

آشکارسازی تغییرات فیزیکی شهر با استفاده از تصاویر LandsatETM و مدل زنجیره‌ای MARKOV یک مطالعه در شهر اردبیل

شیمای کریمی

کارشناسی ارشد معماری دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین، ایران

محمد میرزاعلی

دانشجوی دکتری جغرافیا و مدرس گروه جغرافیا و معماری، دانشگاه پیام نور تهران، ایران

حسین موسی زاده^۱

کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران

سمیرا قیاسی

استادیار گروه مهندسی محیط زیست دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران مرکزی، تهران، ایران

امید تبریزی

کارشناس ارشد معماری و عضو باشگاه پژوهشگران جوان، دانشگاه آزاد اسلامی علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۶/۰۱/۳۰

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۱۰

چکیده

استفاده از تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند ابزار بسیار مفیدی برای تشریح روابط متقابل بین محیط انسانی و محیط طبیعی برای کمک به تصمیم‌گیری برنامه‌ریزان در شرایط پیچیده باشد. فرآیند توسعه شهرها یکی از نیازهای اساسی در مدیریت و ارزیابی شهرها می‌باشد. افزون بر میزان رشد شهرها، مطالعه میزان تغییرات و تخریب کاربری‌ها در سال‌های گذشته و پیش‌بینی این تغییرات در سال‌های آینده می‌تواند در مدیریت برنامه‌ریزی صحیح برای حل مشکلات کنونی و برنامه‌ریزی‌های توسعه آینده کمک نماید. در همین راستا مقاله حاضر قصد دارد تا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای Landsat Tm سال ۱۳۶۸ و تصویر ماهواره‌ای LandsatETM سال ۱۳۹۰ به بررسی روند رشد فیزیکی و جهت گسترش شهر اردبیل بپردازد. این مطالعه منطبق با دوره قبل و بعد از مرکزیت سیاسی شهر اردبیل می‌باشد. به همین منظور پس از پردازش تصاویر ماهواره‌ای، تصاویر با روش حداکثر احتمال طبقه بندی شدند و در نهایت در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) با اعمال تابع تغییرات، تغییرات کاربری بدست آمد. با توجه به بررسی‌ها به عمل آمده نتیجه‌گیری شد که رشد فیزیکی شهر اردبیل بعد از مرکزیت سیاسی شتاب زیادی به خود گرفته است و در طی رشد فیزیکی شهر، زمین‌های زراعی اطراف شهر به زیر ساخت و سازه‌های شهری رفته است.

واژگان کلیدی: رشد فیزیکی، تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات کاربری، طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای، سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

مقدمه و طرح مسأله

آگاهی از انواع پوشش سطح زمین و فعالیت‌های انسانی در قسمت‌های مختلف آن و به بیان دیگر نحوه‌ی استفاده از زمین، به عنوان اطلاعات پایه برای برنامه‌ریزی‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. نقشه‌های پوشش اراضی حاصل از تصاویر ماهواره‌ای نقش مهمی در ارزیابی‌های منطقه‌ای و ملی ایفا می‌کنند (Knorn, 2009: 858). تغییر کاربری اراضی و پوششی در توسعه اجتماعی، اقتصادی و منطقه‌ای و همچنین تغییرات محیطی نقش مهمی دارد (Wyman & Stein, 2010: 332). شهرها سیستم‌های پیچیده، باز، پویا و خودسازمان‌دهنده هستند و نرخ رشد شهری مهم‌ترین پدیده‌ی تغییر شکل سکونتگاه‌های انسانی در کشورهای در حال توسعه می‌باشد و نیاز به مدیریت بهتر برای این رشد توسط اشخاص، اجتماعات و حکومت‌ها حیاتی است. در این کشورها، شهرها به طور معمول دو سوم افزایش جمعیت کل و بیشتر از نصف رشد جمعیت شهری و در نتیجه افزایش طبیعی و مهاجرت روستا به شهر را جذب می‌کنند (Mc Gill, 1998).

سرعت رشد شهرنشینی موجب تغییرات چشمگیری در شیوه استفاده از اراضی شده است. این رشد و گسترش، نه تنها موجب تخریب فضاها و پیرامون می‌شود بلکه شهر را از شکل متقارن خود خارج می‌کند (Yu & et al, 2011). رشد بی رویه شهرها در کشورهای جهان سوم بدنبال استقلال سیاسی این کشورها و انجام برخی اصلاحات اقتصادی، اجتماعی و ... که در راستای کاستن اختلاف توسعه با کشورهای پیشرفته بود، اتفاق افتاد (حسامیان، ۱۳۷۷، ۱۵). در سطح شهرها نیز، تغییر پوششی و کاربری زمین ناشی از فرآیندهای شهرنشینی یکی از مؤثرترین عوامل تغییر در وضعیت محیط زیست است (Rolando & et al, 2010: 414).

در کشور ایران، دگرگونی‌های اجتماعی- اقتصادی و فرهنگی - سیاسی که از اوائل سده حاضر در جهت کاهش اختلاف و فاصله با کشورهای توسعه یافته با اجرای مدرنیزاسیون از یک طرف و از طرف دیگر برای حفظ منافع دول استعمارگر با بسط سرمایه داری پیرامونی و از هم پاشیدن ساختار اشتغال سنتی و سایر اقدامات زیر ساختی در کشور صورت گرفت باعث تسریع شهرنشینی پیرامونی در شهرهای کشور گردید (حمیدی، ۱۳۷۶، ۱۲). حاصل روند فوق‌الذکر منجر به بحران شهر و شهرنشینی در ایران گشته است، که عبارتند از:

الف) رشد افسار گسیخته شهرها و بخصوص شهرهای بزرگ کشور در اثر عوامل گوناگون سیاسی، اداری، برنامه ریزی، اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و تکنولوژیکی

ب) فرسودگی بافت شهرها و روستاها در اثر عملکرد منفی عوامل مذکور بند (الف) و همچنین بی توجهی به مرمت اینگونه بافت‌ها.

نتیجه نهایی، رشد بی‌رویه نامعقول شهرها و فرسودگی بافت آنها به پایین آمدن شدید کیفیت زیستی آنها انجامیده که رویهمرفته مسئله شهر و شهرنشینی در ایران را با بحران بی‌سابقه‌ای روبه‌رو کرده است (بحرینی، ۱۳۷۸، ۱۴). فراشد این دگرگونی‌های (اجتماعی- اقتصادی، فرهنگی و ...) شکلی دیگر از شهر را در ایران پدید آورده است. شهرهای قدیمی که محل تجمع فعالیت‌های اجتماعی - تجاری- مذهبی- اداری و سیاسی بودند بعد از گسترش جدید شهرها، تحت فشار زیادی قرار گرفتند. در پی این تحولات کاربری‌های قدیمی، کارکرد خود را از دست دادند و این امر منجر به بلا استفاده ماندن و تخریب شدن تعداد بسیاری از فضاها با ارزش شد. کاربری‌های شهری که

اغلب در محدوده بخش مرکزی شهر در دوره‌های مختلف تکامل یافته بودند با رونق فعالیت‌های بخش خدمات و بازار اراضی شهری، گسترش لجام گسیخته یافته، فقدان سیاست‌های صحیح توسعه و نابسامانی توزیع کاربری شهری موجب فروپاشی استخوانبندی اصلی شهرها که قبلاً دارای وحدت و یکپارچگی مناسب بوده‌اند گردید. و این امر منجر به رشد لجام گسیخته شهر در اراضی پیرامونی شهر شد (حمیدی، ۱۳۷۶: ۱۸). با مدلسازی سیستم پیچیده شهری، الگوهای فضایی و روندهای رشد شهری را می‌توان شبیه‌سازی و پیش‌بینی کرد و درک بهتری از سیستم شهر به عنوان یک کل به دست آورد (رضازاده و همکاران، ۱۳۸۸). امروزه سنجش از دور و فناوری سیستم اطلاعات جغرافیایی از جمله تکنولوژی‌های برتر و کارآمد در بررسی تغییرات محیطی محسوب می‌گردند. برای هر پدیده جغرافیایی، مطالعه الگوهای مکانی و فرایندهای مکانی مربوطه لازم است. از طرفی در دنیای واقعی کاربرد GIS، داده‌های مکانی، غالباً داده‌های بدون بعد هستند (موسی زاده و همکاران، ۱۳۹۴: ۹) این تکنیک‌ها به عنوان منابع اولیه داده جهت مطالعات آشکارسازی تغییرات کاربری و پوشش اراضی و همچنین مدیریت منابع دهه‌های اخیر شناخته شده است که تأثیر به‌سزایی بر مدیریت اراضی و برنامه‌ریزی شهری داشته و اطلاعات بروز را برای اهداف مدیریتی فراهم می‌آورند (عبدالله و همکاران^۱، ۲۰۱۳). از اینرو از مدل‌های فضایی که ابزارهایی مفید برای درک فرایند توسعه شهری و ابزاری کمکی برای سیاست‌گذاری، مدیریت و برنامه‌ریزی شهری و فراهم‌کننده اطلاعات برای ارزیابی تأثیرات شهری بر محیط‌زیست هستند، می‌توان برای مدلسازی فرآیند توسعه شهری استفاده نمود (He et al, 2008). با پیش‌بینی تغییرات کاربری، می‌توان میزان گسترش و تخریب منابع را مشخص و این تغییرات را در مسیرهای مناسب هدایت نمود (Hathout, 2002).

شهر اردبیل مرکز استان اردبیل و بزرگترین شهر این استان می‌باشد. این شهر به مانند سایر شهرهای کشور بعد از شروع مدرنیزاسیون علاوه بر تغییر و تحول اساسی در بافت و کالبد و کاربری‌های شهری، دچار رشد فیزیکی نیز گشته است. امر دیگری که باعث تشدید تغییر و تحولات و رشد فیزیکی در شهر اردبیل شد، تبدیل این شهر به عنوان مرکز استان در اوائل دهه ۱۳۷۰ می‌باشد، که باعث بالا رفتن قیمت زمین‌های شهری گردید. این امر نیز به نوبه خود امکان بورس بازی زمین در اطراف شهر را فراهم کرد که در طی آن بخش خصوصی و دولتی به منظور دستیابی به سود، اقدام به تفکیک زمین‌های اطراف شهر برای ساخت و ساز را فراهم نمودند. نتیجه اقدامات فوق رشد افقی شهر در اراضی کشاورزی پیرامون شهر و متنوع شدن قشر خاصی از افراد جامعه از این تحول بود. در مقاله حاضر روند رشد فیزیکی شهر اردبیل از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۰ با استفاده از تصاویر دوره قبل و بعد از مرکزیت سیاسی شهر اردبیل بررسی شده است.

فرضیات این پژوهش عبارتند از:

- ۱- رشد فیزیکی شهر اردبیل بعد از مرکزیت سیاسی در جهت خاصی صورت نگرفته است.
- ۲- در طی رشد فیزیکی اراضی کشاورزی بیش از سایر کاربری‌ها به زیر ساخت و سازهای شهری رفته است.

^۱- Abdullah et al

پیشینه تحقیق

در زمینه گسترش شهر و تأثیر آن در تغییرات کاربری اراضی منطقه، به منابع زیر می‌توان اشاره نمود: موسی زاده و همکاران در پژوهشی برای نشان دادن توسعه فیزیکی شهر پلدختر ابتدا نقشه‌های پایه منطقه را بدست آورده و به این نتیجه رسیده‌اند که کوی دردیا، (غرب و جنوب غرب شهر) با داشتن شرایطی از قبیل: نفوذپذیری بالای خاک، شیب ملایم و زهکشی طبیعی مناسب آب‌های سطحی و فاضلاب، دسترسی سریع و آسان به خدمات شهری، بایر و زمین‌های لم یزرع، ... و در نهایت حفظ کامل محیط زیست، مناسب‌ترین مکان جهت گسترش آتی شهر پلدختر می‌باشد (Mousazadeh, 2015). جنرت و همکاران (۲۰۰۱)، برای ارزیابی تغییرات بیابان‌ها در مرکز آریزونا به واسطه گسترش مناطق شهری، به آنالیز مکانی کاربری‌های اراضی تهیه‌شده، با استفاده از مدل مارکوف و اتوماسیون سلولی از سال ۱۹۱۲ تا ۱۹۹۵ پرداختند. نتایج گسترش مناطق شهری با نتایج افزایش جمعیت در این دوره مطابق بوده‌است (Jenerette et al, 2001). کایا و همکاران (۲۰۰۶)، به پیش رشد شهر در قسمت‌های اروپایی استانبول با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۸۷، ۱۹۹۲، ۱۹۹۷ و ۲۰۰۱ پرداختند. هدف این تحقیق کمی کردن رشد در قسمت‌های اروپایی استانبول در دو دهه اخیر بود. تغییرات پوشش اراضی در طی این دوره برای تعیین سرعت تغییرات استفاده گردید (Kaya et al, 2006). تینگ وی ژانگ (۲۰۰۰)، در تحقیقی تحت عنوان نیروهای بازار زمین و نقش حکومت در پراگندگی به بررسی پراگندگی در شهرهای چین و مقایسه آنها با شهرهای امریکا پرداخته است. حاصل تحقیقات او این است که ۵.۸ میلیون هکتار اراضی کشاورزی از بین رفته یا تغییر کاربری داده، که از این مقدار یک پنجم آن در اثر الگوی گسترش افقی و پراگندگی در طی سالهای ۱۹۸۶ تا ۱۹۹۶ به زیر ساختارهای شهری رفته است (Ting Wei Zhang, 2000). یان و همکاران (۲۰۰۵)، نیز روند تغییرات کاربری زمین را در اطراف مناطق شهری مینه سوتای آمریکا مورد بررسی قرار دادند. ساین و اندوری^۱ (۲۰۱۱)، با استفاده از داده‌های سنجش از و GIS، به آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی در پنجاب هند بین سالهای ۱۹۹۱-۲۰۰۶ پرداختند. تاپا و مورایاما^۲ (۲۰۱۱)، از مدل‌ساز تغییرات اراضی (LCM) جهت مدل‌سازی توسعه شهر نپال استفاده کردند (غلامعلی فرد و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۷). ماسی و همکاران (۲۰۱۱)، پراگندگی شهری شهر Asmara پایتخت اریتره را با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای، ابزارهای زمین مکانی و مدل‌های پرسپترون چند لایه و زنجیره مارکف آنالیز و مدل‌سازی کرده‌اند (حیدریان و همکاران، ۱۳۹۳: ۸۹). مونالیزا میشر^۳ (۲۰۱۱)، به بررسی گسترده‌گی و تغییرات کاربری اراضی شهر بونسوار^۴ با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۷، ۲۰۰۰ و ۲۰۰۵، و کاربرد GIS و RS پرداخته‌است (هادوی و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۷). واکود^۵ و همکاران (۲۰۱۳)، به ارزیابی گسترش شهری حیدرآباد هند با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست و GIS اقدام کرده‌اند.

علی محمدی و همکاران (۱۳۸۸)، به پیش‌بینی کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای لندست سال‌های ۱۹۷۶، ۱۹۸۸ و ۲۰۰۰ و مدل زنجیره‌ای مارکوف در حومه شهر تهران، طی این ۲۴ سال پرداختند و نتایج حاکی از

1 - Singh and Khanduri
2 .Thapa & Murayama
3 .Monalisha Mishra
4 .Bhubaneswar
5 .Wakode

گسترش بی‌رویه مناطق ساخته شده و تخریب شدید اراضی کشاورزی در منطقه مورد مطالعه می‌باشد (علی‌محمدی و همکاران، ۱۳۸۸). فیضی‌زاده و حاجی میررحیمی (۱۳۸۶)، از تصاویر TM لندست و HDR ماهواره اسپات استفاده نموده و تغییر فضای سبز شهر تبریز را با استفاده از روس طبقه بندی شی گرا مورد مطالعه قرار دادند. براساس تحقیق این محققین مشخص شد که بیش از ۴۶ درصد از فضای سبز شهر تبریز در یک دوره زمان ۱۶ ساله تخریب شده است. در تحقیق دیگری احدنژاد و همکاران (۱۳۹۰)، به ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهر تبریز با استفاده از تصاویر چندزمانه و GIS در مقطع زمانی ۱۳۶۳ تا ۱۳۸۹ پرداختند. براساس نتایج مشخص شد که گسترش کالبدی-فضایی شهر تبریز در امتداد شرقی و غربی است. حاجی‌نژاد و همکاران (۱۳۹۳)، در پژوهشی به پایش تغییرات کاربری اراضی با سه روش حداکثر احتمال (MLC)، شبکه عصبی (NNC) و ماشین بردار پشتیبان (SVM) در طی بازه زمانی ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۸ با استفاده از داده‌های رقومی لندست در شهرستان شهریار پرداخته و نتایج تحقیق نشان داد که توسعه شهری منطقه طی دوره ۲۲ ساله، روندی افزایشی ولی اراضی کشاورزی روندی کاهش‌ی داشته است. غلامعلی‌فرد و همکاران (۱۳۹۳)، با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکف در محیط اکستشن مدل‌ساز تغییرات اراضی (LCM)، در یک دوره ۲۳ ساله ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۰ به پایش و مدل‌سازی تغییرات کاربری اراضی سواحل میانی استان بوشهر اقدام کرده‌اند. نتایج نشان داد که در طول دوره مطالعه، تغییرات شدید از اراضی باز به اراضی کشاورزی و رهاسازی زمین‌های کشاورزی بوجود آمده است. رحیمی (۱۳۹۳)، به مدل‌سازی توسعه تبریز در سال ۱۴۱۰ با استفاده از LTM، پرداخته و به طوریکه نتایج حاصل از مدل‌سازی توسعه شهر تبریز برای سال ۱۴۱۰ در این پژوهش نشانگر این است که بیش از ۹۰ درصد از محدوده شهر در افق پیش‌بینی به اراضی ساخته شده اختصاص خواهد یافت و تنها ۱۰ درصد از محدوده شهر به کاربری فضای سبز اختصاص می‌یابد.

مواد و روش‌ها

برای بررسی روند رشد فیزیکی شهر اردبیل نیاز به تهیه تصاویر ماهواره‌ای دوره‌های زمانی مذکور بود. تصاویر مورد استفاده شامل تصویر Landsat TM با قدرت تفکیک ۳۰ متر بهار سال ۱۳۶۸ و تصویر Landsat ETM با قدرت تفکیک ۳۰ متر بهار سال ۱۳۹۰ از سازمان فضائی کشور تهیه شد.

تصویر Landsat TM تاریخ برداشت برابر با ۱۳۶۸ هجری شمسی می‌باشد تصویر مزبور در هفت باند تهیه شده بود که با ترکیب باندها و قرار دادن تمام باندها در یک فایل تصویر رنگی کاذب منطقه بدست آمد. شکل (۱) تصویر ماهواره‌ای Landsat TM شهر اردبیل را در سال ۱۳۶۸ نشان می‌دهد. باند ۶ این تصویر مورد استفاده قرار نگرفت.

تصویر Landsat ETM تصویر ماهواره‌ای Landsat ETM مورد استفاده در این پژوهش در سال ۱۳۹۰ برداشت شده است. شکل (۲) این تصویر را نشان می‌دهد. تصویر فوق در ۸ باند تهیه شده است که باند ۶ آن باند حرارتی بوده که در دو حال Low gain و Height gain تهیه شده است. این باند مورد استفاده قرار نگرفت.

شکل (۱) تصویر ماهواره‌ای Landsat TM ۱۳۶۸ ترکیب باندهای ۲-۳-۴

شکل (۲) تصویر ماهواره Landsat ETM شهر اردبیل سال ۲۰۱۱ ترکیب باندهای ۲-۳-۴

پردازش داده‌های ماهواره‌ای

- پردازش مقدماتی و اولیه

اولین مرحله پردازش تصویر، معمولاً پردازش اولیه نامیده می‌شود. چون قبل از سایر مراحل تصویر پردازش انجام می‌شود. مقدار تصویر پردازش اولیه مورد نیاز به کیفیت داده‌های رقومی و نیز به نوع تصویر به کار رفته برای پردازش بستگی دارد.

الف - تصحیح چرخش زمین و تصحیح هندسی

ماهواره‌های در حال حرکت قطبی، معمولاً در مداراتی قرار دارند که پوشش تکراری (مکرر) هر قسمت از کره زمین را تقریباً در وقت محلی یکسان (مشابه) تهیه می‌کنند و از آنجائی که کره زمین نیز در حین کار ماهواره در حال چرخش است، تصاویر هرگز در جهت صحیح شمالی - جنوبی قرار نمی‌گیرند.

هر خط یا ردیف از تصویر باید نسبت به خط قبلی کمی انحراف پیدا کند تا چرخش زمین تصحیح شود. تصحیح چرخش زمین که طی آن تصویر مربع مستطیل به تصویر لوزی یا متوازی الاضلاع تبدیل می‌شود که موقعیت نسبی عوارض موجود در تصویر را تا حدودی اصلاح می‌کند.

تبدیل تصویر اولیه مربع شکل به یک لوزی که به طور صحیح‌تر و بهتری مسیر ماهواره را مشخص می‌کند را با نمونه برداری مجدد (Resampling) مجموعه‌ای از پیکسل‌ها می‌توان بدست آورد. در تصاویر مورد استفاده نیز چون موقعیت زمینی درست تصویر شناخته شده نبود یا وضعیت چرخش زمین تصحیح نشده بوده عمل زمین مرجع کردن روی تصاویر، با توجه به یک سری نقاط کنترل زمینی اعمال شد (لگ، ۱۳۸۱، ۴۳). نقاط کنترل زمین در محدوده مورد مطالعه از نقشه‌های ۱/۵۰۰۰۰ سازمان جغرافیائی نیروهای مسلح بدست آمد. با استفاده از این نقاط و مشخص کردن نقاط کنترلی مشترک در هر دو (تصویر مختصات دار و تصویر بدون مختصات) و برقراری ارتباط بین این دو لایه عمل تصحیح چرخش زمین را روی تصاویر TM و ETM به صورت مجزا انجام گرفت، برای محاسبات دقیق تصاویر فوق در سیستم تصویر UTM، دیتم WGS1987 و با توجه به موقعیت منطقه در Zone 39 N زمین مرجع شدند.

ب (کاهش (کم کردن) پارازیت

بیشتر تصاویر رقومی دارای پارازیت (Noise) است. این پارازیت‌های اتفاقی ممکن است در حین مراحل متعدد الکترونیکی که سیگنال‌ها از میان حس‌گیرهای اصلی فضایی عبور می‌کنند یا توسط پردازشگر استفاده شده از سوی مشاهده‌گر بوجود آمده باشند. بیشتر انواع رایج و متداول پارازیت سیستماتیک مطابق با نوع حس‌گیر، شکل‌های بخصوصی از خود نشان می‌دهد. ردیف تصویر دنباله‌دار (Image stripping) از اختلاف در حساسیت و درجات بین عناصر گوناگون این سیستم حس‌گیر به دست می‌آید. پارازیت‌های سیستماتیک را می‌توان با استفاده از روشهای پالایش فوری حذف کرد و از بین برد. تصاویر مورد نظر با به کارگیری تبدیل فوری سریع (نوعی الگوریتم) به یک حوضه بسامد مبدل می‌شود و یک تصویر بزرگ به دست می‌آید. پارازیت سیستماتیک به وضوح در چنین تصویری

مشاهده می شود و فیلتری تهیه می شود تا تصویر بزرگ را قبل از تغییر شکل معکوس اصلاح نماید. این تکنیک ها خصوصاً در جایی که پارازیت سیستماتیک از نظر هندسی پیچیده است کاربرد خوبی دارد (لگ، ۱۳۸۱، ۴۱). برای انجام این کار روی تصاویر در نرم افزار ERMAPPER دستورات مربوط به الگوریتم فوریه یا کم کردن پارازیتها روی تصاویر، جداگانه انجام شده است و فیلتری تهیه گردید که بر اساس آن پارازیت های موجود در تصویر اصلاح گردیدند.

ج) تصحیح اتمسفری

وجود آتروسولها و هواویزه ها در جو شهرها باعث می شود که امواج الکترومغناطیس بطور دقیق به سنجنده ماهواره نرسد. برای کاهش و از بین بردن آتروسولها در تصاویر ماهواره ای از این عمل استفاده می شود.

د) تصحیح رادیومتریک

قبل از آنکه فرایندهای بزرگ کردن تصویر و استخراج اطلاعات آغاز شود تصحیح رادیومتریک می تواند انجام شود تا تصاویر از نقطه نظر رادیومتریک تصحیح شوند. تصویر بدست آمده از یک ناحیه در زمانهای مختلف ممکن است ارزشهای رقومی متفاوتی داشته باشد این امر شاید به علت تغییر ارتفاع خورشید در طول سال یا تغییرات مقدار پراکندگی و جذب اتمسفر و بالاخره به علت تغییر پوشش زمین در ناحیه مورد مطالعه باشد. تصحیح رادیومتریک برای جبران اختلاف ارتفاع خورشید در حین زمانهای تصویر برداری و برای جبران تغییرات درجه بندی حس گیری به منظور تشخیص تغییرات از راه مقایسه مقدار انعکاس نور عملی ضروری است. نسبت های باندهای می تواند بخش اعظم اثر ارتفاع خورشیدی را حذف کند. تصحیح در ساده ترین شکلش یک عمل حسابی است که بر اساس مدلی ساده از هندسه اسکنر طرح ریزی می شود. گرچه تصحیح دقیق تر ممکن است به هماهنگی و تطابق اطلاعات انعکاسی در هر دو جهت و یا حتی سه جهت نیاز داشته باشد این تصحیحات رادیومتری اختلاف ناشی از ارتفاع خورشید و موقعیت پیکسلها را در داخل خطوط گسترده اسکن می تواند حذف کند، اما تغییرات تابشی ناشی از تغییرات توپوگرافی حذف نمی شود (لگ، ۱۳۸۱، ۳۰).

و) بالا بردن قدرت تفکیک باندها

همانطور که در صفحات قبل ذکر شد تصاویر ETM دارای ۸ باند می باشد که باند ۸ این تصویر دارای قدرت تفکیک ۱۵ متری می باشد؛ به همین منظور ابتدا با استفاده از باند ۸ تصویر، از باندهای ۱،۲،۳،۴،۵،۷ تصویر رنگی با قدرت تفکیک ۱۵ متری ساخته شد.

یافته های تحقیق

بعد از انجام پردازش روی تصاویر برای بدست آوردن تغییرات ایجاد شده در محدوده مورد مطالعه تصاویر با روش حداکثر احتمال طبقه بندی شدند. روش حداکثر احتمال، واریانس و کواریانس نمونه ها ارائه شده را ارزیابی می کند. برای بدست آوردن نتیجه مطلوب از نمونه های آموزشی متعددی استفاده شد. این روش طی سه مرحله به شرح زیر انجام می شود:

۱) محاسبه بردار میانگین، واریانس و همبستگی برای کلاسها در نمونه های آموزشی

(۲) لحاظ کردن پراکندگی پیکسل‌های اطراف بردار میانگین از طریق تابع احتمالات
 (۳) معرفی کل داده‌ها به کلاس‌هایی که حداکثر احتمال عضویت در آن کلاس را داشته باشند.
 بعد از ارزیابی احتمالات در هر کلاس، پیکسل‌ها به کلاس‌هایی که بیشترین شباهت را دارند، اختصاص می‌یابند
 (علوی پناه، ۱۳۸۲، ۳۱۱). جدول (۱) طبقات و کلاس مربوط به هر کاربری و شکل‌های (۵) و (۶) نتایج طبقه‌بندی
 به روش حداکثر احتمال را نشان می‌دهد.

جدول (۱) طبقات و کلاس مربوط به هر کاربری

کلاس	کد
شهر	۱
راه	۲
آب	۳
زراعت	۴
بایر	۵

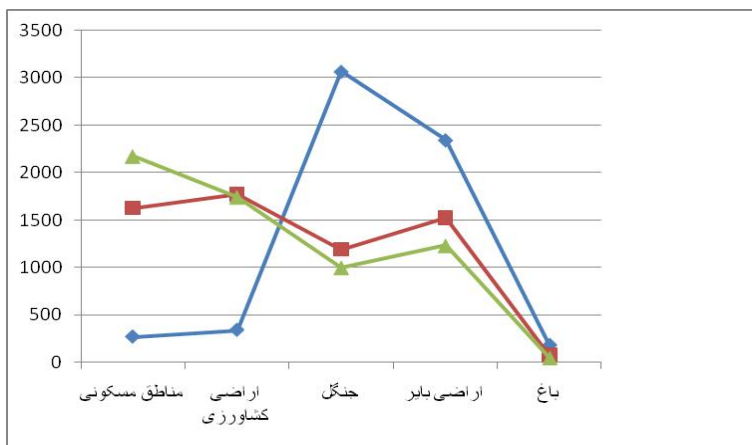
شکل (۵) طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای Landsat TM سال ۱۳۶۸ با استفاده از روش MLC

شکل (۶) طبقه‌بندی تصویر ماهواره‌ای Landsat ETM سال ۱۳۸۱ با استفاده از روش MLC

جدول (۲) مساحت کاربریها در سال ۱۹۸۷ و ۲۰۰۲

نوع کاربری	مساحت به هکتار سال ۱۳۶۸	مساحت به هکتار سال ۱۳۹۰
شهر	۱۴۱۶	۳۱۹۸
آب	۱۳۱	۱۹۶
زمین زراعی	۱۸۶۱۲	۱۴۱۰۰
بایر	۱۵۵۵	۴۵۵۱

بر طبق جدول مشخص می‌شود که مساحت شهر در سال ۱۳۶۸، ۱۴۱۶ هکتار بوده که در سال ۱۳۹۰، به ۳۱۹۸ هکتار می‌رسد البته این مساحت بدون در نظر گرفتن زمینهای بایر داخل شهر و محدوده خدماتی شهر می‌باشد.



شکل (۷): تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۹۰

پس از تهیه نقشه طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای تصاویر فوق با استفاده از تابع تغییرات در محیط سیستم اطلاعات جغرافیائی مورد مقایسه قرار گرفتند. شکل (۸) نتیجه اعمال تابع را بر روی دو تصویر طبقه‌بندی شده نشان می‌دهد. برای نشان دادن نوع کاربریهای تغییر یافته در سیستم اطلاعات جغرافیائی از توابع خلاصه سازی استفاده گردید نقشه شماره (۸) و (۹) کاربری‌های موجود در محدوده مورد مطالعه در سال ۱۳۶۸ و ۱۳۹۰ نشان می‌دهد.

شکل (۸) نوع کاربری در مناطق تغییر یافته به تفکیک در سال ۱۳۶۸ و ۱۳۹۰

شکل (۹) مناطق تغییر یافته به لحاظ کاربری طی دو دوره زمانی ۱۳۶۸-۱۳۹۰

جدول شماره (۳) نتایج حاصل از مقایسه کاربری اراضی سالهای ۱۳۶۸-۱۳۹۱ (هکتار و در صد)

کلاس کاربری اراضی	مساحت		
	هکتار	درصد	
مناطق مسکونی	اراضی کشاورزی	51.30	0.82
	جنگل	23.50	0.37
	اراضی بایر	31.93	0.51
	باغ	1.08	0.017
اراضی کشاورزی	مناطق مسکونی	142.15	2.29
	جنگل	16.05	0.26
	اراضی بایر	23.32	0.37
	باغ	1.88	0.04
جنگل	مناطق مسکونی	928.89	۹۴۱۴.
	کشاورزی	935.59	15.1
	اراضی بایر	562.59	9.09
	باغ	7.71	0.13
اراضی بایر	مناطق مسکونی	900.16	۶۸۱۴.
	کشاورزی	590.84	9.53
	جنگل	238.65	3.85
	باغ	12.29	0.2
باغ	مناطق مسکونی	90.58	1.46
	کشاورزی	78.92	1.27
	جنگل	0.45	0.007
	اراضی بایر	13.90	0.22

همانطور که جدول (۳) نیز نشان می‌دهد مساحت کاربری مربوط به شهر و مناطق مسکونی در مناطق تغییر یافته، در سال ۱۳۶۸ برابر با ۵۶۱ هکتار بوده است که این مساحت در مناطق تغییر یافته در سال ۱۳۹۰ به ۱۷۴۵ هکتار رسیده است. یعنی از کل مساحت مناطق تغییر یافته در سال ۱۳۹۰ چیزی در حدود ۴۳ درصد زیر ساخت و سازهای شهری رفته است. این مناطق در تصویر سال ۱۳۶۸ دارای کاربری زراعی بودند. همچنین از مجموع کاربری‌های تغییر یافته در سال ۱۳۹۰، ۱۵۴۵ یعنی ۳۸ درصد تبدیل به اراضی بایر شده است. این امر در اطراف شهر اردبیل حکایت از آماده سازی و تفکیک این زمین‌ها برای ساخت و سازهای آتی دارد.

پیش‌بینی تغییرات کاربری اراضی در آینده

در این پژوهش به پیش‌بینی میزان تغییرات کاربری اراضی در نرم‌افزار IDRISI با استفاده از روش زنجیره‌ای مارکوف برای سال ۲۰۲۰ پرداخته شد و نتایج حاصله در جدول ۴ نمایش داده شد. در واقع با مقایسه کاربری اراضی سال ۱۹۷۶ و ۲۰۰۷ و ایجاد ماتریس تبدیل، به پیش‌بینی تغییرات در سال‌های مورد نظر پرداخته شد. در روش زنجیره‌های مارکوف، تصاویر ماهواره‌ای پوشش زمین بر اساس ماتریس احتمال تغییرات مورد تجزیه و تحلیل قرار

می‌گیرد. در این روش تصاویر پهنه‌بندی کاربری اراضی را تحلیل و یک خروجی به شکل ماتریس احتمالی تغییرات و یک تصویر خروجی از ماتریس احتمالی تغییرات برای سال افق ارائه می‌دهد (Ahadnejad et al, 2010). با توجه به نتایج بیشترین افزایش سطوح در این بازه زمانی مربوط به مناطق مسکونی می‌باشد و هم‌چنان دارای روندی افزایشی می‌باشد. این افزایش در مساحت مناطق مسکونی با کاهش اراضی بایر و جنگل ارتباط دارد. بر اساس نتایج به دست آمده از جدول شماره، بیشترین افزایش سطوح کاربری مربوط به مناطق مسکونی با ۲۴۸/۸ هکتار افزایش در طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۷ می‌باشد. این افزایش به ترتیب میزان افزایش، مربوط به کاهش دو کلاس جنگل و اراضی بایر می‌باشد. در این ۱۳ سال، کاربری جنگل ۲۱۶/۹۴ هکتار و کاربری اراضی بایر ۱۹۷/۹۸ هکتار کاهش خواهد یافت. در مقابل، به دو کاربری اراضی کشاورزی و باغ به ترتیب ۱۶/۶۳ و ۱۳/۴۹ هکتار افزوده می‌شود.

جدول ۴: مساحت پیش‌بینی شده برای سال ۲۰۲۰ با استفاده از مدل مارکوف و ماتریس تبدیل ۱۳۶۸-۱۳۹۱ (واحد هکتار)

نام کاربری	مناطق مسکونی	اراضی کشاورزی	جنگل	اراضی بایر	باغ	مجموع ۲۰۰۷
مناطق مسکونی	۱۱۵۲/۶۰	۴۳۲/۷۴	۲۲۸/۸۳	۳۳۸/۵۶	۲۱/۶۷	۲۱۷۴/۴۰
اراضی کشاورزی	۷۹۰/۴۷	۷۲۸/۹۴	۱۱۰/۸۱	۸۴/۵۵	۲۸/۱۵	۱۷۴۲/۹۲
جنگل	۱۸۶/۸۲	۳۰۱/۰۵	۳۱۰/۳۲	۱۹۹/۱۴	۱/۷۰	۹۹۹/۰۳
اراضی بایر	۴۰۶/۸۳	۲۷۴/۳۴	۱۳۲/۱۳	۴۰۸/۹۳	۸/۱۸	۱۲۳۰/۴۱
باغ	۲۲/۴۸	۲۲/۴۸	۰	۱/۳۵	۰/۸۰	۴۷/۰۱
مجموع ۲۰۲۰	۲۵۵۹/۲۰	۱۷۵۹/۵۵	۷۸۲/۰۹	۱۰۳۲/۴۳	۶۰/۵۰	۶۱۹۳/۷۷

زنجیره مارکوف، تغییرات ایجادشده در منطقه مورد مطالعه را بر حسب زمان مشخص می‌کند. در این تحقیق میزان تغییرات کاربری اراضی شهر اردبیل تا سال ۲۰۲۰ بررسی شده است و جدول شماره ۴ نتایج تغییرات کاربری‌ها را در سال ۲۰۲۰ نمایش می‌دهد. بیشترین افزایش سطوح کاربری مربوط به مناطق مسکونی می‌باشد که با افزایش ۳۸۵ هکتاری در طی سال‌های ۲۰۲۰-۲۰۰۷ می‌باشد. این افزایش سطح در کلاس باغ با افزایش ۱۳ هکتاری و در کلاس اراضی کشاورزی با افزایش ۱۶/۶۱ هکتاری رخ داده است. اما افزایش در کاربری مناطق مسکونی، به ترتیب مربوط به کاهش کلاس‌های جنگل با ۲۱۶/۸۸ هکتار، اراضی بایر با ۱۹۸ هکتار می‌باشد. طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۲۰ نیز پیش‌بینی بدین صورت بوده است: افزایش کاربری مناطق مسکونی و کاربری باغ به ترتیب ۴۱/۵۸ و ۱/۰۲ هکتار می‌باشد و این افزایش سطح به ترتیب با کاهش کاربری‌های جنگل (۱۹/۰۱ هکتار)، اراضی بایر (۱۶/۵۵) و اراضی کشاورزی (۷/۰۱) همراه بوده است. بیشترین میزان کاهش سطح در کاربری جنگل رخ داده است و بیشترین افزایش سطح نیز مربوط به کاربری مناطق مسکونی می‌باشد.

نتیجه‌گیری

بررسی‌ها نشان می‌دهد در طی دوره زمانی مورد مطالعه، بیشترین تغییرات برای کاربری‌های شهری بوده است. بطوریکه از کل اراضی تغییر یافته در این دوره ۴۳ درصد به زیر ساخت و سازهای شهری و ۳۸ درصد به اراضی بایر که در حال آماده سازی و تفکیک برای شهرسازی می‌باشد، رفته است. زمین‌های مورد نظر در سال ۱۳۶۸ جزو کاربری کشاورزی اطراف شهر بوده است. یعنی توسعه شهر اردبیل در اراضی زراعی پیرامون شهر صورت گرفته است. توسعه شهر در اراضی زراعی اطراف شهر علل مختلفی را می‌تواند داشته باشد که می‌توان به عواملی از قبیل

بورس بازی زمین، نفع اقتصادی قشر با نفوذ جامعه شهری اردبیل، نفع اقتصادی دستگاه مدیریت شهری اردبیل و ... را بر شمرد.

همانطور یک نقشه‌های شماره (۵) و (۶) نیز نشان می‌دهد در طی توسعه فیزیکی روستاهای اطراف شهر اردبیل به شهر پیوسته‌اند برای مثال می‌توان از روستای نیار در جنوب شرق اردبیل نام برد. آنچه که روند توسعه در طی دو دوره نشان می‌دهد توسعه شهر در محورهای شمال غرب، غرب و جنوب غرب بیشتر از سایر جهات بوده است. پس بنابراین بر طبق این نتایج می‌توان فرضیه اول را که در آن ذکر شده بود، توسعه شهر بعد از مرکزیت سیاسی استان در جهت خاصی صورت نگرفته است را رد نمود. همانطور که ذکر آن رفت توسعه شهر در شمال غرب، غرب و جنوب غرب بیشتر از سایر جهات بوده است.

فرضیه دوم که در آن عنوان شده بود در طی توسعه فیزیکی اراضی زارعی بیش از سایر کاربری‌ها زیر ساخت و ساز شهری رفته‌اند مورد قبول واقع می‌باشد.

همانطور که قبلاً نیز اشاره شد توسعه فیزیکی اجتناب ناپذیر می‌باشد ولی در شرایط اقلیمی شهر اردبیل گسترش افقی شهر و تبدیل اراضی زراعی پیرامون شهر به کاربری‌های شهر به شکل کنونی نه تنها مورد قبول واقع نمی‌باشد بلکه مغایر با توسعه پایدار می‌باشد. بنابراین لازم است تا تمهیداتی برای جلوگیری از توسعه فیزیکی بی رویه و افقی شهر در اراضی زارعی پیرامونی صورت گیرد.

Reference

- Abdullah, f. Alqurashi, L. K. (2013), investigating the use of remote sensing and GIS Techniques to detect land use and land cover change: a review/ advances in remote sensing, 2, 193-204.
- Ahad Nejad Roshaty, Mohsen, and Hosseini, Seyed Ahmad. (2011), assess and forecast changes in horizontal distribution of cities using multitemporal satellite imagery and Geographic Information System (Case Study: the city of Tabriz in the period 1389-1363), Journal of Research and urban planning, Vol. II, No. IV, spring. [In Persian].
- Ali, Mohammadi, Abbas, Mvsyvnd, Ali Jaafar, and Shayan, Siavash. (2009), anticipated land use and land cover using satellite images and Markov chain models, planning and preparation space, Volume, Number Three, fall. [In Persian].
- Armed Forces Geographical Organization, topographic maps 50000/1 Ardebil.
- Bahraini, Seyyed Hossein. (2000), modernity and then in the Urban Development, Tehran University. [In Persian].
- Curran, Paul. (1995), principles of remote sensing, R importance, the Iranian Remote Sensing Center, 1374
- Faizi zadeh, and Haji Mir Bakhtiar Rahimi, Seyed Mahmoud. (2008), land use change detection using the object-oriented classification (Case Study: City of Andisheh), National Conference on Geomatics, National Cartographic Center. [In Persian].
- Farrokh Hsamyam, and Mohammad Reza Haeri. (2000), urbanization in Iran, Agah. [In Persian].
- Gholam Ali Fard, M, Mirzaei, Mohsen and Jvrabyan SHOUSHTARI, Sharif. (2014), land cover change modeling using artificial neural network and Markov chain (CASE STUDY: central coastal province of Bushehr), Journal of Remote Sensing and GIS Applications Natural Resource Sciences, year V, No. 1, Spring, pp. 65-79. [In Persian].
- Hadavi, Framz, Timor, Asghar, Rabi'i far, but God HADAVI, MR (2013), assessment and anticipated horizontal expansion of the city of Qazvin, with emphasis on changes in land use, over the period (1986-2011), Journal of Urban Economics and Management, number five, winter. Pp. 15-27. [In Persian].
- Haji Nejad, Ali, David regularly, zohreh, Abbas NiaMohsen and Poorhashem, Sima. (2014), monitoring land use changes using remote sensing (Case study: city SH), Journal of Remote

- Sensing and GIS application of science resources naturally, the fifth year, No. 1, Spring, pp. 2-13. [In Persian].
- Hathout, S. (2002), The use of GIS for monitoring and predicting urban growth in East and West St Paul, Winnipeg, Manitoba, Canada. *Journal of Environmental Management* 66, PP. 229-238.
- He C., Okada N., Zhang Q., Shi P. and Li J. (2008), Modeling dynamic urban expansion processes incorporating a potential model with cellular automata, *landscape and urban planning*, No.86, PP. 79-91.
- Heydariyan, Peyman, Rngzn, Kazem., Maleki, Saeed and Taghizadeh Ayoub. (2014), the integration of remote sensing techniques-, GIS and modeling, model LCM approach to urban development (Case Study: Tehran metropolis), *geographical studies arid areas*, year V, No. XVII, fall, pp. 87-100. [In Persian].
- Iranian Space Agency satellite images Landsat TM and Landsat ETM 1987 and 2011.
- Jenerette, G.D., W u. j. (2001), "Analysis and simulation of land use change in the central Arizona Phoenix region, USA", *Landscape Ecology.*, Vol 16, PP.611-626.
- Kaya, S., Curran, P.J. (2006), Monitoring urban growth on the European side of the Tstanbul merropolitan area, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation* 8, PP 18-25.
- Kazem Alavi Panah. (2003), use of remote sensing of Earth Sciences, Tehran. [In Persian].
- Knorn, J.A., Radeloff, C.V., Kuemmerle, T., Kozak, J., Hoster, P. (2009), Land cover mapping of large areas using chain classification of neighboring Landsat satellite images. *Remote Sens. Environ.* 113:957-964.
- Legg, Christopher. (2003), remote sensing and GIS, F. Moore and Majid Hashemi Tangestani, the university publication, 1382
- Malihe, Hamidi and Mohsen Habibi. (1997), Skeleton Tehran's structural, technical consulting and development organization of Tehran. [In Persian].
- Mc Gill, Ronald. 1998, *Urban Management in Developing Countries*. Cities. Vol. 1. No 6.
- Mohsen, Habibi. (1997), the flux to city, Tehran University. [In Persian].
- Mousazadeh, Hosein, Bazi, KHodarahm, Krami, Shahab, Zangiabadi, Zeynab (2015), To Determine Areas Prone to Physical Development of the Analytical Hierarchy Process (AHP nine degrees) Poldokhtar studied in Iran, *Journal of Applied Environmental*, May 2015. [In Persian].
- Musazadeh et al. (2015), population and migrant's location detection using Hot spot in GIS model, geo-political Seventh Congress of the city the Association of Iranian geopolitics. [In Persian].
- Rahimi, Akbar. (2014), the modeling the development of Tabriz in 1410 by using LTM, two *Journal of Urban Ecology (Geography and Regional Planning of the former)*, Volume 5, Number 10, Fall. [In Persian].
- Rolando, E., Caravantes, D. and Sánchez-Flores, E. (2010), Water Transfer Effects on Peri-Urban Land Use/Land Cover: A Case Study in a Semi-Arid Region of Mexico, *Applied Geography*, Vol. 31, No. 2, PP. 413-425.
- Singh, P. and Khanduri, K. (2011), Landuse and land cover change detection through Remote Sensing & GIS technology: case study of pathankot and dhar kalan tehsils, Punjab/ *international Journal of Geometrics and Geosciences*, 4, 839-846.
- Wakode, Hemant Balwant, Klaus, Baier, Ramakar, Jha. & Raffig, Azzam. (2013), Analysis of urban growth using Lands at TM/ETM data and GIS- a case study of Hyderabad, India. *Arabian Journal of Geosciences*, 7(1), 109-121.
- Wyman, M.S. and Stein, T. V. (2010), Modeling Social and Land-Use/Land-Cover Change Data to Assess Drivers of Smallholder Deforestation in Belize, *Applied Geography*, Vol. 30, No. 3, PP. 329-342.
- Yu, W., Zang, Sh., Wu, Ch., Liu, W. and Na, X. (2011), Analyzing and Modeling Land Use Land Cover Change (LUCC) in the Daqing City, China, *Applied Geography*, Vol. 31, No. 2, PP. 600-608.
- Yuan, F., Sawaya, K.E., Loeffelholz, B. and Bauer, M.E. (2005), Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multi temporal Landsat remote sensing. *Remote Sensing of Environment*, 98: 317-328.

