ارزیابی و تحلیل توسعه فیزیکی شهرهای میانی با استفاده از ***RS*** و***GIS***
(مطالعه موردی: شهرگنبد)

صالح آرخی

استادیار گروه جغرافیای دانشگاه گلستان

حسین موسی زاده

کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه گلستان

09365925575

مهدی خداداد

کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی روستایی دانشگاه گلستان

سید محمد موسوی پارسایی

کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه ریزی روستایی دانشگاه گلستان

تاریخ دریافت: 1394/5/7 تاریخ پذیرش: 1394/8/20

چکیده

در پژوهش حاضر از تصاویر سنجنده *TM* سال 1987، 2000 و 2010 با استفاده از شش تکنیک تغییر در محدوده شهر گنبد با مساحت ۱۰۵۱٤،٤۸۲ هکتار آنالیز شده و تغییرات رخ داده در این محدوده در سه دوره‌ی زمانی از سال 1987 تا 2000 تا 2010 بررسی گردید. تکنیک‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل تفاضل تصویر، نسبت‌گیری تصویر، تفاضل تجزیه مولفه اصلی، آنالیز برداری تغییر و مقایسه پس از طبقه بندی، تفاضل شاخص پوشش گیاهی بوده‌اند. تکنیک‌های مورد استفاده در این تحقیق نیازمند تعیین آستانه هستند. پس از تعیین آستانه تغییر، مناطق دارای تغییرات کاهشی، افزایشی و بدون تغییر مشخص گردید. جهت ارزیابی دقت تکنیک‌های مورد استفاده از دقت کل و ضریب کاپا استفاده شد. بر اساس نتایج بدست آمده مشخص گردید، روش تفاضل شاخص پوشش‌گیاهی *NDVI* بیشترین ضریب کاپا را که برابر است با 99.66 درصد داشته است و بقیه تکنیک‌ها نیز دارای ضریب کاپا بالا نیز می-باشند. همچنین بر اساس نتایج بدست آمده از روش مقایسه پس از طبقه‌بندی نشان می‌دهد که بر اراضی آبی و ساخته شده افزوده شده است و از اراضی بایر کاسته شده است.

واژگان کلیدی: شبیه سازی، تغییرات کاربری اراضی، سنجش از دور ، سیستم اطلاعات جغرافیایی، گنبد

مقدمه و طرح مسأله

شهرها ترکیب پیچیده‌ای از عناصر اجتماعی، اقتصادی، مکانی و ...هستند؛ که این عناصر تأثیرات گوناگون روی فرآیند رشد شهری دارند و ارتباط متقابل این عناصر بسیار پیچیده است (***Junfeng, 2003***). از عوامل مهم برای برنامه‌ریزی و مدیریت‌شهری خصوصا "در راستای نیل به توسعه‌پایدار در نواحی‌شهری و استفاده بهینه از سرزمین، دردسترس بودن اطلاعات صحیح و بهنگام از وضعیت کاربری و پوشش‌اراضی مناطق‌شهری است. یکی از موضوعات حیاتی قرن 21 دربارۀ پایداری شهر، چگونگی رشد و توسعۀ شهر در فضا است. شکل شهر به عنوان الگوی توسعۀ فضایی فعالیت های انسان در برهۀ خاصی از زمان تعریف می‌شود (***Anderson,1966***).

توسعه فیزیکی شهر فرآیندی پویا و مداوم است که طی آن محدوده‌های فیزیکی شهر و فضاهای کالبدی آن در جهات عمودی و افقی از حیث کمی و کیفی افزایش می‌یابند (قاسمی، 1380: 80). توسعه شهری در دهه‌های قبل چنان بوده که منجر به ایجاد عدم تعادل در چگونگی استفاده از اراضی شده و تبدیل کاربری‌های بکر اولیه به کاربری‌های شهری را در پی داشته است. تغییرات ناشی از فعالیت انسانی عامل تبدیل رویشگاه‌های طبیعی به دیگر کاربری‌ها، از دست رفتن و تخریب و چند تکه شدن زیستگاه می‌شود (***Kelarestaghi A, Jeloudar, 2011: 401-411***). رشد و توسعه‌ی بی اندازه شهرها و تراکم‌های خارج از اندازه آن، از جمله مشکلات و مسائل شهرهای امروز است که نابودی اراضی کشاورزی و آسیب‌های زیست‌محیطی از مهم‌ترین عوارض توسعه فیزیکی توسعه شتابان نواحی شهری هستند از سوی دیگر، محیط‌های طبیعی جایگاه و محل استقرار پروژه‌های شهری است. اگرچه عناصر و یا مولفه‌های طبیعی درجهت‌یابی و معنی‌دادن به محیط بسیار باارزش‌اند و کیفیت سیمای محیط را بالا می-برند، لیکن بررسی‌ها نشان می‌دهند که در شهرهایی که از توسعه فیزیکی شتابان برخوردارند، بسیاری از مظاهر و مناظر طبیعی از بین رفته است (محمدزاده، 1386: 105). گستردگی زمانی اتفاق می‌افتد که نرخ استفاده از زمین‌های غیرکشاورزی یا غیرطبیعی از نرخ رشد جمعیت تجاوز کند (***Bhatta, 2010: 30***). علاوه بر عامل جمعیتی نیروهای بازاری و واکنش دولت در برابر بازار نیز از عوامل موثر در گسترش فیزیکی شهرها است (***Street, 2007: 133***).

روش‌های متفاوت مدل‌سازی، می‌توانند با هم استفاده شوند تا مدل‌های پیچیدۀ فرآیندهای مکانی به وجود آید. در سال‌های اخیر روشن شده است که روش‌های بهره‌گیری از سیستم‌های ***GIS*** در کنار کاربرد مؤثر داده‌های رقومی جدید قادر به بخشیدن حیات تازه‌ای در نظریه‌های مدل‌سازی توسعۀ شهری در خط مشی‌های برنامه‌ریزی به شمار می‌آید (***Wolk-Musial & Zagajewski, 1999***). با استفاده از سامانۀ اطلاعات جغرافیایی ***GIS***، می توان تا حدود زیادی دینامیک‌های شهری را به تصویر کشید و توسعۀ آنها

را مورد ارزیابی قرار داد (***Sietchiping et al, 2004: 2***). همچنین ***RS***، ابزاری مؤثر برای مراقبت و مدیریت بهتر و تصمیم‌گیری‌های صحیح‌تر در ارزیابی رفتارهای تغییرات شهری به شمار می‌آید (***Nieuwenhuis, 1999***). لذا کاربرد یکپارچهٔ روش‌های ***GIS*** و ***RS*** به همراه به کارگیری مؤثر داده-های جدید رقومی، می‌تواند در ارائه راه‌های جدید در استفاده از مدل‌های شهری بسیار مؤثر باشد (***Clayton, 1990***). در همین راستا پژوهش حاضر به ارزیابی تغییرات فیزیکی ناشی از توسعه شهر گنبد با استفاده تلفیقی روش‌های سیستم اطلاعات جغرافیایی (***GIS***) و سنجش از دور (***RS***) در جهت تحقق-پذیری توسعه پایدار شهری انجام گرفته است. لذا اطلاع از نسبت کاربریها در یک محیط شهری و نحوهٔ تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزیها می‌باشد. با اطلاع از نسبت تغییرات کاربریها در گذر زمان می‌توان تغییرات آتی را پیش بینی نمود و اقدامات مقتضی را انجام داد (حاجی‌نژاد و همکاران، 1393: 2). چرا که شهر یک پدیده پویا در سیستم فضایی محیط بوده و توسعه فیزیکی آن همواره انسان را وادار به برنامه‌ریزی می‌کند (سرور، 1385). **با در نظر گرفتن شرایط محیطی و مطالب مذکور پژوهش حاضر در پی اهداف زیر انجام گرفته است:**

- ✓ بررسی تغییرات فیزیکی شهر گنبد با استفاده از سنجش از دور
- ✓ بررسی تاثیر افزایش جمعیت بر تغییرات فیزیکی شهر گنبد
- ✓ ایجاد شرایطی مناسب به منظور حفظ منابع طبیعی با انتخاب بهترین روشها

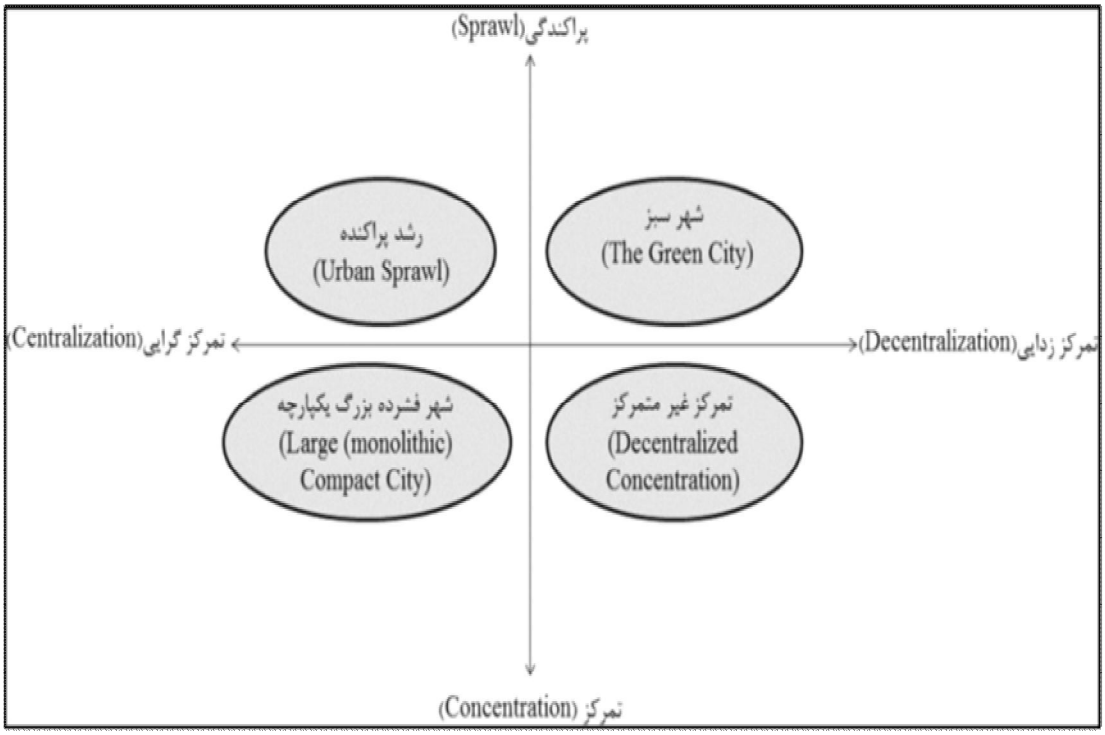
فرضیه پژوهش

- ✓ به نظر می‌رسد که بی‌توجهی به ضوابط و مقررات گسترش کالبدی فضایی شهری در چند سال اخیر باعث نابودی اراضی مناسب و کارآمد اراضی کشاورزی و فضای سبز شده است و آثار منفی را در پی خواهد داشت.

مبانی نظری

یعداز دهه‌ی 1960، گسترش افقی شهر یک مشکل جهانی در ارتباط بارشد مادر شهر شد و نه تنها در آمریکای شمال، اروپایی غربی و ژاپن، بلکه در بعضی از شهرهای بزرگ کشورهای توسعه یافته به وجود آمد (***ZHAO, 2011: 96***). مهم‌ترین اثر پدیده‌های افزایش جمعیت و شهرنشینی تغییرات چشم انداز است که این تغییرات ناشی از یک سری مشکلات محیطی از قبیل از بین رفتن اراضی‌کشاورزی، جزیره حرارتی، تناوبی ازویژگی‌های هیدرولوژی و کاهش گونه‌های زیستی می‌شود (***han, 2009: 133***). امروزه توسعه و گستردگی شهرها یکی از عوامل اصلی در تغییرات کاربری اراضی و از مباحث مهم

برنامه‌ریزی شهری شناخته‌اند؛ گستردگی شهری[1] نوعی از الگوی توسعه فیزیکی شهری است که به شکل افزایش محدوده شهر یا گسترش افقی ظاهر می‌گردد (زیاری، 1388: 55). اصطلاح پراکنش یا گسترش افقی بی رویه شهر که از آن به اسپرال[2] شهری یاد می‌شود، امروزه به یکی از بحث برانگیزترین مباحث شهری جهان تبدیل شده است (زنگنه شهرکی و همکاران، 1391). گستردگی شهری اغلب منجر به تغییر کاربری زمین می‌شود، حال ممکن است که این تغییر در زمین‌های زراعی و باغات صورت پذیرد و یا مراتع و جنگل‌ها و دامنه‌های کم و بیش شیب‌دار کوه‌ها و تپه‌ها را دربرگیرد (ضیاء توانا، 1388: 5). پراکندگی، گسترش افقی مناطق شهری، تغییر سریع در کاربری زمین و افزایش تخریب زیست‌محیطی می-شود (دووان و یاماگوچی[3]، 2009: 390).



شکل شماره 1- چهار مدل برای اشکال پایدار توسعه شهری (*Holden, 2004: 106*).

توسعه فیزیکی اراضی شهری و تغییر کاربری اراضی کشاورزی، از جمله مباحثی هستند که امروز در مدیریت فضایی شهری از اهمیت شایانی برخوردار است. شهرها در مسیر توسعه خود به فضاهای جدید

1 . Urban Sprawl
2 . Sprawl
3 . Dewan & Yamaguchi

نیاز دارند، به این دلیل سراغ بهترین و مناسب‌ترین اراضی پیرامون یعنی اراضی کشاورزی می‌روند (فیضی‌زاده و همکاران، 1386).

پیش از ارائه مدل‌های توسعهٔ شهری قابل کاربرد در سامانه‌های اطلاعات مکانی، نتایج حاصل از پردازش داده‌های ماهواره‌ای در مورد تغییرات کاربری‌های مهم در شهر، مانند فضاهای طبیعی و انسانساخت، با هدف مطالعهٔگذشته و روند تغییرات درزمین با تلفیق داده‌های رقومی از وضعیت موجود، قابل شناسایی است (***Hestings, 2000***). کاربری زمین عموماً سه بخش دارند: نقشه‌های کاربری زمین چند زمانه به دست آمده از داده‌های سنجش از دور، تابع چند متغیره استخراج شده از برآوردهای نشان دهندهٔ تغییرات و ایجاد نقشه‌های پیش بینی تغییرات کاربری زمین (***Strahlers & Lambin, 1994***). در سال‌های ا خیر، روش‌های مختلفی برای ارزیابی گسترش افقی شهرها و تغییرات کاربری اراضی، به کار گرفته شده است که به روزترین آنها استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی می‌باشد. در حال حاضر تکنیک سنجش از دور، بهترین وسیله برای پایش تغییرات محیطی و استخراج کاربری‌های اراضی بوده که بیشترین سرعت و دقت را دارد. با استفاده از داده‌های چندزمانه سنجش از دور، با کمترین زمان و هزینه می‌توان نسبت به استخراج کاربری اراضی اقدام نموده و سپس با مقایسه آن در دوره‌های زمانی مختلف، نسبت تغییرات را ارزیابی کرد و تغییرات آتی را پیش بینی نمود و اقدامات مقتضی را انجام داد (فیضی‌زاده و حاجی میررحیمی، 1387). از اینرو از مدل‌های فضایی که ابزارهایی مفید برای درک فرآیند توسعه شهری و ابزاری کمکی برای سیاست‌گذاری، مدیریت و برنامه‌ریزی شهری و فراهم‌کننده اطلاعات برای ارزیابی تاثیرات شهری بر محیط زیست هستند، می‌توان برای مدلسازی فرآیند توسعه شهری استفاده نمود(***He et al, 2008***).

پیشینه پژوهش

تغییرات کاربری زمین شهری سالهای زیادی مورد مطالعه قرار گرفته است: اما، ظهور تصاویر ماهوارهای و تکنیک‌های زمین مکانی، بعد جدیدی برای بازبینی و ارزیابی تغییرات پوشش کاربری زمین باز کرده است (توالد و کابرال، 2011: 2149). در همین راستا به طور خلاصه به پژوهش‌های صورت گرفته در ایران و جهان اشاره می‌گردد:

ابراهیم‌زاده و رفیعی (1388)، به بررسی و تحلیل روند و الگوی گسترش کالبدی- فضایی شهر مرودشت و بهینه‌گزینی جهات گسترش آتی آن با استفاده از ***GIS*** پرداخته‌اند. قراگوزلو و همکاران (1388)، به منظور برنامه‌ریزی شهری و ارزیابی ظرفیت‌های توسعه‌ی شهری به ارزیابی تغییرات کالبدی و تحلیل توسعه‌ی شهری با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا و سامانه‌های ***GIS/RS*** در

منطقه‌ی 5 شهر تهران پرداخته‌اند. حسینی و همکاران (1390)، در پژوهشی به ارزیابی و مکان‌یابی جهات توسعه فیزیکی شهر با استفاده از مدل منطق‌فازی در محیط ***GIS*** در شهر دیواندره پرداخته و در نهایت نتیجه پژوهش نشان داد که پهنه‌های مساعد جهت توسعه فیزیکی آتی شهر دیواندره بیشتر در بخش شرقی، تاحدودی نیز بخش شمالی و جنوب شرقی به صورت پراکنده وجود دارند. ضیائیان و همکاران (1390)، در مقاله خود با عنوان تعیین جهت بهینه گسترش شهر مشهد با استفاده از مدل ارزیابی چندعامله ***GIS*** و ***RS*** پرداخته‌اند. در این مقاله با استفاده از مدل ارزیابی چندعامله و روش وزن‌دهی ***Critic*** و و نیز عوامل فاصله از کاربری‌های شهری، فاصله از گسل، فاصله از اراضی مرغوب کشاورزی و باغ‌ها، زمین‌شناسی، قابلیت اراضی و شیب، جهت بهینه گسترش شهر تعیین شده است که در این مکانیابی، مشخص گردید جهت بهینه گسترش آینده شهر مشهد، شمال غرب و غرب شهر است.

احدنژاد و همکاران (1390)، به ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهر تبریز با استفاده از تصاویر چندزمانه و ***GIS*** در مقطع زمانی 1363 تا 1389 پرداختند. براساس نتایج مشخص شد که گسترش کالبدی- فضایی شهر تبریز در امتداد شرقی و غربی است (احدنژاد و همکاران، 1390). یوسفی و همکاران (1390)، تغییرات کاربری و پوشش اراضی شهر مریوان را با استفاده از تصاویر سنجنده‌های ***TM*** و ***ETM+*** ماهواره لندست بین سالهای 1368 تا 1384 بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد که بیشترین تغییرات مربوط به اراضی کشاورزی و جنگلی بوده است. حاجی‌نژاد و همکاران (1393)، در پژوهشی به پایش تغییرات کاربری اراضی با سه روش حداکثر احتمال (***MLC***) ، شبکه عصبی (***NNC***) و ماشین بردار پشتیبان (***SVM***) در طی بازۀ زمانی 1366 تا 1388 با استفاده از داده های رقومی لندست در شهرستان شهریار پرداخته و نتایج تحقیق نشان داد که توسعه شهری منطقۀ طی دورۀ 22 ساله، روندی افزایشی ولی اراضی کشاورزی روندی کاهشی داشته است. غلامعلی‌فرد و همکاران (1393)، با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکف در محیط اکستنشن مدل‌ساز تغییرات اراضی (***LCM***)، در یک دوره 23 ساله 1367 تا 1390 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. روستایی و همکاران (1393)، در پژوهشی به سنجش فضایی گستردگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی شهر ارومیه با استفاده از تصاویر ماهواره ای چندزمانه در یک دوره 27 ساله (بازه زمانی 1363 تا 1390) پرداخته و در نهایت با استفاده از روش ترکیبی زنجیره‌های مارکوف و سلول‌های خودکار گستردگی شهری برای سال 1400 پیش بینی شده است. رحیمی (1393)، به مدل‌سازی توسعه تبریز در سال 1410با استفاده ***LTM*** پرداخته و به طوریکه نتایج حاصل از مدل‌سازی توسعه شهر تبریز برای سال 1410 در این پژوهش نشانگر این است که بیش از 90

درصد از محدوده شهر در افق پیش‌بینی به اراضی ساخته شده اختصاص خواهد یافت و تنها 10 درصد از محدوده شهر به کاربری فضای سبز اختصاص می‌یابد.

جنرت و همکاران (***2001***)، به منظور درک چگونگی تغییر چشم‌انداز بیابانها در مرکز آریزونا به واسطه‌ی گسترش مناطق شهری، به آنالیز مکانی مجموعه‌ی از الگوی کاربری اراضی از سال 1912 تا 1995 پرداختند نتایج گسترش مناطق شهری با نتایج اقزایش جمعیت در این دوره مطابق بوده است در این تحقیق به منظور شبیه‌سازی تغییرات کاربری اراضی از مدل***Markov- cellular automata*** ، استفاده شد (***jeneretteand all ،2001***). ژا و همکاران (***2003***)، با استفاده از تصاویر ماهواره‌های لندست ***TM*** اقدام به تهیه نقشه شهر نانژینگ در چین‌شرقی نمودند. در این مطالعه سعی شد تا شاخص جدیدی به نام ***NDBI*** برای جداسازی مناطق مسکونی معرفی شود (***Zha et al, 2003***). لی و یه[1] (***2004***)، به تحلیل مکانی تحولات کاربری اراضی در حوضه‌های شهری با استفاده از سنجش از دور و ***GIS*** پرداختند و بیان داشتند که مهم‌ترین عامل تغییر کاربری اراضی، گسترش فضایی کلانشهر، توسعه حمل ونقل و توسعه سکونتگاه‌های برنامه‌ریزی شده‌است (حاجی‌نژاد وهمکاران، 1393: 2). مالانسون و همکاران (***2005***)، با استفاده از مدل ***CA-Markov*** و ارزیابی چند معیاره و به کار بردن داده‌های سه زمان مختلف که از نقشه‌های کاربری زمین موجود به‌دست آمده و به صورت رستری تبدیل شده‌اند، به پیش‌بینی تغییرات در ماساچوست مرکزی آمریکا پرداخته‌است (***Ponitus & els, 2005***). یوان و همکاران (***2005***)، روشی را برای به نقشه در آوردن و پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از بررسی کلان شهرها با استفاده از داده‌های تصاویر لندست ***TM*** برای بررسی کلانشهرها در ایالت مینسوتای امریکا برای سال‌های1986، 1991، 1998 و 2002 پیشنهاد کردند. کایا و همکاران (***2006***)، به پایش رشد شهر در قسمت‌های اروپایی استانبول با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های 1987، 1992، 1997 و 2001 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***). ***Wu et al*** (***2006***)، در شهر پکن در کشور چین با استفاده از تصاویر سنجنده ***TM***، ماهواره‌های لندست مربوط به سال‌های 1968، 1991، 1996 و 2001 میزان تغییرات در کاربری‌های مختلف مشخص گردید. نتایج بیانگر این واقعیت بود که بیشترین میزان تغییر در کاربری شهری رخ داده است (نوراللهی و همکاران، 1390: 10).

تاپا و موریاما[2] (***2011***)، از مدل‌ساز تغییرات اراضی (***LCM***) جهت مدل‌سازی توسعه شهر نپال استفاده کردند (غلامعلی‌فرد و همکاران، 1393: 67). ماسی و همکاران (***2011***)، پراکندگی شهری شهر

1 . Li X, Yeh
2 . Thapa & Murayama

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، 1393: 89). مونالیزا میشرا [1](***2012***)، به بررسی گستردگی و تغییرات کاربری اراضی شهر بوبنسوار[2] با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های 1997، 2000 و 2005، و کاربرد ***GIS*** و ***RS*** پرداخته‌است (هادوی و همکاران، 1392: 17). واکود[3] و همکاران (***2013***)، به ارزیابی گسترش شهری حیدرآباد هند با استفاده تصاویر ماهواره‌ای لندست و ***GIS*** اقدام کرده‌اند.

روش پژوهش

در این تحقیق از تصاویر ماهواره ای 23/ 1987/06 ماهواره لندست ***TM*** ، تصویر 2000/07/20 ماهواره لندست ***TM*** ، تصویر 2010 ماهواره‌ی لندست ***TM*** ، نقشه‌ی کاربری اراضی مسکن و شهرسازی و همچنین نرم افزارهای ***IDRISI***، ***ENVI***، ***GIS 9.3*** استفاده گردیده است. به طورکلی اقدامات صورت گرفته در پژوهش حاضر در جدول 1. ارائه شده است:

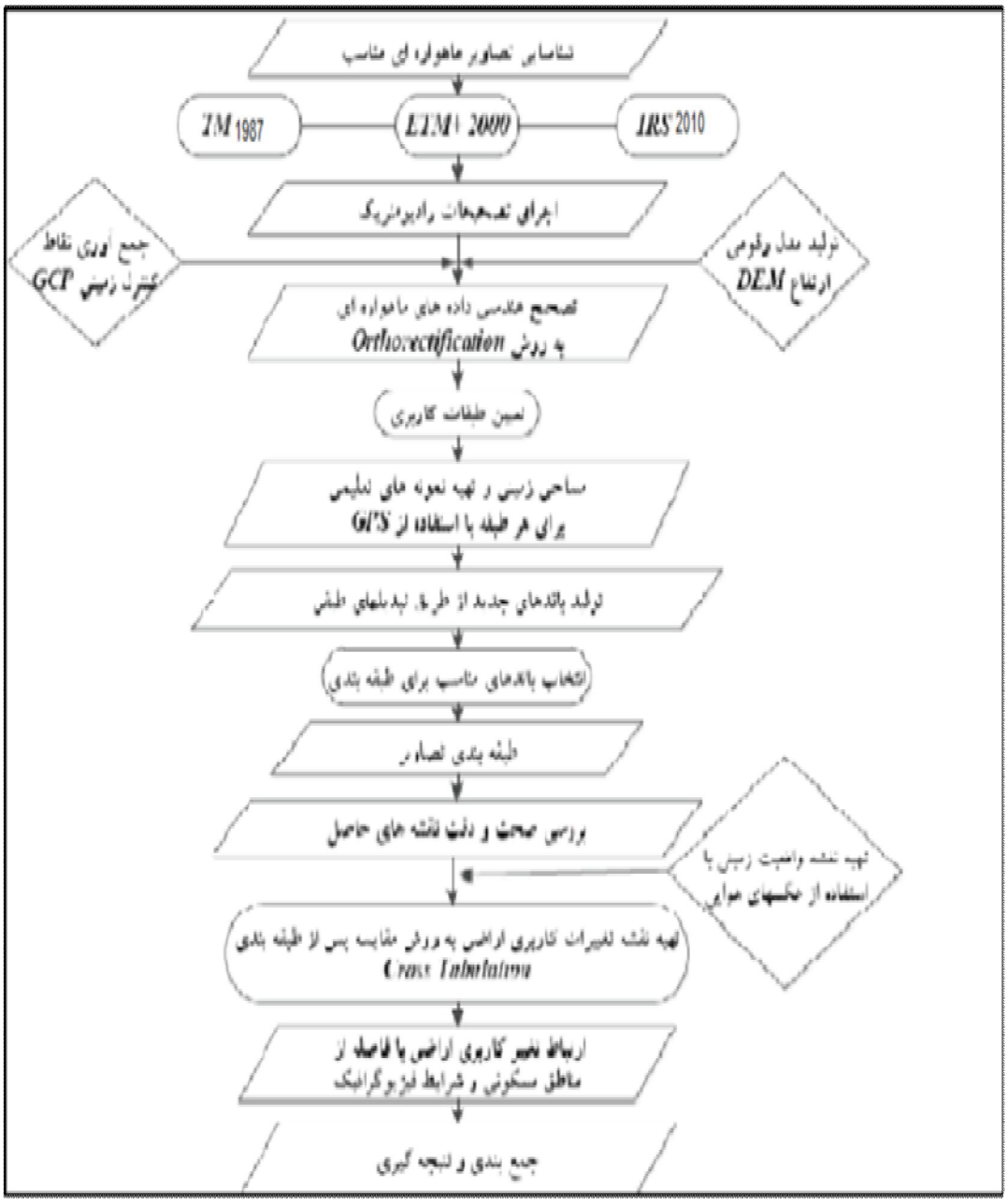
جدول شماره 1- روش‌های بکار رفته در پژوهش

روش‌های بکار رفته	توضیحات کلی روش مورد استفاده
تفاضل تصویر	**نتیجه این روش تولید تصویری است که نشان دهنده‌ی تغییر بین دو تاریخ است (سینگ، 1989)** **رابطه 1:** $Dx=x(t2)-x(t1)+c$
نسبت گیری تصویر	**در این روش دو تصویر ثبت شده در دو تاریخ با یک یا تعداد بیشتری باند بر هم تقسیم می شود.این فرایند به صورت پیکسل به پیکسل در هر باند است که رابطه ریاضی ان به صورت زیر می باشد.** **رابطه 2:** $X=x(t1)/x(t2)$
تجزیه مولفه اصلی	**در این روش تجزیه هر تاریخ جداگانه تهیه شده و سپس تصویر تجزیه ثانویه از اولیه تفریق می‌گردد اما در تجزیه مولفه اصلی استاندارد شده اولین مرحله استاندارد کردن جدول می‌باشد.**
تبدیل تسلدکپ	**مزایای این روش این است که داده‌های اضافی بین باندها را کاهش داده و اطلاعات مختلف در اجزاء بدست آمده را مورد تاکید قرار می‌دهد و معایب ان نیز این است که تفسیر و طبقه‌بندی ان سخت است،یک ماتریس کاملی از تغییر ایجاد نمی‌کند، نیازمند تعیین استانه‌ها برای شناسایی مناطق تغییر یافته است، کالیبراسیون اتمسفریک برای هرتاریخ از تصویر مورد نیاز است (*lu et al, 2004*). تبدیل تسلدکپ برای داده‌های *TM* شامل سه عامل روشنایی،سبزی و رطوبت است.**
تفاضل شاخص پوشش گیاهی	**بسیاری از محققان دریافته اند که *NDVI* شاخص خوبی از رشد محصول و پایش تغییر است مزیت این روش این است که تفاوت‌های موجود در پاسخ طیفی عارضه‌های مختلف را مورد تاکید قرار داده و اثرات توپوگرافیکی،باد و باران را کاهش می‌دهد اما ایجاد تشابه طیفی تصادفی مثل تشابه طیفی**

1 . Monalisha Mishra
2 . Bhubaneswar
3 . Wakode

	پوشش گراس در اراضی مرتعی با پوشش دیمزارها در اراضی کشاورزی از معایب ان است (*lu et al,2004*)
آنالیز برداری تغییر	**این روش دو نوع خروجی ایجاد می‌کند1 - بردار تغییر طیفی2 - بزرگی تغییر**
مقایسه پس از طبقه بندی	**از ویژگی‌های این روش این است که اثرات جوی،سنجنده و زیست محیطی بین تصاویر چند زمانه را به حداقل رسانده و یک ماتریس کامل از اطلاعات تغییر را فراهم می‌کند ولی معایب ان این است که نیازمند وقت و تخصص زیادی است.**
تعیین آستانه	**این روش چگونگی تفکیک مناطق تغییر یافته و بدون تغییر را با استفاده از تعیین استانه بر روی منحنی توزیع نرمال استاندارد شده نشان می‌دهد.**
نمونه های تعلیمی	**در طبقه بندی نظارت شده نمونه‌های تعلیمی اساس طبقه بندی را تشکیل می دهند.به طورکلی هرچه تعداد نمونه‌های تعلیمی بیشتر و پراکنش انها مناسب‌تر باشد پوشش داده تمامی دامنه‌های طیفی کلاس-های مورد نظر اسان تر خواهد بود.**
انتخاب الگوریتم طبقه بندی	**در این تحقیق از الگوریتم طبقه‌بندی حداکثر احتمال جهت طبقه‌بندی نظارت شده تصاویر مربوط به سالهای 1987 و 2010 استفاده گردیده است.**
الگوریتم طبقه بندی حداکثر احتمال	**در این الگوریتم کلاسی به پیکسل نسبت داده می شود که بزرگترین احتمال تعلق پیکسل به ان کلاس را دارا باشد.معمولا فرض می‌شود که توزیع احتمال برای هر کلاس به صورت توزیع نرمال چند بعدی است که از قانون توزیع گوسین تبعیت می کند.**
تعیین دقت نقشه کاربری اراضی	**در مرحله تعیین دقت نقشه در واقع مشخص می شود که نقشه حاصل از طبقه بندی تا چه اندازه با واقعیت زمین همخوانی دارد.روش استاندارد برای تعیین دقت نقشه های طبقه بندی شده ماتریس خطا می باشد و این روش چندان دقیق نمی باشد.پارامترهای این روش شامل دقت کلی،دقت تولید کننده،دقت کاربر و ضریب کاپا هستند.**

مأخذ: یافته‌های تحقیق، **1393**

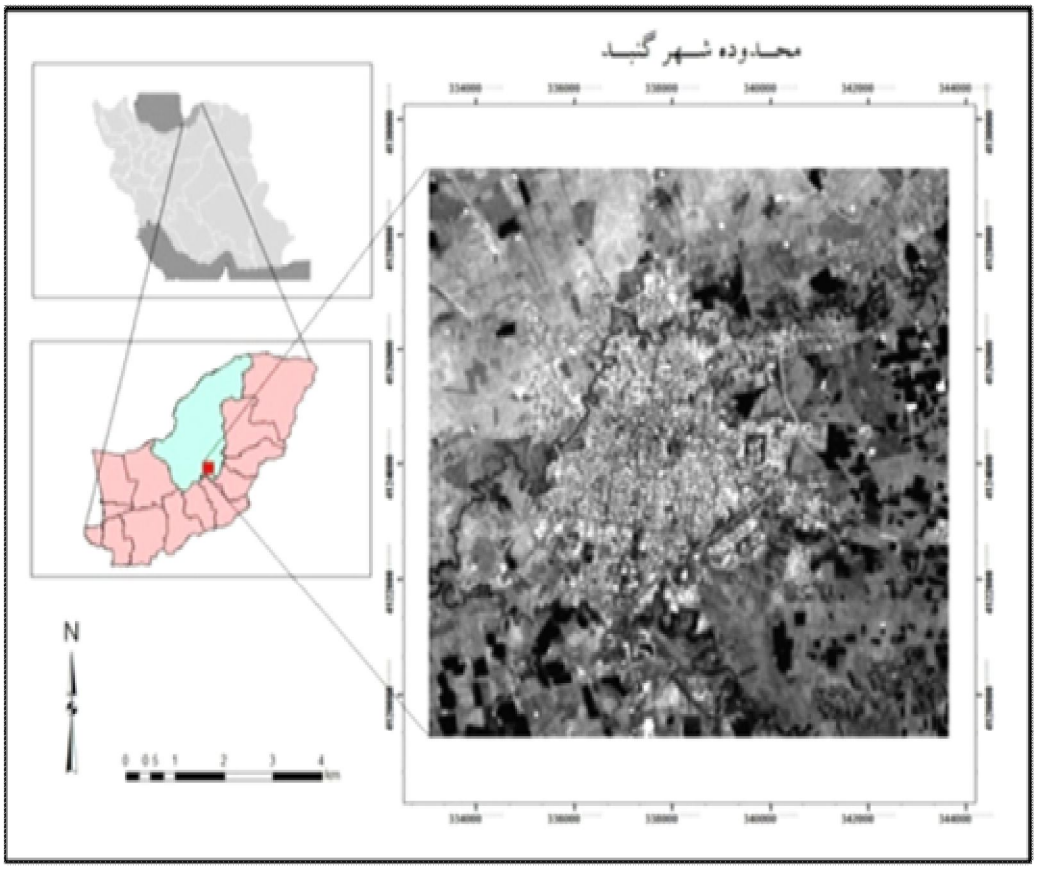


شکل 2. مراحل انجام پژوهش

محدوده مورد مطالعه

شهرستان گنبد کاووس یکی از شهرستانهای استان گلستان نیز می‌باشد که این شهرستان از شمال به کشور ترکمنستان از شرق به شهرستان مینودشت و از غرب به شهرستان علی‌آباد کتول و از جنوب به

استان سمنان منتهی می‌شود و دارای مختصات جغرافیایی ." 551 77 شمالی تا "55 15 37 در جه شرقی می‌باشد و با مساحت بالغ بر 1728/697 هکتار جزء دومین شهر بزرگ استان نیز می‌باشد.



شکل شماره 3- موقعیت شهر گنبد در استان گلستان

یافته‌های تحقیق

- تعیین آستانه

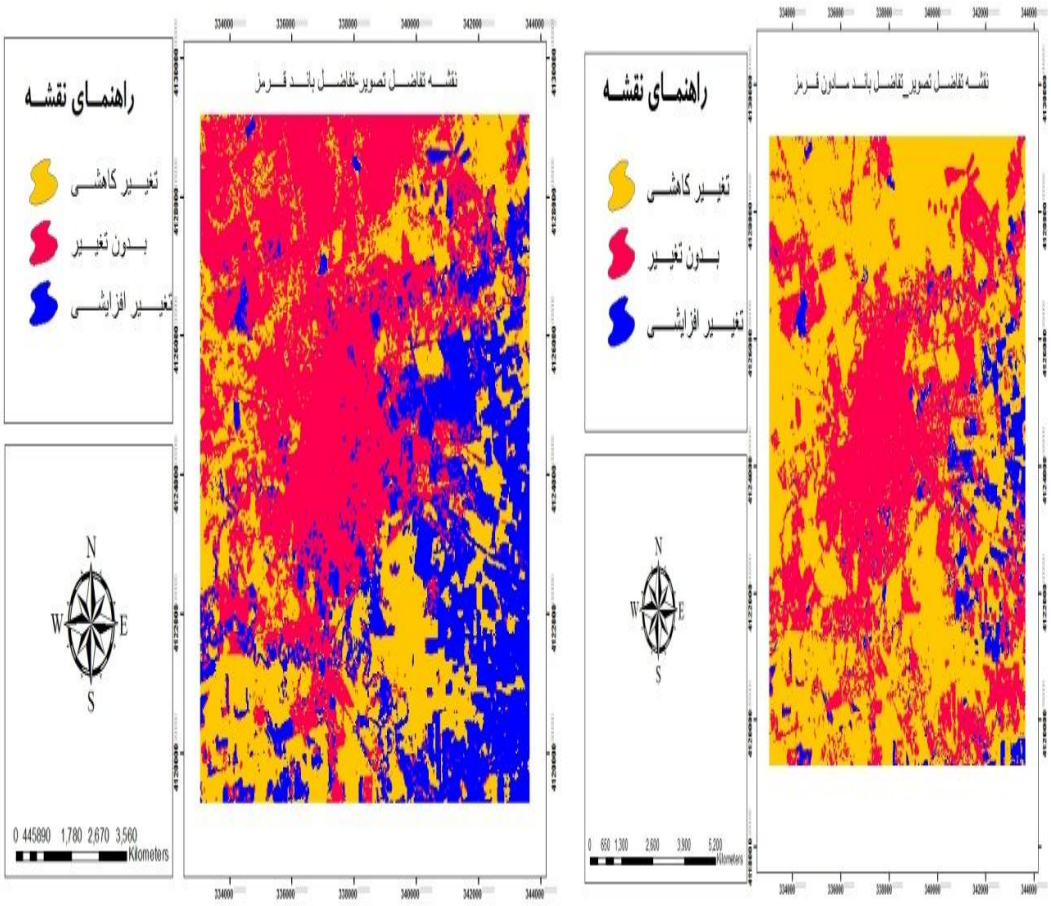
در این مطالعه از روش آماری جهت تعیین حد آستانه استفاده گردید. ابتدا روش تفاضل تصویر، نسبت-گیری تصویر، تفاضل تجزیه مولفه اصلی استاندارد شده و تحلیل بردار تغییرات اجرا گردید. سپس انحراف معیار و میانگین هر یک از تصاویر استخراج گردید و تصاویر استاندارد گردید و مناطق عدم تغییر و تغییر یافته مشخص گردید.انحراف معیار 25/.،5/.،75/.،۱،۲۵/۱،۵/۱،۲/1/۱،۷۵بر روی روی تصاویر به دست آمده برای تعریف مناسب ترین حد استانه آزمایش گردیده است.

- نتایج

جهت ارزیابی تغییرات فیزیکی گنبد در این تحقیق از چند روش استفاده گردیده است که پس از تعیین میانگین و انحراف معیار در نقشه‌های به دست آمده از هر تکنیک این نقشه‌ها استاندارد و سپس با گرفتن آستانه‌های مختلف در این مطالعه از آستانه 1+،1- استفاده گردید که بر این اساس مناطق دارای تغییرات کاهشی، افزایشی و بدون تغییر مشخص شده است.

1. تفاضل تصویر

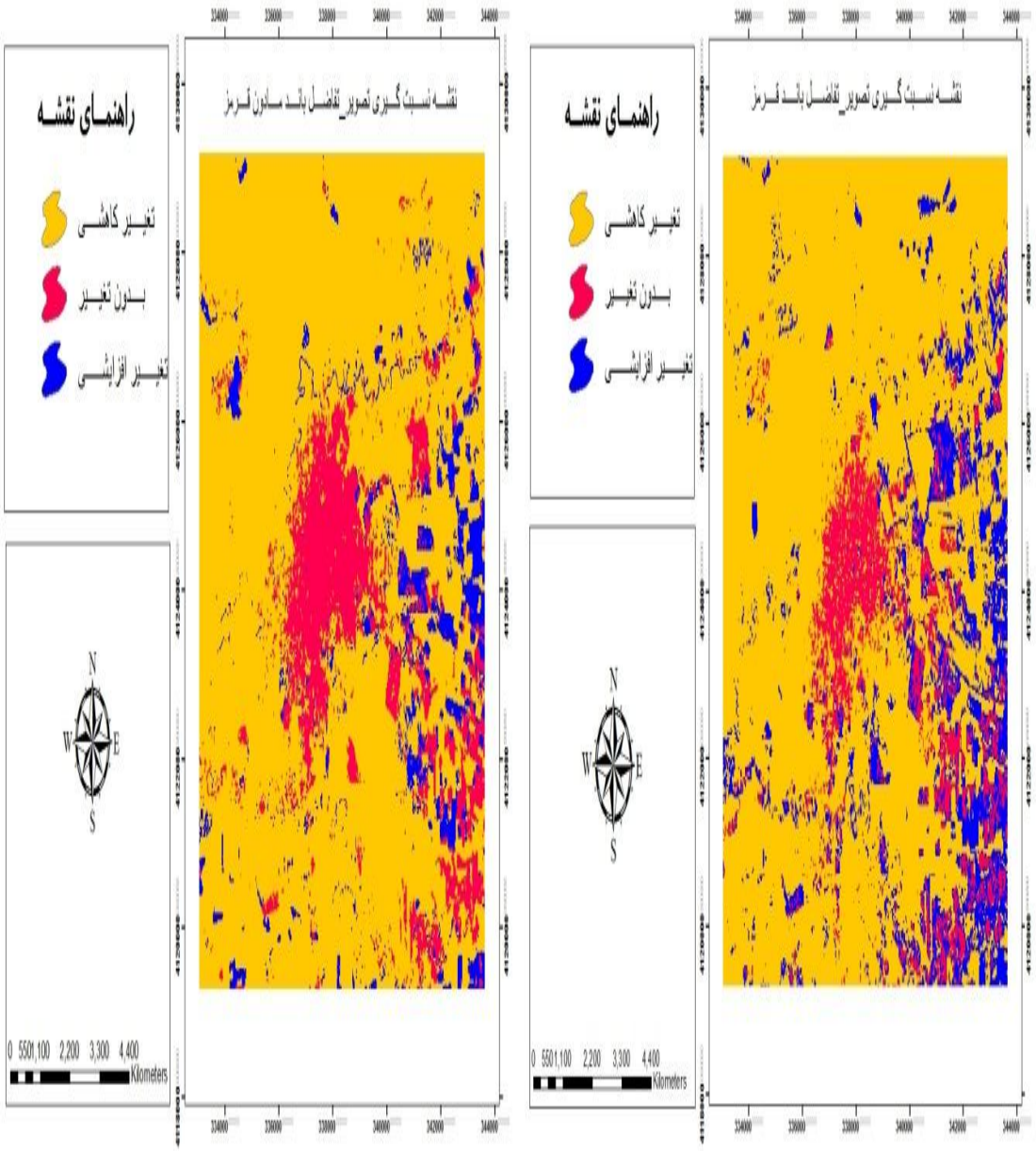
در این تصویر با توجه به اختلاف تصاویر دو باند قرمز و مادون قرمز نسبت به سایر باندها نتایج به دست آمده از این دو باند جهت تعیین تغییرات مورد استفاده قرار گرفت. بررسی نتایج بدست آمده از این روش نشان می‌دهد که تفاضل باند قرمز دارای تغییرات افزایشی و کاهشی و تفاضل باند مادون قرمز تغییرات کاهشی را بهتر نشان می‌دهد.



شکل شماره 4- نقشه تفاضل تصویر- تفاضل باند قرمز

2. نسبت گیری تصویر

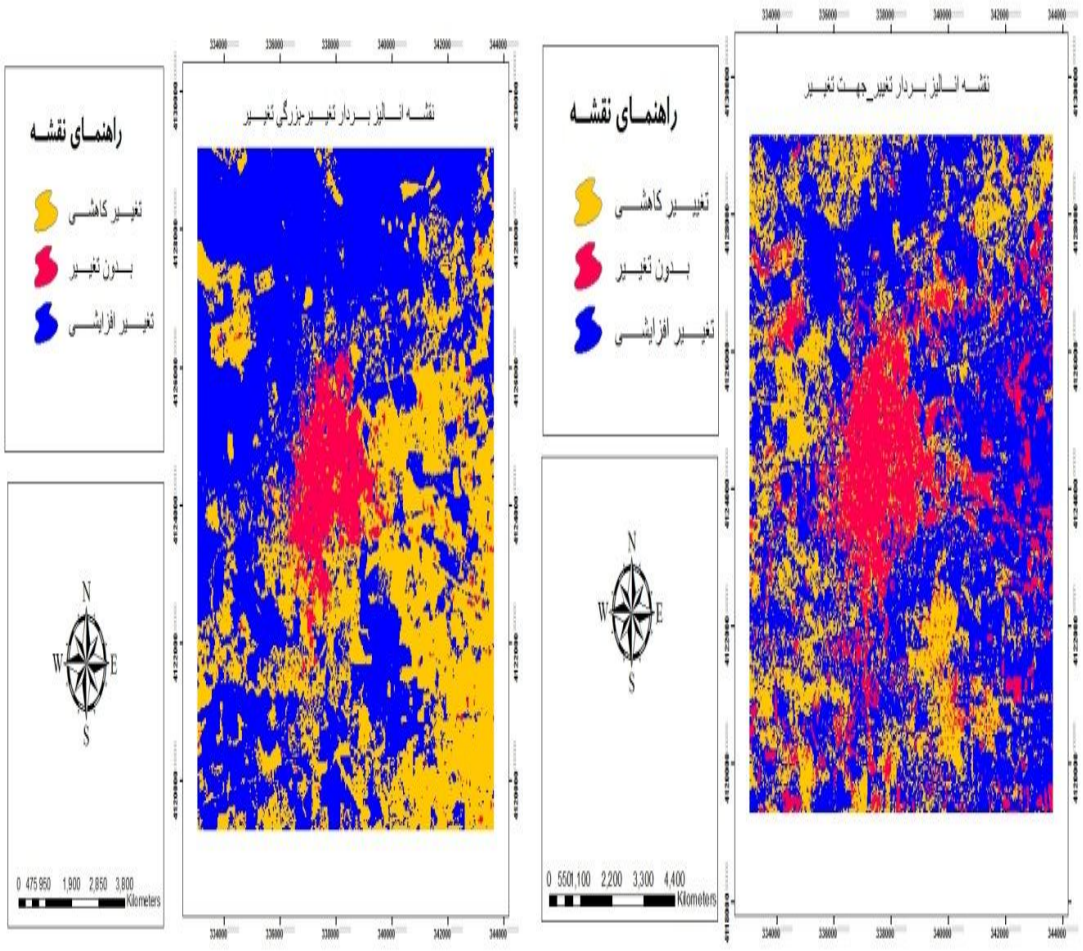
با استفاده از این روش نسبت باند قرمز و مادون قرمز در دو تاریخ 1987و 2010 تهیه شد. بررسی نقشه‌های به دست آمده از این روش نشان می‌دهد که باند قرمز و مادون قرمز دارای تغییرات افزایشی و کاهشی نیز می‌باشد ولی تغییرات کاهشی بارزتر می‌باشد.



شکل شماره5- نقشه نسبت گیری تصویر-تفاضل باند مادون قرمز

3. آنالیزبردار تغییر

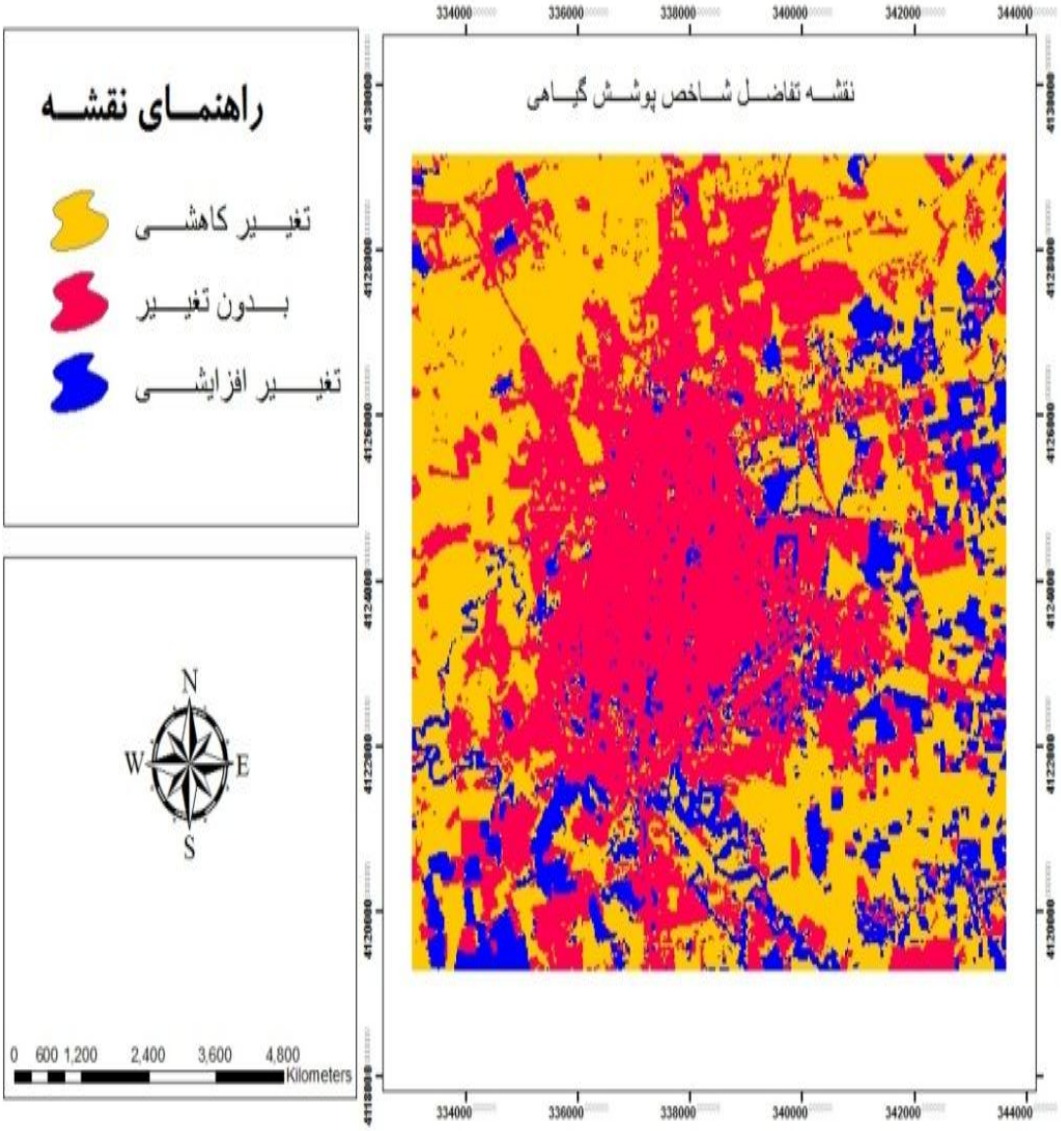
در این روش که از باندهای قرمز و مادون قرمز دو سال مورد نظر استفاده گردیده است نشان دهنده بزرگی تغییرات نیز می‌باشد و از تغییرات افزایشی بالاتری برخوردار می‌باشد و همچنین از لحاظ جهت تغییرات نشان دهنده‌ی تغییرات افزایشی نیز می‌باشد.



شکل شماره 6- نقشه آنالیز بردار تغییر-بزرگی تغییر

4. تفاضل شاخص پوشش گیاهی

پس از تهیه نقشه شاخص پوشش گیاهی در دو تاریخ 1987و2010 نشان می‌دهد که این نقشه بیشتر دارای تغییرات کاهشی نیز می‌باشد.



شکل شماره7- نقشه تفاضل شاخص پوشش گیاهی

5. تجزیه مولفه اصلی

جدول 2. نشان دهنده‌ی درصد واریانس مولفه‌های مختلف حاصل از سنجنده ***TM*** سال‌های مختلف1987، 2000 و 2010 نیز می‌باشد. در این روش ***PCA*** تاریخ اول از تاریخ دوم و سپس از تاریخ سوم تفریق شده است.

جدول شماره2- درصد واریانس مولفه‌های مختلف *PCA*

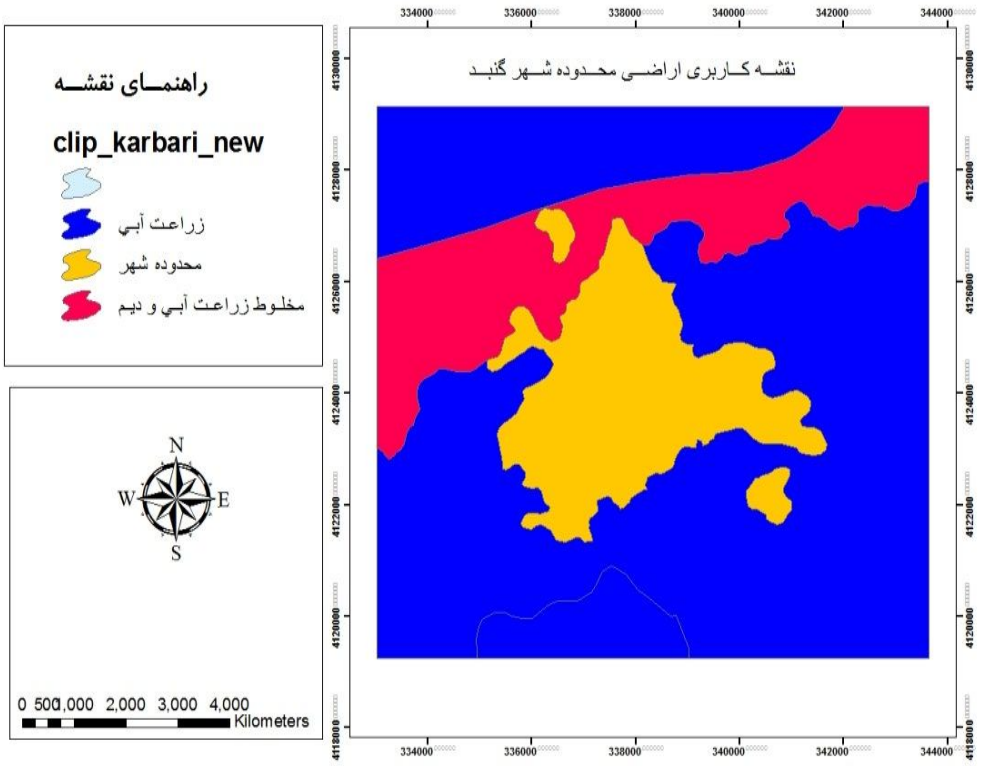
	PC1	*PC2*	*PC3*	*PC4*	*PCA5*	*PCA6*
TM_1987	*88/97*	*6/47*	*2/98*	*1/27*	*0/23*	*0/05*
TM2000	*86/28*	*7/82*	*4/73*	*0/80*	*0/25*	*0/08*
TM2010	*85/10*	*9/49*	*4/16*	*0/91*	*0/26*	*0/09*

مأخذ: یافته‌های تحقیق، 1393

.

6. تعیین نقشه کاربری اراضی

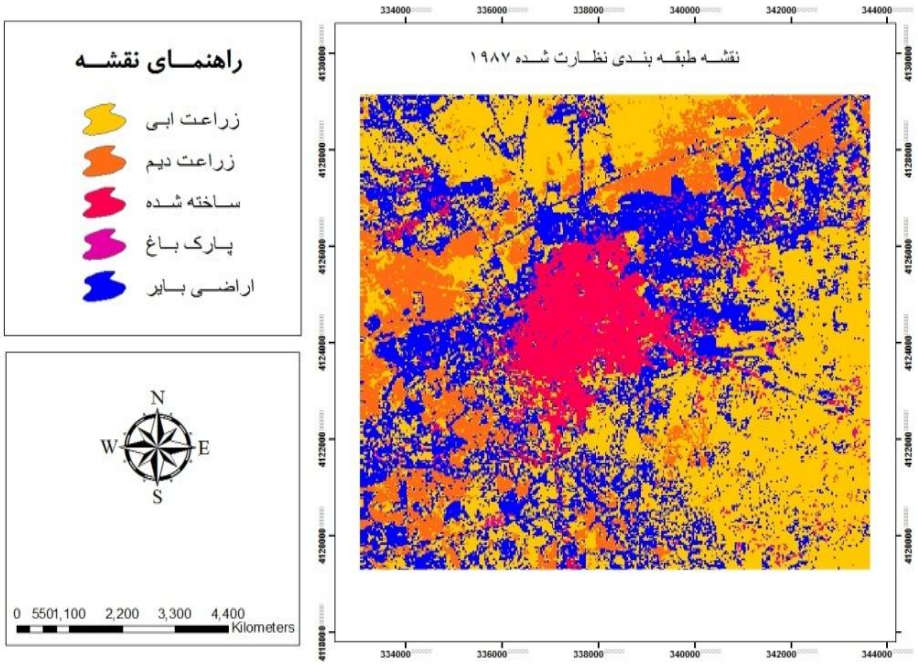
با استفاده از تصاویر مختلف سنجش از دور با قدرت تفکیک مختلف می‌توان عوارض سطح زمین را شناسایی و نسبت به تهیه نقشه انها اقدام نمود همچنین با شناسایی و طبقه‌بندی عوارض مختلف طبیعی و بشر ساخت می‌توان نقشه‌های پوشش‌طبیعی و کاربری اراضی را تهیه کرد. برای طبقه‌بندی کاربری اراضی نیازمند نقشه کاربری محدوده نیز می‌باشیم که به طبقه بندی مورد نظر بپردازیم. شکل6. نقشه کاربری اراضی محدوده شهر گنبد مشخص شده است.



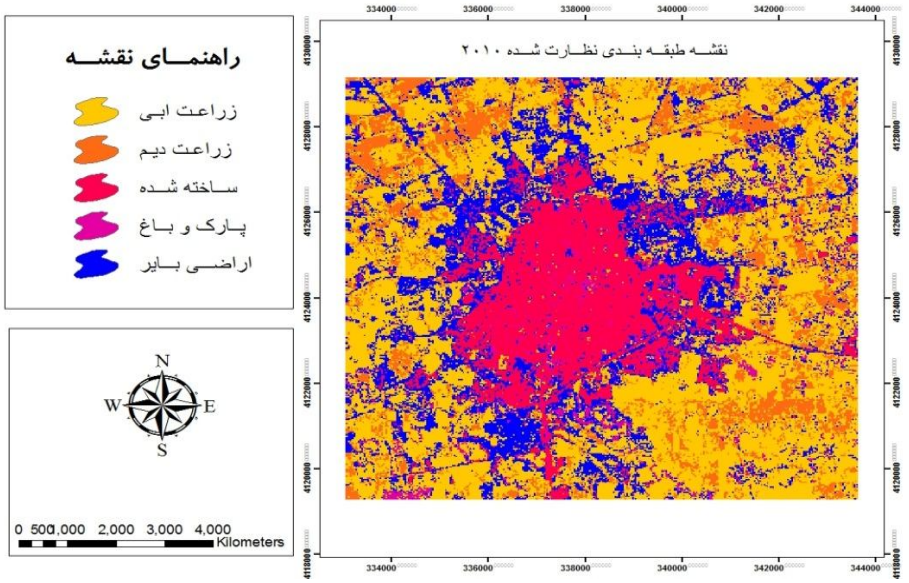
شکل شماره8- نقشه کاربری اراضی محدوده شهر گنبد

7. روش مقایسه پس از طبقه بندی

جهت طبقه بندی تصاویر ماهواره‌ای،کلاس‌های کاربری اراضی محدوده شهر گنبد در سال 1987 و 2010 در 5 کلاس شامل زراعت آبی، زراعت دیم، ساخته شده، پارک و باغ و بایر نمونه‌های تعلیمی با استفاده از نقشه‌ی کاربری اراضی این شهر و همچنین بازدید میدانی جمع آوری شد.



شکل شماره9- نقشه طبقه بندی نظارت شده 1987



شکل شماره 10- نقشه طبقه بندی نظارت شده، 2010

جدول شماره3- ماتریس خطای طبقه بندی تصویر *TM* سال 1987

کلاس	زراعت ابی	زراعت دیم	ساخته شده	پارک باغ	اراضی بایر	مجموع	خطای گماشته شده
زراعت ابی	۶۱،۵۵	۳،۸۳	۴،۸۱	0/09	۲۹،۷۳	100	۲،۵۵
زراعت دیم	۰،۰۰	۱۰۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	۰،۰۰	100	۷۲،۴۳
ساخته شده	۲،۶۸	۰،۰۰	۹۲،۱۷	۳،۹۷	۱،۱۸	100	۳۰،۳۹
پارک باغ	۰،۰۰	۰،۰۰	۹،۵۲	۹۰،۴۸	۰،۰۰	100	۶۹،۳۵
اراضی بایر	۸،۴۲	۱۲،۲۲	۵،۵۴	۰،۰۰	۷۳،۸۲	100	۷۳،۳۹
مجموع	۷۲،۶۵	۱۱۶،۰۵	۱۱۲،۰۴	۹۴،۵۴	۱۰۴،۷۳	-	-
خطای حذف شده	۳۸،۴۵	۰،۰۰	۷،۸۳	۹،۵۲	۲۶،۱۸	-	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق، 1393

جدول شماره 4- مشخصات آماری دقت تولیدکننده و دقت استفاده کننده برای طبقه بندی تصویر *TM* سال 1987

کلاس	دقت تولید کننده(درصد)	دقت استفاده کننده(درصد)
زراعت ابی	61.55	97.45
زراعت دیم	100.00	27.57
ساخته شده	92.17	69.61
پارک و باغ	90.84	30.65
اراضی بایر	73.82	26.61

مأخذ: یافته‌های تحقیق، 1393

جدول شماره 5- ارزیابی دقت طبقه بندی برای نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصاویر *TM* 1987

نقشه کاربری بدست امده از تصویر	دقت کل	ضریب کاپا
TM(1987)	66.89	0/43

مأخذ: یافته‌های تحقیق، 1393

جدول شماره6- ماتریس خطای طبقه بندی تصویر *TM* سال 2010

کلاس	زراعت ابی	زراعت دیم	ساخته شده	پارک و باغ	اراضی بایر	مجموع	خطای گماشته شده
زراعت ابی	73.81	11.41	0/71	1.92	12.14	100	1.88
زراعت دیم	5.96	94.04	0.00	0.00	0.00	100	83.44
ساخته شده	2.19	0.00	89.56	4.39	3.86	100	12.17
پارک و باغ	0.00	0.00	41.54	53.85	4.62	100	79.77
اراضی بایر	8.00	8.14	23.17	1.66	59.03	100	72.53
مجموع	89.96	113.59	154.98	61.82	79.65	-	-
خطای حذف شده	26.19	5.96	10.44	46.15	40.97	-	-

مأخذ: یافته‌های تحقیق، 1393

جدول شماره7- مشخصات آماری دقت تولیدکننده و دقت استفاده کننده برای طبقه بندی تصویر*TM* سال 2010

کلاس	دقت تولیدکننده(درصد)	دقت استفاده کننده(درصد)
زراعت ابی	73.81	98.12
زراعت دیم	94.04	16.56
ساخته شده	89.56	87.83
پارک و باغ	53.85	20.23
اراضی بایر	59.03	27.47

مأخذ: یافته‌های تحقیق، 1393

جدول شماره 8- ارزیابی دقت طبقه بندی برای نقشه‌های کاربری استخراج شده از تصویر *TM* 2010

نقشه کاربری بدست امده از تصویر	دقت کل	ضریب کاپا
TM(2010)	76.08	0.57

مأخذ: یافته‌های تحقیق، 1393

8. ارزیابی دقت

جهت ارزیابی دقت تکنیک‌های مورد استفاده در این تحقیق مناطق دارای تغییرات کاهشی، افزایشی و بدون تغییر با استفاده از تصاویر رنگی کاذب برداشته شده و بر اساس آنها دقت تولیدکننده، دقت استفاده کننده، دقت کل و ضریب کاپا برآورد گردیده است.

جدول شماره9- ارزیابی دقت تکنیک‌های مورد استفاده در محدوده شهر گنبد (1987تا 2010)

داده مرجع	داده طبقه بندی شده		
تغییرات کاهشی	بدون تغییر	تغییرات افزایشی	
45درصد 65 درصد	82درصد	90درصد	تفاضل تصویر باند قرمز ضریب کاپا
29 درصد 58 درصد	86 درصد	93 درصد	تفاضل تصویر باند مادون قرمز ضریب کاپا
98 درصد 99 درصد	100 درصد	100 درصد	تفاضل شاخص پوشش گیاهی ضریب کاپا
94درصد 91درصد	79درصد	91درصد	نسبت گیری تصویر باند قرمز ضریب کاپا
97درصد 98 درصد	99 درصد	98 درصد	نسبت گیری تصویر باند مادون قرمز ضریب کاپا
90 درصد 93 درصد	99درصد	92 درصد	انالیزبردار تغییرات بزرگی تغییر ضریب کاپا
88 درصد 99 درصد	100 درصد	100 درصد	انالیزبردار تغییرات جهت تغییرات ضریب کاپا

زراعت ابی	زراعت دیم	ساخته شده	پارک و باغ	اراضی بایر	ضریب کاپا1987
0/74	0/15	0/52	0/30	0/11	0/27
زراعت ابی	زراعت دیم	ساخته شده	پارک و باغ	اراضی بایر	ضریب کاپا 2010
0/90	0/02	0/81	0/02	0/07	0/40

مأخذ: یافته‌های تحقیق، 1393

9. مقایسه طبقه بندی

پس از تهیه نقشه کاربری اراضی در دو تاریخ مساحت پنج کلاس به دست آمد. جدول 10، سطح هر کدام از کاربری‌ها را در دو تاریخ نشان می‌دهد. تغییرات رخ داده در این محدوده نشان دهنده‌ی تغییرات افزایشی کاربری‌های زراعت آبی و ساخته شده و پارک و باغ و تغییرات کاهشی اراضی بایر نیز می‌باشد.

جدول شماره 10- مساحت کاربری‌های مورد استفاده در سالهای 1987 و 2010(بر حسب هکتار)

کلاس	سال 1987	سال 2010
زراعت آبی	4792	4809
زراعت دیم	1476	1445
ساخته شده	967	1794
پارک و باغ	118	288
اراضی بایر	3128	2146

مأخذ: یافته‌های تحقیق، 1393

نتیجه گیری

ویژگی جوامع شهری امروز سبب ناپایداری انسان‌ها و محیط‌زیست گردیده‌است. درک مکانیسم فرایند رشد شهری به منظور رسیدن به شکل شهری پایدار بسیارمهم است. مدل‌های فضایی ابزارهای مفید برای درک فرایند توسعه شهری، ابزار کمکی سیاست‌گذاری، مدیریت و برنامه‌ریزی شهری و فراهم کننده اطلاعات برای ارزیابی تاثیرات شهری بر کاربری‌های دیگر هستند. علوم وتکنیک‌های سنجش از دور و ***GIS*** بعنوان یک ابزار نوین و دقیق این امکان را ایجاد می‌نماید که کارشناسان، پژوهشگران و برنامه‌ریزان با بهره‌برداری از این علوم، با استفاده از تصاویرماهواره‌ای و عکس‌های هوائی ضمن بررسی ومطالعه تغییرات محیطی، فیزیکی وکالبدی شهرها در بازه‌های زمانی مختلف واستخراج اطلاعات وتجزیه و تحلیل داده‌ها، فرآیند روند توسعه شهرها را قابل کنترل و پیش بینی نمایند. روش تفاضل و نسبت گیری تصویر تغییرات محدودی را فراهم می‌نماید و کمترین میزان دقت را میان سایر روشها داراست. زمانیکه داده‌های منابع متعدد برای تغییرات استفاده می‌شوند ابزار ***GIS*** سودمند است. برای تعیین حد آستانه مناسب به منظور تفکیک نواحی تغییر از عدم تغییر بایستی،انحراف معیارهای مختلف آزمایش و در نهایت حد آستانه مناسب را تعیین کرد. تصاویر ماهواره‌ای چند زمانه تغییرات کاربری اراضی در منطقه مورد مطالعه را به خوبی نشان می‌دهند. اختلافات قابل ملاحظه در دقت به دست آمده از تکنیک‌های مختلف اهمیت انتخاب روش مناسب جهت تهیه نقشه کاربری اراضی ثابت می‌کند. شهر گنبد به شدت از نظر کاربری‌های خدماتی دچار نقص و کمبود نیز می‌باشد که بهتر است تغییر کاربری‌هایی نیز صورت گیرد. وجود تصاویر سنجنده لندست مربوط به سالهای گذشته می تواند به عنوان یک داده قابل اتکا مطرح باشد. مهمترین مشکل استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در بررسی تغییرات نبود نقاط کنترل زمینی مربوط به سالهای گدشته می‌باشد.

منابع

1. ابراهیم‌زاده، عیسی و رفیعی، قاسم (1388)، تحلیلی بر الگوی گسترش کالبدی- فضایی شهر مرودشت با استفاده از مدل‌های آنتروپی شانون و هلدرن و ارایه الگوی گسترش مطلوب آتی آن، پژوهش‌های جغرافیای انسانی (پژوهش های جغرافیایی)، دوره 41، شماره 69، صص 123-138.
2. احدنژاد روشتی، محسن و حسینی، سید احمد (1390)، ارزیابی و پیش‌بینی تغییرات و پراکنش افقی شهرها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه و سیستم اطلاعات جغرافیایی (نمونه موردی: شهر تبریز در مقطع زمانی 1389-1363)، مجله پژوهش و برنامه‌ریزی شهری، سال دوم، شماره چهارم، بهار.
3. حاجی‌نژاد، علی، داودی منظم، زهره، عباس‌نیا، محسن و پورهاشمی، سیما (1393)، پایش تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تکنیک سنجش از دور (مطالعهٔ موردی: شهرستان شهریار)، فصلنامه کاربرد سنجش از دور و ***GIS*** درعلوم منابع طبیعی، سال پنجم، شماره 1، بهار، صص 2-13.
4. حسینی، هاشم، کرم، امیر، صفاری، امیر، قنواتی، عزت‌الله و بهشتی‌جاوید، ابراهیم (1390)، ارزیابی و مکان‌یابی جهات توسعه فیزیکی شهر با استفاده از مدل منطق فازی مطالعه موردی: شهر دیواندره، نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، جلد 20، شماره 23، زمستان، صص 63-83.
5. حیدریان، پیمان، رنگزن، کاظم، ملکی، سعید و تقی‌زاده، ایوب (1393)، تلفیق تکنیک‌های سنجش از دور، ***GIS*** و مدل***LCM*** با رویکرد مدل‌سازی توسعه شهری (نمونه موردی: کلانشهر تهران)، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، سال پنجم، شماره هفدهم، پاییز، صص 87-100.
6. رحیمی، اکبر (1393)، مدل‌سازی توسعه تبریز در سال 1410با استفاده ***LTM***، دوفصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری (جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای سابق)، دوره 5، شماره 10، پاییز.
7. روستایی، شهریور، احدنژاد روشتی، محسن و فرخی‌صومعه، مینا (1393)، سنجش فضایی گستردگی شهری با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای چندزمانه (مطالعه موردی: ارومیه)، نشریه علمی-پژوهشی جغرافیاوبرنامه‌ریزی، سال 18، شماره 50، زمستان، صص 189-206.
8. زنگنه شهرکی، سعید؛ مجیدی هروی، آنیتا و کاویانی، آزاده (1391)، تبیینی جامع بر علل و عوامل مؤثر بر پراکنش افقی شهرها (مطالعه موردی: شهر یزد). نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، 12 (25)، صص 173-193.
9. زیاری، کرامت‌الله، مهدی‌نژاد، حافظ، پرهیز، فرهاد (1388)، مبانی و تکنیک‌های برنامه‌ریزی شهری، انتشارات دانشگاه بین المللی چابهار. چاپ اول.
10. سرور، رحیم (1385)، جغرافیای کاربردی و آمایش سرزمین، انتشارت سمت، چاپ سوم، تهران.
11. ضیائیان، پرویز، سلیمانی مقدم، هادی و برزگر، صادق (1390)، تعیین جهت بهینه گسترش شهر مشهد با استفاده از مدل ارزیابی چندعامله ***GIS*** و ***RS*** ، مجله جغرافیا، فصلنامه علمی- پژوهشی انجمن جغرافیایی ایران، سال نهم، شماره 30.

12. ضیاءتوانا، محمدحسن و قادر مرزی، حامد (1388)، تغییرات کاربری اراضی روستاهای پیراشهری در فرآیند خزش شهر روستاهای نایسر و حسن‌آباد سنندج، پژوهش‌های جغرافیای انسانی، دوره 42، شماره 68، صص 119- 135.
13. غلامعلی فرد، مهدی، میرزایی، محسن و جورابیان شوشتری، شریف (1393)، مدلسازی تغییرات پوشش اراضی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی و زنجیره مارکف (مطالعه موردی: سواحل میانی استان بوشهر)، فصلنامه کاربرد سنجش از دور و ***GIS*** درعلوم منابع‌طبیعی، سال پنجم، شماره 1، بهار، صص 65-79.
14. فیضی‌زاده، بختیار؛ حاجی میررحیمی، سید محمود (1387)، آشکارسازی تغییرات کاربری اراضی با استفاده از روش طبقه بندی شیءگرا (مطالعه موردی : شهرک اندیشه)،همایش ژئوماتیک، تهران - سازمان نقشه برداری کشور.
15. فیضی‌زاده بختیار, عزیزی حسین, ولیزاده کامران خلیل (1386)، استخراج کاربری‌های اراضی شهرستان ملکان با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای + ***ETM*** لندست 7، فصلنامه آمایش محیط، دوره 1، شماره 2، صص 75-93.
16. قاسمی، علی (1380)، بررسی روند و شناخت الگوی توسعه فیزیکی شهر بهشهر، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه تهران.
17. قراگوزلو، علیرضا، نوری کرمانی، علی و کشمیری، زهرا (1388)، ارزیابی تغییرات کالبدی و تحلیل توسعه شهری با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای با قدرت تفکیک بالا و سامانه‌های ***GIS/RS*** (مطالعه موردی منطقه پنج شهر تهران)، نشریه علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره یازدهم، شماره یک، ویژه نامه بهار، صص 220-229.
18. محمدزاده، رحمت (1386)، بررسی اثرات زیست‌محیطی توسعه فیزیکی شتابان شهرها-با تأکید بر تهران و تبریز، مجله جغرافیا وتوسعه ناحیه‌ای، شماره نهم، پاییز و زمستان، صص 94-110.
19. نوراللهی، یونس، آلیانی، حمیده و بابایی کفاکی، سامان (1390)، بررسی تغییرات کاربری اراضی و اثر عوامل فیزیوگرافیک در توزیع تغییرات با استفاده از سنجش از دور و ***GIS***، مجله تحقیقات منابع طبیعی تجدید شونده، سال دوم، شماره سوم، پاییز، صص 10-22.
20. هادوی، فرامز، تیموری، اصغر، ربیعی‌فر، ولی‌الله و هادوی، محمدرضا (1392)، ارزیابی و پیش بینی گسترش افقی شهر قزوین با تأکید بر تغییرات کاربری اراضی، طی دوره (1986-2011)، فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری، شماره پنجم، زمستان. صص 15-27.
21. یوسفی، صالح، حمیدرضا، مرادی، حسینی ، سیدحمزه و میرزایی سمیه (1390)، پایش تغییرات کاربری اراضی مریوان با استفاده از سنجنده‌های ***TM*** و ***+ETM*** ماهواره لندست، فصلنامه کاربرد سنجش از دور و ***GIS*** در علوم منابع طبیعی، دوره 2، صص 97-105.

22. *Anderson, W.P., Kanaroglou, P.S. and Miller, E.J, (1996), "Urban form, energy and the environment: a review of issues, evidence and policy". Urban Studies, 33(1) , pp7-35.*
23. *Bhatta, B, (2010), Analysis of Urban Growth and Sprawl from Remote Sensing; DataSpringer; London; p 191.*
24. *Clayton, K., (1990), The Land From Space, Environmental Science for Environmental Management, Longman, London,198-202.*
25. *Dewan, A.M., and Y. Yamaguchi, (2009), Land use and land cover change in Greater Dhaka, Bangladesh: Using remote sensing to promote sustainable urbanization, Applied Geography 29:390–401.*
26. *E. Holden., (2004), Ecological footprints and and sustainable urban form, Journal of Housing and Built Environment. No 19. pp. 91-109.*
27. *Han,J.hayashi,Y.cao,x.Imura,H, (2009), application of an integrated system dynamics and cellular automata model for urban growth assessment:A case study of shanghai,china landscape and urban plaining,www.elsevier.com.*
28. *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.*
29. *Hestings, A. D. , (2000), Topographic Data, Global Environmental Databases, ISPRS Publication, 43-55.*
30. *Jenerette,G.D.WU.J, (2001), analysis and simulation of land use change in the central arizon phoenix region,usa,landscape ecology,vol 16,pp.611-626.*
31. *Junfeng, J, (2003), Transition Rule Elicitation for Urban Cellular Automata models. Case Study: Wuhan-China, MSc.thesis, International institute for geo-information science and earth observation (ITC).The Netherlands.*
32. *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.*
33. *Kelarestaghi A, Jeloudar ZJ, (2011), Land use/cover change and driving force analyses in parts of northern Iran using RS and GIS techniques. Arabian Journal of Geosciences, 4(3-4): 401-411.*
34. *Lambin,E.F., A.H.,Strahlers, (1994), Change-vector analysis in multitemporal space: A tool to detect and categorize land-cover change processes using high temporal-resolution satellite data. Remote Sensing of Environment, 48, 231-244.*
35. *Li X, Yeh AG-O, (2004), Analyzing spatial restructuring of land use patterns in a fast growing region using remote sensing and GIS. Landscape and Urban Planning, 69(4): 335-354.*
36. *Lu, D., P. Mausel, E. Brondi´zio and E. Moran, (2004), Change detection techniques. International Journal of Remote Sensing, 25 (12): 2365-2407.*
37. *Nieuwenhuis, O. A., (1999), Operational Remote Sensing For Sustainable Development; ITC, P87-90.*
38. *Ponitus, R. G., Jr., & Malanson, J., (2005), Comparison of the structure and accuracy of two Land Change Modeles, International Journal of Geographical Information Science, 19(2), 243-265.*
39. *Sietchiping, R., Wyatt, R. and Hossain, H., (2004), Urban Informal Settlements within Less*
40. *Developed Countries - A Simulation, Planning Institute Australia, Hobart, 22-26.*

41. *Street, Peoria, (2007), Land market forces and governments role in sprawl, college of urban*
42. *planning and public Affairs, university of Illinois at Chicago.pp:123-135.*
43. *Tewolde, M.G., and P. Cabral, (2011), Urban Sprawl Analysis and Modeling in Asmara,*
44. *Eritrea, Remote Sensing 3: 2148-2165.*
45. *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.*
46. *Wolk –Musial, E. & Zagajewski, B., (1999), Environmental Remote Sensing, Remote Sensing of Environment Laboratory, Faculty of Geography and Regional Studies, University of Warsaw, Poland.*
47. *Yuan, F., Sawaya K.E., Loeffelholz B.C, Bauer M.E., (2005), Land cover classification and change analysis of the Twin Cities (Minnesota) Metropolitan Area by multi-temporal.*
48. *Zhao,pengjun, (2011), managing urban growth in a transforming china:evidence from Beijing,landuse policy,www.elsevier.com.*
49. *Zha, Y., Gao, J., Ni, S, (2003), "Use of Normalized Difference Built-up Index in [21] automatically mapping urban areas from TM imagery", Journal of Remote sensing, Vol.24, No.3.*