تبدیل فضای تصویر (بازتابش‌های ثبت‌شده در باندهای مختلف) به فضای واقعی (نقشه‌های پوشش زمین و کاربری اراضی) ممکن می‌شود. طبقه‌بندی نظارت‌شده بر پایه مشخصات طیفی کلاس‌های معلوم در تصویر انجام می‌گیرد. المان‌های اصلی در این روش، نمونه‌های آموزشی[3] که به ROI معروف هستند که هرکدام معرف یک کلاس می‌باشند. در این تحقیق ۸ طبقه شامل مناطق آبی، مراتع، اراضی کشت‌شده، اراضی کشت نشده، مناطق مسکونی، اراضی شور، رخنمون سنگی و اراضی جنگلی تعریف شد. بدین منظور به‌صورت مجزا تصاویر چند زمانه به نقشه‌های موضوعی، طبقه‌بندی‌شده و سپس روش‌هایی از قبیل مقایسه طبقه‌بندی، تفاضل نقشه و آمار تعیین تغییرات جهت پایش تغییر استفاده گردید. (لو[4] و همکاران، ۲۰۰۴).

برآورد دقت به‌منظور درک نتایج به‌دست‌آمده و به کار بردن نتایج برای تصمیم‌گیری حائز اهمیت است. در این تحقیق با برداشت نقاط کنترل زمینی (۲۵ نقطه) از نقشه‌های توپوگرافی[5] و استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی (GPS) در بازدیدهای میدانی برای تعیین موقعیت نمونه‌های تعلیمی و نقاط کنترلی و اندازه‌گیری‌های میدانی جهت بررسی صحت نقشه کاربری اراضی استفاده شده است. پارامترهای برآورد دقت به‌کار برده شده در این مطالعه شامل دقت کل[6]، دقت تولیدکننده[7]، دقت کاربر[8] و ضریب کاپا[9] هستند.

---

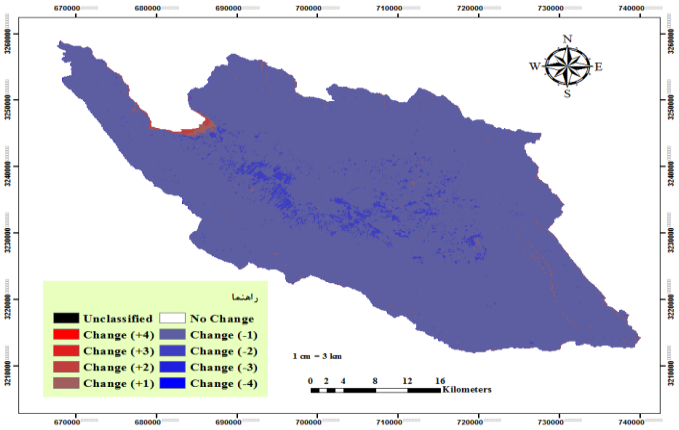
1. Schowengerdt
2. Koh
3. Training area
4. Lu
5. Topography map
6. Overall accuracy
7. Producer's Accuracy
8. User's Accuracy
9. Kappa Coefficient

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

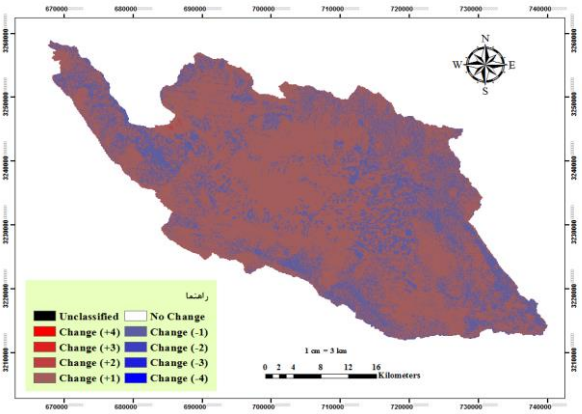
نتایج

برای بررسی روند بیابان‌زایی، تغییرات پوشش‌گیاهی و کاربری اراضی در دوره زمانی ۲۴ ساله انجام گرفت. بدین منظور پیش‌پردازش‌های لازم بر روی تصاویر مورداستفاده اعمال شد.

در پایش تفاضل نقشه‌ها با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف تصاویر در باند قرمز و مادون‌قرمز نسبت به سایر باندها، نتایج به‌دست‌آمده از تفاضل هر یک از این باندها مشاهده شد و بررسی نقشه به‌دست‌آمده از روش تفاضل باند مادون‌قرمز نشان داد که این روش برای ارزیابی تغییرات بیابان‌زایی بخصوص تغییرات کاهشی و تا حدودی تغییرات افزایشی مناسب است. به‌طورکلی در هیچ‌کدام از تفاضل باندهای مادون‌قرمز و قرمز مناطق بدون تغییرات مشاهده نشد. در نقشه تفاضل سال ۱۹۹۳ و ۲۰۰۱ شکل (۳) و نقشه تفاضل سال ۱۹۹۳ و ۲۰۱۶ شکل (۶) کاهش میزان اراضی آبی در قسمت دهانه دریاچه مهارلو در طی این ۸ سال، به‌صورت تغییرات افزایشی در باند مادون‌قرمز به‌خوبی قابل‌مشاهده است و این به دلیل رفتار عدم بازتاب امواج مادون‌قرمز توسط آب بوده و هنگامی‌که آب خشک می‌شود بازتاب این امواج بالا می‌رود اشکال (۳ تا ۶).

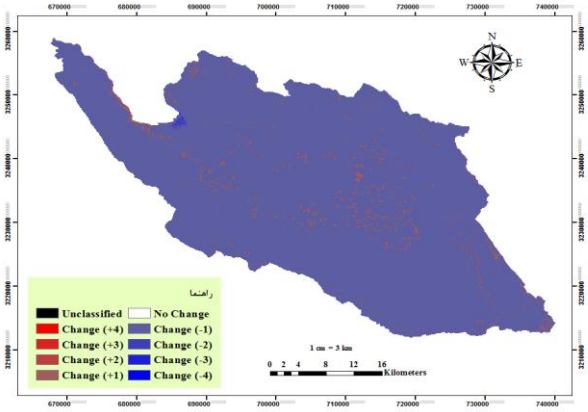


شکل (۳). نقشه پایش تغییر – تفاضل باند مادون‌قرمز سال ۲۰۰۱ و ۱۹۹۳.

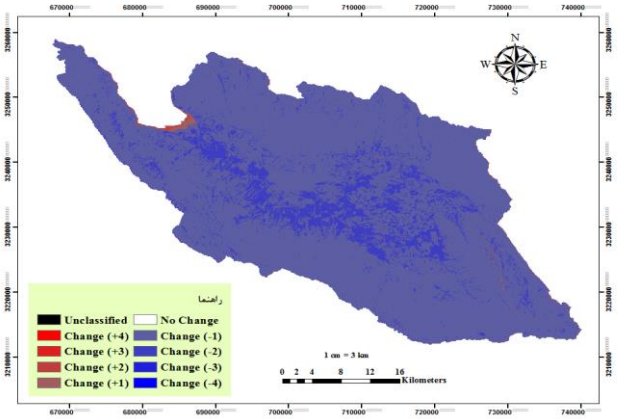


[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

شکل (۴). نقشه پایش تغییر – تفاضل باند مادون‌قرمز سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۱



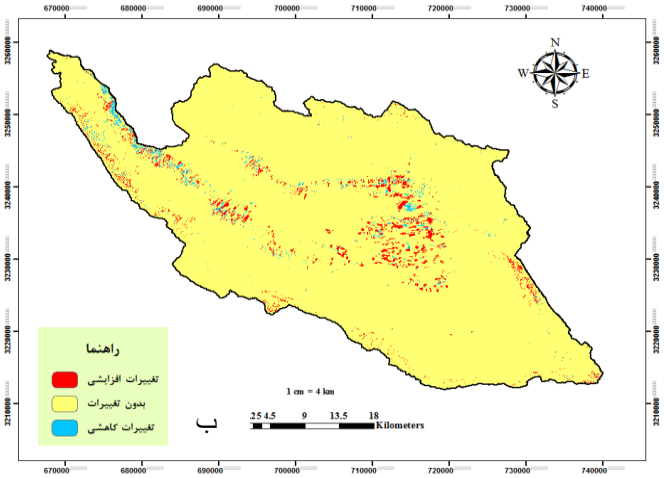
شکل (۵). نقشه پایش تغییر – تفاضل باند مادون‌قرمز سال ۲۰۱۶ و ۲۰۰۶



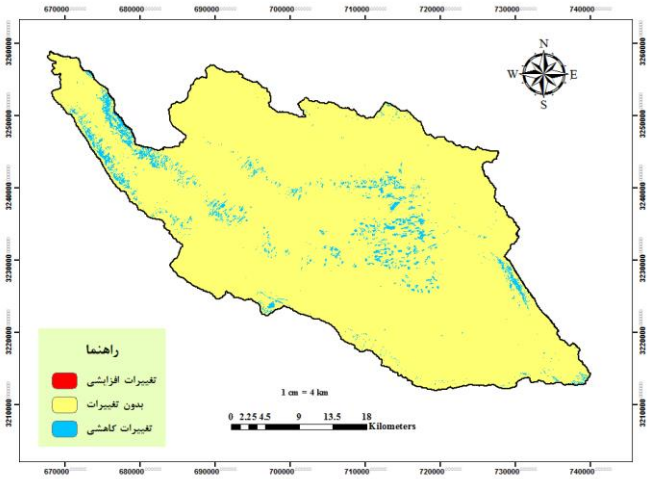
شکل (۶). نقشه پایش تغییر – تفاضل باند مادون‌قرمز سال ۲۰۱۶ و ۱۹۹۳

نقشه پوشش‌گیاهی منطقه اشکال (۷ تا ۱۰)، از طریق آستانه‌گذاری شاخص NDVI (به‌صورتی که مقادیر NDVI بالای ۰/۳ پوشش‌گیاهی در نظر گرفته شدند) در چهار تاریخ موردمطالعه تهیه گردید. سپس نقشه تفاضل شاخص پوشش‌گیاهی نرمال‌شده تهیه شد. نقشه‌های به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که این روش در تغییرات سال ۱۹۹۳ تا ۲۰۰۱ تغییرات کاهشی و افزایشی اراضی کشت‌شده و اراضی کشت نشده و همچنین کلاس بدون تغییرات NDVI را در مناطق رخنمون سنگی و مسکونی و اراضی بایر و پوشش تنک (بر اساس تطابق با نقشه‌های کاربری اراضی) را به‌خوبی نشان داده است. در تفکیک کلاس تغییرات کاهشی سال ۲۰۰۸ که در نقشه‌ی پوشش‌گیاهی کاملاً بارز بود، نیز به‌خوبی عمل کرده است. همچنین این روش در نمایش افزایش پوشش‌گیاهی جنگل و کشاورزی سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۰۸ و ۱۹۹۳ اشکال(۹ و ۱۰) دقت بالایی دارد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

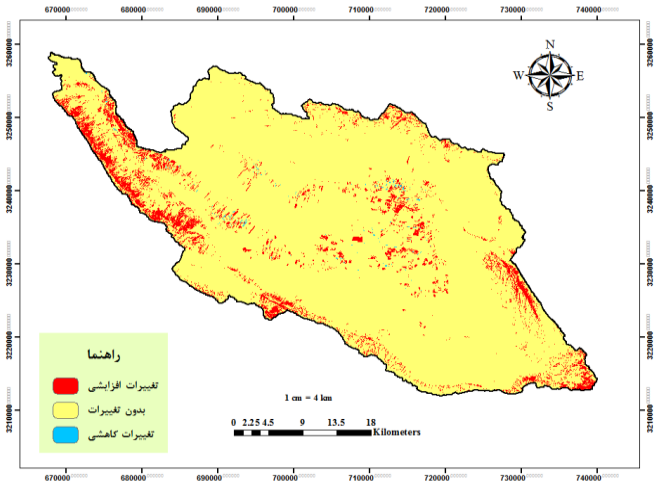


شکل (۷). نقشه پایش تغییر- تفاضل شاخص پوشش گیاهی سال ۱۹۹۳ و ۲۰۰۱

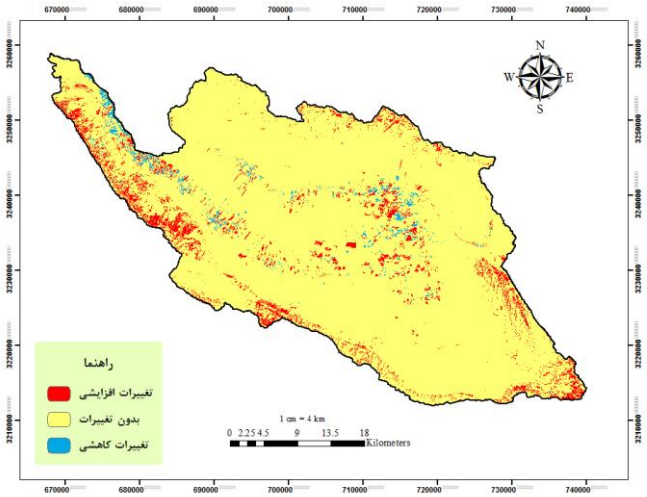


شکل (۸). نقشه پایش تغییر- تفاضل شاخص پوشش گیاهی سال ۲۰۰۶ و ۲۰۰۱

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]



شکل (۹). نقشه پایش تغییر- تفاضل شاخص پوشش گیاهی سال ۲۰۰۶ و ۲۰۱۶



شکل (۱۰). نقشه پایش تغییر- تفاضل شاخص پوشش گیاهی سال ۱۹۹۳ و ۲۰۱۶

کلاس‌های کاربری اراضی در ۸ گروه تحت عنوان کلاس مناطق آبی، مراتع، اراضی کشت‌شده، اراضی کشت نشده، مناطق مسکونی، اراضی شور، رخنمون سنگی و اراضی جنگلی، طبقه‌بندی شد و با استفاده از نقاط برداشت‌شده از تصاویر ماهواره‌ای گوگل ارث و با استفاده از تصویر مرجع و به روش (Image by Image) تصاویر زمین مرجع و صحت آن‌ها بررسی گردید. در مرحله بعد با استفاده از ویژگی‌های تصاویر، کلاس‌های کاربری اراضی در محدوده موردمطالعه تعیین و پس از مشخص نمودن میزان تفکیک‌پذیری کلاس‌ها، طبقه‌بندی به‌صورت نظارت‌شده و با روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال انجام گرفت و نقشه‌های کاربری اراضی مربوط به سال‌های ۱۹۹۳، ۲۰۰۱ و ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ تهیه شد.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

پس از انجام طبقه‌بندی از طریق داده‌های تعلیمی کاربر، داده‌های چک طبقه‌بندی که قبلاً ذکر شد برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی مورداستفاده قرار گرفت که در جدول (۲) نتایج به‌صورت دقت هر کلاس و دقت کل و ضریب کاپا برای هر تصویر آورده شده است. از آنالیز نتایج جدول (۲) می‌توان چنین نتیجه گرفت که دقت تولیدکننده و استفاده‌کننده کلاس مناطق آبی در طبقه‌بندی دو سال ۲۰۰۸ و ۲۰۱۶ صفر بوده و دقت سایر کلاس‌ها بالای ۸۵٪ بوده است. این نشان‌دهنده قابلیت تفکیک طیفی بالا برای تمام کلاس‌ها به‌جز مناطق آبی بوده است؛ زیرا در سال ۱۹۹۳ و ۲۰۰۱ مقادیر آب در حاشیه مهارلو وجود داشته و نمونه‌گیری برای آن راحت‌تر بوده است؛ اما طی سال‌های بعد، به دلیل نادر بودن مناطق آبی به‌صورت زیرپیکسل‌های استخر و حوضچه، نمونه‌گیری و شناسایی آن‌ها در مقیاس تصویر لندست بسیار مشکل می‌باشد و در نتیجه خطای تفکیک این کلاس بسیار بالاتر است.

جدول (۲). مشخصات آماری دقت تولیدکننده و دقت استفاده‌کننده برای طبقه‌بندی تصاویر

کلاس	(TM)۱۹۹۳		(TM)۲۰۰۱		(ETM)۲۰۰۸		(OLI/TIR)۲۰۱۶	
	دقت تولیدکننده	دقت استفاده‌کننده	دقت تولیدکننده	دقت استفاده‌کننده	دقت تولیدکننده	دقت استفاده‌کننده	دقت تولیدکننده	دقت استفاده‌کننده
اراضی آبی	۸۹	۱۰۰	۸۹/۷	۱۰۰	۰	۰	۰	۰
مراتع	۹۸/۸	۹۹/۵	۹۹/۱	۹۹/۸	۹۸/۶	۹۹/۷	۹۸/۱	۹۹/۶
اراضی شور	۹۶/۸	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۸/۷	۱۰۰	۹۹/۳	۱۰۰
اراضی جنگلی	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۳	۱۰۰	۹۳/۱	۸۶/۵	۸۶/۸	۹۶/۳
اراضی کشت‌شده	۱۰۰	۸۸	۱۰۰	۹۹/۸	۱۰۰	۹۷/۶	۱۰۰	۹۲/۴
اراضی کشت نشده	۹۶/۹	۹۳/۲	۹۹/۸	۱۰۰	۹۶/۸	۹۶/۶	۹۹	۹۸/۶
مناطق مسکونی	۱۰۰	۹۵/۵	۱۰۰	۹۹/۶	۱۰۰	۹۷/۲	۱۰۰	۸۵/۹
رخنمون سنگی	۹۸/۲	۹۹/۷	۹۹/۸	۹۹/۱	۹۹/۸	۹۸/۷	۹۸/۱	۹۸/۷
دقت کل (درصد)	۹۸		۹۹/۷		۹۸/۸		۹۸/۴	
ضریب کاپا	۹۷		۹۹/۶		۹۸		۹۷/۲	

پس‌ازاینکه طبقه‌بندی هر تصویر به‌طور جداگانه انجام شد، الگوریتم‌های پایش تغییرات هر تصویر با تصویر پیشین، بر روی آن‌ها پیاده‌سازی شد که نتیجه آماری تغییرات در جدول (۳) آورده شده است.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

جدول (۳). پایش تغییرات در سال‌های متوالی

سال کاربری	۱۹۹۳		۲۰۰۱		۲۰۰۱-۱۹۹۳	۲۰۰۸		۲۰۰۱-۲۰۰۸	۲۰۱۶		۲۰۰۸-۲۰۱۶
	هکتار	درصد	هکتار	درصد	تغییرات (٪)	هکتار	درصد	تغییرات (٪)	هکتار	درصد	تغییرات (٪)
اراضی آبی	۷/۱۱	۰/۴۳	۰/۰۴	۰/۰۰۰۲	-۰/۴۳	۳/۱۳	۰/۱۹	+۰/۱۸۹	./۰۷۵	۰/۰۰۵	-۰/۱۸
مراتع	۶۲۱/۷۴	۳۷/۶۷	۵۴۰/۳	۳۲/۷۳	-۴/۹۴	۵۸۹/۸۸	۳۵/۶	+۲/۸۷	۵۹۳/۴۸	۳۵/۹۶	+۰/۴
اراضی شور	۱۴۳/۹۹	۸/۷۲	۱۷۲/۳۴	۱۰/۴۴	+۱/۷۱	۸۴/۰۵	۵/۰۶	-۵/۳۸	۲۲۳/۸۳	۱۳/۵۶	+۸/۵
اراضی جنگلی	۱۴۷/۸۱	۸/۹۶	۷۸/۶۳	۴/۷۶	-۴/۱۹	۴۵/۴۵	۲/۷۳	-۲/۰۳	۱۴۸/۶۸	۹/۰۱	+۶/۲۷
اراضی کشت‌شده	۱۱۳/۲۸	۶/۸۶	۹۵/۱۴	۵/۷۶	-۱/۱	۱۴۱/۳۱	۸/۵۱	+۲/۷۵	۲۰۱/۱۴	۱۲/۱۸	+۳/۶۷
اراضی کشت نشده	۲۸۰/۹	۱۷/۰۲	۳۵۵	۲۱/۵	+۴/۴۸	۳۶۰/۹۷	۲۱/۷	+۰/۱۹	۱۹۰/۵۷	۱۱/۵۴	-۱۰/۲
مناطق مسکونی	۲۸/۴۲	۱/۷۲	۴۲/۸۳	۲/۶	+۰/۸۷	۸۰/۲۳	۴/۸۳	+۲/۲۳	۸۰/۱۸	۴/۸۵	+۰/۰۲۳
رخنمون سنگی	۳۰۶/۹	۱۸/۶	۳۶۶/۳	۲۲/۲	+۳/۶	۳۵۴/۲۴	۲۱/۳۴	-۰/۸۵	۲۱۲/۴۹	۱۲/۸۷	-۸/۴۷

نتیجه‌گیری

استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور به‌منظور بررسی روند بیابان‌زایی دارای امتیازات ویژه و منحصربه‌فردی می‌باشد که تکراری بودن داده‌ها و پوشش دادن مناطق وسیع از جمله بارزترین آن‌ها است که با کمک آن‌ها می‌توان مناطق مستعد بیابان‌زایی را در طی چندین سال پایش نمود و بر خاک، آب و پوشش‌گیاهی آن نظارت داشته و راهکارهایی برای جلوگیری از بیابان‌زایی اتخاذ نمود. در این مطالعه از تصاویر چند زمانه ماهواره لندست، روش تفاضل تصویر، تفاضل شاخص پوشش‌گیاهی، طبقه‌بندی نظارت‌شده و آشکارسازی تغییرات برای بررسی تغییرات پوشش‌گیاهی و کاربری اراضی در یک دوره ۲۴ ساله (۱۹۹۳-۲۰۱۶) در اراضی دشت سروستان-استان فارس استفاده شد. لازم به ذکر است که در سایر تحقیقات انجام‌گرفته در رابطه پایش تغییرات بیابان‌زایی با استفاده تکنیک‌های سنجش‌ازدوری در ایران از جمله در دهلران استان ایلام (آرخی و فتحی زاده، ۱۳۸۹)، دشت مروست استان یزد (گیویی‌اشرف و اردکانی، ۱۳۹۰)، کویرحاج علی‌قلی (موسوی و همکاران، ۱۳۹۲)، اصفهان (حلبیان و سلطانیان، ۱۳۹۵)، شرق اصفهان (هاشمی نسب، ۱۳۹۷) و طال (شکری، ۲۰۲۰) بیانگر کارایی بالای تکنولوژی سنجش‌ازدور در زمینه آشکارسازی تغییرات بیابان‌زایی می‌باشند.

با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف تصاویر در باند قرمز و مادون‌قرمز، نتایج به‌دست‌آمده از تفاضل هر یک از این باندها نشان داد که این روش برای ارزیابی تغییرات مناسب است. در نقشه تفاضل سال ۱۹۹۳ - ۲۰۰۱ و نیز سال ۱۹۹۳ - ۲۰۱۶ به‌خوبی کاهش میزان آب قسمت دهانه دریاچه مهارلو، به‌صورت تغییرات افزایشی در باند مادون‌قرمز قابل‌مشاهده است. این به دلیل رفتار عدم بازتاب امواج مادون‌قرمز توسط آب بوده و هنگامی‌که آب خشک می‌شود بازتاب این امواج بالا می‌رود که گواهی بر حرکت وضعیت منطقه موردمطالعه به سمت بیابان‌زایی است. نتایج حاصل از تفاضل شاخص پوشش‌گیاهی نشان‌دهنده افزایش پوشش‌گیاهی به‌صورت اراضی کشاورزی در سال ۲۰۱۶ نسبت به سال ۲۰۰۸ و ۱۹۹۳ است. این موضوع نیز مصداقی بر افزایش فشار بر اراضی دشت سروستان به‌منظور تولیدات کشاورزی است که منجر به تخریب منابع خاک و افزایش برداشت از منابع آب زیرزمینی می‌شود. بر اساس نتایج حاصل از طبقه‌بندی نظارت‌شده از سال ۱۹۹۳ تا سال ۲۰۱۶

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]
[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

اراضی آبی از ۷/۱۱ هکتار به ۰/۰۷۵ هکتار کاهش‌یافته، از طرفی سطح اراضی شور از ۱۴۳/۹۹ هکتار به ۲۲۳/۸۳ هکتار افزایش‌یافته است که با توجه به اهمیت این دو شاخص در مطالعات ارزیابی روند بیابان‌زایی نتیجه می‌گیریم که روند بیابان‌زایی در منطقه موردمطالعه رو به رشد است. از طرفی افزایش دو برابری سطح اراضی کشت‌شده (زراعی و باغی) از ۱۱۳/۲۸ هکتار در سال ۱۹۹۳ به ۲۰۱/۱۴ هکتار در سال ۲۰۱۶ حاکی از افزایش فشار بر منابع آب‌وخاک و درنتیجه کاهش سطح منابع آب و کاهش کیفیت خاک یا به‌عبارتی‌دیگر افزایش اراضی شور است. این موضوع نیز گواهی بر روند صعودی بیابان‌زایی در دشت سروستان می‌باشد.

اراضی دشت سروستان با توجه به موقعیت جغرافیایی خود، واقع در ۸۰ کیلومتری شهر شیراز موردتوجه قرارگرفته است. بر این اساس شاهد تصرف اراضی منابع طبیعی و افزایش اراضی زراعی و باغی در این منطقه هستیم که خود اهرمی در افزایش روند بیابان‌زایی دشت سروستان است. چراکه تبدیل اراضی منابع طبیعی به کشاورزی علاوه بر تخریب خاک منجر به فشار بر منابع آب نیز می‌شود که تهدیدی بر بیابان‌زایی است. شایان‌ذکر است که تنها منبع تأمین نیاز آب کشاورزی در دشت سروستان منابع آب زیرزمینی است و منطقه موردمطالعه فاقد منابع آب سطحی می‌باشد؛ بنابراین هرگونه فشار بر منابع آب می‌تواند اثرات سوئی بر کیفیت و کمیت آب‌های زیرزمینی دشت سروستان داشته باشد.

منابع

آرخی، صالح؛ فتحی زاده، حسن. (۱۳۸۹). **ارزیابی روند بیابان‌زایی و مدل‌سازی مکانی الگوی تغییرات کاربری اراضی در منطقه بیابانی دهلران استان ایلام با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست**، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری چشم‌انداز زاگرس، ۵(۲) ۴۵-۶۸.

جعفری، مهدی؛ زهتابیان، غلامرضا؛ احسانی، امیر هوشنگ. (۱۳۹۲). **بررسی تغییرات اراضی بیابانی با استفاده از داده‌های سنجش‌ازدور (مطالعه موردی: کاشان)**، مجله تحقیقات مرتع و بیابان ایران، ۲۰(۳):۶۴۴-۶۵۲.

حلبیان، امیرحسین؛ سلطانیان، محمود. (۱۳۹۵). **ارزیابی تغییرات بیابان‌زایی در اصفهان با استفاده از فناوری سنجش‌ازدور و شبکه عصبی مصنوعی**، مخاطرات محیط طبیعی. ۹(۵): ۳۹-۵۴.

شکوهی زادگان، سحرناز؛ خسروی، حسن؛ آذرنیوند، حسین؛ زهتابیان، غلامرضا؛ رایگانی، بهزاد. (۱۳۹۵). **ارزیابی و پایش پوشش‌گیاهی مبتنی بر منطق فازی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای مطالعه موردی: پارک ملی بمو – شیراز**، سپهر، ۲۵ (۱۰۰):۱۵۷-۱۶۶.

فروتن، الهام؛ علیخواه اصل، مرضیه. (۱۳۹۴). **بررسی تغییرات زیست‌محیطی اطراف دریاچه حوض سلطان قم با استفاده از داده‌های هواشناسی و روش‌های سنجش‌ازدور**. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۲۱(۳): ۷۱-۸۰.

گیویی‌اشرف، زهرا؛ سرکارگر اردکانی، علی. «**پایش کاربری اراضی با استفاده از سنجش‌ازدور به‌منظور ارزیابی بیابان‌زایی (مطالعه موردی: دشت مروست، استان یزد)**». همایش ژئوماتیک (تهران،۱۳۹۰).

مصباح، سید حمید؛ کوثر، آهنگ؛ زارع، محمد؛ قدیمی، فریدون؛ عمیدی، جمشید. (۱۳۸۳). **بررسی منشأ نهشته‌های دریاچه مهارلو**. طرح تحقیقاتی. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]

[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]

موسوی، سید حجت؛ ولی، عباسعلی؛ معیری، مسعود؛ رنجبر، ابوالفضل. (۱۳۹۲). **پایش وضعیت بیابان‌زایی کویر حاج علی‌قلی (۲۰۰۶-۱۹۸۷)**. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی. ۴: ۸۵-۱۰۲.

موسوی، سیده فاطمه؛ نوروزی، شکرلو اکبر؛ ساداتی نژاد، سید جواد؛ محمدی، حسن. «**کاربرد سنجش‌ازدور و GISدر پایش تغییرات کاربری اراضی و بیابان‌زایی مناطق بیابانی کاشان**». چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست (دانشگاه تهران، ۱۳۹۶/۰۳/۰۲).

هاشمی نسب، سیده نگار؛ جعفری، رضا. (۱۳۹۷). **ارزیابی تغییرات کاربری اراضی به‌منظور پایش بیابان‌زایی**. نشریه تحلیل فضایی مخاطرات محیطی. ۵(۳): ۵۹-۷۴.

AbdelRahman, M.A.E., Natarajan, A., Rajendra, H., Prakash, S.S., (2019), **Assessment of land degradation using comprehensive geostatistical approach and remote sensing data in GIS-model builder,** The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science, doi.org/10.1016/j.ejrs.2018.03.002.

Chavez, P.S., (1996), **Image -based atmospheric corrections-Revisited and improved**, Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, 62, 1025– 1036.

Chokri, B., (2020), **Study of desertification sensitivity in Talh region (Central Tunisia) using remote sensing, G.I.S. and the M.E.D.A.L.U.S. approach,** Geoenvironmental Disasters, doi.org/10.1186/s40677-020-00148-w.

Dawelbait, M., Morari, F., (2012), **Monitoring desertification in a Savannah region in Sudan using Landsat images and spectral mixture analysis**, Journal of Arid Environments, 80: 45-55.

Lamchin, M., Lee,Yj., Lee, WK., Lee, EJ., Kim, M., Lim, H., Choi, H., Kim, S., (2016), **Assessment of land cover change and desertification using remote sensing technology in a local region of Mongolia**, Advances in Space Research. 57(1): 64-77.

Li, J., Yang, X., Jin, Y., Yang, Z., Huang, W., Zhao, L., Gao, T., Yo, H., Ma, H., Qin, Z., Xu, B., (2013), **Monitoring and analysis of grassland desertification dynamics using landsat images in Ningxia China**, Remote Sensing of Environment, 138: 19-26.

Liu, H., Zhou, Ch., Cheng, W., Long, Li., (2008), **Monitoring sandy desertification of Otindag Sandy Land based on multi-date remote sensing images**, Journal ActaEcological Sinica, 28: 627−635.

Lu, P., Mausel, E., Brondízio, E., Moran, A., (2004), **Change detection techniques**, International Journal of Remote Sensing. 25(12): 2365-2407.

Mihretab, G. Gh., Taibao, Y., Xuemei, Y., Congqiang, W., (2019), **Assessment of desertification in Eritrea: land degradation based on Landsat images,** Journal of Arid Land. 11: 319-331.

Singh, A., (1989), **Digital change detection techniques using remotely sensed data**, International Journal of Remote Sensing, 10, 989–1003.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-28]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.174.7]

[DOI: 10.52547/jgs.24.72.327]