

تمامی پدیده‌های موجود در جهان هستی در حال تغییر و دگرگونی می‌باشند. به طور قطع و یقین می‌توان گفت هیچ پدیده‌ای در کسره زمین وجود ندارد که دچار تغییر و دگرگونی نباشد. تفاوتی که بین پدیده‌ها از لحاظ تغییر وجود دارد، تفاوت در سرعت تغییرات می‌باشد. در بررسیها و مطالعات مربوط به عوارض زمینی و منابع طبیعی به طور کلی می‌توان پدیده‌ها را از لحاظ سرعت تغییر به سه دسته با سرعت زیاد (سیل، زلزله، طوفان، تغییرات آب و هوایی) متوسط (کاربری اراضی، توسعه شهری) و کند (تغییرات توپوگرافی و...) تقسیم نمود.

## بازیابی تغییرات کاربری دهه‌های شهر تهران با فناوری سنجش از دوری

دکتر عباس علی محمدی

عضو هیات علمی دانشگاه تربیت مدرس

هادی اکبری

کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS

بوجود آمده در تاربخهای متفاوت می‌توان به کارگرفت (منبع ۱، ص ۳۵۷). بطور کلی می‌توان گفت در سنجش از دور با توجه به موضوع و هدف مطالعه، روشهای کشف تغییرات به دو روش کلی زیر تقسیم می‌شوند:

### ۱- روش‌های تعیین مناطق تغییر

در این روش، نوع و ماهیت تغییرات مشخص نشده و صرفاً شناسایی مناطق تغییر یافته از مناطق تغییر نیافته در نظر می‌باشد. در این روش از متد تفریق و تقسیم تصاویر و تحلیل مؤلفه‌های اصلی که صرفاً تغییر و یا عدم تغییر را در فاصله بین دو زمان نشان می‌دهند، استفاده می‌شود.

### ۲- روش تغییر مناطق و نوع (از چه نوع کاربری به چه نوع کاربری) و ماهیت تغییرات

در این روش، ابتدا تصاویر چند زمانه با استفاده از نمونه‌های آموزشی و سپس طبقه بندی نظارت شده به کلاسهای مورد نظر، طبقه بندی می‌شوند و سپس نوع و ناحیه تغییر هر کدام از کلاسها مشخص می‌گردند (منبع ۲، ص ۷۸). در بررسی تغییرات کاربری و توسعه شهر تهران، هر دو روش فوق مورد استفاده قرار گرفت. از روش تعیین مناطق تغییر، متد تحلیل مؤلفه‌های اصلی و از روش تعیین نوع و ماهیت تغییرات، متد مقایسه بعد از طبقه بندی، انتخاب و به کار گرفته شد که توضیحات مربوطه به دو روش فوق ذیلآ به اختصار بیان می‌گردد.

### الف- تحلیل مؤلفه‌های اصلی و بازیابی تغییرات

کار اصلی PCA انتقال داده‌ها به محورهای جدید و غیر وابسته به هم می‌باشد و با استفاده از آن، مؤلفه‌هایی تولید می‌شوند که هر یک اطلاعات منحصر بفردی دارند. در استفاده از PCA در بررسی تغییرات، باند‌های چندطیفی تصاویر چندزمانه به عنوان یک مجموعه داده مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. در این فرایند اطلاعات تغییرات در چند مؤلفه ظاهر می‌شوند که بسته به تغییرات حادث شده در منطقه و خصوصیات منطقه و کلاسهای موجود در آن تعداد این مؤلفه‌ها می‌تواند متفاوت باشد. اولین مؤلفه دارای بیشترین مقدار و واریانس خواهد بود که نشانگر عدم تغییرات و محورهای بعدی یا مؤلفه‌های بعدی دارای واریانس کمتر و نشانگر تغییرات حادث شده در یک منطقه می‌باشد. در روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی دو نوع تغییرات ممکن است مشخص شوند:

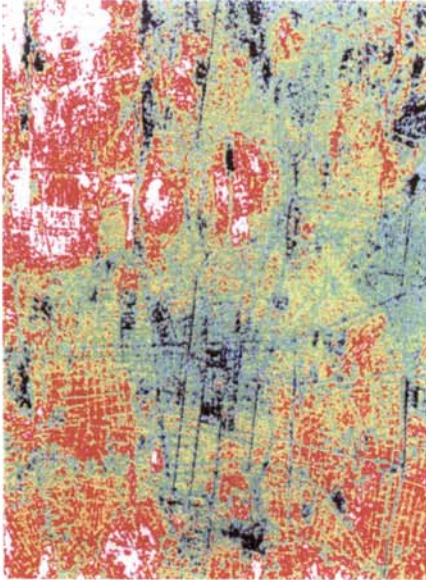
۱- تغییراتی که وسیع بوده و در قسمتهای بیشتری از تصویر صورت گرفته‌اند،

سنجش از دور، امکان مطالعه و بررسی تغییرات در مقیاس زمانی سریع و متوسط را فراهم نموده است. با در اختیار داشتن تصاویر مربوط به دو زمان متفاوت، می‌توان تغییرات به وجود آمده را ارزیابی نمود. بدین منظور با استفاده از تصاویر سالهای ۱۳۶۷ و ۱۳۷۷ از شهر تهران، تغییرات کاربری ایجاد شده بازیابی و تعیین گردیده است. **واژگان کلیدی:** بازیابی تغییرات- سنجش از دور- کاربری اراضی

### مقدمه

یکی از استفاده‌های مهم سنجش از دور یافتن و ردیابی تغییراتی است که در محیطهای طبیعی یا محیطهای ساخته دست بشر اتفاق می‌افتد. روشهای مختلفی برای اندازه گیری تغییرات وجود دارند. ساده ترین آنها بسط مغایرت هر تصویر اصلی (اگر لازم باشد) برای همسان نمودن برد ارزش داده‌ها در هر دوی آنها و سپس کم کردن تصویر دوم از تصویر اول و آنگاه افزودن عددی به همه پیکسلهای تصویر باقی مانده برای آوردن آن در دامنه صفر تا ۲۵۵ برای نمایش آن می‌باشد. در روش دوم به جای تفریق دو تصویر از همدیگر برای نشان دادن تغییر در آنها نسبت بین همان باند در دو تاریخ مختلف را می‌توان به کار برد. هر کجا که مقدار نسبت نزدیک است می‌توان گفت که تغییری اتفاق نیفتاده است. روش سوم استفاده از مؤلفه‌های اصلی (PC) است. ساده ترین مورد بکارگیری یک باند تکی از دو تاریخ مختلف برای مؤلفه‌های اصلی است. اولین مؤلفه‌های اصلی تقریباً معدل دو باند مزبور خواهند بود در حالی که جاهایی که تغییر در آنها اتفاق افتاده است به طور ناهماهنگ دارای DN بالا یا پایین در مؤلفه‌های اصلی دوم خواهند بود. این روش دارای این مزیت است که کشش قبلی داده‌ها لزومی ندارد. با افزودن تصاویر اضافی از تاریخهای مختلف و تولید مؤلفه‌های اصلی اضافی این روش را برای آشکارسازی و تشخیص بین تغییرات

از قبیل اوضاع اتمسفری و جوی و شرایط آب و خاک. به عنوان مثال می‌توان به تغییر اقلیم در یک منطقه اشاره کرد که این تغییرات در میزان پوشش گیاهی اثر مستقیم داشته و می‌تواند از یک زمان به زمانی دیگر مورد بررسی قرار گیرد. ۲- تغییراتی که جزئی بوده و محدود به قسمتهایی از تصویر می‌شود، از قبیل ساخت جاده‌ها و توسعه شهری، تخریب یا توسعه فضای سبز و... که این تغییرات نسبت به نوع اول محدود می‌باشند (منبع ۲، ص ۷۹).



نگاره (۲): تصویر حاصل از PCA نشان دهنده تغییرات کاربری



نگاره (۱): تصویر مرکب از باندهای ۳، ۲ و ۴ از محدوده مورد مطالعه

به منظور بازیابی تغییرات کاربریها در این پژوهش، ابتدا دو مؤلفه اول حاصل از عملیات PCA بر روی باندهای هر یک از دو تصویر که قبلاً در طبقه بندی به کار رفته بود، با هم در یک فایل جداگانه ذخیره و سپس عملیات PCA بر روی این دو مؤلفه که حاوی اطلاعات طیفی در دو زمان متفاوت بودند انجام گرفت. دو مؤلفه جدید از این عملیات حاصل شد که مؤلفه اول دارای بیشترین مقدار واریانس بوده که نشان دهنده مناطق عدم تغییر و مؤلفه دوم با واریانس کمتر و حاکی از تغییرات حادث شده در بین فاصله زمانی دو تصویر می‌باشد. (نگاره (۲)) رنگ روش در نگاره (۲) حاکی از مناطق تغییر یافته می‌باشد. به منظور شناسایی بهتر، مناطق تغییر یافته از سایر مناطق استخراج و به صورت فایل و تصویری جداگانه ذخیره گردید. (نگاره (۳)) همانظوری که در نگاره (۳) مشاهده می‌شود بیشترین تغییرات حادث شده مربوط به منطقه شمالغربی تهران در طی دوره ده ساله می‌باشد.



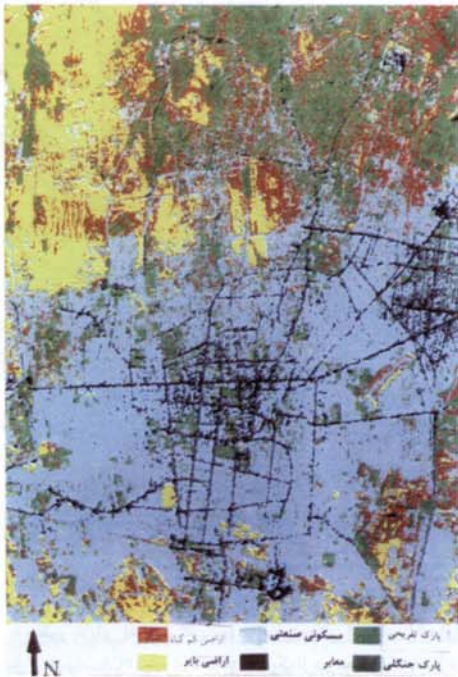
نگاره (۳): مناطق تغییر یافته حاصل از PCA

### ب- مقایسه بعد از طبقه بندی

یکی از روشهای متداول بازیابی و کشف تغییرات، روش مقایسه بعد از طبقه بندی می باشد. در این روش تصاویر چندطیفی که از یک منطقه در دو یا چند زمان متفاوت تهیه شده اند، هر یک به تنهایی طبقه بندی می شوند. سپس دو تصویر طبقه بندی شده به صورت پیکسل به پیکسل با استفاده از ماتریس تغییرات با یکدیگر مورد مقایسه قرار می گیرند (نگاره ۴).

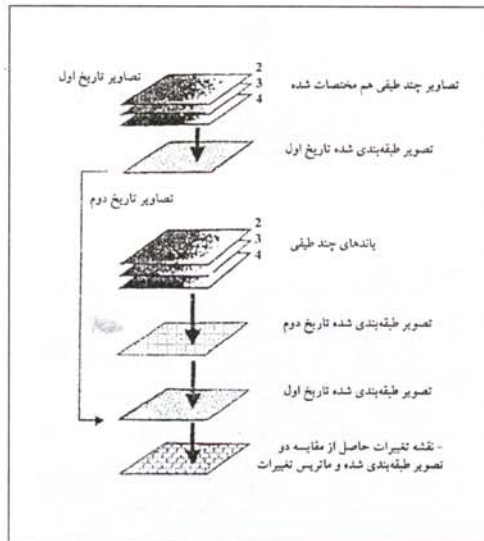
برای بازیابی تغییرات حادث شده در یک منطقه با این روش، تصاویر طبقه بندی شده باید از دقت بالایی برخوردار باشند. در مواردی که اطلاعات بیشتر و جزئی تری از تغییرات نیاز باشد، روش مقایسه بعد از طبقه بندی جهت بازیابی و کشف تغییرات نسبت به دیگر روشها بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد. به عبارت دیگر در این روش می توان از ماهیت تغییرات (from-to) نیز آگاهی حاصل کرد (منبع ۲، ص ۸۰).

صورت می گیرد. روشهای گوناگونی برای عملیات طبقه بندی وجود دارد که در این پروژه از الگوریتم طبقه بندی بیشترین احتمال (MLC) استفاده شده است. MLC متداول ترین روش طبقه بندی با نظارت است که برای طبقه بندی داده های ماهواره ای به کار می رود. در این روش هر پیکسل با بیشترین احتمال به کلاس یا طبقه متناظر تعلق می یابد. کلاسهای طبقه بندی به شش کلاس: ۱- پارکهای تفریحی ۲- پارکهای جنگلی ۳- مسکونی و صنعتی ۴- معابر و خیابان ۵- اراضی با پوشش گیاهی کم ۶- اراضی بایر، دسته بندی و نقشه های کاربری هر دو زمان تهیه گردید. (نگاره های (۵) و (۶))



نگاره (۵): نقشه طبقه بندی کاربری در زمان اول

همانگونه که در نگاره (۳) ملاحظه می شود بیشترین تغییرات دهه ای ایجاد شده در تهران مربوط به قسمت شمال غربی منطقه مورد مطالعه می باشد. لذا به منظور درک عینی تر تغییرات پنجاه ساله با ابعاد ۱۸۰ در ۲۸۰ پیکسل از نقشه های کاربری و بازیابی، انتخاب و نتایج کمی این تغییرات استخراج و تحلیل شده است. برای پی بردن به ماهیت تغییرات، روش مقایسه بعد از طبقه بندی برای پنجاه ساله های یاد شده اعمال و ماتریس تغییرات مربوطه به دو تصویر طبقه بندی استخراج گردیده است. (جدول ۱ و ۲) با توجه به ماتریس تغییرات کاربری ها (جدول ۱) از مجموع ۲۵۵۲۹ پیکسل مربوط به کلاس اراضی بایر در سال ۱۳۶۷ تعداد ۱۰۷۶۴ پیکسل تا سال ۱۳۷۷ به کلاس مسکونی و



نگاره (۴): بازیابی تغییرات به روش مقایسه بعد از طبقه بندی

برای تهیه نقشه کاربری ابتدا بایستی عملیات پیش پردازش از جمله تصحیح هندسی برای اصلاح اعوجاجهای هندسی موجود در تصاویر (که به دلیل حرکات ماهواره و زمین در هنگام تصویربرداری رخ می دهد) صورت گیرد. این عمل با ایجاد ارتباط بین سیستم مختصات تصویر و مختصات جغرافیایی از طریق نقاط کنترل زمینی و با استفاده از نقشه های توپوگرافی بزرگ مقیاس صورت می گیرد. بعد با تعیین تابع مختصات نقشه و تصویر و سپس بررسی میزان خطای نقاط کنترل و در نهایت با بازنویسی تصویر تصحیح شده و عملیات پیش پردازش خاتمه می یابد (منبع ۲، ص ۵۹).

سپس با عملیات PCA و تبدیل اطلاعات ۶ بانده اطلاعاتی TM (به غیر از بانده حرارتی) به سه مؤلفه، عملیات طبقه بندی به منظور تعیین کاربریها

جدول (۱): ماتریس تغییرات کاربری بهادشمال غرب تهران

جمع	اراضی بایر	اراضی با پوشش گیاهی کم	معاپر	مسکونی و صنعتی	پارک جنگلی	پارک تفریحی	۱۳۶۷	۱۳۷۷
۵۲۲۹	۱۵۰۰	۲۵۰۴	۴۶	۳۶۵	۳۵۴	۱۴۶۰	پارک تفریحی	پارک تفریحی
۵۱۰۹	۱۴۶۹	۱۵۱۲	۱۰۴	۷۷۵	۵۳۰	۷۱۸	پارک جنگلی	پارک جنگلی
۲۰۴۸	۱۰۷۶۴	۴۶۹۴	۱۳۲	۳۵۰۹	۵۰۱	۸۸۰	مسکونی و صنعتی	مسکونی و صنعتی
۱۱۰۶	۲۲۱	۲۶۶	۸۶	۲۷۱	۱۴۳	۱۱۹	معاپر	معاپر
۹۱۸۱	۴۹۱۲	۲۶۱۹	۳۲	۸۸۴	۲۰۱	۵۳۳	اراضی با پوشش گیاهی کم	اراضی با پوشش گیاهی کم
۹۷۵۶	۶۶۶۳	۲۰۲۷	۱۰	۴۸۳	۱۲۵	۴۴۸	اراضی بایر	اراضی بایر
۵۰۸۶۱	۲۵۵۲۹	۱۲۶۲۲	۴۱۰	۶۲۸۸	۱۸۵۴	۴۱۵۸	جمع	جمع

جدول (۲): میزان و درصد تغییرات کاربری بهادشمال غرب تهران

درصد تغییر	تفاضل تغییر	تعداد پیکسل ۱۳۷۷	تعداد پیکسل ۱۳۶۷	کاربری
+۲/۰۵٪	+۱۰۷۱	۵۲۲۹	۴۱۵۸	پارک تفریحی
+۶/۴٪	+۳۲۵۵	۵۱۰۹	۱۸۵۴	پارک جنگلی
+۶/۹٪	+۱۴۱۹۲	۲۰۴۸۰	۶۲۸۸	مسکونی و صنعتی
+۱/۳۷٪	+۶۹۶	۱۱۰۶	۴۱۰	معاپر
-۶/۷۶٪	-۳۴۴۱	۹۱۸۱	۱۲۶۲۲	اراضی کم درخت
-۳۱٪	-۱۵۷۷۳	۹۷۵۶	۲۵۵۲۹	اراضی بایر
*	.	۵۰۸۶۱	۵۰۸۶۱	جمع



نگاره (۶): نقشه طبقه بندی کاربری در زمان دوم

صنعتی اختصاص یافته است که بالاترین رقم تغییر بین تغییرات کاربری است. نکته قابل توجه در جدول (۱) اختصاص یافتن ۴۸۳ پیکسل کلاس مسکونی و صنعتی به کلاس اراضی بایر است. این مطلب قدری تأمل برانگیز است زیرا بسیار بعید به نظر می‌رسد که این تعداد پیکسل از کاربری مسکونی و صنعتی در شهری چون تهران به کاربری اراضی بایر تبدیل شود. اما با مراجعه و بررسی جداول مربوط به ماتریس خطا معلوم می‌گردد که به خطا پیکسلهایی از کاربری مسکونی صنعتی به کاربری اراضی بایر اختصاص یافته است و این ارقام خطا برای نقشه کاربری اول و دوم به ترتیب برابر ۹ و ۲۷ می‌باشد. (این ارقام خطا، در محدوده ارقام قابل قبول در طبقه بندی است). بنابراین میزان خطای ناچیز موجود در طبقه بندی عامل این مسئله می‌باشد نه تغییر واقعی کاربری مسکونی صنعتی (منبع ۲، ص ۱۰۰). با توجه به جداول (۱) و (۲) بیشترین تغییرات کاربریها مربوط به کاربری مسکونی صنعتی (۲۷/۹٪) و اراضی بایر (۳۱٪-) می‌باشد. کمترین درصد تغییر مربوط به معاپر (۱/۳۷٪+) بوده است. در منطقه شمال غربی تهران، مناطق مسکونی و پارکها مجموعاً با رشدی حدود ۳۶ درصد مواجه بوده و اراضی بایر و اراضی کم درخت کاهشی ۳۸ درصدی داشته‌اند (منبع ۲، ص ۱۰۲).

#### منابع:

- ۱- طاهرکیا، حسن، اصول و کاربرد سنجش از دور، تهران، جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران، ۱۳۷۵.
- ۲- کیری، هادی، بررسی الگوی توزیع درجه حرارت شهر تهران با استفاده از اطلاعات حرارتی لندست - TM، پایان نامه کارشناسی ارشد، تهران، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۳۷۹.