



مقایسه داده‌های اپتیک و رادار در استخراج عوارض و پدیده‌های زمینی

محمد ملکی^{۱*}، سیدمحمد توکلی صبوری^۲، پرویز ضیائیان فیروزآبادی^۳، مجید رئیسی^۴

۱. دانش‌آموخته کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران
۲. استایار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران
۳. دانشیار گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران
۴. دانش‌آموخته کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی تهران

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۹ اسفند ۱۳۹۶

پذیرش: ۴ مرداد ۱۳۹۷

دسترسی اینترنتی: ۱ شهریور ۱۳۹۷

واژه‌های کلیدی:

رادار تصویربردار

لندست ۸ (OLI)

سنتینل-۱ (Sentinel-1)

اشکال زمین

حوزه میانراهان

چکیده

دسترسی به نقشه مناسب از عوارض و پدیده‌های زمینی بسیار مهم است، چراکه این عوارض و فرآیند حاکم بر آنها منشأ بسیاری از مخاطرات و منابع محیطی هستند. هدف این تحقیق، مقایسه داده‌های اپتیک و رادار در استخراج عوارض و پدیده‌های زمینی است. از تصویر پانزده متری باند پن کروماتیک لندست ۸ (OLI) به عنوان تصویر اپتیک و تصویر باند C سنجنده سنتینل-۱ (Sentinel-1) برای تصویر رادار با قدرت تفکیک 22×20 متری هر پیکسل، استفاده شد. دو تصویر رادار (رادار ۱ و ۲) در دو جهت دید مختلف، با زاویه دید متفاوت مورد بررسی قرار گرفتند و برای کاهش اثر توپوگرافی تصویر رادار با مدل رقومی سه ثانیه تصحیح شد (رادار اصلاح شده). در این مطالعه، ۴ عارضه دره، تیغه، مخروطافکنه و شیب واریزه‌ای به روش تفسیر بصری از تصاویر لندست ۸ و سنتینل-۱ استخراج و نتایج با تفسیر بصری تصاویر توان تفکیک بالای World Imagery مقایسه گردید. شاخص‌های صحت، دقت، کیفیت، کاپا و آزمون Z جهت برآورد صحت نتایج به دست آمده محاسبه شد. نتایج نشان داد بالاترین صحت در استخراج عوارض‌های دره و تیغه از تصویر اپتیک به ترتیب $83/90$ و $87/88$ درصد و بالاترین صحت استخراج عوارضی چون مخروطافکنه و شیب واریزه‌ای نیز از تصویر راداری اصلاح شده به ترتیب $82/76$ و $83/72$ درصد می‌باشند. بالاترین ضریب کاپا مربوط به رادار اصلاح شده با $54/72$ درصد (لندست $49/74$ درصد)، بیشترین میزان آزمون Z مربوط به لندست-رادار ۱ با $0/9871$ به دست آمده آمد (رادار اصلاح شده-لندست $0/6443$ درصد).

* Malekimohamad14@gmail.com: پست الکترونیکی مسئول مکاتبات

مقدمه

فاصله زیاد برداشت‌ها، محدودیت‌های امنیتی موردنظر کشورهای تولیدکننده داده، محدودیت‌های ناشی از روابط سیاسی و حجم بسیار بالای داده‌ها که مستلزم مدیریت پایگاه داده بزرگ‌تر و هزینه پیش‌پردازش، تفسیر و نگهداری بیشتر است. در این مطالعه سعی بر این است که قابلیت داده‌های ماهواره‌ای با توان تفکیک متوسط به‌عنوان جایگزین بررسی گردند. داده‌های رادار و اپتیک در این ارزیابی موردبررسی قرار گرفتند تا اولاً از مزایای ویژه هر دودسته داده‌ها بهره‌برداری گردد و ثانیاً امکان مقایسه بین نتایج تفسیر داده‌های راداری و اپتیک فراهم گردد. از برخی کارها در این راستا می‌توان اشاره کرده به؛ استخراج عوارض ژئومورفولوژی از داده‌های Standard-7 و Wide-2، ماهواره رادارست (Radarsat) (۲۲). استفاده از داده‌های IRS، cartosat 1، TM، ETM+ و STRM برای استخراج عوارض هیدروژئومورفولوژیک در منطقه ماندساور هند (۳۱). استفاده از تداخل‌سنجی تفاضلی راداری در حوزه آبخیز گرم چای میانه با استفاده از سنجنده‌های PALSAR و ALOS برای پایش زمین‌لغزش (۴). برای استخراج خطواره‌ها و شکستگی‌ها از تصاویر SAR و ETM+ در کلات نادری استفاده شد (۱۱) استفاده از روش‌های بصری و اتوماتیک به استخراج گسل‌های البرز پرداخته شد (۱۳).

هدف از این تحقیق مقایسه داده‌های سنجنده‌های لندست ۸ و سنتینل-۱ برای استخراج عوارض ژئومورفولوژی است، تا مشخص گردد که کارایی کدام یک از این تصاویر برای استخراج عوارض ژئومورفولوژیکی بهتر است. داده‌های اپتیک عمده‌تاً تحت تأثیر ویژگی‌های شیمیایی و تا حدودی ساختارهای میکرو در ابعاد سلول گیاهان قرار دارند، درحالی‌که داده‌های راداری عمده‌تاً تحت تأثیر ویژگی‌های فیزیکی به‌ویژه شکل، سطح مقطع، زبری سطح، رسانایی الکتریکی و چگالی هدف قرار دارند. بنابراین همبستگی بین داده‌های راداری و اپتیک پایین بوده و این امر به تشخیص بهتر عوارض در روش‌های ترکیبی کمک می‌نماید.

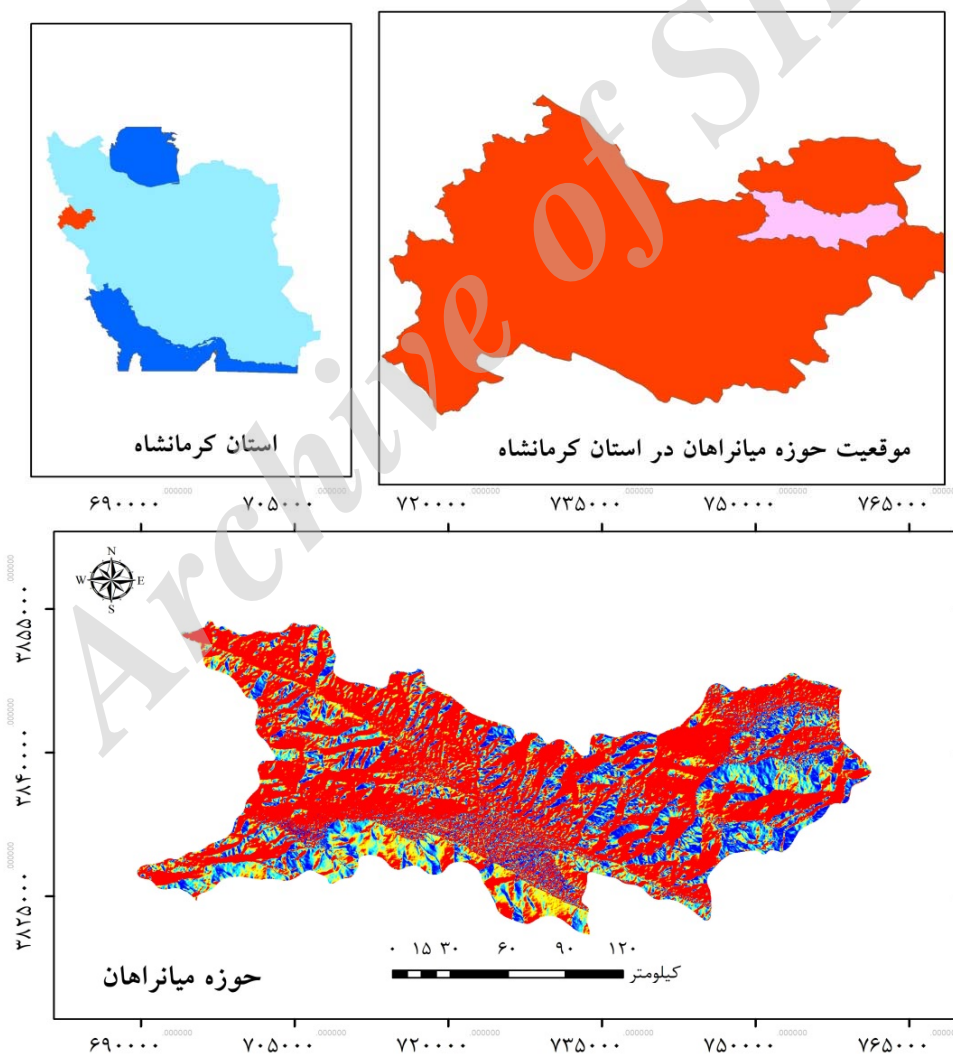
نقشه‌ها، در مطالعات جغرافیایی طبیعی نقش کلیدی را بازی می‌کنند، چراکه بسیاری از اطلاعات جغرافیایی بر روی نقشه ذخیره و نمایش داده می‌شوند (۲۸). نقشه‌های عوارض توپوگرافی برای درک فرآیندهای سطح زمین بسیار مهم هستند (۲۰ و ۲۱). یک نقشه ژئومورفولوژی پدیده‌های سطحی یا اشکال زمین را به تصویر می‌کشد که فرآیندهای زمین‌شناسی بر روی زمین ثبت می‌کنند (۵). به‌طورکلی در طرح‌های منابع طبیعی و عمرانی از قبیل جاده‌سازی ارتباط بین ژئومورفولوژی و سایر عوامل مزبور ضروری است (۹). این نقشه‌ها به‌عنوان روش تحقیق اصلی در ژئومورفولوژی هستند که نشان‌دهنده منشأ و سن اشکال زمین و توزیع فضایی اشکال زمین می‌باشند (۱۸). تهیه نقشه کاربری/پوشش اراضی، برای برنامه‌ریزی و مدیریت مکانی ضروری است (۱ و ۲). علم و آگاهی مدیران و کارشناسان از کم و کیف پوشش اراضی به جهت سیاست‌گذاری و چاره‌اندیشی برای رفع مشکلات موجود ضروری است (۸ و ۱۲). پیشرفت‌های اخیر در فن‌آوری سنجش‌از‌دور در انجام مطالعات جدید در زمینه ژئومورفولوژی کمک می‌کند (۲۲). اندازه‌گیری و آنالیز مورفولوژی و مورفودینامیک سطح زمین پایه و اساس ژئومورفولوژی است (۱۹). تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژیک و آشکارسازی تغییرات یکی از ارکان اصلی جهت اجرای طرح‌های مربوط به قابلیت اراضی است (۱۰). افزایش توانایی و دسترسی به داده‌های توپوگرافی باعث شده تا در چند دهه گذشته همواره بهبودهای نسبی منظمی در این شاخه از جغرافیا ایجاد کرده است، که از جمله این تحقیقات می‌توان به، اسمیت و پن (۲۷) و ترولی و همکاران (۲۹) اشاره کرد. تهیه نقشه‌های ژئومورفولوژی با پیمایش میدانی بسیار پرهزینه، زمان‌بر و گاه خطرناک و حتی غیرممکن است. بسیاری از اشکال ژئومورفولوژی با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای با توان تفکیک بسیار بالا (بهتر از ۱ متر) به‌خوبی قابل‌شناسایی هستند. متأسفانه تهیه این تصاویر اغلب با محدودیت‌های مختلفی مواجه است. از جمله این محدودیت‌ها عبارت‌اند از هزینه بالا، پوشش کم،

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

شروع شده و مستقیماً در جهت جنوب شرق تا کوه‌های پراکنده بین چاله‌های سیرجان تا جازموریان امتداد می‌یابد. کوه‌های این واحد از سمت جنوب غرب به زاگرس مرتفع چسبیده است؛ به نحوی که تنها از نقطه نظر ژئوفیزیکی به وسیله خط شکستگی اصلی زاگرس (تراست زاگرس) از آن قابل تفکیک است. در طبیعت تنها در بعضی مسیرها، دشت‌ها و دره‌های وسیع مانند دشت میانراهان - کامیاران، کنگاور، دره نهاوند و دشت بروجرد که امتداد گسل زاگرس را مشخص کرده‌اند، واحد سنندج - سیرجان را از واحد زاگرس جدا کرده‌اند (۷).

حوزه میانراهان در غرب ایران و استان کرمانشاه قرار دارد. مساحت حوزه بیش از ۱۱۷۲ کیلومتر مربع است. مرکز هندسی حوزه در طول جغرافیایی $۴۷^{\circ} ۲۷'$ و عرض جغرافیایی آن $۳۶^{\circ} ۳۷'$ واقع شده است (شکل ۱). این حوزه از نظر ژئومورفولوژی محل تلاقی دو واحد ژئومورفولوژی زاگرس شکسته (زاگرس مرتفع) و واحد سنندج - سیرجان است. واحد سنندج - سیرجان با کوه‌های اطراف مریوان



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

داده‌های مورد استفاده

در این مطالعه برای داده‌های اپتیک از تصاویر لندست ۸ (OLI) و برای داده‌های رادار از تصاویر سنجنده سنتینل-۱ (Sentinel-1) استفاده شد. تصاویر سنتینل-۱ مورد استفاده در این مطالعه از دو جهت دید متفاوت برداشته شد. تصویر اول (تصویر رادار ۱) در ۲۱/۰۵/۲۰۱۵ و در ساعت ۱۴ و ۵۱ دقیقه و ۴۴ ثانیه تا ساعت ۱۴ و ۵۲ دقیقه و ۹ ثانیه به وقت گرینویچ، به مدت ۲۵ ثانیه، از جهت شمال و تصویر دوم (تصویر رادار ۲) در ۲۲/۰۵/۲۰۱۵ در بین ساعت ۲ و ۵۳ دقیقه و ۲۷ ثانیه تا ۲ و ۵۳ دقیقه و ۵۲ ثانیه به وقت گرینویچ و به مدت ۲۵ ثانیه، از جهت جنوب منطقه برداشت گردید. تاریخ تصویربرداری سنجنده لندست ۸، ۲۲/۰۵/۲۰۱۵ می‌باشد و همچنین ساعت گذر ماهواره، ساعت ۲۶:۰۷ به وقت گرینویچ است. در این مطالعه از باند ۸ یعنی باند پن کروماتیک برای استخراج عوارض ژئومورفولوژی استفاده شد.

روش تحقیق

برای تصحیح هندسی در این مطالعه، نقاط کنترل زمینی از Arc GIS Online و لایه World Imagery برداشته شد و از روش باز نمونه‌گیری (Resampling) پیچش مکعبی (به دلیل این‌که این روش برای تفسیر چشمی مناسب است) استفاده شد. چون توان تفکیک متفاوت بود، مجدداً دو تصویر نسبت به هم ثبت (Register) شدند و باز نمونه‌گیری انجام شد. تصویربرداری رادار با دهانه مصنوعی (SAR) رادار دارای سه دسته کلی اعوجاجات؛ همپوشی (Layover)، فشردگی (Foreshortening) و سایه راداری (Radar Shadow) هستند (۲ و ۸). از این‌رو برای مطالعات ژئومورفولوژی چندان مناسب نیست، به همین دلیل برای کاهش اثرات ناشی از جابه‌جایی ناشی از پستی و بلندی از مدل رقومی ارتفاع (SRTM) ۳ ثانیه منطقه استفاده شد (رادار اصلاح شده). برای تصحیح رادیومتریک تصویر لندست از روش (Fast Line of Sight Atmospheric Analysis of Spectral Hypercubes) استفاده شد (۲۴). در این تحقیق چهار عارضه تیغه، دره،

مخروطافکنه و شیب واریزه‌ای استخراج شدند. برای استخراج داده‌ها از روش تفسیر بصری تصاویر استفاده شد. این روش متکی بر هشت کلید اصلی تفسیر یعنی شکل، اندازه، تن، مکان، الگو، تجمیع، بافت و سایه است (۳). از تصاویر لایه World Imagery که توان تفکیک مکانی بالایی دارند برای تهیه لایه اعتبار سنجی استفاده شد و هم‌زمان با تهیه لایه تقریباً از کل منطقه بازدید شد. مطالعات بسیاری در خصوص قطعه‌بندی تصاویر انجام گرفته است، در این مطالعات برای ارزیابی صحت قطعه‌بندی بیشتر بر نسبت مساحت قطعه‌های صحیح تشخیص داده‌شده بر مساحت کل قطعات مورد نظر استفاده شده است (۱۴، ۱۵ و ۳۲). در این مطالعه واحد عارضه (Feature base) (نه پیکسل) مبنای استخراج عوارض قرار گرفت.

جهت ارزیابی کمی نتایج این تحقیق از شاخص‌های عارضه مبنای استفاده شد. شاخص‌های مورد استفاده در این تحقیق، کامل بودن (Completeness)؛ (دقت)، صحیح بودن یا صحت (Correctness)، کیفیت (Quality) و ضریب کاپا هستند. برای استفاده از این شاخص‌ها باید فاکتورهای مورد استفاده در هر شاخص معرفی گردند.

۱. درست - مثبت: تعداد واحد عوارضی که هم در داده‌های مرجع وجود دارد و هم در نتایج کار وجود دارد. به بیان دیگر یعنی تعداد واحد عارضه‌ای که موفق به تشخیص درست آن به‌عنوان عارضه ژئومورفولوژیک شده‌ایم. علامت اختصاری با TP نشان داده می‌شود.
 ۲. غلط - مثبت: تعداد واحد عوارضی که در داده‌های مرجع وجود ندارد ولی در نتیجه کار به‌عنوان عارضه ژئومورفولوژیک مورد نظر تشخیص داده شده است. علامت اختصاری FP است.
 ۳. غلط - منفی: تعداد واحد عوارضی که در داده‌های مرجع وجود دارد ولی در نتایج کار تشخیص داده نشده است. علامت اختصاری FN است.
- کامل بودن یا کاملیت (دقت): این شاخص به این مفهوم است که چند درصد از عوارض که در داده‌های مرجع به‌عنوان عوارض ژئومورفولوژیک وجود داشته و در نتیجه، به‌عنوان

$$P_{ij} = n_{ij} / n \quad [4]$$

نحوه محاسبه این رابطه بدین گونه است که تک تک سلول‌های ماتریس اختلاط بر مجموع کل تقسیم گردد.

$$P_{i+} = \sum_{j=1}^k P_{ij} \quad [5]$$

P_{i+} نشان‌دهنده مجموعه نمونه‌هایی است که برای یک کلاس طبقه‌بندی شده است. P_{i+} برابر با مجموع P_{ij} های هر سطر است.

$$P_{+j} = \sum_{i=1}^k P_{ij} \quad [6]$$

P_{+j} نشان‌دهنده مجموعه نمونه‌هایی است که به یک کلاس تعلق دارد. P_{+j} برابر با مجموع P_{ij} های هر ستون است.

$$P_0 = \sum_{i=1}^k P_{ii} \quad [7]$$

در این رابطه؛ P_0 بیان‌کننده دقت کلی است.

$$P_c = \sum_{i=1}^k P_{i+} \times P_{+j} \quad [8]$$

در این رابطه؛ P_c همان چیزی است که به‌عنوان نماینده یک طبقه‌بندی تصادفی است و از حاصل جمع ضرب متناظر P_{i+} در P_{+j} به‌دست می‌آید.

$$K = \frac{P_0 - P_c}{1 - P_c} \quad [9]$$

در این رابطه؛ K نشان‌دهنده ضریب کاپا است که تمام فاکتورهای آن قبلاً معرفی شده‌اند.

با استفاده از ضریب کاپا می‌توان ماتریس‌های اختلاط متفاوت را با هم بررسی کرد. با در دست داشتن ضریب کاپا، می‌توان نمره استاندارد (Z) دو ماتریس اختلاط مختلف را به‌دست آورد. نمره استاندارد (Z) با استفاده از رابطه ۱۰

عوارض ژئومورفولوژیک موردنظر تشخیص داده شده است. در این شاخص واحد عوارضی که مربوط به عوارض دیگر هستند و به اشتباه تشخیص داده شده‌اند، تأثیری در مقدار این شاخص ندارند؛ بنابراین این شاخص به‌صورت رابطه ۱ تعریف می‌شود.

$$\text{Completeness} = (TP / TP + FN) \times 100 \quad [1]$$

صحیح بودن یا صحت: این شاخص به منظور درستی و صحت قطعه‌بندی و طبقه‌بندی به‌کار گرفته می‌شود. این شاخص به‌این مفهوم است که چند درصد عوارض که در نتایج به‌عنوان عوارض ژئومورفولوژیک تشخیص داده شده‌اند و در داده‌های مرجع هم همان عوارض هستند. در این شاخص واحد عوارضی که در داده‌های مرجع بودند اما در نتیجه کار تشخیص داده نشده‌اند، تأثیری بر مقدار این شاخص ندارند؛ این شاخص از رابطه ۲ محاسبه می‌گردد.

$$\text{Correctness} = TP / (FP + TP) \times 100 \quad [2]$$

کیفیت این شاخص معیاری است برای ارزیابی نتایج که هم شاخص صحیح بودن و هم شاخص کامل بودن را در نظر می‌گیرد. این شاخص از رابطه ۳ محاسبه می‌گردد.

$$\text{Quality} = TP / (TP + FP + FN) \times 100 \quad [3]$$

دقت کلی یا به اصطلاح Overall Accuracy میانگینی از دقت طبقه‌بندی (کاملیت) است که نسبت پیکسل‌های صحیح طبقه‌بندی شده به کل پیکسل‌های معلوم را نشان می‌دهد (۶).
ضریب کاپا دقت کلی فقط نشان‌دهنده سازگاری بین داده‌های طبقه‌بندی شده با داده‌های مرجع است و هیچ اطلاعاتی از سطح اطمینان به‌دست نمی‌دهد که نشان‌دهنده اندازه سازگاری بین مقیاس‌های مکرر باشد. همچنین با استفاده از دقت کلی نمی‌توان دو ماتریس اختلاط متفاوت را با هم مقایسه کرد که آمار کاپا این مشکلات را حل می‌کنند (۳۰).
ضریب کاپا از رابطه‌های ۴ تا ۹ محاسبه گردید.

طبقه‌بندی شده در تصویر) تقسیم می‌گردد.

$$\theta_4 = 1/N^3 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k N_{ij} (N+i + N_j +)^2 \quad [15]$$

برای به‌دست آوردن θ_4 هر سلول ماتریس را در توان دوم حاصل جمع تعداد کل طبقه‌بندی شده‌های و تعداد نمونه‌های زمینی (تعداد کل پیکسل‌ها یا عوارض طبقه‌بندی شده در تصویر) ضرب کرده و نتایج همه سلول‌ها را با هم جمع می‌کنیم و در نهایت بر توان سوم مجموعه نمونه‌ها (تعداد کل پیکسل‌ها یا عوارض طبقه‌بندی شده در تصویر) تقسیم می‌گردد.

در واقع Z نشان دهنده سطح اعتماد یا سطح اعتبار است و بیان‌کننده این است که چقدر احتمال دارد اگر این دو روش تکرار شود، همین نتیجه تکرار شود. به عبارت دیگر این عدد نشان می‌دهد که نتیجه مقایسه چقدر از حالت تصادفی فاصله دارد. هرچه عدد بیشتر باشد نشان دهنده سطح اعتبار بالاتری است. یک دسته‌بندی عمومی برای سطح اعتبار این‌گونه است که: بالاتر از ۹۹ درصد، عالی است. ۹۵-۹۹ خوب، ۷۰-۹۵ متوسط و پایین‌تر از ۷۰ درصد ضعیف است (۱۶ و ۳۰).

نتایج

نتایج به‌دست‌آمده از تجزیه و تحلیل بر روی داده‌های اپتیک و راداری به ترتیب نقشه داده‌های کنترل از World Imagery در شکل ۲، نقشه استخراج عوارض از تصویر لندست در شکل ۳، نقشه استخراج عوارض از تصویر رادار ۱ در شکل ۴، نقشه استخراج عوارض از تصویر رادار ۲ در شکل ۵ و نقشه استخراج عوارض از تصویر رادار تصحیح توپوگرافی شده در شکل ۶ آورده شده است.

به‌دست می‌آید. که برای به‌دست آوردن میزان آن، نتیجه به‌دست آمده را در جدول آزمون Z قرار داده تا میزان آن مشخص شود.

$$Z = |K1 - K2| / \sqrt{\text{var}(K1) + \text{var}(K2)} \quad [10]$$

در این رابطه var بر اساس رابطه‌های زیر محاسبه می‌گردد.

$$\text{var}(k) = \frac{1}{n} \cdot \left\{ \frac{\theta_1(1-\theta_1)}{(1-\theta_2)^2} + \frac{2(1-\theta_1) \cdot (2\theta_1\theta_2 - \theta_3)}{(1-\theta_2)^3} + \frac{(1-\theta_1)^2 \cdot (\theta_4 - 4\theta_2)^2}{(1-\theta_2)^4} \right\} \quad [11]$$

$$\theta_1 = 1/N \sum_{i=1}^k N_{ii} \quad [12]$$

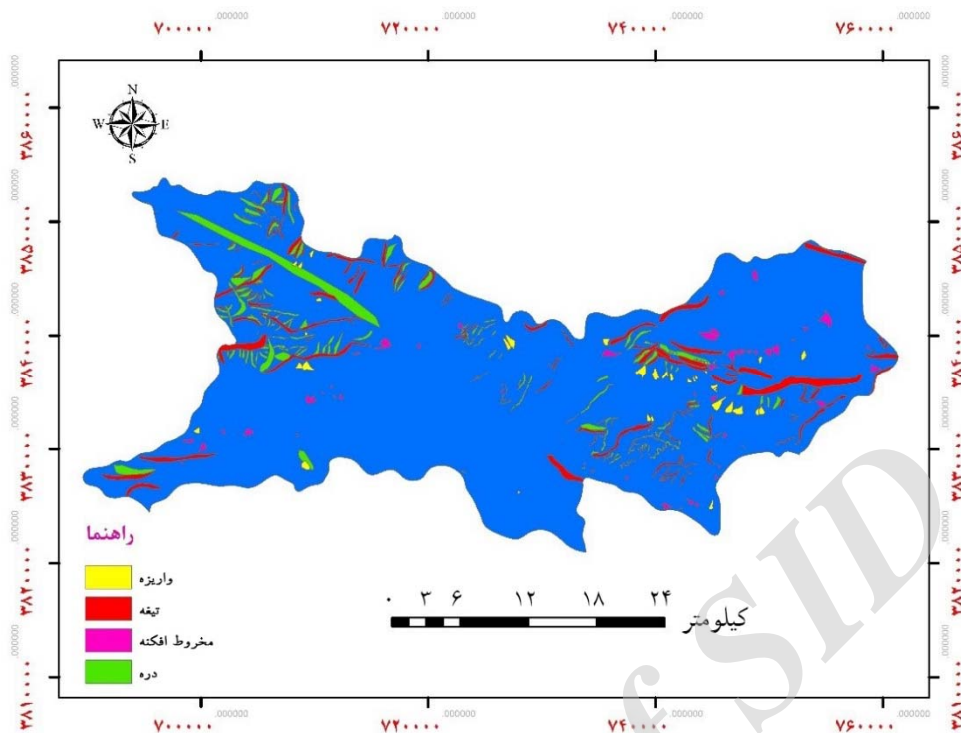
در این رابطه؛ θ_1 برابر با دقت کل است.

$$\theta_2 = 1/N^2 \sum_{i=1}^k N_i + N_i \quad [13]$$

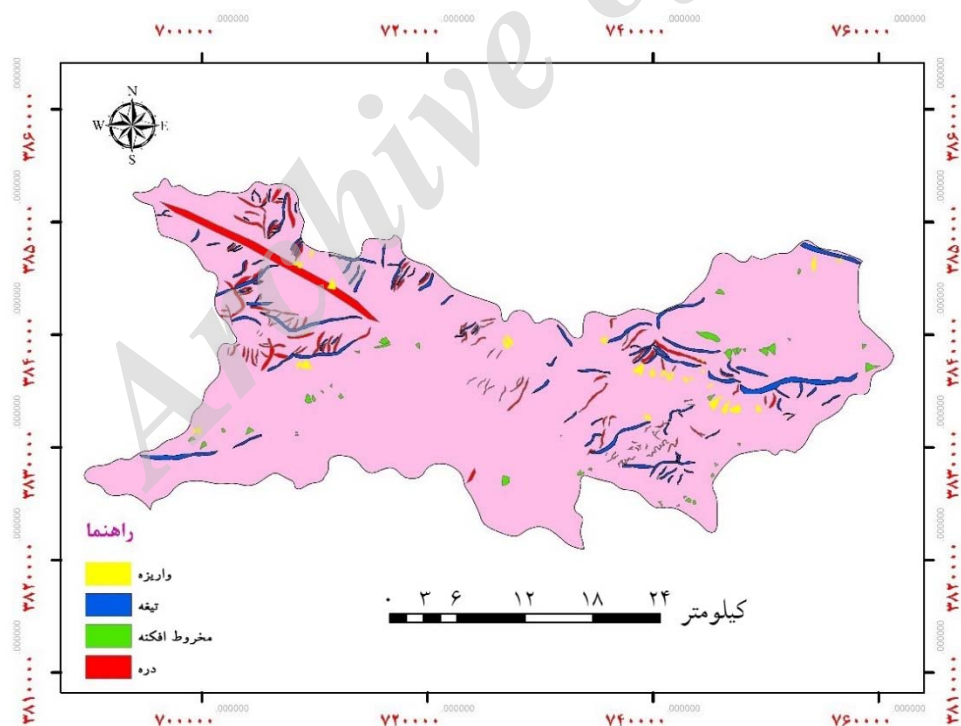
در این رابطه؛ θ_2 از تقسیم P_c بر توان دوم مجموع نمونه‌ها (تعداد کل پیکسل‌ها یا عوارض طبقه‌بندی شده در تصویر) به‌دست می‌آید.

$$\theta_3 = 1/N^2 \sum_{i=1}^k N_{ii} (N+i + N_i +) \quad [14]$$

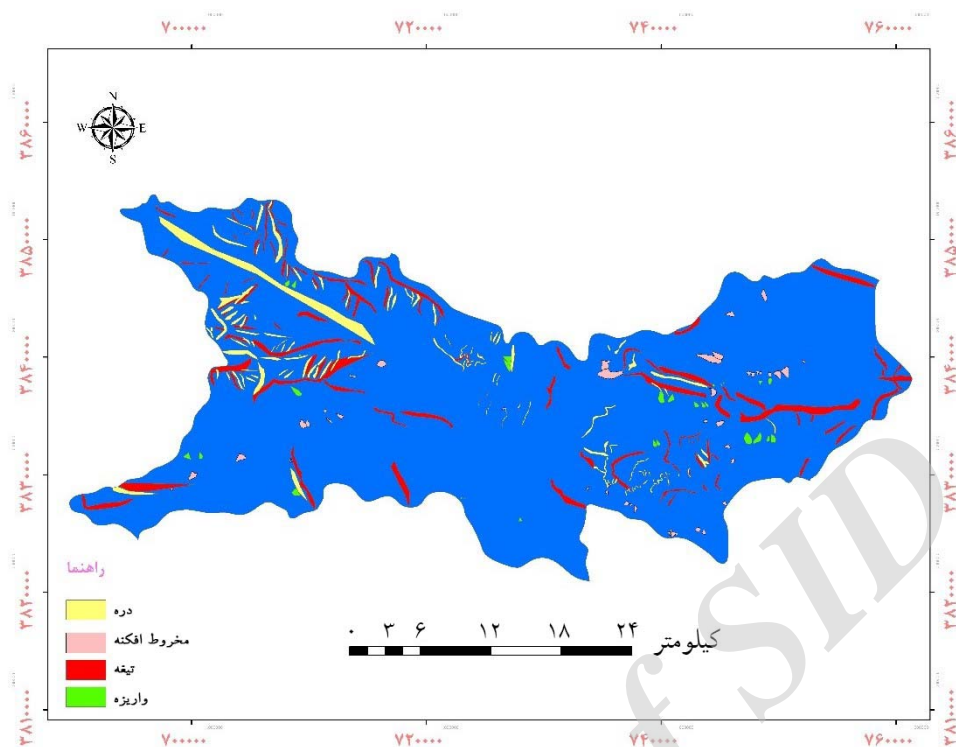
برای به‌دست آوردن θ_3 تعداد درست طبقه‌بندی شده‌های هر کلاس را در توان دوم حاصل جمع تعداد کل طبقه‌بندی شده‌های هر کلاس و تعداد نمونه‌های زمینی (تعداد کل پیکسل‌ها یا عوارض طبقه‌بندی شده در تصویر) ضرب کرده و نتایج همه کلاس‌ها را با هم جمع می‌کنیم و در نهایت بر توان دوم مجموعه نمونه‌ها (تعداد کل پیکسل‌ها یا عوارض



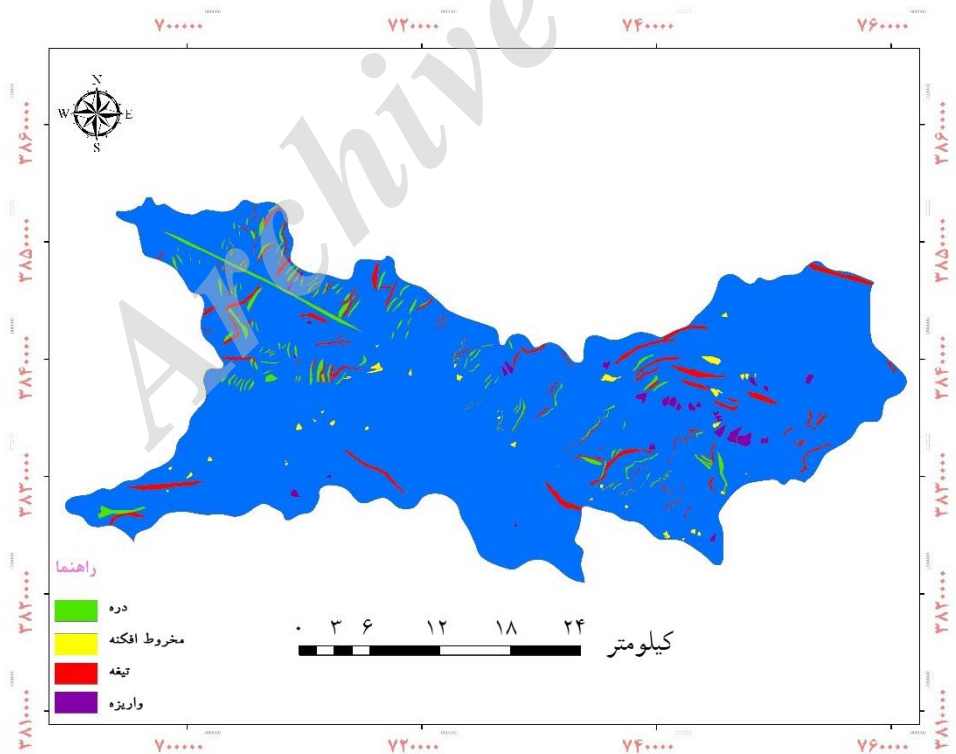
شکل ۲. نقشه عوارض مبنای استخراج شده از لایه World Imagery



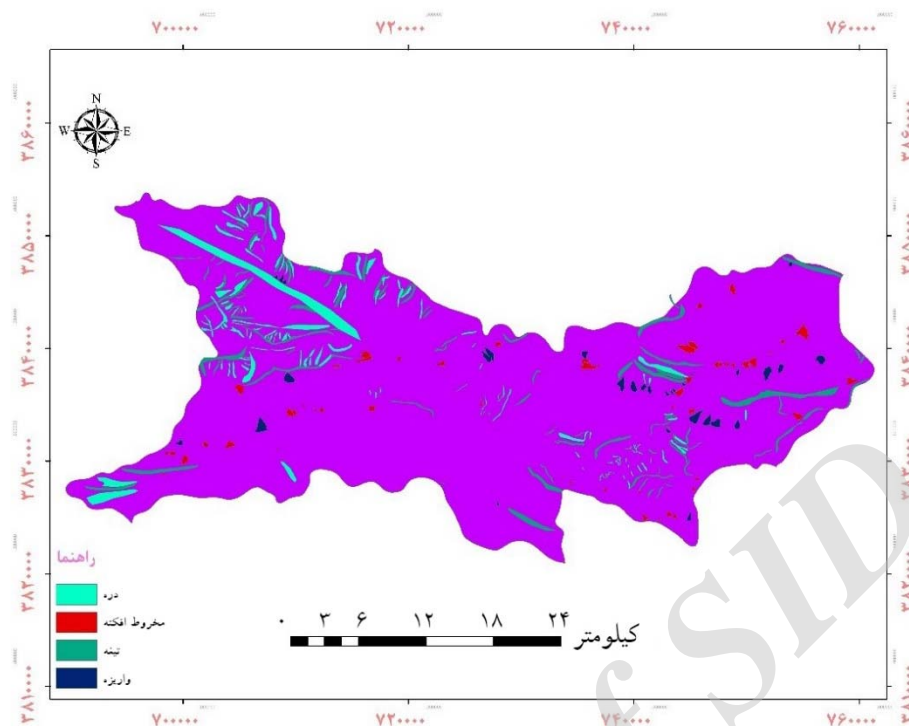
شکل ۳. نقشه عوارض استخراج شده از تصویر اپتیک



شکل ۴. نقشه عوارض استخراج شده از تصویر رادار ۱



شکل ۵. نقشه عوارض استخراج شده از تصویر رادار ۲



شکل ۶. نقشه عوارض استخراج شده از تصویر رادار تصحیح هندسی پستی و بلندی شده

داده شده، چه تعداد است که برای ارزیابی صحت مورد استفاده قرار گیرد که این نتایج در جدول ۱ آورده شده است.

برای میزان موفقیت کار انجام شده باید نتایج با داده‌های مرجع زمینی مقایسه شود. در این مطالعه ابتدا باید اشاره شود که تعداد واحد عوارضی که از World Imagery تشخیص

جدول ۱. تعداد واحدهای عارضه تشخیص داده شده مینا از World Imagery

تعداد	عارضه
۱۵۰	دره
۱۲۹	تیغه
۶۴	مخروط افکنه
۵۴	واریزه

واریزه، بیشترین دقت را تیغه و کمترین دقت را واریزه داشته است. همچنین بهترین کیفیت را تیغه و بدترین کیفیت را واریزه داشته است (جدول ۲).

ارزیابی کمی استخراج عوارض از تصاویر اپتیک و راداری نتایج شاخص‌های ارزیابی موفقیت تصاویر سنجنده OLI، شامل صحت، دقت و کیفیت نشان می‌دهد که بیشترین صحت مربوط به عارضه مخروط افکنه است و کمترین صحت را

جدول ۲. ارائه صحت، دقت و کیفیت استخراج عوارض ژئومورفولوژیک از تصویر سنجنده OLI ماهواره لندست

عارضه	صحت	کاملیت (دقت)	کیفیت
دره	٪۸۳/۹۰	٪۶۶	٪۵۸/۵۸
تیغه	٪۸۷/۸۸	٪۶۷/۴۴	٪۶۱/۷
مخروطافکنه	٪۹۲/۶۸	٪۵۹/۳۸	٪۵۶/۷۲
واریزه	٪۵۵/۵۵	٪۵۵/۵۵	٪۳۸/۴۶

داشته است. درنهایت بهترین کیفیت را واریزه و بدترین کیفیت را دره داشته است (جدول ۳).

نتایج شاخص‌های ارزیابی موفقیت تصویر رادار ۱ نشان می‌دهد که بیشترین صحت مربوط به عارضه واریزه و کمترین صحت را دره، بیشترین دقت را واریزه و کمترین دقت را دره

جدول ۳. ارائه صحت، دقت و کیفیت استخراج عوارض ژئومورفولوژیک از تصویر رادار ۱

عارضه	صحت	کاملیت (دقت)	کیفیت
دره	٪۵۶/۵۵	٪۴۰/۶۶	٪۳۰/۹۶
تیغه	٪۶۷/۷۱	٪۵۰/۳۹	٪۳۸/۲۴
مخروطافکنه	٪۷۵	٪۵۱/۵۶	٪۴۴
واریزه	٪۷۶/۳۲	٪۵۳/۷	٪۴۶/۰۳

است و کمترین صحت را تیغه، بیشترین دقت را واریزه داشته و کمترین دقت را تیغه درنهایت بهترین کیفیت را مخروطافکنه و کمترین کیفیت را دره داشته است.

در جدول ۴ نتایج به صورت شاخص‌های ارزیابی موفقیت تصویر رادار ۲ ارائه گردیده است. با توجه به این جدول مشخص می‌گردد که بیشترین صحت را مخروطافکنه داشته

جدول ۴. ارائه صحت، دقت و کیفیت استخراج عوارض ژئومورفولوژیک از تصویر رادار ۲

عارضه	صحت	کاملیت (دقت)	کیفیت
دره	٪۶۱/۴۸	٪۵۳/۳۳	٪۴۱/۰۹
تیغه	٪۶۱/۳۹	٪۴۸/۰۶	٪۳۶/۹
مخروطافکنه	٪۸۰	٪۵۶/۲۵	٪۴۹/۳۲
واریزه	٪۷۴/۲۹	٪۴۸/۱۵	٪۴۱/۲۷

کمترین صحت را دره، بیشترین دقت را مخروطافکنه داشته و کمترین دقت را دره و درنهایت بهترین کیفیت را مخروطافکنه و کمترین کیفیت را دره داشته است.

در جدول ۵ نتایج به صورت شاخص‌های ارزیابی موفقیت تصویر رادار تصحیح شده آورده شده است. این جدول مشخص می‌کند که بیشترین صحت را واریزه داشته است و

جدول ۵. ارائه صحت، دقت و کیفیت استخراج عوارض ژئومورفولوژیک از تصویر رادار تصحیح شده

عارضه	صحت	کاملت (دقت)	کیفیت
دره	٪۷۶/۴۲	٪۶۲/۶۷	٪۵۲/۵۱
تیغه	٪۸۳	٪۶۴/۳۴	٪۵۶/۸۵
مخروطافکنه	٪۸۲/۷۶	٪۷۵	٪۶۴/۸۴
واریزه	٪۸۳/۷۲	٪۶۶/۶۷	٪۵۹/۰۱

شاخص‌های کل حاصل از استخراج عوارض ژئومورفولوژیک از تصاویر در جدول ۶ آورده شده است. این شاخص‌ها عبارت‌اند از: صحت کل، دقت کل، کیفیت کل و ضریب کاپا، در نمودارهای متفاوت، به صورت مقایسه‌ای آورده شده است.

جدول ۶. ارائه شاخص‌های کل در استخراج عوارض ژئومورفولوژیک از مقایسه داده‌های اپتیک و رادار

نوع سنجنده	صحت کل	دقت کل	کیفیت کل	ضریب کاپا
لندست ۸	٪۸۰	٪۶۲/۰۱	٪۵۷/۸۳	٪۴۹/۷۴
رادار-۱	٪۶۸/۸۹	٪۴۹/۰۸	٪۳۹/۸۱	٪۳۳/۷۱
رادار-۲	٪۶۹/۲۹	٪۵۱/۴۵	٪۴۲/۱۵	٪۳۴/۹۱
رادار اصلاح شده	٪۸۱/۴۷۵	٪۶۷/۱۷	٪۵۸/۳	٪۵۴/۷۲

آزمون Z حاصل از مقایسه ضریب کاپا نتایج آزمون Z حاصل از مقایسه ضرایب کاپا به دست آمده از شاخص‌های کل حاصل از استخراج عوارض ژئومورفولوژیک در جدول ۷ آورده شده است. بالاترین آزمون Z را لندست-رادار ۱ و کمترین میزان را رادار ۱-رادار ۲ ارائه دادند.

جدول ۷. نتایج آزمون Z حاصل از مقایسه ضرایب کاپا

نتیجه آزمون Z	تصاویر
۰/۹۸۷۱	لندست-رادار ۱
۰/۹۰۸۲	لندست-رادار ۲
۰/۶۴۴۳	لندست-رادار تصحیح شده
۰/۵۳۹۸	رادار ۱-رادار ۲
۰/۹۶۴۹	رادار ۱-رادار تصحیح شده
۰/۸۹۲۵	رادار ۲-رادار تصحیح شده

بحث و نتیجه گیری

داد که بیشترین صحت مربوط به مخروطافکنه است، دلیل آن این است که مخروطافکنه به نسبت تیغه و دره که به صورت خطی هستند، به صورت پهنه هستند که تناسب بیشتری بین طول و عرض آن‌ها وجود دارد، و نسبت به واریزه‌ها نیز

در بررسی صحت‌ها درمی‌یابیم که بیشترین صحت کل مربوط به تصویر رادار تصحیح شده، سپس تصویر اپتیک در نهایت تصاویر رادار ۲ و رادار ۱ است. همچنین نتایج نشان

می‌گردد که موجب تشخیص‌های اشتباه زیادی در این تصاویر شده است. در خصوص تصویر رادار تصحیح‌شده و تصویر اپتیک باید گفت که اگر عارضه واریزه استخراج نمی‌شد، میزان کیفیت کل در تصویر اپتیک بالاتر از رادار تصحیح‌شده می‌شد، اما کیفیت بسیار پایین استخراج واریزه‌ها از تصویر اپتیک موجب شده که میزان کیفیت کل تصویر اپتیک کمتر از تصویر رادار تصحیح‌شده شود. با توجه به نمودار مقایسه ضرایب رونوشت مشخص می‌شود که قطعه‌بندی عوارض ژئومورفولوژیک از همه تصاویر موفق‌تر از یک قطعه‌بندی تصادفی بوده است. چراکه تصویر رادار ۱ با بیش از ۳۳ درصد و رادار ۲ در حدود ۳۵ درصد ضریب کاپا مثبت داشته‌اند. اما تصاویر اپتیک و رادار تصحیح‌شده وضعیت بهتری داشتند، چراکه تصاویر اپتیک ضریب کاپا در حدود ۵۰ درصد داشت و این ضریب برای رادار تصحیح‌شده نزدیک به ۵۵ درصد است. از نکات قابل توجه در انتخاب عوارض استخراج‌شده، توجه به این نکته است، که با توجه به این‌که سیستم تصویربرداری رادار پهلوگیر است، دو عارضه مخروط‌افکنه و واریزه که با دید مایل بهتر دیده می‌شوند، انتخاب شدند. و برای همین مورد و بررسی اثر دید تقریباً قائم‌تر تصاویر لندست، دو عارضه دره و تیغه انتخاب گردید. توجه به نتایج به‌دست‌آمده نیز گواه این مطلب است که تصویر اپتیک (لندست ۸) در استخراج دره و تیغه، موفق‌تر از استخراج دو عارضه دیگر بوده است. اگر این مطالعه را در مقایسه با سایر مطالعات قرار دهیم، کاشال و شینگ (۲۲) منطقه مورد مطالعه خود را به پنج ناحیه تقسیم کردند، بدون این‌که برای صحت و اعتبار آن معیار مشخصی نشان دهند. میرعابدینی و همکاران (۱۳) نیز دریافتند که روش‌های تفسیر بصری (همانند این مطالعه) کارایی بیشتری نسبت به روش‌های خودکار دارند. این مطالعه در مقابل نتایج تحقیق ملکی و همکاران (۱۱)، میرعابدینی و همکاران (۱۳)، فیسا و همکاران (۱۷)، لی و مون (۲۳)، مولر و همکاران (۲۵) و ریو (۲۶) که هرکدام از داده‌های مختلفی برای تشخیص عوارض و پدیده‌های سطح زمینی از داده‌های مختلف استفاده کردند. کاشی‌زنوزی و همکاران (۹) برای مقایسه دقت و نحوه

مساحت بیشتری دارند. در کل عوارض در تصویر اپتیک، به‌جز واریزه‌ها، صحت بالایی دارند، به‌طوری‌که اگر واریزه‌ها را در نظر نگیریم، تصاویر اپتیک بیشترین صحت رادارند. کمترین صحت تصاویر رادار ۱ و رادار ۲ مربوط به دره‌ها و تیغه‌ها هست که دلیل این امر به مایل بودن سیستم تصویربرداری رادار و طبیعت این دو نوع عارضه که بادید قائم بهتر دیده می‌شوند برمی‌گردد. به همین دلیل در تصویر رادار تصحیح‌پستی‌وبلندی شده صحت این عوارض تا حد زیادی بهبودیافته و به صحت واریزه و مخروط‌افکنه نزدیک می‌شود. اولین مورد که در تفسیر دقت‌ها می‌توان مشاهده کرد، این است که نسبت به صحت‌ها، ارقام پایین‌تری هستند. در این خصوص این‌گونه می‌توان تفسیر کرد که چون صحت، نسبت عوارض درست تشخیص داده‌شده به همه عوارض تشخیص داده‌شده، است و دقت، نسبت درست تشخیص داده‌شده به همه عوارض است؛ از این رو محقق سعی کرده عوارضی را که در صحیح یا اشتباه بودن آن‌ها شک داشته است، هرچه کمتر تشخیص بدهد، بنابراین صحت‌ها بالاتر رفته و دقت‌ها پایین آمده است. اما در صورتی‌که در تشخیص عوارض شک کمتری دخیل می‌شد، به احتمال زیاد دقت‌ها افزایش می‌یافت و صحت‌ها کاهش می‌یافت. در مقایسه تصویر اپتیک و تصویر رادار تصحیح‌شده مشخص می‌شود که میزان دقت تیغه و دره در تصویر رادار تصحیح‌شده به میزان دقت تصویر اپتیک نزدیک است، هرچند که میزان دقت تصویر اپتیک در این دو عارضه بیشتر است؛ اما در مقایسه دقت مخروط‌افکنه‌ها و واریزه‌ها، دقت تصاویر رادار تصحیح‌شده به نسبت تصویر اپتیک خیلی بیشتر است. در رابطه با تصویر رادار ۱ و رادار ۲ و مقایسه دقت‌ها، دو عارضه واریزه و تیغه از روی تصویر رادار ۱ دقت بهتری داشتند و دره و مخروط‌افکنه در تصویر رادار ۲ بهتر بوده‌اند. به دلیل این‌که کیفیت از تقسیم عوارض درست تشخیص داده‌شده به کل عوارض مبنا، به‌اضافه عوارض اشتباه تشخیص داده‌شده به‌دست‌آمده می‌آید، در نتیجه میزان کیفیت غالباً پایین‌تر از صحت و دقت است. کیفیت تصاویر رادار تصحیح‌نشده بسیار پایین است و این به اعوجاجات موجود در این تصاویر بر

هندسی عوارض شده استخراج کردند.

منابع مورد استفاده

۱. اسلمی، ف.، ا. قربانی، ب. سبحانی و م. پناهنده. ۱۳۹۴. مقایسه روش‌های شبکه عصبی مصنوعی، ماشین بردار پشتیبان و شیء‌گرا در استخراج کاربری و پوشش اراضی از تصاویر لندست ۸. سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۶(۳): ۱-۱۴.
۲. حاجی‌زاده، ع.، س. فرزانه، م. ع. نظام‌محل، ه. س. سیدرضایی و ع. رستگار. ۱۳۹۲. مبانی سنجش‌ازدور ماکروویو (تداخل سنجی راداری) با تأکید بر علوم زمین، ژئومورفولوژی، ژئوفیزیک، ژئولوژی، انتشارات ماهواره، ۱۳۸ صفحه.
۳. رجب پوررحمتی، م.، ع. ا. درویش صفت و م. پیرباوقار. ۱۳۹۲. سنجش‌ازدور برای مدیران GIS. تألیف: استن آرنف. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۷۲۰ صفحه.
۴. روستایی، ش.، م. روستایی، م. شریفی کیا، و ج. یاراحمدی. ۱۳۹۲. کاربرد تداخل سنجی تفاضلی راداری در شناسایی و پایش زمین‌لغزش‌ها مطالعه موردی: حوزه آبخیز گرم‌چای‌میانه. مهندسی و مدیریت آبخیزداری، ۵(۳): ۱۹۰-۱۹۸.
۵. شایان، س.، غ. ر. زارع و ش. امیری. ۱۳۹۰. نقشه‌های ژئومورفولوژی، تاریخچه، ضرورت و کاربرد. اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۰(۷۹): ۳۷-۴۵.
۶. طالبی، م. ۱۳۹۳. استخراج اتوماتیک جاده از تصاویر لیدار. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده علوم جغرافیایی، دانشگاه خوارزمی. ۱۱۰ صفحه.
۷. علایی‌طالقانی، م. ۱۳۹۲. ژئومورفولوژی ایران. انتشارات قومس. ۳۶۰ صفحه.
۸. فاطمی، ب. و ی. رضایی. ۱۳۹۳. مبانی سنجش‌ازدور. چاپ چهارم، انتشارات سمت. ۲۸۸ صفحه.
۹. کاشی زنوزی، ل.، ح. سعادت و م. نامدار. ۱۳۹۵. مقایسه دقت و نحوه تولید نقشه‌ی لندفرم‌های ژئومورفولوژی، از طریق روش سنتی و فتوگرامتری تحلیلی (مطالعه موردی: حوزه آبخیز هرزندچای). اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۵(۹۷): ۵۷-۶۶.
۱۰. محمدی، م. و ع. سیف. ۱۳۹۳. بررسی روند تغییرات رخساره‌های ژئومورفولوژی مخروطه دلتای زاینده‌رود با

تولید نقشه لندفرم‌های ژئومورفولوژی، از روش سنتی و فتوگرامتری تحلیلی استفاده که نشان داد که روش تحلیلی می‌تواند ۱۰ تا ۱۵ صحت کل و ضریب کاپا را نسب به روش‌های رایج افزایش دهد. اما وجه تمایز این تحقیق با سایر تحقیق‌های انجام‌گرفته این است که این مقاله به مقایسه میزان کارایی دو تصویر با دو سازوکار متفاوت (ایتیک و رادار) در شناسایی عوارض ژئومورفولوژی پرداخته است. همچنین به تحلیل اثر تغییر در زاویه برداشت تصویر (رادار ۱ و ۲) در شناسایی عوارض ژئومورفولوژی و در نهایت اثر اجرای تصحیح پستی‌وبلندی‌ها (رادار تصحیح‌شده) در تشخیص عوارض را مورد بحث و بررسی قرار داده است. با توجه به محدود بودن پژوهش‌های کاربردی و محض در زمینه مقایسه استخراج عوارض ژئومورفولوژیک با بهره‌گیری از داده‌های ایتیک و راداری نتایج این پژوهش منحصر به فرد بوده و منبعی وجود ندارد تا با یکدیگر مقایسه گردند. با در نظر گرفتن هدف این مطالعه که استخراج چهار نوع عارضه مورفولوژیکی از تصاویر ایتیک و راداری با توان تفکیک متوسط، و مقایسه قابلیت‌های این داده‌ها در این زمینه بوده، در یک جمع‌بندی کلی این‌گونه می‌توان گفت که اگر قرار است از دو تصویر سنتینل-۱ و لندست ۸ برای استخراج عوارض ژئومورفولوژیک استفاده شود، لازم است تصاویر سنتینل را تصحیح هندسی پستی‌وبلندی کرد و مخروط‌افکنه‌ها و واریزه‌ها را از آن استخراج نمود و تیغه‌ها و دره‌ها را نیز از تصویر لندست ۸ استخراج کرد. در خصوص مخروط‌افکنه‌ها با مشاهده تصاویر World Imagery مشخص گردید که تعدادی از مخروط‌افکنه‌ها مورد دست‌اندازی انسان برای ساخت‌وساز و برپایی سکونتگاه‌ها، کشاورزی و باغ قرار گرفته است. بنابراین این‌گونه به نظر می‌رسد که باند C امواج راداری از کشت‌های رشد یافته در خردادماه (زمان برداشت تصاویر) و درختان نفوذ می‌کند و در مقایسه با طول موج ۰/۶۸۰-۰/۵۰۰ میکرومتر باند پن‌کروماتیک می‌تواند بهتر عمل کند. در خصوص استخراج واریزه‌ها، تصاویر ایتیک صحت، دقت و کیفیت پایینی ارائه می‌دهند، بنابراین توصیه می‌شود که واریزه‌ها از تصاویر رادار تصحیح

- synthetic landscapes to assess operator effectiveness. *Journal of Maps*, 11(5): 719-729.
21. Hillier JK, Smith MJ. 2016. Distortions of glacial landform sizes by manual mapping. In: EGU General Assembly Conference Abstracts, 1627 pp.
 22. Kaushal A, Singh Y. 2006. Extraction of geomorphological features using radarsat data. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 34(3): 299-307.
 23. Lee TH, Moon WM. 2002. Lineament extraction from Landsat TM, JERS-1 SAR, and DEM for geological applications. In: *Geoscience and Remote Sensing Symposium, 2002. IGARSS'02. 2002 IEEE International, IEEE*, 3276-3278 pp.
 24. Matthew MW, Adler-Golden SM, Berk A, Felde G, Anderson GP, Gorodetzky D, Paswaters S, Shippert M. 2002. Atmospheric correction of spectral imagery: evaluation of the FLAASH algorithm with AVIRIS data. In: *Applied Imagery Pattern Recognition Workshop, Proceedings. 31st, 2002. IEEE*, 157-163 pp.
 25. Möller M, Lyburner L, Volk M. 2007. The comparison index: A tool for assessing the accuracy of image segmentation. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 9(3): 311-321.
 26. Rao D. 2002. Remote sensing application in geomorphology. *Tropical Ecology*, 43(1): 49-59.
 27. Smith M, Pain C. 2009. Applications of remote sensing in geomorphology. *Progress in Physical Geography*, 33(4): 568-582.
 28. Strahler AH, Stahler A. 2005. *Physical Geography: Science and Systems of the Human Environment*. New York: John Wiley & Sons, 794 pp.
 29. Tarolli P, Arrowsmith JR, Vivoni ER. 2009. Understanding earth surface processes from remotely sensed digital terrain models. *Geomorphology*, 113(1): 1-4.
 30. Sabour SMT. 2011. Multi-temporal classification of crops using ENVISAT ASAR data. Hannover University, Germany, 165 pp.
 31. Vyas R, Pandya T. 2013. Extraction of hydro-geomorphologic features using satellite data for Mandsaur District, Madhya Pradesh. *International Journal of Remote Sensing & Geoscience*, 2(3): 65-69.
 32. Weidner U. 2008. Contribution to the assessment of segmentation quality for remote sensing applications. *International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37(B7): 479-484.
- استفاده از سنجش از دور. سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، (۱)۵: ۴۵-۵۹.
۱۱. ملکی، ر.، ع. ا. آبکار، م. مختارزاده، م. ج. ولدانزوج، ع. غفوری و م. ملکی. ۱۳۹۲. تهیه نقشه زمین شناسی شکستگی ها و خطواره ها از تصاویر چند طیفی و تصاویر رادار روزانه SAR (مطالعه موردی: منطقه کلات نادری). اکتشافات و تولید نفت و گاز. ۱۰۸: ۹۲-۱۰۰.
 ۱۲. میرزایی زاده، و.، م. نیک نژاد و ج. اولادی قادیکلایی. ۱۳۹۴. ارزیابی الگوریتم های طبقه بندی نظارت شده غیرپارامتریک در تهیه نقشه پوشش زمین با استفاده از تصاویر لندست ۸ سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۳(۳): ۲۹-۴۴.
 ۱۳. میرعابدینی، م. س.، ش. شتایی و م. آق آتابای. ۱۳۹۲. استخراج گسل های البرز مرکزی با استفاده از تصاویر سنجنده ASTER به روش بصری و رقومی خودکار. جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۲(۸): ۴۹-۶۴.
14. Benz UC, Hofmann P, Willhauck G, Lingenfelder I, Heynen M. 2004. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 58(3): 239-258.
 15. Clinton N, Holt A, Scarborough J, Yan L, Gong P. 2010. Accuracy assessment measures for object-based image segmentation goodness. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 76(3): 289-299.
 16. Congalton RG, Green K. 2008. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. CRC press, 179 pp.
 17. Feyisa GL, Meilby H, Fensholt R, Proud SR. 2014. Automated water extraction index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 140: 23-35.
 18. Hubbard B, Glasser NF. 2005. *Field Techniques in Glaciology and Glacial Geomorphology*. John Wiley & Sons, 412 pp.
 19. Hugenholtz CH, Whitehead K, Brown OW, Barchyn TE, Moorman BJ, LeClair A, Riddell K, Hamilton T. 2013. Geomorphological mapping with a small unmanned aircraft system (sUAS): Feature detection and accuracy assessment of a photogrammetrically-derived digital terrain model. *Geomorphology*, 194: 16-24.
 20. Hillier JK, Smith MJ, Armugam R, Barr I, Boston C, Clark CD, Ely J, Frankl A, Greenwood SL, Gosselin L. 2015. Manual mapping of drumlins in



Comparison of optic and radar data for terrain feature extraction

M. Maleki^{1*}, S. M. Tavakkoli Sabour², P. Zeaieanfiroozabadi³, M. Reyes⁴

1. MSc. Graduated of Remote Sensing and Geographic Information System, Department of Geographical Sciences, Kharazmi University
2. Assis. Prof. College of Remote Sensing and Geographic Information System, Department of Geographical Sciences, Kharazmi University
3. Assoc. Prof. College of Remote Sensing and Geographic Information System, Department of Geographical Sciences, Kharazmi University
4. MSc. Graduated of Remote Sensing and Geographic Information System, Department of Geographical Sciences, Kharazmi University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 28 February 2018

Accepted 26 July 2018

Available online 23 August 2018

Keywords:

Radar imagery
Landsat 8 (OLI)
Sentinel-1
Landforms
Mianrahan basin

ABSTRACT

The availability of suitable maps of terrain features is very important because these complications and the process governing them are the sources of many environmental hazards and resources. The purpose of this research, compare the optic and radar data for terrain feature extraction. A panchromatic band of Landsat 8 (OLI) as an optical image and two C-band Sentinel-1 satellite radar images with a resolution of 22×20 m per pixel were used. Two radar images (radar-1 and 2) in two different acquisition directions with different look angles were visually interpreted. In order to reduce the geometric and radiometric effects of the topography, the radar images were corrected using 3-second SRTM data (modified radar). In this study, four feature types were extracted by visual interpretation, which is: valleys, blades, alluvial fans, and debris fans and the results were compared with the World Imagery layer. The accuracy, completeness, quality, kappa, and z-test were calculated for every interpretation. The results showed that the highest accuracies in recognition of valleys and blades using Landsat image were 83.90% and 87.88%, respectively, and the highest accuracies of alluvial fan and the debris fan of the modified radar image were 82.76% and 83.72% respectively. The highest kappa coefficient related to the modified radar data was calculated at 54.72% (Landsat 49.74%) and the highest z-text related to Landsat-radar 1 was calculated 0.9871 (Modified Radar-Landsat 0.6443%).

* Corresponding author e-mail address: Malekimohamad14@gmail.com