Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Evaluation of the accuracy of hyperspectral and multispectral images in classifying wetland covers using different classification methods. (Case study: Shadegan Wetland)

Hamid Bagheri [1] | **Rahime Rostami** [2✉]

1. Department of Civil Engineering, Technical and Vocational University (TVU), Tehran, Iran.
E-mail: h-bagheri@tvu.ac.ir
2. Corresponding author, PhD student, Department of Civil Engineering, University of Tehran. Tehran, Iran.
✉ **E-mail:** Rahimeh.rostami@ut.ac.ir

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received
2021/07/28
Received in revised
2021/10/13
Accepted
2022/01/03
Published
2022/01/04
Published online
2023/10/01

Keywords:
hyperspectral images, multispectral images, Shadgan wetland, classification.

ABSTRACT

Classification of wetland covers is of particular importance for identifying the types of plant species within the wetland and distinguishing them from the vegetation cover on the wetland margins. It also helps in studying the ecosystem changes in wetlands. In this regard, satellite images are the best imput for this type of classification. However, due to spectral similarity between different plant species in wetlands, vegetation on wetland margins, and agricultural lands, using multi-spectral data faces challenges, and hyperspectral data can be very useful in this field. In this study, hyperspectral and multispectral images were used to identify the characteristics of Shadegan wetland and evaluate the capabilities of Hyperion, ETM+, and ALI images in studying the wetland features during the year 1390. Various spectral indices along with a suitable combination of satellite image bands were used as inputs for different classification methods including maximum likelihood, minimum distance, neural network, and support vector machine (SVM) to achieve the best results. The results showed that SVM and neural network methods provided more accurate results. The classification accuracy for all three images was at its highest level for the SVM method, with an overall accuracy of 95.73% for Hyperion image, 88.03% for ALI image, and 89.34% for ETM+ image. Therefore, the considered features for the wetland were shown in three images resulting from the SVM algorithm, indicating that the separation of vegetative cover on the wetland margin from irrigated agricultural lands has more ambiguity compared to other wetland features. The investigations showed that this part is less identifiable in ALI and ETM+ images compared to Hyperion images, or in some areas, these parts are not separable from irrigated agricultural lands at all, while Hyperion has the ability to distinguish between these two classes.

Cite this article: Bagheri, Hamid & Rostami, Rahime. (2024). Evaluation of the accuracy of hyperspectral and multispectral images in classifying wetland covers using different classification methods. (Case study: Shadegan Wetland). *Journal of Applied Researches in Geographical Sciences*, 74 (24), 272-292. DOI: http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.22

© The Author(s). Publisher: Kharazmi University.
DOI: http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.22

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

Extended Abstract

Introduction

Preparation of land use plans and land cover is essential for understanding the different uses of land and planning for desired purposes. This is particularly important for sensitive areas, especially wetlands, as their hydrological and biological functions rely on surface and groundwater flows and their location within the landscape. However, collecting the necessary data to understand wetland characteristics can be costly and challenging due to their remote and expansive nature. Thankfully, satellites offer opportunities to remotely view wetlands and extract key parameters with the required spatial and temporal resolution. Several studies have compared hyperspectral and multispectral sensors for various applications. This particular study aims to compare hyperspectral and multispectral images to identify wetland characteristics and propose suitable images and methods for studying this natural environment. The methods employed in this study include minimum distance, maximum likelihood, neural network, and support vector machine. Shadegan wetland is home to a diverse range of habitats and boasts a rich biodiversity. Additionally, it serves several hydrological and geomorphological functions such as flood control, coastal protection, sediment reduction, nutrient and toxin absorption from river water, and climate regulation. Given the environmental significance of wetlands and the availability of various satellite data in the region, it is crucial to identify their characteristics through this study. Consequently, this research compares three images (Hyperion, ALI, and ETM+) in the Shadegan wetland area and ultimately presents the best image and method for this purpose.

Materials & Methods

In this research, the image of the ETM+ sensor of Landsat 7 satellite related to March 2, 2011, with pass number 165 and row 39, and the image of the ALI and Hyperion sensor of the EO1 satellite related to March 7, 2011, with pass number 165 and row 38, have been used. These images were taken from the website of the US Geological Survey (USGS). The images obtained for Shadegan Wetland were first preprocessed. Preprocessing for hyperspectral images includes the removal of inappropriate bands, correction of band errors, correction of the effect of spectral curvature (Smile), atmospheric correction, and geometric correction. ALI and ETM+ images pre-processing also includes atmospheric correction, conversion of image DN to radiance, and geometric correction. Other tasks performed on the images include reducing the size of the image and classifying the images using the methods of minimum distance, maximum likelihood, neural network, and support vector machine.

Results and Discussion

According to the spectral diagram of classes, the Hyperion image performs better in displaying the details of the target spectrum and thus differentiating the targets, due to having more spectral bands. For example, within the identified educational points range, the most similar are the irrigated agricultural lands and the vegetation on the edges of the wetland, which is due to the wetness and vegetation in both areas. Hyperion images have the ability to recognize more detail in the image spectrum, thanks to the multiplicity of bands, making it better at recognizing these two types of phenomena than ALI and ETM+ images. Comparing the classification accuracy evaluation with different methods shows that for Hyperion and ETM+ images, the support vector machine method and the maximum likelihood are more accurate than the other two classifications. For the ALI image, the neural network method and support vector machine have the highest accuracy. In general, the

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

Journal of Applied Researches in Geographical Sciences
Print ISSN: 2228-7736 Online ISSN: 2588-5138
https://jgs.khu.ac.ir/

results demonstrate that the support vector machine classification method has the highest accuracy among the three images used.

Conclusion

Due to its unique vegetation, the wetland margin should have a distinct range of aquatic agricultural lands, and this distinction is more noticeable in hyperspectral images. The results indicate that Hyperion images in the band range of 681.2 nm are able to differentiate the wetland margin from wet agricultural land. Another important aspect of the wetland is the vegetation within the lagoon, which can be identified in both images as these coverings resemble terrestrial vegetation in both hyperspectral and multi-band images of the plant spectrum. The only difference is that they are less scattered, and this low scattering allows for their separation. However, the diversity of these coverings can only be studied using hyperspectral images. The water-covered areas of the lagoon can also be identified in all three images. Comparing the images reveals that Hyperion is more adept at identifying the characteristics of the lagoon compared to the other two images, and the ETM+ image is more capable than the ALI image. As a result, hyperspectral images are better equipped to recognize the characteristics of the wetland, including different plant species, particularly the vegetation on the wetland edge.

Keywords: Superspectral images, Multispectral images, Shadegan wetland, Classification.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی
شاپا چاپی: ۷۷۳۶-۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۵۱۳۸-۲۵۸۸
https://jgs.khu.ac.ir/

ارزیابی دقت تصاویر فراطیفی و چندطیفی در طبقه‌بندی پوشش تالاب‌ها (مطالعه موردی: تالاب شادگان)

حمید باقری [۱]، رحیمه رستمی [۲]✉

۱. عضو هیئت‌علمی، گروه مهندسی عمران، دانشگاه فنی و حرفه‌ای، تهران، ایران.
رایانامه: h-bagheri@tvu.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری سیستم اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور، دانشگاه تهران، تهران، ایران.
رایانامه: Rahimeh.rostami@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:
۱۴۰۰/۰۵/۰۶
تاریخ بازنگری:
۱۴۰۰/۰۷/۲۱
تاریخ پذیرش:
۱۴۰۰/۱۰/۱۳
تاریخ انتشار:
۱۴۰۰/۱۰/۱۴
تاریخ انتشار آنلاین:
۱۴۰۲/۰۸/۰۱

کلیدواژه‌ها:
تصاویر ابرطیفی،
تصاویر چندطیفی،
تالاب شادگان،
طبقه‌بندی.

چکیده

طبقه‌بندی پوششی تالاب‌ها به‌منظور شناسایی نوع گونه‌های گیاهی داخل تالاب و تمایز آن با پوشش گیاهی حاشیه‌ی تالاب و بررسی تغییرات اکوسیستم آن‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به مشابهت طیفی بین گونه‌های مختلف گیاهی تالاب و گیاهان حاشیه‌ی تالاب و زمین‌های کشاورزی این امر با استفاده از داده‌های چندطیفی با مشکلاتی مواجه است و داده‌های ابرطیفی می‌تواند در این زمینه بسیار سودمند باشد. در این مطالعه توان سنجنده‌های ابرطیفی و چندطیفی در شناسایی ویژگی‌های تالاب و توانایی سنجنده‌های+ETM (۲۰۱۱)، Hyperion(۲۰۱۱) و ALI(۲۰۱۱) به‌منظور مطالعه‌ی ویژگی‌های تالاب شادگان طی سال ۱۳۹۰ بررسی شد و شاخص‌های مختلف طیفی به همراه ترکیب مناسبی از باندهای تصاویر ماهواره‌ای سنجنده‌های مذکور به‌عنوان ورودی انواع روش‌های طبقه‌بندی شامل روش‌های حداکثر احتمال، حداقل فاصله، شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که روش‌های ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی با دارا بودن دقت طبقه‌بندی بالای ۸۵ درصد در هر سه تصویر، نتایج نزدیک‌تری به واقعیت نشان می‌دهند. دقت طبقه‌بندی برای هر سه تصویر برای روش ماشین بردار پشتیبان در بالاترین حد خود بود به‌طوری‌که برای تصویر Hyperion صحت کلی برابر ۹۵.۷۳، برای ALI برابر ۸۸.۰۳ و برای+ETM برابر با ۸۹.۳۴ است؛ بنابراین ویژگی‌های در نظر گرفته‌شده برای تالاب، در سه تصویر حاصل از الگوریتم SVM نشان داد که نمایش تمایز کاربری پوشش گیاهی حاشیه تالاب از کاربری زمین‌های کشاورزی آبی دارای ابهام بیشتری نسبت به سایر ویژگی‌های تالاب است. بررسی‌ها نشان داد که این بخش در تصاویر ALI و +ETM نسبت به تصاویر Hyperion کمتر قابل‌شناسایی هستند و یا در برخی مناطق این قسمت‌ها اصلاً قابل‌تفکیک از ارضی کشاورزی آبی نیستند، درحالی‌که Hyperion به دلیل دارای بودن تعداد ۲۲۰ باند و داشتن سطح بالاتری از جزئیات طیفی، توانایی تفکیک این دو کلاس را از هم دارد.

استناد: باقری، حمید؛ رستمی، رحیمه (۱۴۰۳). ارزیابی دقت تصاویر فراطیفی و چندطیفی در طبقه‌بندی پوشش تالاب‌ها (مطالعه موردی: تالاب شادگان). *نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی*، ۷۴ (۲۴)، ۲۹۲-۲۷۲. http//doi.org/ 10.61186/jgs.24.74.22

© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه خوارزمی تهران.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

مقدمه

تالاب‌ها حجم بسیار زیادی از مواد مغذی فسفردار و نیتراتی را در خود ذخیره دارند که برای رویش و رشد گیاهان آبزی و حاشیه‌ای تالاب‌ها بسیار ارزنده و حیاتی بوده و به‌عنوان عوامل محدودکننده نیز به شمار می‌روند که این ترکیبات از مواد آلی و معدنی انواع پساب‌های کشاورزی و فاضلابی می‌باشند که پس از ورود به تالاب، توسط گیاهان جذب شده و تقلیل می‌یابند. علاوه بر این، گیاهان تالابی قادر به جذب عناصر سمی و خطرناک همچون کادمیوم، نیکل، جیوه، فنل و مواد سرطان‌زا هستند. تالاب‌ها خدمات اکولوژیکی ارزشمندی نظیر حفظ تنوع زیستی، حفظ کیفیت آب، جلوگیری از سیل و خشک‌سالی، کاهش آلودگی آب و حفاظت از گونه‌های در معرض انقراض منطقه را فراهم می‌کنند (کیم[1] و همکاران، ۱۳۹۰: ۷).

استفاده از روش‌های تصویربرداری طیفی و فراطیفی در حوزه‌های متنوعی مثل کشاورزی، پزشکی و سنجش از راه دور در حال افزایش است. در طول دهه‌های گذشته، تصویربرداری چندطیفی و فراطیفی، هم از نظر اعتبار و اهمیت جایگاه و هم از نظر سودمندی آن پیشرفت داشته است. بعد از انجام طبقه‌بندی تصاویر، یکی از مشکلات موجود در این تصاویر شباهت طیفی بین پیکسل‌های مختلف می‌باشد.

تهیه‌ی نقشه‌های کاربری و پوششی زمین به‌منظور اطلاع از نوع کاربری‌ها و برنامه‌ریزی در جهت کاربری‌های دلخواه از جمله اقدامات اساسی برای استفاده‌ی بهینه از منابع زمین است. این مسئله در خصوص مناطق حساس و به‌خصوص تالاب‌ها به علت وابستگی عملکردهای هیدرولوژیکی و بیولوژیکی آن‌ها به جریانات سطحی و زیرزمینی و موقعیت آن‌ها در سیمای سرزمین از اهمیت بیشتری برخوردار است.

تصاویر ابرطیفی به دلیل دارا بودن تعداد زیاد باندها در محدوده‌ی باریک، توانایی شناسایی و تفکیک اهداف مختلف زمینی را دارا هستند. این تصاویر در مقایسه با تصاویر چندطیفی در شناسایی اهداف زمینی که از نظر بازتاب طیفی مشابهت بیشتری به هم دارند، بهتر عمل می‌کنند. در مقایسه با تصاویر چندطیفی این تصاویر بازتاب‌های طیفی اشیاء را در صدها باند ثبت می‌کنند که در شناسایی خاک، مواد معدنی و گیاهان بسیار کارآمد هستند (رزوی[2]، ۱۳۹۶: ۶۱). فن‌آوری‌های ماهواره‌ای چندطیفی معمولاً برای طبقه‌بندی پوشش گیاهی از اوایل دهه‌ی ۱۹۶۰ استفاده شده است (فراتو[3] و همکاران، ۱۳۹۲: ۹۲)، در مقابل فناوری‌های مربوط به تصاویر ابرطیفی از سال ۲۰۰۰ آغاز به کار کرده است.

در این خصوص داده‌های سنجش‌ازدور به دلیل داشتن ویژگی‌هایی همچون پوشش وسیع، به روز بودن، تکراری بودن، توان تفکیک طیفی و مکانی و رادیو متریک، رقومی بودن و ... از قابلیت‌های بسیار بالایی برای بررسی مکانی و زمانی پوششی اراضی برخوردار هستند و با توجه به مزیت‌ها و قابلیت‌هایی که داده‌های ماهواره‌ای دارند، این تکنولوژی می‌تواند کمک شایانی به شناسایی و کشف این تغییرات نمایند (سبزقبایی و همکاران، ۱۳۹۶ :۱۴۳). از سوی دیگر، در دنیای امروز از فناوری سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی جهت برنامه‌ریزی و مدیریت کارآمد منابع طبیعی، کشاورزی، محیط‌زیست و مدیریت شهری استفاده‌ی فراوان میشود ((پیروزاده و همکاران، ۵۵:۱۳۹۸).

هر چند تالاب‌ها در روند تکاملی خود، امروزه به بستری خشک و عاری از آب مبدل می‌شوند اما فعالیت‌های انسانی این روند را بیش‌ازپیش سرعت بخشیده و به سمت نابودی و مرگ زودرس تالاب سوق می‌دهد (کریجنن[4] و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۵). علیرغم مزایا، تالاب‌ها به دلیل روند طبیعی، مانند تغییرات آب‌وهوایی، فرایندهای ساحلی، فرسایش و تداخل‌های انسانی، مانند ساخت جاده، نصب سازه‌های کنترل آب و نشت روغن، با سرعت بیشتری از بین می‌روند (فراسر[5]، ۱۳۸۴: ۴۴۶).

1 Kim
2 Rizvi
3 Ferrato
4 Krijnen
5 Fraser

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

در این تحقیق تصاویر چندطیفی و فراطیفی مربوط به تالاب شادگان با استفاده از مدل‌های مختلف طبقه‌بندی موردبررسی قرار خواهد گرفت و ضمن تعیین دقت و ضریب کاپا برای روش‌های طبقه‌بندی، با استفاده از نرم‌افزار ENVI به بررسی مشکل شباهت طیفی پیکسل‌های کاربری‌های مختلف پس از طبقه‌بندی پرداخته شده است.

مطالعات زیادی در زمینه‌ی مقایسه‌ی تصاویر ماهواره‌ای برای کاربردهای مختلف صورت گرفته است که به چند مورداشاره می‌شود. چائو[۶] و لی[۷] مقایسه‌ای بین تصاویر چندطیفی و فراطیفی برای طبقه‌بندی گونه‌های مخروط انجام دادند. در این مطالعه از تصاویر و روش‌های مختلفی مانند دو تصویر فراطیفی هوابرد AISA و CASI استفاده شده است و با تصاویر ETM+ مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. در این مطالعه برای کاهش حجم داده‌های فراطیفی از انتقال تصویر استفاده شده است و برای طبقه‌بندی، روش‌های SAM، SVM و MLS را به‌کاربرده‌اند و نتایج نشان داد که تصاویر ابرطیفی در شناسایی گونه‌های مخروطی بهتر عمل می‌کنند و همچنین تصاویر ASIA که دارای باندهای SWIR هستند نسبت به سایر تصاویر فراطیفی که تنها شامل باندهای مرئی و NIR هستند نتایج بهتری را نشان می‌دهند (چائو، ۱۳۸۵: ۱۶).

خانا[۸] و همکارانش مقایسه‌ای در مورد پتانسیل تصاویر ابرطیفی و چندطیفی برای پایش تأثیرات نشت نفت انجام دادند. نشت نفت حاصل از حفاری دریایی و پالایشگاه‌های ساحلی، اغلب باعث تخریب قابل‌توجه محیط‌های ساحلی می‌شود. این مطالعه در جهت بررسی اثرات این رویداد بر تخریب پوشش‌های گیاهی با استفاده از تصاویر ابرطیفی و چندطیفی پرداخته است. برای این کار از سه سنجنده چندطیفی رپیدآی[۹]، Worldview2 و Landsat ETM+ و یک سنجنده‌ی ابر طیفی AVIRIS استفاده شده است تا تنش‌های گیاهی ناشی از نفت نشت شده بر روی پوشش گیاهی برآورد شود. نتایج نشان داد که تصاویر با قدرت تفکیک بالاتر پتانسیل بیشتری برای شناسایی زمین‌های مرطوب تحت تأثیر نفت را دارا هستند، اما داده‌های ابرطیفی عملکرد بهتری در شناسایی تنش‌های گیاهی نشان دادند (خانا و همکاران، ۱۳۸۵: ۳۷).

فراتو[۱۰] و فورسیث[۱۱] (۱۳۹۱) از تصاویر ابرطیفی و چندطیفی ماهواره‌های Hyperion، اسپات و لندست ۵ برای طبقه‌بندی پوششی زمین در ساحل تورنتو[۱۲] و رودخانه دن[۱۳] استفاده کردند. در این مطالعه برای طبقه‌بندی تصاویر از روش‌های نظارت نشده استفاده شده است و نتایج نشان داده است که تصاویر ابرطیفی در مقایسه با تصاویر چندطیفی با قدرت تفکیک مکانی یکسان دقت بیشتری دارند و تصویر اسپات با توجه به قدرت تفکیک مکانی بالاتری که دارد دقت طبقه‌بندی بیشتری نسبت به سایر تصاویر دارد (فراتو و همکاران، ۱۳۹۱: ۵).

در سال ۱۳۹۶ جیانگ[۱۴] و همکاران یک مدل نمایش مشترک برای ادغام ویژگی‌های مکانی پیشنهاد کردند که در آن وزن‌های پیکسل‌های مجاور مختلف و ضرایب نمایش به‌طور هم‌زمان بهینه‌سازی می‌شوند تا ضرایب نمایش متمایزتر به دست آید و دقت طبقه‌بندی ویژگی‌ها بهبود یابد (جیانگ و همکاران، ۱۳۹۶: ۲۹).

ایواد[۱۵] (۱۳۹۷) در تحقیقی به مقایسه‌ی بین تصاویر فراطیفی و چندطیفی برای تهیه‌ی نقشه‌ی جنگل‌ها پرداخته است. تصاویر استفاده شده در این مطالعه شامل تصاویر ابرطیفی Hyperion و CHRIS-Probe و تصاویر چندطیفی ALI و لندست ۸ می‌باشد. همچنین در این تحقیق برای طبقه‌بندی تصاویر دو روش SAM و SAM اصلاح شده را به‌کاربرده و نتایج نشان داده است که دقت طبقه‌بندی با روش SAM اصلاح شده نسبت به SAM بیشتر است و همچنین دقت تصاویر CHRIS-Probe نسبت به لندست ۸ و دقت طبقه‌بندی تصاویر Hyperion نسبت به ALI بهتر است (ایواد، ۱۳۹۷: ۲۹).

6 Chao
7 Lee
8 Khanna
9 RapidEye
10 Ferrato
11 Forsythe
12 Toronto’s waterfront
13 Don River
14 Jiang
15 Awad

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

رافعی و همکاران (۱۴۰۰) به‌منظور آشکارسازی تغییرات کاربری تالاب شادگان از تصاویر ماهواره‌های لندست ۵ و ۸ در دوره‌های ۵ ساله در یک بازه ۲۰ ساله استفاده کردند. در این تحقیق، با استفاده از روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده و الگوریتم حداکثر احتمال، پردازش و بارزسازی تصاویر صورت گرفت. بررسی تغییرات پوشش اراضی در محدوده موردمطالعه نشان داد، طی ۲۰ سال موردبررسی از سهم اراضی شور کاسته شده است. بررسی صورت گرفته نشان داد، فشار قابل‌توجهی از طریق تغییر کاربری اراضی طی ۲۰ سال اخیر بر اراضی تالابی شادگان وارد نشده است (رافعی و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۶).

مطالعات ذکر شده در جهت مقایسه‌ی سنجنده‌های ابرطیفی و چندطیفی برای کاربردهای مختلف می‌باشند. مطالعه‌ی حاضر به بررسی مقایسه بین تصاویر ابرطیفی و چندطیفی برای شناخت ویژگی‌های تالاب پرداخته است. همچنین در این تحقیق، تصویر مناسب و روش مناسب برای مطالعه‌ی این محیط طبیعی پیشنهاد می‌گردد. روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده‌ای که در این پژوهش استفاده شده است روش‌های حداقل فاصله از میانگین[۱۶]، حداکثر احتمال[۱۷]، شبکه عصبی[۱۸] و ماشین بردار پشتیبان[۱۹] می‌باشند.

تالاب شادگان به سبب گوناگونی و گستردگی زیستگاه‌ها، از تنوع زیستی بسیار غنی برخوردار است و دارای عملکردهای متنوع هیدرولوژیکی و ژئومورفولوژیکی از جمله کنترل سیلاب، حفاظت سواحل، کاهش رسوبات، جذب مواد مغذی و سموم محلول در آب رودخانه و تعدیل آب‌وهوا می‌باشد (خلیفه نبل‌ساز، ۱۳۹۵: ۳).

آهنگرها و همکاران (۱۳۹۹) برای پایش تغییرات سطح زیر کشت محصولات کشاورزی از تصاویر فراطیفی چند زمانه استفاده کردند. به‌منظور ارزیابی دقت و کارایی روش پیشنهادی، از تصاویر اخذ شده توسط سنجنده هایپریون مربوط به دو مجموعه داده ابرطیفی از مزارع کشاورزی هرمیستن واقع در آمریکا و منطقه‌ی دارای پوشش‌های گیاهی متنوع در اطراف تالاب شادگان واقع در جنوب خوزستان، استفاده شد (آهنگرها و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۰).

عطارچی و همکاران (۱۴۰۰) به ارزیابی قابلیت تصاویر راداری در طبقه‌بندی تالاب انزلی و سه کاربری اصلی اطراف تالاب (زمین‌های کشاورزی، نیزار و مناطق ساخته‌شده) پرداختند. صحت زیاد نتایج به‌دست‌آمده نشان‌دهنده‌ی قابلیت مناسب تصاویر رادار در طبقه‌بندی و تشخیص بدنه‌ی آبی تالاب است، درصورتی‌که در تفکیک اراضی کشاورزی، نیزار و مناطق ساخته‌شده خطرات بیشتری مشاهده‌شده است (عطارچی و همکاران، ۱۴۰۰: ۸).

با تحقیق‌های جدید و توسعه‌ی نظریه یادگیری ماشینی[۲۰] و یادگیری عمیق[۲۱] (لو[۲۲] و همکاران، ۲۳:۱۳۹۷; وانگ[۲۳] و همکاران، ۱۰۴:۱۳۹۹) در سال‌های اخیر، طبقه‌بندی تصاویر فراطیفی نیز پیشرفت زیادی داشته است و روش‌های مختلفی برای طبقه‌بندی تصاویر فراطیفی از جمله ماشین بردار پشتیبان (SVM)(اکواشی[۲۴] و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۰۳) و طبقه‌بندی نمایش پراکنده (SRC)(زینگ[۲۵] و همکاران، ۱۳۹۹: ۱۷۳) ایجاد شده است.

با توجه به اهمیت تالاب‌ها برای محیط‌زیست و تنوع پوشش منطقه و دسترسی به داده‌های ماهواره‌ای مختلف در منطقه ضرورت مطالعه‌ی حاضر در شناسایی ویژگی‌های تالاب مشخص می‌گردد؛ بنابراین در این پژوهش سعی شده است با استفاده از مدل‌های طبقه‌بندی حداکثر احتمال، مینیمم فاصله، شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان، سه تصویر Hyperion، ALI و +ETM در محدوده‌ی تالاب شادگان با هم مقایسه شده و در نهایت بهترین تصویر و بهترین روش برای این منظور ارائه گردد.

16 Minimum distance
17 Maximum Likelihood
18 neural network
19 Support vector machine
20 machine learning
21 deep learning
22 lu
23 wang
24 Okwuashi
25 Xing

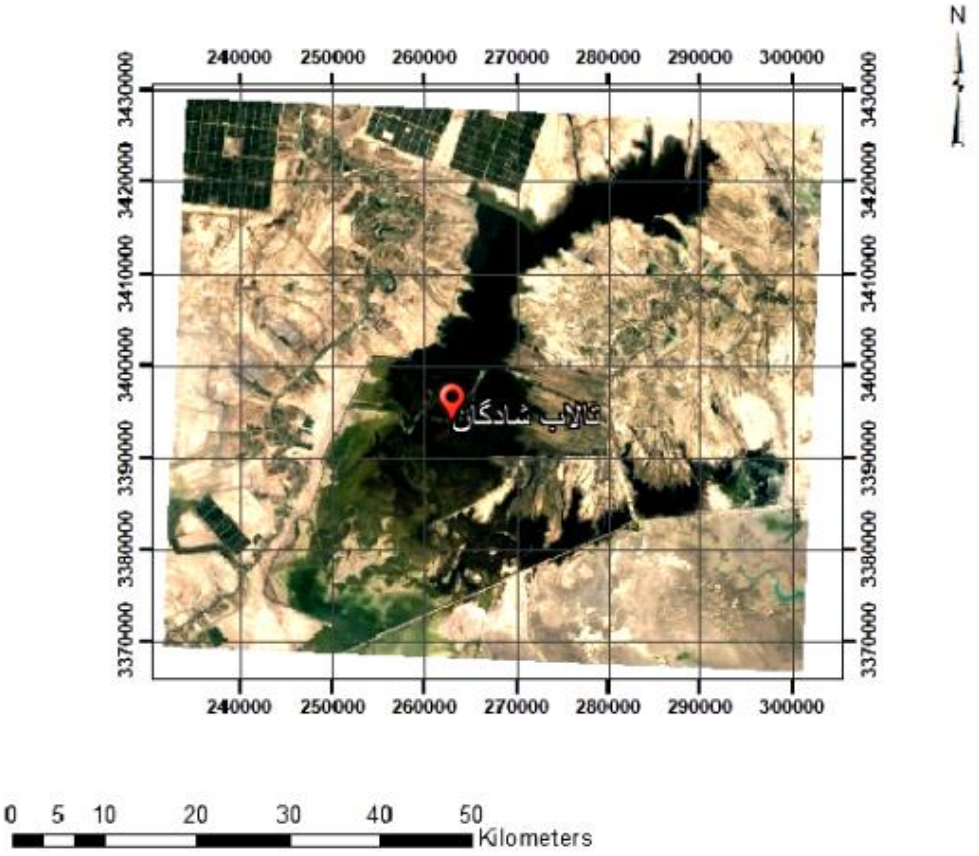
[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

روش‌شناسی

موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

محدوده‌ی موردمطالعه در این پژوهش تالاب شادگان و نواحی اطراف آن است. تالاب شادگان با ۴۰۰ هزار هکتار وسعت به‌عنوان بزرگ‌ترین تالاب ایران در کنوانسیون بین‌المللی رامسر، در راستای حفاظت از تالاب‌ها، به‌عنوان تالاب بین‌المللی به ثبت رسیده است. تالاب شادگان در طول جغرافیایی ′۱۷ °۴۸ تا ′۵۰ °۴۸ شرقی و عرض جغرافیایی ′۱۷ °۳۰ تا ′۵۸ °۳۰ شمالی و در زون ۳۹ سیستم تصویر UTM واقع شده است. این تالاب یک سیستم زیست‌محیطی وسیع متشکل از تالاب‌های شیرین و شور، به‌علاوه خلیج جزر و مدی خورموسی و جزایر آن است.

از ویژگی‌های مهم و بی‌نظیر تالاب شادگان می‌توان به مقیاس بزرگ، طبیعی بودن، تنوع زیستگاهی و نقشی که در تأمین معاش ساکنین محلی ایفا می‌نماید اشاره نمود (وزارت میراث فرهنگی، ۱۳۹۸). پوشش گیاهی تالاب شادگان به‌عنوان یکی از بی‌نظیرترین شاخص‌های نمونه‌ای تالابی، همواره موردتوجه و مطالعه قرارگرفته است که می‌توان علت آن را از وجود تنوع مورفولوژیکی و ژنتیکی گونه‌های گیاهی این تالاب عظیم و منحصربه‌فرد جویا شد (جعفری و همکاران، ۱۳۹۴). پوشش گیاهی داخل تالاب از گیاهان آبزی، مستغرق دائمی و فصلی و پوشش گیاهی اراضی حاشیه‌ای آن به جز نخلستان‌ها، از اجتماعات گیاهان شورپسند تشکیل شده است. شکل (۱) محدوده موردمطالعه را نشان می‌دهد.



شکل (۱). محدوده موردمطالعه

روش انجام پژوهش

در این تحقیق از تصویر سنجنده +ETM ماهواره لندست ۷ مربوط به ۲ مارس ۲۰۱۱ به شماره گذر ۱۶۵ و ردیف ۳۹ و تصویر سنجنده‌های ALI و Hyperion ماهواره EO1 مربوط به ۷ مارس ۲۰۱۱ به شماره گذر ۱۶۵ و ردیف ۳۸ استفاده

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

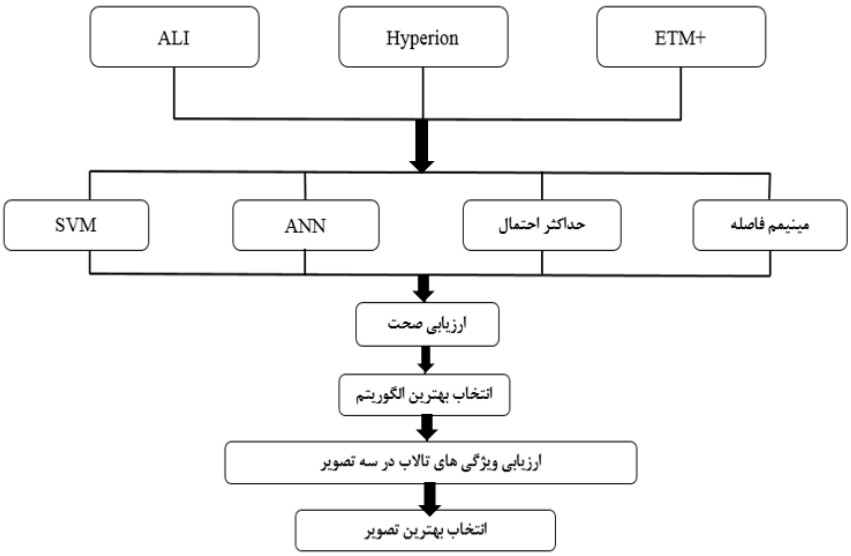
شده است. این تصاویر از سایت سازمان زمین‌شناسی امریکا (USGS) گرفته‌شده است. به دلیل اینکه هدف ما مقایسه‌ی بین تصاویر سنجنده‌های مختلف بود و برای سال‌های جدید، سنجنده‌ی هایپراسپکترال فاقد تصویر بوده است از تصاویر سال ۲۰۱۱ استفاده شد. همچنین به دلیل محدودیت زمانی موجود، به جای بازدید میدانی از نقشه‌ی موضوعی تالاب مربوط به همان سال اخذ تصویر استفاده گردید.

ویژگی سنجنده‌های مورداستفاده در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول (۱). ویژگی‌های سنجنده‌های مورداستفاده

پارامتر	ALI	HYPERION	ETM+
تاریخ تصویر	۷ مارس ۲۰۱۱	۷ مارس ۲۰۱۱	۲ مارس ۲۰۱۱
محدوده طیفی	۰.۴ تا ۲.۴ میکرومتر	۰.۴ تا ۲.۵ میکرومتر	۰.۴۵ تا ۲.۳۵ میکرومتر
قدرت تفکیک مکانی	۳۰ متر	۳۰ متر	۳۰ متر
عرض تصویربرداری	۳۶ کیلومتر	۷.۵ کیلومتر	۱۸۳ کیلومتر
توان تفکیک طیفی	متغیر	۲۰ نانومتر	متغیر
پوشش طیفی	گسسته	پیوسته	گسسته
توان تفکیک باند PAN	۱۰ متر	ندارد	۱۵ متر

مراحل انجام تحقیق در شکل (۲) نشان داده شده است.



شکل (۲). مراحل انجام تحقیق

پیش‌پردازش تصاویر

تصاویر به‌دست‌آمده برای تالاب شادگان ابتدا پیش‌پردازش شدند. پیش‌پردازش برای تصاویر ابرطیفی شامل حذف باندهای نامناسب، تصحیح خطاهای نواری، تصحیح اثر انحنای طیفی، تصحیح اتمسفری و تصحیح هندسی است. پیش‌پردازش تصویر ALI و +ETM نیز شامل تصحیح اتمسفری، تبدیل ارزش DN تصاویر به رادیانس و تصحیح هندسی می‌باشد. تصویر Hyperion به دلیل دارا بودن تعداد زیاد باند نیاز به پیش‌پردازش‌های بیشتری نیز دارد. قبل از استفاده از این تصویر اعوجاجات تصویر، باندهای غیرقابل‌استفاده‌ی آن و باندهای نویزدار تصویر اصلاح یا حذف شدند. برای این کار در مرحله اول Bad band ها و باندهای نویزدار شناسایی و حذف شدند که پس‌ازاین مرحله تعداد ۱۲۰ باند قابل‌استفاده باقی ماند.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

تصویر Hyperion به‌دست‌آمده در برخی باندها به‌خصوص در باندهای SWIR دارای نوارهای عمودی است، این نوارهای عمودی اغلب در داده‌های حاصل از سنجنده‌های با فناوری پوش‌بروم[۲۶] مثل Hyperion موجود می‌باشند و در اثر عواملی مانند غیرخطی بودن آشکارساز و اثرات دما ایجاد می‌شوند (کروس[۲۷] و همکاران، ۱۳۸۲: ۴۱). مرحله‌ی دوم از تصحیح رادیومتریک تصاویر Hyperion محاسبه‌ی ارزش این نوارها است که با ارزشی اشتباه ثبت شده‌اند.

یکی دیگر از مشکلات و خطاهایی که در پردازش تصاویر Hyperion ایجاد اشکال می‌کند، اثر انحنای طیفی اسمایل[28] است. انحنای طیفی در تمامی داده‌های Hyperion وجود دارد که به‌صورت مجزا در تک‌تک باندها آشکار نیست. یکی از روش‌های متداول برای اثبات حضور اثر انحنای طیفی در تصاویر Hyperion، وجود یک گرادیان روشنایی در تصویر با مقدار ویژه‌ی اول در فضای MNF می‌باشد. به‌منظور رفع خطای یادشده‌ی تصویر هایپریون از ابزار Cross track illumination correction موجود در نرم‌افزار ENVI یاری گرفته شد. مرحله‌ی بعد تصحیح رادیومتریک تصاویر ,Hyperion تصحیح اتمسفری است که در این مطالعه از روش کویئک[۲۹] استفاده شده است. برای تصحیح رادیومتریک تصاویر ALI و +ETM هم تصحیح اتمسفری اعمال شد که هر دو تصویر با روش کویئک تصحیح شدند.

پس از انجام پیش‌پردازش‌های لازم به دلیل جابه‌جایی جزئی تصاویر نسبت به هم تصاویر ALI و +ETM براساس تصویر Hyperion تصحیح هندسی شدند. برای این کار، نقاط زمینی مناسب در تصویر، شناسایی و انتخاب و تصاویر براساس این نقاط با توجه به تصویر اصلی، تصحیح شدند.

کاهش ابعاد تصویر

تفکیک‌پذیری طیفی بالای داده‌های ابرطیفی، امکان بررسی دقیق‌تر عارضه‌های سطح زمین را فراهم می‌کند، ولی در مقابل به ظهور چالش‌های محاسباتی جدیدی نیز منجر می‌شود (کمپس[۳۰] و همکاران، ۱۳۹۳: ۳۱).

یکی از حوزه‌های چالشی مرتبط با داده‌های ابرطیفی، طبقه‌بندی این نوع داده‌ها است (سلیمی و همکاران، ۱۳۹۷: ۷۸). در این مطالعه برای مقایسه‌ی تصاویر Hyperion و ALI از روش طبقه‌بندی تصاویر استفاده شده است. منظور از طبقه‌بندی این است که می‌توان پدیده‌های مختلف سطح زمین را برای منطقه موردنظر از یکدیگر تفکیک و متمایز نمود. تصاویر ALI چند باندی بوده و تمام باندهای آن در طبقه‌بندی دخالت دارند، در مقابل تصویر Hyperion که دارای ۲۴۲ باند است و در مراحل قبل و پیش‌پردازش‌ها تعداد باندهای آن به ۱۲۰ باند رسیده است. با توجه به این موضوع که اساس روش‌های طبقه‌بندی نظارت‌شده، یادگیری قوانین حاکم بر الگوها با استفاده از ویژگی‌های اندازه‌گیری شده برای نمونه‌های آموزشی است. به‌طورکلی کم یا ناکافی بودن تعداد نمونه‌های آموزشی در مقابل تعداد ویژگی‌ها، به وقوع مشکل انفجار ابعادی منجر می‌شود و در نتیجه‌ی آن دقت طبقه‌بندی کاهش می‌یابد و مشکل هیوز[۳۱] رخ می‌دهد که یکی از مشکلات جدی در طبقه‌بندی مجموعه‌ی داده‌های با ابعاد زیاد است (قیاس[۳۲] و همکاران، ۱۳۸۹: ۴۳).

تصویر Hyperion دارای تعداد ۲۲۰ باند است که برای طبقه‌بندی، تمامی این باندها کاربرد ندارند. به همین منظور برای استفاده از این تصویر، روش‌های کاهش بعد صورت گرفت. تبدیل MNF از داده‌ها یک تبدیل خطی ارائه می‌دهد به‌طوری‌که مقادیر نویز داده‌ها در تبدیل‌های اولیه کمتر و رفته‌رفته مقدار نویز افزایش می‌یابد. لذا این تبدیل به‌صورت گسترده در پردازش‌های سنجش‌ازدوری به‌عنوان یک روش کاهش ابعاد داده مورداستفاده قرار می‌گیرد (برگر[۳۳] و همکاران، ۱۳۹۰: ۱۰۸).

26 pushbroom
27 Fraser
28 smile
29 quick
30 Fraser
31 Huze
32 Gheyas
33 Burger

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

در این تبدیل در ابتدا تصویر به دو بخش نویز و غیرنویز تقسیم می‌شود و سپس بخش غیرنویز به‌عنوان جزء اصلی شناخته می‌شود و نویز حذف می‌شود. در واقع MNF یک الگوریتم آماری غیر پارامتریک است که ابعاد واقعی داده‌ها، با امتحان مقادیر ویژه داده‌ها تعیین می‌شود. در پردازش‌های بعدی، فقط باندهای MNF با مقادیر ویژه‌ی بالا استفاده می‌شود (چادری[۳۴] و همکاران، ۱۳۸۵: ۳۷).

طبقه‌بندی تصویر

در این مطالعه از روش‌های حداکثر احتمال، مینیمم فاصله، شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان استفاده شده است. در آخر میزان دقت هر طبقه‌بندی در شناسایی ویژگی‌های مختلف تالاب با هم بررسی و مقایسه شده‌اند.

روش حداکثر احتمال

روش حداکثر احتمال (بیشترین شباهت) از شناخته‌شده‌ترین و پرکاربردترین روش‌های طبقه‌بندی اطلاعات در زمره روش های طبقه‌بندی نظارت‌شده می‌باشد. در این روش احتمال اینکه یک پیکسل به تمامی کلاس‌ها تعلق داشته باشد محاسبه شده و به کلاس با بیشترین احتمال تعلق می‌گیرد. در طول طبقه‌بندی، به همه‌ی پیکسل‌های طبقه‌بندی نشده، براساس احتمال نسبی آن پیکسل که در تابع تراکم احتمال هر دسته وجود دارد، عضویت اختصاص داده می‌شود (هنگر[۳۵] و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۱۰).

روش مینیمم فاصله

این نوع طبقه‌بندی‌کننده از نظر ریاضی ساده و از نظر محاسباتی کاراست ولی مبنای نظری آن به اندازه طبقه‌بندی‌کننده حداکثر مشابهت قوی نیست (تسو[۳۶] و همکاران، ۱۳۸۸). در این روش ابتدا مقادیر میانگین طیفی در هر باند و برای هر کلاس تعیین می‌شود و پس از مشخص شدن پیکسلی که میانگین ارزش طیفی نمونه‌های انتخابی هر طبقه را به خود اختصاص داده است، فاصله‌ی اقلیدسی هر پیکسل طبقه‌بندی نشده با پیکسل‌های میانگین مقایسه می‌شود و هر پیکسل به طبقه‌ای تعلق می‌گیرد که کمترین مقدار فاصله را تا میانگین آن طبقه داشته باشد (سفیانیان و مدنیان، ۱۳۸۹: ۲۵۵).

روش شبکه عصبی

شبکه‌های عصبی مصنوعی روش مطلوبی برای طبقه‌بندی کاربری و پوشش اراضی به شمار می‌آید زیرا برای انواع داده‌ها در مقیاس‌های آماری گوناگون قابل‌استفاده است. به‌طورکلی سه مرحله در طبقه‌بندی شبکه عصبی وجود دارد. مرحله‌ی اول، فرایندی آموزشی با استفاده از داده‌های ورودی است. مرحله دوم، فاز اعتبارسنجی است که موفقیت فاز آموزشی و صحت شبکه را تعیین می‌کند و مرحله‌ی آخر، طبقه‌بندی است که نقشه‌ی طبقه‌بندی شده‌ی پوششی یا کاربری اراضی را ایجاد می‌کند (ویجایا[۳۷]: ۲۰۰۵). این روش به دلیل اینکه براساس نمونه‌های آموزشی و خروجی‌های مطلوب پیکربندی می‌شود از روش‌های مناسب برای طبقه‌بندی به حساب می‌آید.

روش ماشین بردار پشتیبان

این روش در فضاهای با ابعاد بالاتر کارایی بیشتری دارد و زمانی که تعداد ابعاد، بیشتر از تعداد نمونه‌ها باشد نیز کار می‌کند، ولی اعتبارسنجی آن پرهزینه می‌باشد. ماشین بردار پشتیبان یا SVM در واقع یک طبقه‌بندی‌کننده‌ی دودویی (کشاورز و قاسمیان، ۱۳۸۴) و یک روش آماری غیر پارامتریک نظارت‌شده است (مونتراکیس[۳۸] و همکاران، ۱۳۹۰:۱۳) و براساس این

34 Chaudhry
35 Hagner
36 TSO
37 Wijaya
38 Mountrakis

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

فرض عمل می‌کند که هیچ‌گونه اطلاعی از چگونگی توزیع مجموعه داده‌ها وجود ندارد (گودرزی‌مهر و همکاران، ۱۳۹۱). نرم‌افزار سنجش‌ازدوری ENVI چهار نوع کرنل۳۹ برای ماشین بردار پشتیبان در بخش طبقه‌بندی مربوط به SVM به نام‌های خطی۴۰، چندجمله‌ای۴۱، شعاعی۴۲ و پیچشی۴۳ تعریف کرده که با توجه به مطالعات (شی۴۴ و یانگ۴۵، ۱۳۹۱) و (جیانگ۴۶و لین۴۷) بهترین کرنل برای طبقه‌بندی کاربری اراضی را کرنل شعاعی پیشنهاد کردند، در این مطالعه نیز از این کرنل جهت طبقه‌بندی استفاده شد.

همه طبقه‌بندی‌ها با داده‌های آموزشی[۴۸] همسان انجام شدند و این برای محاسبه درست دقت بسیار مهم است؛ یعنی کرنل‌ها باید با نقاط نمونه دقیقاً یکسانی عمل طبقه‌بندی را بر روی تصویر موردنظر انجام دهند.

ارزیابی صحت

لازمه‌ی استفاده از هر نوع اطلاعات موضوعی، آگاهی از درستی و صحت آن است (یوسفی و همکاران، ۱۳۹۰). بعد از طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای، با استفاده از نمونه‌های آموزشی که در روند طبقه‌بندی دخالت داده نشده‌اند، اقدام به ارزیابی صحت تصویر طبقه‌بندی شده می‌گردد. ارزیابی صحت طبقه‌بندی یکی از مراحل مهم طبقه‌بندی است. برای تعیین میزان دقت طبقه‌بندی، لازم است پیکسل‌های نمونه‌برداری شده به‌طور تصادفی انتخاب شوند. از مهم‌ترین معیارهای ارزیابی صحت طبقه‌بندی می‌توان به ضریب کاپا[۴۹] و دقت کلی[۵۰] اشاره کرد. برای محاسبه دقت کلی در طبقه‌بندی تصویر، جمع پیکسل‌های عناصر قطر اصلی ماتریس خطا بر تعداد کل پیکسل‌ها تقسیم می‌شود. دقت کلی بیانگر میزان اعتبار طبقه‌بندی انجام شده است و در نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای باید بیش از ۸۵ درصد باشد. ضریب کاپا تکنیک چندمتغیره‌ی گسسته‌ای است، به این صورت که اگر یک ماتریس خطا تفاوت معناداری با دیگری داشته باشد، در ارزیابی صحت برای تصمیم‌گیری آماری مورداستفاده قرار می‌گیرد. شاخص k یا ضریب کاپا در واقع معرف اختلاف بین توافق واقعی در داده‌های مرجع و یک طبقه‌بندی کننده خودکار و همچنین یک توافق بین داده‌های مرجع و طبقه‌بندی کننده‌ی تصادفی است. در تحقیق حاضر از ضرایب صحت کلی[۵۱]، ضریب کاپا، صحت تولیدکننده، صحت کاربر، خطای گماشته شده[۵۲] و خطای حذف شده[۵۳] جهت بررسی صحت طبقه‌بندی استفاده گردید. دقت کلی از جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا تقسیم بر تعداد کل پیکسل‌ها طبق رابطه (۱) بدست می‌آید:

$$OA = \frac{1}{N} \times \sum P_{ii}$$ رابطه (۱)

در رابطه (۱)؛ OA دقت کلی، N تعداد پیکسل‌های آزمایشی، $\sum P_{ii}$ جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا. به دلیل ایرادات وارده بر دقت کلی، غالباً در کارهای اجرائی که مقایسه دقت طبقه‌بندی موردتوجه است، از شاخص کاپا استفاده می‌شود. چون شاخص کاپا پیکسل‌های نادرست طبقه‌بندی شده را مدنظر قرار می‌دهد. شاخص کاپا از رابطه (۲) محاسبه می‌شود:

39 Kernel
40 Linear
41 Polynomial
42 Radial basic function (RBF)
43 Sigmoid
44 shi
45 Yang
46 Jiang
47 Lin
48 data Training
49 Kappa coefficient
50 Overall accuracy
51 Overall accuracy
52 Commission Error
53 Omission Error

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

رابطه (۲)
$$\text{Kappa} = \frac{\text{P}_\text{o} - \text{P}_\text{c}}{1 - \text{P}_\text{c}}$$

که در رابطه (۲) P_o درستی مشاهده‌شده و P_c توافق مورد انتظار می باشد. دقت تولیدکننده، احتمال اینکه یک پیکسل مربوط به یک کاربری در تصویر کلاسه‌بندی شده در همان کاربری در روی زمین قرار بگیرد و دقت کاربر، احتمال اینکه یک کلاس مشخص در روی زمین در همان کلاس بر روی تصویر طبقه‌بندی شده قرار بگیرد می‌باشد که از روابط (۳ و ۴) محاسبه می‌گردند.

رابطه (۳)
$$PA = \frac{ta}{ga}100$$

رابطه (۴)
$$UA = \frac{ta}{n_1}100$$

که در روابط (۳ و ۴)؛ PA درصد دقت کلاس a برای دقت تولیدکننده، ta تعداد پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به‌عنوان کلاس a، ga تعداد پیکسل‌های کلاس a در واقعیت زمینی، UA درصد دقت کلاس a برای دقت کاربر n_1 تعداد پیکسل‌های کلاس a در نتیجه‌ی طبقه‌بندی می‌باشند. براساس دو دقت ذکر شده، دو خطای گماشته شده و حذف شده به ترتیب با روابط (۵ و ۶) تعریف می‌شوند.

رابطه (۵)
$$C_e = 1 - UA$$

رابطه (۶)
$$O_e = 1 - PA$$

خطای گماشته‌شده که براساس دقت کاربر محاسبه می‌گردد، معادل آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقع متعلق به کلاس موردنظر نبوده ولی طبقه‌بندی کننده، آن‌ها را جزء آن کلاس خاص در نظر گرفته است. خطای حذف‌شده مربوط به آن درصد از پیکسل‌هایی است که در واقعیت زمینی مربوط به کلاس موردنظر است ولی جزء کلاس‌های دیگر طبقه‌بندی شده‌اند.

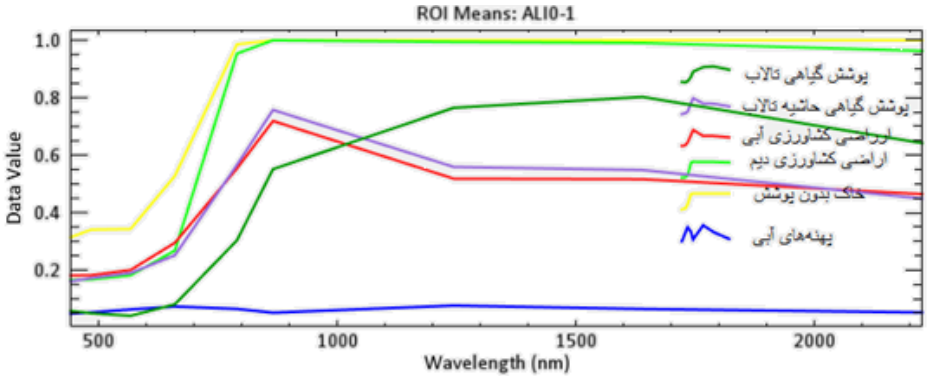
بعد از بررسی نقشه‌ی کاربری سال ۲۰۱۱ تالاب شادگان و به کمک تصویر گوگل ارث همان سال تعداد نقطه برای ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر استفاده شد.

نتایج و بحث

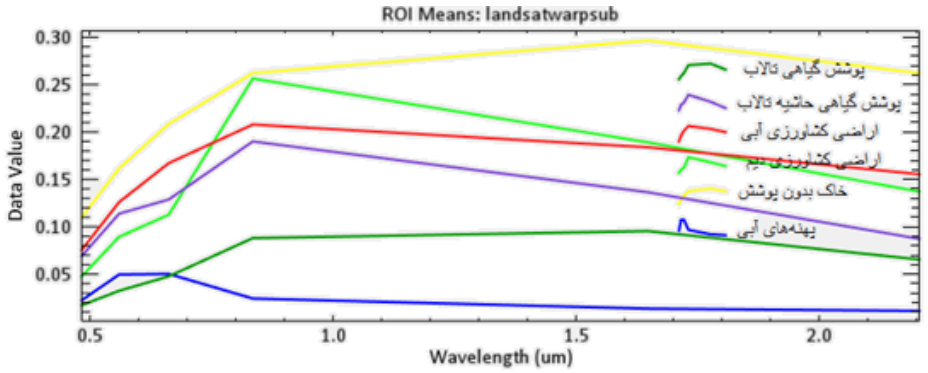
بعد از انجام طبقه‌بندی با مدل‌های مختلف، متوسط بازتاب طیفی کلاس‌های مشخص شده برای هر سه تصویر از نرم‌افزار ENVI به دست آمد که در شکل (۳) نشان داده شده است. در این نمودارها پهنه‌های آبی دارای کمترین میزان بازتابش و خاک بدون پوشش دارای بیشترین بازتابش در طول‌موج‌های مختلف می‌باشد.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

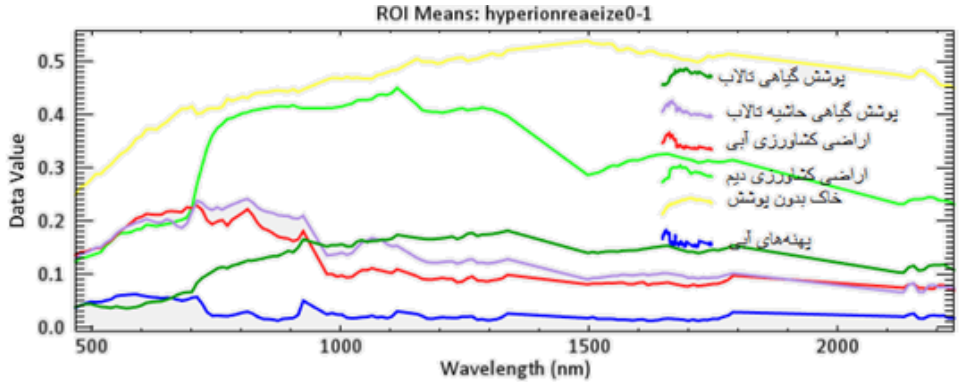
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]



الف



ب



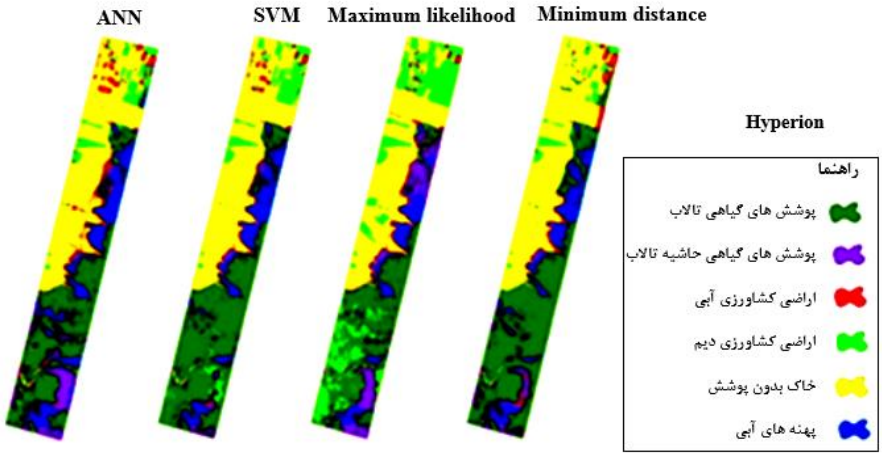
ج

شکل (۳). متوسط بازتاب طیفی کلاس‌های انتخاب شده الف- تصویر ALI ب- تصویر ETM+ ج- تصویر Hyperion

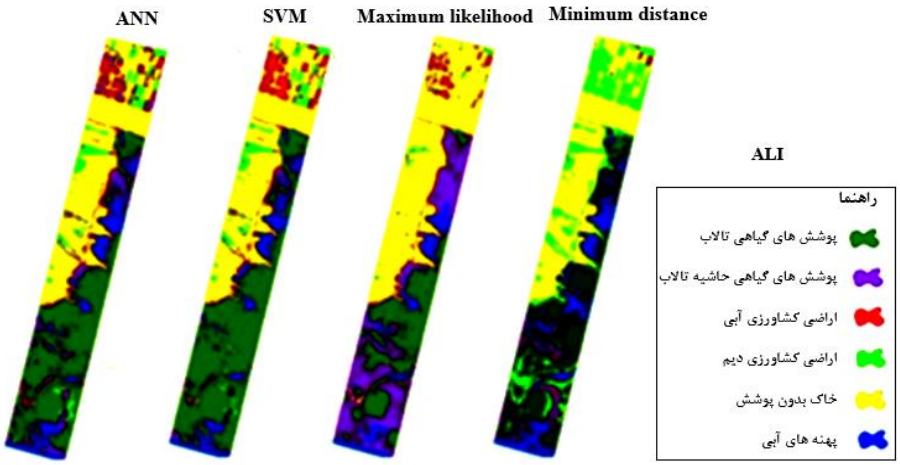
با توجه به نمودار طیفی طبقات، تصویر Hyperion به دلیل داشتن تعداد باندهای طیفی بیشتر در نمایش جزئیات طیف اهداف و در نتیجه تمایز اهداف از همه بهتر عمل می‌کند. به‌عنوان مثال در طیف نقاط آموزشی مشخص شده بیشترین شباهت را اراضی کشاورزی آبی و پوشش گیاهی حواشی تالاب با هم دارند و این به دلیل مرطوب بودن و حاوی پوشش گیاهی بودن هر دو منطقه است. با توجه به این موضوع که تصاویر Hyperion به دلیل تعدد باندها توانایی شناخت جزئیات بیشتر را در طیف تصویر دارند، بنابراین در شناخت این دو نوع پدیده نسبت به تصاویر ALI و ETM+ بهتر عمل می‌کند. طبقه‌بندی سه تصویر Hyperion, ETM+, ALI با چهار روش حداکثر احتمال، مینیمم فاصله، شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان در اشکال (۴ تا ۶) نشان داده شده است.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

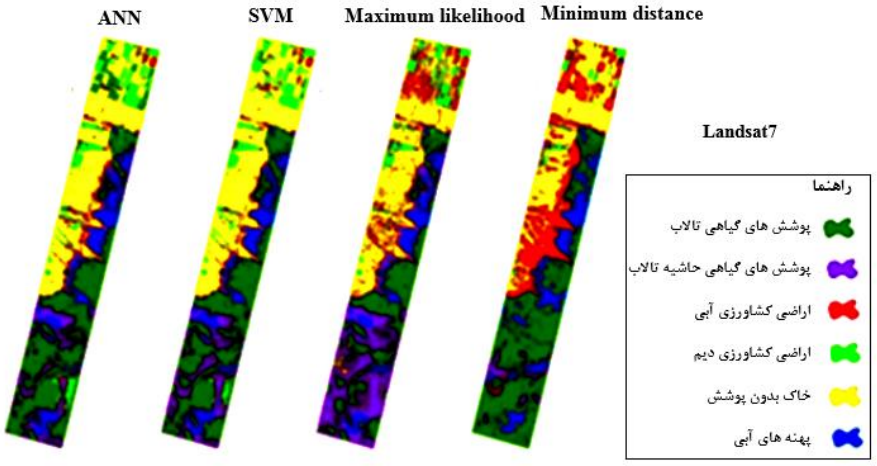
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]



شکل (۴). طبقه‌بندی تصویر Hyperion با ۴ روش



شکل (۵). طبقه‌بندی تصویر ALI با ۴ روش



شکل (۶). طبقه‌بندی تصویر +ETM با ۴ روش

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

صحت طبقه‌بندی مدل‌های مختلف برای هر سه تصویر در جدول (۲) نشان شده است. مقایسه‌ی ارزیابی صحت طبقه‌بندی با روش‌های مختلف نشان می‌دهد که برای تصاویر Hyperion و +ETM روش ماشین بردار پشتیبان و حداکثر احتمال میزان صحت بیشتری نسبت به دو طبقه‌بندی دیگر دارند و برای تصویر ALI روش شبکه عصبی و ماشین بردار پشتیبان دارای حداکثر صحت هستند. در کل نتایج نشان می‌دهد که روش طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان برای سه تصویر استفاده شده، بالاترین دقت و صحت را دارا است.

جدول (۲). صحت کلی و ضریب کاپا طبقه‌بندی تصاویر

روش / تصویر	حداکثر احتمال		مینیمم فاصله		SVM		Neural net	
	دقت کلی	ضریب کاپا	دقت کلی	ضریب کاپا	دقت کلی	ضریب کاپا	دقت کلی	ضریب کاپا
Hyperion	۹۵.۷۳	۰.۹۴	۸۴.۷۵	۰.۸۱	۹۵.۷۳	۰.۹۴	۹۳.۹۳	۰.۹۲
ALI	۷۶.۵۵	۰.۷	۷۷.۸۶	۰.۷۲	۸۸.۰۳	۰.۸۵	۸۵.۵۷	۰.۸۲
Landsat	۸۹.۸۳	۰.۸۷	۸۱.۳۱	۰.۷۶	۸۹.۳۴	۰.۸۶	۸۷.۷	۰.۸۴

مقایسه دقت کاربر و دقت تولیدکننده برای کلاس‌های مختلف در هر سه تصویر و در نتیجه ارزیابی صحت کلاس‌های مختلف در جدول (۳) نشان داده شده است. بر همین اساس دقت کاربر(user accuracy) احتمال قطعیت درست طبقه‌بندی شدن یک پیکسل و دقت تولیدکننده (Producer Accuracy) احتمال آنکه یک نمونه‌ی برداشت شده بر روی تصویر مرتبط با آن کلاس خاص باشد، در این جدول نمایش داده شده است.

جدول (۳). جدول مقایسه دقت کاربر و دقت تولیدکننده برای کلاس‌های مختلف در هر سه تصویر

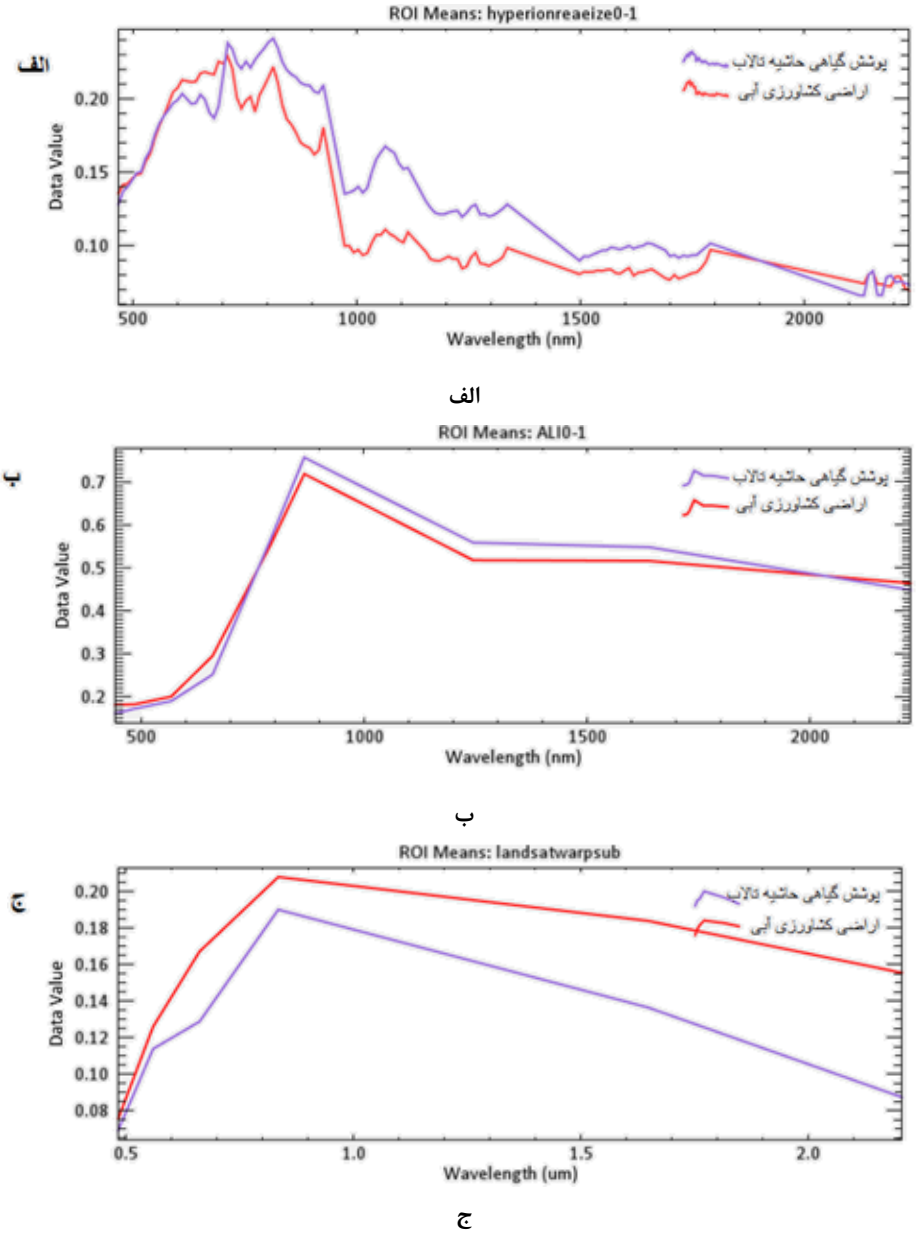
ارزیابی صحت / کلاس‌ها	ETM+ Producer's accuracy	ETM+ Users Accuracy	ALI Producer's accuracy	ALI Users accuracy	Hyperion Producer's Accuracy	Hyperion Users accuracy
پوشش گیاهی تالاب	۱۰۰	۱۰۰	۹۸.۳۷	۱۰۰	۱۰۰	۹۹.۱۸
پوشش گیاهی حاشیه تالاب	۹۳.۱	۸۳.۰۸	۸۸.۳۷	۶۵.۵۲	۹۳.۱	۹۸.۱۸
اراضی کشاورزی آبی	۲۵.۸۱	۸۸.۸۹	۷۷.۱۹	۷۰.۹۷	۷۲.۵۸	۱۰۰
خاک بدون پوشش	۱۰۰	۸۵.۷۹	۸۸.۲	۱۰۰	۹۷.۵۲	۱۰۰
پهنه‌های آبی	۱۰۰	۱۰۰	۸۴.۳۵	۱۰۰	۱۰۰	۹۸.۹۷
اراضی کشاورزی دیم	۸۶.۹۶	۷۹.۳۷	۸۵.۱۱	۶۹.۵۷	۸۴.۷۳	۹۶.۵۲
ضریب کاپا = ۰.۸۶		دقت کلی = ۸۹.۳۴	ضریب کاپا = ۰.۸۵۲۲	دقت کلی = ۸۸.۰۳۲	ضریب کاپا = ۰.۹۴۱۲	دقت کلی = ۹۵.۷۳

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

پس از تعیین صحت انواع روش‌های مختلف، ویژگی‌های تالاب با استفاده از روش ماشین بردار پشتیبان موردبررسی قرار گرفت. در بین ویژگی‌های ذکر شده برای تالاب، بیشترین اختلاف بین تصاویر مربوط به طبقه‌بندی گیاهان حاشیه‌ی تالاب است که به نظر می‌رسد نسبت به سایر کلاس‌ها خطای بیشتری در طبقه‌بندی‌ها دارد و این طبقه بیشترین اختلاط را با کلاس اراضی کشاورزی آبی دارا می‌باشد. همان‌طور که در جدول (۳) مشخص است دقت طبقه‌بندی برای پوشش گیاهی حاشیه‌ی تالاب برای تصویر Hyperion بیشتر از دو تصویر دیگر است.

در شکل (۷)، با استفاده از نرم‌افزار ENVI طیف مربوط به این دو طبقه برای سه تصویر Hyperion و ALI و ETM+ با هم مقایسه شده است.



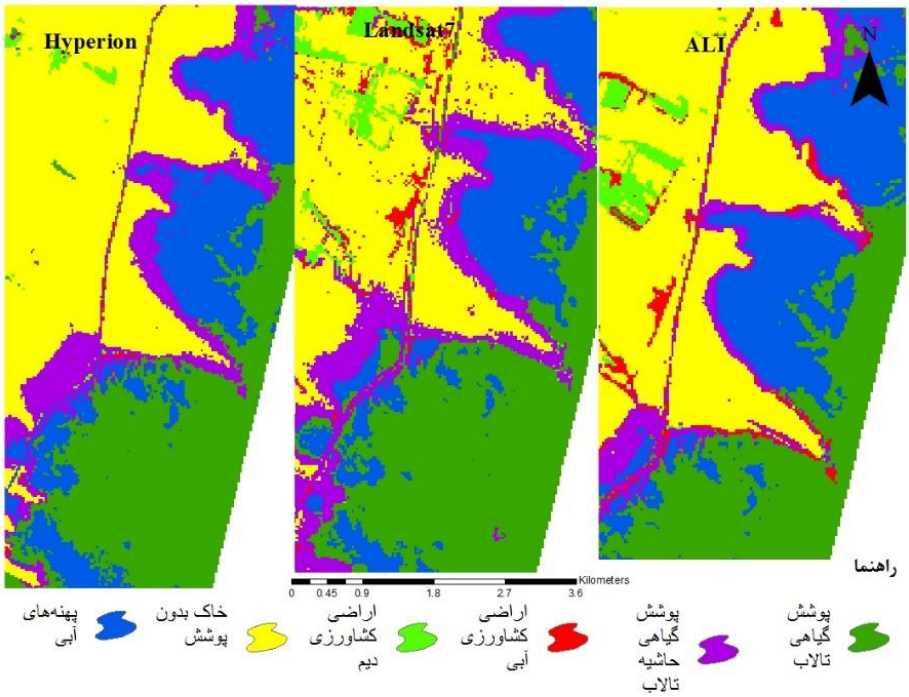
شکل (۷). مقایسه‌ی طیف پوشش گیاهی حاشیه‌ی تالاب و اراضی کشاورزی آبی الف- Hyperion ب-ALI ج-ETM+

با توجه به شکل (۷)، تصویر Hyperion و ETM+ قابلیت بیشتری در شناسایی پوشش گیاهی حاشیه‌ی تالاب دارند. به‌طوری‌که صحت کلی این طبقه به ترتیب برای Hyperion برابر ۹۸، برای ETM+ برابر ۸۳ و برای ALI برابر ۶۵ درصد

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

است. محدوده‌ی پوشش گیاهی حاشیه‌ی تالاب در قسمت باند ۶۸۱.۲ (منحنی بنفش)، جذب بیشتری نسبت به اراضی آبی (منحنی قرمز) دارد. در تصویر ALI این مرکز، باند طیفی قابل‌تشخیص نبوده است؛ بنابراین، این طبقه در تصویر ALI دارای تداخل با طبقه‌ی پوشش گیاهی حاشیه‌ی تالاب است.

با زوم کردن روی تصویر طبقه‌بندی شده‌ی SVM، اختلاط دو کلاس ذکر شده در تصویر ALI مشهود است شکل (۸).



شکل (۸). حاشیه‌ی تالاب در نتایج طبقه‌بندی SVM

در شکل (۸) موقعیت‌های نشان داده شده در تصاویر، نمایانگر این موضوع است که تصویر ALI نسبت به تصویر ETM+ و Hyperion و تصویر ETM+ نسبت به Hyperion در جدا کردن دوطبقه‌ی اراضی آبی و پوشش گیاهی حاشیه‌ی تالاب ضعیف‌تر عمل می‌کنند و این، ناشی از تعداد کمتر باندهای این تصاویر نسبت به تصویر Hyperion می‌باشد.

نتیجه‌گیری

شناسایی عوارض مختلف زمینی با استفاده از سنجش‌ازدور، با توجه به کاربرد آن، تصویر و روش خاصی نیاز دارد. هدف از این مطالعه، شناخت تصویر مناسب و روش مناسب برای بررسی ویژگی‌های تالاب از جمله کاربری‌های منطقه موردنظر می‌باشد. تالاب به‌عنوان یکی از پدیده‌های زیست‌محیطی که بر محیط اطراف خود تأثیر زیادی دارد، نیازمند توجه و پایش است. در این مطالعه، از دو نوع تصویر فراطیفی (Hyperion) و چندطیفی (ALI و Landsat) برای بررسی ویژگی‌های تالاب استفاده شده است. ویژگی‌های موردبررسی، سطح پوشش گیاهی تالاب، پهنه‌ی آبی تالاب، پوشش گیاهی حاشیه‌ی تالاب، خاک بدون پوشش و همچنین زمین‌های کشاورزی دیم و آبی اطراف تالاب هستند. برای این منظور از چهار نوع روش طبقه‌بندی نظارت‌شده استفاده شده است. نتایج طبقه‌بندی نشان داد که روش ماشین بردار پشتیبان، نتایج بهتری نسبت به سایر روش‌ها دارد؛ بنابراین با استفاده از نتایج طبقه‌بندی روش ماشین بردار پشتیبان، قابلت دو تصویر در شناسایی ویژگی‌های تالاب موردبررسی قرار گرفت.

برای مشخص کردن قسمت‌های مختلف تالاب ۶ طبقه برای طبقه‌بندی تصاویر معرفی شد. این طبقات شامل پوشش گیاهی تالاب، پوشش گیاهی حاشیه تالاب، اراضی کشاورزی آبی، خاک بدون پوشش، اراضی کشاورزی دیم و پهنه‌های آبی

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]
[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

است. بعد از انجام طبقه‌بندی برای سه تصویر موردنظر با روش‌های گفته شده ماتریس خطا و دقت آن‌ها به دست آمد که جداول حاصل از ماتریس خطا نشان‌دهنده‌ی این است که مقادیر مشاهده‌شده در قطر ماتریس خطا بسیار بیشتر از مقادیر خارج از قطرها بوده و همین امر مؤید صحت نسبتاً بالای این روش می‌باشد و با نتایج یافته‌های بوری و همکاران (۱۳۸۴) و عفیفی (۱۳۹۹) مطابقت دارد.

حاشیه‌ی تالاب به دلیل داشتن پوشش گیاهی خاص خود، باید طیف متفاوت‌تری از زمین‌های کشاورزی آبی داشته باشد و این تفاوت در تصاویر فراطیفی، بارزتر است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که تصاویر Hyperion در محدوده‌ی باند ۶۸۱.۲ نانومتر، توانایی تفکیک حاشیه‌ی تالاب از زمین کشاورزی مرطوب را دارا است. از دیگر ویژگی‌های تالاب که اهمیت زیادی دارد می‌توان به پوشش گیاهی داخل تالاب اشاره کرد که در هر دو تصویر قابل‌شناسایی است، زیرا این پوشش‌ها هم در تصاویر فراطیفی و هم در تصاویر چند باندی طیف گیاهان، شبیه به پوشش‌های گیاهی زمینی هستند; با این تفاوت که پراکنش آن‌ها کمتر است و این کم بودن پراکنش، جداسازی آن‌ها را امکان‌پذیر ساخته است. ولی اگر به بررسی تنوع گونه‌ای این پوشش‌ها پرداخته شود تنها با تصاویر فراطیفی امکان‌پذیر است. قسمت‌های پوشیده از آب تالاب هم با هر سه تصویر قابل‌شناسایی است. مقایسه‌ی تصاویر نشان می‌دهد که توانایی تصویر Hyperion نسبت به دو تصویر دیگر در شناسایی ویژگی‌های تالاب بیشتر است و همچنین تصویر ETM+ نسبت به تصویر ALI قابلیت بیشتری دارد. در نتیجه، تصاویر ابرطیفی قابلیت بیشتری در شناخت ویژگی‌های تالاب از جمله گونه‌های مختلف گیاهی و به‌ویژه پوشش‌های گیاهی حاشیه‌ی تالاب دارند.

منابع

آهنگرها، مرجان؛ سعادت سرشت، محمد؛ شاه‌حسینی، رضا؛ سیدی، سید تیمور. (۱۳۹۹). پایش تغییرات سطح زیر کشت محصولات کشاورزی با استفاده از روش مبتنی بر الگوریتم یادگیری عمیق و تصاویر فراطیفی چند زمانه. نشریه علمی علوم و فنون نقشه‌برداری, ۱۰ (۲)، ۷۹-۸۹.

پیروز زاده سلیمان، خسروی محمود، فتوحی صمد.(۱۳۹۸). پیش‌بینی تغییرات فضایی – زمانی تپه‌های ماسه‌ای ناشی از طوفان‌های دریایی (مطالعه موردی: سواحل مکران). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی. ۱۹ (۵۲): ۷۵-۵۷.

جعفری، سید کیارش و سواری، احمد و امینی، فایده و محمدعسگری، حسین، (۱۳۹۴)، بررسی تنوع زیستی گیاهان تالاب بین‌المللی شادگان با عملیات صحرایی از سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۴، کنفرانس بین‌المللی معماری، شهرسازی، عمران، هنر و محیط‌زیست؛ افق‌های آینده، نگاه به گذشته، تهران،https://civilica.com/doc/607807.

خلیفه نیل ساز، منصور، (۱۳۹۵)، پایش اکولوژی تالاب شادگان، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – پژوهشکده آبزی‌پروری جنوب کشور.

رافعی، اسما; دانه‌کار، افشین; زندبصیری، مهدی; باقرزاده کریمی، مسعود. (۲۰۲۱). تحلیلی بر تغییرات پوشش/کاربری اراضی تالاب بین‌المللی شادگان در دهه اخیر. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی.

سبزقبایی، غلامرضا؛ جعفرزاده کاوه؛ دشتی سیده سولماز؛ یوسفی خانقاه شهرام؛ بزم‌آرا بلشتی مژگان.(۱۳۹۶). آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش‌های سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (مطالعه موردی: شهرستان قائم‌شهر). علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره نوزدهم، شماره سه: ۱۴۵-۱۵۷.

سفیانیان، علیرضا; مدنیان، ملیحه‌السادات، (۱۳۸۹)، مقایسه‌ی روش‌های طبقه‌بندی کننده حداکثر مشابهت و حداقل فاصله از میانگین در تهیه نقشه پوشش اراضی (مطالعه موردی: استان اصفهان)، مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب‌وخاک، شماره ۵۷، ۲۵۳-۲۶۴.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

سلیمی، امیر، ضیائی، منصور، امیری، علی، حسینجانی زاده، مهدیه، (۱۳۹۷)، ارزیابی روش انتخاب ویژگی برای شناسایی بهترین باندهای طیفی تصویر ابرطیفی Hyperion (مطالعه موردی: شناسایی دگرسانی‌های معدن مس پورفیری دره زار-کرمان)، زمین‌شناسی اقتصاد، جلد ۱۰، شماره ۱، ۷۷-۹۳.

عطارچی، قیساری؛ حمزه، سعید؛ علوی پناه، سید کاظم.(۱۴۰۰). طبقه‌بندی کاربری اراضی تالاب انزلی با استفاده از تلفیق تصاویر راداری سنتینل ۱ و آلوس پالسار ۲. اکوهیدرولوژی, ۸ (۳)، ۶۱۱-۶۲۲.

عفیفی، محمدابراهیم (۱۳۹۹). مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از مدل زنجیرهای مارکوف و مدلLCM ، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، ۲۰ (۵۶): ۱۴۱-۱۵۸.

گودرزی مهر سعید؛ رحیم علی عباسپور؛ وحید احدنژاد؛ باهره خاکباز (۱۳۹۱). مقایسه روش ماشین بردار پشتیبان با روش‌های حداکثر احتمال و شبکه عصبی برای تفکیک واحدهای سنگ‌شناسی، فصلنامه زمین‌شناسی ایران، سال ششم، شماره ۲۲، تهران.

وزارت میراث فرهنگی، گردشگری و صنایع دستی (۱۳۹۸). تالاب شادگان- https://www.visitiran.ir/attraction/shadegan-lagoon.

یوسفی، صالح؛ تازه، مهدی؛ میرزایی، سمیه؛ مرادی، حمیدرضا؛ توانگر، شهلا، (۱۳۹۰). مقایسه الگوریتم‌های مختلف طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهرستان نور). مجله کاربرد سنجش‌ازدور و GIS در علوم منابع طبیعی، سال دوم شماره ۲. ۷۶-۶۷.

Awad. M., (2018), Forest mapping: a comparison between hyperspectral and multispectral images and technologies, Journal of Forestry Research volume 29, pages1395–1405.

Burger, J., & Gowen, A. (2011). Data handling in hyperspectral image analysis. Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 108(1), 13-22.

Borri, D., Caprioli, M., and Tarantino, E. (2005), Spatial information extraction from VHR satellite data to detect land cover transformations. Polytechnic University of Bari, Italy, Pp. 105.

Camps-Valls, G., Tuia, D., Bruzzone, L. and Benediktsson, J., (2014). Advances in Hyperspectral Image Classification. IEEE Signal Processing Magazine, 31(1): 45–54.

Chaudhry, F., Wu, C.C., Liu, W., Chang, C.I. and Plaza, A.,(2006). Pixel purity index-based algorithms for endmember extraction from hyperspectral imagery. Recent advances in hyperspectral signal and image processing, 37(2), pp.359-367.

Dixon, B., and Candade, N., (2008). Multispectral landuse classification using neural networks and support vector Machines: one or the other, or both International J. of Remote Sensing 29 (4), 1185–1206.

Ferrato, L., Forsythe, K.W. (2012), Comparing Hyperspectral and Multispectral Imagery for Land Classification of the Lower Don River, Toronto, Journal of Geography and Geology; Vol. 5, No. 1, 92-107

Finlayson, C.M., (2003). The challenge of integrating wetland inventory, assessment and monitoring. Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst. 13, 281–286.

Fraser, L. H., & Keddy, P. A. (2005). The future of large wetlands: a global perspective. The World's Largest Wetlands: Ecology and Conservation Eds LH Fraser, PA Keddy (Cambridge University Press, Cambridge) pp, 446-468.

Gheyas, A. and Smith, L.S., (2010). Feature subset selection in large dimensionality domains. Pattern Recognition, 43(1): 5-13.

Hagner, O., & Reese, H. (2007). A method for calibrated maximum likelihood classification of forest types. Remote sensing of environment, 110(4), 438-444.

Khanna, S., Santos, M. J., Ustin, S. L., Shapiro, K., Haverkamp, P. J., & Lay, M. (2018). Comparing the potential of multispectral and hyperspectral data for monitoring oil spill impact. Sensors, 18(2), 558.

Kim, K. G., Lee, H., & Lee, D. H. (2011). Wetland restoration to enhance biodiversity in urban areas: a comparative analysis. Landscape and Ecological Engineering, 7(1), 27-32.

Krijnen. F. A, John and Rahmani, Shahryar. (2012). Conservation of Iranian Wetlands Project (CIWP), IRI Department of Environment. Date of 1st Draft Report, 31 December 2012. p 45.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]

Keshavarz, A. and H. Ghasemiyan Yazdi. (2005). a fast algorithm based on support vector machine for classification of hyperspectral images using spatial correlation, Iranian journal of electrical engineering and computer engineering, 3: 44-37 (In Persian).

Lu, H., Li, Y., Chen, M., Kim, H., & Serikawa, S. (2018). Brain intelligence: go beyond artificial intelligence. Mobile Networks and Applications, 23(2), 368-375.

Ministry of Cultural Heritage, Tourism and Handicrafts(2019), Shadegan Lagoon, https://www.visitiran.ir/attraction/shadegan-lagoon.

Mountrakis, G., J. Im and C. Ogole. (2011). Support vector machines in remote sensing: A review. Isprs journal of photogrammetry and Remote Sensing, 13: 247-259.

Okwuashi, O., & Ndehedehe, C. E. (2020). Deep support vector machine for hyperspectral image classification. Pattern Recognition, 103, 107298.

Tso. B. and P.M. Mather. (2009). Classification Methods for Remotely Sensed Data. Chapter 2-3. 2nd ed., Taylor and Francis Pub., America.

Rizvi, R. H., Sridhar, K. B., Handa, A. K., Chaturvedi, O. P., & Singh, M. (2017). Spectral analysis of hyperion hyperspectral data for identification of mango (Mangifera indica L.) species on farmlands. Indian Journal of Agroforestry, 19(2), 61-64.

Wang, P., Wang, D., Zhang, X., Li, X., Peng, T., Lu, H., & Tian, X. (2020). Numerical and experimental study on the maneuverability of an active propeller control based wave glider. Applied Ocean Research, 104, 102369.

Xing, C., Wang, M., Dong, C., Duan, C., & Wang, Z. (2020). Joint sparse-collaborative representation to fuse hyperspectral and multispectral images. Signal Processing, 173, 107585.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-12]

[DOI: 10.61186/jgs.24.74.22]