



دانشگاه گورگان
مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک

جلد بیست و هشتم، شماره اول، ۱۴۰۰

۱۶۵-۱۸۱

<http://jwsc.gau.ac.ir>

DOI: 10.22069/jwsc.2021.18238.3387

مقاله کامل علمی - پژوهشی

بررسی میزان تغییرات سبخ‌های ناشی از تالاب هورالعظیم در دوره بیست‌ساله با استفاده از تصاویر لندست

کوثر عبیات^۱، احمد لندی^{۲*} و هادی عامری‌خواه^۳

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز، استاد گروه علوم و مهندسی خاک،

دانشگاه شهید چمران اهواز، ^۲عضو هیأت علمی گروه علوم و مهندسی خاک، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۱۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۱۴

چکیده

سابقه و هدف: خشک شدن تالاب هورالعظیم سبب تبدیل آن به سبخا شده است. ازدیاد سبخاها سبب شور شدن زمین‌های حاصلخیز کرخه و تخریب زمین‌های کشاورزی منطقه شده است. هم‌چنین باعث ایجاد زمین‌های پف‌کرده شده، که به‌عنوان کانون ریزگرد عمل می‌کند. میزان تغییرات سبخاها در حواشی تالاب هورالعظیم تاکنون مورد بررسی قرار نگرفته است. تالاب هورالعظیم از لحاظ زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی اهمیت دارد، در نتیجه مطالعه تغییرات آن و نواحی مجاور ضروری است. این مطالعه باهدف ارزیابی میزان تغییرات سبخ‌های ناشی از خشک شدن تالاب هورالعظیم در دوره بیست‌ساله است که در نوع خود، اولین پژوهش است. در این نوشتار، برای نخستین بار میزان تغییرات سبخاها در کلاس‌های مختلف، بررسی و تعیین گردید. هم‌چنین میزان سبخ‌زائی با تغییرات آب و هوایی بلندمدت، مقایسه شده است. پایش روند تغییرات تالاب‌ها و اراضی پیرامون آن‌ها می‌تواند در مدیریت این اکوسیستم‌ها راهگشا باشد و تهیه نقشه‌های پراکنش سبخاها و تغییرات آن‌ها می‌تواند به مدیران محیط‌زیست و منابع طبیعی جهت تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر، برنامه‌ریزی‌های صحیح کاربری زمین و بهتر شدن مدیریت منابع، کمک کند.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه به‌منظور بررسی تغییرات و نقشه‌سازی سبخ‌های ناشی از تالاب هورالعظیم طی دوره ۲۰ ساله از تصاویر لندست ۸ در سال ۲۰۱۷ و لندست ۵ در سال ۱۹۹۷، استفاده گردید. منطقه مورد مطالعه به هشت کلاس که شامل: تالاب، سبخای در حال تشکیل، تالاب‌خشک‌شده، حوضچه‌های نمکی، سبخ‌های تیره، سبخ‌های روشن، زمین‌های کشاورزی رهاشده و زمین‌های کشاورزی تقسیم‌بندی شد. سپس از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده، روش ماشین بردار پشتیبان برای تهیه نقشه منطقه مورد مطالعه استفاده گردید. هم‌چنین برای بررسی تغییرات دوره ۲۰ ساله از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شده است.

* مسئول مکاتبه: landi@scu.ac.ir

یافته‌ها: نتایج حاصل از بررسی دقت طبقه‌بندی نشان داد که روش ماشین بردار پشتیبان در تصویر لندست ۸ با ضریب کاپا ۰/۷۹ و صحت کلی ۸۴/۷۰ درصد و در تصویر لندست ۵ با ضریب کاپا ۰/۷۴ و صحت کلی ۸۱/۴۲ درصد به دست آمد که نشان می‌دهد، الگوریتم ماشین بردار پشتیبان روش مناسبی برای طبقه‌بندی این منطقه می‌باشد. همچنین نتایج حاصل از بررسی تغییرات دوره ۲۰ ساله با استفاده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی نشان می‌دهد، کلاس‌های تالاب خشک‌شده، حوضچه نمکی، زمین کشاورزی رهاشده در طی این دوره ۲۰ ساله تغییرات افزایشی داشته‌اند. تغییرات کاهشی در کلاس‌های تالاب، زمین‌های کشاورزی، سبخاهای تیره و سبخاهای روشن مشاهده شد. بررسی میانگین داده‌های بلندمدت بارش - دما در منطقه نشان می‌دهد که میزان درجه حرارت افزایش و میزان بارش در منطقه کاهش یافته که از عوامل مؤثر بر تغییرات منطقه بوده است. تنها کلاسی که در این دوره مطالعه تغییر نیافته کلاس سبخاهای در حال تشکیل بوده است.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان می‌دهد، میزان تغییرات در طول این دوره بیست‌ساله در منطقه مورد مطالعه بالا است. از دلایل آن می‌توان به تغییرات مساحت تالاب در طی سال‌های اخیر اشاره کرد. همچنین نتایج نشان می‌دهد با استفاده از روش‌های سنجش‌ازدور با تعداد نقاط کم‌تر، ضمن صرفه‌جویی در وقت و هزینه، می‌توان نقشه‌های نسبتاً دقیقی تهیه کرد و یک روش مفید برای بررسی تغییرات در میزان سبخاها، مقایسه نقشه‌های طبقه‌بندی شده گذشته و حال است.

واژه‌های کلیدی: تالاب هورالعظیم، سبخا، ماشین بردار پشتیبان، مقایسه پس از طبقه‌بندی

مقدمه

سبخا^۱ کلمه عربی است که برای پهنه‌های نمکی به‌کاربرده می‌شود. سبخاها گاهی توسط آب‌های کم‌عمق موقتی پوشیده می‌شوند ولی در اغلب مواقع به‌صورت پهنه‌های گلی خارج از آب هستند (۲۲). سبخاها در محیط‌هایی با آب‌وهوای گرم و خشک گسترش می‌یابند (۱۷). میزان تبخیر بالا باعث افزایش غلظت نمک در این محیط‌ها می‌شود (۷). به‌طورکلی سبخاها را به دودسته قاره‌ای و ساحلی تقسیم‌بندی می‌کنند. در سبخاها فرآیندهای فیزیکی که تصور می‌شود مهم‌ترین عامل باشند (علاوه بر تبخیر) شامل: ۱- ساحل دریا ۲- رودخانه دریاچه‌ای ۳- بادهای غالب می‌باشند. غالب بودن هر یک از فرآیندهای فوق به‌ترتیب سبب ایجاد طول‌موج دریایی، قاره‌ای و یا بادی می‌شود. سبخاهای بادی می‌تواند ریز رخساره‌ای

از سبخاهای قاره‌ای یا دریایی باشند (۲۳). در مناطق خشک، نمک‌ها تمایل به تجمع در سطح دارند، در این شرایط ابزارهای سنجش‌ازدور کارآمد خواهند بود. به‌منظور بررسی روند تغییرات شوری و پیش‌بینی تخریب‌های بیش‌تر، پایش این شرایط ضروری است، بنابراین تصمیم‌گیری صحیح و به‌موقع می‌تواند به‌منظور اصلاح اصول مدیریتی و احیای این‌گونه زمین‌ها، ایجاد گردد (۵). پایه سنجش‌ازدور این است که اشیاء در طول‌موج‌های مختلف مقادیر متفاوتی از تابش را جذب و منتشر می‌کنند یا عبور می‌دهند بنابراین روش‌های نوین دورسنجی تصاویر ماهواره‌ای و استفاده از شاخص‌های طیفی مبتنی بر بازتاب طیفی پدیده‌ها، می‌توانند نتایج رضایت‌بخش و مطلوبی ارائه دهند که از نظر هزینه‌ها و زمان نیز مقرون‌به‌صرفه باشند (۹). ماهواره‌ها از بهترین ابزارها برای پایش تغییرات سطح زمین طی دوره‌های مختلف می‌باشند

1- Sabkha

اطراف دریاچه ارومیه را مورد بررسی قرار دادند و این شوره زارها را با روش حداکثر احتمال طبقه‌بندی کردند. نتایج حاصل از تغییرات مساحت در یک دوره ۱۳ ساله روند بسیار سریع افزایش اراضی شور را نشان دادند (۱۵).

تشکیل سبخها باعث از بین رفتن زمین‌های حاصلخیز و خارج کردن بسیاری از زمین‌های کشاورزی از عرصه تولید شده است. هم‌چنین سبب حساس شدن زمین‌های این منطقه نسبت فرسایش و در نتیجه ایجاد مشکلات اقتصادی و زیست‌محیطی شده است. بر این اساس، پایش روند تغییرات تالاب‌ها و اراضی پیرامون آن‌ها می‌تواند در مدیریت این اکوسیستم‌ها راهگشا باشد. این مطالعه با هدف ارزیابی میزان تغییرات سبخ‌های ناشی از تالاب هورالعظیم در دوره بیست‌ساله است که برای این منظور از تصاویر لندست و طبقه‌بندی ماشین‌بردار پشتیبان برای تهیه نقشه منطقه مورد مطالعه استفاده گردید، برای ارزیابی تغییرات در منطقه از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه: تالاب هورالعظیم در جنوب غرب ایران در محدوده استان خوزستان واقع شده است. این تالاب در عرض جغرافیایی ۰۰' ۳۱' الی ۰۵' ۳۱' شمالی و طول ۲۵' ۴۷' الی ۰۰' ۴۷' شرقی واقع شده است (۲۱). تالاب هورالعظیم و مناطق مجاور آن از نظر اقلیمی در منطقه گرم و خشک قرار دارند به طوری که میزان بارش اندک و میزان تبخیر و دما بسیار بالا است. داده‌های هواشناسی از ایستگاه هواشناسی بستان که نزدیک‌ترین ایستگاه به منطقه مورد مطالعه بوده است، اخذ گردید. با توجه به تأثیرات اقلیم بر روی تغییرات کاربری اراضی و تغییرات پوشش زمین به واسطه تغییر عامل آب در دسترسی که خود تحت کنترل عامل دما

(۴). نوروزی و همکاران (۲۰۱۹) برای بررسی روند تغییرات کاربری اراضی در کانون‌های ریز گرد جنوب و جنوب شرق اهواز از تکنیک سنجش‌ازدور استفاده کردند و برای تهیه نقشه منطقه مورد مطالعه از طبقه‌بندی نظارت‌شده و از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی به منظور ارزیابی تغییرات استفاده کردند و نتایج پژوهش نشان‌دهنده تخریب کلی در منطقه بر اثر تغییرات اقلیمی و فعالیت‌های انسانی است (۱۸).

الحمدآوی (۲۰۰۸) در مطالعات خود در منطقه هور الحمار و مناطق مجاور در جنوب عراق تصاویر ماهواره‌ای لندست در طول دوره ۲۰۰۳-۱۹۷۳ را به شش کلاس (آب، پوشش گیاهی، سبخ، شن و ماسه گراولی و سالینا) تقسیم‌بندی کرد و نشان داد که آب، پوشش گیاهی، شن و سالینا تغییرات کاهشی داشتند، در حالی که سبخ و ماسه گراولی در سال ۲۰۰۳ نسبت به ۱۹۷۳ افزایش یافته است (۶). کوهی زاده دهکردی و همکاران (۲۰۲۰) به منظور ارزیابی ریخت‌شناسی رودخانه بازفت در بازه سی‌ساله (۱۳۹۵-۱۳۶۵) از تصاویر ماهواره لندست و نرم‌افزارهای ArcGIS و ENVI استفاده کردند و نتایج آن‌ها نشان می‌دهد بیش‌ترین تغییرات در بازه ۶۲ تا ۸۴ کیلومتری رودخانه رخ داده است (۱۴). هاتفی اردکانی و همکاران (۲۰۱۷) روش‌های مدل‌سازی و طبقه‌بندی نظارت‌شده در تهیه نقشه شوری خاک با استفاده از تصاویر ASTER و ETM را ارزیابی کردند. با توجه به نتایج به دست آمده در این پژوهش، می‌توان با تعدیل نمودن شاخص‌های شوری، شاخص‌های جدیدی را جهت تهیه نقشه شوری خاک به دست آورد. هم‌چنین نتایج نشان داد که دخالت باند سه ASTER موجب تشخیص بهتر مؤلفه شوری خاک شده است و می‌تواند در تهیه نقشه شوری خاک در مناطق مختلف مفید واقع شود (۱۳).

خادمی و همکاران (۲۰۱۵) در این پژوهشی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست شوره‌زارهای

تصاویر از روش کم کردن ارزش پیکسل‌های تیره^۱، استفاده شد و ارزش پیکسل‌های تیره در تصویر کاهش داده شد تا فرآیند طبقه‌بندی از صحت بالایی برخوردار باشد (۸). همچنین تصاویر خام ماهواره‌ای ممکن است حاوی خطاهای هندسی باشند که معمولاً به دلیل تغییرات در ارتفاع و سرعت سکوی سنجنده، انحناى زمین و جابجایی، پستی و بلندی، عدم کالیبراسیون دقیق در سنجنده‌ها ایجاد می‌گردد. این خطاها باعث می‌شوند تصاویر را نتوان به‌عنوان نقشه مورد استفاده قرار داد (۳). برای اعمال تصحیح هندسی از روش تصویر به تصویر استفاده گردید در این مرحله تصویر خام با تصویری که صحت آن تأیید شده بود، انطباق داده شد و با انتخاب نقاط کنترل زمینی در مناطقی که در هر دو تصویر مشترک و قابل تشخیص هستند، عملیات صورت گرفت.

پردازش تصاویر

طبقه‌بندی تصاویر: در این پژوهش برای طبقه‌بندی تصاویر از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده استفاده شده است. در روش نظارت‌شده ابتدا نواحی کوچکی را در تصویر ماهواره‌ای که از حیث مقادیر بازتابی، ارقام آن‌ها حالت یکنواختی داشته باشند، انتخاب می‌کنند. نواحی مزبور به نام نواحی آموزشی یا نواحی تعلیمی^۲ نامیده می‌شوند. یکی از روش‌های نظارت‌شده جدیدی که جهت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای به‌منظور استخراج نقشه کاربری اراضی استفاده می‌شود، ماشین بردار پشتیبان^۳ (SVM) است. این روش با نمونه‌های تعلیمی کوچک نیز می‌تواند دقت تصویر کلاس‌بندی شده خوبی ارائه دهد و این مزیت سبب کاهش هزینه‌ها و افزایش سرعت کار می‌شود (۲۵). ماشین بردار پشتیبان با تعیین یک صفحه تفکیک‌کننده بهینه در فضای ویژگی داده‌های آموزشی،

و بارش است و این اثرات در بلندمدت نمایانگر می‌شوند در جدول ۱ بررسی آماری بر داده‌های بارش و دما مستخرج از داده‌های ایستگاه بستان طی سال‌های ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۵ صورت گرفته است. همچنین میانگین تبخیر سالانه در منطقه مورد مطالعه برابر ۳۶۴۱ میلی‌متر است. مساحت منطقه مورد مطالعه حدود ۳۵ هزار هکتار برآورد شد. برای ارزیابی روند تغییرات در منطقه مورد مطالعه از داده‌های ماهواره لندست استفاده گردید، که از سازمان زمین‌شناسی آمریکا USGS تهیه گردید و در نرم‌افزار ENVI4.7 پردازش شد. در جدول ۲ مشخصات تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده نشان داده شده است. در این مطالعه تعداد ۶۴ نمونه اخذ گردید، روش برداشت نمونه به صورت تصادفی بوده است. توزیع و پراکندگی نمونه‌ها به‌گونه‌ای است که سطح منطقه مطالعاتی را به‌طور همگن پوشش می‌دهند و برای تعیین و شناسایی موقعیت دقیق نقاط نمونه‌برداری در منطقه از GPS استفاده گردید. موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری در شکل ۱ نشان داده شده است.

پیش‌پردازش تصاویر: اولین مرحله در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای پیش‌پردازش است که در این مرحله تصاویر سنجنش‌زدور باید از لحاظ وجود خطاها مورد بررسی قرار گیرند و در صورت لزوم تصحیح شوند. به‌طور کلی تصحیحات تصاویر ماهواره‌ای به دودسته تصحیحات هندسی و رادیو متریک تقسیم می‌شوند. خطاهای رادیومتریک آن دسته از خطاهایی هستند که به دلیل طراحی و عملکرد سنجنده ایجاد می‌شوند و از سنجنده‌ای به سنجنده دیگر بر اساس نوع سیستم به‌کاربرده شده متفاوت می‌باشند. تصحیح رادیومتریک در سنجنش‌زدور از ضروریات است. حذف آثار سوء جوی زمانی بیش‌تر احساس می‌شود که هدف مقایسه تصاویر چند زمانه باشد در پژوهش حاضر برای تصحیحات رادیومتریک

- 1- Dark Subtract
- 2- Training site
- 3- Support Vector Machine

گرفت. در نتیجه منطقه مورد مطالعه به ۸ کلاس: تالاب، تالاب خشک شده، حوضچه های نمکی، سبخاهای در حال تشکیل، سبخاهای تیره، سبخاهای روشن، زمین کشاورزی رها شده و زمین های کشاورز تقسیم بندی شد، در شکل ۲ تصاویری از کلاس های مختلف منطقه مورد مطالعه و در جدول ۳ ویژگی صحرایی این نواحی تعلیمی توضیح داده شده است.

کلاس های مختلف را با حداکثر واریانس بین آنها، تفکیک می نماید (۱۰).

انتخاب نمونه های تعلیمی: پس از پردازش های اولیه نسبت به تفکیک و شناسایی کلاس های منطقه مورد مطالعه اقدام گردید. تفکیک این کلاس ها با توجه به بازدید های صحرایی، نمونه های جمع آوری شده، عکس های هوایی و تصاویر گوگل ارث صورت

جدول ۱- میانگین پارامترهای بارش - دما طولانی مدت برای ایستگاه بستان.

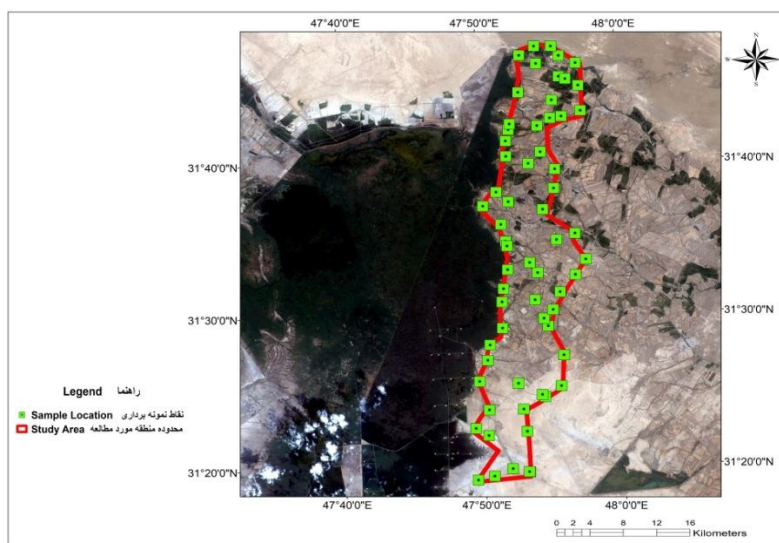
Table 1. Average long term rainfall parameters for Bostan station.

بارش (میلی متر) Rain (Mm)	بارش (میلی متر) Rain (Mm)	میانگین درجه حرارت Average temperature	میانگین درجه حرارت Average temperature	ماه / دوره آماری Month/ Statistical period
1395-1386	1385-1376	1395-1386	1385-1376	
24.05	23.56	22.70	21.81	فروردین (21 March- 20 April)
24.09	4.97	29.70	28.35	اردیبهشت (21 April-21 May)
0.15	0.01	34.52	33.44	خرداد (22 May-21 June)
0.00	0.00	36.73	35.79	تیر (22 June- 22 July)
0.00	0.00	37.44	36.56	مرداد (23 July- 22 August)
0.10	0.00	34.53	32.83	شهریور (23 August- 22 September)
1.26	2.86	28.80	29.29	مهر (23 September- 22 October)
30.09	30.47	21.60	21.20	آبان (23 October- 21 November)
30.98	55.57	14.30	14.66	آذر (22 November- 21 December)
26.78	41.33	12.08	11.55	دی (22 December- 20 January)
18.56	35.12	13.70	13.12	بهمن (21 January- 19 February)
18.08	22.86	18.05	17.15	اسفند (20 February- 20 March)
174.14	216.75	25.33	24.59	میانگین دما / مجموع بارش Average temperature/Total rainfall

جدول ۲- مشخصات تصاویر ماهواره ای مورد استفاده.

Table 2. Specifications of the satellite images used.

تاریخ شمسی	تاریخ میلادی Date	ردیف Row	گذر Path	تعداد باند Number of bands	سنجنده Sensor	ماهواره Satellite
1396/6/2	2017/8/24	38	166	9	OLI	لندست 8 (Landsat 8)
1376/5/26	1997/8/17	38	166	7	TM	لندست 5 (Landsat 5)



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه و نقاط نمونه‌برداری شده بر روی تصویر لندست ۸.
Figure 1. Location of the study area and sampling points on the Landsat 8.

جدول ۳- کلاس‌بندی منطقه مورد مطالعه.

Table 3. Classification of the study area.

ردیف	کلاس	شرح
Row	Class	Description
1	تالاب Wetlands	مناطق آبی و مرطوب که به طور دائم و یا موقت دارای آب می‌باشند. Wet and moist areas that permanently or temporarily have water.
2	سبخاهای در حال تشکیل Forming Sabkha	این نواحی اولین مرحله خشک شدن تالاب و تبدیل آن به سبخا می‌باشند. دارای رطوبت بسیار بالا می‌باشد و لایه سطحی دارای نمک و در زیر آن رنگ خاک تیره و سیاه‌رنگ می‌باشند. These areas are the first stage of wetland drying and turning it into Sabkha. It has very high humidity, the surface layer has salt and beneath it the color of the soil is dark and black.
3	تالاب خشک‌شده Dry wetland	حضور دوکفه‌ای‌ها و شکم‌پایان که نشانگر وجود تالاب در گذشته می‌باشد هم‌چنین اثرات گیاهان نی نیز دیده می‌شود. نمک به صورت پوسته‌ای در سطح دیده می‌شود و خاک‌های پف‌کرده نیز وجود دارند. The presence of bivalves and the gastropoda, which indicates the existence of wetlands in the past, as well as signs of Phragmites communis plants can be seen. Salt is seen as a crust on the surface and there are puffy soils.
4	حوضچه‌های نمکی Salt ponds	حوضچه‌های نمکی به دلیل ارتفاع کم‌تر نسبت به سایر زمین‌های مجاور، آب در این نواحی تجمع و با تخیر آن سبخا تشکیل می‌شود. در این نواحی ضخامت نمک در قسمت‌های وسط نسبت به کناره‌ها بیش‌تر می‌باشد و در کناره‌ها خاک پف‌کرده دیده می‌شود هم‌چنین دارای رطوبت می‌باشند. Salt ponds due to their lower height compared with other adjacent lands, water accumulates in these areas and by evaporating it, the Sabkha is formed. In these areas, the thickness of salt in the middle parts is more than the sides and puffy soil can be seen on the sides and they also have moisture.
5	سبخاهای تیره Dark Sabkha	پوشش گیاهی در این نواحی فراوان دیده می‌شود و در این مناطق میزان رطوبت بالا می‌باشد. There is Abundant vegetation in these areas and the humidity in these areas is high.
6	سبخاهای روشن Light Sabkha	این نواحی دارای رنگ بسیار روشن و رطوبت بسیار پایین می‌باشند. پوشش گیاهی بسیار کم، در بعضی مناطق بدون پوشش گیاهی می‌باشد. خاک‌های پف‌کرده در سطح مشاهده می‌شوند. These areas have a very light color and very low humidity. The vegetation is very low, some areas are without vegetation. Puffy soils are observed on the surface.
7	زمین‌های کشاورزی رهاشده Abandoned agricultural lands	زمین‌های کشاورزی رهاشده که غیرقابل کشت می‌باشند. Abandoned agricultural lands that are not arable.
8	زمین‌های کشاورزی Farmlands	زمین‌های کشاورزی که شامل محصولات از جمله گندم و جو می‌باشند. farmlands that include crops such as wheat and barley.



شکل ۲- نمونه‌ای از کلاس‌های مختلف منطقه مورد مطالعه.

Figure 2. An example of different classes in the study area.

بررسی صحت طبقه‌بندی: ارزش و قابلیت هر نقشه تولیدی به میزان صحت آن بستگی دارد (۲۶). در این مرحله نیاز به اطلاعات زمینی یا مناطق تعلیمی می‌باشد. ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی شده به روش‌های مختلف، با قطع دادن هر یک از نقشه‌های طبقه‌بندی شده با نقشه واقعیت زمینی از صحت کلی و ضریب کاپا استفاده شده است (۲۰).

ضریب صحت کلی^۱: میانگینی از دقت طبقه‌بندی است که نسبت پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به جمع کل پیکسل‌های معلوم را نشان می‌دهد. دقت کلی با رابطه ۱ بیان می‌شود:

$$OA = \frac{1}{N} \sum P_n \quad (1)$$

1- Overall accuracy

نتایج و بحث

در این پژوهش برای طبقه‌بندی تصاویر و تهیه نقشه از منطقه مورد مطالعه از طبقه‌بندی نظارت‌شده، روش ماشین‌بردار پشتیبان که دقت بالاتری نسبت به روش‌های دیگر طبقه‌بندی نظارت‌شده دارد، استفاده گردید (۲). در نتیجه تصویر لندست ۸ سال ۲۰۱۷ بر اساس ۶۴ نمونه جمع‌آوری شده با روش ماشین‌بردار پشتیبان طبقه‌بندی گردید. نقشه به دست آمده از این روش طبقه‌بندی در شکل ۳ نشان داده شده است، این روش تمام کلاس‌ها را شناسایی و تفکیک کرده است. دقت حاصل از این طبقه‌بندی با ضریب کاپا ۰/۷۹ و صحت کلی ۸۴/۷۰ درصد به دست آمد، که دقت بالای این روش را نشان می‌دهد (جدول ۴). نتایج این پژوهش با مطالعات وو و همکاران (۲۰۱۸) که در مطالعه‌ای سه روش برای شناسایی اثرات توپوگرافی بر روی تغییرات بافت خاک در منطقه‌ای در چین را مورد بررسی قرار دادند و نتایج حاصل از ضریب کاپا و دقت کلی نشان داد که الگوریتم ماشین‌بردار پشتیبان نسبت به روش‌های دیگر دقت بالاتری را داشته است، هم‌خوانی دارد. هم‌چنین برای طبقه‌بندی تصویر لندست ۵ سال ۱۹۹۷ از ترکیب باندهای ۴۳۲ استفاده گردید و نمونه‌های تعلیمی بر اساس تصاویر گوگل ارث و تفسیر چشمی حاصل از بازتاب پدیده‌ها انتخاب و بر روی این ترکیب باندهای ساخته شدند و تفکیک‌پذیری آن‌ها بررسی گردید. شکل ۳، تصویر طبقه‌بندی شده لندست ۵ با روش ماشین‌بردار پشتیبان را نشان می‌دهد. نتایج حاصل از این طبقه‌بندی با ضریب کاپا ۰/۷۴ و صحت کلی ۸۱/۴۲ درصد به دست آمد، که نشان می‌دهد این روش طبقه‌بندی برای تهیه نقشه سبخ‌های تالاب هورالعظیم بر روی تصویر لندست ۵ نیز روش قابل‌قبولی می‌باشد و دقت بالایی داشته است. در جدول ۴ نتایج ارزیابی دقت طبقه‌بندی تصاویر لندست ۵ و لندست ۸ نشان داده شده است.

که در آن، OA صحت کلی، $\sum P_n$ مجموع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی (۲۰).

ضریب کاپا: ضریب کاپا دقت طبقه‌بندی را نسبت به یک طبقه‌بندی کاملاً تصادفی محاسبه می‌کند. ضریب کاپا بین ۰ و ۱ است. مقدار صفر برای کاپا بدین معنی است که طبقه‌بندی بدون ضابطه و کاملاً تصادفی انجام شده است. مقادیر بالای صفر تا یک سطحی از دقت را نشان می‌دهد و اگر کاپا برابر با یک شود به معنی یک طبقه‌بندی کاملاً صحیح بر اساس نمونه‌های گرفته شده است (۱۶).

$$K = \frac{N \sum_{i=1}^n m_{ii} - \sum_{i=1}^n G_i C_i}{N^2 - \sum_{i=1}^n G_i C_i} \quad (2)$$

که در آن، K شاخص کاپا، n تعداد ردیف ماتریس طبقه‌بندی، m_{ii} تعداد مشاهدات در ردیف و ستون (محور اصلی ماتریس)، C_i مجموع مشاهدات در ردیف، G_i مجموع مشاهدات در ستون و N مجموع کل مشاهدات ماتریس طبقه‌بندی (۲۰).

نقشه‌سازی و پایش تغییرات: در مرحله نقشه‌سازی بعد از ارزیابی دقت طبقه‌بندی‌های مختلف، نقشه نهایی بر اساس این الگوریتم تهیه می‌شود. با استفاده از این روش و با آشکارسازی تغییرات امکان تعیین تغییرات رخ داده در هر کلاس نسبت به کلاس دیگر وجود دارد. در این مطالعه از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی استفاده شده است، در این روش به صورت مجزا تصاویر چند زمانه به نقشه‌های موضوعی، طبقه‌بندی می‌شوند و سپس روش‌هایی مانند مقایسه طبقه‌بندی، تفاضل نقشه و آمار تعیین تغییرات جهت پایش تغییر استفاده می‌گردد (۱۰).

1- Kappa coefficient

نمکی، بیش‌ترین میزان تغییر ۶۱/۵۹ درصد بوده است که تبدیل به سب‌خاهای روشن شده است. زمین‌های کشاورزی ۴۶/۳۶ درصد از آن بدون تغییر و ۵۳/۶۳ درصد تغییر یافته و به سب‌خا تبدیل شده است. بیش‌ترین میزان تغییرات در زمین‌های کشاورزی تبدیل شدن به زمین‌های کشاورزی رهاشده، بوده است که میزان آن ۱۸/۴۵ درصد می‌باشد. علت رها شدن این زمین‌های کشاورزی را می‌توان به استفاده از آب نامناسب برای آبیاری، عدم زهکشی و کشاورزی غیراصولی، مرتبط دانست. این عوامل باعث افزایش میزان شوری در زمین‌های کشاورزی و هم‌چنین تغییر بافت و ریزدانه شدن خاک شده است و سبب خارج شدن اراضی زراعی از عرصه تولید شده است. مکرونی و همکاران (۲۰۱۶) به منظور آشکارسازی روند تغییرات کاربری اراضی تالاب هورالعظیم در طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۸۲، کاهش مساحت کاربری کشاورزی را به احداث سد بر روی رودخانه کرخه که سبب تامین نشدن آب مورد نیاز برای آبیاری زمین‌های کشاورزی و هم‌چنین خشکسالی را از علل این کاهش بیان کرده است. بررسی داده‌های جدول ۱ که نمایانگر میانگین‌های بلندمدت داده‌های بارش - دما برای منطقه است بر این مسأله صحنه می‌گذارد. همان‌گونه که از جدول برمی‌آید به‌جز در ماه‌های پاییز متوسط ده‌ساله درجه حرارت برای تمامی ماه‌های سال در منطقه افزایش یافته است. بررسی میانگین داده‌های ده‌ساله اخیر نسبت به دهه قبل بیانگر این مسأله است که در دهه اخیر حدود یک درجه سانتی‌گراد به میانگین درجه حرارت منطقه افزایش یافته است که با توجه به روند کاهش در پاییز شاهد تغییرات شدیدتر دمایی در ماه‌های گرم‌تر هستیم که با توجه به جدول زمانی

در این مطالعه پس از تهیه نقشه‌های طبقه‌بندی از منطقه مورد مطالعه برای پایش تغییرات سب‌خاهای تالاب هورالعظیم طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۷، از روش‌های مقایسه پس از طبقه‌بندی، تفاضل نقشه و آمار تعیین تغییرات استفاده گردید.

جدول بررسی میزان تغییرات^۱: جهت مقایسه بهتر اقدام به تهیه مقادیر آماری شد تا به توان به‌صورت کمی هر کلاس را ارزیابی کرد. در جدول ۵ نتایج به‌صورت ماتریس و با درصد بیان شده است. درصد تغییرات هر طبقه به‌صورت منفی یا مثبت قابل مشاهده می‌باشد. در این جدول کلاس‌های دو نقشه طبقه‌بندی شده یک‌به‌یک با هم مقایسه می‌شوند. در نتیجه با استفاده از این روش امکان تعیین تغییرات رخ داده در هر کلاس نسبت به کلاس دیگر وجود دارد. اعدادی که در سطر جدول قرار دارند معرف کلاس‌های تصویر ثانویه (سال ۲۰۱۷) و اعدادی که در ستون جدول واقع هستند به تصویر اولیه یعنی سال ۱۹۹۷ تعلق دارند. برای هر کلاس تصویر اولیه، جدول مشخص می‌کند که این پیکسل در تصویر ثانویه در چه کلاسی طبقه‌بندی شده است. تغییرات کلاس در این جدول بیانگر میزان تغییرات برحسب درصد در هر کلاس را به کلاس‌های دیگر نشان می‌دهد. تفاوت نقشه، اختلاف بین مقادیر در هر کلاس بین تصویر اولیه و ثانویه را نمایش می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از جدول ۵، کلاس‌های تالاب خشک‌شده، حوضچه نمکی، زمین کشاورزی رهاشده در طی این دوره ۲۰ ساله تغییرات افزایشی داشته‌اند. کلاس تالاب خشک‌شده ۲۲/۶۸ درصد آن به تالاب تغییر یافته است. علت این تغییر آنگیری تالاب در سال اخیر می‌باشد که باعث تبدیل محیط سب‌خایی به تالاب شده است. در کلاس حوضچه‌های

1- Change Detection Statistics

هم‌چنین تغییرات کاهشی در زمین‌های کشاورزی، سبخ‌های تیره و سبخ‌های روشن نیز مشاهده شد. سبخ‌های تیره با ۴۸/۵۱ بیش‌ترین میزان تغییرات کاهشی را داشتند. کم‌ترین میزان تغییرات کاهشی در این دوره، کلاس سبخ‌های روشن بوده است که ۵/۴۱ درصد می‌باشد و ۵۳/۳۹ درصد از سبخ‌های روشن بدون تغییر باقی‌مانده است.

۱۷/۸۰ درصد مساحت تالاب طی این دوره ۲۰ ساله مورد مطالعه تغییر یافته است که نشان‌دهنده تبدیل مستقیم تالاب به سبخ می‌باشد به جز ۸/۸۶ درصد از این تغییرات، تبدیل تالاب به زمین‌های کشاورزی بوده است که نشان‌دهنده مناسب بودن زمین‌های تالابی برای فعالیت‌های کشاورزی می‌باشد.

نقشه میزان تغییرات طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۷ در سبخ‌های ناشی از تالاب هورالعظیم: نقشه تغییرات سبخ در شکل ۴ نمایش داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، میزان تغییرات در منطقه مورد مطالعه بالا می‌باشد از دلایل آن می‌توان به تغییرات مساحت تالاب در طی سال‌های اخیر اشاره کرد. عواملی که باعث کاهش مساحت تالاب می‌شود سبب افزایش سبخ‌ها شده است این نتایج با مطالعات عبیات و همکاران (۲۰۱۹) که عنوان کردند سبخ‌های متعلق به تالاب‌های خشک‌شده، در مجاورت تالاب هورالعظیم و در بخش جنوبی آن و در اثر خشک شدن تدریجی و کاهش مساحت این تالاب در دهه‌های اخیر و طی فرایند مویبگی، تشکیل و گسترده شده‌اند، مطابقت دارد (۱). این عوامل کاهنده مساحت تالاب شامل عوامل انسانی و طبیعی می‌باشد. مکرونی و همکاران (۲۰۱۶) سدسازی، عملیات اکتشاف و بهره‌برداری نفتی و احداث جاده‌ها و جنگ تحمیلی را از عوامل کاهش مساحت تالاب عنوان کرده است (۱۶).

کشت در منطقه این به معنی تبخیر بیش‌تر و نیاز به آب آبیاری بیش‌تر بوده و با توجه به شوری آب‌های مورد استفاده و وضعیت زهکشی اراضی انتظار اثرگذاری برای رهاسازی و از دست رفت باروری اراضی کشاورزی کاملاً بجاست. از سوی دیگر، یک‌سوی دیگر عامل خشکسالی بارندگی است. بررسی روند داده‌های بارش در منطقه و مقایسه دو دهه نشان می‌دهد که حداقل ۴۰ میلی‌متر از بارش‌های منطقه در بلندمدت کاهش یافته است که بیانگر این مسأله است که ضمن دستکاری‌های بشر در ورودی‌های منابع آب برای تالاب عامل خشکی از عوامل بسیار مؤثر بر تغییر چهره منطقه است.

تنها کلاسی که در این دوره مطالعه بدون تغییر باقی‌مانده است کلاس سبخ‌های در حال تشکیل می‌باشد. تغییرات کاهشی در دوره ۲۰ ساله مورد مطالعه در کلاس تالاب مشاهده می‌شود، این نتایج با مطالعات براتی و همکاران (۲۰۱۷) مطابقت دارد که با ارزیابی روند تغییرات تالاب هورالعظیم از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۶ عنوان کردند که وسعت تالاب در حال محدود شدن است و تالاب روند انحطاط را دنبال می‌کند، باین‌که در سال ۲۰۱۶ با توجه به ریزش‌های جوی مناسب و باز کردن قسمتی از مسیرهای ورود آب تالاب و ورود مقدار زیادی از حق آبه تالاب به یکی از حوضچه‌های تالاب هورالعظیم مساحتش دوباره افزایش پیدا کرده است ولی با توجه به حاکم شدن شرایط جوی که این تالاب در منطقه گرم قرار دارد و میزان تبخیر و درجه حرارت بالا می‌باشد سطحی که میزان آب آن عمیق نبوده تبخیر شده و قسمت اعظمی از تالاب هورالعظیم خشک و به حالت قبل بازگشت (۱۱).

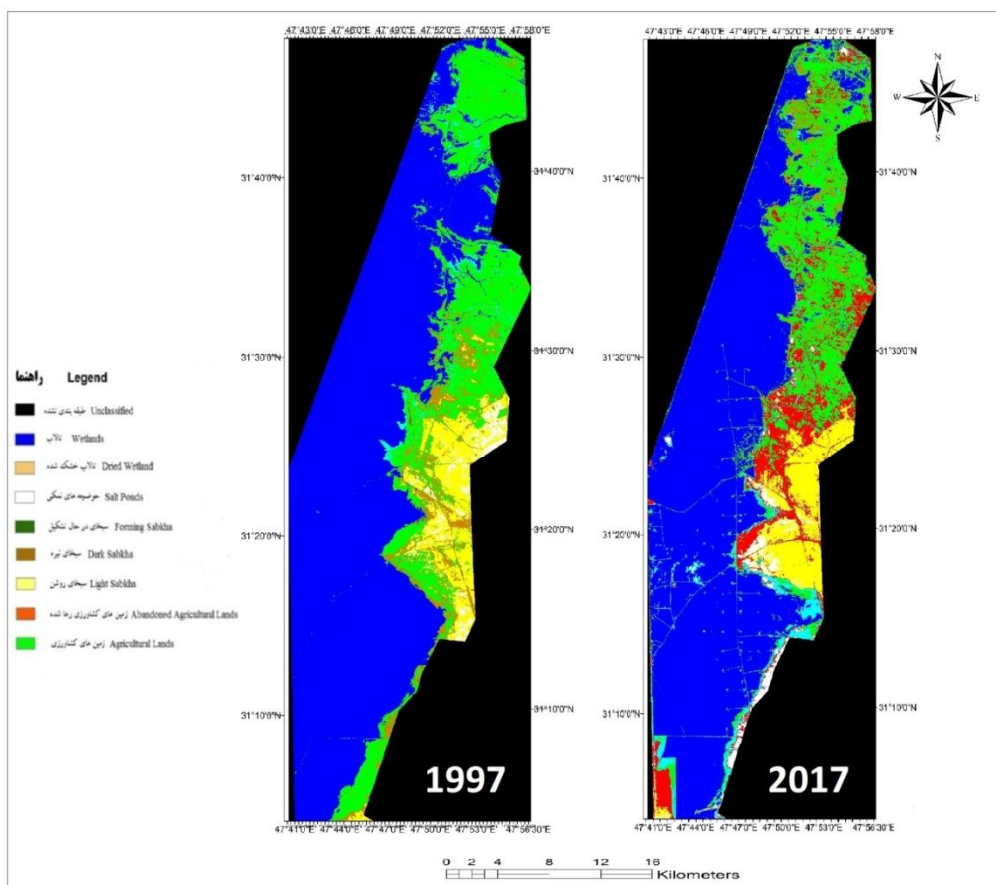
و تبخیر در اکثر ماه‌های سال بالا می‌باشد، این شرایط برای تشکیل سبخاها مناسب می‌باشد، مفضل و رأفت (۲۰۰۶) نیز بیان داشتند سبخاها در محیط‌های گرم و خشک توسعه و گسترش می‌یابند (۱۷).

هم‌چنین بنی‌حیب و همکاران (۲۰۱۶) نیز بیان داشتند که این عوامل باعث قطع ارتباط آبی تالاب و سبب تبدیل آن به شورزار و خشکی شده است (۱۲). عوامل طبیعی به‌دلیل اقلیم گرم و خشک منطقه می‌باشد. میزان بارش در منطقه بسیار کم و میزان دما

جدول ۴- نتایج ارزیابی دقت طبقه‌بندی روش ماشین بردار پشتیبان.

Table 4. Results of Evaluation supporting vector machine method.

ضریب کاپا Kappa coefficient	صحت کلی (%) Overall accuracy	تصویر Image
0.74	81.42	تصویر لندست 5 سال 1997 (Landsat 5 image 1997)
0.79	84.70	تصویر لندست 8 سال 2017 (Landsat 8 image 2017)



شکل ۳- نقشه تهیه شده بر اساس روش ماشین بردار پشتیبان بر تصویر لندست ۵ سال ۱۹۹۷ و ۲۰۱۷.

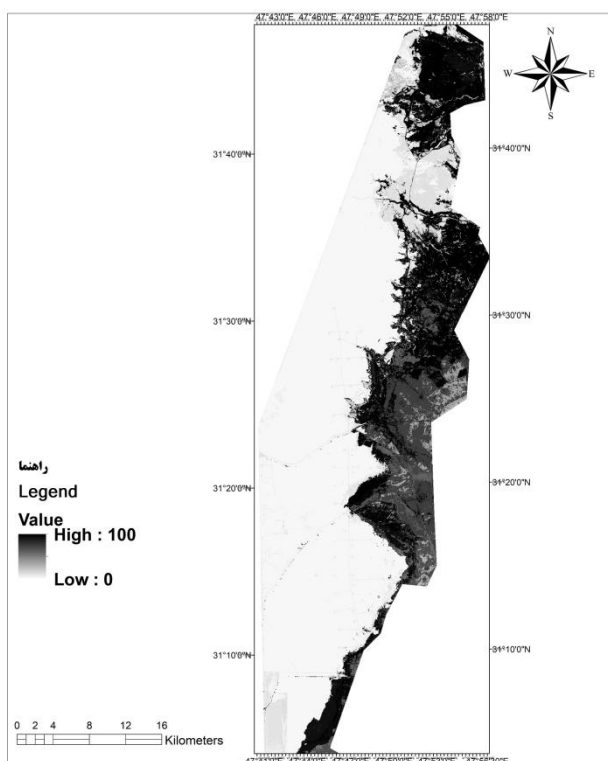
Figure 3. Map based on Landsat 5 image 1997 and 2017 supporting vector machine method.

جدول ۵- بررسی میزان تغییرات حاصل از طبقه‌بندی سال‌های ۱۹۹۷ و ۲۰۱۷ برحسب درصد.

Table 5. Investigation of changes in the classification of 1997 and 2017 by percentage.

تصویر لندست سال ۱۹۹۷ Landsat Image of 1997								
عنوان	تالاب Wetlands	تالاب خشک‌شده dried wetland	حوضچه نمکی salt ponds	سبخاهای در حال تشکیل forming Sabkha	سبخای تیره dark Sabkha	سبخای روشن light Sabkha	زمین کشاورزی رهاشده abandoned agricultural lands	زمین کشاورزی farmlands
تالاب Wetlands	82.81	22.68	3.45	0	10.06	5.32	18.36	13.83
تالاب خشک‌شده dried wetland	2.89	2.60	11.30	0	7.56	9.38	6.50	4.93
حوضچه نمکی salt ponds	0.71	0.57	3.22	0	10.37	3.31	21.45	4.47
سبخاهای در حال تشکیل forming Sabkha	0.39	0.74	0.46	0	1.45	0.83	0.97	1.27
سبخای تیره dark Sabkha	1.25	12.12	0.00	0	1.72	0.23	2.38	6.59
سبخای روشن light Sabkha	0.36	0.41	61.59	0	18.62	53.39	28.76	4.06
زمین کشاورزی رهاشده abandoned agricultural lands	2.69	11.66	12.85	0	29.01	19.90	12.94	18.45
زمین کشاورزی agricultural lands	8.86	49.17	7.09	0	21.17	7.60	8.61	46.36
کل کلاس Class total	100	100	100	0	100	100	100	100
تغییرات کلاس Class change	17.18	97.39	96.77	0	98.27	46.60	87.05	53.63
تفاوت نقشه Image Difference	-10.55	273.09	41.50	0	-48.51	-5.41	6425.62	-17.31

تصویر لندست - سال ۲۰۱۷
Landsat Image of 2017



شکل ۴- نقشه تغییرات منطقه مورد مطالعه طی سال‌های ۱۹۹۷ تا ۲۰۱۷.
Figure 4. Map of the study area changes from 1997 to 2017.

رهاشده در طی این دوره ۲۰ ساله تغییرات افزایشی داشته‌اند. تغییرات کاهشی در کلاس‌های تالاب، زمین‌های کشاورزی، سبخاهای تیره و سبخاهای روشن مشاهده شد و تنها کلاسی که در این دوره مطالعه تغییر نیافته کلاس سبخاهای در حال تشکیل بوده است. بررسی میزان تغییرات در طی دوره ۲۰ ساله نشان می‌دهد که بیش‌ترین میزان تغییرات سبک در کلاس‌های تالاب خشک‌شده، حوضچه‌های نمکی و سبخاهای تیره بوده است.

عوامل کاهنده مساحت تالاب، شرایط مناسبی برای توسعه و گسترش سبخاها ایجاد می‌کند. این عوامل شامل، عوامل انسانی (سدسازی، عملیات اکتشاف، بهره‌برداری نفتی و احداث جاده‌ها و ...) و عوامل طبیعی (میزان بارش بسیار کم و میزان دما و تبخیر بالا) می‌باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان می‌دهد روش‌های سنجش‌ازدور با تعداد نقاط کم‌تر، ضمن صرفه‌جویی در وقت و هزینه، به نقشه‌های نسبتاً دقیقی می‌توان دست‌یافت و یک روش مفید برای بررسی تغییرات در میزان سبخاها، مقایسه نقشه‌های طبقه‌بندی‌شده گذشته و حال می‌باشد. نقشه‌های پراکنش سبخاها و تغییرات آن‌ها می‌تواند به مدیران محیط‌زیست و منابع طبیعی جهت تصمیم‌گیری آگاهانه‌تر، برنامه‌ریزی‌های صحیح کاربری زمین و بهتر شدن مدیریت منابع، کمک کند. نتایج این پژوهش حاکی از آن است که روش ماشین‌بردار پشتیبان (SVM) دقت بالایی را در تهیه نقشه سبخاهای ناشی از تالاب هورالعظیم داشته است. هم‌چنین نتایج حاصل از ارزیابی تغییرات در طی سال‌های ۱۹۹۷-۲۰۱۷ نشان می‌دهد کلاس‌های تالاب خشک‌شده، حوضچه نمکی، زمین‌های کشاورزی

در دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران اهواز انجام شده است.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافی وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

تقدیر و تشکر

بدین وسیله از گروه خاک‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهید چمران که امکانات لازم برای انجام پژوهش را فراهم کرد، کمال تشکر را دارند.

داده‌ها و اطلاعات

داده‌ها و اطلاعات این مقاله مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد می‌باشد این پژوهش در سال ۱۳۹۷

منابع

1. Abyat, A., and Azhdari, A. and Almasi Kia, H., and Jodaki, M. 2019. Khuzestan plain continental sabkhas, southwest Iran. Carbonates and Evaporites 34, 1469-1487. <https://doi.org/10.1007/s13146-019-00494-3>.
2. Abyat, K., Landi, A., and Amerikhah, H. 2018. Evaluation of supervised algorithms for mapping vegetation due to drying of Hur al-Azim Wetland. National Conference on Basic Knowledge Research in Earth Sciences. 11p. (In Persian)
3. Akbari, A., and Shekari Badi, A. 2014. Data Processing and Extraction from Satellite Data Using ENVI Software. Satellite Publications. 205p. (In Persian)
4. Alavi Panah, K., and Omidipour, M. 2013. Research Methods in Remote Sensing. Bata Writing, Basoodab. University of Tehran Publications. 141p. (In Persian)
5. Alavi Panah, K., Matinfar, and Abdol Azimi, F. 2014. Remote sensing of soil salinity. Compiled by Maternich. G. Zink. J. University of Tehran Publications. 568p. (Translated in Persian)
6. AL-Hmedawy, H. 2008. Geomorphological Study of Haur Al-Hammar and Adjacent Area Southern Iraq Using Remote Sensing Data and GIS Techniques, A thesis submitted to the geology department, college of science university of Baghdad, Pp: 1-202.
7. Ammad, R., and Abuelgasim, A. 2016. Comparative Analysis of Salinity Indices For Mapping Sabkha Surfaces In The United Arab Emirates (UAE), Pp: 1-9.
8. Arkhi, S., and Fathi Zad, H. 2010. Evaluation of Desertification Trend and Spatial Modeling of Land Use Change Patterns in Dehloran Desert Area of Ilam Province Using Landsat Satellite Images, Zagros Landscape Geography and Urban Planning Journal. 2: 5. 45-68. (In Persian)
9. Attaeian, B., Shojaeefar, Sh., Zandieh, V., and Hashemi, S. 2018. Study of soil organic carbon changes in two critical and vulnerable areas of Qahavand plain rangelands using remote sensing and GIS. RS & GIS for Natural Resources. 8: 4. 76-90. (In Persian)
10. Azizi Ghalaty, S., Razgzan, K., Taqizadeh, A., and Ahmadi, Sh. 2013. Modeling of Land Use Changes Using Remote Sensing Techniques: A case study in Koumare Sorkhi Fars Province. Master's thesis, Remote Sensing and GIS. Shahid Chamran. 125p.
11. Barati, M., Zaree Chenar, M., and Sotoudeh, A. 2017. Evaluation of changes in wetland wetland using remote sensing data from 2000 to 2016. International Conference on Natural Resources Management in Developing Countries. 15p. (In Persian)
12. Bani Habib, M., Najafi Morghmaleki, S., and Pour Tabari. M. 2016. Investigating the Factors of Dust Occurrence in the West and South of the Country, Focusing on the Reasons for Drying of Hur al-Azim Wetland and Providing Solutions for Its Recovery. 6th National Conference on Water Resources Management. 11p. (In Persian)

13. Hatefi Ardakani, A.H., Karimi, M., Ahmadabad, M., Ekhtesasi, M.R., and Payedar Ardakani, A. 2017. Evaluation of modeling methods and supervised classification for mapping soil salinity using ASTER and ETM images. *J. of Water and Soil Conservation*, 23: 5. 123-140. (In Persian)
14. Koohizadeh Dehkordi, A., Fatahi Nafchi, R., Khastar Boroujeni, M., and Samadi Boroujeni, H. 2020. Investigation of morphological change at Bazoft River Banks in the recent thirty years (1985-2015) using Landsat satellite images. *J. of Water and Soil Conservation*, 26: 6. 139-158. (In Persian)
15. Khademi, F., Pirkharati, H., and Shahkarami, S. 2015. Investigation of Increasing Trend of Saline Soils Around Urmia Lake and its Environmental Impact, Using RS and GIS. *Engineering and Environmental Geology*. 24: 94. 93-98. (In Persian)
16. Makrouni, S., Sabzghabaei, Gh.R., Yousefi Khanghah, Sh., and Soltanian, S. 2016. Detection of land use changes in Hur al-Azim wetland using remote sensing and geographic information system techniques. *RS & GIS for Natural Resources*. 7: 3. 89-99. (In Persian)
17. Mofaddal, W., and Rifaat, A. 2006. Identifying Geomorphic Features between Ras Gemsha and Safaga, Red Sea Coast. Egypt, Using Remote Sensing Techniques, 17: 105-128.
18. Norouzi, A., Ansari, M.R., Moazami, M., and Asgharipour Dasht Bozorg, N. 2019. LandUse Changes in Dust Sources of South and South-East Ahwaz. *Journal of Water and Soil Science*. 23: 3. 341-354. (In Persian)
19. Pirnazar, M., and Zand Karimi, A. 2015. ENVI Software Application Guide and ENVI 5.1 Satellite Image Processing. Naghos Publications. 242p. (In Persian)
20. Rartai Shavazi, M., Karam, A., and Ghafarian Malmiri, H. 2017. Comparison the performance of some classification algorithms in study of desert landforms changes in Yazd-Ardakan plain. *Geomorphology Journal*. 6: 57-73. (In Persian)
21. UNEP. 2001. The Mesopotamian Marshlands: demise of an ecosystem. Early Warning and Assessment Technical Reportm. UNEP. DEWA. Pp: 1-46.
22. Warren, J.K. 1991. Sulfate dominated sea-marginal and platform evaporative settings, In J.L. Melvin, ed., *Evaporites, petroleum and mineral resources.: Developments in Sedimentology*, 50: 477-533.
23. Warren, J.K. 2006. *Evaporites: Sediments, resources and hydrocarbons*: New York. Springer, Pp: 1-1052.
24. Wu, Wei., Li, Ai-Di., He, Xin-Hua., Ma, Ran., Liu, Hong-Bin., and Lv, Jia-Ke. 2018. A comparison of support vector machines, artificial neural network and classification tree for identifying soil texture classes in southwest China. *Computers and Electronics in Agriculture*, 144: 86-93.
25. Yousefi, S., Tazeh, M., Mirzaee, S., Moradi, H.R., and Tavangar, Sh. 2014. Comparison of different classification algorithms in satellite imagery to produce land use maps (Case study: Noor city). *RS & GIS for Natural Resources*. 5: 3. 67-76. (In Persian)
26. Zebardast, L., and Jafari, H. 2011. Evaluation of Trends in Anzali Wetland Changes Using Remote Sensing and Providing Management Solution, *Environment*. 37: 57. 57-64. (In Persian)



Evaluation of sabkha changes caused by Hur al-Azim wetland during 20 years using Landsat images

K. Abyat¹, A. Landi^{*2} and H. Amerikhah³

¹M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz,

²Professor, Dept. of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz,

³Scientific Member, Dept. of Soil Science and Engineering, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz

Received: 08.02.2020; Accepted: 02.02.2021

Abstract

Background and Objectives: The drying up of Hur al-Azim wetland has caused turn in it to Sabkha. The increase in Sabkhas has caused the salinization of the fertile lands of Karkheh and the destruction of agricultural lands in this region, It also creates puffy soils that act as a fine dust center. Sabkhas changes rate of Hur al-Azim wetland margins have not been studied so far. Because of the socioeconomic and environmental importance of this wetland, such research is severely needed. The aim of this study is to evaluate the changes rate of Sabkhas that caused by the drying of Hur al-Azim wetland in a period of 20 years, which is the first research of its kind. In this paper, for the first time, the rate of change of the Sabkhas in different classes was examined and determined. Also, the rate of increase of the Sabkhas has been compared with long-term climate change. Monitoring the changing process of wetlands and their surrounding lands can be helpful in managing these ecosystems, and preparing sabkhas Destitution maps and their changes maps can help environmental and natural resource managers in making more sensible decisions, better land use planning, and improving resource management.

Materials and Methods: In this study, Landsat 8 images in 2017 and Landstat 5 in 1997 were used to study the Sabkhas changes and mapping caused by Hur al-Azim Wetland over a 20-year period. The study area was divided into 8 classes, which include: wetland, forming Sabkhas, dried wetland, salt ponds, dark Sabkhas, light Sabkhas, abandoned agricultural lands and agricultural lands. Then, the supervised classification method and the support vector machine method were used to prepare the map of the area. The post-classification comparison method has also been used to investigate changes in the 20-year period. Also, to check the changes in the 20-year period, comparison after classification method was used.

Results: The results of classification accuracy showed that the backup vector machine method was obtained in Landsat 8 image with kappa coefficient of 0.79 and overall accuracy of 84.70 and in Landsat 5 image with kappa coefficient of 0.74 and overall accuracy of 81.42. It turns out that the support vector machine algorithm is a good way to classify this area. Also, the results of the 20-year period changing review, using the comparison after classification methods were showed that classes of dried-up wetlands, salt ponds, and abandoned agricultural land have changed dramatically over the past 20 years. Decreased changes were observed in classes of wetland, agricultural fields, dark Sabkhas and light Sabkhas. Examination of the average

* Corresponding Author; Email: landi@scu.ac.ir

long-term rainfall-temperature data in the region shows that the temperature has increased and the amount of rainfall has decreased in the region, which has been one of the affective factors on the region changes. The only class that has not changed during the period of this study was the class of forming Sabkhas.

Conclusion: The results show that the change rate is high in the study area during this 20-year period. One of the reasons is the changes in the wetlands area in recent years. The results also show that by using remote sensing methods with fewer number of points, in addition to saving time and money relatively accurate maps can be prepared and a useful method for examining changes in the amount of Sabkhas is to compare past and present classified maps.

Keywords: Comparison after classification, Hur al-Azim Wetland, Sabkha, Support vector machine

Arcl