

## استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در طبقه‌بندی مناطق شهری- روستایی با داده‌های سنجش از دور

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

۱- دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی و کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

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

پذیرش: ۸۴/۶/۵

دریافت: ۷۹/۷/۴

### چکیده

نحوه عمل در اکثر الگوریتم‌های طبقه‌بندی متداول در سنجش از دور، بر اساس ویژگیها و اطلاعات طیفی پیکسلها می‌باشد. این مسأله ضمن نادیده گرفتن مقدار زیادی از اطلاعات فضایی موجود در تصویر با افزایش قدرت تفکیک فضایی در ماهواره‌ها، باعث افزایش اطلاعات غیر مفید (نویز) و افزایش تشابه طیفی بین طبقات و در نتیجه افزایش واریانس داخلی می‌شود که در نهایت منجر به آثار منفی بر دقت طبقه‌بندی می‌گردد. به منظور رفع یا کاهش این مشکلات، استفاده توأم از اطلاعات طیفی و محیطی می‌تواند به تفکیک کاربریهایی که از لحاظ طیفی مشابه می‌باشند، کمک مؤثری کند.

در این تحقیق مزایای حاصل از ترکیب اطلاعات تراکم حاشیه استخراج شده از طبقه‌بندی مبتنی بر ویژگیهای طیفی عناصر تصویر با روشهای طبقه‌بندی حداکثر احتمال، حداقل فاصله از میانگین و مورد ماهالانوبیز بررسی شده است.

این روش برای داده‌هایی با توان تفکیک مکانی بالا که حاوی اطلاعات جزئی‌تری می‌باشند و همچنین مناطقی با پدیده‌های متفاوت و دارای تراکمهای حاشیه مختلف می‌تواند مناسبتر باشد. کارایی استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در بهبود دقت طبقه‌بندی با داده‌های چند طیفی ماهواره اسپات<sup>۱</sup> و عکس هوایی مربوط به بخشی از منطقه حاشیه تالاب انزلی در استان گیلان که دارای پدیده‌های متنوع و کاربریهایی مختلف می‌باشد، ارزیابی شده است. نتایج حاصل نشان‌دهنده افزایش دقت کلاسهای اطلاعاتی بویژه با تفکیک پذیری طیفی ضعیف می‌باشد. روش طبقه‌بندی ماهالانوبیز در کلاسهای اطلاعاتی مراکز شهری- روستایی (۷۴/۶۰ درصد)، رودخانه و کانال (۶۶/۸۷ درصد) بترتیب با ۱۴/۰۶ و ۶/۵۷ درصد افزایش در داده‌های ماهواره‌ای و کلاسهای مجتمع درختی و باغات (۷۴/۳۷ درصد)،

E-mail: alimoh-abb@yahoo.com

\* نویسنده مسؤل مقاله:

1. SPOT

رودخانه اصلی (۵۹/۴۴ درصد)، کشاورزی (۴۶/۳۸ درصد) و مناطق مسکونی (۶۸/۰۹ درصد) بترتیب ۱۱/۷۸، ۳۶/۶۱، ۲۸/۰۹ و ۵۳/۲۹ درصد نسبت به طبقه‌بندی مبتنی بر اطلاعات طیفی پیکسلها در داده‌های عکس هوایی افزایش دقت را نشان می‌دهند.

**کلید واژه‌ها:** اطلاعات تراکم حاشیه، تفکیک مکانی، SPOT، طبقه‌بندی مناطق شهری- روستایی، تصاویر ماهواره‌ای

## ۱- مقدمه

تهیه نقشه‌های کاربری و پوشش اراضی از اهداف مهم و اساسی در تفسیر داده‌های سنجش از دور محسوب می‌شود که معمولاً از طریق طبقه‌بندی داده‌های سنجش از دور با استفاده از روشهای طبقه‌بندی نظارت شده<sup>۱</sup> و نظارت نشده<sup>۲</sup> و یا ترکیبی از آنها ایجاد می‌شوند [۱، ص ۲۵۰]. ارزش این طبقه‌بندی به عنوان منبع داده‌های نقشه موضوعی بستگی زیادی به دقت نتایج حاصل دارد.

عملکرد اکثر الگوریتمهای طبقه‌بندی متداول در داده‌های سنجش از دور مبتنی بر کمیتهای اندازه‌گیری شده در باندهای مختلف برای هر پیکسل است [۲، ص ۷۵۰]. در این الگوریتمها مقدار زیادی از اطلاعات مکانی موجود در تصویر نادیده گرفته می‌شود [۳، صص ۱۳۷-۱۵۱؛ ۴، صص ۴۲۳-۴۳۷؛ ۵، صص ۵۵-۶۴؛ ۶، صص ۲۵۶۳-۲۵۷۳]. همچنین با افزایش توان تفکیک مکانی در نسلهای جدید ماهواره‌ها، مسائل دیگری مانند افزایش اطلاعات غیر مفید (نویز) و افزایش تشابه طیفی بین طبقات به دلیل ناهمگن بودن اکثر پدیده‌ها و در نتیجه افزایش واریانس داخلی وجود دارد که کاربرد روشهای پیکسل مبنا را با اشکال مواجه می‌کند و منجر به افزایش خطا در نتایج حاصل از طبقه‌بندی می‌شود [۷، صص ۲۲۰۱-۲۲۰۹؛ ۸، صص ۱۴۷۳-۱۴۸۱].

استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه<sup>۳</sup> به منظور اصلاح دقت طبقه‌بندی از جمله روشهایی است که در تفکیک مناطقی با تراکم زیاد حاشیه (مانند مناطق شهری) از مناطقی با مرزها و ناهمگنی کمتر می‌تواند مؤثر باشد [۹، ص ۲۲۴؛ ۱۰، صص ۶۷-۷۳؛ ۱۱، صص ۵۹۷-۶۰۳]. یکی از روشهای حصول تراکم حاشیه، استفاده از واریانس موجود در تصویر است. در مطالعه‌ای که به وسیله گانگ و هاوارث<sup>۴</sup> صورت گرفته است از این روش برای بهبود دقت طبقه‌بندی

1. supervised classification  
2. unsupervised classification  
3. ED: Edge Density  
4. Gong and Hawarath, 1990a

پوشش اراضی حاشیه بین روستا و شهر در شمال شرقی تورنتو استفاده شده است. این مطالعه با استفاده از داده‌های 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 طبقه‌بندی مجدد داده‌ها استفاده شده است. روشها و نتایج حاصل از این مطالعه در زیر ارائه شده است.

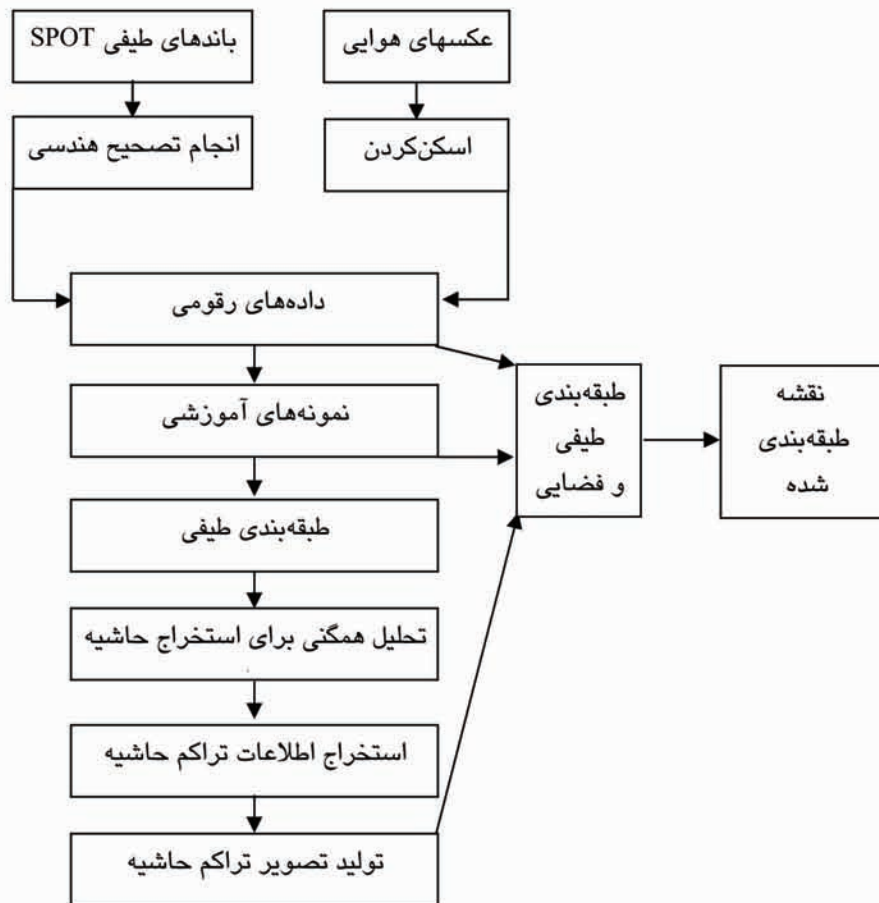
## ۲- استخراج اطلاعات حاشیه

از ویژگیهایی که در تفسیر بصری از آن استفاده می‌شود، تعداد لبه‌ها و مرزهای موجود در هر پدیده به لحاظ ساختار خاص آنها است که موجب تفکیک و شناسایی عوارض از همدیگر می‌شود. به عنوان مثال در مناطق شهری و یا ویژگیهای خطی مهم (مانند جاده، رودخانه)، تراکم مرزها و لبه‌ها بسیار بیشتر از نواحی یکدست‌تر مانند مناطق جنگلی متراکم است. همچنین در زمینهای کشاورزی بسته به نوع و تراکم پوشش گیاهی میزان تراکم حاشیه‌ها متفاوت می‌باشد. بنابراین استخراج تراکم حاشیه مربوط به عوارض مختلف به عنوان یک ویژگی محیطی می‌تواند در تفکیک پدیده‌های فوق و اصلاح طبقه‌بندی کمک کند [۹، ص ۲۶].

در این مطالعه، استخراج اطلاعات تراکم حاشیه در دو مرحله به شرح زیر انجام شد. ابتدا با استفاده از سه روش طبقه‌بندی، 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 ساده‌تر نسبت به MLC [۵، ص ۳؛ ۱۲، ص ۳۳۷]) اقدام به طبقه‌بندی داده‌های سنجش از دور شد و نقشه‌های حاصل از دو روش MLC و ماهالانوبیز که نتایج بهتری داشتند برای استخراج اطلاعات ساختمانی<sup>۴</sup> استفاده شدند؛ سپس با عبور یک پنجره متحرک با ابعاد ۳ در ۳ روی تصویر طبقه‌بندی 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. به این ترتیب پیکسلهایی با ارزش عددی بالاتر نشان دهنده عوارض کوچکتر می‌باشند. در مرحله بعد پس از تبدیل تصویر به دست 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 به این ترتیب اطلاعات مربوط به تراکم حاشیه محاسبه شد. اطلاعات SI تهیه شده از

1. MLC: Maximum Likelihood Classification  
2. MDC: Minimum Distance Classification  
3. Mahalanobis classifier  
4. SI: Structural Information  
5. boolean

طبقه‌بندی‌های اولیه، به عنوان یک باند مکمل به همراه باندهای طیفی سنجنده اسپات با استفاده از روشهای MLC، MDC و ماهالانویز طبقه‌بندی شدند. شکل ۱، شمای کلی مراحل و جریان عملیات را در استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه برای پردازش داده‌های طبقه‌بندی شده نشان می‌دهد.



شکل ۱ شمای کلی مراحل استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در پردازش داده‌های طبقه‌بندی شده

### ۳- داده‌های استفاده شده و مناطق مطالعه شده

داده‌های چند طیفی ماهواره اسپات اخذ شده در مرداد ماه ۱۳۷۳ ه.ش. (نهم آگوست ۱۹۹۴ م.) و عکس هوایی رقومی شده (تهیه شده به وسیله سازمان نقشه‌برداری در مرداد و

شهریور سال ۱۳۷۳ ه.ش.) به مقیاس متوسط ۲۰۰۰۰:۱ مربوط به بخشی از منطقه حاشیه تالاب انزلی در استان گیلان بترتیب با ابعاد تقریبی ۲۴ در ۲۷ کیلومتر (تعداد ۱۲۰۰ ستون و ۱۳۵۰ ردیف) و ۴ در ۴ کیلومتر به عنوان مطالعه موردی استفاده شدند. داده‌های ماهواره‌ای با استفاده از نقاط کنترل زمینی انتخاب شده در نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ منطقه از نظر هندسی تصحیح شدند. به این منظور از نمونه برداری دوباره تصویر بر پایه تصویر واقعی و مرجع با استفاده از نقاط کنترل زمینی و مدل‌های ریاضی (معادله درجه یک و توابع خطی) استفاده شد. علاوه بر این، روش درون‌یابی 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 داده‌های رقومی اخذ شده و یا تغییری جزئی در آنها و در نتیجه عدم هموارسازی تصویر می‌باشد. در نهایت، مقدار خطای RMS<sup>۳</sup> کل برابر ۰/۷۷ پیکسل یا ۱۵/۴۶ متر در روی زمین محاسبه شد که با در نظر گرفتن منابع استفاده شده و عملیات اجرایی روی داده‌ها، در حد قابل قبول می‌باشد.

به لحاظ تنوع پدیده‌ها 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 مجتمع‌های درختی برای داده‌های ماهواره‌ای و تعداد ۱۳ طبقه شامل مجتمع‌های 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 داده‌های عکس هوایی، در روی تصاویر این مناطق تفکیک شدند.

برای تشخیص و شناسایی کلاسهای مختلف کاربری اراضی و همچنین انتخاب نمونه‌های مختلف آموزشی و آزمایشی از داده‌های ماهواره‌ای، عکسهای هوایی، نقشه‌های کاربری اراضی و توپوگرافی منطقه استفاده شد. کلیه این مراحل و همچنین عملیات مربوط به طبقه‌بندی 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<sup>۴</sup> و شاخص کاپا<sup>۵</sup> نیز استفاده شد.

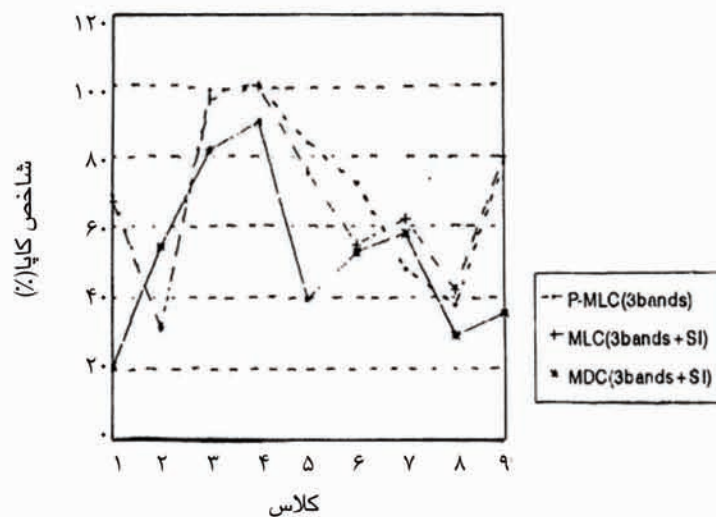
1. nearest neighbour
2. resampling
3. Root Mean Squared
4. error matrix
5. kappa index of agreement

#### ۴- نتایج حاصل و بحث

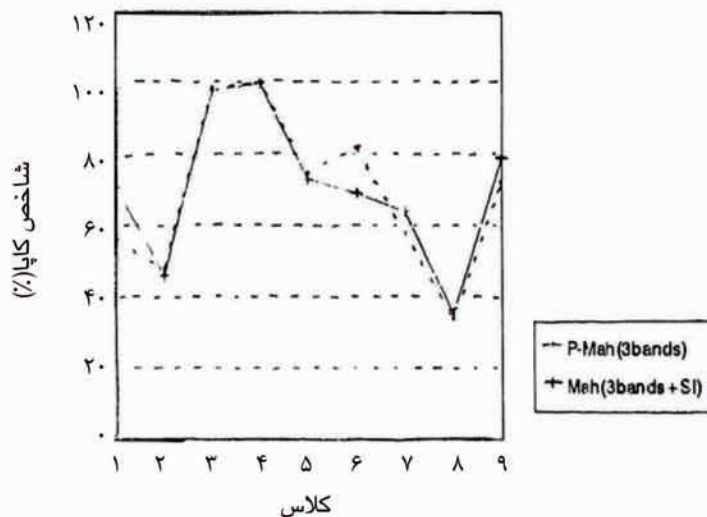
خلاصه نتایج و اطلاعات حاصل از طبقه‌بندی مبتنی بر اطلاعات تراکم حاشیه (در داده‌های ماهواره‌ای) در شکل‌های ۲ و ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، تشابه طیفی بین دو طبقه مراکز شهری- روستایی (۱) و اراضی ساخته شده (۲) موجب شده تا کلاس اراضی ساخته شده از دقت طبقه‌بندی نسبتاً پایینی در طبقه‌بندی‌های اولیه برخوردار باشد. در حالی که استفاده از باند SI در طبقه‌بندی ماهالانوبیز و حداکثر احتمال دقت بالایی را برای طبقه مراکز شهری- روستایی نشان می‌دهند، روش ماهالانوبیز در مقایسه با MLC بیشترین دقت را برای کلاس مزبور نشان می‌دهد. روش MDC علی‌رغم ارائه کمترین دقت برای طبقه مراکز شهری- روستایی، با استفاده از باند SI بالاترین دقت را برای طبقه اراضی ساخته شده نشان می‌دهد. در مناطق مرزی طبقات نسبتاً همگن، روش‌های ماهالانوبیز و MLC مقدار دقت مشابه و بالایی را ارائه می‌دهند (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 می‌دهد؛ به‌طوری که کلاس آب بند با افزایش دقتی به میزان ۱۳/۹۳ و ۶/۴۷ درصد بترتیب نسبت به MLC و MDC و دقتی برابر با ۷۰/۸۶ درصد در روش ماهالانوبیز طبقه‌بندی شده است.

اطلاعات حاصل از دقت طبقه‌بندی داده‌های عکس هوایی با روش‌های مذکور در شکل‌های ۴ و ۵ مشخص می‌کند که در مناطق با عوارض ریز و دارای تشابه طیفی بالا، روش طبقه‌بندی ماهالانوبیز برتری قابل ملاحظه‌ای را دارا می‌باشد؛ به‌طوری که در طبقات مجتمع‌های درختی و باغات، رودخانه اصلی، کشاورزی-۴ و مناطق مسکونی روش مذکور بالاترین دقت را دارا می‌باشد. در این طبقات در شرایطی که مناطق قدری ناهمگنتر باشند (به عنوان مثال کلاس‌های مجتمع‌های درختی و باغات، رودخانه اصلی، کشاورزی-۴) روش MDC نسبت به MLC دقت بالاتری را نشان می‌دهد، اما 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 دقت‌های قابل قبول‌تر به‌وسیله روش ماهالانوبیز بر سایر روش‌ها می‌باشد.

در حالی که در طبقه کشاورزی-۳ روش‌های MLC و ماهالانوبیز دقت بالاتری را نسبت به MDC ارائه می‌دهند، 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 می‌دهد. کلاس مرتع و نیزار-۲ به دلیل توزیع مناسب‌تر داده‌ها و قابلیت تفکیک بالاتر در باند SI حاصل از طبقه‌بندی اولیه MLC نتایج بهتری را نسبت به MDC و ماهالانوبیز دارا می‌باشد.

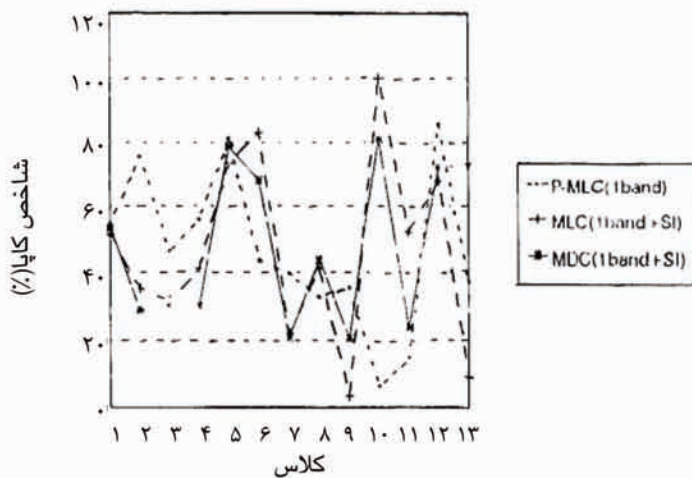


شکل ۲ ضریب کاپای طبقه‌بندی ۹ کلاس کاربری در روشهای MLC بدون استفاده، MLC و MDC با استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در داده‌های ماهواره‌ای\*

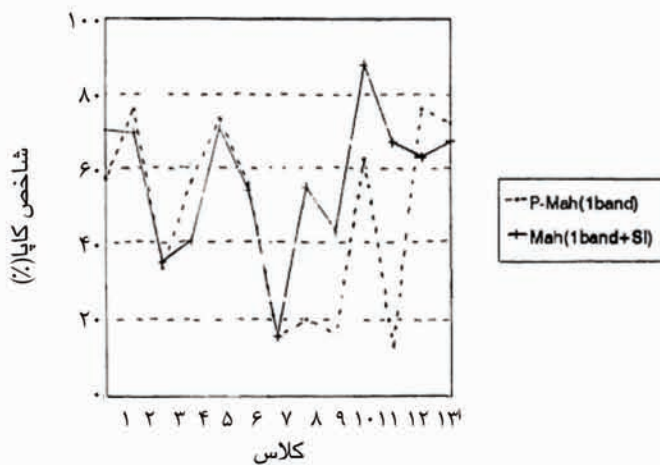


شکل ۳ ضریب کاپای طبقه‌بندی ۹ کلاس کاربری در روش ماهالانوبیز بدون استفاده و با استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در داده‌های ماهواره‌ای\*

\* به کدهای استفاده شده در جدول ۱ مراجعه شود.



شکل ۴ ضریب کاپای طبقه‌بندی ۹ کلاس کاربری در روشهای MLC بدون استفاده، MLC و MDC با استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در داده‌های عکس هوایی\*



شکل ۵ ضریب کاپای طبقه‌بندی ۹ کلاس کاربری در روش ماهالانویز بدون استفاده و با استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در داده‌های عکس هوایی\*

\* به کدهای استفاده شده در جدول ۲ مراجعه شود.



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 طبقه‌بندی اولیه MLC، از دقت بالاتری نسبت به روش ماهالانوبیز بهره‌مند شده است. در حالی که در طبقه‌بندی کشاورزی-۲ و ۱ (۱۲) هر سه روش دقت مناسبی را ارائه می‌دهند، در طبقه‌بندی جاده (۱۳) روش MLC به دلیل انعکاس طیفی و تراکم حاشیه‌ای کم و همچنین تشابه طیفی با کلاسهای مختلف کمترین دقت را نشان می‌دهد. نکته قابل توجه در دو کلاس کشاورزی-۲ و ۱ و جاده، وضعیت MDC و ماهالانوبیز است. در اینجا علی‌رغم تفکیک بهتر کلاسهای مذکور در باند SI حاصل از طبقه‌بندی اولیه ماهالانوبیز، MDC نتایج بهتری را ارائه کرده است. در این رابطه مشاهده می‌شود که کلاسهای مزبور با کلاس مناطق مسکونی (۱۱) دارای تداخل طیفی بالایی می‌باشند. در حالی که روش ماهالانوبیز نتایج قابل قبولتر و بالاتری را برای هر سه کلاس نشان می‌دهد، اجرای روش MDC ضمن کاهش شدید دقت طبقه‌بندی کلاس مناطق مسکونی (۱۱)، دقت بیشتری را در کلاسهای کشاورزی-۲ و ۱ و جاده نشان می‌دهد.

نتایج فوق نشان می‌دهند که در پردازش داده‌های طبقه‌بندی شده با استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه حاصل از روش طبقه‌بندی 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 طبقه‌بندی قابل توجه و در خور اهمیت می‌باشد.

نتایج مربوط به جدولهای ۱ و ۲ نیز حاکی از آن است که روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال عملکرد بهتری نسبت به MDC دارد. از طرف دیگر روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال مبتنی بر توزیع نرمال داده‌ها است و باند تراکم حاشیه حاصل از آن از توزیع نرمال مورد نیاز در روش MLC برخوردار نمی‌باشد [۳]. این مسأله و همچنین تفکیک‌پذیری طیفی ضعیف بین بعضی از کلاسها بر نتایج حاصل از آن اثر نامطلوب گذاشته و باعث ایجاد خطا و کاهش دقت طبقه‌بندی مذکور به میزان ۲ درصد نسبت به طبقه‌بندی اولیه آن شده است.

استفاده از روش طبقه‌بندی ماهالانوبیز و اطلاعات تراکم حاشیه ضمن افزایش دقت طبقه‌بندی (به مقدار ۳ و ۵ درصد) برای داده‌های ماهواره‌ای و عکس هوایی نتایج بهتری را برای تفکیک و طبقه‌بندی کلاسهای متفاوت ارائه کرده و در این تحقیق کارایی مناسبتری نسبت به سایر روشها نشان می‌دهد.

جدول ۱ دقت کلاسهای مختلف در روشهای مختلف طبقه‌بندی در داده‌های ماهواره‌ای  
(برحسب درصد)

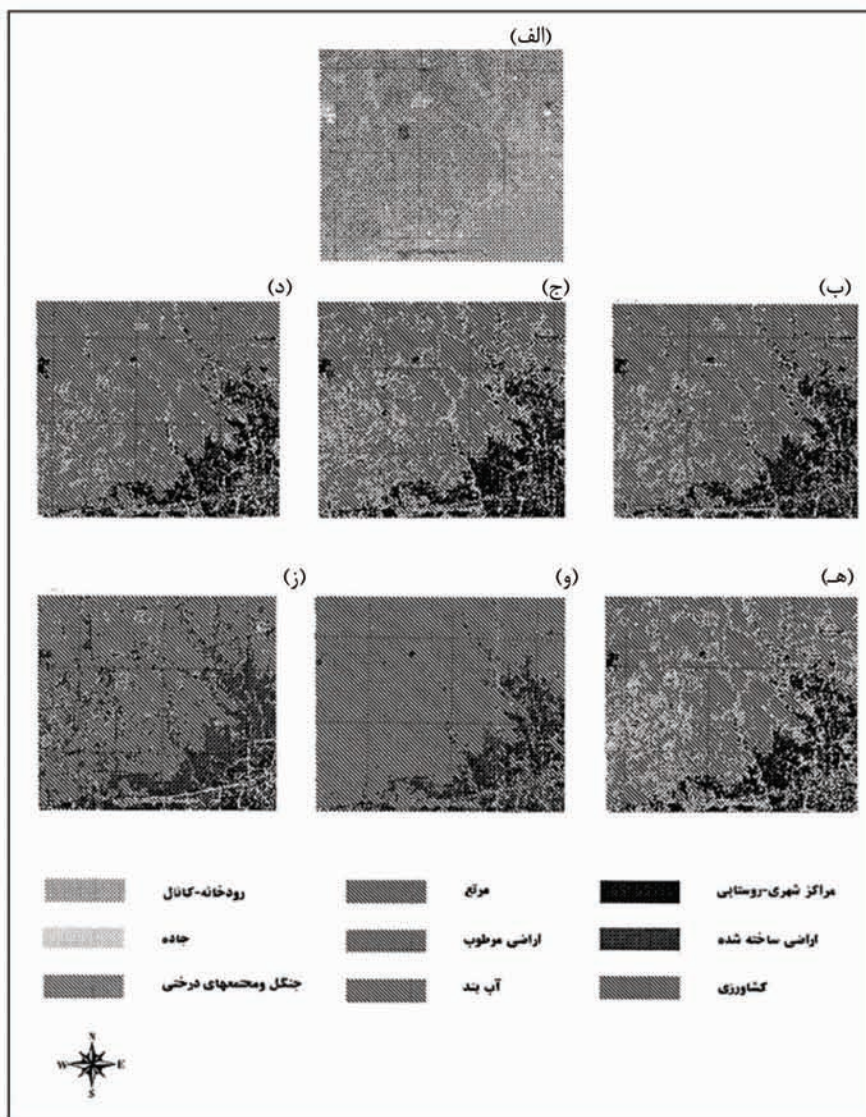
کد	نام طبقه	بدون استفاده از اطلاعات (ED)		با استفاده از اطلاعات (ED)	
		MLC	ماهالانوبیز	MDC	ماهالانوبیز
۱	مراکز شهری- روستایی	۷۲/۳۴	۶۰/۵۴	۲۴/۱۰	۷۴/۶۰
۲	اراضی ساخته شده	۳۳/۳۳	۵۱/۱۸	۶۰/۸۹	۴۸/۲۹
۳	کشاورزی	۹۹/۲۸	۹۹/۰۳	۸۷/۷۲	۹۸/۶۰
۴	مرتع	۱۰۰	۱۰۰	۸۹/۸۴	۹۹/۷۳
۵	اراضی مرطوب	۸۶/۸۷	۷۸/۸۶	۴۵/۰۸	۷۷/۲۱
۶	آب بند	۷۴/۰۶	۸۳/۲۳	۶۴/۳۹	۷۰/۸۶
۷	رودخانه- کانال	۵۰/۴۵	۶۰/۳۰	۶۱/۰۴	۶۶/۸۷
۸	جاده	۳۹/۸۰	۳۳/۵۳	۲۰/۸۵	۳۷/۸۱
۹	جنگل و مجتمعهای درختی	۷۹/۶۰	۷۳/۸۱	۸۱/۲۴	۸۰/۱۵

جدول ۲ دقت کلاسهای مختلف در روشهای مختلف طبقه‌بندی در داده‌های عکس هوایی  
(بر حسب درصد)

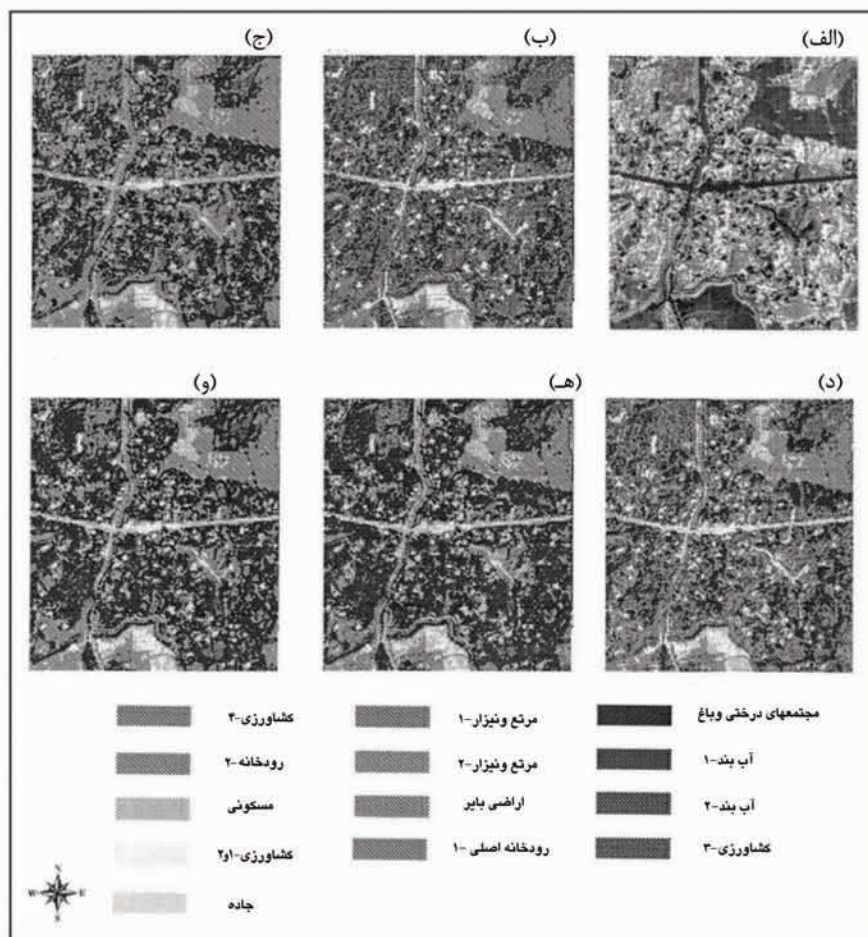
کد	نام طبقه	بدون استفاده از اطلاعات (ED)		با استفاده از اطلاعات (ED)	
		MLC	ماهالانوبیز	MDC	ماهالانوبیز
۱	مجتمعهای درختی و باغات	۵۸/۸۵	۶۲/۵۹	۵۹/۱۳	۷۴/۳۷
۲	آب بند- ۱	۷۷/۴۵	۷۷/۴۵	۳۰/۴۳	۷۱/۴۷
۳	آب بند- ۲	۵۴/۴۸	۴۰/۷۷	۳۷/۰۵	۴۲/۲۵
۴	کشاورزی- ۳	۵۸/۲۷	۵۸/۲۷	۳۱/۳۴	۴۱/۰۲
۵	مرتع و نیزار- ۱ (بدون درخت)	۸۳/۸۳	۷۷/۰۳	۸۱/۸۶	۷۴/۸۲
۶	مرتع و نیزار- 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- ۱و ۲	۸۶/۸۴	۷۷/۶۶	۷۳/۶۸	۶۴/۶۹
۱۳	جاده	۳۹/۸۶	۷۴/۳۸	۱۱/۳۹	۶۸/۶۸

ناهمگنی شدید عوارض و پیچیده بودن پدیده‌ها از ویژگیهای خاص منطقه مطالعه شده در این پژوهش می‌باشند. در کلیه مباحث مربوط به اطلاعات تراکم حاشیه اهمیت افزایش دقت طبقات ذکر شده در اثر استفاده از باند SI زمانی بارزتر می‌شود که به شرایط جغرافیایی و زیست محیطی این مناطق توجه شود. به عنوان مثال، تفکیک و طبقه‌بندی عوارض خطی (رودخانه، جاده) که در داده‌های عکس هوایی به لحاظ تشابه طیفی بالا با دیگر عوارض از معضلات طبقه‌بندیهای مبتنی بر اطلاعات پیکسل هستند، با استفاده از باند تراکم حاشیه به‌طور قابل توجهی قابل تفکیک می‌باشند. شکل‌های ۶ و ۷ بروشنی گویای تفکیک بهتر پدیده‌هایی با تراکم حاشیه متفاوت با به‌کارگیری اطلاعات باند SI می‌باشند. مقایسه تصویری مذکور ضمن اینکه تغییرات ایجاد شده با اطلاعات تراکم حاشیه را نسبت به طبقه‌بندی اولیه مربوطه کاملاً آشکار می‌کند، نشان‌دهنده برتری نسبی روش طبقه‌بندی ماهالانویز بر دیگر روشها در شرایط مطرح شده می‌باشد.

شکل‌های ۸ و ۹ گویای وضعیت کلاسهای کاربری در فضای دو بعدی مربوط به اطلاعات تراکم حاشیه و تک باندهای استفاده شده در هر دو داده می‌باشند که در اینجا به‌طور نمونه برای روش ماهالانویز نشان داده شده است. در نمودارهای اخیر، افزایش فاصله بین میانگین کلاسها در جهت محور X نشان‌دهنده تفاوت طیفی بیشتر و در جهت Y نشان‌دهنده تفاوت بیشتر در تراکم حاشیه بین طبقات می‌باشد. همان‌طور که در شکل ۸ مشاهده می‌شود در جهت باند SI که حاصل از طبقه‌بندی اولیه ماهالانویز می‌باشد ضمن اینکه دو طبقه مراکز شهری- روستایی (۱) و اراضی ساخته شده (۲) فاصله بیشتری از یکدیگر نسبت به وضعیت مشابه در طبقه‌بندی ML دارند، کلاس اراضی ساخته شده با استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه دقت بالاتری را نسبت به طبقه‌بندی اولیه کسب کرده است. وضعیت سه کلاس کشاورزی، اراضی مرطوب و رودخانه و کانال نیز قابل توجه می‌باشد. کلاسهای مزبور که تشابه طیفی بالایی را نشان می‌دهند، از نظر تراکم حاشیه با یکدیگر اختلاف فاحشی را دارا می‌باشند. این موضوع باعث شده تا کلاس کشاورزی (۳) که در طبقه‌بندی 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 مربوط از بالاترین دقت در بین سایر کلاسها برخوردار است.



شکل ۶ پنجره‌هایی از تصاویر اولیه (الف) طبقه‌بندی حاصل از روشهای ماهالانوبیز قبل (ب) و بعد (ج)، MLC قبل (د) و بعد (ه) و MDC قبل (و) و بعد (ز) از پردازش با استفاده از باندهای SI در داده‌های ماهواره‌ای.

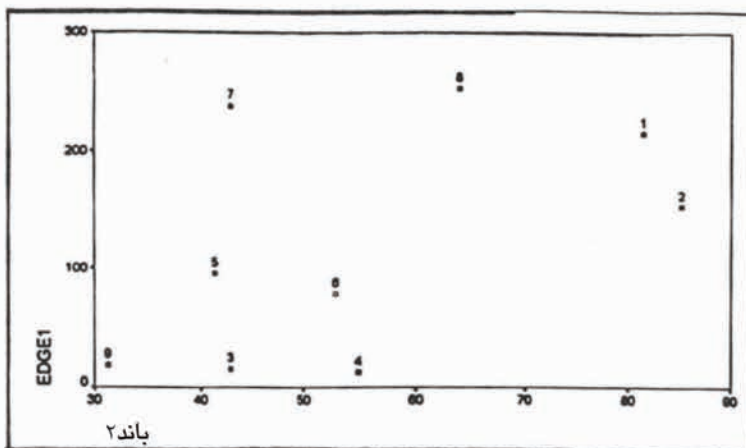


شکل ۷ پنجره‌ای از تصاویر اولیه (الف) مربوط به مناطق مسکونی و باغات، طبقه‌بندی حاصل از روشهای MLC قبل (ب) و بعد (ج)، ماه‌الانوبیز قبل (د) و بعد (ه) و MDC بعد (و) از پردازش با استفاده از باند SI در داده‌های عکس هوایی.

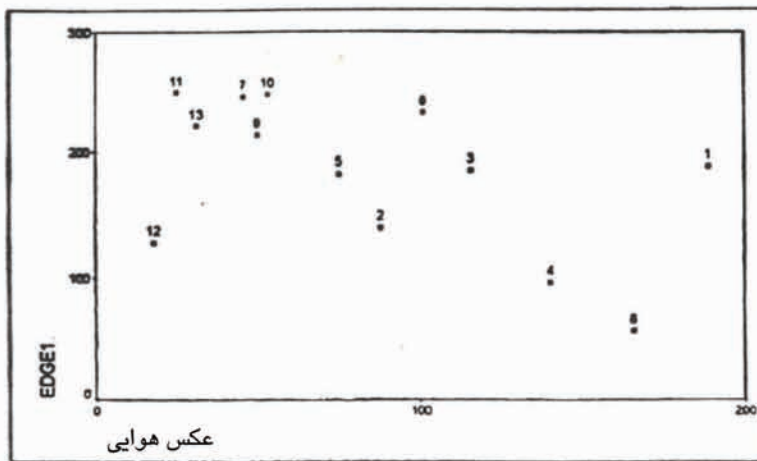
تفکیک بهتر عوارض با استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در طبقه‌بندی ماه‌الانوبیز منجر بدقت بیشتری برای آنها نسبت به سایر روشها شد (شکل ۹). کلاس مجموعه‌های درختی و باغات (۱) که از لحاظ طیفی تفاوت بیشتری را نسبت به سایر طبقات نشان می‌دهد، با برخورداری از تفکیک مناسبتر در باند SI بخوبی از طبقه رودخانه اصلی (۸) که از جهت

زهره صمدی و همکار  استفاده از اطلاعات تراکم حاشیه در...

طیفی به آن نزدیک می‌باشد فاصله گرفته و در نتیجه هر دو طبقه مجتمعه‌های درختی و باغات و رودخانه اصلی نسبت به نتایج طبقه‌بندی اولیه (بترتیب ۶۲/۵۹ و ۲۲/۸۳ درصد) دقت قابل قبولی (۷۴/۳۷ و ۵۹/۴۴ درصد) را به دست آورده‌اند.



شکل ۸ موقعیت نسبی میانگین کلاسهای مختلف کاربری در فضای دوبعدی مربوط به تراکم حاشیه حاصل از طبقه‌بندی ماهالانویز و باند دوم اسپات\*



شکل ۹ موقعیت نسبی میانگین کلاسهای مختلف کاربری در فضای دوبعدی مربوط به تراکم حاشیه حاصل از طبقه‌بندی ماهالانویز و اطلاعات عکس هوایی\*

\* به کدهای استفاده شده در جدولهای ۱ و ۲ مراجعه شود.

## ۵ - نتیجه‌گیری

آنچه بیان شد مربوط به وضعیت چند طبقه در شکل‌های ۸ و ۹ بود. مشابه چنین مواردی را با توجه به نتایج حاصل می‌توان برای کاربری‌های دیگر نیز مشاهده کرد. اطلاعات به‌دست آمده از نمودارهای مذکور بیان‌کننده این موضوع است که اطلاعات موجود در باند تراکم حاشیه از کارایی لازم برای تشخیص عوارض و پدیده‌هایی با مرزها و حواشی متفاوت برخوردار می‌باشد، مخصوصاً در مواردی که تفکیک‌پذیری طیفی بین کلاسها ضعیف باشد و تراکم حاشیه موجود در آنها تفاوت‌های اساسی داشته باشد، به‌کارگیری 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 طبقه‌بندی آنها می‌شود [۱۰، ص ۲]. بنابراین چنانچه اینگونه مناطق مورد نظر مفسر باشد، اطلاعات تراکم حاشیه می‌تواند در کاربردهای مربوطه تأثیر بسزایی داشته باشد. به این ترتیب می‌توان با بهره‌گیری از اطلاعات ED استخراج تعداد کلاسهای اطلاعاتی بیشتری را در طبقه‌بندی مدنظر قرار داد.

## ۶- منابع

- [1] Arnold R. H.; "Interpretation of airphotos and remotely sensed imagery"; Newjersey: Prentice- Hall, Inc, 1997.
- [2] Lillesand T.M., Kiefer P.W.; "Remote sensing and image interpretation"; NewYork: John Willey and Sons, Inc, 1994.
- [3] Gong P., Marccou D.J., Howarth P.J.; "A comparison of spatial feature extraction algorithms for land- use classification with SPOTHRV data"; Remote Sensing of Environment, Vol.40, 1992.
- [4] Gong P., 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.
- [5] Gurney C.M., 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.
- [6] Huang K.Y., 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.
- [7] Palacio-Prieto J.L., Luna-Onzaes L. "Improving spectral results in a GIS context"; *International Journal of Remote sensing*, Vol.17, No.11,1996.
- [8] Xia L.; "A method to improve classification with shape information"; *International Journal of Remote sensing*, Vol.17, No.8,1996.
- [۹] صمدی ز؛ «استفاده از اطلاعات فضایی در اصلاح طبقه‌بندی داده‌های سنجش از دور»؛ پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۷.
- [10] Gong P., 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.
- [11] Gong P., 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.
- [12] Richards J.A.; *Remote sensing digital image analysis*"; An Introduction, Second Revised and Enlarged Edition, Berlin: Springer- Verlag , 1993.