

پایش دریاچه نمکی مهارلو با تکنیک‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای چندطیفی

حسین نظم‌فر*^۱، نادر سرمستی^۲، سید کاظم علوی‌پناه^۳

۱. استادیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه محقق اردبیلی

nadersarmasty@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری، گروه ژئومورفولوژی، دانشگاه محقق اردبیلی

salavipa@ut.ac.ir

۳. استاد گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۱۲/۲۵

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۲/۵/۱۳

چکیده

مطالعه دریاچه‌های نمکی پلایاها یکی از مهم‌ترین پدیده‌های ژئومورفولوژیکی بسیار مهم است. در این شرایط پایش و ارزیابی چنین پدیده‌هایی امر مهمی در توسعه و مدیریت منابع طبیعی تلقی می‌شود. مطالعه دریاچه‌های نمکی این محیط‌ها با صرف زمان و هزینه کمتر و در چشم‌انداز وسیع، استفاده از دانش سنجش از دور را می‌طلبد. پایش دریاچه‌های نمکی مناطق خشک پارامتری مهم در توسعه پایدار و حفاظت از محیط زیست است. پایش این پدیده‌ها، نیاز به استخراج و تهیه نقشه‌های موضوعی در زمان‌های مختلف دارد. یکی از مهم‌ترین تکنیک‌های پایش این پدیده‌ها استفاده از تکنیک سنجش از دور و داده‌های ماهواره‌ای است. در این تحقیق پایش دریاچه‌های نمکی مناطق خشک و نیمه‌خشک از تصاویر ماهواره‌ای ارائه و آزمایش شده است. الگوریتم پیشنهادی از ترکیب دو روش آستانه‌گذاری روی هیستوگرام تصویر و نسبت بین باندها تشکیل شده است. منطقه مورد مطالعه این تحقیق دریاچه نمکی مهارلوس است. پایش دریاچه نمکی مهارلو با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER ماهواره ترا در سال ۲۰۱۰ صورت پذیرفت. ابتدا پردازش‌های اولیه روی تصاویر اعمال شد. سپس با نسبت‌گیری بین باندها و آستانه‌گذاری روی هیستوگرام تصویر تولید شده، شاخص‌های RSCI و NDSCI تعریف شد و نقشه نهایی دریاچه نمکی به دست آمد. به منظور ارزیابی دقت حاصل از الگوریتم پیشنهادی، نتایج با نقشه‌های مرجع مطابقت داده شد. دقت دریاچه نمکی استخراج شده از شاخص‌های RSCI و NDSCI برابر ۰/۸۷ و ۰/۹۲ برآورد شد. نتایج نشان داد شاخص‌های RSCI و NDSCI در مقیاس منطقه‌ای برای پایش دریاچه نمکی مهارلو کارایی دارند.

کلیدواژه

آستانه‌گذاری، تصاویر ماهواره‌ای، دریاچه نمکی مهارلو.

۱. سرآغاز

استفاده از فناوری‌های نوظهوری همچون سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی به شدت افزایش یافته است، چرا که تصاویر ماهواره‌ای چندطیفی مزایا و امتیازهایی دارند که در دسترس بودن و تفسیر رقومی آن‌ها مهم‌ترین امتیاز محسوب می‌شود (علوی‌پناه، ۱۳۸۸). مطالعه پدیده‌های ژئومورفولوژیکی این محیط‌ها با صرف زمان و

دریاچه‌های نمکی پلایاها محیط‌های بوم‌شناختی‌ای است که همواره مورد توجه محققان بوده است (Metternicht et al., 2010). در این شرایط پایش و ارزیابی چنین مناطقی امر مهمی در توسعه و مدیریت منابع طبیعی است (Dejong et al., 2009). بدین منظور و در دهه‌های اخیر

پیکسل X بزرگ‌تر یا مساوی آستانه معرفی شده باشد، پیکسل X در کلاس معرفی شده طبقه‌بندی می‌شود. در غیر این صورت ناشناخته باقی می‌ماند (Lilissand et al., 2011). Farifteh و همکاران (2009) شش محدوده طیفی را در خاک‌هایی در معرض شورشیدن معرفی می‌کنند که شامل باندهای مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی است. نتایج نشان داد که در شرایط رطوبتی پایین، نمک‌ها مقدار بازتاب بیشتری را در محدوده طیف مرئی مخصوصاً آبی نشان می‌دهند. بازتاب پایین در شرایط حضور آب هیگروسکوپیک در باندهای مادون قرمز میانی اتفاق می‌افتد. نوع و آرایش کریستال‌های نمک و ساختمان آن نیز در میزان بازتاب مؤثر است. Csillahe و همکاران (2008) در مطالعه محدوده‌های طیفی و باندهای مناسب برای طبقه‌بندی خاک‌های تحت تأثیر نمک نشان دادند که وقتی نوع نمک غالب کربنات سدیم باشد، محدوده طیف مرئی و مادون قرمز نزدیک برای استفاده در طبقه‌بندی مفید است. Dwivedi و همکاران (2010) خاک‌های متأثر از شوری منطقه ایندوگانگتیگ‌اوتارپرادش هند را با استفاده از داده‌های لندست TM طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۵ بررسی کردند. در این تحقیق از انواع تکنیک‌های پردازش تصویر نظیر آنالیز مؤلفه‌های اصلی، نسبت‌های طیفی و تفریق تصاویر استفاده و نتیجه‌گیری شد که سومین مؤلفه 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.

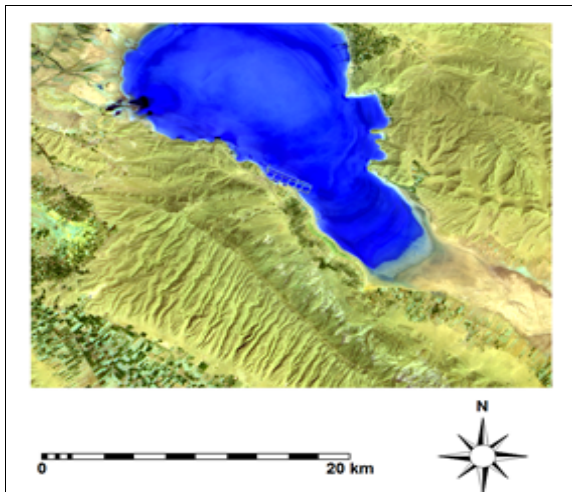
در مجموع، هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی پایش دریاچه‌های نمکی با تصاویر ماهواره‌ای در گستره فضایی پلایاست. با توجه به موارد ذکر شده و اهمیت دریاچه‌های نمکی پلایاها، در این تحقیق پایش دریاچه‌های نمکی مهارلو با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER ماهواره TERRA در سال ۲۰۱۰ مطالعه شد.

هزینه کمتر و در چشم‌انداز وسیع، استفاده از دانش سنجنش از دور را می‌طلبد (Goldshelger et al., 2008).

پایش دریاچه‌های نمکی مناطق خشک پارامتری مهم در توسعه پایدار و حفاظت از محیط زیست است. پایش این پدیده‌ها، نیاز به استخراج و تهیه نقشه‌های موضوعی در زمان‌های مختلف دارد. فناوری سنجنش از دور روش مؤثری جهت اخذ داده‌های مورد نیاز است. این روش فاقد محدودیت‌های زمانی و مکانی معمول است. محدودیت‌های موجود در خصوص استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به منظور تهیه نقشه از مناطق تحت تأثیر نمک به چگونگی رفتار طیفی انواع نمک‌های موجود، توزیع مکانی نمک‌ها روی سطح زمین، تغییرات زمانی شوری، پوشش گیاهی به منزله مانع و اختلاط‌های طیفی با سایر سطوح زمین بستگی دارد (Alavipanah, 2008).

وجود برخی ترکیبات مختلط با سطح دریاچه‌های نمکی پلایاها از معضلاتی است که تفکیک پهنه نمکی را با استفاده از روش‌های پردازش تصاویر ماهواره‌ای با مشکل روبه‌رو می‌سازد (Weismiller et al., 2012). در شرایط رطوبتی پایین، اراضی متأثر از نمک مقدار بازتاب بیشتری را در محدوده طیف مرئی مخصوصاً آبی نشان می‌دهند و بازتاب پایین در باندهای مادون قرمز میانی اتفاق می‌افتد (Farifteh et al., 2009). به منظور کاهش اثر عوامل ناخواسته روی اطلاعات نمک، هم‌نین افزایش اطلاعات مربوط به آنها، می‌توان حداقل دو باند از سنجنده‌ها را ترکیب و فرمول مرکبی ایجاد کرد. این فرمول‌ها تبدیل‌های ریاضی‌اند که براساس باندهای مختلف سنجنده‌ها تعریف و برای آشکارسازی پدیده‌ها در مشاهدات ماهواره‌ای چندطیفی طراحی می‌شوند (فاطمی، ۱۳۸۵). ساده‌ترین راه برای تفسیر نتایج محاسبات تصویری استفاده از حدآستانه است. حدآستانه مرزی برای فضای طیفی است که پایین‌تر از آن احتمال کمی برای پیکسل جهت ورود به یک کلاس فرضی وجود دارد و پیکسل مذکور به کلاس ناشناخته یا غیرطبقه‌بندی شده اختصاص می‌یابد. اگر فاصله طیفی برای

کاذب (FCC)^۱ با شاخص ترکیب بهینه بانندی (OIF)^۲ به منظور تفسیر چشمی ساخته شد. با ترکیب باندهای مختلف سنجنده ASTER در نرم‌افزار ILWIS، تعداد زیادی تصویر رنگی کاذب حاصل شد که ترکیب رنگی مناسب برای تفکیک دریاچه نمکی مورد مطالعه، ترکیب رنگی باندهای ۲، ۳، ۴ (RGB۲۴۳) است. به علت اینکه در شرایط رطوبتی پایین، اراضی متأثر از نمک مقدار بازتاب بیشتری را در محدوده طیف مرئی مخصوصاً آبی نشان می‌دهند و بازتاب پایین در باندهای مادون قرمز میانی اتفاق می‌افتد، لذا ترکیب فوق برای تفسیر چشمی دریاچه نمکی مناسب است. بعد از تولید بهترین ترکیب رنگی، ابتدا به وسیله تکنیک‌های بارزسازی مختلف شامل بسط خطی هیستوگرام^۳ و فیلتر بارزسازی لبه، میزان کنتراست بین محدوده دریاچه نمکی و سایر پدیده‌ها افزایش داده و تصاویر برای تفسیر چشمی مناسب‌تر شد. سپس، با استفاده از عناصر اصلی تفسیر چشمی (شامل بافت^۴، تن^۵، شکل، رنگ، نقش^۶، سایه، موقعیت و...) خطوط مرزی دریاچه نمکی از روی تصویر به روش چشمی بررسی شد. شکل ۲ بهترین ترکیب رنگی حاصل از باندهای سنجنده ASTER برای تفسیر چشمی دریاچه نمکی مهارلو را نشان می‌دهد که در این تصویر دریاچه نمکی با رنگ آبی ظاهر شده است.

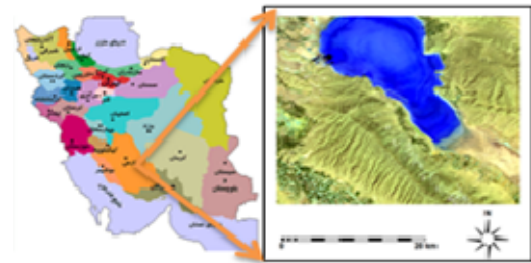


شکل ۲. تصویر رنگی کاذب دریاچه نمکی پلایای مهارلو

۲. مواد و روش‌ها

۲.۱. منطقه مورد مطالعه

محدوده مورد مطالعه در این تحقیق حوزه آبخیز مهارلوست که در ۱۸ کیلومتری جنوب شیراز قرار دارد. مساحت این حوزه ۴۲۷۱ کیلومترمربع و حداکثر درازای آن از جهت غرب به شرق ۳۵/۵ کیلومتر و ارتفاع متوسط آن ۱۴۸۲ متر از سطح دریاهای آزاد است. شکل ۱ موقعیت محدوده مورد مطالعه روی تصویر ASTER را در کشور نشان می‌دهد.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور ایران

۲.۲. داده‌ها و روش‌ها

داده‌های مورد استفاده در این تحقیق تصاویر سنجنده ASTER سال ۲۰۱۰ سپتامبر با ردیف ۱۶۳ و گذر ۳۹ است. این سنجنده با ناحیه طیفی وسیعی با ۱۴ باند از مرئی تا باند مادون‌قرمز حرارتی با قدرت تفکیک طیفی و مکانی بالاست. با توجه به هدف مطالعه که پایش دریاچه نمکی مهارلو و تهیه نقشه موضوعی آن با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای است، از ترکیب نسبت بین باندها و آستانه‌گذاری روی هیستوگرام تصاویر استفاده شد. به منظور تفکیک دریاچه نمکی مهارلو از روی تصاویر ASTER، تصاویر به نرم‌افزار ILWIS3.7 وارد شد که این نرم‌افزار در مطالعات آب و خاک از قابلیت مناسبی برخوردار است. تصاویر از نظر اعمال پیش‌پردازشی دارای تصحیحات استاندارد بود.

۳. یافته‌ها

در مرحله نخست پردازش تصاویر ماهواره‌ای ترکیب رنگی

را افزایش دهند. شکل ۳ نمودار میانگین بازتاب‌های طیفی دریاچه نمکی مهارلو را در محدوده‌های مرئی، مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز میانی و حرارتی سنجنده ASTER نشان می‌دهد که از مقادیر میانگین درجه روشنایی پیکسل‌های تصویر استخراج شده است.

بر اساس تحلیل شکل ۳ می‌توان دریافت که بیشترین بازتاب طیفی در محدوده مرئی (باند ۳) و کمترین بازتاب طیفی در محدوده مادون قرمز میانی (باند ۹) است. پس مقدار اختلاف بازتاب‌های طیفی دریاچه نمکی در بخش‌های مرئی و مادون قرمز میانی بسیار زیاد است و نسبت این باندها شاخص خوبی برای تشخیص این پدیده‌هاست. در این تحقیق دو شاخص با توجه به خصوصیات سنجنده ASTER در شرایط خشک و نیمه‌خشک مناطق بیابانی برای تفکیک دریاچه‌های نمکی از تصاویر ماهواره‌ای ارائه شده‌اند:

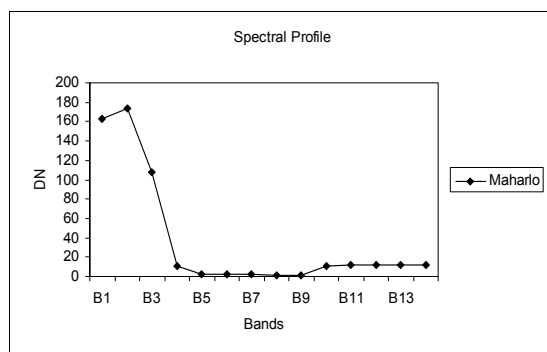
الف) شاخص دریاچه نمکی نسبتی (RSCI)^۹. شاخص دریاچه نمکی نسبتی که ساده‌ترین شاخص به حساب می‌آید، به صورت رابطه ۱ تعریف می‌شود.

رابطه (۱) $ASTER9/ASTER3$

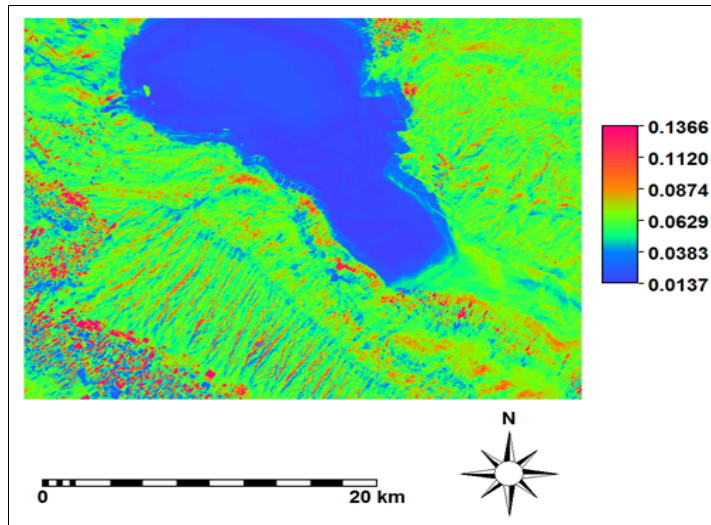
طبق تعریف این شاخص با توجه به قدرت تفکیک مکانی سنجنده ASTER، مقادیر این شاخص شدیداً به درصد سطح پوششی نمک در هر پیکسل بستگی دارد. شکل ۴ تصویر حاصل از شاخص دریاچه نمکی RSCI سنجنده ASTER را در پلایای مهارلو همراه با هیستوگرام آن در شکل ۵ نشان می‌دهد.

در مرحله دوم، از آنجا که در پایش دریاچه نمکی با تصاویر ماهواره‌ای باید پیکسل‌های خالص نمک از سایر پیکسل‌ها تفکیک شوند، لذا قابلیت باندهای مختلف تصاویر مورد استفاده برای این تفکیک‌پذیری بررسی شد. باندهای مرئی به علت اینکه بیشتر از سایر باندها متأثر از ویژگی‌های سطح نمک‌اند و باندهای مربوط به محدوده مادون قرمز میانی نسبت به رطوبت نمک حساسیت بیشتری دارند و به سرعت توسط مولکول‌های آب موجود در نمک جذب می‌شوند، لذا ترکیب این باندها برای جداسازی پیکسل‌های نمک خالص از سایر پیکسل‌ها مناسب‌تر است.

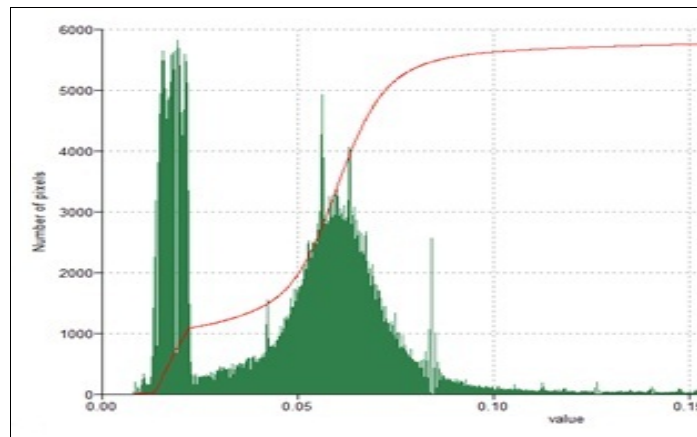
در بررسی ویژگی‌های طیفی دریاچه‌های نمکی با ترسیم مقادیر میانگین درجه روشنایی^۷ پیکسل‌های تصویر می‌توان منحنی بازتاب‌های طیفی را به دست آورد و شاخص‌های مورد نظر را از آن استخراج کرد. به منظور کاهش اثر عوامل ناخواسته روی اطلاعات دریاچه‌های نمکی، همچنین افزایش اطلاعات مربوط به آن‌ها، با ترکیب حداقل دو باند شاخص مرکبی به نام شاخص دریاچه نمکی (SCI)^۸ تعریف شد. بیشترین باندهایی که در تعریف شاخص‌های دریاچه‌های نمکی استفاده می‌شوند، در محدوده باندهای مرئی و مادون قرمز میانی است. دلیل این امر بازتاب شدید دریاچه‌های نمکی در بخش مرئی و جذب شدید آن‌ها در بخش مادون قرمز میانی طیف الکترومغناطیس است. بنابراین، تلاش شده تا شاخص‌هایی ارائه شوند که قادرند اطلاعات مربوط به دریاچه‌های نمکی



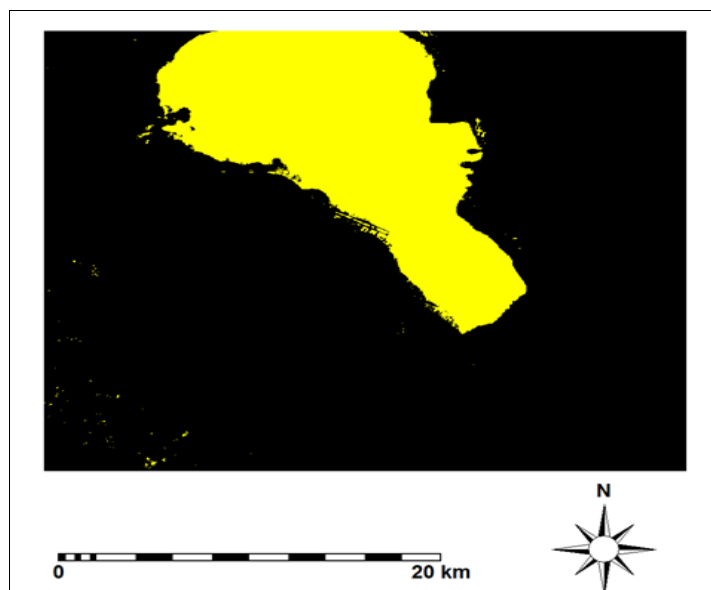
شکل ۳. نمودار میانگین بازتاب‌های طیفی دریاچه نمکی مهارلو



شکل ۴. تصویر حاصل از شاخص دریاچه نمکی RSCI



شکل ۵. هیستوگرام تصویر شاخص RSCI



شکل ۶. تصویر باینری حاصل از آستانه‌گذاری شاخص RSCI

رابطه فوق مقادير کمتر از ۰/۰۲۴۵ شامل پيکسل هاي نمک و مقادير بيشتري از آن پيکسل هاي غيرنمک اند که به ترتيب عدد صفر و يک به آن نسبت داده شده است. با اجراي اين الگوريتم با نرم افزار تصوير باينري با فرمت رستري شامل پيکسل هاي نمک و غيرنمک به دست آمد که درياچه نمکي با رنگ زرد تفکيک شده است (شکل ۶).

ب) شاخص درياچه نمکي تفاضلي نرمال شده (NDSCI). شاخص درياچه نمکي تفاضلي نرمال شده به صورت رابطه ۳ محاسبه مي شود.

رابطه (۳)

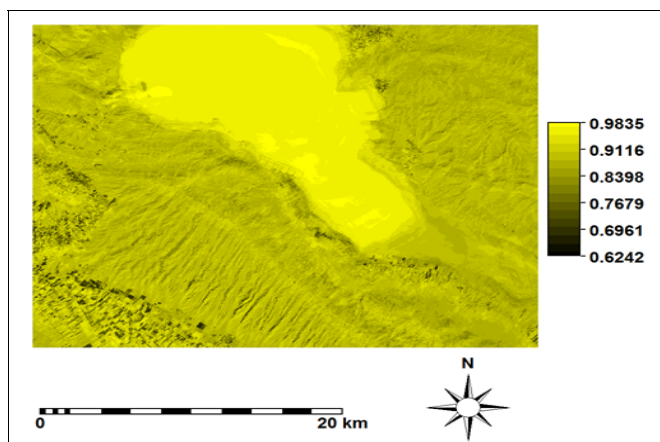
$$(ASTER3-ASTER9)/(ASTER3+ASTER9)$$

اين شاخص در واقع نسبت نرمال شده باندهاي مرئي و مادون قرمز مياني است. شکل ۷ تصوير حاصل از شاخص درياچه نمکي NDSCI سنجنده ASTER را در پلايای مهارلو و شکل ۸ هيستوگرام آن را نشان مي دهند.

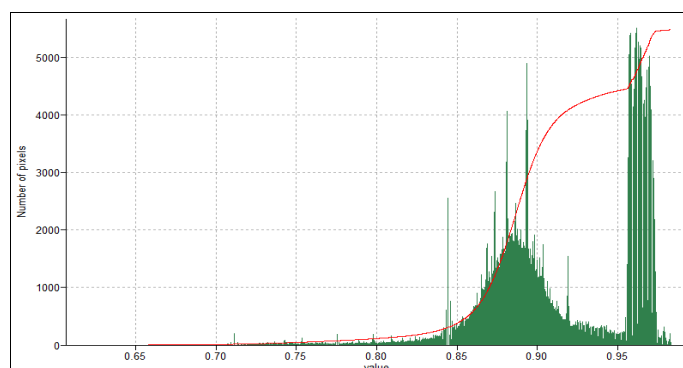
بر اساس تحليل شکل ۵، هيستوگرام تصوير داراي دو بيشينه متمايز است که مقادير کمتر از ۰/۰۲۴۵ جزء پيکسل هاي نمک است. بنابر اين يک مقدار حد آستانه بين اين دو بيشينه به دست مي آوريد که نشان دهنده مرز ميان پيکسل هاي نمک و غيرنمک است. حد آستانه در اين روش به گونه اي انتخاب مي گردد تا تمامي پيکسل هاي نمک متمايز شوند. به پيکسل هاي نمک عدد صفر و غيرنمک عدد يک نسبت داده مي شود تا يک تصوير باينري توليد شود. آستانه گذاري به نحوي صورت پذيرفت تا پيکسل هاي غيرنمک به جاي نمک انتخاب نگردد بلکه پيکسل هاي مختلط يا پيکسل هاي انتهاب شوند که به نمک بودن آنها اعتماد بود. پيکسل هاي نمک طبق الگوريتم زير به نرم افزار ILWIS معرفي شد.

$$\text{رابطه (۲)} \quad \text{IFF} [G_i(x) < 0.0245, 0, 1]$$

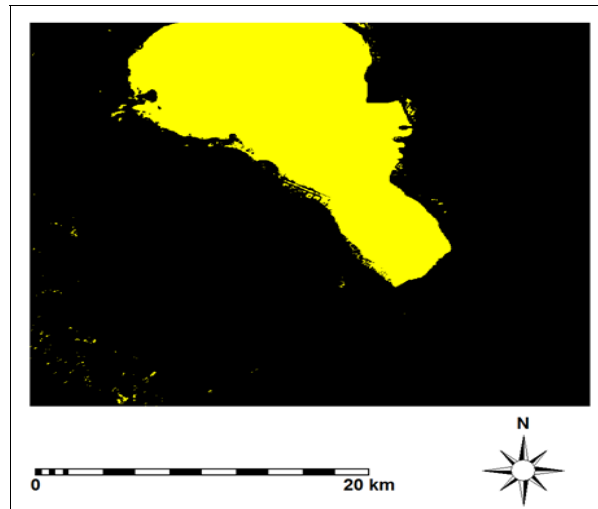
که $G_i(x)$ مقادير پيکسل هاي نام از تصوير است. در



شکل ۷. تصوير حاصل از شاخص درياچه نمکي NDSCI



شکل ۸. هيستوگرام تصوير شاخص NDSCI



شکل ۹. تصویر باینری حاصل از آستانه‌گذاری شاخص NDSCI

زمینی مناسبی برای اندازه‌گیری دقت نقشه تولیدشده به روش نیمه‌خودکار فوق نداشت، لذا با نمونه‌برداری از پیکسل‌های نمک و غیرنمک در تصویر رنگی کاذب تصویر واقعیت زمینی ساخته و براساس آن میزان دقت کلی نقشه برآورد شد. این دقت نشانگر دقت کافی آستانه‌تعریف شده برای مطالعات نمک در مقیاس منطقه‌ای است (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱. ماتریس خطا مربوط به نقشه حاصل از شاخص RSCI

کلاس	نمک	فاقد نمک	کل
نمک	۵۸	۱۴	۷۲
فاقد نمک	۲	۲۶	۲۸
کل	۶۰	۴۰	۱۰۰

جدول ۲. ماتریس خطا مربوط به نقشه حاصل از شاخص NDSCI

کلاس	نمک	فاقد نمک	کل
نمک	۵۰	۷	۶۷
فاقد نمک	۱	۳۲	۳۳
کل	۶۱	۳۹	۱۰۰

براساس جدول‌های ۱ و ۲، میزان دقت نقشه حاصل از آستانه‌گذاری شاخص‌های RSCI و NDSCI به ترتیب حدود ۸۷ درصد و ۹۲ درصد است.

بر اساس تحلیل شکل ۸، هیستوگرام تصویر دارای دو بیشینه متمایز است که مقادیر بیشتر از ۰/۹۵ جزء پیکسل‌های نمک است. بنابراین، یک مقدار حد آستانه بین این دو بیشینه به دست می‌آوریم که نشان‌دهنده مرز میان پیکسل‌های نمک و غیرنمک است. حد آستانه در این روش به گونه‌ای انتخاب می‌شود تا تمامی پیکسل‌های نمک متمایز شوند. به پیکسل‌های نمک عدد صفر و به پیکسل‌های غیرنمک عدد یک نسبت داده می‌شود تا تصویری باینری تولید شود. آستانه‌گذاری به نحوی صورت پذیرفت تا پیکسل‌های غیرنمک به جای نمک انتخاب نگردد، اما پیکسل‌های مختلط یا پیکسل‌هایی که به نمک بودن آن‌ها اعتماد بود پیکسل‌های نمک انتخاب شدند و طبق الگوریتم زیر به نرم‌افزار ILWIS معرفی شد.

$$\text{رابطه (۴)} \quad \text{IFF} [G_i(x) < 0.95, 0, 1]$$

که $G_i(x)$ مقادیر پیکسل‌های آم از تصویر است. در رابطه (۴) مقادیر بیشتر از ۰/۹۵ شامل پیکسل‌های نمک و مقادیر کمتر از آن پیکسل‌های غیرنمک‌اند که به ترتیب عدد صفر و یک به آن نسبت داده شده است. با اجرای این الگوریتم توسط نرم‌افزار تصویر باینری با فرمت رستری شامل پیکسل‌های نمک و غیرنمک به دست آمد که دریاچه نمکی با رنگ زرد تفکیک شده است (شکل ۹).

جهت ارزیابی نقشه‌های حاصل، چون نقشه واقعیت

۴. نتیجه‌گیری

باندهای ۳ و ۵ سنجنده ASTER در این تحقیق، شاخص‌های دریاچه نمکی نسبتی (RSCI) و دریاچه نمکی تفاضلی نرمال‌شده (NDSCI) تعریف شد. با اعمال آستانه‌گذاری روی هیستوگرام تصاویر شاخص‌های تعریف‌شده، نقشه دریاچه نمکی منطقه مورد مطالعه تهیه شد. دقت نقشه‌های حاصل از آستانه‌گذاری روی هیستوگرام تصاویر شاخص‌های RSCI و NDSCI به ترتیب ۸۷ و ۹۲٪ نشان داد که شاخص‌های RSCI و NDSCI در تفکیک دریاچه نمکی پلای مهارلو با تصاویر ماهواره‌ای سنجنده ASTER کارایی دارد.

با توجه به اینکه نتایج حاصل از پردازش و تفسیر داده‌های مورد استفاده در این تحقیق به واقعیت زمینی نزدیک و از صحت قابل قبولی برخوردار بود، می‌توان نتیجه گرفت که تهیه نقشه دریاچه نمکی پلای مهارلو با به کارگیری داده‌های سنجنش از دور سریع‌تر صورت می‌گیرد و می‌توان عملیات پایش را با صرف هزینه کمتر انجام داد.

یادداشت‌ها

1. False color composite
2. Optimum Index Factor (OIF)
3. Linear stretching
4. Texture
5. Tone
6. Pattern
7. Digital number
8. Salt Crust Index
9. Ratio Salt Crust Index
10. Normalized Difference Salt Crust Index

در این تحقیق پایش دریاچه نمکی مهارلو با پردازش رقومی داده‌های سنجنده ASTER انجام شد. بدین منظور ابتدا با تفسیر چشمی بهترین ترکیب رنگی کاذب مرز دریاچه نمکی تشخیص داده شد. در تفسیر چشمی شناسایی موقعیت دقیق خط مرزی دریاچه نمکی از روی تصویر رنگی کاذب معمولاً با خط‌هایی همراه می‌شود. نتایج حاصل از تفسیر چشمی تصاویر رنگی استفاده شده جهت تفکیک دریاچه نمکی پلای کاشان نشان داد که یکی از مشکلات اساسی مفسر در تشخیص ضعیف خط مرزی به دلیل عواملی چون وجود پیکسل‌های مخلوط و عدم وجود کنتراست مناسب جهت تمایز دریاچه نمکی از سایر پدیده‌های مشابه با آن از نظر ویژگی‌های طیفی است. با توجه به متغیر بودن خطوط مرزی دریاچه نمکی که جزء ویژگی‌های طبیعی آن است، پایش آن با تفسیر چشمی چندان مناسب به نظر نمی‌رسد. لذا با نسبت‌گیری طیفی و آستانه‌گذاری روی هیستوگرام، تصاویر جهت پایش دریاچه نمکی مهارلو با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای آزمون شد. پس از به دست آوردن نقشه‌های موضوعی، در نهایت دقت نتایج حاصل به صورت کمی ارزیابی شد.

در این تحقیق، از نسبت باندهای ۳ و ۵ (باندهای قرمز و مادون قرمز میانی) و آستانه‌گذاری روی تصاویر حاصل جهت پایش دریاچه نمکی مهارلو استفاده شد. لازم به ذکر است که انتخاب مقدار آستانه در این تحقیق با روش آزمون و خطا صورت گرفت. با ایجاد نسبت میان

منابع

فاطمی، س. ب. ۱۳۸۵. مبانی سنجنش از دور، چاپ اول، انتشارات آزاده.

علوی‌پناه، س. ک. ۱۳۸۸. کاربرد سنجنش از دور در علوم زمین (علوم خاک)، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران.

Alavi Panah, S. K. 2008. Study of soil salinity in the Ardakanarea, Iran based upon field observation and remot sensing, Oprational remote sensing for sustainable development, Bolkema, Rotterdam, 419-426.

Csillage, W., Pasztor, G., Beihl, N. 2008. Spectral band selection for the characterization of salinity status of soils, Remote Sensing of environment. Vol. 43, 231-242.

Dejong, A., and DerMeer, V. 2009. Remote Sensing Image Analysis, Including the spatial domain, Vol. 5. Springer Press. 359.

- Dwivedi, S., & Sreenivs, M. 2010. Image transformation as a tool for the study of soil salinity and alkalinity dynamics, *Int. J. Remote Sens.*, Vol. 19, 605_619.
- Farifteh, J., and Farshad, K. 2009. Assessing salt_affected soils using remote sensing, *Solute modeling and geo.* Vol. 130, 191_206.
- Goldshleger, U., and Bende, H. 2008. Characterization of soils strutral crust by spectral reflectance in the SWIR region (1.2-2.5 AM). *Terra Nova.* Vol. 13, 12-17.
- Lililand, O., and Keifer, T. 2011. *Remote sensing and image interpretation*, University of Wisconsin Madison, 735.
- Metternicht, V., and Zink, M. 2010. Spatial discrimination of salt and sodium affected soil surface". *INT. J. Remote Sensing*, Vol. 18. NO. 12., 2571-2586.
- Metternicht, C., and Zinck, M. 2010. Remote sensing of soil salinity: Potentials and Constraints. *Remote sensing of environment.* Vol. 85. 1-20.
- Weismiller, P., and Kaminsky, R. 2012. Application of remote sensing technology soil survey research. *J. Soil water conservation.* 33:288.