

بررسی تأثیر خشکسالی بر تغییرات پوشش گیاهی و فضای سبز شهر اصفهان با استفاده از داده‌های چند زمانه TM و ETM+ ماهواره لندست

## Detection of Drought Effects Change on Isfahan City Green Vegetation Cover by Using Landsat TM and ETM+ Data

احمد مختاری<sup>۱</sup>، ناهید کاوه‌زاده<sup>۲</sup>، فرزاد شنبه دستجردی<sup>۳</sup>

۱- عضو هیات علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان. [mokhtari@icrasn.com](mailto:mokhtari@icrasn.com)

۲- کارشناس مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

۳- کارشناس ارشد مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان

### چکیده

امروزه استفاده از سامانه‌های سنجش از دور جزء لاینفک مطالعات زیست محیطی و از اسناد معتبر در بررسی‌های اقتصاد محیط زیست، توسعه سامانه‌های دقیق‌تر مسایل شهری و تغییرات کاربری اراضی در این عرصه و پایش مداوم آن محسوب می‌شود. تحقیق حاضر با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور به بررسی روند تغییرات پوشش گیاهی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۹ پرداخته و تأثیر خشکسالی بر تغییرات پوشش گیاهی محدوده‌ای انتخابی از شهر اصفهان را مورد مقایسه قرار داده است. در این تحقیق داده‌های ماهواره Landsat7 (ETM+) پس از انجام تصحیحات هندسی و رادیومتریک با روش‌های مختلف پردازش داده‌ها به منظور آشکار سازی پوشش گیاهی، آنالیز گردید. بهترین روش، برای هر یک از زمان‌های مورد بررسی، براساس تحلیل همبستگی بین تعدادی از شاخص‌های سنجش از دور، بارزسازی پوشش گیاهی و داده‌های برداشت شده از دنیای واقعی در نقاط نمونه‌برداری، انتخاب شد. نتایج حاصله کارآیی شاخص TVI برای داده‌های سال ۱۹۹۰ و شاخص RVI برای داده‌های سال ۱۹۹۹ همبستگی بهتر و مناسب‌تری را با پوشش گیاهی در نقاط نمونه‌برداری نشان داد. شاخص‌های انتخاب شده در این تحقیق افزایش نسبی سطح مناطق با درصد

تاج پوشش کمتر (از ۳۲٪ به ۵۳٪) و کاهش سطح کلاس‌های با درصد تاج پوشش بالا (۲۳٪ به ۱۱٪) را به وضوح نشان داد. بررسی تغییرات پوشش سبز شهر اصفهان به خوبی تاثیر خشکسالی و تغییر کاربری‌های شهری را در دوره مورد بررسی نشان داد.

**کلمات کلیدی:** سنجش از دور، لندست، پوشش گیاهی، پایش، خشکی، اصفهان.

### مقدمه

پوشش گیاهی به عنوان یک عامل دینامیک و موثر بر شرایط زیستی، باید دائماً از لحاظ کمی و کیفی مورد بررسی قرار گیرد، داده‌های ماهواره‌ای با یک برنامه‌ریزی منظم و حساب شده می‌تواند کمک شایانی در این مورد به برنامه‌ریزی‌های زیست محیطی به ویژه تحت شرایط خاصی نظیر وقوع بحران خشکسالی نماید (مختاری، ۱۳۷۹). با استفاده از ویژگی‌های داده‌های ماهواره‌ای، نظارت، ارزیابی و کنترل اقداماتی که به نحوی بر محیط زیست تأثیر دارند به سرعت و با دقت مناسب قابل دستیابی و حتی پیش بینی (بر اساس مدل پیش بینی کننده که در نتیجه بررسی عوامل مؤثر در زمان‌های گذشته بدست آمده است) می‌باشد. بررسی داده‌های ماهواره‌ای موجود و ارزیابی توانایی‌ها و محدودیت‌های آنها به منظور استفاده در فاز تفضیلی مطالعات اجرایی - کاربردی (با توجه به پیشرفت‌های اخیر در سنجش از دور و قابلیت دستیابی به داده‌های ماهواره‌ای بسیار دقیق - با قدرت تفکیک زمینی ۱ تا ۴ متر به عنوان مثال در داده‌های IKONOS و با یک برنامه‌ریزی صحیح می‌توان در جنبه‌های مختلف مدیریت منابع طبیعی از این داده‌ها به خوبی و قابلیت اعتماد بالا استفاده نمود) از زمینه‌های ضروری و لازم در بررسی‌های علوم زمین می‌باشد.

کسب اطلاعات درباره وضعیت پوشش گیاهی از قبیل میزان و پراکنش آنها از اهمیت زیادی برخوردار است. استفاده از داده‌های ماهواره‌ای امکان مطالعه گسترده پوشش گیاهی را فراهم می‌سازد. به منظور کاهش اثر بازتابی سایر پدیده‌های سطح زمین و افزایش اطلاعات مربوط به پوشش گیاهی، از شاخص‌های گیاهی (Vegetation Indices) استفاده می‌شود. در واقع شاخص‌های گیاهی برای متمایز ساختن پوشش‌های گیاهی از پدیده‌های دیگر که توسط تک باندها ممکن نیست به کار می‌رود (علوی پناه، ۱۳۸۲). این شاخص‌ها با تراکم برگ همبستگی

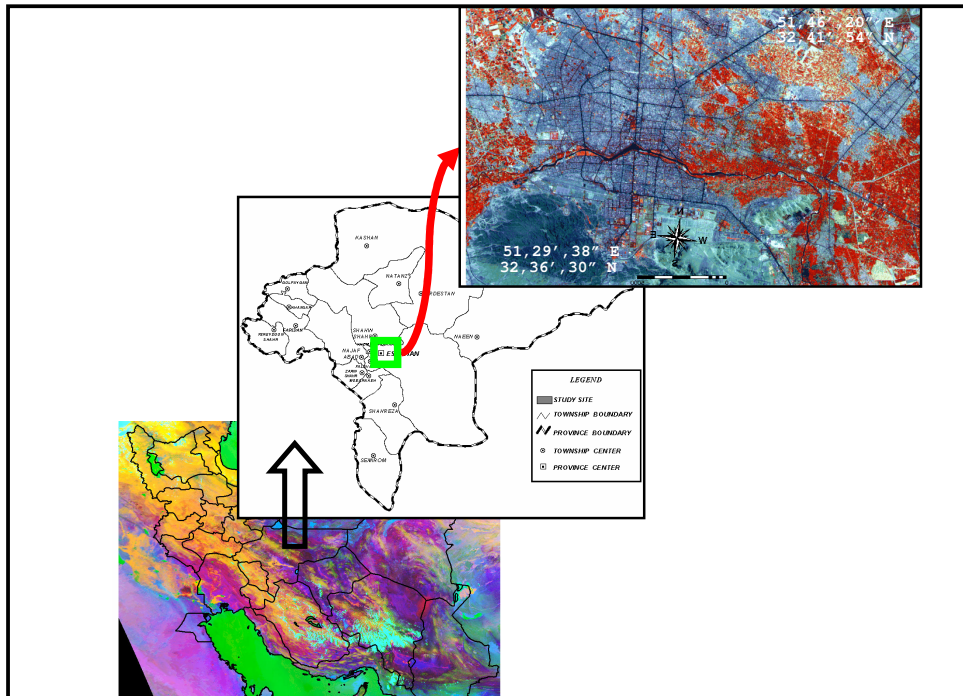
خوبی را نشان می‌دهند لیکن به سه فاکتور ارتفاع و زاویه تابش خورشید، خاک و تاثیرات جوی حساس هستند (Sepehri and Mottaghi, 2002). استفاده از شاخص‌های گیاهی چنین امکانی را فراهم می‌سازد که بتوان تجزیه و تحلیل‌های ریاضی را بر داده‌ها اعمال کرد. سنجنده ماهواره‌ها از پوشش گیاهی اطلاعات متفاوتی دریافت می‌کنند که با تجزیه و تحلیل این اطلاعات می‌توان پوشش‌های گیاهی مختلف را تا حدودی مشخص نمود (Kajeddin, 1995).

در بررسی‌های اکولوژیک مناطق خشک، نیاز به بررسی عوامل مختلفی نظیر درجه حرارت هوا و سطح زمین، رطوبت هوا و خاک، تبخیر و تعرق و سایر ویژگی‌های این اکوسیستم حساس می‌باشد. با داشتن یک داده خام ماهواره‌ای بسیاری این جنبه‌ها قابل شناسایی، بررسی، تجزیه و تحلیل و در نهایت با پایش مداوم فاکتورهای مختلف زیست محیطی می‌توان مدیریت مناسب‌تری را در این محیط اعمال نمود.

هدف این تحقیق مقایسه پوشش گیاهی که به روش‌های تحلیل رقومی بارزسازی (Characterize) شده‌اند در دو زمان غیر خشکسالی (۱۹۹۰) و خشکسالی (۱۹۹۹) در محدوده‌ای از شهر اصفهان و اطراف آن می‌باشد و می‌تواند نشان دهنده شدت تاثیر خشکسالی و مدیریت منابع آب سد زاینده رود بر پوشش گیاهی مناطق پایین دست باشد.

## مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در واقع یک پنجره از شهر اصفهان و حومه آن را شامل می‌شود و انتخاب آن به گونه‌ای بوده که دامنه وسیعی از تغییرات درصد تاج پوشش گیاهی به عنوان پارامتر مورد بررسی در این تحقیق را در برگیرد (شکل ۱). محدوده مورد بررسی دارای  $38^{\circ}, 29', 51''$  تا  $20^{\circ}, 46', 51''$  طول جغرافیایی و  $30^{\circ}, 36', 32''$  تا  $32^{\circ}, 41', 54''$  عرض جغرافیایی می‌باشد. میانگین بارش سالیانه در منطقه، بین ۱۰۰ تا ۱۲۰ میلی‌متر گزارش شده و دمای متوسط سالانه هوا  $16/1$  درجه سانتی‌گراد می‌باشد. میانگین تبخیر و تعرق سالانه  $1568$  میلی‌متر برآورد شده است. اقلیم این منطقه به روش آمبرژه خشک سرد، به روش دومارتن خشک، به روش گوسن نیم بیابانی شدید و به روش کوپن BWhs می‌باشد.

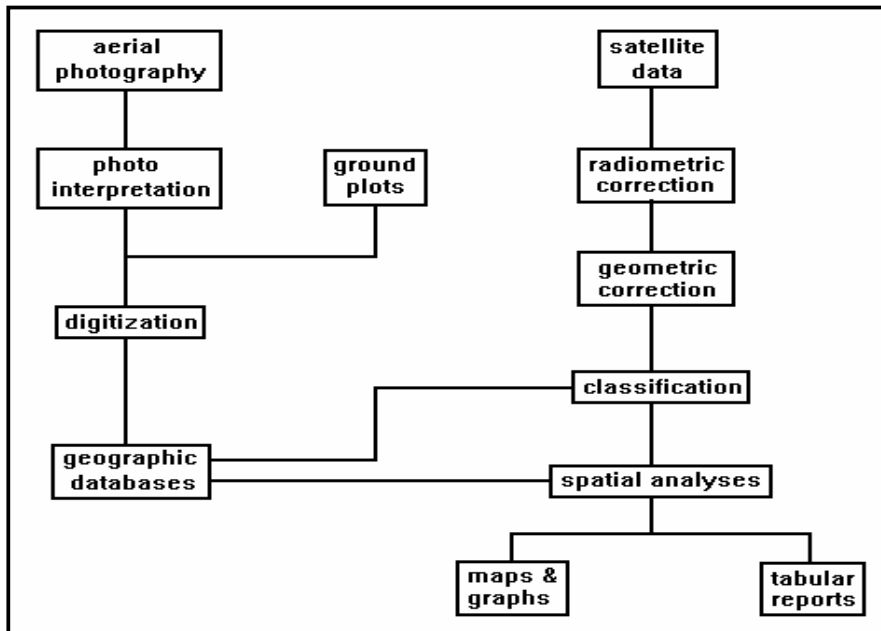


شکل ۱ - موقعیت محدوده مورد مطالعه

Fig. 1. Study Area Location

پوشش گیاهی یکی از شاخص‌های اصلی و اساسی در حیات اکولوژیک محیط زیست می‌باشد که به طور مستقیم با شرایط رطوبتی منطقه در ارتباط می‌باشد. مقایسه پوشش گیاهی در دو دوره زمانی با شرایط رطوبتی متفاوت در یک منطقه به خوبی می‌تواند میزان تاثیر تنش خشکی ناشی از وقوع یک دوره خشکسالی را بر مجموعه پوشش سبز یک منطقه روشن سازد. داده‌های سنجش از دور با توانایی خوب در بررسی پوشش گیاهی و امکان دسترسی چند زمانه و با هزینه نسبتاً اندک امکان پایش (Monitoring) مداوم پوشش سبز سطح زمین را میسر و امکان مقایسه واقعی آنها را فراهم می‌آورد. در دسترس بودن داده‌های ماهواره‌ای سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۹ که به ترتیب مقارن با یک دوره غیر خشکسالی و یک دوره خشکسالی بودند، امکان انجام تحقیق حاضر را فراهم نمود. در این بررسی از عکس‌های هوایی سال ۱۳۷۱ (در محدوده زمانی تقریبی سال ۱۹۹۰ میلادی) سازمان نقشه برداری کشور، که به صورت پوششی برای کل ایران تهیه شده است، نیز استفاده شد. روند کلی انجام تحقیق، که در واقع مقایسه پوشش گیاهی منطقه اصفهان در دو زمان مختلف با استفاده از پردازش رقومی داده‌های

ماهواره‌ای لندست و تفسیر عکس‌های هوایی در نقاط نمونه‌برداری زمینی می‌باشد در شکل (۲) نمایش داده شده است.

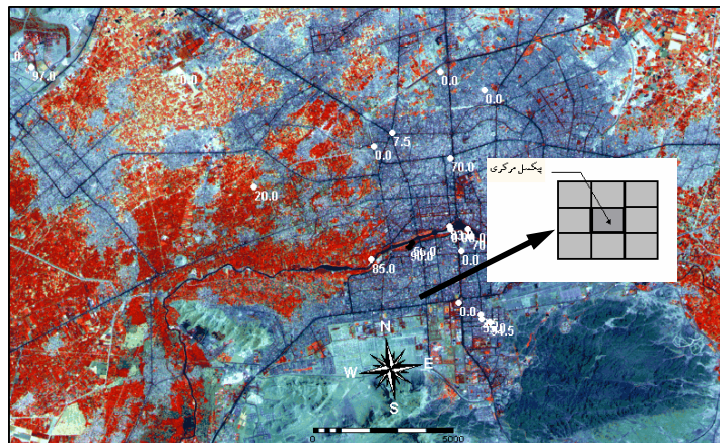


شکل ۲- نمودار گردش روند انجام تحقیق

Fig. 2. Flowchart of Research Procedure

### روش داده‌برداری زمینی

شکل (۳) روش برداشت داده‌های صحرایی را به نحوی که اطمینان کافی از موقعیت واقعی نقطه نمونه‌برداری حاصل شود، نشان می‌دهد. در این روش با توجه به دقت GPS و دقت زمین مرجع نمودن داده‌های ماهواره‌ای، محدوده‌ای بیش از یک پیکسل در اطراف پیکسل نمونه برداری جهت داده برداری پوشش گیاهی در نظر گرفته شد. به این صورت اطمینان کافی از برداشت در نقطه نمونه، حاصل می‌شود.



شکل ۳- روش نمونه برداری زمینی

**Fig. 3. Ground Sampling Method**

### مراحل آنالیز داده‌های ماهواره‌ای

قبل از انجام تحلیل‌های سنجش از دور و به منظور دست یابی به داده‌های قابل اعتماد و مستند بایستی مجموعه‌ای از تحلیل‌های رایانه‌ای مقدماتی بر اساس شواهد برداشت شده از دنیای واقعی و مدارک مستند مرتبط با آن از جمله نقشه‌های توپوگرافی و عکس‌های هوایی صورت پذیرد، به این مرحله از کار با داده‌های رقومی، پیش پردازش گفته می‌شود. در مرحله پیش پردازش داده‌ها به آماده سازی داده‌های زمینی و آماده سازی داده‌های ماهواره‌ای پرداخته شد (کوران، ۱۳۷۳). موضوعاتی مانند تعیین نقاط نمونه‌برداری زمینی، تعیین روش نمونه برداری زمینی در مرحله آماده‌سازی داده‌های زمینی و انتخاب نوع داده با توجه به هدف مطالعه و همچنین تصحیح داده‌های ماهواره‌ای در مرحله دوم یعنی آماده‌سازی داده‌های ماهواره‌ای صورت پذیرفت.

### پردازش داده‌های ماهواره‌ای

هر تحلیلی که بتواند به آشکارسازی و شناسایی پدیده مورد بررسی منجر شود می‌تواند در ارائه مدل ارتباطی داده‌های ماهواره‌ای و شواهد برداشت شده از دنیای واقعی مورد استفاده و

میزان کارایی آن مورد ارزیابی کمی قرار گیرد. روش‌های مورد استفاده در این تحقیق شامل موارد زیر بود:

- بهبود بخشیدن تصویر (Image Enhancement)
- تغییر شکل (Transformation)
- طبقه بندی (Classification)
- آشکارسازی تغییرات (Change Detection)

علاوه بر پردازش‌های فوق که عمدتاً "در تفسیر بصری و نیمه بصری داده‌ها استفاده شد روش‌های مختلفی برای دستیابی به روابط کمی بین داده‌های ماهواره‌ای و درصد تاج پوشش مورد آزمون قرار گرفت که مناسب‌ترین آنها شاخص‌های پوشش گیاهی بودند. از جمله شاخص‌های مناسب در برآورد درصد تاج پوشش به شاخص‌های (Transformed Vegetation Index) TVI و (Ratio Vegetation Index) RVI می‌توان اشاره نمود که به ترتیب به صورت روابط (۱) و (۲) تعریف می‌شوند (Hosseini, 2003).

$$TVI = [((NIR - Red) / (NIR + Red)) + 0.5]^{1/2} \quad (۱)$$

$$RVI = NIR / Red \quad (۲)$$

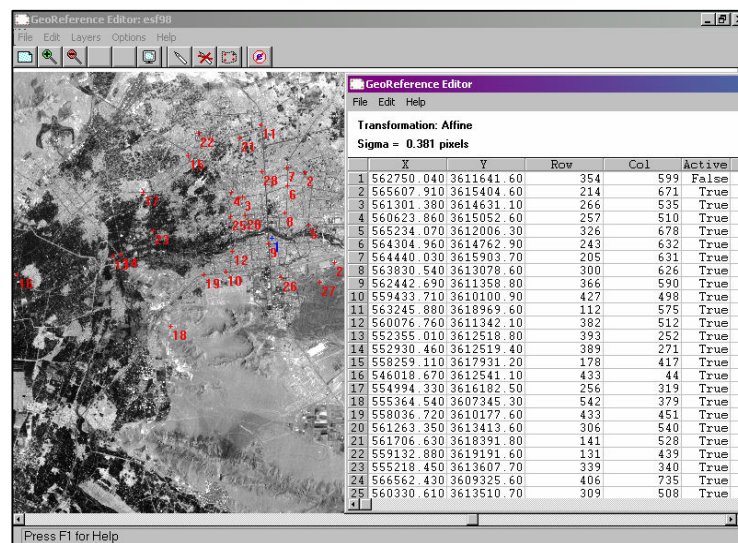
در روابط فوق NIR نشانه دخالت باند مادون قرمز (باند ۴ در سنجنده TM و ETM+) ماهواره لندست)، Red علامتی برای نمایش مشارکت باند قرمز (باند ۳ در سنجنده‌های فوق) در شاخص پیشنهادی می‌باشد.

## نتایج و بحث

در اولین مرحله، تصاویر مورد تصحیح رادیومتریک قرار گرفتند. تصحیح رادیومتریک تصاویر، در این تحقیق بر اساس رابطه همبستگی باندهای مرئی و باند ۴ سنجنده TM برای داده‌های سال ۱۹۹۰ و باند ۴ سنجنده ETM+ سال ۱۹۹۹ که واجد کمترین اختلالات جوی است، انجام گرفت. هنگامی که از صحت تصحیح رادیومتریک تصاویر اطمینان کافی حاصل شد،

تصحیح هندسی در اولویت‌ترین و ضروری‌ترین اقدام برای طی مراحل بعدی تحقیق می‌باشد. مرحله پیش پردازش، در تحلیل داده‌ها، شامل آماده سازی داده‌های زمینی و انجام تصحیحات لازم بود. در این هنگام علاوه بر داده‌برداری موضوعی (در ارتباط با پدیده مورد بررسی) اطلاعات مکانی نیز به منظور افزایش دقت مکانی تصاویر ماهواره‌ای توسط GPS برداشت شد.

اطلاعات مورد استفاده ابتدا با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی زمین مرجع گردیده و سپس افزایش دقت مکانی با استفاده از داده‌های GPS صورت گرفت. شکل (۴) انتخاب نقاط کنترل زمینی برای انجام تصحیح هندسی بر اساس نقشه توپوگرافی ۱/۲۵۰۰۰ و داده‌های برداشت شده توسط GPS را نشان می‌دهد. دقت مکانی نهایی برای محدوده مورد بررسی کمتر از ۰/۴ پیکسل بود ( $\text{Sigma}=0/38$ ).



شکل ۴- نمایش نقاط کنترل زمینی در تصحیح هندسی تصاویر

Fig. 4. Control Point Situation for Geometric Correction

پس از انجام مراحل پیش پردازش، به منظور آشکارسازی بهتر تاج پوشش گیاهی روش‌های مختلف بهبود بخشیدن وضوح تصویر، آزمون همبستگی شاخص‌های مختلف پوشش گیاهی مورد استفاده و سایر روش‌های تفسیر رقومی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. روش‌های مختلفی برای ارزیابی و بررسی پوشش گیاهی و بارز سازی آن به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد ( Ezra et al., 1984, Gitelso et al., 2002 and Huete et al., 1992 روش‌های استاندارد و عمومی مانند روش‌های طبقه‌بندی نظارت شده و



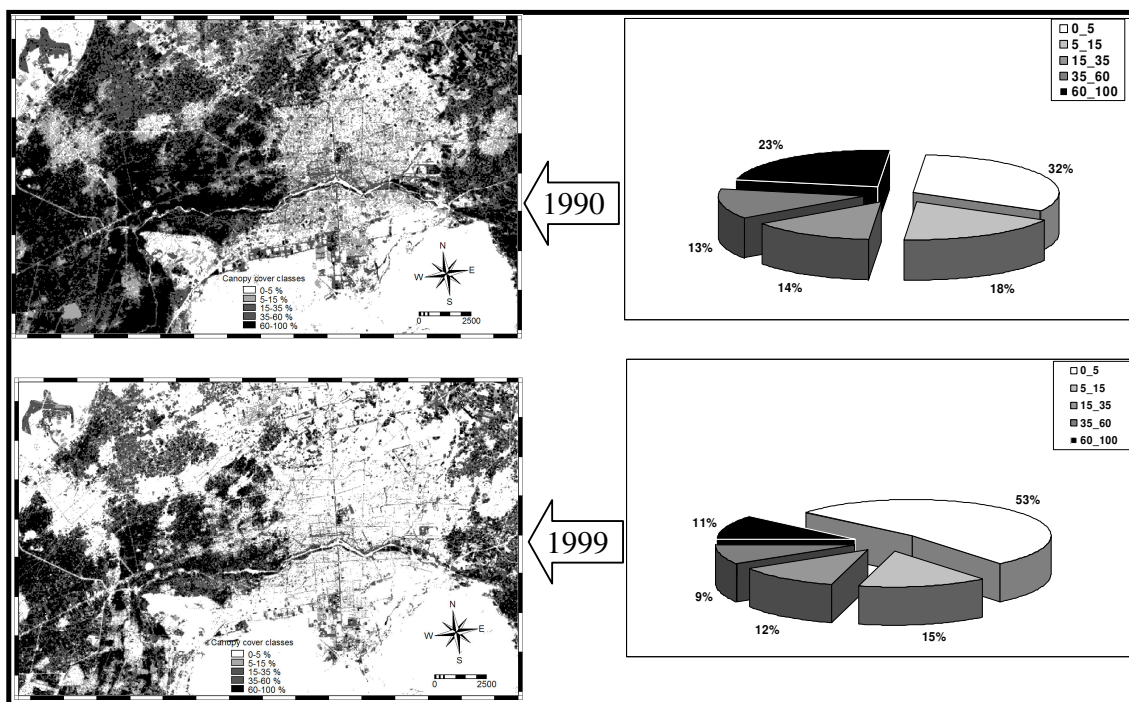
شاخص‌های سنجش از دور پوشش گیاهی به صورت آماده در نرم افزارهای سنجش از دور فراهم شده ولی این بدین منزله نیست که این روش‌ها بهترین امکانات تحلیلی برای پردازش و بررسی پوشش گیاهی همه مناطق هستند، بلکه با بررسی وضعیت بازتابی پوشش گیاهی می‌توان به روش‌ها و آنالیزهای ریاضی و آماری دست یافت که بهتر بتوانند پوشش گیاهی را بارز سازند. در مقاله حاضر از مجموعه روش‌های مختلف، شاخص‌های پوشش گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند. جدول ۳ ارزیابی شاخص‌های مختلف و انتخاب بهترین روش در منطقه مورد بررسی را نشان می‌دهد.

جدول ۱- ارزیابی شاخص‌های مختلف و انتخاب بهترین روش

**Table1. Evaluation of Different Vegetation Index for Best Index Selection**

نام شاخص (Index)	رابطه ریاضی شاخص (Formula)	(1990)		(1999)	
		رابطه آماری بدست آمده		رابطه آماری بدست آمده	
		Regression Formula	R <sup>2</sup>	Regression Formula	R <sup>2</sup>
RVI	TM4/TM3	Y=0.0257X+0.7417	0.70	Y=0.0191X+0.8118	0.92***
NRVI	(RVI-1)/(RVI+1)	Y=-0.0059X+0.0594	0.87	Y=0.0062X+0.1004	0.87
PVI	2.4(TM4-TM3)	Y=1.3379X+73.46	0.68	Y=2.1975X+137.20	0.70
NDVI	(TM4-TM3)/(TM4+TM3)	Y=0.0059X-0.0594	0.87	Y=0.0062X-0.1004	0.86
GVI	-0.29(TM2)-0.56(TM3)+0.6(TM4)+0.49(TM4)	Y=0.6378X-11.561	0.80	Y=1.0684X-11.769	0.87
TVI	(NDVI+0.5) <sup>1/2</sup>	Y=0.0035X+0.6685	0.89***	Y=0.0041X+0.6237	0.78
TTVI	ABS(NDVI+0.5)	Y=0.0035X+0.6685	0.88	Y=0.0041X+0.6237	0.78
CTVI	(NDVI+0.5)	Y=0.0035X+0.668	0.88	Y=0.0041X+0.6237	0.78

براساس جدول فوق برای داده‌های سال ۱۹۹۰ شاخص TVI و برای داده‌های سال ۱۹۹۹ شاخص RVI همبستگی بهتر و مناسب‌تری را با پوشش گیاهی نشان داده و به عنوان روش برتر در طبقه‌بندی مجدد استفاده گردیدند. چنانچه تفاوت پوشش گیاهی در این دو سال به طور نسبی مورد مقایسه قرار گیرد (شکل ۵)، مشخص می‌شود که به طور کلی کلاس‌های با درصد تاج پوشش کمتر، سطح بیشتری را در سال ۱۹۹۹ نسبت به سال ۱۹۹۰ به خود اختصاص داده‌اند (از ۳۲٪ در سال ۱۹۹۰ به ۵۳٪ در سال ۱۹۹۹). در مقابل، از مساحت کلاس‌های با درصد تاج پوشش زیاد (۶۵٪ تا ۱۰۰٪) در خلال این مدت کاسته شده و از مجموع ۲۳٪ نسبت به کل سطح کل محدوده مورد بررسی به ۱۱٪ در همین محدوده، نزول کرده است. تغییرات ایجاد شده را چنانچه با وقوع خشکسالی در منطقه مقارن باشد، تا حد زیادی می‌توان شدت تاثیر خشکسالی که در خلال سال‌های ۱۹۹۸ و ۱۹۹۹ در منطقه به وقوع پیوسته و اقدامات مدیریتی اعمال شده ناشی از کمبود بارش در منطقه را به خوبی توجیه نمود.



شکل ۵- بررسی تغییرات پوشش گیاهی در دوره زمانی مورد بررسی

Fig. 5 . Canopy Cover Comparison Between 1990 and 1999

دقت بر آورد پوشش گیاهی با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای لندست در این تحقیق بر اساس آنالیز رگرسیون چند گانه کلاس‌های پوشش گیاهی به روش متغیرهای مجازی (Dummy variable) مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بدست آمده نشان داد این داده‌ها تنها برای درصد تاج پوشش گیاهی بالای ۳۵٪ دقت بسیار خوبی را داشته (جدول ۲) و توصیه می‌گردد، در برآورد کلاس‌های زیر ۳۵٪ داده‌ها و اطلاعات دیگری مورد نیاز می‌باشد.

جدول ۲- پارامترهای ارزیابی دقت داده‌های ماهواره‌ای در برآورد پوشش گیاهی.

**Table 2. Statistical Parameters for Evaluation of Model Defined to Vegetation Cover Estimation**

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method	F	Sig.	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimation
1	35-100%	-	Stepwise (Criteria: Probability-of- F-to-enter<=0.05, Probability-of- F-to- Remove<=0.10	13.20	0.00	0.69	0.47	0.43	28.61

بر اساس آنالیز انجام شده مجموعه پوشش گیاهی از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۹ کاهش قابل توجهی داشته و این امر می‌تواند تابع شرایط خشکسالی موجود در این سال‌ها باشد. این مسئله هنگامی محسوس‌تر خواهد بود که داده‌های سال ۹۰ مربوط به اواخر تابستان (۱۷/۹/۱۹۹۰) و داده‌های سال ۱۹۹۹ مربوط به حدود یک ماه قبل (۲۵/۸/۱۹۹۰) و هنگام شادابی بیشتر پوشش گیاهی می‌باشد.

داده‌های ماهواره‌ای ابزار مناسبی جهت بررسی اکوسیستم‌های خشک و مطالعه روند خشکسالی (و پرآبی) در آنها می‌باشد. با استفاده از داده‌های موجود تغییر در کاربری اراضی، راه‌ها و جاده‌ها و همچنین پیکره‌های آبی (رودخانه زاینده رود) قابل مشاهده و بررسی می‌باشد. جهت بررسی دقیق‌تر پوشش گیاهی مناطق شهری نیاز به داده‌های مختلف با دقت بیشتر و انجام تحقیقات گسترده‌تر می‌باشد.

## منابع

- آرنوف، ا. ۱۳۷۵. سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS، ترجمه سازمان نقشه برداری، انتشارات سازمان نقشه برداری کشور، ۸۴۵ صفحه.
- علوی پناه، س. ک. ۱۳۸۲. کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران.
- کوران، پ. ۱۳۷۳. ترجمه رضا حائز، اصول سنجش از دور، انتشارات مرکز سنجش از دور ایران، ۶۴۵ صفحه.
- مختاری، ا. ۱۳۷۹. مقایسه شاخص های سنجش از دور در بررسی و مطالعه فضای سبز شهر اصفهان، دومین همایش فضای سبز منطقه ای، اهواز.
- مختاری، ا. احمدی، ح.، سادات، ف.، خواجه الدین، س. ج. و رهنما، ف. ا. ۱۳۷۹. کاربرد سنجش از دور در تهیه لایه های اطلاعاتی کاربری اراضی و پوشش سطح زمین در مدل فرسایش خاک MPSIAC. فصلنامه پژوهش و سازندگی، شماره ۴۶، سال ۱۳۷۹، جلد ۱.
- EZRA, C.E., TINNEY, L.R. and JACKSON, R.D. 1984.** Considerations for implementing Vegetation indices in agricultural applications. *Proceedings, American Society of Photogrammetry*, 526-536.
- GITELSO, A.A., Stark, R., Grits, U., Rundquist, D., Kaufman, Y. and Derry, D. 2002.** Vegetation and soil lines in visible spectral space: a concept and technique for remote estimation of vegetation fraction, *Int. J. Remote sensing*, Vol. 23, No. 13, 2537-2562.
- HOSSEINI, S. Z. 2003.** Investigation on capability of ETM+ data for land use mapping, Msc Thesis, College of Natural resources, University of Tehran, Iran.
- HUETE, A.R., Hua, G., Qi, J., Chehbouni, A. and Van Leeuwen, W.J.D. 1992.** Normalization of multidirectional red and NIR reflectances with the SAVI. *Remote Sensing of Environment*, 41:143-154.
- KHAJEDDIN, S.J. 1995.** A survey of the plant communities of the Jazmorian, IRAN, using Landsat MSS data. Ph.D. thesis University of Reading University.
- HOSSEINI, S.Z., Khajeddin, S.J., Azarnivand, H. and Khalilpour, S.A. 2004.** Utilizing vegetation indices, first and fused bands for vegetation cover percentage mapping, National Geometrics Conference, Iranian National Cartographic Center.
- SEPEHRI, A. and M. R. Mottaghi. 2002.** Application of vegetation indices for assessing rangelands cover percentage of Jahannema protected area - Gorgan (Iran), *Iranian Journal of Natural Resources*, Vol. 55, No. 2.