Archive of SID

# کشف تغییرات رقومی با بهره گیری از داده های دورسنجی برای مانیتورینگ تخریب فضای سبز شهر تبریز

حسن محمودزاده

کارشناس ارشد سنجش از دور و GIS – سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان آذربایجان شرقی

hmahmoodzadeh2000@yahoo.com

شماره تلفن: ۱۹ – ۳۳۲۸۷۱۰ –۰۴۱۱، فاکس: ۳۳۲۷۱۷۱–۰۴۱۱

## چکیده

اشکال طبیعی و مصنوعی زمین بسیار پویا هستند بطوریکه حتی در زندگی روزمره بصورت جزیی شاهد تغییرات سریع آن هستیم. بسیار حائز اهمیت است که اینگونه تغییرات بدرستی درک شود بطوریکه فرایندهای در حال انجام طبیعی و انسانی بهتر فهمیده شود.کشف تغییرات تکنیکی در سنجش از دور می باشد که برای تعیین تغییرات حادث شده در دو یا چند دوره زمانی در مورد پدیده های موجود در یک منطقه بکار می رود.کشف تغییرات فرایند مهمی است برای پایش و مدیریت منابع طبیعی و توسعه شهری چرا که تجزیه و تحلیل کمی از توزیع فضایی منطقه مورد مطالعه را فراهم می کند. در این مطالعه سه تکنیک سنجش از دور مورد ارزیابی قرار گرفت:(۱) مقایسه شاخص گیاهی (۲) تجزیه به مولفه های اصلی (۳) مقایسه پس طبقه بندی.تمامی این تکنیکها با استفاده از داده های TM و +ETM ماهواره لندست در سالهای ۱۹۸۹ و ۲۰۰۱ برای تشخیص تغییرات محیطی خصوصا ً توسعه فیزیکی شهر تبریز و تاثیر آن روی تخریب فضای سبز به کار گرفته شد. این مطالعه یکی از کاربردهای سنجنده نقشه بردار موضوعی ماهواره لندست را با هدف تعیین تغییرات کاربری اراضی و روش شناسی در مقایسه تکنیکهای کشف تغییرات با رویه استاندارد ارزیابی صحت فراهم می کند.

کلمات کلیدی: پس طبقه بندی، داده های چند زمانه دورسنجی، فضای سبز، کشف تغییرات

## ۱– مقدمه

امروزه تغییر غیر اصولی کاربری اراضی بویژه در مناطق شهری یکی از مهمترین معضلات شهرهای کشور به حساب می آید، بدینصورت که تحول اکثر کاربریها بدون در نظر گرفتن ارزیابی های علمی صورت گرفته و موجب مسایل عدیده محیطی در سطح شهرها شده است. رشد بی رویه شهر تبریز، به عنوان بزرگترین کلانشهر شمالغرب کشور، در طی دو دهه اخیر نمونه ای از این مسائل است. بر اساس ویژگی تکرار پذیری در تصویر برداری داده های ماهواره ای، تخریب فضای سبز شهر تبریز به عنوان یکی از مهمترین پیامدهای توسعه فیزیکی این شهر جهت مدیریت بهینه شهر تبریز

www.SID.ir

Archive of SID

در در سالهای آتی در محیط GIS مدل سازی شده است. یکی از اهداف پردازش تصاویر ماهواره ای استخراج تغیرات ایجاد شده در روند پوشش زمین و کاربری اراضی است. مطالعات متعددی در این ارتباط انجام شده که به اختصار به بعضی از آنها اشاره می گردد. سونار (۱۹۹۸)[1] از پنج روش پردازش تصاویر ماهواره ای شامل روی هم انداختن، تفریق، تقسیم و تحلیل مولفه های اصلی و مقایسه طبقه بندیها جهت تحلیل تغییرات کاربری اراضی در ناحیه «آیکیتالی» ترکیه استفاده کرده و به این نتیجه رسید که در بین روشهای ذکر شده تکنیک روی هم انداختن و تفریق تصاویر روشهای نسبتا ً آسانی بوده اما تحلیل مولفه های اصلی و طبقه بندی تصویرنتایج بهتری را جهت کشف تغییرات ارائه می دهند. تاردی و کونگالتون (۲۰۰۱)[2] از سه روش ترکیب رنگی تصاویر چندزمانه ای، تفریق تصاویر و طبقه بندی در منطقه ماساچوست برای بررسی رشد فیزیکی مناطق شهری و تغییرات استفاده کردند و روش پس طبقه بندی را برای دستیابی به صحت تغییرات مناسب تشخیص دادند. غیاثوند(۱۳۷۶) از روشهای تحلیل مولفه های اصلی و تفریق تصاویر جهت تهیه نقشه تغییرات کاربری اراضی در جنوب تهران استفاده کرده و به این نتیجه رسید که کاربرد روش تحلیل همبستگی توام با تحلیل مولفه های اصلی نسبت به روشهای تفریق تصاویر و تحلیل مولفه های اصلی نتایج بهتری را نشان می دهد. جهانی(۱۳۷۷) با استفاده از تصاویر ماهواره ای اسپات و با استفاده از شاخص گیاهی *NDVI*[3] و رقومی کردن بر روی مانیتور کامپیوتر اقدام به بررسی روند توسعه و تغییرات شهر تهران کرده است و به کارگیری تصاویر اسپات به همراه قابلیتهای GIS را در بررسی تغییرات کاربری اراضی شهری مناسب ارزیابی نموده است.در نهایت در مورد پیشینه تحقیقات انجام شده در مورد کشف تغییرات کاربری اراضی می توان اینگونه جمع بندی کرد که اکثر محققان از روش تفریق تصاویر و تجزیه به مولفه های اصلی برای آشکارسازی تغییرات استفاده کرده اند و با طبقه بندی تصاویر چندزمانه تغییرات رخداده را به صورت کمی ارائه کرده اند.

## ۲- مواد و روشها

الف – داده های سنجنده *TM* و *ETM+* در تاریخهای ۱۹۸۹/۶/۳۰ و۲۰۰۱/۷/۲ به گذر و ردیف۳۴–۱۶۸ ماهواره لندست ۴ و۷، تعداد باند ۷ و ۸، قدرت تفکیک رادیومتریک ۸ بیت، قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر

ب– ۸ شیت نقشه توپوگرافی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ از بلوک تبریز به شماره های

*Ne52662 - Ne52663 - Nw52662 - Nw52663 - Se52662 - Se52663 -Sw52662 -Sw52663*

ج– نرم افزار های ERDAS IMAGINE8.5 و ARCVIEW3.3

در این تحقیق برای مدلسازی تخریب فضای سبز شهر تبریز از روشهای کشف تغییرات در سنجش از دور شاخص رده بندی تصاویر NDVI، تجزیه به مولفه های اصلی و پس طبقه بندی استفاده شد.

## ۳- پیش پردازش داده های ماهواره ای

در فرایند پیش پردازش تصاویر ماهواره ای، قبل از شناخت و استخراج اطلاعات، حذف هرگونه آثار جوی از ضروریات است. حذف آثار سوء جو زمانی بیشتر احساس میشود که هدف مقایسه تصاویر چندزمانه

[1] *Sunar*(1998)
[2] *Tardi & Congaltion*(2001)
[3] *NDVI (Normalized Difference Vegetation Index*)

www.SID.ir

Archive of SID

باشد(دیسفانی،۱۳۷۷). در تحقیق حاضر، برای تصحیحات اتمسفری از روش کم کردن ارزش پیکسلهای تیره استفاده شد. این امر به دلیل وجود دریاچه ارومیه و داشتن عارضه آب در منطقه صورت گرفت. لازم به ذکر است که این روش تنها برا ی تصویر *TM* سال ۱۹۸۹ استفاده قرار گرفت تصویر *ETM+* سال ۲۰۰۱ توسط سازمان زمین شناسی آمریکا تصحیح اتمسفری شده بود وکنترل هیستوگرام این تصویر نشاندهنده عدم وجود مقادیر Offset در این تصویر بود. برای آماده سازی دو یا چند تصویر ماهواره ای به منظور مقایسه آشکارسازی تغییرات تصحیح هندسی تصاویر ضروری است(مک لود و کونگالتون،۱۹۹۸). برای تقلیل اثراث خطای تطبیق سازی تصحیح هندسی به صورت پیکسل به پیکسل به کارگرفته می شود. اگر خطای تطبیق سازی بزرگتر از یک پیکسل باشد، ممکن است اشتباهات فاحشی حاصل آید(لونتا و الویج،۱۹۹۸). تعداد نقاط کنترل زمینی انتخاب شده برای تصحیح هندسی هر یک از تصاویر سال ۱۳۶۸ و ۱۳۸۰، ۱۸ نقطه بود که در انتخاب این نقاط سعی گردید که از سرتاسر تصویر انتخاب شوند تا مدل ریاضی که برای پیدا کردن ضرایب مجهول در معادله مورد استفاده قرار می گیرد، خطای کمتری داشته باشد. برای تبدیل مختصات تصویر تصحیح شده به تصویر تصحیح نشده از تابع درجه اول استفاده گردید و برای نمونه گیری مجدد ارزش پیکسلهای تصویر تصحیح شده از روش نزدیکترین همسایه استفاده شد. تصویر سال ۱۳۸۰ و ۱۳۶۸ با روش تصویر به تصویر تصحیح هندسی و هم مختصات گردیدند. خطای *RMS* برای تصویر سال ۱۳۶۸، ۳/۸۴ متر و برای تصویر سال ۱۳۸۰، ۳/۴۸ متر محاسبه گردید. سپس با استفاده از نقشه های توپوگرافی محدوده شهر تبریز از تصاویر مذکور ماسک گردید.

## ٤- روشهای کشف تغییرات

### ٤-١- شاخص رده بندی تصاویر *NDVI*

پوشش گیاهی در حالت سلامت، امواج باند نزدیک به مادون قرمز را به خوبی منعکس می نماید بنابراین شاخص *NDVI* می تواند برای بررسی پوشش گیاهی و ارزیابی آن در طول یک دوره معین مورد بهره برداری قرار گیرد. در این شاخص مقدار عددی هر پیکسل بین ۱+ و ۱- متغیر بوده و برای مناطق دارای پوشش گیاهی از ۰/۱ (پوشش گیاهی تنک ) تا ۰/۶ (پوشش گیاهی متراکم) می باشد(محمدی،۱۳۷۹). در محاسبه نسبتهای پیچیده از جمع و تفریق باندهای طیفی استفاده می شود، این واقعیت که در روش *NDVI* به جای استفاده از قدر مطلق از حاصلجمع و تفاضل باندها استفاده می شود کاربرد آن را در مطالعاتی که هدف مقایسه زمانی باشد مناسبتر می سازد، زیرا که *NDVI* کمتر تحت تاثیر تغییرات جوی قرار می گیرد(دیسفانی،۱۳۷۷).

مقدار *NDVI* برای تصاویر سنجنده TM و +ETM از رابطه ۱ محاسبه می شود:

رابطه(۱)

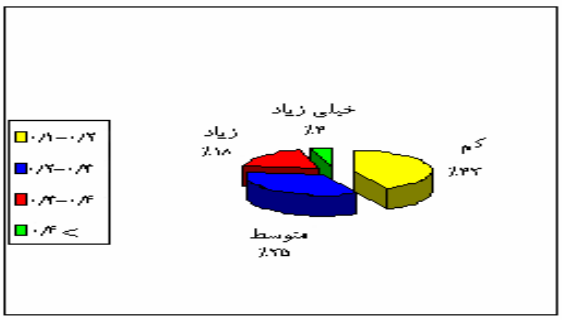
$$NDVI = \frac{(B4 - B3)}{(B4 + B3)}$$

برای ارزیابی کاهش فضای سبز شهر تبریز در این تحقیق نقشه های شاخص *NDVI* که از تصاویر ماهواره ای سال ۱۳۶۸ و ۱۳۸۰ استخراج شده بود به محیط *GIS* انتقال و پارامترهای آماری مربوطه محاسبه شده است. در مورد ارزیابی تخریب فضای سبز شهری در طی سالهای ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۰ شاهد تغییر رقم۲۵۳۰ هکتار به ۱۲۴۹/۱ هکتار هستیم، یعنی شاهد کاهش و یا به عبارت بهتر تخریب ۴۹/۳۷ درصد از فضای سبز شهر تبریز در طی ۱۲ سال هستیم(نمودار۱،جدول۱).

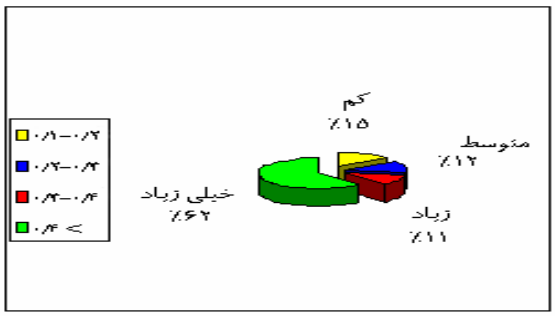
www.SID.ir

Archive of SID

مساحت به درصد(۱۳۶۸)




مساحت به درصد(۱۳۸۰)

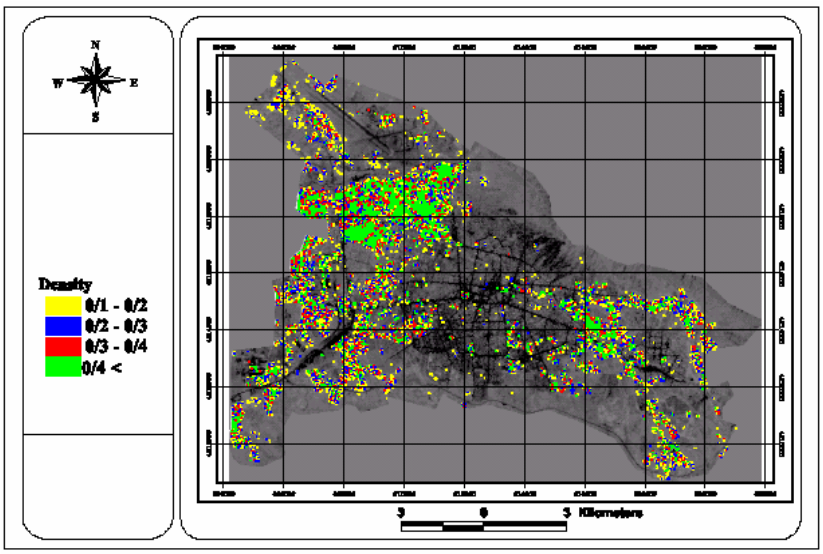



نمودار۱: مقایسه درصد تغییرات تراکم پوشش گیاهی شهر تبریز سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۰ محاسبه شده با شاخص *NDVI*

جدول۱ : تغییرات تراکم شاخص NDVI در طی سالهای ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۱ (واحد هکتار)

| میزان تراکم پوشش گیاهی | کد تراکم | مساحت به هکتار سال ۱۳۶۸ | مساحت به هکتار سال ۱۳۸۰ |
|---|---|---|---|
| کم | ۰/۱ -۰/۲ | ۳۸۵/۹۱ | ۵۳۶/۹۹ |
| متوسط | ۰/۲-۰/۳ | ۳۰۳/۷۱ | ۴۳۱/۸۵ |
| زیاد | ۰/۳-۰/۴ | ۲۷۹/۵۴ | ۲۲۴/۷۸ |
| خیلی زیاد | ۰/۴> | ۱۵۶۰/۸۴ | ۵۵/۵۴ |

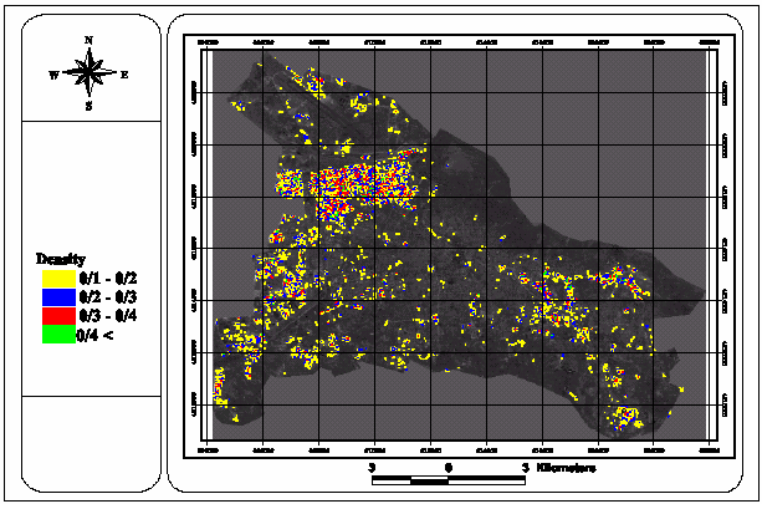
با مقایسه نقشه رده بندی تراکم شاخص *NDVI* برای فضای سبز شهری استخراج شده از تصویر *TM* ۱۳۶۸ و تصویر *ETM+* ۱۳۸۰رده تراکمی خیلی زیاد تقریبا ً در سال ۱۳۸۰ دیده نمی شود که این مساله از توسعه فیزیکی شهر در جهت شمال غرب و شرق ناشی شده است(اشکال ۳،۲،۱)



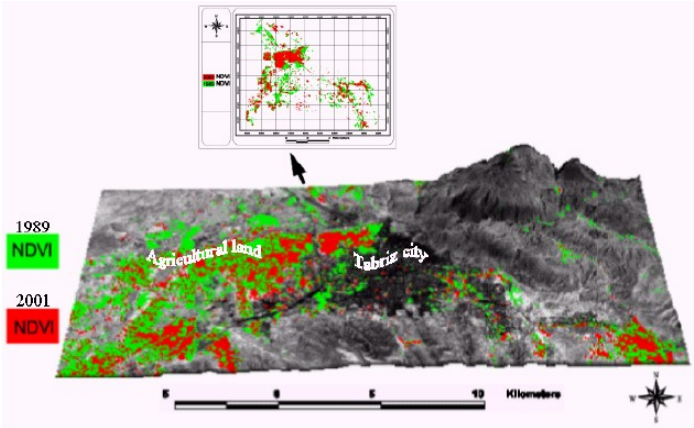

شکل۱: رده بندی تراکم شاخص NDVI سال ۱۳۶۸(TM) برای فضای سبز شهر تبریز

www.SID.ir

Archive of SID




شکل۲: رده بندی تراکم شاخص NDVI سال ۱۳۸۰(ETM+) برای فضای سبز شهر تبریز



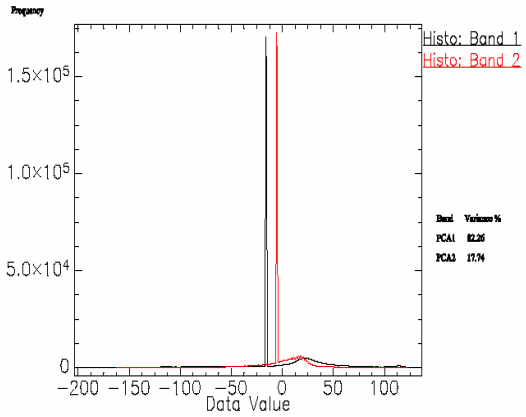

شکل۳: تغییرات فضای سبز شهر تبریز استخراج از همپوشانی شاخص NDVI سال ۱۳۶۸و ۱۳۸۰

## ٤-۲- تجزیه به مولفه های اصلی

ساده ترین مورد در کشف تغییرات با روش تجزیه به مولفه های اصلی(*PCA*) بکارگیری یک باند تکی از دو تاریخ مختلف برای مولفه های اصلی است. اولین مولفه های اصلی تقریبا ً معدل دو باند مزبور خواهند بود، در حالیکه جاهایی که تغییر در آنها اتفاق افتاده است به طور ناهماهنگ دارای *DN* بالا یا پایین در مولفه های اصلی دوم خواهند بود. این روش دارای این مزیت است که کشش قبلی داده ها لزومی ندارد(طاهرکیا،۱۳۷۵). در روش تحلیل به مولفه های اصلی تصاویر *NDVI* تولید شده از دو تاریخ به دو مولفه اصلی تبدیل می شوند که مولفه اول نشاندهنده عدم تغییرات پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه بوده و مولفه دوم نشانگر تغییرات حادث شده در پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه می باشد. نتایج بدست آمده از تحلیل *NDVI* با مولفه های اصلی، نشان می دهد که مولفه اول با مقدار واریانس ۸۴/۱۸ درصد(حدود عدم تغییرات) و مولفه دوم با مقدار واریانس ۱۷/۷۴ درصد (حدود عدم تغییرات) در پوشش گیاهی شهر تبریز از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۰ اتفاق افتاده است.روند تغییرات در هیستوگرام باندهای دوگانه *NDVI* تجزیه شده به مولفه های اصلی با جابجایی نمودار باند دوم با رنگ قرمز از مرکز به اطراف قابل تشخیص است(شکل۴).

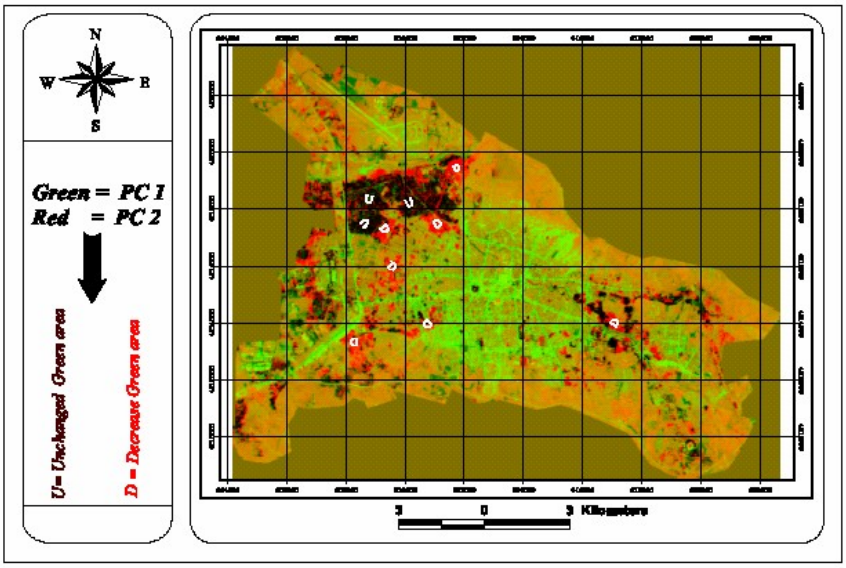
www.SID.ir

Archive of SID




شکل۴: هیستوگرام باندهای ۲گانه *PCA* تصویر شاخص *NDVI* سال ۱۳۶۸ و ۱۳۸۰

بااستفاده ازتکنیک تفریق باند تلفیقی قرمز و سبز و نمایش تصویر PC1 در لایه سبز و PC2 در لایه قرمز مناطق تخریب شده فضای شبز شهری با رنگ قرمز روشن آشکارسازی می شود(شکل۵).




شکل۵:آشکارسازی مناطق تخریب شده فضای سبز با تصویر ترکیبی باند تلفیقی قرمز- سبز

## ٤-۳- روش پس طبقه بندی

با محاسبه شاخص فاکتور بهینه و عملیات Data fusion و تشخیص دادن باند های۷،۵،۴،۳ به عنوان بهترین باندها، با توجه به مقیاس خروجی حاصل از تصاویر *TM* کلا ً از لحاظ پوشش و کاربری اراضی در محدوه شهر تبریز ۴ کلاس کاربری به شرح زیر انتخاب شد.

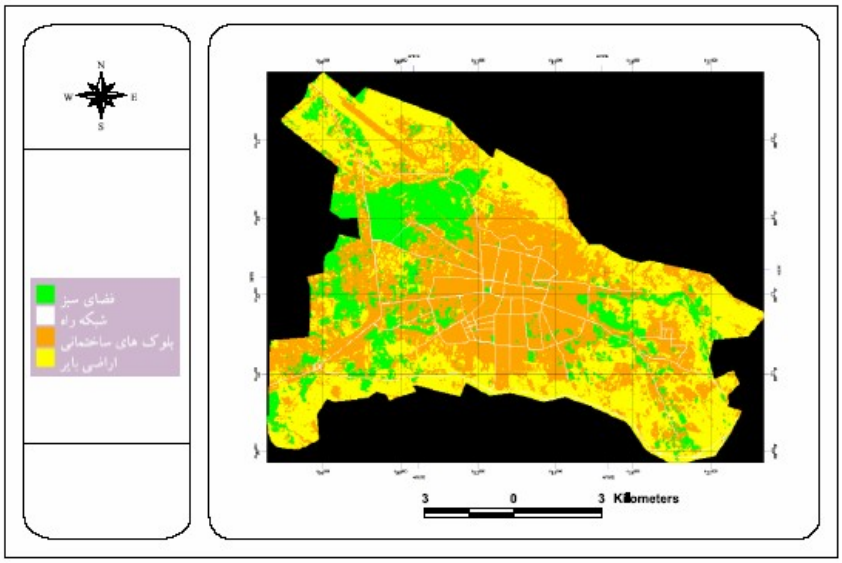
بلوک ساختمانی(مسکونی، تجاری، آموزشی، فرهنگی – ورزشی، صنعتی) ۲- فضای سبز ۳-شبکه راهها۴- اراضی بایر. با همپوشانی نقشه های رقومی توپوگرافی و ایجاد تصاویر کاذب رنگی مختلف سعی گردید در انتخاب نمونه های آموزشی پراکندگی مناطق برداشت نمونه در تمام تصویر رعایت شود تا توزیع نمونه ها نرمال باشد. سپس با استفاده از الگوریتم طبقه بندی کننده ماکزیمم احتمال تصاویر TM ۱۳۶۸ و +ETM ۱۳۸۰ طبقه بندی گردیدند. برای از بین بردن

www.SID.ir

Archive of SID

ارزشهای کو چک و پراکنده تصاویر طبقه بندی شده از فیلتر اکثریت گردید و در نهایت دقت تصاویر طبقه بند ی شده در جداول مربوطه آورده شده است.(اشکال ۷،۶ وجداول ۳،۲).

پس از این عملیات با استفاده از اطلاعات سیستم تصویر و سیستم مختصات واحد تصاویر طبقه بندی شده بر همدیگر تطبیق سازی۲ شده و ماتریس حالت اولیه – حالت ثانویه تولید شد و تغییرات کلاسهای کاربری در طول دوره مورد مطالعه محاسبه گردید. با دقت در کلاس فضای سبز با مساحت ۲۵۰۹ هکتار در سال ۱۳۶۸ به ۱۲۴۵ هکتار در سال ۱۳۸۰ کاهش پیدا کرده است. درصد تغییرات حادث شده با رقم ۵۰/۳۹- سهم کاربری بلوکهای ساختمانی را در کاهش ۸۶۶ هکتار از این کاهش را این کاربری نمایان تر می نماید.(جدول۴)



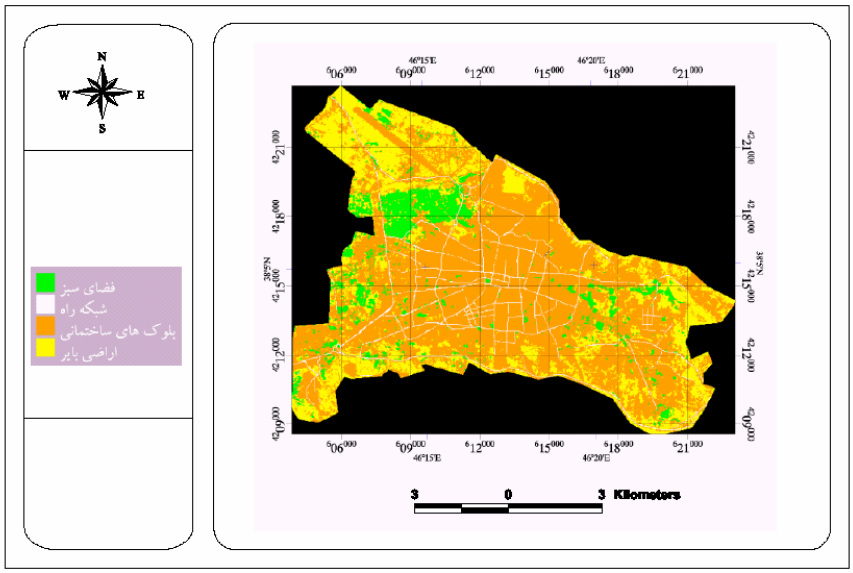

شکل ۶:تصویر طبقه بندی شده سال ۱۳۶۸

جدول۲: ماتریس خطای طبقه بندی تصویر سال ۱۳۶۸

| کمیشن(٪) | مجموع | اراضی بایر | بلوکهای ساختمانی | شبکه راه | فضای سبز | کلاس |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۰ | ۱۲۴۴ | ۰ | ۰ | ۰ | ۱۲۴۴ | فضای سبز |
| ۰/۴ | ۲۰ | ۰ | ۸ | ۱۲ | ۰ | شبکه راه |
| ۰/۰۰۳۱۹ | ۶۲۶ | ۱ | ۶۲۴ | ۰ | ۱ | بلوکهای ساختمانی |
| ۰/۰۰۳۶۹ | ۱۰۸۳ | ۱۰۷۹ | ۴ | ۰ | ۰ | اراضی بایر |
| | ۲۹۷۳ | ۱۰۸۰ | ۶۳۶ | ۱۲ | ۱۲۴۵ | مجموع |
| | | ۰/۰۰۰۹۲ | ۰/۰۱۸۸۶ | ۰ | ۰/۰۰۰۰۸ | امیشن(٪) |

www.SID.ir

Archive of SID




شکل ۶:تصویر طبقه بندی شده سال ۱۳۸۰

جدول۳: ماتریس خطای طبقه بندی تصویر سال ۱۳۸۰

| کلاس | فضای سبز | شبکه راه | بلوکهای ساختمانی | اراضی بایر | مجموع | کمیشن(٪) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| فضای سبز | ۸۶۶ | ۰ | ۰ | ۰ | ۸۶۶ | ۰ |
| شبکه راه | ۰ | ۱۵ | ۰ | ۰ | ۱۵ | ۰ |
| بلوکهای ساختمانی | ۰ | ۶ | ۵۷۷ | ۰ | ۵۸۳ | /۰۱۰۲۹ |
| اراضی بایر | ۰ | ۰ | ۱ | ۵۸۶ | ۵۸۷ | ۰/۰۰۱۷۰ |
| مجموع | ۸۶۶ | ۲۱ | ۵۷۸ | ۵۸۶ | ۲۰۵۱ | |
| امیشن(٪) | ۰ | ۰/۲۸۵۷۱ | ۰/۰۰۱۷۳ | ۰ | | |

جدول۴: مقایسه نتایج حاصل از روش پس طبقه بندی(واحد هکتار)

| | فضای سبز | اراضی بایر | بلوکهای ساختمانی | شبکه راه | مجموع ردیف | مجموع کلاس |
|---|---|---|---|---|---|---|
| فضای سبز | ۹۸۴۴۴۷۰ | ۱۱۸۰۱۹۹/۲۵ | ۱۳۳۱۲۷۷/۷۵ | ۵۶۰۴۵/۲۵ | ۱۲۴۱۱۹۹۲/۲۵ | ۱۲۴۵۰۹۸۰/۲۵ |
| اراضی بایر | ۶۲۴۹۴۵۱/۵۰ | ۲۵۶۷۸۴۷۱/۵۰ | ۵۹۶۶۷۸۸/۵۰ | ۱۲۲۶۴۹/۷۵ | ۳۸۰۱۷۳۶۱/۲۵ | ۳۸۲۰۷۴۲۷/۷۵ |
| بلوکهای ساختمانی | ۸۶۶۶۷۰۷/۵۰ | ۲۷۳۲۹۷۷۵/۷۵ | ۵۷۵۶۷۴۰۶/۵۰ | ۱۸۴۲۱۸۸۳ | ۹۵۴۰۶۰۷۲/۷۵ | ۹۵۵۲۷۰۹۸ |
| شبکه راه | ۳۲۱۶۵۱ | ۹۴۰۵۸۵/۵۰ | ۲۵۰۱۷۳ | ۱۸۹۰۹۱۹ | ۵۶۵۴۸۸۴/۵۰ | ۵۶۵۸۹۴۵/۷۵ |
| مجموع کلاس | ۲۵۰۹۹۳۳۷/۲۵ | ۵۵۳۳۴۵۳۱/۲۵ | ۶۷۴۳۵۴۳۱/۷۵ | ۳۹۱۱۷۹۶ | | |
| تغییرات کلاس | ۱۵۲۵۴۸۶۷/۲۵ | ۲۹۶۵۶۰۵۹/۷۵ | ۹۸۶۸۰۲۵/۲۵ | ۲۰۲۰۸۷۸ | | |
| تفریق تصاویر | -۱۲۶۴۸۳۵۷ | -۱۷۱۲۷۱۰۹/۵۰ | ۲۸۰۹۱۶۶۶/۲۵ | ۱۷۴۷۱۴۹/۷۵ | | |

www.SID.ir

Archive of SID

## ۵- نتیجه گیری و پیشنهادات

تحقیق جاری نشان می دهد که گسترش فیزیکی شهر تبریز از لحاظ کاربری مسکونی با تکوین و توسعه شهرک های متعدد باعث کاهش ۴۹/۳۷ درصدی (۱۲۸۰/۹هکتار) فضای سبز شهری تبریز طی دوره ۱۲ ساله (۱۳۸۰- ۱۳۶۸) شده است. نقش تخریبی ساخت و ساز های غیر اصولی در کاهش وسیع فضای سبز شهر تبریز از ۲۵۳۰ هکتار به ۱۲۴۹/۱ هکتار با بررسی شاخص رده بندی تراکمی *NDVI* و پس طبقه بندی امکان پذیر گردید. برای بررسی تفصیلی با استفاده از الگوریتم طبقه بندی کننده ماکزیمم احتمال کل شهر تبریز در چهار کلاس فضای سبز، بلوکهای ساختمانی، شبکه راه و اراضی بایر رده بندی گردید و با استفاده از روش پس طبقه بندی و تولید ماتریس حالت اولیه- حالت نهایی تقابل کلاس فضای سبز با بلوکهای ساختمانی (اراضی ساخته شده) مشخص گردید. نتایج بدست آمده از این مطالعه و تحقیق را در یک جمع بندی کلی و فهرست آور می توان به شرح زیر خلاصه نمود:

ارزیابی دقیق و آمار مکانی تخریب فضای سبز شهر تبریز در اثر توسعه فیزیکی شهر تبریز با استفاده از تصاویر ماهواره ای امکان پذیر است

تهیه نقشه فضای سبز شهر تبریز برای سالهای ۱۳۶۸ و ۱۳۸۰ و عملیات همپوشانی جهت تهیه نقشه تغیرات فضای سبز شهر تبریز در محیط GIS علمی تر می باشد

برای ارائه مدل بسیار دقیق و کاربردی از تغییرات پوشش زمین و کاربری اراضی باید از تصاویر ماهواره ای با قدرت تفکیک بالا نظیر: اسپات و آیکونوس استفاده نمود.

## منابع


۱. جهانی، علی "بررسی روند توسعه و تغییرات تهران(۱۳۷۶-۱۳۶۵) با استفاده از داده های ماهواره ای اسپات" مجله شهرنگار، شماره پیاپی۶ – ۵، (۱۳۷۷)

۲.غیاثوند, غلامرضا "تهیه نقشه های تغییرات کاربری اراضی با استفاده از تصاویر چندزمانه" پایاننامه کارشناسی ارشد, دانشگاه تربیت مدرس، (۱۳۷۶)

۳.لایندرس. جی.جی.ام" اصول و کاربرد سنجش از دور" ترجمه طاهرکیا حسن ، انتشارات جهاد دانشگاهی تهران، (۱۳۷۵)

٤.محمدی، علیرضا" تعیین بهترین شاخص برای نشان دادن تراکم پوشش گیاهی در منطقه نمرود فیروزکوه با استفاده از سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی" مجموعه مقالات همایش کاربرد سنجش از دور و GIS در مطالعه مناطق بیابانی، (۱۳۷۹)

۵.میذر، پل.ام "پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور" ترجمه نجفی دیسفانی محمد، انتشارات سمت، (۱۳۸۲)

6. Macleod,R.S & R.G.Congalton.(1998)." A Quantitative Comparison of Change Detection Algorithms for Monitoring Eelegrass from Remotely Sensed Data." Photogrammetric and Engineering Remote Sensing, 64(3): 207-216.
7. Peter Sean Tardie & Russell G.Congalton. (2001)." A Change Detection Analysis:Using Remotely Sensed Data to Assess the Progression of Development in ESSEX Counyy,Massachuetts from 1990 to2001." Department of Natural Resources.University of New Hampshire Durham.
8. Sunar, F.( 1998). "An Analysis of Changes in a Multi-data Set. a Case Study in the Ikitelli area Istanbul Turkey." Int, J, Remotsensing, Vol 19:245-265.
9. Yuan,D. and C.Elvidge.(1998)." NALC Land Cover Change Detection Pilot Study:Washington D.C Area Experiments." Remote Sensing of Environment,66:166-178.


www.SID.ir