

**استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه  
در طبقه بندی مناطق شهری - روستایی  
باداده های سنجش از دور**

***Using Edge Density Information in  
Classification of Rural-Urban  
Region from Remotely-Sensed Data***

زهرا صمدی<sup>۱\*</sup> ، عباس علیمحمدی<sup>۲</sup>

۱- دانشجوی دکترای اقلیم شناسی و کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS ، دانشگاه تهران

۲- استادیار گروه GIS دانشکده مهندسی ژئوماتیک ، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر

Zahra samadi 1\* , Abbas Alimohammadi 2

- 1- Ph.D. Student of Climatology and M.Sc. in Remote sensing , Tehran University , [zsamadi@ut.ac.ir](mailto:zsamadi@ut.ac.ir)
- 2- Assistant Professor of Remote Sensing and GIS , Department of GIS , Faculty of Geomatic Engineering , Khage nasir University, [alimoh-abb@yahoo.com](mailto:alimoh-abb@yahoo.com)

---

\*

**استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در طبقه بندی مناطق**

# شهری - روستایی با داده های سنجش از دور

## چکیده

نحوه عمل در اکثر الگوریتم های طبقه بندی متداول در سنجش از دور بر اساس ویژگیها و اطلاعات طیفی پیکسلها می باشد. این مسئله ضمن نادیده گرفتن مقدار زیادی از اطلاعات فضایی موجود در تصویر با افزایش قدرت تفکیک فضایی در ماهواره ها، باعث افزایش اطلاعات غیر مفید (نویز) و افزایش تشابه طیفی بین طبقات و در نتیجه افزایش واریانس داخلی می شود که در نهایت منجر به اثرات منفی بر روی دقت طبقه بندی می گردد. به منظور رفع یا کاهش این مشکلات، استفاده توأم از اطلاعات طیفی و محیطی می تواند به تفکیک کاربریهایی که از لحاظ طیفی مشابه هستند کمک موثری نماید.

در این تحقیق مزایای حاصل از ترکیب اطلاعات تراکم حاشیه استخراج شده از طبقه بندی مبتنی بر ویژگیهای طیفی عناصر تصویر با روشهای طبقه بندی حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین و ماهالانویز مورد بررسی قرار گرفته است. این روش برای داده هایی با توان تفکیک مکانی بالا که حاوی اطلاعات جزئی زیادتری می باشند و همچنین مناطقی با پدیده های متفاوت و دارای تراکم های حاشیه مختلف می تواند مناسب تر باشد. کارایی استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در بهبود دقت طبقه بندی با داده های چند طیفی ماهواره اسپات (SPOT) و عکس هوایی مربوط به بخشی از منطقه حاشیه تالاب انزلی در استان گیلان که دارای پدیده های متنوع و کاربریهای مختلف می باشد، مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاصل نشان دهنده افزایش دقت کلاسهای اطلاعاتی بویژه با تفکیک پذیری طیفی ضعیف می باشد. روش طبقه بندی ماهالانویز در کلاسهای اطلاعاتی مراکز شهری - روستایی (۷۴/۶۰ درصد) و رودخانه و کانال (۶۶/۸۷ درصد) به ترتیب با ۱۴/۰۶ و ۶/۵۷ درصد افزایش در داده های ماهواره ای و کلاسهای مجتمع درختی و باغات (۷۴/۳۷ درصد)، رودخانه اصلی (۵۹/۴۴ درصد)، کشاورزی (۴۶/۳۸ درصد) و مناطق مسکونی (۶۸/۰۹ درصد) به ترتیب ۱۱/۷۸، ۳۶/۶۱، ۲۸/۰۹ و ۵۳/۲۹ درصد نسبت به طبقه بندی مبتنی بر اطلاعات طیفی پیکسلها در داده های عکس هوایی افزایش دقت نشان می دهند.

**کلمات کلیدی:** اطلاعات تراکم حاشیه، تفکیک مکانی، SPOT، طبقه بندی مناطق شهری - روستایی، تصاویر ماهواره ای

# *Using Edge Density Information in Classification of Rural-Urban Region from Remotely-Sensed Data*

## **Abstract**

Operation manner in most of the conventional classification algorithms in remote sensing is based on pixels spectral information. Classification of these data ignore information obtained from adjacent pixels. In addition to with increasing of spatial resolution in satellites, increase harmful information (noise) and spectral similarity between classes, consequently increase internal variance of classes and finally decrease classification accuracy. To remove or decrease this problems, the proper incorporation and use of spectral and contextual information can efficiently help distinguish land-uses which are similar spectrally.

In this study, effectiveness of incorporating structural information with classification procedures have been investigated. The technique is based on the use of edge-density information generated from the classified data. "Maximum Likelihood" (ML), "Minimum Distance to Means" (MD) and "Mahalanobis" classification procedures have been used to classify data together with the edge-density information as an additional band.

The performance of using edge-density data has been evaluated using the data of SPOT-XS and aerial photographs of the Anzali Wetlands (Anzali Talab) located in Gilan province north of Iran. This region is very heterogeneous. Results show that use of the structural information leads to increases in accuracy of some classes particularly those with low spectral separabilities. Mahalanobis classifier using spatial and spectral information in rural-urban (74.60) and river and channel (66.87) classes show 14.06 and 6.57 percent increases respectively in accuracies as compared to the spectral classification of satellite data. Application of this approach also in aerial photographs for patches of trees, river, agricultural and residential classes show 11.78, 36.61, 28.09 and 53.29 percent increases in accuracies respectively.

Result show that considering the complex environmental conditions of the study site, the proper incorporation and use of spectral and spatial information can result in more efficient discrimination of some spectrally similar classes. The information of edge-density seems to be more promising in high resolution imagery and heterogeneous classes such as urban features.

**Key Words :** Edge- Density Information, Spectral Resolution, SPOT, Classification of Rural- Urban region, Satellite Images

تهیه نقشه های کاربری و پوشش اراضی از اهداف مهم و اساسی در تفسیر داده های سنجنش از دور محسوب می شود [۱] که معمولاً از طریق طبقه بندی داده های سنجنش از دور با استفاده از روشهای طبقه بندی نظارت شده<sup>۱</sup> و نظارت نشده<sup>۲</sup> و یا ترکیبی از آنها ایجاد می گردند. ارزش این طبقه بندی به عنوان منبع داده های نقشه موضوعی بستگی زیادی به دقت نتایج حاصل دارد.

عملکرد اکثر الگوریتم های طبقه بندی متداول در داده های سنجنش از دور مبتنی بر کمیت های اندازه گیری شده در باندهای مختلف برای هر پیکسل است [۲]. در این الگوریتم ها مقدار زیادی از اطلاعات مکانی موجود در تصویر نادیده گرفته می شود [۳، ۴، ۵، ۶]. ضمناً با افزایش توان تفکیک مکانی در نسلهای جدید ماهواره ها مسائل دیگری مانند افزایش اطلاعات غیر مفید (نویز) و افزایش تشابه طیفی بین طبقات به دلیل ناهمگن بودن اکثر پدیده ها و در نتیجه افزایش واریانس داخلی وجود دارند که کاربرد روشهای پیکسل مینا را با اشکال مواجه می کنند و منجر به افزایش خطا در نتایج حاصل از طبقه بندی می شود [۷، ۸].

استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه<sup>۳</sup> به منظور اصلاح دقت طبقه بندی از جمله روشهایی است که در تفکیک مناطقی با تراکم زیاد حاشیه (مانند مناطق شهری) از مناطقی با مرزها و ناهمگنی کمتر می تواند مؤثر باشد [۹، ۱۰، ۱۱]. یکی از روشهای حصول تراکم حاشیه، استفاده از واریانس موجود در تصویر است. در مطالعه ای که توسط گانگ و هاوارث<sup>۴</sup> (۱۹۹۰a) صورت گرفته است از این روش برای بهبود دقت طبقه بندی پوشش اراضی حاشیه بین روستا و شهر در شمال شرقی تورنتو استفاده شده است. این مطالعه با استفاده از داده های چند طیفی ماهواره اسپات (به دلیل توان تفکیک فضایی بالاتر و وجود اطلاعات فضایی بیشتر) انجام گرفته است.

در این مقاله اطلاعات تراکم حاشیه به عنوان یک باند اطلاعاتی همراه با باندهای اولیه در طبقه بندی مجدد داده ها استفاده شده است. روشها و نتایج حاصل از این مطالعه در زیر ارائه شده است.

---

<sup>1</sup>- Supervised Classification

<sup>2</sup>- Unsupervised Classification

<sup>3</sup>- Edge Density (ED)

<sup>4</sup>- Gong and Hawarath

## استخراج اطلاعات حاشیه

از ویژگیهایی که در تفسیر بصری از آن استفاده می شود، تعداد لبه ها و مرزهای موجود در هر پدیده به لحاظ ساختار خاص آنها است که موجب تفکیک و شناسایی عوارض از همدیگر می گردد. به عنوان مثال در مناطق شهری و یا ویژگیهای خطی مهم (مانند جاده، رودخانه) تراکم مرزها و لبه ها بسیار بیشتر از نواحی یکدست تر مانند مناطق جنگلی متراکم است. همچنین در زمینهای کشاورزی بسته به نوع و تراکم پوشش گیاهی میزان تراکم حاشیه ها متفاوت می باشد. بنابراین استخراج تراکم حاشیه مربوط به عوارض مختلف به عنوان یک ویژگی محیطی می تواند در تفکیک پدیده های فوق و اصلاح طبقه بندی کمک نماید [۹، ص ۳۶].

در این مطالعه استخراج اطلاعات تراکم حاشیه در دو مرحله به شرح زیر انجام شد. ابتدا با استفاده از سه روش طبقه بندی حداکثر احتمال<sup>۱</sup> و حداقل فاصله از میانگین<sup>۲</sup> و ماهالانوبیز<sup>۳</sup> (به دلیل برخورداری از مزایایی مانند ساختار الگوریتمی ساده تر نسبت به MLC [۵، ص ۳، ۱۲]) اقدام به طبقه بندی داده های سنجنش از دور شد و نقشه های حاصل از دو روش MLC و ماهالانوبیز که نتایج بهتری داشتند برای استخراج اطلاعات ساختمانی<sup>۴</sup> مورد استفاده قرار گرفتند. سپس با عبور یک پنجره متحرک با ابعاد ۳ در ۳ بر روی تصویر طبقه بندی شده اولیه، تعداد کلاسهای متفاوت از پیکسل مرکزی در هر پنجره محاسبه شد. با اجرای روش فوق که به دلیل استفاده از پنجره ۳ در ۳ دارای دامنه اعدادی بین صفر تا ۸ است، تمامی مرزهای موجود استخراج شدند. بدین ترتیب پیکسلهایی با ارزش عددی بالاتر نشان دهنده عوارض کوچکتر می باشند. در مرحله بعد پس از تبدیل تصویر بدست آمده به تصویر دو دویی<sup>۵</sup> از طریق حدگذاری، در پنجره متحرک دیگری با اندازه ۳ در ۳ اقدام به محاسبه میانگین شد و بدین ترتیب اطلاعات مربوط به تراکم حاشیه محاسبه شد. اطلاعات (SI) تهیه شده از طبقه بندیهای اولیه، به عنوان یک باند مکمل به همراه باندهای طیفی سنجنده اسپات با استفاده از روشهای MDC، MLC و

<sup>۱</sup>- Maximum Likelihood Classification (MLC)

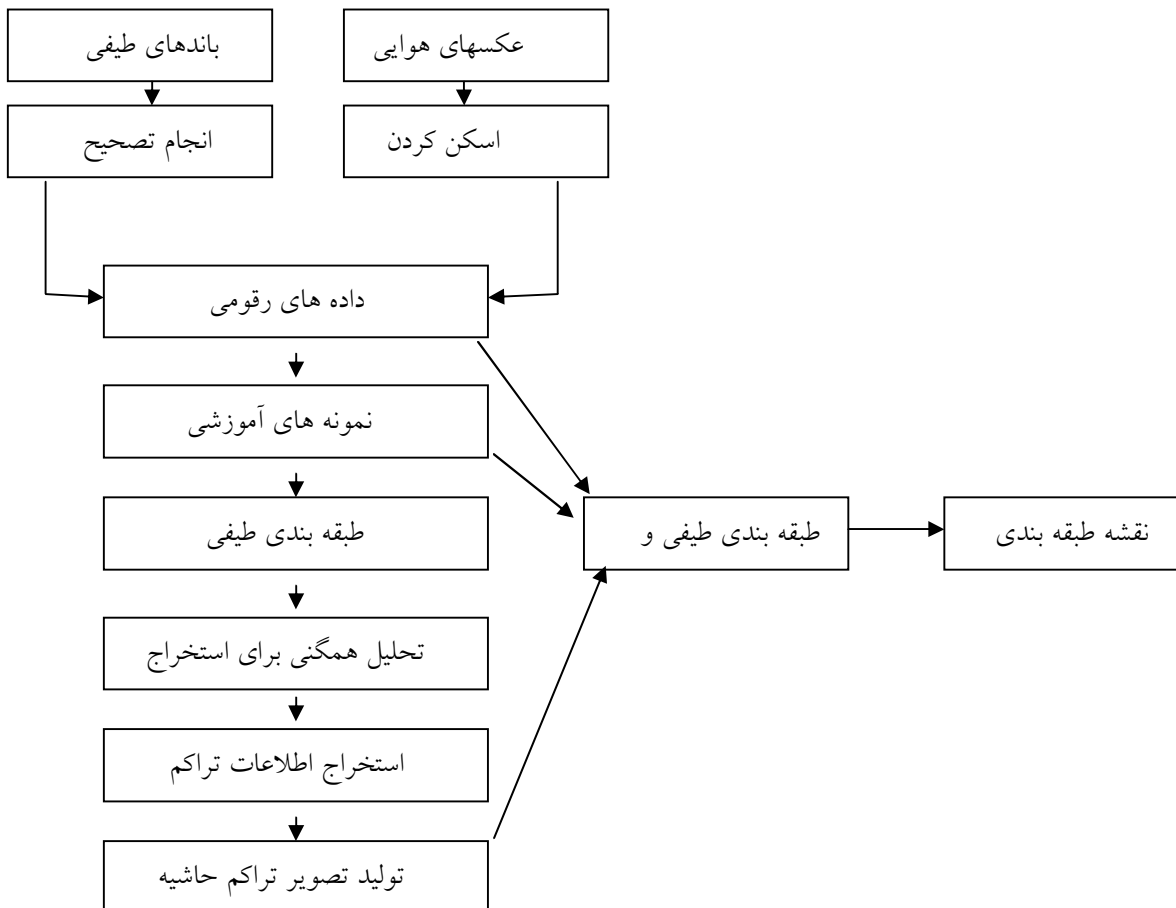
<sup>۲</sup>- Minimum Distance Classification (MDC)

<sup>۳</sup>- Mahalanobis classifier

<sup>۴</sup>- Structural Information (SI)

<sup>۵</sup>- Boolean

ماهالانوبیز طبقه بندی شدند. شکل شماره (۱) شمای کلی مراحل و جریان عملیات در استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه برای پردازش داده های طبقه بندی شده را نشان می دهد.



شکل شماره (۱): شمای کلی مراحل استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در پردازش داده های طبقه بندی شده

### داده های مورد استفاده و مناطق مورد مطالعه

داده های چند طیفی ماهواره اسپات (SPOT) اخذ شده در مرداد ماه ۱۳۷۳ (نهم آگوست ۱۹۹۴) و عکس هوایی رقومی شده (تهیه شده توسط سازمان نقشه برداری در مرداد و شهریور سال ۱۳۷۳) به مقیاس متوسط ۱:۲۰۰۰۰۰ مربوط به بخشی از منطقه حاشیه تالاب انزلی در استان گیلان به ترتیب با ابعاد تقریبی ۲۴ در ۲۷

کیلومتر (تعداد ۱۲۰۰ ستون و ۱۳۵۰ ردیف) و ۴ در ۴ کیلومتر به عنوان مطالعه موردی مورد استفاده قرار گرفتند. داده های ماهواره ای با استفاده از نقاط کنترل زمینی انتخاب شده در نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه از نظر هندسی تصحیح شدند. بدین منظور از نمونه برداری دوباره تصویر بر پایه تصویر واقعی و مرجع با استفاده از نقاط کنترل زمینی و مدل های ریاضی (معادله درجه یک و توابع خطی) استفاده گردید. علاوه بر این، روش درون یابی نزدیکترین همسایه<sup>۱</sup> طی عملیات بازنویسی تصویر<sup>۲</sup> جهت محاسبه درجه روشنایی در تصویر اصلاح شده مورد استفاده قرار گرفت. انتخاب این روش به دلیل سادگی عملیات، حفظ اطلاعات اولیه در داده های رقومی اخذ شده و یا تغییری جزئی در آنها و در نتیجه عدم هموارسازی تصویر می باشد. در نهایت مقدار خطای RMS<sup>۳</sup> کل برابر ۰/۷۷ پیکسل یا ۱۵/۴۶ متر در روی زمین محاسبه گردید که با در نظر گرفتن منابع مورد استفاده و عملیات اجرایی بر روی داده ها در حد قابل قبول می باشد.

به لحاظ تنوع پدیده ها و در نتیجه وجود کاربریها و پوششهای مختلف در منطقه و همچنین تفکیک پذیری طیفی آنها تعداد ۹ کلاس شامل مراکز شهری - روستایی، اراضی ساخته شده، کشاورزی، مراتع، اراضی مرطوب، آب بندها، رودخانه - کانال، جاده، جنگل و مجتمع های درختی برای داده های ماهواره ای و تعداد ۱۳ طبقه شامل مجتمع های درختی و باغات، آب بند-۱، آب بند-۲، مرتع و نیزار-۱ (بدون درخت)، مرتع و نیزار-۲ (با درخت)، اراضی بایر، رودخانه اصلی، رودخانه فرعی، مناطق مسکونی، کشاورزی-۱ و ۲، کشاورزی-۳، کشاورزی-۴ و جاده برای داده های عکس هوایی، در روی تصاویر این مناطق تفکیک گردیدند.

برای تشخیص و شناسایی کلاسهای مختلف کاربری اراضی و همچنین انتخاب نمونه های مختلف آموزشی و آزمایشی از داده های ماهواره ای، عکسهای هوایی، نقشه های کاربری اراضی و توپوگرافی منطقه مورد استفاده قرار گرفتند. کلیه این مراحل و همچنین عملیات مربوط به طبقه بندی و تحلیل فضایی تصاویر نهایی با استفاده از نرم افزارهای ER Mapper و SPSS انجام شد. به منظور مقایسه و ارزیابی تصاویر نهایی حاصل از این تحقیق از ماتریس خطا (Error Matrix) و شاخص کاپا (Kappa Index of Agreement) استفاده شد.

<sup>1</sup>- Nearest- Neighbour

<sup>2</sup>- Resampling

<sup>3</sup>- Root Mean Squared

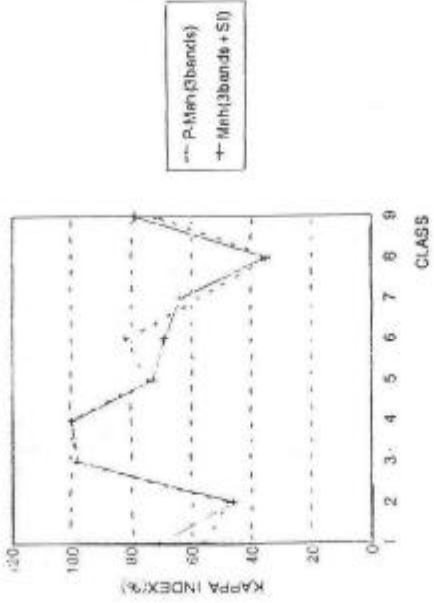
## نتایج حاصل و بحث

خلاصه نتایج و اطلاعات حاصل از طبقه بندی مبتنی بر اطلاعات تراکم حاشیه در در داده های ماهواره ای در نمودارهای شماره (۱) و (۲) نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود تشابه طیفی بین دو طبقه مراکز شهری - روستایی (۱) و اراضی ساخته شده (۲) موجب شده تا کلاس اراضی ساخته شده از دقت طبقه بندی نسبتاً پایینی در طبقه بندیهای اولیه برخوردار باشد. در حالی که استفاده از باند (SI) در طبقه بندی ماهالانوبیز و حداکثر احتمال دقت بالایی را برای طبقه مراکز شهری - روستایی نشان می دهند، روش ماهالانوبیز در مقایسه با MLC بیشترین دقت را برای کلاس مزبور نشان می دهد. روش MDC علی رغم ارائه کمترین دقت برای طبقه مراکز شهری - روستایی، با استفاده از باند (SI) بالاترین دقت را برای طبقه اراضی ساخته شده نشان می دهد. در مناطق مرزی طبقات نسبتاً همگن، روشهای ماهالانوبیز و MLC مقدار دقت مشابه و بالایی را ارائه می دهند (مانند کلاسهای کشاورزی، مراتع، اراضی مرطوب) ولی در شرایطی که تشابه طیفی در مناطق همگن بیشتر باشد روش ماهالانوبیز با استفاده از اطلاعات باند (SI) قابلیت بالاتری را نشان می دهد. بطوری که کلاس آب بند با افزایش دقتی به میزان ۱۳/۹۳ و ۶/۴۷ درصد به ترتیب نسبت به MLC و MDC و دقتی برابر با ۷۰/۸۶ درصد در روش ماهالانوبیز طبقه بندی شده است.

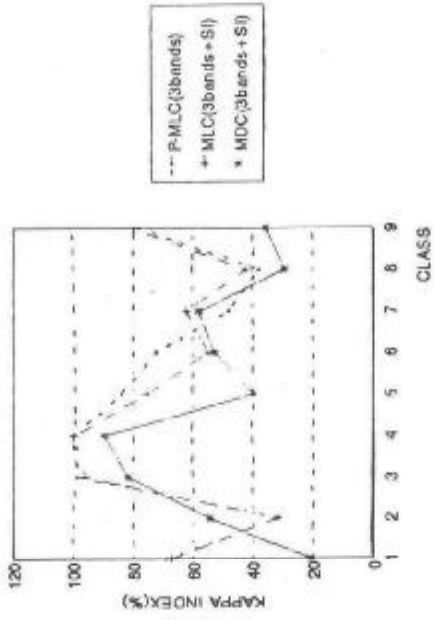
اطلاعات حاصل از دقت طبقه بندی داده های عکس هوایی با روشهای فوق الذکر (نمودارهای شماره (۳) و (۴)) مشخص می کند که در مناطق با عوارض ریز و دارای تشابه طیفی بالا روش طبقه بندی ماهالانوبیز برتری قابل ملاحظه ای را دارا می باشد. بطوری که در طبقات مجتمعهای درختی و باغات، رودخانه اصلی، کشاورزی - ۴ و مناطق مسکونی روش مزبور بالاترین دقت را دارا می باشد. در این طبقات در شرایطی که مناطق قدری ناهمگن تر باشند (به عنوان مثال کلاسهای مجتمعهای درختی و باغات، رودخانه اصلی، کشاورزی - ۴) روش MDC نسبت به MLC دقت بالاتری را نشان می دهد، لیکن در طبقه مناطق مسکونی که از مناطق کوچک متشکل از پیکسلهای انفرادی تشکیل شده است دقت حاصل از MLC بر MDC برتری دارد. نتایج مربوط به پیکسلهای مخلوط در نواحی مرز آب بندهای - ۱ و ۲ حاکی از ارائه دفتهای قابل قبول تر بوسیله روش ماهالانوبیز بر سایر روشها می باشد.



شماره (1): ضریب کاپای طبقه بندی ۹ کلاس کاربری در روش سه‌باندی بدون استفاده و با استفاده از اطلاعات تراکم سکتا، در داده‌های ماهواره‌ای

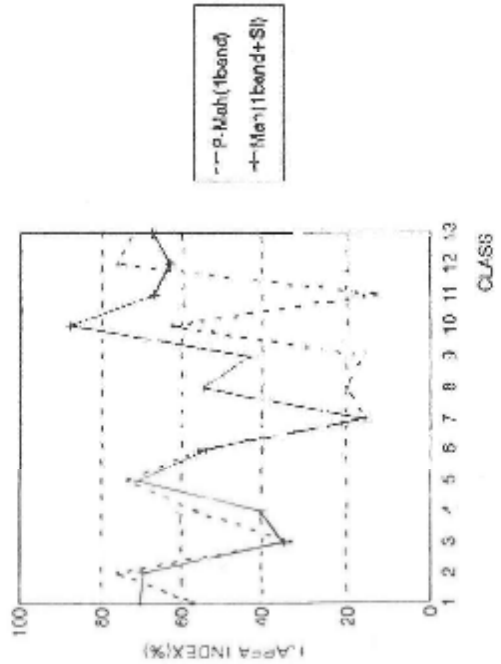


شماره (2): ضریب کاپای طبقه بندی ۹ کلاس کاربری در روش MLC بدون استفاده و MLC با استفاده از اطلاعات تراکم سکتا، در داده‌های ماهواره‌ای

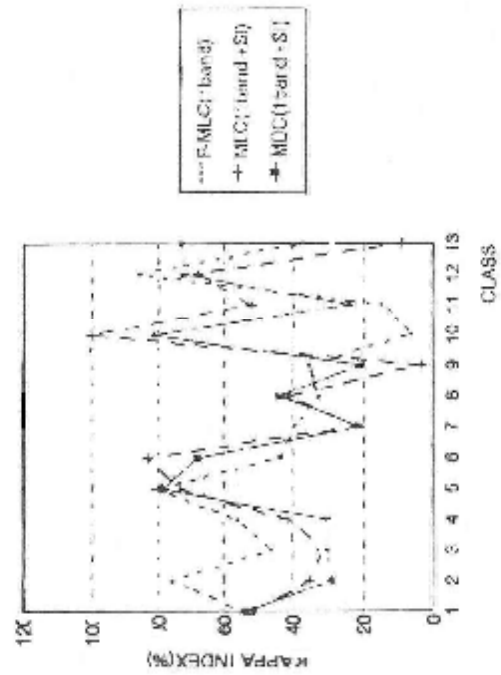


به کاپای استفاده شده در جدول (1) و (2) مراجعه شود.

شماره ۱۳: تغییرات شاخص طبقه بندی کلاس در روش مالتیپل کلاس با استفاده از روش MDC و روش MLC در کلاس ۱-۱۳. تغییرات شاخص طبقه بندی کلاس در روش مالتیپل کلاس با استفاده از روش MDC و روش MLC در کلاس ۱-۱۳.



شماره ۱۴: تغییرات شاخص طبقه بندی کلاس در روش مالتیپل کلاس با استفاده از روش MDC و روش MLC در کلاس ۱-۱۳. تغییرات شاخص طبقه بندی کلاس در روش مالتیپل کلاس با استفاده از روش MDC و روش MLC در کلاس ۱-۱۳.



شماره ۱۵: تغییرات شاخص طبقه بندی کلاس در روش مالتیپل کلاس با استفاده از روش MDC و روش MLC در کلاس ۱-۱۳. تغییرات شاخص طبقه بندی کلاس در روش مالتیپل کلاس با استفاده از روش MDC و روش MLC در کلاس ۱-۱۳.

در حالی که در طبقه کشاورزی ۳- روشهای MLC و ماهالانوبیز دقت بالاتری را نسبت به MDC ارائه می دهند، در کلاس مرتع و نیزار ۱- با وجود بالا بودن شاخص دقت در هر سه روش، MDC نسبت به دو روش دیگر دقت

بیشتری نشان می دهد. کلاس مرتع و نیزار-۲ به دلیل توزیع مناسب تر داده ها و قابلیت تفکیک بالاتر در باند (SI) حاصل از طبقه بندی اولیه MLC نتایج بهتری را نسبت به MDC و ماهالانوبیز دارا می باشد.

کلاس رودخانه فرعی دارای انعکاس طیفی پایین بوده و از نظر تراکم حاشیه از ارزش بالاتری برخوردار است ولی به دلیل واریانس بیشتر این کلاس در اطلاعات تراکم حاشیه حاصل از طبقه بندی اولیه MLC، از دقت بالاتری نسبت به روش ماهالانوبیز بهره مند شده است. در حالی که در طبقه کشاورزی-۲و۱ (۱۲) هر سه روش دقت مناسبی را ارائه می دهند، در طبقه جاده (۱۳) روش MLC به دلیل انعکاس طیفی و تراکم حاشیه ای کم و همچنین تشابه طیفی با کلاسهای مختلف کمترین دقت را نشان می دهد. نکته قابل توجه در دو کلاس کشاورزی-۲و۱ و جاده وضعیت MDC و ماهالانوبیز است. در اینجا علی رغم تفکیک بهتر کلاسهای مذکور در باند (SI) حاصل از طبقه بندی اولیه ماهالانوبیز، MDC نتایج بهتری را ارائه کرده است. در این رابطه مشاهده می شود که کلاسهای مزبور با کلاس مناطق مسکونی (۱۱) دارای تداخل طیفی بالایی می باشند. در حالی که روش ماهالانوبیز نتایج قابل قبول تر و بالاتری را برای هر سه کلاس نشان می دهد، اجرای روش MDC ضمن کاهش شدید دقت طبقه بندی کلاس مناطق مسکونی (۱۱)، دقت بیشتری را در کلاسهای کشاورزی-۲و۱ و جاده نشان می دهد.

نتایج فوق نشان می دهند که در پردازش داده های طبقه بندی شده با استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه حاصل از روش طبقه بندی ماهالانوبیز، وضعیت بهتری در شرایط موجود برای تفکیک برخی طبقات فراهم شده است. افزایش دقت اکثر طبقات بویژه مناطقی با تراکم حاشیه بالا با استفاده از این روش طبقه بندی قابل توجه و در خور اهمیت می باشد.

نتایج مربوط به جداول شماره (۱) و (۲) نیز حاکی از آن است که روش طبقه بندی حداکثر احتمال عملکرد بهتری نسبت به MDC دارد. از طرف دیگر روش طبقه بندی حداکثر احتمال مبتنی بر توزیع نرمال داده ها است و

جدول شماره (۱): دقت کلاسهای مختلف در روشهای مختلف طبقه بندی در داده های ماهواره ای  
(بر حسب درصد)

نام طبقه	بدون استفاده از اطلاعات (ED)	با استفاده از اطلاعات (ED)
----------	------------------------------	----------------------------

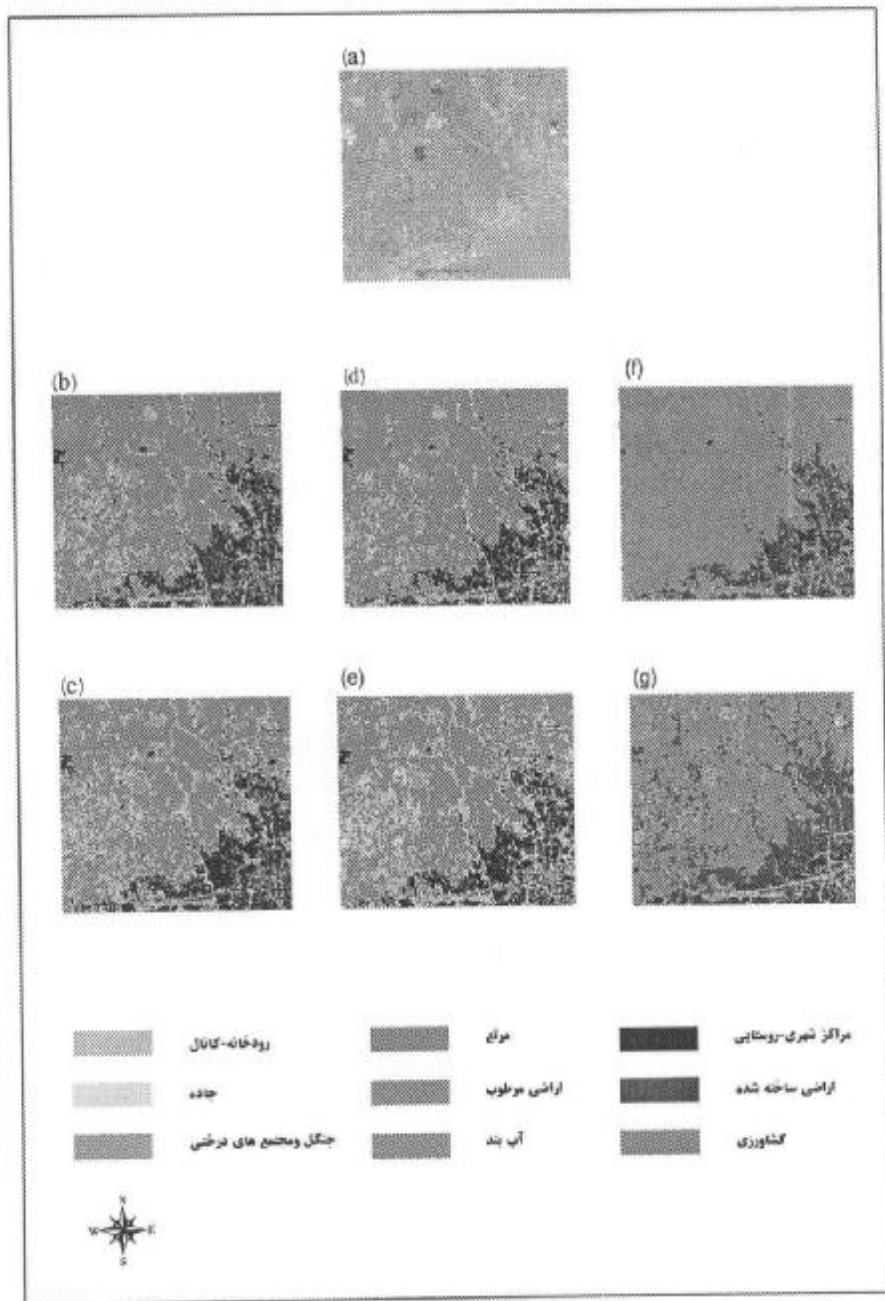
کد	MLC	ماهالانوبیز	MLC	MDC	ماهالانوبیز
۱	۷۳/۳۴	۶۰/۵۴	۷۱/۶۸	۲۴/۱۰	۷۴/۶۰
۲	۳۳/۳۳	۵۱/۱۸	۳۴/۱۲	۶۰/۸۹	۴۸/۲۹
۳	۹۹/۲۸	۹۹/۰۳	۹۸/۷۹	۸۷/۷۲	۹۸/۶۰
۴	۱۰۰	۱۰۰	۹۹/۷۳	۸۹/۸۴	۹۹/۷۳
۵	۸۶/۸۷	۷۸/۸۶	۷۹/۵۴	۴۵/۰۸	۷۷/۲۱
۶	۷۴/۰۶	۸۳/۲۳	۵۶/۹۳	۶۴/۳۹	۷۰/۸۶
۷	۵۰/۴۵	۶۰/۳۰	۶۵/۲۲	۶۱/۰۴	۶۶/۸۷
۸	۳۹/۸۰	۳۳/۵۳	۴۶/۲۷	۳۰/۸۵	۳۷/۸۱
۹	۷۹/۶۰	۷۳/۸۱	۸۱/۲۴	۳۷/۸۲	۸۰/۱۵

جدول شماره (۱): دقت کلاسهای مختلف در روشهای مختلف طبقه بندی در داده های عکس هوایی  
( بر حسب درصد )

کد	نام طبقه	بدون استفاده از اطلاعات (ED)		با استفاده از اطلاعات (ED)	
		MLC	ماهالانوبیز	MDC	MLC
۱	مجموعه های درختی و باغات	۵۸/۸۵	۶۲/۵۹	۵۹/۱۳	۷۴/۳۷
۲	آب بند-۱	۷۷/۴۵	۷۷/۴۵	۳۰/۴۳	۷۱/۴۷
۳	آب بند-۲	۵۴/۴۸	۴۰/۷۷	۳۷/۰۵	۴۲/۲۵
۴	کشاورزی-۳	۵۸/۲۷	۵۸/۲۷	۳۱/۳۴	۴۱/۰۲
۵	مرتع و نيزار-۱ (بدون درخت)	۸۳/۸۳	۷۷/۰۳	۸۱/۸۶	۷۴/۸۲
۶	مرتع و نيزار-۲ (با درخت)	۵۳/۴۵	۶۵/۷۱	۷۵/۶۳	۶۱/۶۹
۷	اراضی بایر	۴۲/۸۷	۱۷/۳۷	۲۲/۳۱	۱۷/۴۵
۸	رودخانه اصلی	۳۵/۱۸	۲۲/۸۳	۴۹/۶۰	۵۹/۴۴
۹	کشاورزی-۴	۳۷/۵۲	۱۸/۲۹	۲۲/۴۸	۴۶/۳۸
۱۰	رودخانه فرعی	۹/۱۶	۶۴/۸۹	۸۲/۴۴	۸۸/۵۵
۱۱	مناطق مسکونی	۱۶/۷۸	۱۴/۸۰	۲۵/۳۳	۶۸/۰۹
۱۲	کشاورزی-۲و۱	۸۶/۸۴	۷۷/۶۶	۶۹/۴۲	۶۴/۶۹
۱۳	جاده	۳۹/۸۶	۷۴/۳۸	۱۱/۳۹	۶۸/۶۸

باند تراکم حاشیه حاصل از آن از توزیع نرمال مورد نیاز در روش MLC برخوردار نمی باشد [۳]. این مسئله و همچنین تفکیک پذیری طیفی ضعیف بین بعضی از کلاسها بر روی نتایج حاصل از آن اثر نامطلوب گذاشته و باعث ایجاد خطا و کاهش دقت طبقه بندی مذکور به میزان ۲ درصد نسبت به طبقه بندی اولیه آن گردیده است. استفاده از روش طبقه بندی ماهالانویز و اطلاعات تراکم حاشیه ضمن افزایش دقت طبقه بندی (به مقدار ۳ و ۵ درصد) برای داده های ماهواره ای و عکس هوایی نتایج بهتری را برای تفکیک و طبقه بندی کلاسهای متفاوت ارائه کرده و در این تحقیق کارآیی مناسبتری نسبت به سایر روشها نشان می دهد.

ناهمگنی شدید عوارض و پیچیده بودن پدیده ها از ویژگیهای خاص منطقه مورد مطالعه در این پژوهش می باشند. در کلیه مباحث مربوط به اطلاعات تراکم حاشیه اهمیت افزایش دقت طبقات ذکر شده در اثر استفاده از باند (SI) زمانی بارزتر می گردد که به شرایط جغرافیایی و زیست محیطی این مناطق توجه شود. به عنوان مثال تفکیک و طبقه بندی عوارض خطی (رودخانه، جاده) که در داده های عکس هوایی به لحاظ تشابه طیفی بالا با دیگر عوارض از معضلات طبقه بندیهای مبتنی بر اطلاعات پیکسل هستند، با استفاده از باند تراکم حاشیه بطور قابل توجه ای قابل تفکیک می باشند. تصاویر شماره (۱) و (۲) به روشنی گویای تفکیک بهتر پدیده هایی با تراکم حاشیه متفاوت با بکارگیری اطلاعات باند (SI) می باشند. مقایسه تصویری مذکور ضمن اینکه تغییرات ایجاد شده با اطلاعات تراکم حاشیه را نسبت به طبقه بندی اولیه مربوطه کاملاً آشکار می نماید، نشان دهنده برتری نسبی روش طبقه بندی ماهالانویز بر دیگر روشها در شرایط مطرح شده می باشد.



تصویر (۱) پنجره‌هایی از تصاویر اولیه (a)، طبقه‌بندی حاصل از روشهای ماه‌آلاتومیز قبل (b) و بعد (c) MLC قبل (d) و بعد (e) و MDC قبل (f) و بعد (g) از پردازش با استفاده از پانده SI در ناهای ماهواره ای

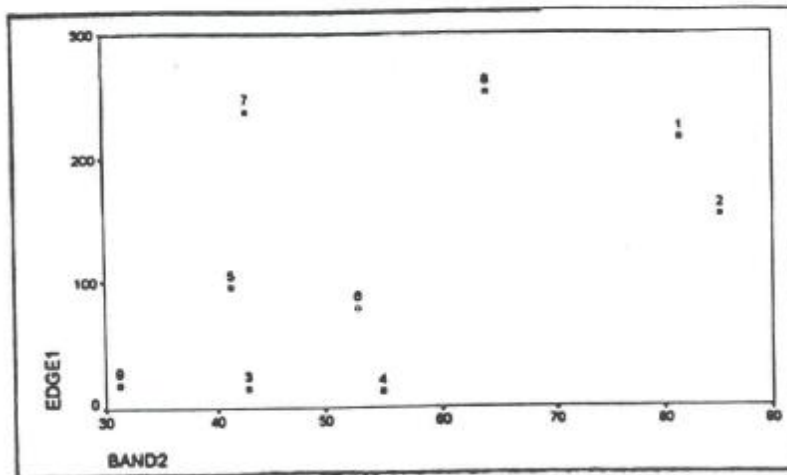


نمودارهای شماره (۵) و (۶) گویای وضعیت کلاسهای کاربری در فضای دو بعدی مربوط به اطلاعات تراکم حاشیه و تک باندهای مورد استفاده در هر دو داده می باشند که در اینجا بطور نمونه برای روش ماهالانوبیز نشان داده شده است. در نمودارهای اخیر افزایش فاصله بین میانگین کلاسها در جهت محور X نشان دهنده تفاوت طیفی بیشتر و در جهت Y نشان دهنده تفاوت بیشتر در تراکم حاشیه بین طبقات می باشد. همانطور که مشاهده می شود (نمودار شماره (۵)) در جهت باند (SI) که حاصل از طبقه بندی اولیه ماهالانوبیز می باشد ضمن اینکه دو طبقه مراکز شهری - روستایی (۱) و اراضی ساخته شده (۲) فاصله بیشتری از یکدیگر نسبت به وضعیت مشابه در طبقه بندی ML دارند، کلاس اراضی ساخته شده با استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه دقت بالاتری را نسبت به طبقه بندی اولیه کسب کرده است. وضعیت سه کلاس کشاورزی، اراضی مرطوب و رودخانه و کانال نیز قابل توجه می باشد. کلاسهای مزبور که تشابه طیفی بالایی را نشان می دهند، از نظر تراکم حاشیه با یکدیگر اختلاف فاحشی را دارا می باشند. این موضوع باعث گردیده تا کلاس کشاورزی (۳) که در طبقه بندی اولیه مجزا نشده است با دقت قابل قبولی نسبت به سایر کلاسها قابل تفکیک باشد. علاوه بر این کلاس رودخانه و کانال (۷) نیز به دلیل کاهش همپوشانی با کلاسهای مربوطه از بالاترین دقت در بین سایر کلاسها برخوردار شده است.

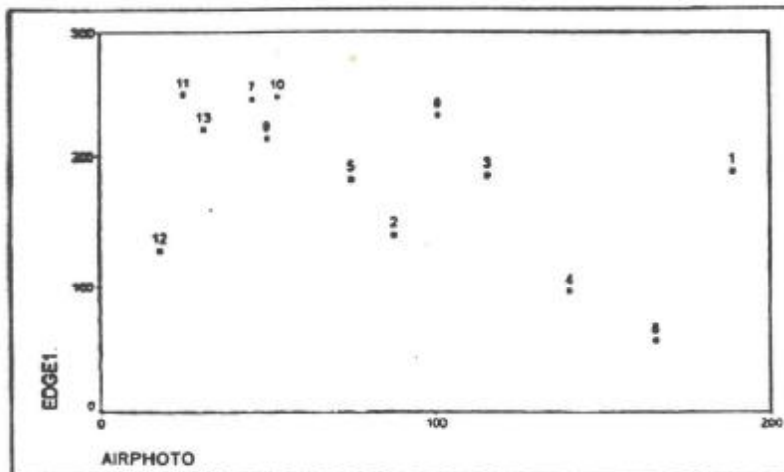
تفکیک بهتر عوارض با استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در طبقه بندی ماهالانوبیز (نمودار شماره (۶)) منجر به دقت بیشتری برای آنها نسبت به سایر روشها شده است. کلاس مجتمع های درختی و باغات (۱) که از لحاظ طیفی تفاوت بیشتری را نسبت به سایر طبقات نشان می دهد، با برخورداری از تفکیک مناسب تر در باند (SI) به خوبی از طبقه رودخانه اصلی (۸) که از جهت طیفی به آن نزدیک می باشد فاصله گرفته و در نتیجه هر دو طبقه مجتمع های درختی و باغات و رودخانه اصلی نسبت به نتایج طبقه بندی اولیه (به ترتیب ۶۲/۵۹ و ۲۲/۸۳ درصد) دقت قابل قبولی (۷۴/۳۷ و ۵۹/۴۴ درصد) را بدست آورده اند.



نمودار شماره (۵): موقعیت نسبی میانگین کلاسهای مختلف کاربری در فضای دو بعدی مربوط به تراکم حاشیه حاصل از طبقه بندی ماکسالاتویز و باند دوم اسپات \*



نمودار شماره (۶): موقعیت نسبی میانگین کلاسهای مختلف کاربری در فضای دو بعدی مربوط به تراکم حاشیه حاصل از طبقه بندی ماکسالاتویز و اطلاعات عکس هوایی \*



\* به کدهای استناد شده در جداول (۱) و (۲) مراجعه شود.

آنچه بیان گردید مربوط به وضعیت چند طبقه در نمودارهای فوق می باشد، مشابه چنین مواردی را با توجه به نتایج حاصل می توان برای کاربریهای دیگر نیز مشاهده نمود. اطلاعات بدست آمده از نمودارهای فوق الذکر مبین این موضوع است که اطلاعات موجود در باند تراکم حاشیه از کارایی لازم برای تشخیص عوارض و پدیده هایی با مرزها و حواشی متفاوت برخوردار می باشد، مخصوصاً در مواردی که تفکیک پذیری طیفی بین کلاسها ضعیف باشد و تراکم حاشیه موجود در آنها تفاوتهای اساسی داشته باشد، بکارگیری اطلاعات تراکم حاشیه در تفکیک عوارض خطی (رودخانه، جاده و ...)، مناطق همگن کوچک (مانند مناطق مسکونی)، اراضی کشاورزی با واریانسهای بالا منجر به اصلاح و بهبود دقت طبقه بندی آنها می گردد [۱۰، ص ۲]. بنابراین چنانچه اینگونه مناطق مورد نظر مفسر باشد، اطلاعات تراکم حاشیه می تواند در کاربردهای مربوطه تأثیر بسزایی داشته باشد. بدین ترتیب می توان با بهره گیری از اطلاعات (ED) استخراج تعداد کلاسهای اطلاعاتی بیشتری را در طبقه بندی مد نظر قرار داد.

## منابع

- [1] Arnold, R.H, “ Interpretation of Airphotos and Remotely Sensed Imagery ”, Newjersey , Prentice- Hall, Inc, ( 1997), pp.250.
- [2] Lillesand, T.M, and Kiefer,P.W, “ Remote Sensing and Image Interpretation ”, NewYork, John Wiley and Sons, Inc, (1994), pp.750.
- [3] Gong, P, Marccou, D.J, and Howarth, P.J, , “ A Comparison of Spatial Feature Extraction Algorithms for Land- Use Classification With SPOT HRV Data ”, Remote Sensing of Environment, Vol.40, (1992a) pp.137-151.
- [4] Gong, P, and Howarth, P.J, “ Frequency-Based Contextual Classification and Gray-level vector Reduction for reduction for land-Use Identification ”, ISPRS Journal of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing , Vol.58, No.4, ( 1992b) , pp.423-437.
- [5] Gurney, C.M, and Townshend, J.R.G, “ The Use of Contextual Information in the Classification of Remotely Sensed Data ”, ISPRS Journal of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing , Vol.19, No.1, ( 1992b) , pp.55-64.
- [6] Huang, Kai-Yi, and Mausal , P.W, “ Spatial Post-Processing of Spectrally Classified Video Images by a Piecewise Linear classifier ”, International Journal of Remote sensing, Vol.14, No.13, ( 1993) , pp.2563-2573.

- [7] Palacio-Prieto, J.L, and Luna-onzaes,L. , “ Improving Spectral Results in a GIS Context ”, International Journal of Remote sensing, Vol.17, No.11, (1996), pp.2201-2209.
- [8] Xia , L. , “ A Method to improve Classification with Shape Information ”, International Journal of Remote sensing, Vol.17, No.8, (1996) , pp.1473-1481.
- [ ۹ ] صمدی ، زهرا ، " استفاده از اطلاعات فضایی در اصلاح طبقه بندی داده های سنجش از دور " ، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد ، دانشگاه تربیت مدرس ، (۱۳۷۷) ، ص ۲۲۴ .
- [10] Gong, P, and Howarth, P.J, “ The Use of Structural Information for Improving Land-Cover Classification Accuracies at the Rural-Urban Fringe” , ISPRS Journal of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing , Vol.56, No.1, ( 1990a) , pp.67-73.
- [11] Gong, P, and Howarth, P.J, “ An Assessment of Some Factors Influencing Multispectral Land-Cover Classification ”, ISPRS Journal of Photogrammetric Engineering and Remote Sensing , Vol.56, No.5, ( 1990b) , pp.597-603.
- [12] Richards, J.A , Remote Sensing Digital Image Analysis ”: An Introduction , Second Revised and Enlarged Edition , Berlin, Springer- Verlag , (1993), pp.337.