

# ارائه یک رویکرد ترکیبی برپایه تئوری مجموعه ناهموار – درخت تصمیم در پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر سنجنده‌ی TM (مطالعه موردی: شهرستان شوشتر)

سید حسن مطیعی لنگرودی<sup>۲</sup>

حسنعلی فرجی سبکبار<sup>۱</sup>

حسین نصیری<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۴/۱۰/۰۴

تاریخ دریافت مقاله: ۹۴/۰۳/۲۹

\*\*\*\*\*

## چکیده

با پیشرفت علم و تکنولوژی، حجم زیادی از داده‌های فضایی و غیرفضایی در پایگاه داده‌های بزرگ ذخیره می‌شوند. تحلیل این داده‌ها به منظور تصمیم‌گیری نیاز به داده کاوی فضایی را بطور جدی برای کشف دانش ضروری می‌سازد. بکارگیری تصاویر ماهواره‌ای، تحلیل زمین آماری و انواع داده‌های فضایی در مطالعات پایش تغییرات کاربری اراضی ابزاری مفید و کاربردی هستند؛ اما آنچه در این میان مهم است استخراج قواعد دقیق بواسطه ادغام مقادیر داده‌های زیاد به منظور فراهم ساختن دانش درباره قلمرو مورد بحث است. تئوری مجموعه ناهموار (RST) یکی از تکنیک‌های داده کاوی است که بطرق گوناگون در مدلسازی عدم قطعیت در داده‌ها استفاده می‌گردد. از اینرو در این پژوهش، روش کشف دانش RST بمنظور استخراج قواعد در ترکیب با الگوریتم درخت تصمیم (DT) برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و پایش تغییرات کاربری اراضی مورد استفاده قرار می‌گیرد. نتایج تحقیق حاکی از آن است که با توجه به تغییرات بوقوع پیوسته طی سه دوره زمانی ۱۹۸۶ (۱۳۶۵)، ۱۹۹۸ (۱۳۷۷) و ۲۰۱۴ (۱۳۹۳) می‌توان دریافت که تغییرات افزایشی و کاهش چشمگیری بترتیب در اراضی ساخت شده و پهنه‌های آبی اتفاق افتاده است؛ در حالیکه اراضی کشاورزی تغییرات چندانی نداشته است. البته با توجه به سال پایه (۱۹۸۶) می‌توان بیان داشت که سطح زیرکشت اراضی کشاورزی منطقه نسبت به سال پایه که همزمان با جنگ تحمیلی بوده است تغییرات اندکی را شاهد بوده و این یعنی که طی سه دهه گذشته سطح زیرکشت به مانند دوره جنگ تحمیلی است. این امر بیانگر بحرانی است که در بخش کشاورزی در حال اتفاق افتادن است. همچنین نتایج به لحاظ متدولوژی با توجه به صحت کلی و آماره کاپا حاصل از مدل ترکیبی DT-RST می‌توان گفت که RST ابزاری قدرتمند در داده کاوی، تقلیل داده‌های زائد از پایگاه داده‌ها و استخراج قواعد برای بکارگیری در روش DT می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: پایش تغییرات کاربری اراضی، تئوری مجموعه ناهموار، کشف دانش، درخت تصمیم، شوشتر.

\*\*\*\*\*

۱- دانشیار گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران Hfaraji@ut.ac.ir

۲- استاد گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران Shmotiee@ut.ac.ir

۳- دانشجوی دکتری گروه جغرافیای انسانی، دانشکده جغرافیای دانشگاه تهران Nasirih@ut.ac.ir

## ۱- مقدمه

بطور کلی، گام نخست و اساسی در مدیریت پایدار منابع طبیعی، پایش یا نظارت پیوسته خصوصیات مختلف منابع در مقیاس‌های زمانی کوتاه مدت تا بلندمدت می‌باشد. زیرا پایش پیوسته منابع ضمن اینکه باعث آگاهی دائمی از ویژگی‌های مختلف آنها می‌شود، روند و الگوی تغییرات آنها را آشکار می‌کند. در نتیجه‌ی این شناخت است که می‌توان با استفاده از کلیه معیارها و عامل‌های مؤثر در تغییرات تا حال حاضر شرایط آینده را مدل‌سازی کرد و تصمیمات و اقدامات مقتضی را در جهت حفظ و استفاده بهینه از این منابع انجام داد. در حقیقت، پایش تغییرات پوشش و کاربری اراضی نقش مهمی را در ارائه یک راه حل نهایی مفید در راستای توسعه پایدار ایفا می‌کند.

از یک سو، سنجش از دور شهری- روستایی در مقایسه با سایر کاربردهای سنجش از دور بویژه با استفاده از سنجنده‌های ماهواره‌ای، حوزه‌ی نسبتاً جدیدی برای دانشمندان سنجش از دور و جغرافیا به منظور درکی عمیق از پویای رشد شهری- روستایی، تغییرات و دگرش منابع و موضوعات مرتبط با مدیریت سرزمین برای برنامه ریزان را فراهم کرده است. از سوی دیگر، همواره باید توجه کرد که پیگیری شرایط، خصوصیات ساختاری و مدل‌سازی تغییرات فضایی- زمانی ساختار سرزمین می‌تواند بواسطه‌ی پایش تغییرات صورت پذیرد. مدل‌های فضایی ابزارهایی مفید برای درک فرآیند تغییرات کاربری اراضی، ابزاری برای سیاست‌گذاری مدیریت و برنامه ریزی کاربری اراضی و فراهم‌کننده اطلاعات برای ارزیابی تأثیرات تغییرات بر محیط زیست و اکوسیستم هستند. با مدل‌سازی سیستم پیچیده ناحیه‌ای، الگوهای فضایی و روندهای تغییرات کاربری اراضی شهری و روستایی را می‌توان شبیه‌سازی نمود و درک بهتری از سیستم تغییرات ناحیه به عنوان یک کل بدست آورد.

تئوری مجموعه ناهموار (RST) یک روش ریاضی جدید برای تحلیل داده‌های هوشمند و داده کاوی می‌باشد. تقریباً پس از چند دهه از پایه‌گذاری RST روش‌های

زمین سرمایه طبیعی بشر است که حیات اجتماعی با استفاده و توسعه آن شکل می‌گیرد. در حقیقت، زمین به عنوان مکان و یکی از عوامل تولید، جایگاه مهمی در برنامه‌ریزی دارد (فلاح شمس و همکاران، ۱۳۸۴). افزون بر این، امروزه افزایش جمعیت و به تبع آن تقاضا برای زمین از ابعاد مختلف تأمین غذا، مسکن، تأسیسات، سکونتگاه‌ها، اوقات فراغت و ... زمین را بیش از دهه‌های قبل به کمیاب‌ترین منبع تبدیل کرده است. این تقاضا و توسعه موجب یک بازجهت‌گیری بنیادی در مفهوم کاربری زمین شده است؛ به طوری که مفهوم چندکارکردی یک نقش بارز و همیشگی و فرایندی را بازی می‌کند (FAO, 1976; OECD, 2001؛ افتخاری و همکاران، ۱۳۹۰). بدین ترتیب، تقاضای فزاینده برای فضا و منابع طبیعی در آینده نیز استمرار خواهد داشت و تغییرات چشمگیر را در نحوه تخصیص زمین و کاربری زمین موجب خواهد شد؛ به طوری که به موجب این مسئله در نیم قرن اخیر کاربری زمین شاهد بیشترین تغییرات بوده است.

امروزه بر پایه‌ی رویکرد پایدار محور حاکم بر سیستم‌های فکری و اجرایی کشورها، مقوله تغییرات در کاربری اراضی از عمده نگرانی‌هایی است که مورد توجه جدی قرار داد (Parry, 1990; Ostrom, 1990; Meyer & Tuner, 1994) و طی دهه‌های اخیر تبدیل و تغییر انواع کاربری زمین بطور بالقوه تأثیر شگرفی بر اجتماعات شهری و روستایی بواسطه تغییرات اقتصادی- اجتماعی مثبت و منفی داشته است (Kruger, 2005; Xu et al., 2009). اگرچه علیرغم باور برخی چنانچه این تغییرات در کاربری اراضی با نظارت علمی و درست انسان صورت پذیرد می‌تواند مفید باشد (Phalke & Couloigner, 2005; Long et al, 2007) اما عمده مطالعات نشان می‌دهد تحت شرایط معین، تبدیل اراضی کشاورزی به دیگر کاربری‌ها اثرات منفی زیادی به همراه خواهد داشت (Bruyn & Vescovi et al, 2002: 9; Opschoor, 1004). از این رو، درک دلایل دیدگاه‌های مختلف در مورد تغییرات کاربری اراضی برای ارائه پاسخ‌های مناسب درباره نگرانی‌های اجتماع محلی ضروری است.

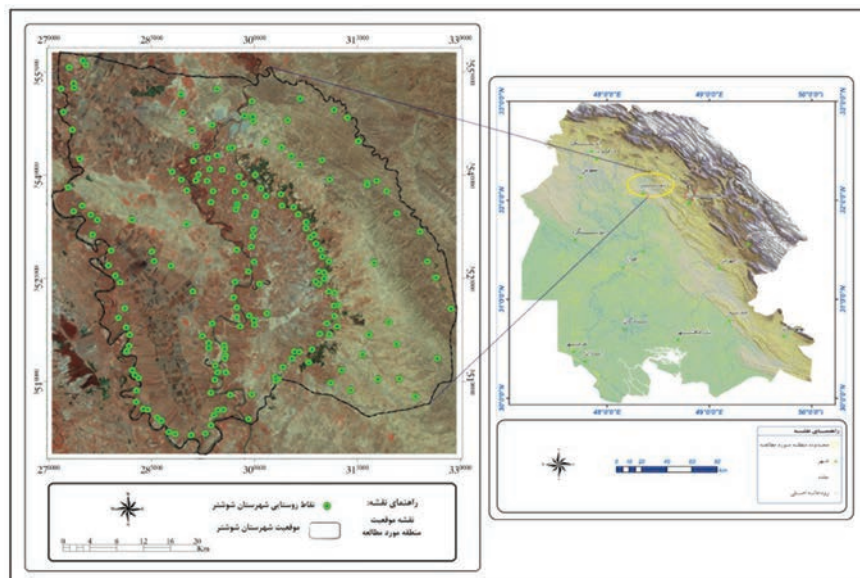
**فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (ص ۱۴۳)**  
**ارائه یک رویکرد ترکیبی برپایه‌ی تئوری مجموعه ناهموار ... / ۱۴۳**

این تئوری در ترکیب با سیستم استنتاج فازی بعنوان یک مدل طبقه بندی؛ و همچنین Van den Poel & Piasta (۱۹۹۸) با استفاده از طبقه بندی های RST، مدلی برای پیش بینی خرید و کشف دانش در مورد الگوهای رفتار مشتری ارائه نموده اند. اما با این وجود در تحلیل استفاده از RST در علوم مکانی - محیطی و طبقه بندی تصاویر ماهواره ای که در این پژوهش ارائه شده استفاده از ترکیب درخت تصمیم و RST بدیع بوده، تاکنون پژوهش مشابهی در این زمینه انجام نشده است.

**۲- معرفی منطقه مورد مطالعه**

شهرستان شوشتر با مساحت ۲۴۳۶ کیلومتر مربع در شمال استان خوزستان، بین ۴۸ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۴۹ درجه و ۱۲ دقیقه طول شرقی و ۳۱ درجه و ۳۶ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. جمعیت آن ۱۹۲۳۶۱ هزار نفر است. موقعیت شوشتر در استان خوزستان مرکز و متمایل به شمال است و با شهرستان های اهواز، دزفول، گتوند، رامهرمز، مسجد سلیمان و شوش هم مرز می باشد. این شهرستان از لحاظ ناهمواری با میانگین ارتفاعی ۱۵۰ متر در دامنه های پایانی کوه های زاگرس بختیاری، مرز شرقی این شهرستان و رود دز مرز غربی قرار می گیرد. شهرستان شوشتر دارای بخش های مرکزی

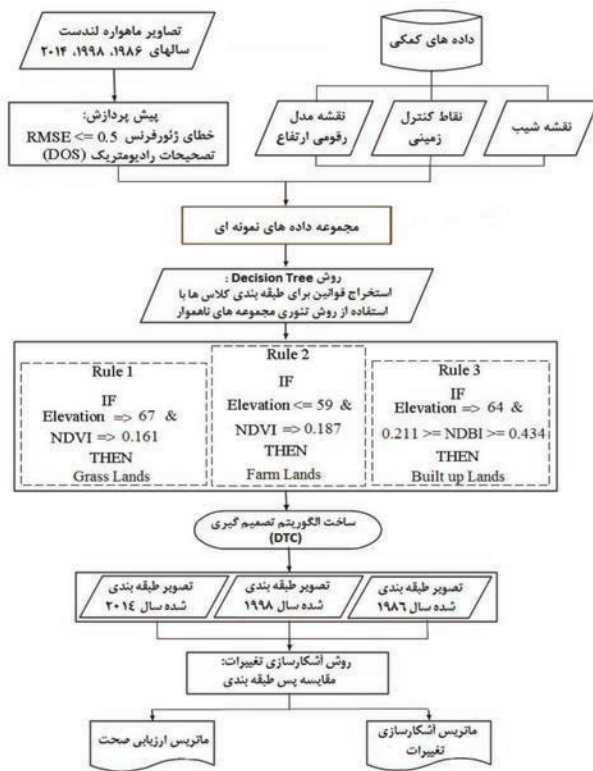
کاربرد از آن به یک درجه مشخص از کمال رسیده است و در چند سال اخیر یک رشد سریع از توجه به تئوری مجموعه ناهموار و کاربردهایش در سراسر جهان بوضوح دیده می شود. این تئوری تعمیمی از نظریه های مجموعه کلاسیک بر پایه منطق سه مقداری، جهت کار با داده های ناقص و ناسازگار و کاهش داده های مازاد بر نیاز پایگاه داده ها و تولید مجموعه های مینیمال از قواعد تصمیم گیری از داده ها است (Pawlak, 1982). از این رو، در این نوشتار تلاش شده است که با توجه به مزایای این روش داده کاوی در الگوریتم Decision Tree برای طبقه بندی تصاویر ماهواره ای استفاده شود. هدف اصلی از به کارگیری این تئوری، شناسایی الگوهایی است که می تواند به منزله ی یک قاعده، کلاس های کاربری اراضی را شناسایی و پیش بینی کند. تاکنون کارهایی در زمینه های علوم مدیریت به کمک RST انجام شده است از جمله: Liou و Tzeng (۲۰۱۰)، از این تئوری به منزله ی ابزار عملیاتی سودمند برای پیش بینی رفتار مشتری در بازار حمل و نقل هوایی؛ Huang و همکاران (۲۰۱۰) در ترکیب با الگوریتم ژنتیک برای تشخیص گسل ها؛ Cheng و Chen (۲۰۰۹) برای بهبود قواعد در طبقه بندی ارزش مشتریان (وفاداری مشتریان)، رویکرد گسسته کردن ویژگی های پیوسته؛ Pavel و Jiri از



نگاره ۱: موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در استان خوزستان

تئوری مجموعه ناهموار<sup>۲</sup> (RST) استفاده شد. روش RST به منظور کشف دانش و استخراج قواعد مورد نیاز برای طبقه بندی تصاویر به روش DT مورد استفاده قرار گرفته است. بطور کلی فرایند انجام این تحقیق مبتنی بر مراحل زیر است که بصورت شماتیک در نگاره ۲ نشان داده شده است. در ادامه با توجه به بدیع بودن روش های مورد استفاده به تشریح آنها پرداخته خواهد شد.

نگاره ۲: فرایند پایش تغییرات پوشش و کاربری اراضی



روش DT برای کاربردهای سنجش از دوری بوسیله متخصصین این رشته در دهه ۱۹۷۰ ارزیابی شده است (Swain & Hauska, 1977). در سال های اخیر این روش بصورت تدریجی از کاربردهای تجاری به سمت علوم طبیعی وارد شده و در طبقه بندی پوشش اراضی، عملکرد موفقیت آمیزی داشته است. (Hansen et al., 1996; Brodley et al., 1999; Vogelmann et al., 2001; Lawrence, Wrigh, 2001)

در اغلب روش های طبقه بندی تک مرحله ای تصاویر

به مرکزیت شوشتر و شعیبیه، به مرکزیت گوریه است و از تغییرات جمعیتی یک روند افزایشی را طی سال های ۱۳۶۵، ۱۳۷۵ و ۱۳۹۰ به ترتیب ۱۱۸۱۸۹، ۱۴۷۵۶۹ و ۱۹۲۳۶۱ نفر جمعیت (آمار ۱۳۹۰) تجربه کرده است. نگاره ۱ موقعیت منطقه مورد مطالعه را در استان خوزستان نشان می دهد.

### ۳- مواد و روش ها

#### ۳-۱- داده های مورد استفاده

در مجموع دو سری داده در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. اول سه تصویر سنجنده TM ماهواره لندست ۴، ۵ و ۸ است که بترتیب در تاریخ های (۱۳۶۵) ۱۹۸۶، ۱۹۹۸ (۱۳۷۷) و ۲۰۱۴ (۱۳۹۳) اخذ شده و دوم داده های کمکی یعنی مدل رقومی ارتفاع مستخرج از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری است (جدول ۱).

#### ۳-۲- روش شناسی

##### ۳-۲-۱- الگوریتم درخت تصمیم (DT)

از آنجا که با توجه به هدف مطالعه که پایش تغییرات با استفاده از تصاویر می باشد، در ابتدا اقدام به اعمال تصحیحات مورد نیاز یعنی تصحیحات هندسی و تصحیحات رادیومتریک گردید. بدین ترتیب، برای انجام تصحیحات هندسی عملیات زمین مرجع کردن بر روی تصاویر اعمال شد. برای این کار از ۲۳ نقطه کنترل زمینی با پراکنش مناسب استفاده شد. ابتدا تصویر سال ۲۰۱۴ با استفاده از این نقاط کنترل زمینی، زمین مرجع گردید، سپس به منظور تصحیح هندسی دیگر تصاویر (سال ۱۹۹۸ و ۱۹۸۶) از روش ثبت تصویر به تصویر استفاده گردید و تصاویر با RMSE معادل ۰/۵ پیکسل، زمین مرجع گردیدند. در مرحله بعدی اثرات اتمسفری بر بازتاب طیفی نیز با استفاده از مدل DOS اصلاح گردید. در نهایت، در این پژوهش به منظور طبقه بندی تصاویر از روش ترکیبی جهت تعیین کلاس ها از روش طبقه بندی درخت تصمیم و تکنیک داده-کاوی

<sup>2</sup>- Rough Sets Theory

<sup>1</sup>- Decision Tree

جدول ۱: مشخصات داده‌های مورد استفاده

نوع سنجنده	تاریخ تصویربرداری	شماره باند	شماره گذر	شماره ردیف	قدرت تفکیک رادیومتری	قدرت تفکیک مکانی
TM	۱۹۸۶/۰۵/۰۸	۱ تا ۷	۱۶۵	۳۸	۸ بیت	۳۰ متر
TM	۱۹۹۸/۰۵/۰۹	۱ تا ۷	۱۶۵	۳۸	۸ بیت	۳۰ متر
TM	۲۰۱۴/۰۵/۰۵	۱ تا ۱۱	۱۶۵	۳۸	۱۶ بیت	۳۰ متر
DEM	-	-	-	-	-	۱۰ متر

ماهواره‌ای، مانند روش حداکثر شباهت<sup>۱</sup> یا حداقل فاصله<sup>۲</sup> DT وجود دارد: اول یافتن ساختار بهینه برای شاخه، دوم در مورد هر پیکسل فقط یک تصمیم اتخاذ می‌گردد، در نتیجه‌ی این تصمیم پیکسل به یکی از کلاس‌های موجود تعلق می‌گیرد. در کنار این روش‌ها، تکنیک‌های طبقه‌بندی چندمرحله‌ای هم امکان‌پذیر هستند؛ بدین ترتیب که مجموعه‌ای از تصمیمات اتخاذ می‌شوند تا پیکسل به درستی طبقه‌بندی شود. معمول‌ترین روش‌های طبقه‌بندی چندمرحله‌ای، درخت تصمیم نامیده می‌شوند. این دسته، از طبقه‌بندی کننده‌های<sup>۳</sup> مرتبط با هم تشکیل می‌شوند که هیچکدام به تنهایی نمی‌توانند امر طبقه‌بندی تصویر را بطور کامل انجام دهند؛ بلکه هر مؤلفه طبقه‌بندی کننده، تنها قسمتی از کار را انجام می‌دهد. در واقع می‌توان گفت که یک DT، نمایشی از شاخه‌ها و گره‌هاست. هر گره به مجموعه‌ای از پاسخ‌های ممکن منتهی می‌گردد که مورد یا داده وارد شده به گره را به زیرمجموعه‌های متناظر با نتایج متفاوت تقسیم می‌کند. ساده‌ترین نوع از DT‌ها نوع شاخه دودویی است که در هر گره یا مؤلفه طبقه‌بندی کننده آن، داده مربوط به تصویر به یکی از دو کلاس ممکن یا یکی از دو گروه کلاس موجود تعلق می‌یابد.

خیلی اوقات تکنیک‌های DT می‌توانند به صورت غیرخودکار طراحی شوند. بخصوص هنگامی که برای انجام طبقه‌بندی خیلی خاصی به کار گرفته می‌شوند (Swain & Hauska, 1977). ولی این روش‌ها می‌توانند بصورت خودکار نیز طراحی شوند. همواره سه امر مهم در طراحی روش

ساختار بندی شاخه‌ها نقش مؤثری دارد. کاربر می‌تواند در روش DT از الگوریتم‌های دیگری همچون حداکثر شباهت، حداقل فاصله و موارد مشابه هم استفاده کند، ولی بهتر است این نوع الگوریتم‌ها زمانی بکار گرفته شوند که نیاز به جداسازی کلاس‌های کوچک وجود دارد. علاوه بر این، داده‌های مرتبط با توپوگرافی مانند ارتفاع، مقدار شیب، جهت شیب و حتی داده‌های اقلیمی

کلیه اوقات تکنیک‌های DT می‌توانند به صورت غیرخودکار طراحی شوند. بخصوص هنگامی که برای انجام طبقه‌بندی خیلی خاصی به کار گرفته می‌شوند (Swain & Hauska, 1977). ولی این روش‌ها می‌توانند بصورت خودکار نیز طراحی شوند. همواره سه امر مهم در طراحی روش

کلیه اوقات تکنیک‌های DT می‌توانند به صورت غیرخودکار طراحی شوند. بخصوص هنگامی که برای انجام طبقه‌بندی خیلی خاصی به کار گرفته می‌شوند (Swain & Hauska, 1977). ولی این روش‌ها می‌توانند بصورت خودکار نیز طراحی شوند. همواره سه امر مهم در طراحی روش

1- Maximum likelihood

2- Minimum distance

3- Classifier

می‌شود، وجود دارد. تقریب پایینی شامل همه اشیایی که بطور قطعی متعلق به مجموعه است (رابطه ۱) و تقریب بالایی در برگیرنده‌ی همه اشیایی است که احتمالاً به مجموعه معین تعلق دارند (رابطه ۲).

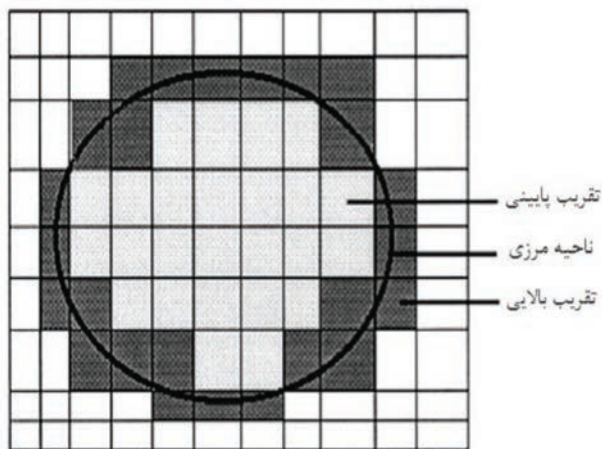
$$\underline{B}(X) = \{x \in U : B(x) \subseteq X\} \quad (1)$$

$$\overline{B}(X) = \{x \in U : B(x) \cap X \neq \emptyset\} \quad (2)$$

اختلاف بین دو تقریب بالایی و پایینی در برگیرنده‌ی منطقه مرزی است. (Pawlak, 2001, 2002; Pavel & Jiri, 2007)

$$BN_B(X) = \overline{B}(X) - \underline{B}(X) \quad (3) \text{ (رابطه ۳)}$$

چنانچه منطقه مرزی غیر تهی باشد با توجه به دانش موجود نسبت به B، مجموعه X به عنوان «ناهموار» (بصورت ناهموار تعریف شده) نامیده می‌شود. مفاهیم اساسی در مجموعه ناهموار در نگاره ۳ نشان داده شده است.



نگاره ۳: مفاهیم اساسی تئوری مجموعه‌های ناهموار

(منبع: Cheng et al, 2010)

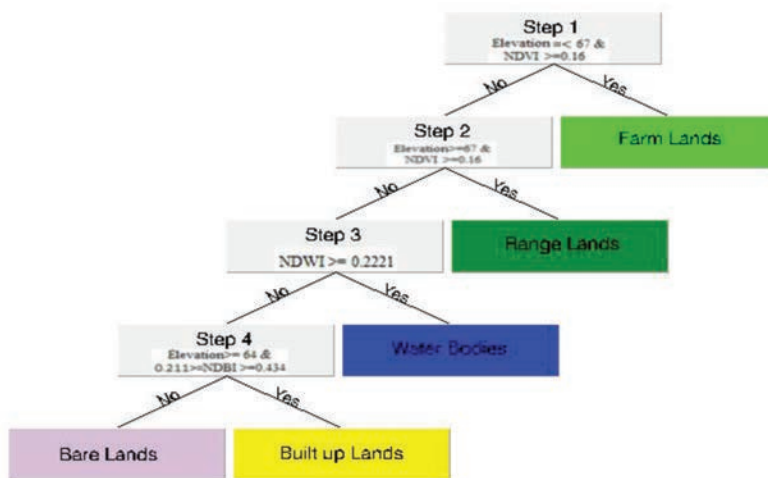
تئوری مجموعه‌های ناهموار یک سری از دستورات عمل‌های استدلالی منطقی است که برای تحلیل یک سیستم اطلاعات استفاده می‌شود. یک سیستم اطلاعات که می‌تواند بعنوان یک جدول تصمیم در نظر گرفته شود و بوسیله  $S = (U, A, C, D)$  نمایش داده می‌شود. در اینجا U مجموعه جهانی است، A یک مجموعه از ویژگی‌های (اشیاء) اولیه و  $C, D \subset A$  زیرمجموعه از ویژگی‌هایی هستند که بر این فرض استوارند

مانند دما و ... می‌توانند در روش DT دخالت داده شوند و طبقه‌بندی را بهبود بخشند.

### ۳-۲-۲- تئوری مجموعه ناهموار (RST)

تئوری مجموعه ناهموار در اوایل سال ۱۹۸۰ میلادی توسط زدیسلو پاولاک به عنوان یک ابزار داده کاوی جدید که با عدم قطعیت در داده‌ها سروکار دارد، معرفی گردید (Huang et al, 2005). در حقیقت، این تئوری یک ابزار قدرتمند ریاضی برای استدلال در موارد ابهام است که روش‌هایی را برای زدودن و کاستن اطلاعات و دانش نامربوط یا مازاد بر نیاز از پایگاه‌های داده مهیا می‌کند. بدین طریق با تقلیل اطلاعات، مجموعه‌ای از قواعد تلخیص شده‌ی پرمعنا حاصل می‌شود که کار تصمیم‌گیرنده را بسیار ساده می‌کند؛ از این رو، با توجه به رشد سریع حجم داده‌ها RST، می‌تواند نقش بسیار مؤثری در سیستم‌های پشتیبانی تصمیم‌گیری و کشف دانش داشته باشد (Ziarko, 1993). این تئوری با تحلیل جدول‌های داده سروکار دارد. فلسفه اصلی وراء RST بر پایه روابط هم‌ارزی و غیرقابل تشخیص بودن در طبقه‌بندی اشیاء و پدیده‌ها است (Walczak & Massart, 1999). اشیاء توصیف شده به وسیله اطلاعات یکسان از نقطه نظر اطلاعات در دسترس درباره آنها غیر قابل تشخیص هستند. رابطه غیر قابل تشخیص بودن (رابطه علی- معلولی) به دست آمده در این روش اساس ریاضیات تئوری مجموعه‌های ناهموار می‌باشد. هر مجموعه‌ای از اشیاء غیر قابل تشخیص را یک مجموعه بنیادی می‌نامند و شکل یک جزء اصلی (اتم) از دانش درباره جهان است. به هر اجتماعی از مجموعه‌های بنیادی عنوان مجموعه‌های کریسپ (دقیق) نسبت می‌دهند و در غیر اینصورت مجموعه مبهم و غیر صریح است که عنوان مجموعه راف برای آن در نظر گرفته می‌شود (محمدی و شیخ، ۱۳۹۲).

تقریب‌ها (تقریب بالایی و تقریب پایینی) مفهوم پایه‌ای در تئوری مجموعه‌های ناهموار است. با هر مجموعه ناهموار (یک جفت مجموعه دقیق) که تقریب بالایی و پایینی نامیده



نگاره ۴: مدل مفهومی مبتنی بر الگوریتم DT-RST

$$CORE(B) = \bigcap_{R_i \in RED(B)} i = 1, 2, \dots \quad (5)$$

در نهایت با استفاده از الگوریتم کاهش<sup>۳</sup>، می‌توان قواعدی را از طریق تعیین ارزش ویژگی‌های شرط و تصمیم استخراج نمود (Eltheishy et al, 2013). بنابراین، این قواعد به شکل «اگر ... (شرط) آنگاه ... (تصمیم)» نشان داده می‌شوند. در این پژوهش، مفهوم جدول تصمیم، برای ساختن و استخراج قواعد به منظور نیل به نتایج بهتر در طبقه‌بندی تصاویر بکار گرفته شد.

#### ۴- یافته‌ها و نتایج تحقیق

با توجه به هدف این پژوهش که پایش تغییرات کاربری و پوشش اراضی است، یک مدل برای طبقه‌بندی کاربری‌ها توسعه داده شده و استخراج کلاس‌های اطلاعات بر مبنای این مدل صورت گرفت. کلاس‌های اراضی در ناحیه مورد مطالعه شامل اراضی صخره‌ای-بایر، پهنه‌های آبی، اراضی کشاورزی، اراضی مرتعی و اراضی ساخت شده می‌باشد. عملکرد مدل ارائه شده در این تحقیق بدین صورت است که به صورت شاخه‌ای در هر قسمت یک پوشش خاص از اطلاعات موجود در تصویر را استخراج و جدا می‌کند. در هر نقطه انشعابی مربوط به DT با استفاده از قواعد تعریف شده بوسیله RST، پوشش خاصی از اطلاعات تصویر شناسایی و مجزا می‌گردد. در این مدل ترکیبی از شاخص‌های آب

و ویژگی شرط و ویژگی C و ویژگی D و ویژگی تصمیم نامیده می‌شود. روش اندازه‌گیری برای توصیف عدم دقت حاصله از طبقه‌بندی تقریب‌ها تحت عنوان کیفیت تقریب X بوسیله B یاد می‌شود.

در واقع، این روش درصد اشبایی که می‌تواند با در نظر گرفتن ویژگی B بدرستی در کلاس X طبقه‌بندی شوند را بیان می‌کند (Pawlak, 1982; Cheng et al. 2010):

$$\gamma_B(A) = \frac{\sum \text{card } B(X_i)}{\text{card}(U)} \quad (6)$$

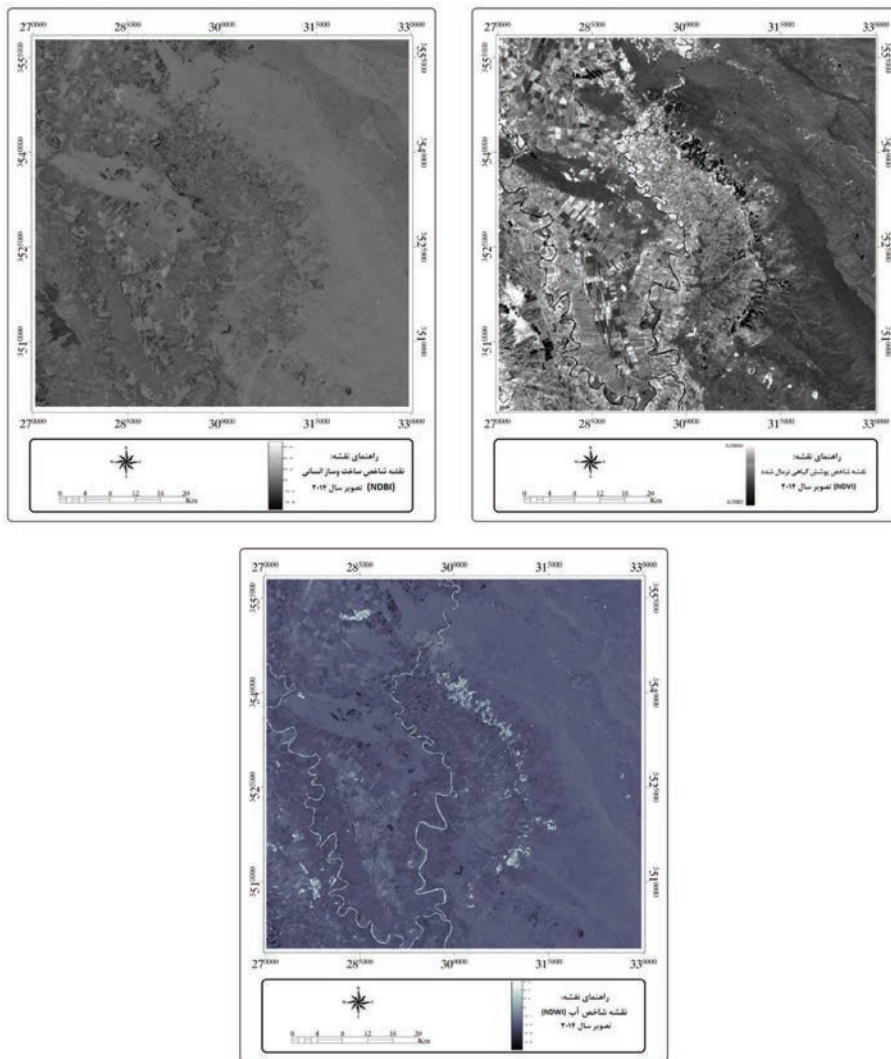
اگر،  $\gamma_B(A) = 1$  آنگاه جدول تصمیم سازگار است و در غیر اینصورت ناسازگار است.

یک موضوع مهم در تئوری مجموعه‌های ناهموار کاهش ویژگی<sup>۱</sup> است که در آن مجموعه کاهش و ویژگی‌ها همان کیفیت تقریب را به اندازه مجموعه اصلی اولیه فراهم می‌کنند. دو مفهوم پایه در ارتباط با کاهش ویژگی وجود دارد. براکت A که بوسیله RED(B) نشان داده شده است زیر مجموعه کمینه A می‌باشد و کیفیت مشابه تقریب اشیا در کلاس‌های اولیه B (بعنوان تمام ویژگی‌های A) را فراهم می‌کند. هسته B<sup>۲</sup> بخش ضروری A است که نمی‌تواند بدون در نظر گرفتن قابلیت آن در طبقه‌بندی پدیده‌ها (اشیاء) در کلاس‌های اولیه B حذف شود (Pawlak, 1982). متغیر هسته در واقع فصل مشترک همه مجموعه‌های کاهش<sup>۳</sup> است.

1- Attribute Reduction

2- CORE (B)

3- Reduced Algorithm



نگاره ۵: شاخص‌های  
 استخراج شده به منظور  
 استفاده در طبقه‌بندی تصویر  
 سال ۲۰۱۴

ارزیابی و بررسی پوشش‌های گیاهی با استفاده از داده‌های چندطیفی ماهواره‌ای به کار گرفته می‌شوند. این شاخص یکی از پرکاربردترین و رایج‌ترین شاخص‌های مربوط به پوشش گیاهی می‌باشد که برحسب دو باند قرمز و مادون قرمز نزدیک به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

در این شاخص فرض بر این است که ناحیه تحت بررسی دارای نوع خاک یکسانی می‌باشد. این شاخص دارای مقادیر نرمال در دامنه بین -۱ و +۱ است که بررسی و نمایش مقادیر را براحتی امکان‌پذیر می‌سازد. مقادیر مختلف NDVI می‌تواند نمایانگر پوشش‌های متفاوت باشد.

(NDWI)، ساخت و ساز انسانی (NDBI)، شاخص‌های گیاهی (NDVI)، ارتفاع، شیب و مقادیر انعکاس سطحی<sup>۱</sup> مربوط به باندها برای استخراج قواعد استفاده شده است. حال ابتدا به توضیح شاخص‌ها یا قواعد استفاده شده در مدل پرداخته می‌شود و سپس در ادامه در مورد نحوه کارکرد مدل مفهومی طراحی شده توضیحاتی ارائه می‌گردد.

#### ۴-۱- شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی (NDVI)<sup>۲</sup>

شاخص‌های پوشش گیاهی تبدیلات ریاضی هستند که براساس باندهای مختلف سنجنده‌ها تعریف شده و برای

1- Surface Reflectance

2- Normalized Difference Vegetation Index



#### ۴-۲- شاخص آب

صخره‌ای شهرستان شوشتر می‌انجامد. در اجرای مدل پس از اعمال پیش پردازش‌ها با استفاده از NDVI و تعیین یک حد آستانه برای آن، پوشش گیاهی از سایر اطلاعات روی تصاویر جدا می‌شود. در شاخه صحیح گره تصمیم‌گیری اول اطلاعات پوشش گیاهی نتیجه کار است که با استفاده از اشتراک دو حد قاعده مشخص شده برای شاخص NDVI و داده‌های ارتفاعی و شیب اراضی کشاورزی از اراضی مرتعی تفکیک می‌گردند. در شاخه نادرست گره تصمیم‌گیری اول اطلاعات بدون پوشش گیاهی موجود است که با به کارگیری اشتراک دو قاعده تعیین شده برای شاخص NDWI و مقادیر ارتفاعی آب نیز از اطلاعات موجود در روی تصویر جدا می‌شود. حاصل شاخه نادرست سطح تصمیم‌گیری دوم (کلاس پهنه آبی) اطلاعاتی است که فاقد آب و اراضی کشاورزی و مرتعی است. در آخرین سطح تصمیم‌گیری با استفاده از اشتراک دو قاعده مشخص شده برای شاخص NDWI و مقادیر ارتفاعی کلاس اراضی مسکونی شهرستان شوشتر هم تفکیک گردید و در نهایت در شاخه نادرست گره تصمیم‌گیری این سطح، اطلاعات بدون پوشش ساخت شده، پهنه آبی، کشاورزی و مرتعی می‌باشد که درحقیقت همان کلاس اطلاعاتی اراضی بایر و صخره‌ای است.

در این پژوهش برای جداسازی کلاس آب از شاخص آب استفاده گردید. آب در محدوده سبز طیف الکترومغناطیس انعکاس بیشتری نسبت به محدوده مادون قرمز نزدیک دارد. بر همین اساس (Mcfeyters 1996) شاخص تفاضلی نرمال شده آب (NDWI) را به صورت فرمول زیر ارائه کرده است.  
$$NDWI = (GREEN - NIR) / (GREEN + NIR)$$
 که Green مقادیر باند سبز می‌باشد.

#### ۴-۳- شاخص ساخت و ساز انسانی

برای جداسازی اراضی بایر و صخره‌ای از مناطق مسکونی، زمانی که سایر عوارض مشکل‌زا (مانند عوارض مربوط به کشاورزی) از تصویر حذف شده‌اند، می‌توان از بافت<sup>۱</sup> تصویر استفاده کرد (Jiang et al., 2004). اما این روش فقط برای تصاویری با قدرت تفکیک مکانی بالا می‌تواند مفید باشد. تصاویری با قدرت تفکیک مکانی پایین معمولاً اطلاعات طیفی بیشتری دارند. به همین دلیل از  $NDBI^2$  بر اساس این اصل که مناطق دارای ساخت و ساز انسانی دارای انعکاس بالاتری در محدوده مادون قرمز میانی نسبت به مادون قرمز نزدیک هستند استفاده شد که فرمول آن بصورت زیر است.

#### ۴-۴- نحوه‌ی استخراج قواعد با استفاده از تئوری مجموعه ناهموار

برای تعیین و استخراج قواعد منطقی موردنیاز در طبقه بندی DT از الگوریتم RST که بطور گسترده به منظور کشف دانش، شناسایی مؤثرترین عوامل و پارامترها بکار گرفته می‌شود، استفاده شده است. در این روش، دو نوع متغیر تصمیم و متغیرهای شرطی در نظر گرفته می‌شود. در حقیقت، پیش نیاز تحلیل داده‌ها با استفاده از نظریه‌ی مجموعه‌ی ناهموار تعیین متغیرهای وضعیت و تصمیم است. از اینرو در این پژوهش، به منظور تحلیل داده‌ها با استفاده از نظریه‌ی مجموعه ناهموار، از شاخص‌های آب (NDWI)، ساخت و ساز انسانی (NDBI)، شاخص پوشش

$$NDBI = (MIR - NIR) / (MIR + NIR)$$

که MIR مقادیر باند مادون قرمز میانی است. این شاخص می‌تواند بخشی از اطلاعات مربوط به مناطقی با ساخت و ساز انسانی را استخراج نماید (Yong, 2003). در نگاره ۴ به عنوان نمونه شاخص‌های استخراج شده از تصویر سال ۲۰۱۴ نشان داده شده است.

نحوه کارکرد مدل همان طور که اشاره شد بصورت شاخه‌ای است و از چهار سطح تصمیم‌گیری تشکیل یافته است که در نهایت به تعیین پنج کلاس اراضی کشاورزی، اراضی مرتعی، اراضی مسکونی، پهنه‌های آبی و اراضی بایر-

1- Texture

2- Normalized Difference Building-up Index

جدول ۲: ویژگی‌های هسته و زائد

ویژگی‌های هسته	ویژگی‌های NDVI، NDBI، NDWI و ارتفاع
ویژگی‌های زائد	ویژگی‌های شیب و مقادیر انعکاس سطحی مربوط به باندها

جدول ۳: قواعد استخراجی از روش تئوری مجموعه ناهموار

Number	Extracted Rule By JMAF
1	(NDVI >= 0.1871) => (Dec >= Farm Lands)
2	(NDVI >= 0.1871) & (Elevation <= 59) => (Dec >= Farm Lands)
3	(NDWI >= 0.2221) => (Dec >= River)
4	(NDVI >= 0.161) => (Dec >= Grass Lands)
5	(Elevation <= 67) => (Dec >= Grass Lands)
6	(NDVI >= 0.161) & (Elevation >= 67) => (Dec >= Grass Lands)
7	(NDBI <= 0.43909) => (Dec >= Built up Lands)
8	(0.211 >= NDBI >= 0.43455) & (Elevation >= 64) => (Dec >= Built up Lands)

گیاهی (NDVI)، ارتفاع، شیب و مقادیر انعکاس سطحی مربوط به باندها بعنوان متغیرهای وضعیت و کلاس‌های کاربری اراضی بعنوان متغیر تصمیم در نظر گرفته شد. جدول تصمیم به کمک حدود ۲۰۰ نقطه حاصل از برداشت پیکسل‌های خالص که مربوط به کلاس‌های کاربری متفاوتی می‌باشند آماده گردید. در نهایت با توجه به این جدول، کلیه قواعد جهت استفاده در روش DT استخراج گردید. از آنجا که استخراج قواعد منطقی در DT وقت‌گیر و با دقت پایین همراه است بکارگیری روش RST به کمک نرم افزار JMAF در این زمینه کمک شایانی به استخراج منطقی قوانین و دقت مناسب طبقه بندی تصاویر می‌کند.

کل متغیرها را در نظر گرفته، تبیین یا پیش‌بینی کنیم. نظریه‌ی مجموعه ناهموار، ویژگی‌های NDVI، NDBI، NDWI و ارتفاع را به عنوان متغیرهای هسته ارائه نمود. متغیرهای هسته، متغیرهایی هستند که در تمام مجموعه‌های ساده شده وجود دارند و بدون آنها نمی‌توان با دقت مورد نظر تغییرات متغیر تصمیم را توصیف و پیش‌بینی کرد. دو ویژگی شیب، مقادیر انعکاس سطحی مربوط به باندها ویژگی‌های زائد هستند. در نتیجه می‌توان این متغیرها و داده‌های مربوط به آنها را حذف کرد، بدون اینکه به دقت و کیفیت طبقه‌بندی به کمک DT صدمه ای وارد شود (جدول ۲).

از کلیدی‌ترین نتایج حاصل از تحلیل داده‌ها با استفاده از نظریه‌ی مجموعه‌ی ناهموار، مجموعه‌های ساده شده (Reducts) و ویژگی‌های هسته (Core Attribute) است. مجموعه‌های ساده شده کوتاه‌ترین ترکیبات ممکن از متغیرهای وضعیت (مستقل) هستند که می‌توانند تغییرات به وقوع پیوسته در متغیر تصمیم (وابسته) را بدون نیاز به سایر متغیرها و با همان دقت تبیین کنند.

گام بعدی، مرحله تولید قواعد به شکل «اگر- آنگاه» با توجه به ارزش متغیرهای شرط و ارزش متغیر تصمیم است. این گام دو فاز تولید و پالایش قواعد و قوانین را در برمی‌گیرد. در حقیقت در این مرحله از تئوری مجموعه ناهموار قواعد «اگر- آنگاه» حاصل از جدول تصمیم استخراج و قوانین با کمترین مقدار پشتیبانی برای طبقه بندی حذف می‌گردند. جدول ۳، هشت قاعده پالایش شده حاصل از تئوری مجموعه ناهموار (با توجه به بیشترین درجه پشتیبانی از داده‌های ورودی) را نشان می‌دهد.

به بیان دیگر با استفاده از این متغیرها، می‌توانیم کلاس‌های کاربری اراضی را با میزان دقتی برابر با زمانی که

فصلنامه علمی - پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (مهر)  
 ارائه یک رویکرد ترکیبی برپایه تئوری مجموعه ناهموار ... / ۱۵۱

جدول ۴: مساحت‌های کلاس‌ها و مقدار تغییرات از سال ۱۹۸۶ تا سال ۱۹۹۸

کلاس پوشش اراضی	سال ۱۹۸۶		سال ۱۹۹۸		تغییرات از ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۸	
	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت تغییرات (کیلومتر مربع)	درصد تغییرات نسبی
اراضی کشاورزی	۷۳۱/۸۷	۲۰/۲۵	۷۲۸/۰۷۵	۲۰/۱۴۵	-۳/۷۶	-۰/۵۱۸
اراضی مرتعی	۱۳/۸۹۱	۰/۳۸۴	۵۶/۱۷۴	۱/۵۵۴	۴۲/۲۸	۳۰۴/۳۸
اراضی ساخت شده	۲/۷۹۱	۰/۰۷۷	۵/۰۷۸	۰/۱۴۱	۲/۳	۸۲/۲۷
پهنه های آبی	۲۰۸/۰۵۲	۵/۷۵۶	۷۶/۰۵۵	۲/۱۰۴	-۱۳۲/۸۸	-۶۳/۴۴
اراضی بایر	۲۶۵۷/۶۵۶	۷۳/۵۳۲	۲۷۴۸/۸۶۸	۷۶/۰۵۶	۹۱/۲۱	۳/۴۳۲
جمع	۳۶۱۴/۲۶۲۱	۱۰۰	۳۶۱۴/۲۶۲۱	۱۰۰	-	-

جدول ۵: مساحت‌های کلاس‌ها و مقدار تغییرات از سال ۱۹۸۶ تا سال ۲۰۱۴

کلاس پوشش اراضی	سال ۱۹۸۶		سال ۲۰۱۴		تغییرات از ۱۹۸۶ تا ۲۰۱۴	
	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت تغییرات (کیلومتر مربع)	درصد تغییرات نسبی
اراضی کشاورزی	۷۳۱/۸۷	۲۰/۲۵	۷۸۶/۱۹۵	۲۱/۷۵۳	۵۴/۳۲	۷/۴۲۳
اراضی مرتعی	۱۳/۸۹۱	۰/۳۸۴	۲۳/۸۱۱	۰/۶۵۹	۹/۹۲	۷۱/۴۰۹
اراضی ساخت شده	۲/۷۹۱	۰/۰۷۷	۱۰/۸۶۵	۰/۳۰۱	۸/۰۷	۲۸۹/۲۰۱
پهنه های آبی	۲۰۸/۰۵۲	۵/۷۵۶	۵۵/۵۰۸	۱/۵۳۶	-۱۵۲/۵۴	-۷۳/۳۲
اراضی بایر	۲۶۵۷/۶۵۶	۷۳/۵۳۲	۲۷۳۷/۸۸۱	۷۵/۷۱۲	۸۰/۲۳	۳/۰۱۹
جمع	۳۶۱۴/۲۶۲۱	۱۰۰	۳۶۱۴/۲۶۲۱	۱۰۰	-	-

جدول ۶: مساحت‌های کلاس‌ها و مقدار تغییرات از سال ۱۹۹۸ تا سال ۲۰۱۴

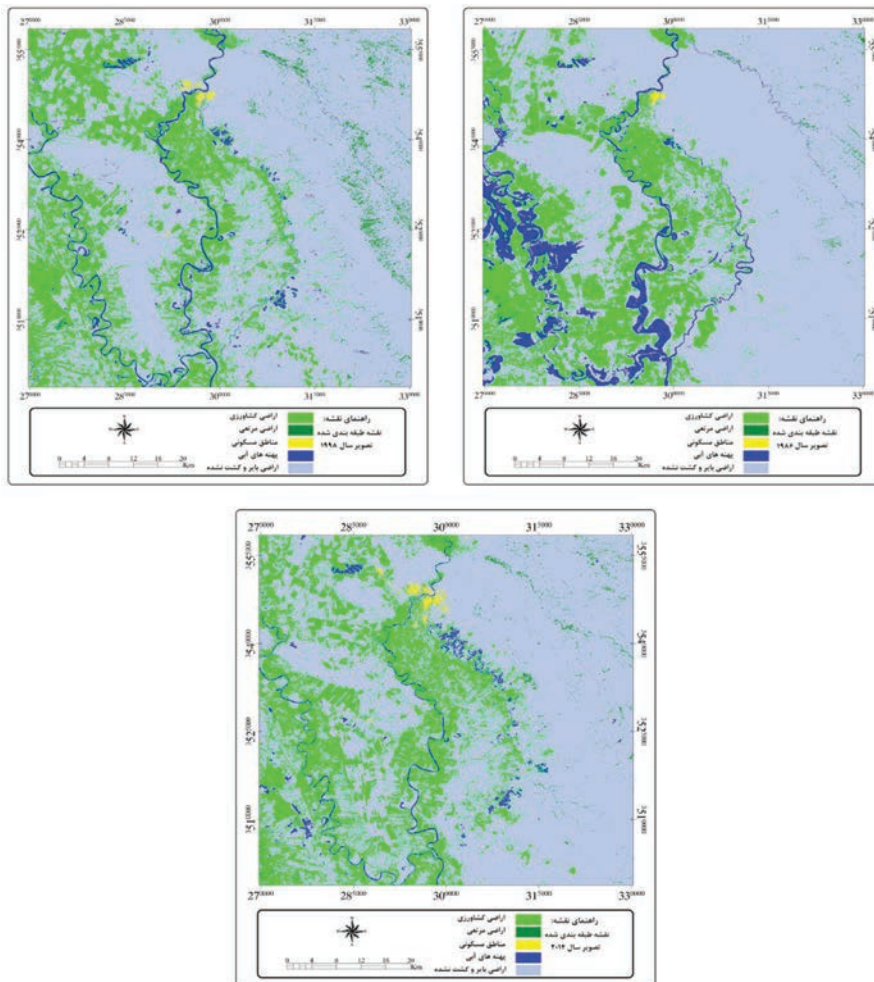
کلاس پوشش اراضی	سال ۱۹۹۸		سال ۲۰۱۴		تغییرات از ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۴	
	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت (کیلومتر مربع)	مساحت (درصد)	مساحت تغییرات (کیلومتر مربع)	درصد تغییرات نسبی
اراضی کشاورزی	۷۲۸/۰۷۵	۲۰/۱۴۵	۷۸۶/۱۹۵	۲۱/۷۵۳	۵۸/۱۲	۷/۹۸۳
اراضی مرتعی	۵۶/۱۷۴	۱/۵۵۴	۲۳/۸۱۱	۰/۶۵۹	-۳۲/۳۶	-۵۷/۶۱۲
اراضی ساخت شده	۵/۰۷۸	۰/۱۴۱	۱۰/۸۶۵	۰/۳۰۱	۵/۷۸	۱۱۳/۵۳
پهنه های آبی	۷۶/۰۵۵	۲/۱۰۴	۵۵/۵۰۸	۱/۵۳۶	-۲۰/۵۵	-۲۷/۰۱۶
اراضی بایر	۲۷۴۸/۸۶۸	۷۶/۰۵۶	۲۷۳۷/۸۸۱	۷۵/۷۱۲	-۱۰/۹۹	-۰/۴
جمع	۳۶۱۴/۲۶۲۱	۱۰۰	۳۶۱۴/۲۶۲۱	۱۰۰	-	-

۴-۵- پایش تغییرات و تحلیل الگوهای تغییر

هر سه دوره زمانی در جداول ۴، ۵ و ۶ خلاصه شده است. سپس با بکارگیری الگوریتم آشکارسازی تغییرات به روش مقایسه‌ی پس از طبقه‌بندی<sup>۱</sup> روند تغییرات پوشش اراضی برای دوره‌های زمانی فوق مشخص گردید. در این تحقیق میزان دقت کلی برای سال ۲۰۱۴ به ترتیب ۸۷/۲۷

در این پژوهش با استفاده از تصاویر لندست ۸، نقشه‌های طبقه‌بندی برای هر سه دوره زمانی ۱۹۸۶ (۱۳۶۵)، ۱۹۹۸ (۱۳۷۷) و ۲۰۱۴ (۱۳۹۳) استخراج گردید (نگاره ۶) و مساحت‌های تمامی کلاس‌ها و مقدار تغییرات آنها برای

<sup>۱</sup>- Post Classification change detection algorithm



نگاره ۶: تصاویر طبقه بندی شده سه دوره ۱۹۸۶، ۱۹۹۸ و ۲۰۱۴ با استفاده مدل ترکیبی DT-RST

(۷/۹۸ درصد) افزایش یافته، در حالیکه اراضی مرتعی، بایر و پهنه‌های آبی بترتیب ۳۲/۳۶- کیلومتر مربع (۵۷/۶۱۲- درصد)، ۲۷/۱۶- کیلومتر مربع و ۱۰/۹۹- کیلومتر مربع کاهش مساحت داشته‌اند. طی دوره سوم (۱۹۸۶-۲۰۱۴) مساحت اراضی مسکونی حدود ۸/۰۷ کیلومتر مربع (۲۸۹/۲ درصد) افزایش یافته، در حالیکه در اراضی کشاورزی و مرتعی به ترتیب شاهد یک افزایش نسبتاً کم ۵۴/۳۲ کیلومتر مربعی (۷/۴۲ درصد) و ۹/۹۲ کیلومتر مربعی (۷۱/۴ درصد) است؛ این در حالی است که پهنه‌های آبی یک کاهش ۱۵۲/۵۴- کیلومتر مربعی را نشان می‌دهد.

در تحلیل تغییرات منطقه می‌توان اذعان نمود که با توجه به تغییرات بوقوع پیوسته طی سه دوره زمانی مذکور می‌توان دریافت که تغییرات افزایشی و کاهش‌ی چشمگیری

درصد و مقدار آماره کاپا ۸۱/۶۳ درصد است. بهره‌گیری از مدل ترکیبی DT-RST تا حد زیادی صحت کلی و آماره کاپا را افزایش داده است که نشان از کارایی بالای این مدل ترکیبی در امر طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای دارد.

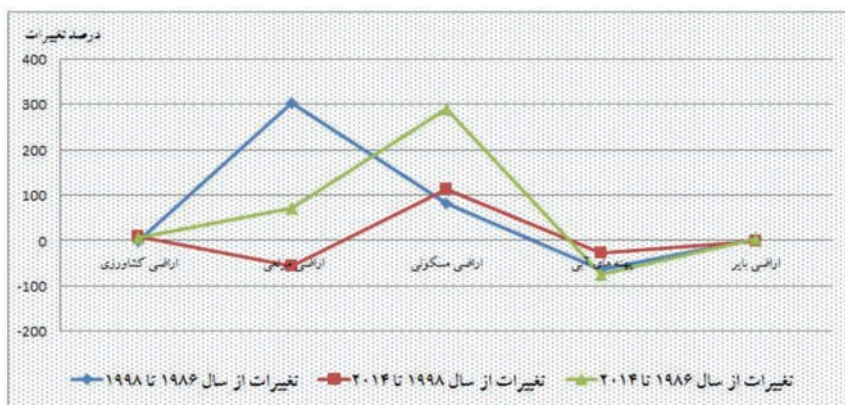
در دوره اول یعنی از سال ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۸ مساحت اراضی مسکونی حدود ۲/۳ کیلومتر مربع (۸۲/۲۷ درصد) افزایش یافته، در حالیکه اراضی کشاورزی و مرتعی به ترتیب ۳/۷۶- کیلومتر مربع کاهش (۰/۵۱۸- درصد) و ۱۳۲/۸۸- کیلومتر مربع افزایش مساحت داشته‌اند. اراضی بایر و مراتع رشدی معادل ۹۱/۲۱ کیلومتر مربع و ۴۲/۲۸ کیلومتر مربع داشته است. در دوره دوم یعنی از سال ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۴ مساحت اراضی ساخت شده و کشاورزی به ترتیب حدود ۵/۷۸ کیلومتر مربع (۱۱۳/۵۸ درصد) و ۵۸/۱۲ کیلومتر مربع

تبدیل روستاها به شهر، رشد شتابان شهرنشینی استان به همراه بورس بازی زمین سبب شده است که فضای فیزیکی-کالبدی شهرها گسترش یافته و سکونتگاه‌های روستایی پیرامون شهرها را نیز مورد تهدید قرار دهد. این تهدید به ویژه در مورد کلانشهر اهواز و شهرهای میانی چون شهرستان شوشتر جدی بوده است؛ همین امر سبب شد که از یک سو ساختار کاربری اراضی تحت تأثیر همجواری با این شهرها به تدریج تغییر ماهیت داده و در نتیجه ساخت اقتصادی روستاهای اطراف شهر شوشتر تابع فرایندهای اقتصادی این شهر شود و بالطبع همین امر سبب تشدید تغییرات کاربری اراضی در نواحی روستایی و شهری منطقه گردیده است.

#### ۵. نتیجه‌گیری

از آنجا که یکی از پیش شرط‌های اساسی برای استفاده بهینه از زمین که حیات اقتصادی مناطق شهری و روستایی بدان وابسته است، اطلاع از الگوهای کاربری اراضی است (همچنین دانستن اینکه تغییرات هر کدام از کاربری‌ها طی زمان از اهمیت وافری برخوردار است)؛ لذا با آگاهی از اینکه تغییر کاربری اراضی از ماهیت و تداومی غیرایستا برخوردار بوده، پژوهش حاضر با هدف توسعه و ارائه یک مدل ترکیبی RST-DT برای طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای و آشکارسازی تغییرات پوشش و کاربری اراضی در شهرستان شوشتر برای یک دوره زمانی تقریباً ۳۰ ساله انجام شد. در

در اراضی ساخت شده و پهنه‌های آبی اتفاق افتاده است و اراضی کشاورزی و مرتعی و بایر تغییرات چندانی نداشته است. البته بایستی این نکته را مدنظر داشت که با توجه به سال پایه (۱۹۸۶ میلادی یا ۱۳۶۵) که سطح زیر کشت اراضی کشاورزی منطقه نسبت به سال پایه (۱۳۶۵) که همزمان با جنگ تحمیلی بوده است تغییرات اندکی را شاهد بوده و این به معنای آنست که طی سی سال گذشته سطح زیرکشت به مانند دوره جنگ تحمیلی است. این امر بیانگر بحرانی است که گریبانگیر بخش کشاورزی شده است. نگاره ۷ نمایانگر روند تغییرات انواع کلاس‌های کاربری اراضی طی دوره‌های مذکور در منطقه مورد مطالعه می‌باشد. البته در باب علل و عوامل اصلی این تغییرات می‌توان گفت که شهرستان شوشتر همانند بسیاری دیگر از شهرهای میانی استان که بدلائیل مختلف از جمله جذابیت‌های گوناگون مناطق شهری منطقه، فراهم بودن امکانات خدماتی و زیرساخت‌های صنعتی در شهرها، وجود فرصت‌های شغلی در بخش‌های مختلف (کشت و صنعت و ...)، خرد بودن اراضی کشاورزی روستایی، دارای خصلت مهاجرفرستی بوده، بطوری که در دوره جنگ تحمیلی، همچنان شاهد جابجایی تعداد کثیری از جمعیت بوده است که در جستجوی کار به کانون‌های شهری داخل استان و نواحی پیرامونی مهاجرت می‌نمودند و این مهاجرت‌ها به شدت بر رهاسازی، تبدیل و تغییرات کاربری اراضی تأثیر گذاشته است. در کنار عوامل یاد شده، در دهه ی اخیر،



نگاره ۷: روند تغییرات کاربری اراضی طی سه دوره زمانی ۱۹۸۶-۱۹۹۸، ۱۹۹۸-۲۰۱۴ و ۲۰۱۴-۱۹۸۶

3. Brodle, C.E., T.Lane, and T.M. Stoug (1999). Knowledge Discovery and Data Mining, American Scientist, 87, 54-61.

4. Bruy S.M & j Opschoor, (1994) is the economy ecologising? Discussion paper, TJ9 4-65 Tinbergen institute Amsterdam.

5. Cheng C.H. & Chen Y.S. (2009) . Classifying the segmentation of customer value via REM model and RS theory. Expert Systems with Applications, 36 (3), 4176-4184.

6. Cheng, C.H., Chen, T.L., & Wei,L.Y., (2010) hybrid model based on rough sets theory and genetic algorithms for stock price forecasting. Information Sciences, 180(9), 1610-1629.

7. FAO, (1976). A Framework for Land Evaluation, F.A.O soils bulletin. Pb No. 32, Rome.

8. HanseM., R. Dubayah, and R. Defrie (1996). Classification trees: an alternative to traditional land cover classifiers, International Journal of Remote Sensing, 17, 1075-1081.

9. Huang, C.L., Li, T.S., Peng, T.K., (2005). A hybrid approach of rough set theory and genetic algorithm for fault diagnosis, Int Adv Manuf Technol, 27: 119-127.

10. Jiang, Q., and H. Liu (2004). Extracting Image Information Using Texture Analysis Journal of Remote Sensinr, 8(5), 459-464.

11. Kruger B, Reed MS, Fazey I, Stringer LC, Raymond CM, Akhtar - Schuster M, Begni G, Bigas H, Brehm S, Briggs J, Bryce R, Buckmaster S, Chanda R, Davice J, Diez E, Essahli W, Evely A, Geeson N, Hartmann I, Holden J, Hubacek K, Ioris AAR, Laureano P, Phillipson J, Prell C, Quinn CH, Reeces AD, Seely M, Thomas R, Van Der Werff Ten Bosch MJ, Vergunst P, Wagner L., (2013). Knowledge management for land degradation monitoring and assessment: an analysis of contemporary thinking. Land Degrad Dev 24:307-322.

12. Lawrence, R.L., and A. Wright (2001). Rule - Based Classification systems using classification and regression tree (Cart) analysis, Photogrammetric Wngineering & Remote Sensing, 67, 1137-1142.

13. Liou J.J.H. Tzeng G.H. (2010). A Dominance - based Rough Set Approach to customer behavior in the airline market. Information Sciences, 180 (11), 2230- 2238.

14- Long, H., Tang, G., Li, X., Heilig, G.K., (2007), Socio-Economic Driving Forces of Land - Use Change in Kunshan, the Yangtze River Delta Economic Area of China. Journal

این تحقیق از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست ۴، ۵ و ۸ و داده‌های کمکی استفاده شده و در نهایت با بکارگیری این الگوریتم ترکیبی نقشه کاربری اراضی برای سه دوره زمانی (۱۹۸۶-۱۹۹۸، ۲۰۱۴-۱۹۹۸ و ۲۰۱۴-۲۰۱۶) تهیه و سپس میزان تغییرات پوشش و کاربری اراضی استخراج گردید. نتایج پژوهش حاضر حاکی از آن است که استفاده از تکنیک‌های داده‌کاوی چون RST در کشف دانش و طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای تا حد زیادی دقت حاصله را افزایش می‌دهد. میزان دقت کلی و آماره کاپا حاکی از انعطاف پذیری بالای مدل طراحی شده RST-DT در استفاده از منابع متفاوت داده‌ها و تفکیک کاربری‌های مختلف از یکدیگر است. در ادامه بعنوان پیشنهاد توصیه می‌گردد که در تحقیقات آتی روش‌های طبقه‌بندی ترکیبی دیگر مانند منطق فازی همراه با تئوری مجموعه ناهموار مورد بررسی قرار گیرد و نتایج آن با سایر روش‌ها مقایسه شود، تا روش بهینه برای اعمال عدم قطعیت مشخص گردد. علاوه بر این، از مجموعه ناهموار به منظور بدست آوردن قوانین مورد نیاز برای طبقه‌بندی روش‌هایی چون شی گرا که روش‌هایی قاعده مبنای هستند می‌توان به عنوان مکمل مناسبی جهت بالا بردن دقت کلی طبقه بندی استفاده کرد و نیز به منظور بهینه سازی و استخراج قواعد با بیشترین پشتیبانی از داده‌های بدست آمده از تئوری مجموعه ناهموار از الگوریتم‌هایی چون الگوریتم ژنتیک استفاده نمود.

## منابع و مأخذ

۱. رکن الدین افتخاری، بدری و سجاسی قیداری؛ عبدالرضا، سیدعلی و حمدالله، ۱۳۹۰، بنیان‌های نظریه‌ای برنامه‌ریزی کالبدی مناطق روستایی، نشر بنیاد مسکن انقلاب اسلامی.

۲. محمدی و شیخ؛ عفت و رضا؛ ۱۳۹۲، تحلیل خطای هاله‌ای رفتار مشتریان با استفاده از شاخص مروجان خالص (NPS) و تئوری مجموعه راف (RST)، مطالعه‌ی موردی: تلفن همراه سونی اریکسون، مجله مدیریت بازرگانی، شماره ۱: ۱۱۹-۱۴۲.

A Rough Set and GIS Based Approach for Selecting Suitable Shelters during an Evacuation Process, Journal of Geographic information System, 2013, 5, 1-12.

29- Swain P.H., Hauska (1977). The Decision Tree Classifier: Design and Potential, Geoscience Electronics, GE-15, 142-147.

30- Van den Poel D.&Piasta Z.(1998). Purchase prediction in databasemarketing with the ProbRough system. In Rough Sets and Current Trends in Computing (pp.593-600). Springer Berlin / Heidelberg.

31- Vescovi, f, d, park, s. & viek. P.I.G., (2002). Detection of human - induced and cover change in savannah landscape in Ghana: I.change detection and quantification. 2nd workshop of the earsel special interest group on remote sensing for developing countries, 18-20 September, Bonn, Germany.

32- Vogelmann, J.E. (2001). Completion of the 1990s national land cover data set for the conterminous United States from Landsat Thematic Mapper and ancillary data sources, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, 67, 650-662.

33- Walczak, B., Massart DL (1999).Rough sets theory. Chemonetrics Intell Lab Syst 47 (1): 1-16.

34. Xu,X., Gao,Q., Liu, Y.H., Wang, J.A., Zhang, Y., (2009). Coupling a Land Use Model and an Ecosystem Model for a Crop - Pasture Zone, Ecological Modeling 220, PP. 2503-2511.

35- Yong, Z., NI.Shao-xiang and Y. Shan (2003). An Effective Approach to Automatically Extract Urban Land - use from TM Imagery, Journal of Remote Sensing, 7(1), pp. 37-40.

36- Ziarko, W., (1993). The Discovery, Analysis and Representation of Data Dependencies in Databases, Knowledge Discovery in Databases. Cammidge, MA: AAAI MIT Press.

of Environmental Management, 83, 371-364.

15- McFeeters, S.K.(1996). The use of the normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features, International Journal of Remote Sensing, 17, 1425-1432.

16- Meyer, W.B.,B.L. Yurner II, 1994, change in land use and land cover: a global perspective, Cambridge University Press, Cambridge.

17- Mui, J.K. and K.S. Fu (1980). Automated Classification of Nucleated Blood Cells Using a Binary Tree Classifier, Pattern Analysis and Machine Intelligence, PAMI-2, 429-443.

18- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development), (2001). Biodiversity, landscapes and ecosystem services of agriculture and forestry in the Austrian alpine region - an approach to economic (e) valuation. ENV/EPOC/GEFI/BIO (2001) 4, Paris.

19- Ostrom, E., (1990). Is governing the commons, Combridge University Press, Cambridge.

20- Parry M.L., (1990). Climate change and world agriculture, EarthSacan, London.

21- Pavel, J.,& Jius, K., (2007). Classification model based on rough and fussy sets theory. In Proceedings of the 6th WSEAS international conference on Computational intelligence, man-machine systems and cybernetics (pp.198-202). World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS).

22- Pawlak, Z., (1982). Rough sets, International Journal of Computational Information Science, 341-356.

23- Pawlak, Z., (2001). A Primer on Rough Sets: A New Approach to Drawing Conclusions from Data. In: Cardozo Law Review, Volume 22, Issue 5-6, pp.1407-1415.

24- Pawlak, Z., (2002). Rough sets and intelligent data analysis, Information Sciences, 147:112.

25- Phalke, S & Couloigner, L., (2005). Changes detection of man-made objects using high resolution imagery and GIS data. In proceedingr of the 24-25-27 may, Dubrovnik, Croatia.

26- Richards, J.A., and X. Jia (2006). Remote Sensing Digital Image Analysis: A Introduction, Springer - Verlag, Berlin.

27- Rounds, E.M., (1980). A Combines Monparametric Approach to Feature Selection and Bionary Decision Tree Design, Pattern Recognition, 12, 313-317.

28- S. Elheishy, S., A. Saleh, A., Asem, A., (2013).

