

## آماربرداری از جنگل‌های شهری با استفاده از عکس‌های هوایی

### مطالعه موردی: منطقه شش تهران

زهرا اندرز<sup>۱</sup>، اصغر فلاح<sup>۲</sup>، جعفر اولادی<sup>۳</sup>، ساسان بابایی<sup>۳</sup>

۱- کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی جنگلداری دانشگاه مازندران

۲- استادیار جنگلداری دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران

۳- استادیار منابع طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۸۶/۸/۱۹ تاریخ پذیرش: ۸۷/۳/۱۱

#### چکیده

فضای سبز یکی از ارکان مهم هر شهر، بخصوص ابرشهرهایی مثل تهران به شمار می‌آید. با توجه به کارکردهای بسیار زیاد فضای سبز شهری، ضرورت مدیریت این منابع روزبه‌روز بیشتر احساس می‌شود. به منظور مدیریت صحیح هر منبعی در وهله اول آماربرداری از آن منبع مطرح است. متأسفانه تاکنون در ایران الگوی مطالعاتی جامعی برای مطالعه وضعیت جنگل‌های شهری و فضای سبز شهری وجود ندارد. در این مطالعه با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی به صورت رقومی، فضای سبز شهری طبقه‌بندی شد. پس از بررسی‌های صورت گرفته مشخص شد که طبقه‌بندی بر روی ارتوفتوموزاییک‌های رقومی سهولت و دقت بالاتری نسبت به تفسیر دستی دارد، در نتیجه از این روش استفاده شد. روش کار بدین صورت بود که در مرحله اول عکس‌های هوایی ۱:۸۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰ سال ۱۳۸۱ منطقه شش تهران به تعداد ۲۳ قطعه با استفاده از نرم افزار PCI Geomatica ارتو شدند و سپس موزاییکی از عکس‌های ارتو شده تهیه شد. در مرحله بعد طبقه‌بندی در ۵ کلاسه بر روی ارتوفتوموزاییک رقومی صورت گرفته و نقشه حاصل از این طبقه‌بندی با استفاده از نرم افزار Arc Gis تهیه شد. همچنین مساحت و طول طبقات محاسبه شد. این طبقات عبارت بودند از: پارک شهری در مقیاس فرامنطقه‌ای و منطقه‌ای، پارک شهری در مقیاس محله‌ای، مجتمع‌های درختی، درختان خطی و درختان پراکنده. به منظور محاسبه تاج پوشش از شبکه نقطه‌چین با فواصل ۱ میلیمتری (به صورت لایه رقومی) استفاده شد و برای برقراری ارتباط بین این مؤلفه (تاج پوشش) روی عکس و زمین آماربرداری در دو طرح جداگانه، نمونه‌برداری با قطعات نمونه دارای مساحت ثابت (۷ آر) و ترانسکت‌های ۵ درختی انجام شد. این آماربرداری در پارک‌های ساعی و لاله به صورت قطعات نمونه و خیابان‌های ولیعصر و بلوار کشاورز جمعاً به طول ۹۵۰۰ متر به صورت ترانسکت‌های ۵ درختی صورت گرفت. پس از انجام آزمون‌های آماری مشخص شد که اختلاف معنی‌داری بین تاج پوشش عکس و زمین وجود ندارد و می‌توان با استفاده از روش محاسبه تاج پوشش در روی عکس به تاج پوشش زمینی دست یافت.

#### کلید واژه

طبقه بندی - عکس‌های هوایی - جنگل شهری - منطقه شش تهران - آماربرداری - ارتوفتوموزاییک

#### سر آغاز

شهری داشتن اطلاعات در مورد فضای سبز موجود لازم و ضروری است. فضای سبز شهری نه فقط از پارک‌ها و قطعات بزرگ درخت کاری بلکه از تک درختان در حریم منازل مسکونی و درختان حاشیه خیابان‌ها نیز تشکیل می‌شوند (زبیری، ۱۳۸۱). برای برنامه‌ریزی این منابع همانند سایر منابع در وهله اول احتیاج به آماربرداری است. در سراسر دنیا این

فضای سبز شهری به دلیل ارزش‌های زیست محیطی از جمله ترسیب کربن، تثبیت میکروکلیم، حفاظت از خاک در مقابل فرسایش و حفظ تنوع زیستی از مشخصه‌های مهم هر شهر و شایسته اندازه‌گیری‌های دقیق است. برای برنامه‌ریزی و اداره فضای سبز

بزرگراه چمران، از شرق به بزرگراه مدرس و از جنوب به خیابان انقلاب محدود می‌شود.

مساحت این منطقه برطبق آمار رسمی شهرداری تهران برابر با ۲۱۳۸/۵۶ هکتار، معادل ۳/۳ درصد مساحت شهر تهران است (برنامه پنجساله شهرداری منطقه شش، ۱۳۷۵). براساس آمار موجود سرانه فضای سبز منطقه شش، ۴ مترمربع است (برنامه پنجساله شهرداری منطقه شش، ۱۳۷۵).

### نرم افزار و داده‌های مورد استفاده

- دیپوزیتو رقومی عکس‌های هوایی سال ۱۳۸۱ به تعداد ۳۰ قطعه به مقیاس ۱:۸۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰،
- فایل رقومی نقشه با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به شماره 6261 2 NE،
- نقشه کاغذی با مقیاس ۱:۱۰۰۰۰ از منطقه شش تهران،
- تصویر ماهواره‌ای IKONOS سال ۱۳۸۲ منطقه شش،
- متر نواری،
- GPS،
- مدل رقومی ارتفاع حاصل از نقشه‌های با مقیاس ۱:۲۰۰۰،
- نرم افزار Arc Gis 8.3 و PCI-Geomatica 9.1.

### روش تحقیق

این مطالعه به منظور تعیین قابلیت و برآورد سطح تاج پوشش از روی عکس‌های هوایی انجام شده است. مراحل انجام این مطالعه به طور خلاصه در ذیل ذکر شده است

#### مرحله اول: تهیه عکس‌های هوایی

با تهیه لایه رقومی مرز منطقه و تطابق با اندکس پروازی موجود، شماره و تعداد عکس‌های مورد نیاز که در سال ۱۳۸۱ برداشت شده و در دو مقیاس ۱:۸۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰ است، استخراج و عکس‌ها به صورت اسکن دیپوزیتو و مختصات‌دار تهیه شد.

#### مرحله دوم: ارتوکردن عکس‌های هوایی

در این مطالعه از روش رقومی ارتوکردن استفاده شد. به این منظور احتیاج به مجموعه‌ای از داده‌های ورودی است. مدل رقومی ارتفاع<sup>۲</sup> در مقیاس متناسب با عکس هوایی و نقاط کنترل زمینی<sup>۳</sup> اصلی‌ترین داده‌های مورد نیاز هستند.

بحث از دهه ۷۰ میلادی شروع شد و امروزه با شدت بیشتری ادامه دارد. در درختان خارج از جنگل<sup>۱</sup> و جنگل‌های شهری عامل بسیار مهم برای اندازه‌گیری، تاج پوشش است، بدین لحاظ که در این منابع برداشت چوب مطرح نیست، در نتیجه اندازه‌گیری حجم لزومی ندارد، در عوض تاج پوشش نشان‌دهنده ارزش درخت برای تولید سایه، کاهش آلودگی‌های هوا، صوتی و تلطیف هوا، جلوگیری از باد و ذخیره نزولات آسمانی است. این مشخصه غالباً از روی عکس هوایی بدست می‌آید.

Chinmaya (2001) در مطالعه خود به بررسی روش‌های مختلف اندازه‌گیری درختان خارج از جنگل شامل اندازه‌گیری‌های زمینی و مطالعات براساس طبقه‌بندی داده‌های سنجنش از دور، پرداخته و به این نتیجه دست یافته است که استفاده از داده‌های سنجنش از دور و طبقه‌بندی این منابع مناسب‌ترین روش به نظر می‌رسد. Miller (1997) نیز مزیت روش‌های مبتنی بر عکس‌های هوایی را دو عامل دستیابی سریع‌تر و ارزاتر به اطلاعات و به روز آمد کردن سریع‌تر اطلاعات می‌داند.

برای ابرشهر تهران نیز با توجه به وسعت زیاد و میزان فضای سبز موجود با توجه به تنگناها و مشکلات حاصل از عدم مدیریت صحیح بر این‌گونه فضاها، لزوم طراحی یک روش جامع برای جمع‌آوری اطلاعات نظیر تراکم تاج پوشش مفید به عنوان مهم‌ترین فاکتور در درختان شهری، ضروری است.

متأسفانه در ایران الگوی کاملی برای مطالعه وضعیت جنگل‌های شهری وجود ندارد و باعث می‌شود که نتوان مدیریت صحیحی برای این منابع اعمال کرد. بر همین اساس در این مطالعه با استفاده از عکس‌های هوایی و طبقه‌بندی فضاها سبز شهری و برقراری رابطه بین مؤلفه‌های کمی در روی عکس‌های هوایی و زمین سعی شده است توانایی عکس‌های هوایی را برای محاسبه تاج پوشش و طبقه‌بندی جنگل‌های شهری نشان داده شود.

### مواد و روش‌ها

#### موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه، منطقه ۶ شهرداری تهران، یکی از ۲۲ منطقه شهری بوده که از شمال به بزرگراه شهید همت، از غرب به



شکل شماره (۲): پیدا کردن نقاط کنترل زمینی در روی عکس‌های هوایی

#### مرحله چهارم: طبقه بندی

طبقه‌بندی بصری براساس طبقات پوشش که در ذیل ذکر شده است، انجام شد. این طبقات بر اساس مطالعات صورت گرفته پیشین و مشاهدات محقق بر روی ارتوفتوموزاییک رقومی انجام شد. سپس با توجه به نواقص عکس‌های هوایی در جنوب و قسمت‌هایی از شرق منطقه، این نواحی از روی تصویر ماهواره‌ای طبقه‌بندی شد. طبقات مورد استفاده به شرح زیر است:

۱- درختان خطی: حداقل فاصله بین درختان ۰/۵ متر تا حداکثر ۱۰ متر در نظر گرفته شد. ۲- درختان پراکنده ۳- درختان به صورت مجتمع که به سه زیر مجموعه تقسیم می‌شود:

- پارک شهری در مقیاس منطقه‌ای و فرا منطقه‌ای: مانند ساعی و لاله با مساحت بیشتر از ۱۰ هکتار.
- پارک شهری در مقیاس محله‌ای: مانند بوستان هنرمندان با مساحتی کمتر از ۱۰ هکتار.
- مجتمع‌های درختی: مانند فضای سبز بیمارستان‌ها و ادارات. بعد از طبقه‌بندی، به ترتیب طبقات طول و مساحت محاسبه شد.

#### مرحله پنجم: طراحی شبکه نقطه چین

با توجه به مشکلات کار با طلق نقطه‌چین برای شمارش نقاط سبز و امکان انجام این کار به صورت رقومی با کمک نرم افزار Arc Gis شبکه نقطه‌چین با فاصله ۱ میلی‌متر بصورت رقومی طراحی شد. بدین منظور لایه رقومی شبکه طراحی شده بر روی ارتوفتوموزاییک قرار

ارتوکردن عکس‌های هوایی با استفاده از نرم‌افزار pci 9.1 geomatica انجام شد. در شکل شماره (۱) دیده می‌شود که علائم حاشیه‌ای عکس تعیین و توجیه شد. یعنی با استفاده از اطلاعات دوربین، مختصات علائم حاشیه‌ای در روی زمین نیز به سیستم معرفی شد. در مرحله بعد نقاط کنترل زمینی (طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا) استخراج شده از نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ تهران در روی عکس‌های هوایی پیاده شد. نمونه‌ای از این نقاط در شکل شماره (۲) دیده می‌شود. بعد از این مرحله مدل ریاضی موجود توسط خود سیستم محاسبه و عکس‌ها ارتو شد.

#### مرحله سوم: موزاییک سازی رقومی عکس‌ها

در این مرحله عکس‌های منطقه که در دو مقیاس ۱:۸۰۰۰ و ۱:۱۰۰۰۰ بودند، هم مقیاس و کنار یکدیگر قرار گرفتند. در حقیقت در این مرحله ارتوفتوموزاییک رقومی تهیه شد.



شکل شماره (۱): علائم حاشیه‌ای عکس‌ها

### – نمونه برداری به صورت ترانسکت ۵ درختی

این روش که بیشتر برای جنگل‌های تنک کاربرد دارد در طول خیابان‌های ولیعصر و بلوار کشاورز عملی شد. ابتدا بر روی ارتوفتوموزاییک، خط نمونه‌های خیابان ولیعصر و بلوار کشاورز مشخص و سپس مختصات شروع خط نمونه‌ها در روی ارتوفتوموزاییک رقومی استخراج شد. در طول ترانسکت با احتساب فاصله ۲۵۰ متری بین خط نمونه‌ها مشخصات ۵ درخت در هر خط نمونه اندازه‌گیری شد. در کل، ۳۸ ترانسکت محاسبه و از طریق فرمول شماره (۳) سطح تاج پوشش محاسبه شد.

فرمول شماره (۳):

$$CA_j = \frac{\pi}{4} \times \frac{\sum_{i=1}^5 (D_1 \times D_2)}{5}$$

در این فرمول:

CA: سطح تاج خط نمونه

DI: قطر بزرگ تاج درخت در خط نمونه

CD: قطر کوچک تاج درخت در خط نمونه

### مرحله هشتم: تجزیه و تحلیل روابط موجود

پس از وارد کردن داده‌های حاصل از آماربرداری زمینی در نرم افزار Excel و انجام آزمون آماری  $t$  معنی‌داری و همچنین در نرم افزار SPSS، روابط رگرسیون محاسبه شد.

### نتایج

تعداد ۲۳ عکس هوایی ارتو شد و با کنار هم قرار دادن آنها به همراه مرز منطقه، ارتوفتوموزاییک منطقه ۶ تهیه شد که در شکل شماره (۳) دیده می‌شود.

بر اساس طبقه‌بندی بر روی ارتوفتوموزاییک رقومی و برای تکمیل نواقص تصویر ایکونوس منطقه فوق، نقشه طبقه‌بندی فضای سبز حاصل شد که در شکل شماره (۴) دیده می‌شود. همچنین براساس عملی کردن شبکه نقطه چین ۱ میلیمتری و شمارش نقاط سبز در قطعات نمونه (به صورت لایه‌ای جدا طراحی شده بود)، درصد تاج پوشش در پارک ساعی و لاله و در ترانسکت‌های خیابان‌های ولیعصر و بلوار کشاورز محاسبه شد که نتایج آن در جدول شماره (۱) به‌نمایش گذاشته شده است

گرفت. سپس نقاط مذکور شمارش شد. این شبکه در پارک لاله و ساعی به صورت نمونه عملی شد.

### مرحله ششم: تعیین و اجرای طرح نمونه برداری زمینی

به علت ناهمگنی پوشش گیاهی، استفاده از روش طبقه‌بندی مورد نیاز بود، همچنین به منظور برقراری معادلات رگرسیون بین درصد تاج پوشش از روی عکس‌های هوایی و اندازه‌گیری‌های زمینی، برداشت زمینی در قالب دو طرح آماربرداری جداگانه صورت پذیرفت:

### – نمونه برداری با قطعات نمونه با مساحت ثابت (مساحت ۷ آر)

این طرح در طبقه درختان مجتمع که شامل پارک‌ها نیز می‌شد، انتخاب قطعات نمونه در آن با مساحت ۷ آر و دایره‌ای شکل اجرا شد. طول اضلاع شبکه آماربرداری نیز بر همین اساس محاسبه و در دو پارک ساعی و لاله به مساحت‌های ۱۲ و ۳۰ هکتار پیاده شد. در قطعات نمونه نیز عامل بسیار مهم و اصلی، قطر بزرگ و کوچک درخت است. تعداد قطعات نمونه در پارک ساعی و لاله به ترتیب ۱۷ و ۲۲ اندازه‌گیری شده که از طریق فرمول شماره (۱) محاسبه و در قطعات نمونه سطح تاج پوشش با استفاده از فرمول شماره (۲) محاسبه شد.

فرمول شماره (۱)

$$n = \frac{t^2 \times (sx\%)^2}{\% E + \frac{sx^2}{N}}$$

در این فرمول:

Sx: انحراف معیار پارامتر مورد نظر

N: تعداد کل نمونه‌های قابل برداشت

E: خطای آماربرداری

t: استیودنت

$$gi = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_1 + d_2}{2} \right)^2$$

در این فرمول شماره (۲) در این

gi: سطح تاج درخت

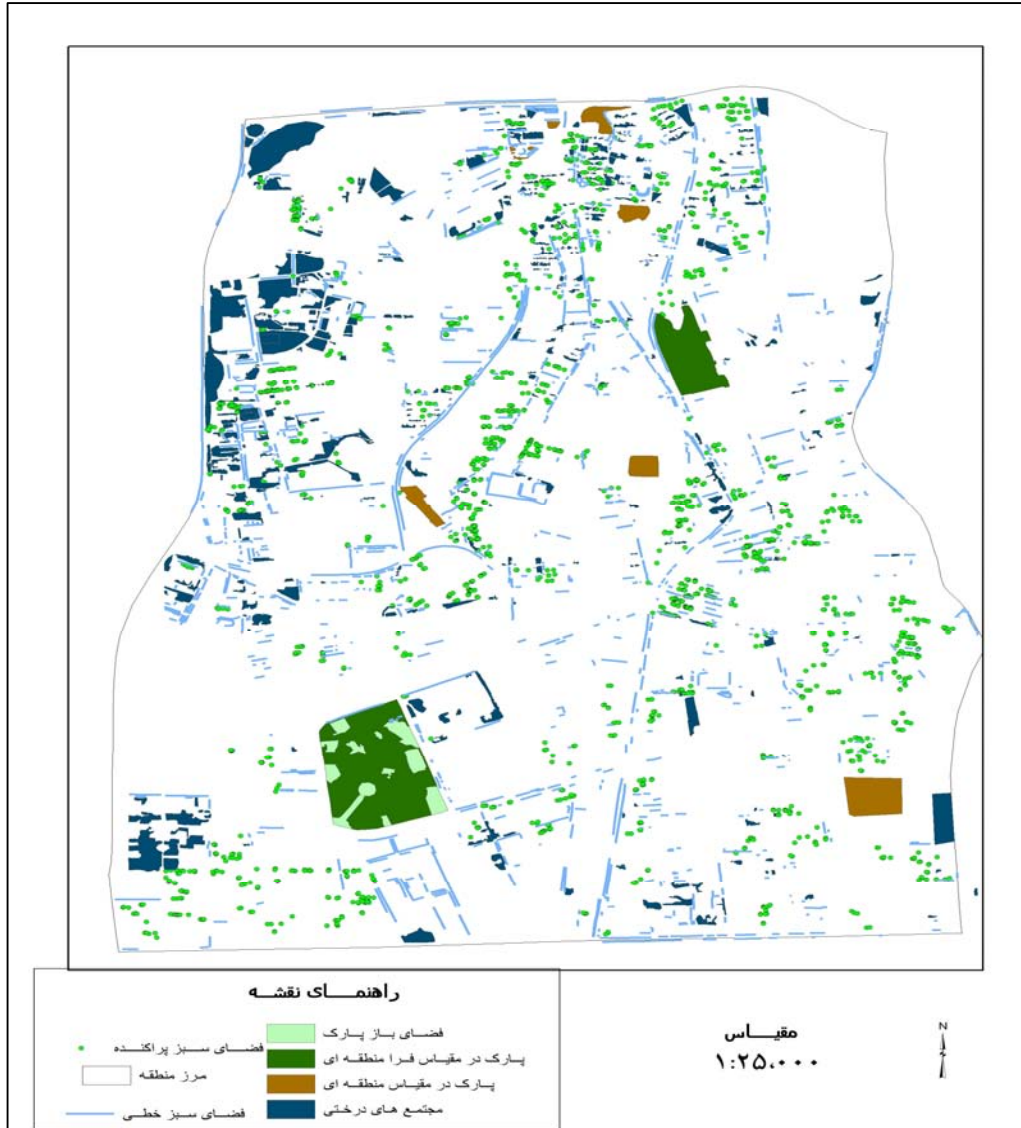
DI: قطر کوچک تاج درخت

D2: قطر بزرگ تاج درخت

شکل شماره (۳): تصویر ارتوفتوموزایمیک تهیه شده از منطقه



Archive 0.0



شکل شماره (۴): نقشه طبقه‌بندی فضای سبز منطقه

جدول شماره (۱): میانگین تاج پوشش در روی عکس هوایی

نام	تاج پوشش (درصد)
پارک ساعی	۳۴/۶۴
پارک لاله	۳۵/۷۳
خیابان ولیعصر به سمت پایین	۳۷/۵۴
خیابان ولیعصر به سمت فاطمی	۳۶/۶۱
بلوار کشاورز	۳۱/۲۵

### تجزیه و تحلیل روابط

با استفاده از داده‌های تاج پوشش در روی عکس‌های هوایی و زمین وارد کردن در نرم‌افزار SPSS، ضرایب رگرسیون و تجزیه واریانس محاسبه شد. در جدول شماره (۲) ضرایبی که در نهایت از رابطه خطی موجود بین تاج پوشش در روی عکس هوایی و زمین به دست آمده، ذکر شده است

## جدول شماره (۲): ضرایب محاسبه شده در دو طرح آماربردار

نام طرح آماری	مدل	ضریب مستقل	ضریب وابسته
قطعات نمونه با مساحت ثابت	خطی	۰/۹۴	۱/۶۲
ترانسکت	خطی	۲/۱۶	۱/۱۶

## بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به رشد روز افزون شهرنشینی که ساختار اکولوژیکی شهرها را دستخوش تغییرات وسیعی کرده نیاز به ایجاد فضاهای سبز کلان به عنوان مهم‌ترین تعدیل‌کننده‌های زیست محیطی شهری ضروری است. مدیریت فضای سبز شهری به عنوان مهم‌ترین عنصر زیست محیطی نیاز به اطلاعات جامع و به روز دارد که حصول آن از طریق فن‌آوری سنجش از دور عملی است.

استفاده از داده‌های سنجش از دور، مدیران شهری را قادر می‌سازد از سطح فضای سبز و روند توسعه و تغییر آن در زمان‌های معین آگاه شوند. درختان خارج از جنگل و در حقیقت جنگل‌های شهری به دلیل پراکندگی و منفصل بودن، اندازه‌گیری متفاوتی نسبت به سایر منابع جنگلی دارند. در نتیجه، طبقه‌بندی این منابع با استفاده از داده‌های سنجش از دور مناسب‌ترین روش برای تعیین درصد تاج پوشش است (Chinmaya, 2001).

همان‌گونه که در مطالعه Miller (1997) بیان شده بود استفاده از داده‌های مختلفی بدین منظور می‌تواند مدنظر قرار گیرد که استفاده از عکس‌های هوایی به عنوان داده پایه به علت مزیت‌های متنوع، نظیر سهولت دسترسی، هزینه پایین، امکان به روز کردن و وضوح بالاتر، مناسب‌ترین داده به نظر می‌رسد.

بدین لحاظ که در جنگل‌های شهری البته در ایران برداشت چوب مطرح نیست اندازه‌گیری حجم لزومی ندارد، در نتیجه مهم‌ترین عامل در اندازه‌گیری فضای سبز شهری، تاج پوشش است که در این بررسی نیز بر روی این عامل مهم تأکید شده است.

به منظور اندازه‌گیری تاج پوشش درختان شهری استفاده از شبکه نقطه چین با کمک عکس‌های هوایی از نظر دقت، صحت و هزینه پایین، روش مناسبی است (پناهی، ۱۳۸۱). نتایج این تحقیق نیز این موضوع را اثبات کرد. در این مطالعه که به منظور برقراری رابطه بین تاج پوشش عکس هوایی و زمین انجام شده بود رسیدن

به ضرایب بالای رگرسیون و معنی‌داری ارتباط بین تاج پوشش نشان می‌دهد که این روابط توانایی استفاده در سایر مناطق مشابه را نیز دارد. همچنین نشان می‌دهد که می‌توان به جای استفاده از آماربرداری زمینی به طور کامل که هزینه و زمان زیادی دارد به منظور دستیابی به تاج پوشش و طبقه‌بندی جنگل‌های شهری از عکس‌های هوایی استفاده کرد.

روش طبقه‌بندی که توسط محققان متعددی نظیر (جیم، ۱۹۸۹)، (Chinmaya, 2001)، (Morales & Kleinn, 2001)، (Rawat & et al., 2001) و (اخوان، ۱۳۷۵) دقت، صحت و سرعت آن تأکید شده بود در تحقیق پیش رو نیز مورد استفاده قرار گرفته و تأکیدی بر مطالعات سابق است. همچنین استفاده از عکس‌های هوایی به منزله داده پایه به علت مزیت‌های متنوع که قبلاً عنوان شده توسط (حجاریان، ۱۳۸۴)، (حبیب‌نژاد روشن، ۱۳۷۱) و (کاریزر و همکاران، ۲۰۰۶) پیشنهاد شده که نتایج حاصل از روابط رگرسیون، معنی‌داری تاج پوشش در روی عکس هوایی و زمین، این مورد را تأکید می‌کند.

بر اساس آمار شهرداری منطقه ۶ در سال ۱۳۷۵ بیش از ۳/۸۵٪ مساحت کل منطقه را فضای سبز در اشکال مختلف تشکیل می‌دهد. همچنین توزیع قطعات کاربری فضای سبز در منطقه نشان می‌دهد که ۸۳/۵ درصد این قطعات متعلق به کاربری فضای سبز عمومی، ۹/۹ درصد مربوط به پارک‌ها و ۴ درصد قطعات مربوط به فضاهای سبز حفاظتی و باغهاست. در صورتی که مقدار نسبت فضای سبز شهری به سایر کاربری‌های در منطقه شش در این مطالعه ۷٪ به دست آمد که این مسئله می‌تواند ناشی از فاصله زمانی میان دو مطالعه (۱۳۸۵-۱۳۷۵) و افزایش سطح کاربری‌های سبز و همچنین ابزارهای اطلاعاتی متفاوت باشد.

سرانه فضای سبز در این منطقه ۴ مترمربع است که حتی از پایین‌ترین سرانه استاندارد پیشنهادی که توسط وزارت مسکن و شهر سازی اعلام شده (۷ تا ۱۲ مترمربع)، کمتر است. با توجه به ساختار و بافت منطقه از نظر شیب و توپوگرافی نشان‌دهنده توانایی‌های بسیار بالای این منطقه برای گسترش فضای سبز است، لزوم گسترش و توسعه فضای سبز منطقه‌ای بیشتر به نظر می‌رسد. همچنین استفاده از عکس‌های هوایی جدید با مقیاس‌های متوسط و ترجیحاً به صورت رقمی (ارتوفتوموزاییک) به دلیل هزینه پایین، سهولت دسترسی، به روز کردن اطلاعات سریع در مطالعات منابع طبیعی، بویژه فضاهای سبز شهری پیشنهاد می‌شود.

- 1-Trees Outside of Forest (TOF)
- 2-Digital Elevation Model
- 3-Ground Control Point (GCP)

## یادداشت‌ها

## منابع مورد استفاده

- اخوان، ر. و زبیری، م. و نمیرانیان، م. ۱۳۷۵. مقایسه هزینه و دقت دو روش آماربرداری تصادفی سیستماتیک و استراتیجیکاسیون با استفاده از عکس‌های هوایی در جنگل خیرود کنار نوشهر، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۱۰ صفحه
- اولادی، ج. ۱۳۸۵. جزوه درسی سنجش از دور. دانشکده منابع طبیعی مازندران
- بهرام سلطانی، ک. ۱۳۷۲. وضعیت کنونی فضای سبز تهران، مجله سنبله، شماره ۵۳، ص ۴۲-۴۵
- بی نام. ۱۳۷۵. گزارش برنامه اجرایی-عمرانی پنجساله منطقه شش، شهرداری منطقه شش تهران
- پناهی، پ. ۱۳۸۰. تعیین مناسب‌ترین روش آماربرداری در جنگلداری شهری، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی نور، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۰۰ صفحه
- حبیب‌نژاد روشن، ج. ۱۳۷۱. کاربرد عکس‌های هوایی (ماهواره‌ای) در تهیه طرح‌های جنگلداری. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی و کشاورزی گرگان، ۹۰ صفحه
- حجاریان، م. ۱۳۸۴. بررسی تغییرات کمی جنگل‌های مانگرو در منطقه قشم با استفاده از عکس هوایی و تصویر ماهواره‌ای در یک دوره ۴۰ ساله، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۸۵ صفحه
- جزیره‌ای، م. ۱۳۷۰. جنگل شهری، مجله جنگل و مرتع، شماره ۹ ص ۴-۱۱
- جهانی، ع. ۱۳۷۷. کاربرد اطلاعات ماهواره‌ای در مدیریت فضای سبز شهری، مجله نقشه‌برداری شماره ۳۴، ص ۳۸-۴۲
- زبیری، م. ۱۳۷۹. آماربرداری در جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۱ صفحه
- زبیری، م. ۱۳۸۱. زیست‌سنجی (بیومتری) جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۹ صفحه
- زبیری، م و دالکی، ا. ۱۳۸۰. اصول تفسیر عکس‌های هوایی، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۲۳ صفحه
- زبیری، م و مجده، ع. و فتوت، م. ۱۳۶۳. بررسی کاربرد عکس‌های هوایی قدیمی در آماربرداری جنگل، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۳۸
- زبیری، م و مجده، ع. ۱۳۸۲. آشنایی با فن سنجش از دور و کاربرد در منابع طبیعی، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۳ صفحه
- سارویی، س. ۱۳۷۸. بررسی امکان طبقه‌بندی جنگل از لحاظ تراکم در جنگل‌های زاگرس به کمک داده‌های ماهواره‌ای، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران



سارویی، س. ۱۳۷۹. تهیه فتوموزاییک رقومی مدیریت منابع طبیعی. مجله جنگل و مرتع، شماره ۴۸، ص ۲۷-۳۴

زنگی آبادی، ع و مختاری ملک آبادی، ر. ۱۳۸۳. شهرها، فضای سبز و رویکردی نوگرایانه به ابعاد انسانی طراحی، ماهنامه پیام سبز، شماره ۴۲

مهدوی، ع و زبیری، م و نمیرانیان، م. ۱۳۸۱. بررسی روند تغییرات کمی و کیفی جنگل‌های مانگرو منطقه قشم با استفاده از عکس‌های هوایی سالهای ۱۳۴۶ و ۱۳۷۳، مجله منابع طبیعی ایران، شماره ۵۵

Carreiras, J. & et al. 2006. Estimation of tree canopy cover in evergreen Oak woodlands using remote sensing. *Forest Ecology & Management*.

Chinmaya, S. 2001. *Assessment methodologies & institutional approaches*. India. FAO

FAO. 2005. *FRA, Global Forest Resources Assessment*.

Kleinn, C. 2000. *On large-area inventory & assessment of trees outside forests*, unaylva

Miller, R. W. 1997. *Planning & management urban green spaces*, 2<sup>nd</sup>.ed

Morales, D. , ch., Kleinn. 2001. *Trees outside forests xasta rica*. CATIE

Rawat, J. K. & et al. 2001. *Training manual of trees outside forests (TOF)*. FAO

Archive of SID