نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۴۰، بهار ۹۵

پایش نمکزارهای مناطق خشک با پردازش داده های ماهواره ای

دریافت مقاله: ۹۲/۱۱/۱۶ پذیرش نهایی: ۹۴/۲/۲۹

صفحات: ۱۷۱-۱۵۵

فریبا اسفندیاری: دانشیار ژئومورفولوژی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران[1]
Email:fariba_sfanyary@yahoo.com
نادر سرمستی: دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران
Email: nadersarmasty@gmail.com
سیدکاظم علوی‌پناه: استاد گروه سنجش از دور و GIS، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه تهران، ایران
Email: salavipa@ut.ac.ir

چکیده

در این تحقیق پایش نمکزارهای مناطق خشک کاشان و مهارلو با استفاده از داده‌های LISSIII ماهواره IRS-P6 مورد بررسی قرار گرفت. پس از انجام تصحیحات لازم برای تفسیر چشمی، از بهبود کنتراست و ساخت تصاویر رنگی کاذب استفاده گردید تا نمکزارها به خوبی مشخص گردد. سپس با توجه به بازتاب‌های طیفی نمکزار در باندهای مختلف سنجنده مورد استفاده و نسبت‌گیری طیفی، شاخص‌های نمکزار نسبتی(RSCI) و نمکزار تفاضلی نرمال‌شده(NDSCI) تعریف شدند. هدف از ارائه این شاخص‌ها به حداکثر رساندن اختلاف بازتاب‌های طیفی نمکزارها و زمینه آن به منظور ایجاد تصویری با کیفیت مطلوب می‌باشد تا تمایز آنها امکان‌پذیر شود. برای ارزیابی میزان تفکیک‌پذیری، پراکنش پیکسل‌های نمکزار و غیرنمکزار در نمودار دوبعدی بررسی شد. در نهایت با آستانه‌گذاری و ماتریس خطا مشخص شد که شاخص‌های نمکزار RSCI و NDSCI بهترین تفکیک‌پذیری را نشان می‌دهند. نتایج نشان داد که شاخص‌های RSCI و NDSCI برای پایش نمکزارهای مناطق خشک با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای چندطیفی کارآیی دارند.

کلید واژگان: نمکزار، مناطق خشک، داده‌های ماهواره‌ای، LISSIII.

---

[1]. **نویسنده مسئول:** اردبیل، دانشگاه محقق اردبیلی، دانشکده علوم انسانی، گروه جغرافیا

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

مقدمه

نمکزارها همواره مورد توجه محققین قرار گرفته است، زیرا دسترسی به این مناطق به علت شرایط خاص آن مشکل و محدود بوده است(مترنیچت[1] و زینک[2]، ۲۰۱۰: ۳۲۴). در این شرایط پایش چنین مناطقی می‌تواند به عنوان یک امر مهم در مدیریت منابع طبیعی تلقی گردد(دی‌جانگ[3]، ۲۰۰۵: ۱۱۸). بدین منظور و در دهه‌های اخیر استفاده از تکنولوژی‌های جدید هم‌چون سنجش از دور و سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی به شدت افزایش یافته است(علوی‌پناه[4]، ۲۰۰۴: ۳۵۱). در بیشتر نقاط ایران از جمله فلات مرکزی به علت شرایط آب و هوایی و وضعیت خاص مورفولوژیکی آن، نمکزارهای وسیعی یافت می‌شوند(علوی‌پناه، ۱۳۸۸: ۵۲). داده‌های سنجش از دور به دلیل دارابودن ویژگی‌های چندزمانه، چندطیفی، دید وسیع و یکپارچه و به دلیل مزیتی که در تفکیک طیفی و مکانی اطلاعات دارند، برای شناسایی نمکزارها ابزاری مفید می‌باشند(طاهرزاده، ۱۳۸۳: ۲۴). شناسایی نمکزارها با داده‌های سنجش از دور تا حد زیادی به میزان رطوبت، درجه شوری و تداخل طیفی نمکزارها با سایر سطوح بستگی دارد(دویویدی[5]، ۲۰۱۰: ۱۱۸). نمکزارها از نظر ساختمان از صاف تا زبر و خشن(ناهموار) و از نظر رنگ از سفید تا تیره می‌باشند و این مسئله باعث تنوع زیاد در بازتاب طیفی آنها شده است(مترنیچت[6] و زینک، ۲۰۱۱: ۲۰۵). محدودیت‌های موجود در خصوص استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به‌منظور تهیه نقشه از مناطق تحت تأثیر نمک به چگونگی رفتار طیفی انواع نمک‌های موجود، توزیع مکانی نمک‌ها بر روی سطح زمین، تغییرات زمانی شوری، پوشش گیاهی به‌عنوان مانع و اختلاط‌های طیفی با سایر سطوح زمین بستگی دارد(رضایی‌مقدم، ۱۳۸۷: ۸۶). وجود برخی ترکیبات مختلط با سطح نمکزارهای پلایاها از معضلاتی است که تفکیک نمکزار را با استفاده از تکنیک‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای با مشکل روبه‌رو می‌سازد(ریچاردز[7]، ۲۰۰۴: ۶۷). در مجموع هدف اصلی این تحقیق بررسی امکان پایش نمکزارها با تصاویر ماهواره‌ای در گستره فضایی مناطق خشک می‌باشد. با توجه به موارد

1. Metternicht
2. Zinck
3. Dejong
4. Alavipanah
5.Dwivedi
6. Metternicht
7. Richards

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

ذکرشده و اهمیت نمکزارهای مناطق خشک، در این تحقیق پایش نمکزارهای مناطق کاشان و مهارلو با استفاده از تصاویر سنجنده LISSIII در سال‌های مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرند.

با استفاده از فناوری سنجش از دور، پژوهشگران تحقیقاتی را بر روی مناطق خشک کشورها انجام داده‌اند که به بعضی از آن‌ها اشاره می‌گردد. مالمیریان(۱۳۸۰)، کاربردهای سنجش از دور را در پایش بیابان‌زایی بررسی نموده و نتیجه گرفته‌اند که قابلیت‌های فراوان سنجش از دور سبب ایجاد رویکرد جدیدی در مطالعات مربوط به پایش بیبان‌زایی گردیده است. رضایی‌مقدم و همکاران(۱۳۸۷) تحولات ژئومورفولوژیک پلایای کهک استان خراسان جنوبی را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و منطق فازی مورد بررسی قرار داده و نتیجه گرفته‌اند که محدودیت‌های موجود در خصوص استفاده از داده‌های سنجش از دور به‌منظور تهیه نقشه از مناطق تحت تأثیر نمک به چگونگی رفتار طیفی انواع نمک‌های موجود، توزیع مکانی نمک‌ها بر روی سطح زمین، تغییرات زمانی شوری، پوشش گیاهی به‌عنوان مانع و اختلاط‌های طیفی با سایر سطوح زمین بستگی دارد. فریفته[1] و همکاران(۲۰۰۸)، شش محدوده‌ی طیفی را در خاک‌هایی که در معرض شورشدن و قلیائیت متفاوت قرار گرفته‌اند؛ معرفی می‌کنند که شامل باندهای مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی می‌باشند. نتایج نشان داده است که در شرایط رطوبتی پایین، نمک‌ها مقدار بازتاب بیشتری را در محدوده‌ی طیف مرئی مخصوصاً آبی نشان می‌دهند. بازتاب پایین در شرایط حضور آب هیگروسکوپیک در نمک‌های معدنی یا رطوبت زیاد در نمک‌های تازه، در باندهای مادون قرمز میانی اتفاق می‌افتد. نوع و آرایش کریستال‌های نمک و ساختمان آن نیز در میزان بازتاب مؤثر است. سیلاگ[2](۲۰۰۴)، در زمینه‌ی محدوده‌های طیفی و باندهای مناسب برای طبقه‌بندی خاک‌های تحت تأثیر نمک مطالعه نمودند. نتایج نشان داده است که وقتی نوع نمک غالب کربنات سدیم باشد، محدوده‌ی طیف مرئی و مادون قرمز نزدیک برای استفاده در طبقه‌بندی مفید می‌باشد. دویودی[3] و همکاران(۲۰۱۰)، خاک‌های متأثر از شوری منطقه‌ی هند را با استفاده از داده‌های لندست MSS طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۹ مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق از انواع تکنیک‌های پردازش تصویر نظیر آنالیز مؤلفه‌های اصلی، نسبت‌های طیفی وتفریق تصاویر استفاده شده و نتیجه‌گیری شده است که سومین مؤلفه‌ی اصلی و نسبت بین باندهای اول به دوم برای دو زمان فوق، اطلاعات مربوط به خاک‌های متأثر از نمک با رفتار متغیر را بهتر نشان می‌دهد. خان و همکاران(۲۰۱۰)، از

1. Farifteh
2. Csillahg
3. Dwivedi

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

داده‌های ماهواره IRS-IB سنجنده‌ی LISSIII برای کلاسه‌بندی خاک‌های شور استفاده نمودند. آن‌ها شاخص شوری SI، NDSI، شاخص گیاهی NDVI و شاخص درخشندگی (BI) را به کار بردند و عنوان نمودند که این شاخص‌ها بهترین شاخص برای مطالعه‌ی شوری می‌باشند.

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق مناطق کاشان و مهارلو می‌باشد. پلایای کاشان در غرب ایران مرکزی و بین ۳۵ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۱۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۱ درجه و ۳۰ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۱۸ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است(داداشی، ۱۳۸۰: ۵۸). پلایای مهارلو در ۱۸ کیلومتری جنوب شیراز بین ۱۱درجه و ۲۹ دقیقه تا ۲۵ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است(مهرعلیزاده، ۱۳۸۵: ۲۴). شکل۱ موقعیت مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

شکل(۱). موقعیت مناطق مورد مطالعه

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش از تصاویر سنجنده‌ی LISSIII در تاریخ‌های مختلف تصویربرداری استفاده شده است(جدول ۱). این سنجنده دارای باندهای معادل TM2، TM3، TM4 و TM5 و قدرت تفکیک زمینی ۲۳/۵ متر برای باندهای نور مرئی و مادون قرمز نزدیک و میانی و عرض تصویربرداری آن‌ها ۱۴۰ کیلومتر است(علوی‌پناه، ۱۳۸۵: ۵۳).

جدول(۱). مشخصات داده‌های مورد استفاده

ماه	سال	نام سنجنده	نام منطقه
نوامبر	۲۰۰۸	LISSIII	کاشان
جولای	۲۰۰۶		مهارلو

به منظور کنترل کیفیت داده‌های مورد استفاده و آگاهی از این که خطاهای سیستماتیک و غیر سیستماتیک تا چه حد در تصحیح سیستمی برطرف‌شده یا باقی‌مانده است، داده‌ها مورد بررسی و مشاهده قرار گرفتند. پس از نمایش باندها به صورت تک‌باندی و ترکیبات رنگی مختلف با استفاده از نرم‌افزارهایی که قابلیت نمایش و بزرگ‌نمایی بالایی دارند، به کمک بزرگ‌نمایی آنها در بخش‌های مختلف تصاویر از لحاظ خطاهای رادیومتریکی نظیر راه‌راه‌شدگی، خطای زیر هم قرارگرفتن خطوط اسکن، پیکسل‌های دوبله و همچنین اثرات اتمسفری نظیر ابر مورد بررسی قرار گرفتند. داده‌های مورد استفاده در این تحقیق دارای تصحیحات استاندارد بودند. با توجه به هدف مطالعه که ارائه روش نوینی برای تفکیک نمکزارهای مناطق خشک و تهیه نقشه موضوعی آن با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای می‌باشد، روش پیشنهادی در این تحقیق استفاده از ترکیب نسبت بین باندها و آستانه‌گذاری است. در آغاز مبادرت به برش محدوده مورد مطالعه از کل تصویر گردید که این محدوده در بخش کوچکی از فریم کامل تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد. بدین گونه عملیات بعدی برروی محدوده برش‌خورده انجام شد. در مرحله بعد به منظور تفکیک نمکزار از روی تصاویر موجود با روش پیشنهادی، تصاویر به نرم‌افزار ILWIS3.3 وارد شدند.

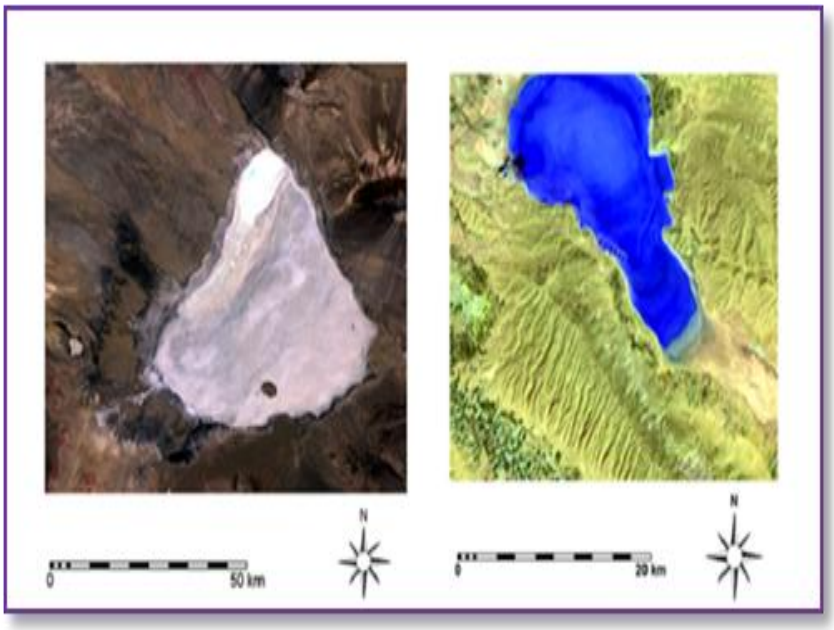
نتایج

مرحله‌ی نخست، بارزسازی طیفی تصاویر می‌باشد. در این مرحله به منظور بررسی بازتاب‌های طیفی پدیده‌ها از هیستوگرام تصاویر استفاده شد. بسط‌دادن دامنه‌ی تصویر به دامنه‌ی وسیع‌تری از مقادیر درجه روشنایی را بارزسازی طیفی یا بهبود کنتراست گویند که در اثر این

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

بسط به دلیل وضوح بیش‌تر تصویر، امکان متمایزشدن پدیده‌های بیش‌تری فراهم می‌گردد(لیلیسند و کی‌فر، ۱۳۸۰: ۱۳۲). با ترکیب باندهای مختلف سنجنده مورد استفاده در نرم‌افزار ILWIS، تعداد زیادی تصویر رنگی کاذب حاصل می‌شود که بهترین ترکیب رنگی برای تفکیک نمکزار با استفاده از شاخص OIF، ترکیب رنگی باندهای ۵،۴،۳(RGB۵۴۳) است که مرز میان نمکزار و سایر پدیده‌ها را بهتر ظاهر می‌نماید. شکل۲ بهترین ترکیب رنگی حاصل از باندهای مختلف سنجنده مورد استفاده برای تفسیر چشمی نمکزارهای مناطق مورد مطالعه را نشان می‌دهد.



شکل(۲). تصاویر رنگی کاذب نمکزارها به ترتیب کاشان(سمت چپ) و مهارلو(سمت راست)

در مرحله‌ی دوم، با شاخص ترکیب بهینه‌ی باندی (OIF)[1]، ترکیب رنگی کاذب (FCC)[2] تولید شد. شاخص OIF از جمله روش‌های انتخاب ترکیب باندی مبتنی بر معیارهای آماری تصاویر مورد استفاده در ساخت تصاویر رنگی است(مترنیچت، ۲۰۱۰: ۲۵۱). از ترکیب ۳ باند مختلف و اختصاص هر رنگ از سه رنگ اصلی قرمز، سبز و آبی (RGB) به هر باند، تصویر رنگی

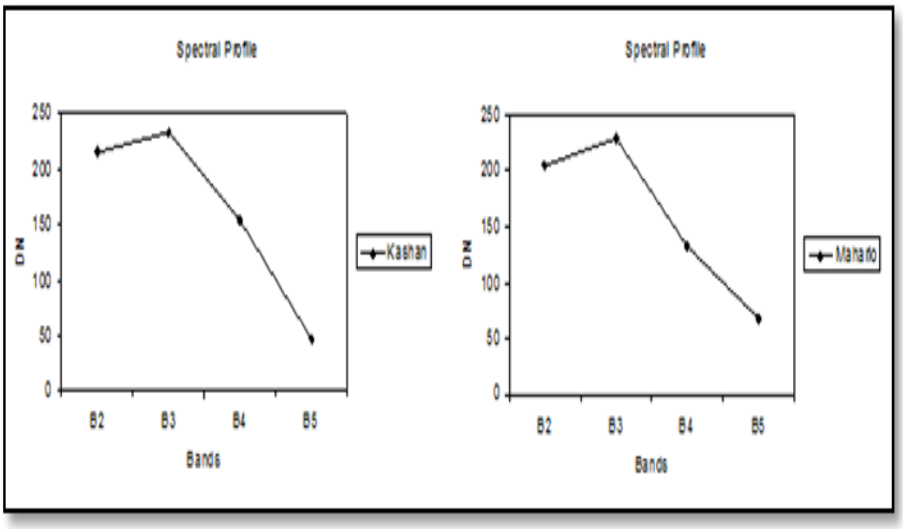
2.Optimum Index Factor (OIF)
3.False Color Composite

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

ساخته می‌شود(فرناندز[1] و همکاران، ۲۰۰۶: ۵۳). در تصویر رنگی کاذب (FCC)[2]، رنگ قرمز به باند مادن قرمز، رنگ سبز به باند قرمز و رنگ آبی به باند سبز نسبت داده می‌شو(جولدشلیجیر[3] و همکاران، ۲۰۰۸: ۱۵۰). اگر تصاویر رنگی کاذب به طور صحیح تهیه شده و هیستوگرام باندهای استفاده‌شده تشابه ظاهری داشته باشند، تصویر حاصله خوش‌ترکیب و قابلیت تفسیر بالایی خواهد داشت(سیگال، ۲۰۱۱: ۱۵۳). در مرحله دوم از آن جایی‌که در پایش نمکزارها با تصاویر ماهواره‌ای باید پیکسل‌های خالص نمک از سایر پیکسل‌ها تفکیک شوند، لذا قابلیت باندهای مختلف تصاویر مورد استفاده برای این تفکیک‌پذیری بررسی شدند. با توجه به این‌که باندهای مرئی به‌علت این‌که بیشتر از سایر باندها متأثر از ویژگی‌های سطح نمک هستند، جهت تفکیک پیکسل‌های خالص نمک چندان مناسب به‌نظر نمی‌رسند. ولی از آن‌جایی‌که باندهای مربوط به محدوده مادون‌قرمز میانی نسبت به رطوبت نمک حساسیت بیشتری داشته و به سرعت توسط مولکول‌های آب موجود در آن جذب می‌شوند، کم‌تر از باندهای مرئی تحت تأثیر ویژگی‌های سطحی نمک قرار می‌گیرند، لذا این باندها برای جداسازی پیکسل‌های خالص نمک از سایر پیکسل‌ها مناسب‌تر می‌باشند. بنابراین در تفکیک پیکسل‌های خالص نمک از سایر پیکسل‌ها، برای این‌که نواحی غیرنمکی پلایا به عنوان محدوده نمک تلقی نشوند، از نسبت باندهای مرئی و مادون‌قرمز میانی سنجنده‌ها استفاده شد. به منظور کاهش اثر عوامل ناخواسته و همچنین افزایش اطلاعات مربوط به نمکزارها، می‌توان حداقل دو باند را ترکیب نموده و شاخص مرکبی به نام شاخص نمکزار[4](SCI) ایجاد نمود. بنابراین در این تحقیق تلاش شده تا شاخص‌هایی ارائه شوند که قادرند اطلاعات مربوط به نمکزارها را افزایش دهند. اهمیت این شاخص‌ها به نوع داده‌های مورد استفاده و درصد سطح پوششی نمک بستگی دارد. شکل۳ منحنی میانگین بازتاب طیفی نمکزارهای کاشان و مهارلو سنجنده LISSIII را نشان می‌دهد که از مقادیر میانگین درجه روشنایی پیکسل‌های تصویر استخراج شده است.

1 Fernandez
2 False Color Composite Image
3 Goldshleger
10.Salt Crust Index

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]



شکل(۳). منحنی میانگین بازتاب طیفی نمکزارهای کاشان(سمت چپ) و مهارلو(سمت راست) در باندهای سنجنده LISSIII

بر اساس تحلیل شکل۳ می‌توان دریافت که بیشترین بازتاب طیفی نمکزار در محدوده مرئی و کمترین بازتاب آن در محدوده مادون‌قرمز میانی می‌باشد. پس مقدار اختلاف بازتاب‌های طیفی نمکزارها در باندهای مرئی و مادون‌قرمز میانی بسیار زیاد است و نسبت این باندها می تواند شاخص خوبی برای تشخیص آنها باشد. در این تحقیق دو مورد از شاخص‌ها با توجه به خصوصیات سنجنده LISSIII ارائه شده‌اند:

(الف) شاخص نمک زار نسبتی[۱](RSCI): به صورت رابطه زیر محاسبه می‌شود:

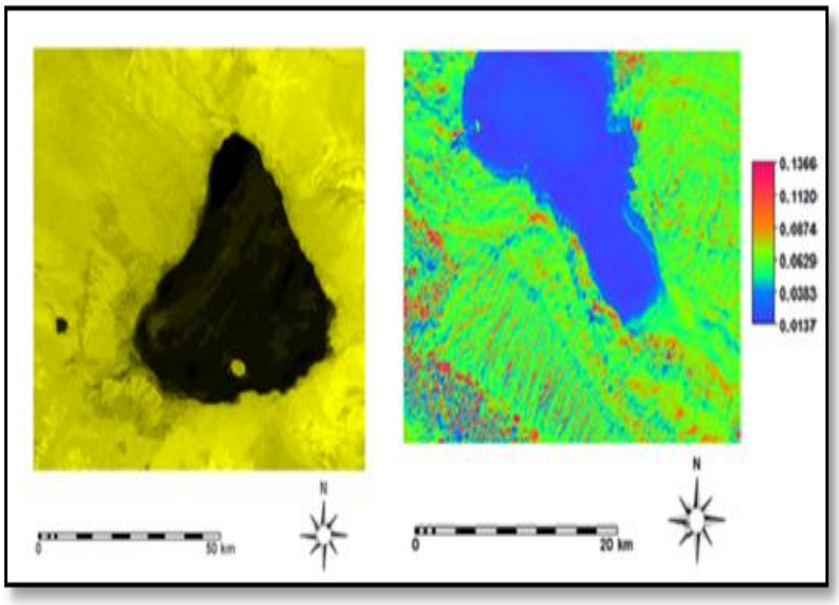
رابطه (۱) RSCI=LISSIII5/LISSIII3

شکل۴ تصاویر حاصل از شاخص نمکزار RSCI سنجنده LISSIII را در مناطق کاشان و مهارلو نشان می‌دهد.

11.Ratio Salt Crust Index

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]



شکل۴: تصاویر حاصل از شاخص RSCI سنجنده LISSIII نمکزارهای کاشان(سمت چپ) و مهارلو(سمت راست)

(ب). شاخص نمکزار تفاضلی نرمال شده[1] (NDSCI): این شاخص به صورت رابطه زیر محاسبه می‌شود:

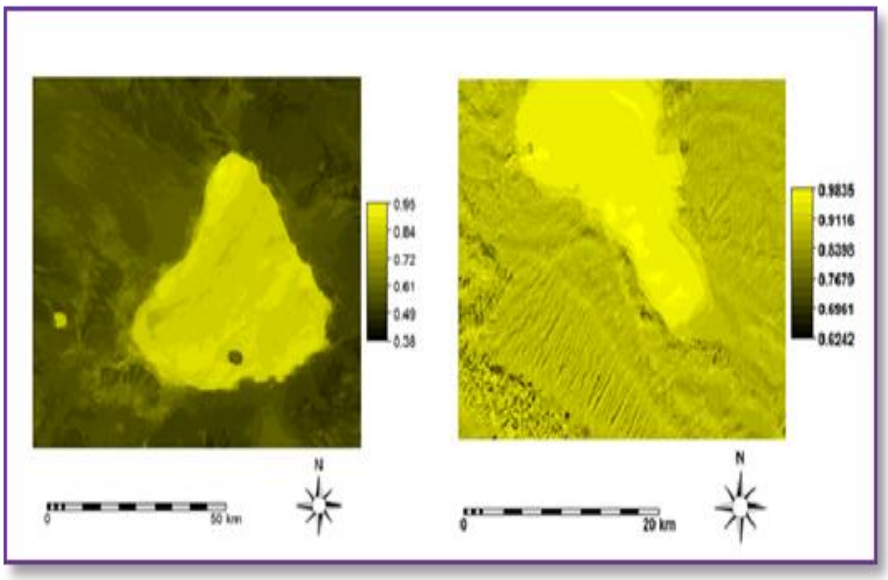
رابطه (۲) NDSCI=LISSIII3-LISSIII5/LISSIII3+LISSIII5

شکل۵ تصاویر حاصل از شاخص نمکزار NDSCI سنجنده LISSIII را در مناطق کاشان و مهارلو نشان می‌دهد.

12..Normalized Difference Salt Crust Index

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]



شکل((۵). تصاویر حاصل از شاخص NDSCI سنجنده LISSIII به ترتیب از بالا به پایین کاشان و مهارلو

در مرحله‌ی پنجم، از آن‌جایی‌که در پایش نمکزار با تصاویر ماهواره‌ای باید پیکسل‌های خالص نمک از سایر پیکسل‌ها تفکیک شوند؛ لذا قابلیت باندهای مختلف تصاویر مورد استفاده برای این تفکیک‌پذیری بررسی شدند. در شرایط رطوبتی پایین، اراضی متأثر از نمک مقدار بازتاب بیشتری را در محدوده‌ی طیف مرئی مخصوصاً آبی نشان می‌دهند و بازتاب پایین در باندهای مادون قرمز میانی اتفاق می‌افتد(فریفته و همکاران، ۲۰۰۶: ۲۵۷). با توجه به این‌که باندهای مرئی بیش‌تر از سایر باندها در نمکزار متأثر از ویژگی‌های سطح نمک هستند، جهت تفکیک پیکسل‌های خالص نمک چندان مناسب به نظر نمی‌رسند(جوشی[1] و همکاران، ۲۰۰۹: ۳۶). ولی از آن جایی که باندهای مربوط به محدوده‌ی مادون قرمز میانی نسبت به رطوبت نمک حساسیت بیشتری داشته و به سرعت توسط مولکول‌های آب موجود در نمک جذب می‌شوند، کم‌تر از باندهای مرئی تحت تأثیر ویژگی‌های سطحی نمک در نواحی خشک قرار می‌گیرند(کاراوانوا[2] و همکاران، ۲۰۰۹: ۱۵۳). در بررسی رفتارهای طیفی نمکزارها که منحنی طیفی دقیقی از آن‌ها به علت عدم دسترسی به رادیومترها در دست نیست، می‌توان از

1. Joshi
2. Karavanova

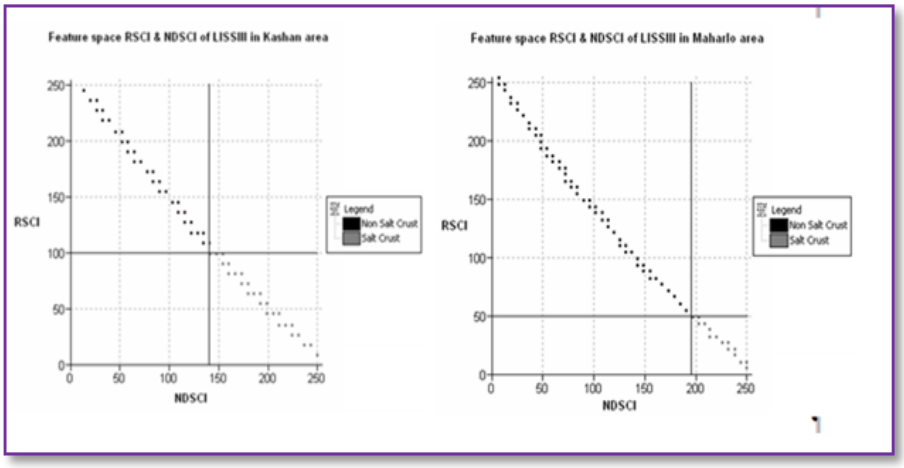
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

هیستوگرام یا مقادیر پیکسل‌های تصویر استفاده نمود(ویسمیلر[۱] و کامینسکای[۲]، ۲۰۱۲: ۳۲۵). با ترسیم مقادیر میانگین درجه‌ی روشنایی[۳] پیکسل‌های تصویر، منحنی بازتاب‌های طیفی نمکزار به دست می‌آید که فرمول‌ها و شاخص‌های مورد نظر از آن قابل استخراج می‌باشند. به منظور کاهش اثر عوامل ناخواسته روی اطلاعات نمک و هم‌چنین افزایش اطلاعات مربوط به آن‌ها، می‌توان حداقل دو باند از سنجنده‌ها را ترکیب نموده و فرمول مرکبی ایجاد نمود. این فرمول‌ها تبدیلات ریاضی می‌باشند که بر اساس باندهای مختلف سنجنده‌ها تعریف شده و برای آشکارسازی پدیده‌ها در مشاهدات ماهواره‌ای چند طیفی طراحی می‌شوند(بوروج[۴]، ۲۰۰۶: ۲۵۳). در این تحقیق به منظور ارزیابی قابلیت تفکیک‌پذیری شاخص‌های RSCI و NDSCI در شناسایی نمکزارها از روش آستانه‌گذاری استفاده شد. بدین منظور ابتدا تصاویر حاصل از این شاخص‌ها را در یک مجموعه باندی نرم‌افزار ILWIS قرار داده و سپس اقدام به تولید تصاویر رنگی کاذب شد. بر اساس تفسیر چشمی بر روی تصویر رنگی کاذب، کلاس‌های نمکزار و غیرنمکزار شناسایی و بر روی صفحه نمایشگر همزمان با نمایش نمودار دوبعدی[۵] به انتخاب پیکسل‌ها و نمونه‌برداری از نمکزار و غیرنمکزار اقدام شد. پس از انتخاب نمونه‌ها برای کنترل میزان تفکیک‌پذیری کلاس‌ها نمودار دوبعدی پراکنش پیکسل‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت و در انتها با بررسی نمودار دوبعدی کلاس‌های آموزشی اقدام به اصلاح نمونه‌برداری گردید. با توجه به این‌که در شناسایی نمکزار باید پیکسل‌های خالص نمک از سایر پیکسل‌ها تفکیک شوند، لذا قابلیت شاخص‌های RSCI و NDSCI در نمودار دوبعدی پراکنش پیکسل‌ها بررسی شد(شکل۶). در مرحله نهایی به منظور اطمینان بیشتر به میزان تفکیک‌پذیری شاخص‌های RSCI و NDSCI از حد آستانه‌ها در دامنه مقادیر بین صفر تا ۲۵۵ استفاده گردید(خطوط عمود بر هم ممتد در نمودارهای پراکنش دوبعدی حد آستانه تفکیک‌پذیری شاخص‌ها را نشان می‌دهد). حدآستانه در این روش به‌گونه‌ای انتخاب گردید تا کلیه پیکسل‌های نمک از سایر پیکسل‌ها متمایز گردند. به پیکسل‌های نمک عدد صفر و به پیکسل‌های غیرنمک عدد یک نسبت داده می‌شود تا یک نقشه موضوعی تولید شود. آستانه‌گذاری از روی نمودار دوبعدی پراکنش پیکسل‌ها به‌نحوی صورت پذیرفت تا پیکسل‌های غیرنمک به‌جای نمک انتخاب نگردد. لیکن پیکسل‌های مختلط یا پیکسل‌هایی که به نمک‌بودن آنها اعتماد بود به‌عنوان پیکسل‌های

1. Weismiller
2. Kaminsky
9..Digital number
4. Burrough
15.Feature Space

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

نمک طبق الگوریتم‌های جدول۲به نرم‌افزار ILWIS معرفی گردیدند که Gi(x) مقادیر پیکسل‌های iام از تصویر است. با اجرای این الگوریتم‌ها توسط نرم‌افزار نقشه‌های موضوعی شامل کلاس‌های نمکزار و غیرنمکزار به‌دست آمد(شکل۷).



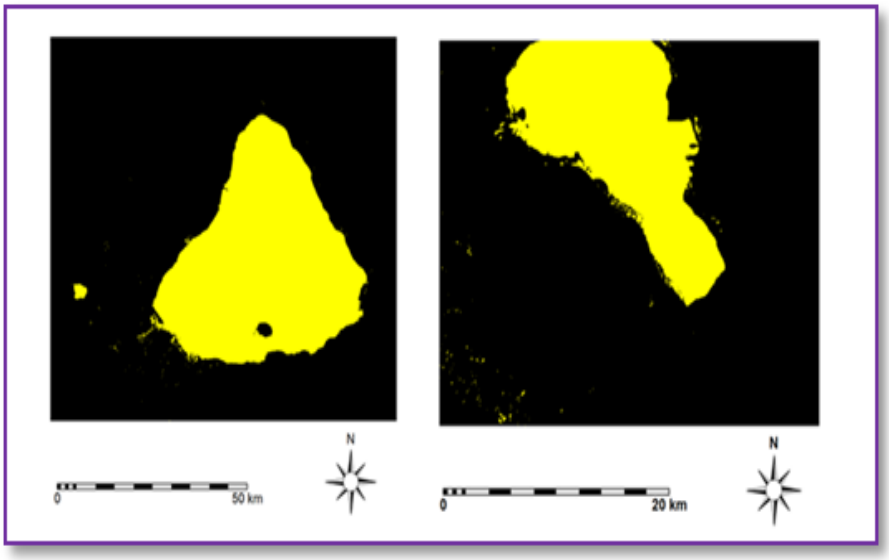
شکل۶: پراکنش پیکسل‌ها در نمودار دوبعدی شاخص‌های RSCI وNDSCI سنجنده LISSIII به ترتیب کاشان(سمت چپ) و مهارلو(سمت راست)

جدول(۲). الگوریتم‌های استفاده شده در نرم‌افزار برای تفکیک نمکزار

نام منطقه	نام سنجنده	الگوریتم
کاشان	LISSIII	IFF [$G_i(x)<100$ and $G_i(x)> 148$, 0,1]
مهارلو		IFF [$G_i(x)<50$ and $G_i(x)>198$, 0,1]

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]



شکل(۷). تصویر حاصل از آستانه‌گذاری شاخص‌های RSCI و NDSCI سنجنده LISSIII به ترتیب کاشان(سمت چپ) و مهارلو(سمت راست)

برای ارزیابی صحت نتایج، نقشه‌های حاصل از شاخص‌های RSCI و NDSCI با نقشه واقعیت زمینی نمونه‌های آموزشی کلاس‌های نمکزار و غیرنمکزار تلاقی داده شد و بر اساس این تلاقی ماتریس خطا[1] محاسبه گردید که نتایج آن در جدول۳ آورده شده است.

جدول(۳). ضریب کاپا و دقت کلی شاخص‌های RSCI و NDSCI سنجنده LISSIII

نام منطقه	نام شاخص	دقت کلی	ضریب کاپا
کاشان	RSCI	۷۸/۷۱	**./۷۷**
مهارلو		۸۲/۱۴	**./۷۹**
کاشان	NDSCI	۷۲/۵۲	**./۷۰**
مهارلو		۸۶/۶۹	**./۸۴**

16.Error Matrix

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

نتیجه‌گیری

وجود برخی ترکیبات مختلط با سطح نمکزارها از معضلاتی است که تفکیک آنها را با استفاده از روش‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای با مشکل روبه‌رو می‌سازد. در این تحقیق روش‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای شامل تفسیر چشمی بهترین ترکیب رنگی کاذب، نسبت‌گیری طیفی و آستانه‌گذاری جهت پایش نمکزارهای کاشان و مهارلو از داده‌های ماهواره‌ای سنجنده LISSIII آزمون شدند. پس از به‌دست آوردن نقشه‌های موضوعی، در نهایت دقت روش‌های مختلف به‌صورت کیفی و کمی ارزیابی گردید. در روش تفسیر چشمی ترسیم دقیق مرز نمکزارها دشوار بوده و شناسایی موقعیت دقیق خط مرزی نمکزار از روی تصویر رنگی کاذب معمولا با خطاهایی همراه می‌شود. نتایج حاصل از تفسیر چشمی تصاویر رنگی استفاده‌شده جهت تفکیک نمکزارها نشان داد که یکی از مشکلات اساسی در این روش، تشخیص ضعیف خط مرزی توسط مفسر به‌دلیل عواملی چون وجود پیکسل‌های مخلوط[1] و عدم وجود کنتراست مناسب جهت تمایز کلاس نمکزار از سایر پدیده‌های مشابه با آن از نظر ویژگی‌های طیفی می‌باشد. با توجه به متغیربودن خطوط مرزی نمکزار که جزء ویژگی‌های طبیعی آن می‌باشد، پایش پیوسته آن با روش مبتنی بر تفسیر چشمی چندان مناسب به‌نظر نمی‌رسد. با توجه به این مشکلات و طبیعت پیچیده نمکزارهای مناطق مورد مطالعه، در این تحقیق از روش آستانه‌گذاری بر روی تصاویر حاصل از نسبت‌گیری طیفی برای تفکیک نمکزار استفاده شد. بر اساس تحلیل بازتاب طیفی نمکزارهای مناطق خشک کاشان و مهارلو در تصاویر باندهای مختلف سنجنده LISSIII و نسبت گیری طیفی، شاخص‌های RSCI(شاخص نمکزار نسبتی) و NDSCI(شاخص نمکزار تفاضلی نرمال‌شده) برای پایش نمکزارها پیشنهاد شد. با اعمال آستانه‌گذاری بر روی تصاویر شاخص‌های تعریف‌شده، نقشه نمکزارهای مناطق مورد مطالعه تهیه شد. دقت نقشه‌های حاصل از آستانه‌گذاری بر روی تصاویر شاخص‌های RSCI و NDSCI به ترتیب ۸۷ و ۹۲٪ نشان داد که شاخص‌های RSCI و NDSCI در تفکیک نمکزارهای مناطق کاشان و مهارلو از تصاویر ماهواره‌ای سنجنده LISSIII کارایی دارند. با توجه به این‌که نتایج حاصل از پردازش و تفسیر داده‌های مورد استفاده در این تحقیق به واقعیت زمینی نزدیک است و از صحت قابل قبولی برخوردار می‌باشد، می‌توان نتیجه گرفت که تهیه نقشه نمکزارهای مناطق کاشان و مهارلو با به‌کارگیری داده‌های سنجش از دور سریع‌تر صورت گرفته و عملیات پایش را با صرف هزینه کم‌تر انجام داد.

17. Mixed pixel

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

منابع و ماخذ

۱. رضایی‌مقدم، محمدحسین (۱۳۸۷). **بررسی تحولات ژئومورفولوژیک پلایای کهک استان خراسان جنوبی براساس روش‌های استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و منطق فازی**، مجله جغرافیا و توسعه، ش.۱۸، ص. ۴۳ـ۶۰.

۲. طاهرزاده، محمدحسین (۱۳۸۳). **کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در شناسایی اراضی شور منطقه جنوب و جنوب‌غربی اهواز**، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران.

علوی‌پناه، سیدکاظم (۱۳۸۵). **ارزیابی باند حرارتی TM ماهواره لندست در مطالعات خاک در مناطق بیابانی**، مجله بیابان، ش. ۱و۲، ص. ۵۱ـ۶۴.

۳. علوی‌پناه، سیدکاظم (۱۳۸۸). **کاربرد سنجش از دور در علوم زمین(علوم خاک)**، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۷۸ص.

۴. فاطمی، سیدباقر (۱۳۸۵). مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده، ۲۶۰ص

۵. لیلیسند و کی‌فر، ترجمه مهندس حمید مالمیریان (۱۳۸۰). **پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای**، تهران: انتشارات سازمان جغرافیایی.

۶. مالمیریان، حمید (۱۳۸۰) **پردازش رقومی تصاویر ماهواره‌ای**، انتشارات سازمان جغرافیایی، ۲۱۰ص.

Alavi Panah, S.K. Goosens, R. Dedapper, M. (2004). ***Study of soil salinity in the Ardakan area,Iran based upon field observation and remot sensing***. Oprational remote sensing for sustainable development., Bolkema, Rotterdam, PP. 419-426.

Burrough, P. (2006). ***Fuzzy mathematical methods for soil survey and land evaluation***. Journal Soil Scince. Vol.40, PP.477-492.

Cannon, M., McKenzie, R., & Lachapelle, G., (2008) ***Soil salinity mapping with electromagnetic induction and satellite-based navigation methods***. Canadian Journal of Soil Science., Vol.74, PP.335-343.

Csillage, F. Pasztor, L. Beihl, L. (2004). ***Spectral band selection for the characterization of salinity status of soils***. Remote Sensing of environment., Vol. 43, PP. 231-242.

De Jong, S. M. & Van Der Meer, F. D. (2005). ***Remote Sensing Image Analysis, Including the spatial domain***. Vol. 5., Springer Press., 359 PP.

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

Dwivedi, R. S. & K. Sreenivs (2010). ***Image transformation as a tool for the study of soil salinity and alkalinity dynamics***. Int. J. Remote Sens., Vol. 19, PP. 605_619.

Dwivedi, R. S. & Rao, B. R. M. (2008). ***The selection of the best possible Landsat TM band combination for delineating salt-affected soils***. International Journal of remote sensing. Vol.13, PP.2051-2058.

Farifteh, J. A. & R. J. Farshad (2006). ***Assessing salt_affected soils using remote sensing, Solute modeling and geo***. Vol. 130, PP. 191_206.

Farifteh, J. F.Van Der Meer, M. Van Der Meijdi & C. Atzberger, (2008). ***Spectral characterization of salt_affected soils, A laboratory experiment***. J. geo. Vol. 145, PP. 196_206.

Fernandez-Buces, N. C. Siebe, S. Cram & J. L .Palacio (2006). ***Mapping soil salinity using combined spectral responses index for bar soil and vegetation: A case study in the Hormer Lake Taxaco, Mexico***. Journal of Arid Environment. Vol. 65., PP. 644-667.

Gold Shleger, N. Bende, E. Benyamini, Y. Agassi, M. & Blumber, D. (2008). ***Characterization of soils strutral crust by spectral reflectance in the SWIR region (1.2-2.5 AM)***. Terra Nova. Vol. 13., PP. 12-17.

Joshi, M.D, B. Sahai, (2009). ***Mapping of salt affected land in Saurashtra coast using Landsat Satellite data***. International Journal of Remote Sensing. Vol. 14, PP. 1919-1929.

Karavanova, E. I. et al. (2009). ***Application of remote sensing techniques for the study of soil salinity in semi-arid Uzbekistan***.

Khan, M. n, & Y .Sato. (2010). ***Land degredation duo to hydro-salinity in semi-arid regions using GIS and remote sensing***. Agricultural water management. Vol. 77., PP. 96-109.

Lilisand, T. M. & R. W. Keifer (2006). ***Remote sensing and image interpretation***. University of Wisconsin Madison, PP. 735.

Metternicht, G. Zink, J. (2010). ***Spatial discrimination of salt and sodium affected soil surface***. INT. J. Remote Sensing. Vol. 18., NO. 12., PP. 2571-2586.

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

Metternicht, G. (2010). ***Assesing temporal and spatial changes of salinity using Fuzzy logic, remote sensing and GIS Foundations of an expert system***. Ecological Modeling., Vol. 144., PP. 163-179.

Metternicht, G. Zinck, J. A. (2011). ***Remote sensing of soil salinity: Potentials and Consraints. Remote sensing of environment***. Vol. 85., PP. 1-20.

Richards, J. A. (2004). ***Remote sensing digital image analysis: An Introduction.***

Siegal, B. & Gillespie, (2011***). Remote sensing in geology***. New York:Willey.

Weismiller, R. A, & S. A. Kaminsky (2012). ***Application of remote sensing technology soil survey research***. J. Soil water conservation. 33:288.

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]

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

[DOR: 20.1001.1.22287736.1395.16.40.8.9]