

ارائه پارامترهای مناسب در شناسایی و استخراج ساختمانهای شهری با استفاده از تکنیکهای پردازش شیء گرای تصاویر هوایی (مطالعه موردی: شهر ورزقان)

عذرا معصومی^۱

بختیار فیضی زاده^۲

خلیل ولیزاده کامران^۳

چکیده

دینامیک بودن یکی از ویژگی های مهم مناطق شهری است که به تبع آن نیازمندی به اطلاعات بروز و دقیق از تغییرات شهری برای مدیریت منابع شهری را مطرح می سازد. بنابراین تشخیص خودکار عوارض شهری در تصاویر هوایی و ماهواره ای در گستره وسیعی از جمله مدیریت بحران و برنامه ریزی شهری از اهمیت زیادی برخوردار است. در تحقیق حاضر سعی شد تا با استخراج ساختمان ها با روش شیء گرا و ارزیابی دقت حاصل از طبقه بندی به معرفی شاخص های بهینه برای ارائه چارچوبی نیمه اتوماتیک پرداخته شود که هم از دقت بالایی برخوردار باشد و استخراج عوارض شهری از تصاویر ماهواره ای را در کمترین زمان میسر سازد. فرآیند انجام تحقیق مبتنی بر روش پردازش شیء گرا عکس هوایی تهیه شده با پهباد در شهر ورزقان است. در این راستا، از قابلیت تکنیکهای پردازش شیء گرا در ارائه انواع الگوریتم ها و ایجاد الگوهای پردازش نیمه خودکار استفاده شده است. برای این منظور تصاویر با مقیاس ۸۰، بخش بندی شده و سپس با الگوریتم تقسیم بندی چند متغیره مورد تجزیه تحلیل قرار گرفت. طبقه بندی کلاس ها با بررسی آستانه ها کارآمد برای ۱۰ الگوریتم ژئومتری و مکانی انجام شده و دقت حاصله با استفاده از نقاط کنترل مورد ارزیابی قرار گرفت. در راستای سنجش کارآمدی روشهای پردازش شیء گرا، نتایج نشان می دهد که شاخص شکل با دقت ۹۷٪، ضریب کاپای ۰.۹۴ و ضریب روشنایی با دقت ۹۸٪، ضریب کاپای ۰.۹۶ از قابلیت موثری برای استخراج ساختمانهای شهری برخوردار هستند. نتایج این تحقیق در ارائه پارامترهای کارآمد برای استخراج انواع عوارض شهری از کاربردهای متعددی برخوردار بوده و علاوه بر متخصصین سنجش از دور، می تواند برای برنامه ریزان و تصمیم گیران شهری در راستای شناسایی ساخت و سازها و در کل بررسی تغییرات شهری از قابلیت بالایی برخوردار باشد.

واژگان کلیدی: استخراج ساختمان های شهری، پردازش شیء گرا، ارزیابی صحت، شهر ورزقان

مقدمه

اطلاعات مکانی در هر کشوری زیرساخت تصمیم گیری های کلان بوده و از طرفی رشد و توسعه پایدار نیز نیازمند اطلاعات دقیق، به روز و قابل اطمینان از مناطق شهری و غیر شهری می باشد. با گسترش علوم فتوگرامتری و سنجش از دور و در دسترس قرار گرفتن تصاویر ماهواره ای و هوایی با قدرت تفکیک های مختلف، طیف وسیعی از داده های مکانی در دسترس علوم مختلف قرار گرفته است. با این حال، زمانی تصاویر ماهواره ای و هوایی گاهی از مشکلات مکان را باز می کنند که بتوانیم اطلاعات و عوارض موجود در آن ها را استخراج کنیم. استخراج ویژگی های شهری از تصاویر ماهواره ای و عکسهای هوایی با تفکیک مکانی بالا، یکی از تکنیک های مهم

^۱. کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه تبریز

^۲. دانشیار گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)

^۳. دانشیار گروه سنجش از دور و GIS دانشگاه تبریز

سنجش از دور است که کاربردهای زیادی در برنامه ریزی شهری، نقشه برداری، مدیریت بحران و روزرسانی سیستم اطلاعات جغرافیایی دارد (Erener, 2013: 397-408). پیچیدگی عوارض شهری موجب توسعه الگوریتم‌های جدیدی در دهه‌های اخیر شده است. بسیاری از الگوریتم‌های پردازش تصویر بیانگر آن هستند که تصاویر با قدرت تفکیک بالا، چه تصاویر ماهواره‌ای و یا عکسهای هوایی، به شناسایی عوارض شهری کمک می‌کنند اما اینکار به دلیل تغییرات طیفی و مکانی بالای آن‌ها دشوار است. عوامل زیادی بر شناسایی شیء از طریق تصویر ماهواره‌ای با تفکیک مکانی بالا در محیط شهری تاثیر می‌گذارد. از جمله: جنس سطح (خاک، آجر، فلز)، اشیاء متحرک و پویا (ماشین‌ها، مارکت‌ها و یا میادین)، موانع از جمله سایه و یا ویژگی‌های مجاورتی و در نهایت سنجنده و یا عوامل محیطی. این عوامل توسعه و بسط یک روش کلی را که بتوان از طریق آن عوارض را از انواع مختلف تصویر استخراج کرد، دشوار می‌سازند (Erener, 2013: 397-408; Bedawi and Kamel, 2011: 307-316; Liu and Prinnet, 2005; ; Theng, 2006: 255-259). عواملی مانند نیاز به نیروی کار ماهر، تلاش یدی، هزینه و زمان که در دیجیتال سازی دستی اشیاء شهری شرکت دارند، محققان را بر آن داشت که روش‌های خودکار برای استخراج عوارض ایجاد کنند که سرعت را افزایش و تمامی منابع مورد نیاز را کاهش دهد (Aytekin et al., 2012: 2152-2177).

روش‌های متفاوتی برای طبقه‌بندی بیان شده که از بین آنها میتوان به روش‌های شی گرا به عنوان کارآمدترین روش‌ها اشاره کرد چرا که علاوه بر اطلاعات طیفی از اطلاعات مکانی نیز برای شناسایی استفاده می‌کند و همین امر دقت طبقه‌بندی را بالا می‌برد. علاوه بر این، امکان ارزیابی دقت طبقه‌بندی از دیگر مزایای این روش به شمار می‌رود که موجب شناسایی عوامل تاثیر گذار در دقت طبقه‌بندی شده و از این رو میزان عدم قطعیت نتایج مشخص و میتوان در جهت کاهش آن‌ها گام برداشت. از این رو، تحقیق حاضر سعی دارد تا با بهره‌گیری از قابلیت‌های روش‌های شی‌گرا نسبت به استخراج دقیق ساختمان‌های شهری از طریق پارامترهای مناسب اقدام نموده و دقت حاصل از آن‌ها را مورد صحت سنجی قرار دهد. در این راستا هدف اساسی تحقیق مذکور دستیابی به این پرسش اصلی است که کدام یک از الگوریتم‌های شی‌گرا امکان شناسایی دقیق عوارض شهری را از عکسهای هوایی با تفکیک مکانی بالا را فراهم می‌آورد و سطح اعتماد پذیری به نتایج آنها چگونه است؟

پیشینه تحقیق

فیضی زاده (۲۰۱۷) در مقاله‌ای تحت عنوان " رویکرد جدیدی از تئوری دمپستر-شافر فازی برای تحلیل عدم قطعیت مکانی و ارزیابی صحت طبقه‌بندی شیء‌گرای تصویر " به معرفی روشی جدید برای ارزیابی صحت پرداخته است که از تحلیل شیء‌گرا (OBIA) برای تهیه نقشه پوشش زمین و کاربری شهر اهر و منطقه اسکو استفاده و نشان داده است که این روش میتواند به طور موثر در ارزیابی صحت مکانی برای تحلیل شیء‌گرا استفاده شود. عطارزاده و مومنی (۲۰۱۲) در پژوهشی تحت عنوان " استخراج ساختمان با روش شیء گرا از تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا " یک روش جدید برای تشخیص قوی و خودکار ساختمان‌ها پیشنهاد می‌کنند که در آن هم از ویژگی‌های پایدار و هم متغیر استفاده کرده‌اند. در این پژوهش از تصویر QuickBird در یک منطقه شهری اصفهان استفاده شده است. Grinias و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی تحت عنوان " طبقه‌بندی مبتنی بر MRF^۱ و طبقه‌بندی نظارت نشده^۲ برای شناسایی ساختمان‌ها و جاده‌ها در مناطق شهری از تصاویر ماهواره‌ای با وضوح بالا " روش جدیدی را برای شناسایی عوارض شهری ارائه کردند که از الگوریتم‌های تقسیم‌بندی مبتنی بر مدل میدان تصادفی مارکوف برای پیشنهاد روشی جدیدی برای تکمیل شبکه جاده‌ای استفاده شده است. Blaschke (۲۰۱۰) در مقاله‌ای با عنوان " پردازش شیء‌گرا تصاویر برای سنجش از دور " اشاره می‌کند که برای استخراج اطلاعات کاربری اراضی از تصاویر رقومی ماهواره‌ای روش‌های متفاوتی مطرح شده است که هر یک نقاط ضعف و برتری

¹ Markov random field

² Unsupervised classification

خاص خود را دارند. در این زمینه روش های شیء گرا به دلیل بهره مندی از الگوریتم های دانش پایه توانسته است بر ضعف روش های پیکسل پایه غلبه کند.

مبانی نظری

طبقه بندی یکی از مهمترین روش های استخراج اطلاعات از تصاویر سنجش از دور است (عطارچی و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۳-۲۳) که به کاربران امکان تولید انواع اطلاعات از قبیل نقشه های پوششی، نقشه های کاربری و نقشه ی تغییرات را می دهد (حدادی و همکاران، ۱۳۸۸: ۵۰-۳۳). در حقیقت طبقه بندی یک نگاشت از فضای چند طیفی به فضای عوارض است (فاطمی و رضایی، ۱۳۹۱: ۱۷۳). برای استخراج عوارض شهری از تصویر، روشهای طبقه بندی های مختلفی وجود دارد از جمله آنها می توان به ماشین بردار پشتیبان^۱، طبقه بندی حداکثر احتمال^۲، طبقه بندی شبکه های عصبی^۳، طبقه بندی درخت های تصمیم گیری^۴ و طبقه بندی شیء گرا^۵ اشاره کرد (Duro et al., 2012: 259-272; Pal and Mather, 2003: 556; Otukey and Blaschke, 2010: 27-31). در روش های معمولی پیکسل پایه^۶، طبقه بندی بر اساس ارزش عددی هریک از پیکسل ها انجام می شود. توانایی این روش ها در طبقه بندی تصاویر ماهواره ای هنگامی که اشیاء متفاوت اطلاعات طیفی مشابهی دارند، محدود می باشد اما در روش طبقه بندی شیء گرا، اطلاعات طیفی با اطلاعات مکانی ادغام گردیده (اجاقی و خزائی، ۱۳۹۵: ۱۲۷-۱۱۷؛ عطارچی و همکاران، ۱۳۹۹: ۴۳-۲۳) و پیکسل ها بر اساس شکل، بافت، تن خاکستری در سطح تصویر با مقیاس مشخص بخش بندی^۷ شده و طبقه بندی تصویر براساس این بخش ها انجام میشود (فیضی زاده و هلالی، ۱۳۸۸: ۸۴-۷۳). این نوع از طبقه بندی براساس منطق فازی^۸ استوار است و ارزش عوارض را به ارزش فازی (بین صفر و یک) با درجه عضویت معین برای هر کلاس تبدیل می کند. (فیضی زاده و هلالی، ۱۳۸۸: ۸۴-۷۳). در این راستا روش های شیء گرا به جهت بهره مندی از الگوریتم های دانش پایه توانسته است بر ضعف روش پیکسل پایه در استفاده نکردن از اطلاعات هندسی و بافتی اجسام غلبه کند (Blaschke, 2010: 7, Dragut et al., 2012: 25).

روش شناسی تحقیق

روش های پژوهش عمدتاً بر اساس ماهیت موضوع و اهداف هر پژوهش تنظیم می شود. در این تحقیق روش توصیفی برای بیان اطلاعات اسنادی و برای تجزیه و تحلیل روابط از روش های شیء گرا در نرم افزار eCognition استفاده خواهد شد.

مراحل پردازش شیء گرا

بخش بندی

بخش به معنای گروهی از پیکسل های همسایه در داخل یک ناحیه است که شباهت (مانند ارزش عددی و بافت) مهمترین معیار مشترک آن هاست (فیضی زاده و حاجی میری، ۱۳۸۷). بخش بندی تصویر اولین مرحله در فرآیند طبقه بندی شیء گراست که کیفیت نتایج آن در میزان دقت مراحل بعد تاثیرگذار است (Janson & Ma, 2020: 1-9). پارامترهای تاثیر گذار در بخش بندی عبارتند از: تعیین مقیاس مناسب، ضریب رنگ یا شکل که به یکنواختی رنگ و شکل اجسام بستگی دارد و ضریب فشردگی یا نرمی که متناسب با بافت و

¹ Support Vector Machines

² Maximum Likelihood Classifiers

³ Neural Networks Classifiers

⁴ Decision Trees Classifiers

⁵ Object Based Image Classification

⁶ Pixel base

⁷ Segmentation

⁸ Fuzzy logic

ویژگی های هندسی عوارض زمینی تعیین می شود (Comert & Kaplan , 2018 :7-10 , Oruc et al.,2004 :1, Dervisoglu et al., 2020 :213-220).

ساخت کلاس

مرحله بعد از بخش بندی تصویر، ساخت کلاس بر روی تصویر مورد نظر است. چرا که طبقه بندی در محیط نرم افزار eCognition متناسب با شرایطی است که مفسر برای هر کلاس تعریف می کند

نمونه های آموزشی

طبقه بندی شیء گرا نیازمند نمونه های آموزشی است که در محیط eCognition از طریق شیء های تصویری یا همان بخش ها مشخص می شوند. طبقه شیء گرا نسبت به طبقه بندی پیکسل پایه نیازمند تعداد نمونه آموزشی کمتری است (فیضی زاده، ۱۳۸۶: ۹۷-۱۰۳)

انتخاب الگوریتم های مناسب برای شناسایی ساختمان ها

انتخاب ویژگی ها گام مهمی در فرآیند طبقه بندی محسوب می شود به طوری که عملکرد طبقه بندی را بهبود و پیچیدگی محاسبات را با حذف اطلاعات اضافی کاهش می دهد (Ma et al.,2017 :51).

جدول ۱. الگوریتم های مورد استفاده در پژوهش

نام الگوریتم	شاخص ها
میان ^۱	ضریب روشنایی
مد ^۲	انحراف معیار
شکل ^۳	شاخص عدم تقارن شاخص همسایگی ضریب فشردگی شکل هندسی منظم شاخص شکل

(منبع:نویسندگان)

ضریب روشنایی^۴:

این شاخص مقدار عدد روشنایی بخش مورد نظر بر روی تصویر و جزء ویژگی‌هایی از تصویر است. نحوه محاسبه شاخص فوق به صورت زیر است:

$$\bar{C}(v) = \frac{1}{w^B} \sum_{k=1}^K W_K^B \bar{C}_k(v) \quad (1)$$

¹ mean

² mode

³ shape

⁴ Brightness

در فرمول شماره ۱، W_K^B وزن روشنایی لایه تصویر k است که بین صفر تا یک است. K تعداد لایه‌های تصویر مورد استفاده برای محاسبه است. W^B مجموع وزن‌های روشنایی تمام لایه‌های تصویر k به کار برده شده برای محاسبه با $W^B = \sum_{k=1}^K W_k^B$ ، $\bar{C}_k(v)$ میانگین شدت لایه‌های تصویر k از سگمنت v ، C_k^{min} ارزش شدت احتمالی تاریکی لایه تصویر k و C_k^{max} ارزش شدت احتمالی روشنایی لایه تصویر k است (eCognition Developer 9.0).

انحراف معیار^۱:

شاخص انحراف معیار، مقادیر شدت لایه تصویر تمام پیکسل‌های تشکیل دهنده یک شیء را با استفاده از رابطه زیر محاسبه می‌کند.

(۲)

$$\sigma k(v) = \sigma k(Pv) = \sqrt{\frac{1}{\#Pv} \left(\sum_{(x,y,z,t) \in Pv} c_k^2(x,y,z,t) - \frac{1}{\#Pv} \left(\sum_{(x,y,z,t) \in Pv} C_k(x,y,z,t) \right)^2 \right)}$$

$\sigma k(v)$: انحراف معیار میزان شدت لایه تصویر k از تمام پیکسل‌هایی است که یک شیء تصویری v را تشکیل می‌دهند. Pv : مجموعه‌ای از پیکسل یک شیء تصویری v ، $\#Pv$: تعداد کل پیکسل موجود در Pv ، (x,y,z,t) : مختصات پیکسل، $C_k(x,y,z,t)$: مقدار شدت لایه تصویر در پیکسل (x,y,z,t) است و C_{rangek} محدوده‌ای از لایه تصویر k با c است (eCognition Developer 9.0).

شاخص عدم تقارن^۲:

شاخص عدم تقارن، طول نسبی شیء تصویر در مقایسه با یک چندضلعی منظم را توصیف می‌کند. در این شاخص از رابطه ۳ استفاده می‌شود. مقادیری که در این شاخص با اشیای تصویری اختصاص داده می‌شود، مقادیر بین ۰ و ۱ است، به طوری که ارزش مقادیر اشیایی که تقارن ندارند افزایش می‌یابد.

(۳)

$$\frac{\sqrt{\frac{1}{4} (VarX + VarY)^2 + (VarXY)^2}}{VarX + VarY} - VarX \cdot VarY$$

Var X: واریانس X، Y: واریانس Y (eCognition Developer 9.0).

شاخص همسایگی^۳:

از ویژگی‌های این شاخص چگونگی ناهمواری یک شیء نسبت به شیء‌های همسایه است. به هر میزان ناهمواری بیشتر باشد مقادیر اختصاص یافته با اشیای تصویری بیشتر خواهد بود. مقدار این شاخص بین ۱ تا بی نهایت است که ۱ حالت ایده آل آن است و از رابطه ۹ محاسبه می‌شود.

¹ Standard Deviation

² Asymmetry

³ Border index

(۴)

$$\frac{bv}{2(lv+Wv)}$$

Bv طول مرز شی تصویر، lv طول یک شی تصویر v، Wv عرض یک شی تصویر v است (eCognition Developer 9.0).

ضریب فشردگی^۱:

این شاخص نسبت تراکم اشیای تصویری را توصیف می‌کند. فشردگی اشیای تصویر با استفاده از رابطه ۵ و از طریق تقسیم طول و عرض شیء بر تعداد کل پیکسل‌ها به دست می‌آید. در این معیار دامنه ی ارزش عوارض بین صفر و بی نهایت است که در حالت ایده آل برابر یک است (eCognition Developer 9.0).

(۵)

$$\frac{4 * \pi * Area}{Perimeter}$$

اشکال هندسی منظم^۲:

این ویژگی میزان تناسب شیءهای تصویر را با یک مستطیل از نظر اندازه و نسبت توصیف می‌کند. مقدار صفر نشان‌دهنده عدم تناسب و مقدار ۱ نشان‌دهنده تناسب کامل است. چگونگی محاسبه این شاخص بصورت زیر است:

(۷)

$$\frac{\{ \#(x,y) \in p_v : p_v(x,y) \leq 1 \}}{\#p_v}$$

$p_v(x, y)$: فاصله بیضوی در یک پیکسل (eCognition Developer 9.0).

شاخص شکل^۳:

این شاخص میزان همواری و صافی لبه بخش‌ها را توصیف می‌کند و مقدار آن در لبه‌های هموارتر کمتر است. این ویژگی با تقسیم طول لبه شیءهای تصویر بر چهار برابر ریشه دوم مساحت آن‌ها بدست می‌آید. این شاخص به شیوه زیر محاسبه می‌گردد:

(۸)

$$\frac{b_v}{4\sqrt{\#p_v}}$$

b_v : طول مرز اشیای تصویر است، $4\sqrt{\#p_v}$: مرز مربع با مساحت $\#p_v$ است. مقدار عددی این شاخص بین ۱ تا بی-نهایت است که مقدار ۱ حالت ایده‌آل آن است (eCognition Developer 9.0).

¹ Compactness

² Rectangular fit

³ Shape index

ارزیابی صحت^۱

ارزیابی دقت عمدتاً برای بیان درجه صحت و درستی نتایج طبقه بندی بکار میرود (Haug et al., 2017: 1-13). اعتبارسنجی نتایج حاصل از نقشه برداری و طبقه بندی برای اطمینان از قابل اعتماد بودن آن ها امری ضروری است. به عبارتی دیگر یک نقشه تا زمانی که دقت آن مورد ارزیابی قرار نگرفته باشد، کامل نیست (Foody, 2002: 185-201).

ماتریس خطا^۲

ماتریس اختلاط^۳ یا "ماتریس خطا" رایج ترین روش برای بررسی آماری صحت نقشه های طبقه بندی شده است (Foody, 2002: 185-201). ماتریس خطا می تواند برای محاسبه سایر پارامترهای اندازه گیری های صحت، نظیر صحت کلی^۴ و ضریب کاپا^۵ استفاده شود (Congalton and Green, 2008: 57-58).

صحت کلی:

صحت کلی میانگینی از صحت طبقه بندی است که نسبت اشیاء صحیح طبقه بندی شده به جمع کل اشیاء معلوم را نشان می دهد و به شرح فرمول زیر محاسبه میشود:

$$OA = \frac{\sum_{i=1}^C E_{ii}}{N}$$

در این فرمول، C تعداد کلاس ها، N تعداد کل اشیاء معلوم، E_{ii} اعضای قطری ماتریس خطا، و OA صحت کل طبقه بندی را نشان میدهد (فیضی زاده و سلمانی، ۱۳۹۵: ۲۰۲-۱۷۷).

ضریب کاپا:

تحلیل کاپا یک تکنیک چند متغیره گسسته برای مشخص کردن اختلاف اساسی ماتریس خطا در ارزیابی صحت به لحاظ آماری است. مقدار ضریب کاپا بین صفر تا یک متغیر است. در طبقه بندی های کاملاً صحیح مقدار k برابر با یک و در طبقه بندی های کاملاً تصادفی مقدار آن صفر و در صورتی که مقدار K منفی باشد، به معنای ضعف طبقه بندی است. شاخص کاپا به شرح فرمول زیر محاسبه میشود:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^K ni + n + i}{N^2 - \sum_{i=1}^K ni + n + i}$$

i تعداد ردیف ها در ماتریس، ni تعداد مشاهدات در ردیف i ام و ستون i ام روی قطر اصلی، $n+i$ کل مشاهدات ردیف i ام و ستون i ام، N کل مشاهدات است (فیضی زاده و سلمانی، ۱۳۹۵: ۲۰۲-۱۷۷).

محدوده مورد مطالعه

شهرستان ورزقان یکی از شهرستان های استان آذربایجان شرقی به مرکزیت شهر ورزقان است. مساحت شهر ۳۰۱۶۰ کیلومتر مربع بوده و دارای جمعیت ۵۳۴۸ نفری بر اساس سرشماری سال ۱۳۹۵ است. این شهرستان در ۷۵ کیلومتری تبریز با مختصات جغرافیایی

¹ Accuracy assesment

² Error Matrix

³ Confusion Matrix

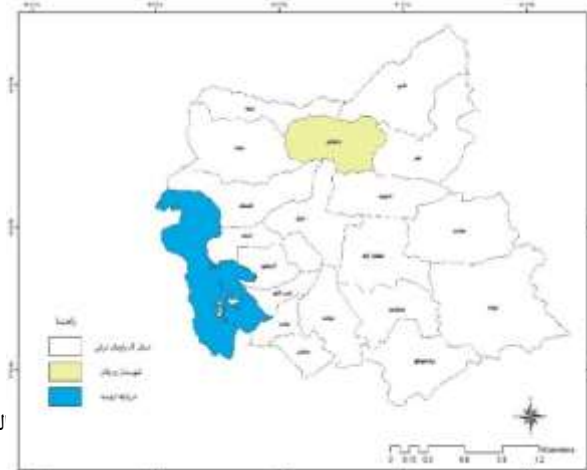
⁴ Overall accuracy

⁵ Kappa coefficient

۳۸ درجه و ۱۴ دقیقه و ۲۴ ثانیه عرض شمالی تا ۴۷ درجه و ۵ دقیقه و ۰ ثانیه طول شرقی واقع شده است. ورزقان با قرار گرفتن بر روی کمربند آلپ_ هیمالیا دارای اندیس های متعدد طلا و مس و عناصر فلزی دیگری نظیر سرب، روی و آهن می باشد لذا از شهرهای مهم و معدنی استان آذربایجان شرقی به شمار می رود.



(الف)



شکل ۱. محدوده مورد مطالعه (منبع: نویسندگان)

(الف) موقعیت سیاسی ; (ب) تصویر پهباد در فرمت عکس های هوایی با تفکیک مکانی بالا

یافته های پژوهش و تجزیه تحلیل

بخش بندی تصویر

بخش بندی منطقه مورد مطالعه با استفاده از الگوریتم تقسیم بندی چند متغیره در قالب مقیاس های مختلف نشان داده شده است که بر اساس تجربه و آزمون و خطا، مقیاس ۸۰ به دلیل استخراج بلوک های واحد به صورت منسجم تر برای بخش بندی ساختمان ها انتخاب شده است. همچنین عدد ۰.۴ برای پارامتر شکل و ۰.۶ برای پارامتر ضریب فشردگی در نظر گرفته شده است.



شکل ۲: انواع بخش بندی با مقیاس های متنوع (منبع: نویسندگان)

(الف) مقیاس ۸۰ ; (ب) مقیاس ۶۰ ; (پ) مقیاس ۵۰ ; (ت) مقیاس ۱۵۰ ; (ث) مقیاس ۲۰۰

طبقه بندی تصویر

پس از ساخت کلاس ها و انجام مراحل ذکر شده در روش پژوهش، طبقه بندی تصویر در محیط نرم افزار eCognition با استفاده از الگوریتم ها و آستانه های مشخص شده انجام می گیرد. مرحله آستانه نویسی را میتوان معادل مرحله شرط نویسی^۱ در محیط آرک مپ^۲ در نظر گرفت. خروجی های الگوریتم حاصل از شناسایی و استخراج ساختمان های شهری با استفاده از آستانه های بدست آمده، شاخص شکل و ضریب روشنایی به عنوان بهترین (پیشنهادی) الگوریتم ها و شاخص انحراف معیار باند ۱ به عنوان ضعیف ترین الگوریتم، در قالب نقشه در زیر ارائه شده است.



(الف)



(ب)

ساختمان های استخراج شده



0 0.2 0.4 0.8 1.2 1.6 Kilometers

شکل ۳: نمونه خروجی های حاصل از استخراج ساختمان ها با الگوریتم های منتخب در محیط Arc-map و ecognition
(الف) شاخص ضریب روشنایی ; (ب) انحراف معیار باند ۱

¹ Query

² Arc map

ارزیابی صحت

عملیات ارزیابی صحت بر روی طبقه بندی از طریق انتخاب تعدادی نقاط کنترل روی تصویر هوایی تقسیم بندی شده (مقیاس ۸۰) محدوده انجام میگیرد. نتایج حاصل از این فرآیند در قالب جدول ۳ نشان داده شده است

جدول ۲. نتایج مرحله ارزیابی صحت طبقه بندی

الگوریتم	دقت کلی	ضریب کاپا
انحراف معیار باند ۱	۸۴٪	۰.۷۲
انحراف معیار باند ۲	۹۵٪	۰.۸۸
انحراف معیار باند ۳	۹۶٪	۰.۹۲
انحراف معیار DEM	۸۷٪	۰.۷۴
ضریب فشردگی	۹۴٪	۰.۸۴
شکل هندسی منظم	۹۲٪	۰.۸۳
عدم تقارن	۸۳٪	۰.۶۷
شاخص همسایگی	۹۲٪	۰.۸۴
ضریب شکل	۹۷٪	۰.۹۴
ضریب روشنایی	۹۸٪	۰.۹۶

(منبع: نویسندگان)

نتیجه گیری

با توجه به اینکه کاربری زمین های شهری پیوسته در حال تغییر است و شهرها با رشد بی رویه و پراکنده روبرو هستند، لزوم شناسایی و مکانیابی صحیح ساختمان ها در تمامی امور برنامه ریزی و مدیریت شهری، مدیریت بحران، حمل و نقل و ارتباطات نقش پر رنگی دارد. با پیشرفت علم و تکنولوژی لزوم استفاده از سنجش از دور بویژه در مرحله شناسایی و استخراج عوارض شهری اهمیت فراوان می یابد.

طبقه بندی تصاویر بر اساس اطلاعات طیفی دارای محدودیت هایی است که برای افزایش دقت طبقه بندی از روش های شیء گرا جهت پردازش استفاده می شود. در این پژوهش از تصاویر هوایی با تفکیک مکانی بالا استفاده شد که بوسیله آن، ساختمان های شهری، فضاهای سبز شهری و شریان های ارتباطی استخراج شدند. برای استخراج این عوارض از الگوریتم های زیادی از جمله شکل، انحراف معیار، ضریب روشنایی و شکل هندسی منظم استفاده گردید. نتایج استخراج شده در قالب نقشه ارائه شد. عملیات ارزیابی صحت برای هر ۱۰ الگوریتم محاسبه شد که به صورت جدول کلی ارائه شد. ضرایب صحت و کاپای بالای الگوریتم ها نشان از کارایی آن ها در شناسایی عوارض است. شاخص شکل با صحت ۹۷٪، ضریب کاپای ۰.۹۴ و شاخص ضریب روشنایی با صحت ۹۸٪، ضریب کاپای ۰.۹۶ در مرتبه بهترین شاخص ها برای شناسایی عوارض قرار گرفتند.

از نکات مهم بدست آمده از تحقیق حاضر می توان به تاثیر کاملا مستقیم بخش بندی در خروجی نتایج اشاره کرد به طوری که هر چه این مرحله دقیق تر انجام شود خروجی های مراحل بعدی نیز دارای نتایج بهتری خواهند بود. با توجه به دقت داده های سنجش از دوری، استفاده از این نوع داده ها به طور مثال مدل ارتفاع رقومی در مطالعات مربوط به تحلیل سطح زمین بسیار کارآمد بوده و پیشنهاد می گردد در مطالعات شهری و روستایی نیز از این نوع داده ها استفاده شود. علاوه بر این اگر هدف شناسایی عارضه ای خاص بر روی زمین با استفاده از روش های شیء گراست بایستی از تصاویر با قدرت تفکیک بالا استفاده کرد چرا که تاثیر مستقیمی در روند استخراج عوارض دارد. با توجه به نتایج می توان گفت که دقت حاصله تا حد زیادی وابسته به مرحله سگمنت سازی است و پیشنهاد می گردد که در طبقه بندی به روش شیء گرا این مرحله با دقت زیادی انجام شود. نتایج این تحقیق برای ارائه روشی نیمه خودکار در استخراج عوارض شهری از اهمیت بالایی برخوردار بوده و می تواند راه گشای تحقیقات بعدی برای معرفی روشها و تکنیکهای کارآمدتر باشد. علاوه بر این

نتایج این تحقیق برای بروز رسانی انواع نقشه های شهری بسیار کاربردی بوده و برای برنامه ریزان و تصمیم گیران در برنامه ریزی شهری، امور بیمه و مدیریت بحران از اهمیت خاصی برخوردار می باشد. بویژه در مناطق زلزله خیز برای عکسبرداری سریع و برآورد نسبت خسارات و همچنین تعیین نسبت آسیب دیدگی ساختمانها برای مباحث امداد و نجات از اهمیت بالایی برخوردار است. علاوه بر این با توجه به اینکه تکنیکهای پردازش شیء گرا در حوزه سنجش از دور و پردازش تصویر از روشهای نوین محسوب می شوند، بنابراین نتایج طرح حاضر در توسعه علمی سنجش از دور و معرفی تکنیکها و شناسایی روشهای کارآمد از اهمیت علمی بالایی برخوردار بوده و می تواند راهگشای محققین آتی در استفاده از روشهای موثرتر باشد.

منابع

- اجاقی، سعید؛ خزائی، صفا؛ (۱۳۹۵)، بهبود آشکارسازی تغییرات شیء گرا در تصاویر با قدرت تفکیک مکانی بالا بر مبنای روش جنگل تصادفی در فضای ویژگی‌های بهینه، فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، دوره ۶۲، شماره ۴۰۱، صص ۱۲۷-۱۱۷.
- حدادی، عطا الله؛ صاحبی، محمود رضا؛ مختارزاده، مهدی؛ هیرش، فتاحی؛ (۱۳۸۸)، ارائه روش ترکیبی از شبکه‌های عصبی نظارت شده و نظارت نشده در طبقه بندی تصاویر سنجش از دور، سنجش از دور و GIS ایران، دوره ۱، شماره ۳، صص ۵۰-۳۳.
- عطارچی، سارا؛ پور رحیمی، مجتبی؛ عیسی زاده، وحید؛ (۱۳۹۹)، مقایسه عملکرد شاخص‌های طیفی با طبقه بندی شیء گرا در استخراج مناطق ساخته شده در مناطق شهری (مطالعه موردی: شهر تهران و شهر گرگان)، پژوهش‌های جغرافیایی برنامه ریزی شهری، دوره ۸، شماره ۱، صص ۴۳-۲۳.
- فاطمی، باقر؛ رضایی، یوسف؛ (۱۳۹۱)، مبانی سنجش از دور، انتشارات آزاده، تهران.
- فیضی زاده، بختیار؛ رضایی مقدم، محمدحسین؛ (۱۳۸۶)، مقایسه ی روش های پیکسل پایه و شیء گرا در تهیه نقشه های کاربری اراضی، پایانامه کارشناسی ارشد، مرکز GIS دانشگاه تبریز، صص ۹۷-۱۰۳.
- فیضی زاده، بختیار؛ سلمانی، سعید؛ (۱۳۹۵)، مدل سازی تخریب اراضی کشاورزی بر اثر رشد و توسعه شهری با به کارگیری روش های شیء پایه پردازش تصاویر ماهواره ای در محدوده شهری ارومیه/آمایش سرزمین، دوره ۸، شماره ۲، صص ۲۰۲-۱۷۷.
- فیضی زاده، بختیار؛ هلالی، حسین؛ (۱۳۸۸)، مقایسه روش های پیکسل پایه، شیء گرا و پارامترهای تاثیرگذار در طبقه بندی پوشش کاربری اراضی استان آذربایجان غربی، پژوهش های جغرافیایی طبیعی، شماره ۷۱، صص ۸۴-۷۳.
- فیضی زاده، بختیار؛ حاجی میررحیمی، محمود؛ (۱۳۸۷)، آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش های طبقه بندی شیء گرا مطالعه موردی: شهرک اندیشه، همایش ژئوماتیک، ۲۲ تا ۲۳ اردیبهشت، سازمان نقشه برداری کشور، تهران.
- Aytekin, Ö., Erener, A., Ulusoy, İ. and Duzgun, Ş., 2012. Unsupervised building detection in complex urban environments from multispectral satellite imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 33(7): 2152-2177.
- Attarzadeh, R. and Momeni, M.: Object-Based Building Extraction from High Resolution Satellite Imagery, *Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Int. Sci.*, XXXX-B4, 57-60, 2012.
- Blaschke, T. (2010). object based image analysis for remote sensing *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 65(1), 2-16.
- Bedawi, S. and Kamel, M., 2011. Multiple Classifier System for Urban Area Extraction from High Resolution Remote Sensing Imagery. *Image Analysis and Recognition*: 307-316.
- Congalton, R. G., & Green, K. (2008). *Assessing the Accuracy of Remotely Sensed Data: Principles and Practices*. 2nd ED, Boca Raton, Florida: Lewis Publishers.
- Comert, R., Kaplan, O. (2018). Object based building extraction and building period estimation from unmanned aerial vehicle data. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 6(3): 71-76.
- Dervisoglu, Adalet., Bilgilioglu, Baha., Yagmur, Nur. (2020). Comparison of Pixel-Based and Object-Based Classification Methods in Determination of Wetland Coastline. *International Journal of Environment and Geoinformatics*, 7(2): 220-213.
- Dragut, L., Eisank, C. (2012). Automated object-based classification of topography from SRTM data, *Geomorphology* 141-142, 21-33.
- Duro, D. C., Franklin, S. E. and Duba, M. G., 2012. A comparison of pixel-based and object-based image analysis with selected machine learning algorithms for the classification of agricultural landscape using SPOT-5 HRG imagery. *Remote Sensing of Environment*, 118(0): 259-272.

- Erener, A., 2013. Classification method , spectral diversity , band combination and accuracy assessment evaluation for urban feature detection. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 21: 397-408.
- Foody, G. M., 2002, Status of land cover classification accuracy assessment, Remote Sensing of Environment, 80, 185-201.
- Feizizadeh, B., 2017. A Novel Approach of Fuzzy Dempster-Shafer Theory for Spatial Uncertainty Analysis and Accuracy Assessment of Object-Based Image Classification, IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters.
- Grinias, I., Panagiotakis, C., Tziritas, G., 2016. MRF-based Segmentation and unsupervised classification for building and road detection in peri-urban areas of high-resolution Satellite images. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 122(2016), 145-166.
- Huang, D., Shujuei, X., Jingqi, S., Saling, L., Wei, S., Zhenhua, W., 2017. Accuracy assessment model for classification result of remote sensing image based on spatial sampling. Journal of applied remote sensing, 11(4), 1-13.
- Jahns, B.A., Ma, L., 2020. Image segmentation and object-based image analysis for environmental monitoring : Recent areas of interest , Researchers views on the future priorities. Remote sensing, 2020, 12(11) : 1-9.
- Ma, L.; Fu, T.; Blaschke, T.; Li, M.; Tiede, D.; Zhou, Z.; Chen, D. ; Ma, X. (2017). "Evaluation of Feature Selection Methods for Object-Based Land Cover Mapping of Unmanned Aerial Vehicle Imagery Using Random Forest and Support Vector Machine Classifiers", ISPRS International Journal of GeoInformation, 6(2), 51.
- Oruc, M., Marangoz, A.M. & Buyuksalih, G. (2004). Comparison of pixel-based and object-oriented classification approaches using Landsat-7 ETM spectral bands. In Proceedings of XX ISPRS Congress (p.5), 19 July, Istanbul, Turkey.
- Otukey, J.R., Blaschke, T., 2010. Land cover change assessment using decision trees, support vector machines and maximum likelihood classification algorithms. Supplement Issue on "Remote Sensing for Africa "A Special Collection from the Africa Association for Remote Sensing of Environment (AARSE) , 12 , Supplement 1(0): S27-S31.
- Pal, M. and Mather, P.M., 2003. An assessment of effectiveness of decision tree methods for land cover classification. Remote Sensing of Environment, 86(4): 554-565.
- Liu, W. and Prinet, V., 2005. Building detection from high-resolution Satellite image using probability model.
- Theng, L.B., 2006. Automatic building extraction from Satellite imagery Engineering, Letters, 13(3): 255-259.
- Vijjapu, Pavan. (2013), Classification and Building Detection Using Fuzzy Sub_Objects Class Densities and Shadow Influence, master of science in Geo_information Science and Earth observation, University of Twente.