

نقش کاربری های شهری در ایجاد جزایر حرارتی

(مطالعه موردی: شهر اهواز)

عباس معروف نژاد

عضو هیات علمی گروه جغرافیا دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر، abbas.maroofinezhad@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۹/۸

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۷/۱۷

چکیده

در این مقاله تلاش شده است تا با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای روشی برای تعیین دمای سطحی مناطق موجود در محدوده طرح جامع شهر اهواز ارائه گردد. بدین منظور پس از انجام عملیات پیش‌پردازش بر روی تصاویر و اصلاح و برطرف کردن اختلالات موجود در تصویر، برای تعیین نوع کاربری از روش طبقه‌بندی نظارت شده استفاده گردیده است. که پس از انجام مراحل مربوط و تصحیحات لازم به نوع کاربری، نقشه دمائی منطقه‌ی شهری اهواز تهیه شده و سپس به پنج منطقه کیفی دمائی تقسیم گردیده است. بر این اساس مشخص گردید که منطقه ۸ شهرداری اهواز به دلیل واقع شدن کارخانجات عظیم فولاد خوزستان، لوله سازی خوزستان، شرکت های کربن بلاک خوزستان و لوله سازی اهواز و لوله سازی شرکت ملی نفت بالاترین دمای سطحی را به میزان ۴۳/۲ درجه سانتی‌گراد و منطقه ۵ شهرداری اهواز که بالاترین میزان فضای سبز را در بین مناطق ۸ گانه شهر اهواز دارد پائین‌ترین میزان درجه حرارت را به میزان ۳۵/۹ درجه داراست. با محاسبه دمای کاربری‌های موجود نیز مشخص شد که کاربری آبی و فضای سبز به ترتیب به میزان ۲۷/۵ و ۳۳/۳ کمترین و کاربری های صنعتی و شبکه های معابر (خیابانها و کوچه ها با پوشش آسفالت) و زمین های بایر به ترتیب به میزان ۴۳/۲ و ۴۱/۱ و ۴۰/۲ درجه سانتی‌گراد بالاترین دمای سطحی را دارند که در نتیجه بیانگر رابطه مستقیم بین نوع کاربری و میزان دمای سطحی است.

واژگان کلیدی: کاربری های شهری، جزایر حرارتی، برنامه ریزی شهری، مناطق شهرداری، شهر اهواز

مقدمه

رشد لجام گسیخته و بی برنامه شهرها به ویژه شهرهای بزرگ کشور که ناشی از رشد طبیعی جمعیت شهری، افزایش مهاجرت های روستایی و ... می باشد به دنبال خود افزایش تخریب محیط زیست و افزایش روز افزون انواع آلودگی ها را داشته است (وایرمن یزدی، ۱۳۷۹). در این میان مراکز اصلی شهرها، کارخانه ها و مراکز صنعتی به یک جزیره حرارتی تبدیل شده اند. در طی فصل تابستان، در کنار فرایند جذب پرتو فرا بنفش و انعکاس اشعه مادون قرمز، در هر منطقه، سقف ساختمان ها، خیابان ها و سطوح تیره رنگ، گرما را جذب نموده و آن را در هوا منتشر می کنند (جهانبخش، ۱۳۷۹). با توجه به اینکه محدوده اغلب مجتمع های صنعتی بزرگ در شهر اهواز به خاطر خارج نمودن گازها و ذرات آلاینده تیره رنگ هستند این سطوح تیره رنگ، گرمای گسیل شده از سوی خورشید را جذب کرده و در خود نگاه می دارند (کوتی، ۱۳۸۴). این پدیده باعث افزایش دمای بعضی از مناطق شهری اهواز به میزان ۱۲/۲ درجه سانتی گراد نسبت به دمای متوسط سطح شهر شده که این محدوده های حرارتی به نام جزیره حرارتی شناخته می شوند. گرمای این محدوده ها نه تنها باعث افزایش مصرف انرژی برای خنک کردن ساختمان ها و افزایش سرانه بار مالی به ویژه در ماه های گرم سال می شود، بلکه باعث ایجاد آلودگی در جو از جمله تولید گاز منواکسید کربن و ازن و افزایش ترکیبات زیانبار کربنی، گوگردی و دیگر آلاینده های آسیب رسان در سطح زمین می شود (معروف نژاد، ۱۳۸۹). با توجه به توانایی بالای سنجنده های ماهواره ای در جمع آوری بازتاب های طیف الکترومغناطیس از پدیده های زمینی، از جمله طیف مادون قرمز حرارتی، امکان بررسی وضعیت دمای سطوح و کاربری های متعدد در مناطق گوناگون از جمله مناطق شهری وجود دارد. سنجش از دور حرارتی شاخه ای از سنجش از دور محسوب می شود که در مورد پردازش و تفسیر داده های به دست آمده در ناحیه مادون قرمز حرارتی (TIR) طیف الکترومغناطیسی بحث می کند (کوران، پرویز، حایز، رحمان، ۱۳۷۳).

بیان مسئله و اهمیت تحقیق

با انجام این تحقیق و نتایج آن می توان با برداشت داده های دمایی با استفاده از منابع و ابزار جغرافیایی (GIS و روش های سنجش از دور و ...) و تجزیه و تحلیل آنها به شناخت اماکن و تعیین نقاطی در سطح شهر

اهواز که از درجه حرارت بالاتری برخوردار بوده و عوامل مسبب آنها و همچنین مکان یابی بهینه کاربری ها اعم از صنایع آلاینده و سیستم های حمل و نقل شهری و... و اتخاذ تدابیر و راه کارهای مناسب موارد لازم را انجام داد. اهمیت تحقیق فوق براساس اهداف چندی بوده است که به قرار ذیل می توان به آنها اشاره کرد.

۱- تهیه نقشه حرارتی شهر اهواز

۲- تعیین مناطق بحرانی از نظر دمایی در شهر اهواز

۳- تعیین رابطه بین نوع کاربری ها و دما در شهر اهواز

۴- مکان یابی بهینه صنایع آلاینده در شهر اهواز

۵- تعیین مناطق نیازمند به فضای سبز بیشتر به منظور کاهش اثرات دمایی و آلودگی در شهر اهواز

روش تحقیق

پژوهش حاضر بر پایه مطالعات اسنادی و میدانی استوار بوده و روش تحقیق در آن از نوع توصیفی تحلیلی و استنباطی می باشد. در این تحقیق به این سوال پاسخ داده خواهد شد که شناخت کاربری های شهری می تواند به شناخت جزایر حرارتی منجر گردد. پیش فرض تحقیق آن است که بین نوع کاربری های موجود در شهر (مطالعه موردی شهر اهواز) و شکل گیری جزایر حرارتی رابطه مستقیم وجود دارد. همچنین در این تحقیق، سعی شده تا از جدیدترین منابع فارسی - لاتین از جمله کتب، نشریات و مقالات بهره گرفته شود. در این تحقیق جهت بررسی و بهره برداری اطلاعات و نتایج از ابزار وسایلی مختلفی استفاده شده است که اهم آنها به قرار زیر است.

الف: نقشه های رقومی - توپوگرافی به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ از سازمان نقشه برداری کشور

ب: نقشه های رقومی ۱:۲۰۰۰ شهر اهواز از سازمان نقشه برداری کشور

ج: استفاده از تصاویر ماهواره ای

د: برای برداشت نقاط نمونه در هنگام عملیات میدانی از یک دستگاه GPC مدل (GARMIN (MAP 76 S

استفاده گردید.

ه: تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزارهای ذیل انجام گردیده است.

یافته های تحقیق

نمایی کلی از وضعیت شهر اهواز

شهر اهواز مرکز استان خوزستان با ارتفاع متوسط ۱۶ متر از سطح دریا بین $31^{\circ}13'N$ تا $31^{\circ}23'N$ و $48^{\circ}32'E$ تا $48^{\circ}47'E$ واقع و شامل ۸ منطقه شهرداری می باشد (شکل ۱) و (شکل ۲). مساحت محدوده طرح جامع آن ۲۹۵ کیلومتر مربع است. میانگین سالانه دمای شهر اهواز $32/8$ درجه سانتیگراد و میانگین حداکثر دمای آن $38/3$ درجه سانتیگراد و میانگین حداقل دمای آن $17/2$ درجه سانتیگراد است. میزان بارندگی سالیانه در حدود ۲۰۵ میلی متر گزارش شده که با توجه به اقلیم بندی دوما رتن در ناحیه خشک قرار می گیرد. شهر اهواز دارای ۱۰ ماه خشک است. از نظر بارندگی، از بهمن ماه آغاز شده و تا آبان ماه پایان می یابد (معروف نژاد، ۱۳۸۶).



شکل ۱- منطقه بندی شهری شهر اهواز (۸ منطقه شهری) (مآخذ: معروف نژاد، ۱۳۸۶)

منطقه ۱: مرکز شهر، پاداد شهر، ۲۴ متری، ۳۰ متری، باغ شیخ و چهارراه زند و...

منطقه ۲: کیانپارس، کیان آباد، امانیه، لشکر ۹۲ زرهی و...

منطقه ۳: زیتون کارمندی، کوی جواهری، زرگان، ملی راه، شهرک نفت و...

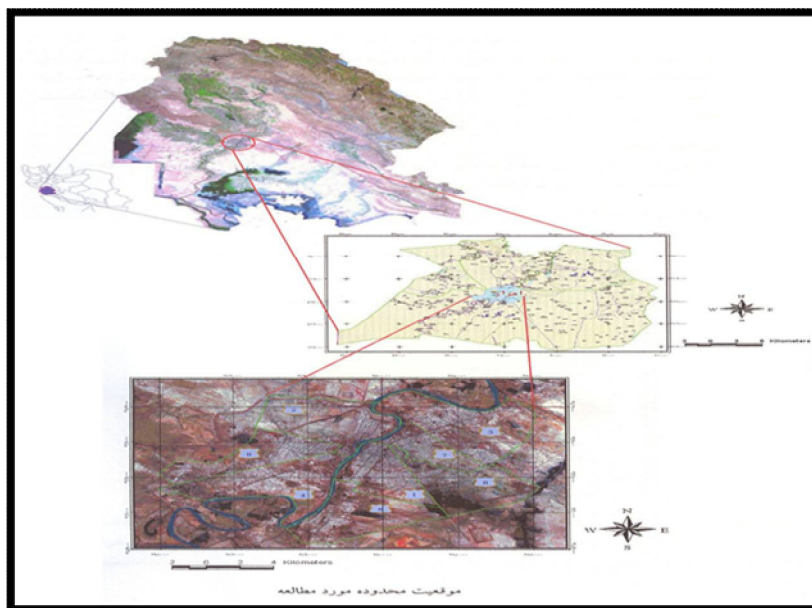
منطقه ۴: گلستان، بوستان، سعدی، پردیس، فرهنگ شهر و...

منطقه ۵: کوت عبدا...، کوی مهدیس، بهشت شهدا، آریا شهر و...

منطقه ۶: کوی انقلاب، راهنمایی، کوی نهضت آباد و...

منطقه ۷: چهارشیر، زیتون کارگری، آسیا آباد، حصیر آباد، سلطانمش و...

منطقه ۸: فاز ۱ و ۲ پاداد، باهنر، سپیدار، صنایع فولادلوله سازی و...



شکل شماره ۲- موقعیت محدوده مورد مطالعه (شهر اهواز) از طریق تصاویر ماهواره ای (مآخذ: سوزنگر، ۱۳۸۵)

در حال حاضر شهرستان اهواز شامل دو بخش به نام باوی، و بخش مرکزی است. بخش مرکزی شامل شهر اهواز و دهستان های اسماعیلیه، الهایی، سویسه، عنافچه، غیزانیه، مشرحات، حمیدیه و کوت عبدا... است. شهرستان اهواز از شمال با شهرستان های شوش و شوشتر، از شرق با رامهرمز، از غرب با دشت آزادگان و از جنوب با شادگان و خرمشهر همجوار است (همان منبع: ۱۳۸۶).

روش پردازش تصاویر ماهواره ای برای تعیین دمای سطحی مناطق موجود در محدوده طرح جامع شهر

اهواز

عمده ترین مرحله در انجام پروژه های سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی جمع آوری داده می باشد به نحوی که بیشترین هزینه و زمان را به خود اختصاص می دهد (قاسمیان، ۱۳۷۷). در این تحقیق تلاش شده است تا با استفاده از پردازش تصویر ماهواره ای روشی برای تعیین دمای سطحی مناطق موجود در

محدوده طرح جامع شهر اهواز ارائه گردد. بدین منظور پس از انجام عملیات پیش پردازش بر روی تصویر و اصلاحات لازم، برای تعیین نوع کاربری از روش طبقه بندی نظارت شده استفاده گردیده است. برای تعیین درجه حرارت سطحی از بانده ۶ سنجنده ETM⁺ دارای قدرت تفکیک ۱۲۰ متر مربوط به جولای ۲۰۰۶- تیرماه ۱۳۸۶ استفاده شده است (جدول ۱) بدین منظور پس از اعمال مراحل مربوط و تصحیحات لازم در نوع کاربری، نقشه‌ی دمائی منطقه تهیه شده و به چندین طبقه کیفی دمائی تقسیم گردیده است.

جدول شماره ۱- مشخصات سنجنده ETM⁺

باند	تفکیک طیفی (میکرومتر)	قدرت تفکیک هندسی (به متر)
۱	۰/۴۵-۰/۵۱۵	۲۸/۵
۲	۰/۵۲۵-۰/۶۰۵	۲۸/۵
۳	۰/۶۳-۰/۶۹	۲۸/۵
۴	۰/۷۵-۰/۹۰	۲۸/۵
۵	۱/۵۵-۱/۷۵	۲۸/۵
۶	۱۰/۴۰-۱۲/۵	۶۰
۷	۲/۰۹-۲/۳۵	۲۸/۵
۸	۰/۵۲-۰/۹۰	۱۵

(مآخذ: Julianni, 2004)

باند ۶ لندست ۷ دارای دو نوع داده درجه حرارت بالا (۶,۱) و پایین (۶,۲) است، که طول موج ۱۰,۴۶ تا ۱۲,۵۰ میکرومتر را پوشش می دهند. باند ۶,۱ (LOW GAIN) دامنه روشنایی بالا را دربر می گیرد که برای روز کاربرد بیشتری دارد. مراحل استخراج درجه حرارت به شرح زیر است (Julianni, 2004).

الف- تبدیل داده‌های دیجیتال باند ۶ به داده‌های انعکاسی.

ب- تصحیح درجه حرارت منتشر شده از زمین (S_7).

برای اندازه‌گیری دمای سطح شهر اهواز و تهیه نقشه پراکندگی دما از باند ۶ لندست ۷ دارای قدرت تفکیک ۱۲۰ متر بوده است از شهر اهواز گرفته شده است.

الف- تبدیل داده‌های دیجیتال باند ۶ به داده‌های انعکاسی.

تبدیل اعداد دیجیتال باند ۶ (DN) به وسیله معادله زیر قابل تبدیل به اعداد انعکاسی می باشد. مقادیر LMAX و LMIN از کتاب راهنمای لندست ۷ ETM⁺ (NASA, 2004) که توسط ناسا تولید شده است استفاده گردید.

ب- تصحیح درجه حرارت منتشر شده از زمین (S_T)

با استفاده از اعمال روش های فوق درجه حرارت برای نقاط مختلف بدست می آید، ولی با توجه به ماهیت متفاوت کاربری ها در سطح شهر و تفاوت انعکاسی آنها نیازمند به تصحیح تصویر از طریق فرمول زیر است (Snyder.1998).

رابطه شماره ۱:

$$S_T = \frac{T_B}{1 + (\lambda \times T_B / \rho) L n \varepsilon}$$

که در اینجا:

$$\sigma = \text{ثابت استفان بولتزمن } (1.38 \times 10^{-23} J/k)$$

$$S_T = \text{درجه حرارت تصحیح شده}$$

$$h = \text{ثابت پلانک } (6.226 \times 10^{-34} js)$$

$$\lambda = (11.5 m\mu) \text{ طول موج تابش}$$

$$c = \text{سرعت نور } (2.998 \times 10^{-8} m/s)$$

$$\rho = h \times c / \sigma (1.438 \times 10^{-2mK})$$

همان گونه که بیان گردید با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره ای می توان به روشی برای تعیین دمای سطحی دست یافت. در روش معمول برای تعیین پارامترهای مختلف از آمار ایستگاه های هواشناسی استفاده می گردد. با توجه به محدودیت تعداد ایستگاه ها و همچنین به دلیل فاصله ی بین آنها تعمیم آمار به سایر نقاط بین ایستگاه ها منجر به کاهش دقت اطلاعات می گردد که این موضوع محدودیت هایی را در تعیین میکروکلیمای شهری ایجاد می نماید. همان گونه که اشاره شد، برای تعیین مقادیر دمای سطحی تمام نقاط یک سطح می توان از پردازش تصاویر حرارتی استفاده کرد، اما لازم است جهت ارزیابی دقت اطلاعات حاصل از تصویر حرارتی از اطلاعات ایستگاه های هواشناسی محدوده مورد مطالعه استفاده گردد. جدول شماره ۲ آمار درجه حرارت و رطوبت اخذ شده از ایستگاه سینوپتیک اهواز را در ساعت ۹:۳۰ به وقت محلی (ساعت ۶ به وقت گرینویچ)، همزمان با گذر ماهواره لندست ۷ در روز ۲۲ آوریل سال ۲۰۰۶ میلادی را نشان می دهد در این جدول (شماره ۲) به ترتیب وضعیت درجه حرارت و رطوبت طی دوره آماری ۳۳ ساله ارائه گردیده است.

جدول شماره ۲- آمار درجه حرارت و رطوبت اخذ شده از ایستگاه سینوپتیک اهواز در ساعت ۹:۳۰ به وقت محلی (روز ۲۲ آوریل سال ۲۰۰۶)

سال	درجه حرارت			رطوبت ساعت ۹،۳۰ صبح
	ساعت ۹،۳۰ صبح	حداقل	حداکثر	
۱۹۷۳	۲۸	۲۰	۳۴	۳۳
۱۹۷۴	۲۸	۱۸	۳۷	۳۲
۱۹۷۵	۲۶	۱۹	۳۲/۶	۲۰
۱۹۷۶	۲۵	۱۴	۳۲	۴۶
۱۹۷۷	۲۶	۱۲/۲	۳۲	۲۹
۱۹۷۸	۲۸	۱۴/۸	۳۶	۲۷
۱۹۷۹	۳۴	۲۶/۶	۳۷/۶	۸
۱۹۸۰	۳۱	۲۰/۴	۴۱/۴	۳۳
۱۹۸۱	۲۷	۱۶/۴	۳۷	۴۸
۱۹۸۲	۲۶	۱۳	۳۱/۴	۲۳
۱۹۸۳	۳۰	۲۵/۲	۳۶	۳۸
۱۹۸۴	۲۸	۱۹/۶	۳۶/۲	۳۱
۱۹۸۵	۲۷	۲۲/۸	۳۲/۴	۵۲
۱۹۸۶	۱۹	۱۳/۶	۳۱/۸	۲۶
۱۹۸۷	۳۱	۱۹/۶	۴۰/۲	۲۳
۱۹۸۸	۲۷	۲۰/۲	۳۵/۸	۴۰
۱۹۸۹	۲۵	۱۷/۶	۳۴/۴	۳۴
۱۹۹۰	۳۰	۲۲/۶	۳۹/۶	۴۵
۱۹۹۱	۲۳	۲۰/۴	۳۳	۴۹
۱۹۹۲	۲۴	۲۱/۶	۳۴/۲	۳۸
۱۹۹۳	۳۰	۲۳/۲	۳۹/۸	۳۰
۱۹۹۴	۲۶	۱۸	۳۲/۶	۴۸
۱۹۹۵	۳۲	۲۲	۳۷/۵	۳۵
۱۹۹۶	۲۵	۱۹	۳۴	۴۵
۱۹۹۷	۲۸	۲۰/۲	۳۴/۶	۲۴
۱۹۹۸	۲۹	۲۲	۳۴/۲	۳۳
۱۹۹۹	۲۸	۲۲/۴	۳۵/۴	۲۴
۲۰۰۰	۲۸	۲۲/۲	۳۵	۳۲
۲۰۰۱	۲۵	۱۹	۲۸/۵	۳۱
۲۰۰۲	۲۶	۱۶	۳۳	۲۳
۲۰۰۳	۲۴	۱۹	۳۵	۵۱
۲۰۰۴	۲۵	۱۸	۳۱	۴۰
۲۰۰۶	۲۷	۱۹/۳	۳۵/۰	۳۴

روش کار

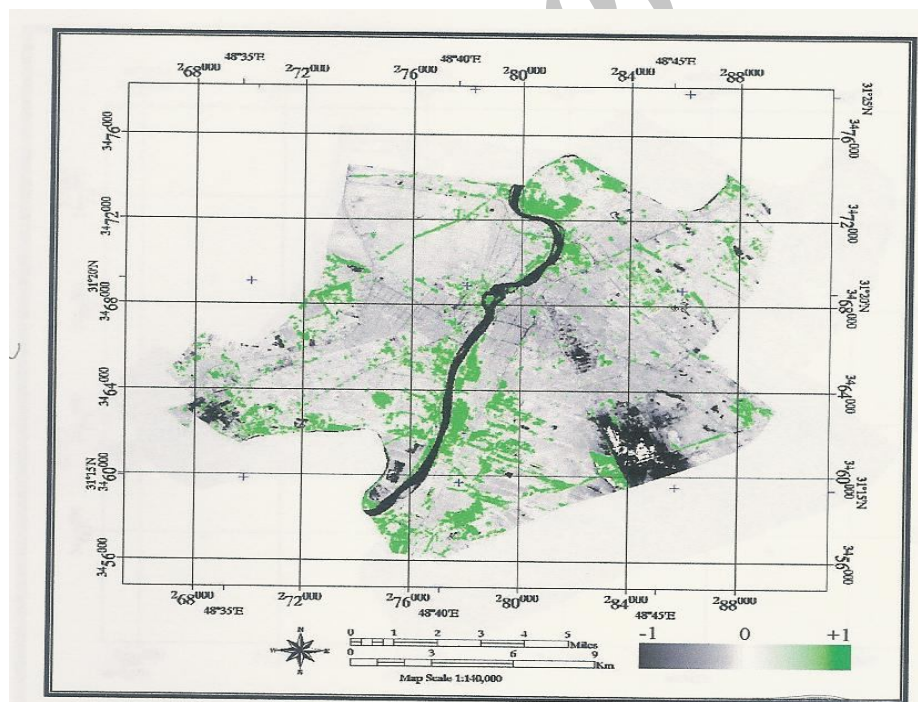
استخراج شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

از آنجا که میزان پوشش گیاهی به عنوان یکی از عوامل مؤثر در کاهش دمای محیطی می‌باشد لازم است تا شاخص پوشش گیاهی، که نواحی دارای پوشش گیاهی را از غیر آن جدا می‌کند نیز در این قسمت مورد استفاده قرار گیرد. بدین ترتیب که باند سوم هر تصویر از باند چهارم (مادون قرمز) آن کم شده و بر مجموع همان دو باند تقسیم شده است (Rencz, 1999).

فرمول:

$$NDVI = \frac{IR - R}{IR + IR}$$

میزان شاخص NDVI بین -۱ تا +۱ متغیر است (شکل ۳) در مناطق بدون پوشش گیاهی میزان شاخص -۱ و در مناطق دارای پوشش گیاهی مناسب مقدار آن برابر +۱ است (سوزنگر، ۱۳۸۵).



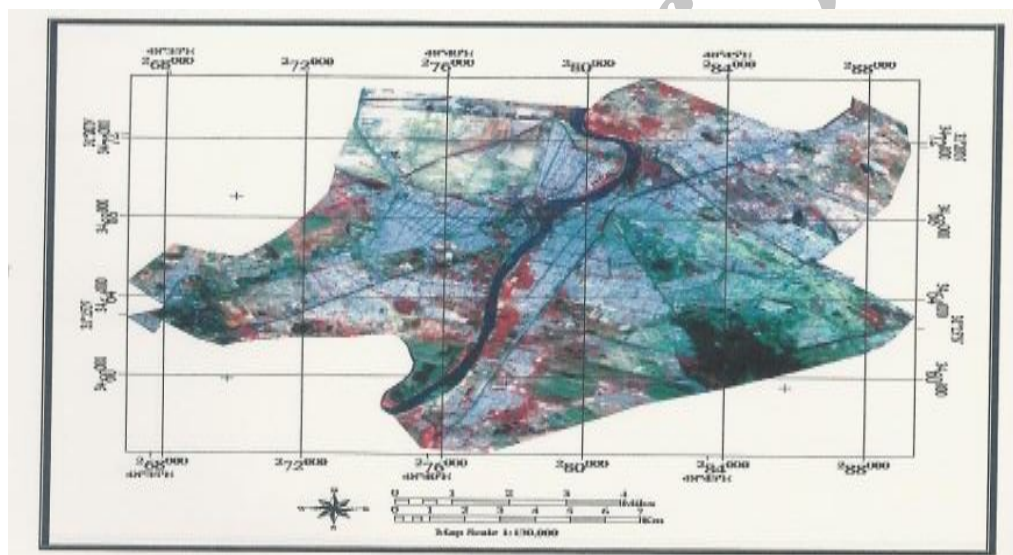
شکل شماره ۳- اندکس پوشش گیاهی (NDVI) تصویر سال ۲۰۰۶ محدوده شهر اهواز (مأخذ: سوزنگر، ۱۳۸۵)

تهیه نقشه کاربری اراضی شهری

برای تهیه نقشه کاربری های موجود در منطقه مورد مطالعه، نیاز است که تصویر سال ۲۰۰۶ طبقه بندی شود. در ادامه، مراحل انجام طبقه بندی تصویر به شرح ذیل بیان می گردد.

انتخاب باندهای طیفی مناسب

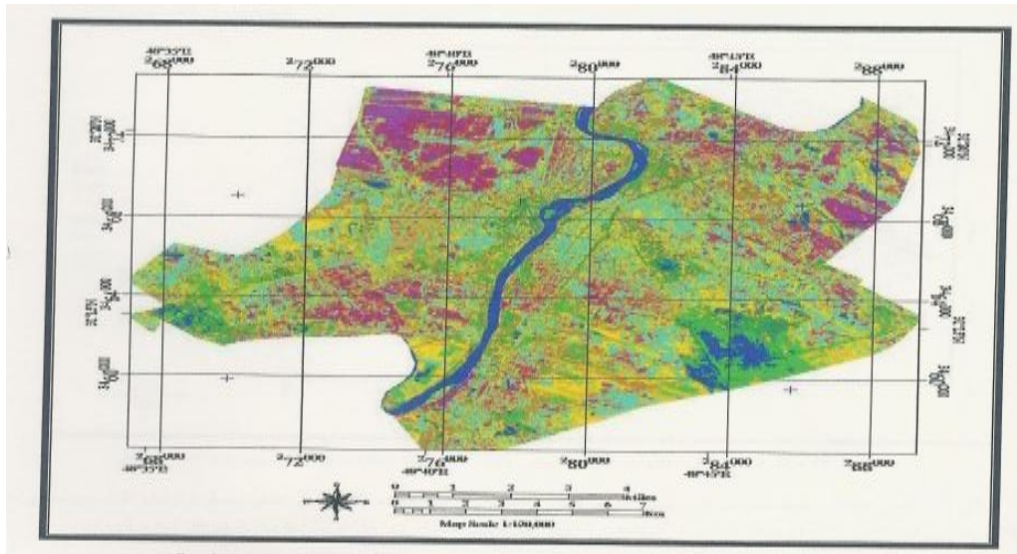
برای انتخاب باندهای مناسب عاملی بنام شاخص بهینه OIF که مبتنی بر همبستگی بین باندها و واریانس آنهاست را معرفی نموده اند. با کمک این روش مراتب ترکیب های ۳ باندهای، به ترتیب میزان اطلاعات تعیین گردید (نجفی دیقانی، ۱۳۷۷) (شکل ۴).



شکل شماره ۴- ترکیب رنگی کاذب ۴۳۲ از تصویر ETM^+ محدوده شهر اهواز در سال ۲۰۰۶ (مأخذ: معروف نژاد، ۱۳۸۶)

انتخاب نمونه های آموزشی

برای انتخاب نمونه های آموزشی، ابتدا با استفاده از تصاویر رنگی کاذب ترکیب (B:۲، G:۳، R:۴) طبقه بندی نظارت نشده، برای دو تصویر انجام شد (شکل ۵).

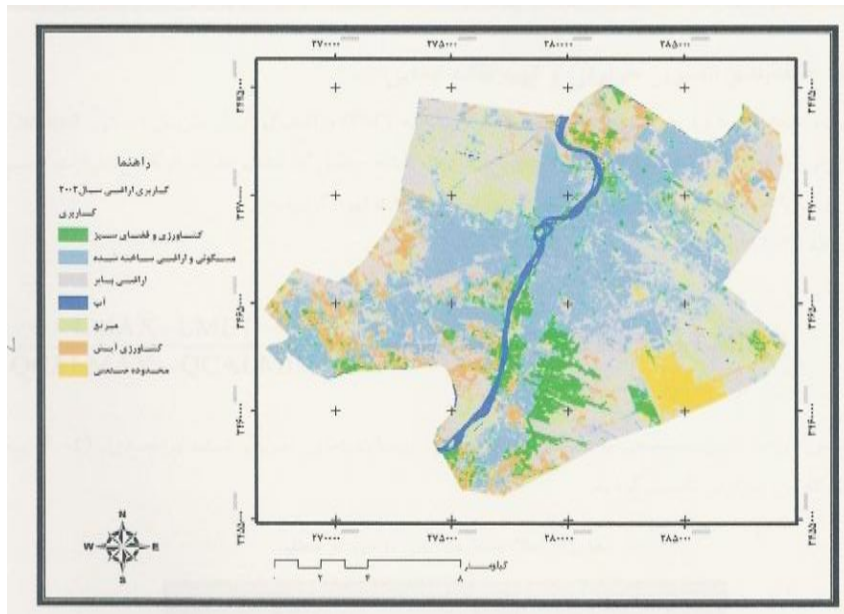


شکل شماره ۵- طبقه‌بندی بدون نظارت تصویر 2006 ETM⁺ به روش Isodata (مآخذ: معروف نژاد، ۱۳۸۶)

در ادامه با استفاده از نقشه‌ی بدست آمده از طبقه‌بندی فوق و عملیات میدانی، ۱۵ نقطه‌ی آموزشی برای تصویر ۲۰۰۶ انتخاب شد. لازم به ذکر است به علت اینکه چند سالی از گذر ماهواره و تصویربرداری از منطقه گذشته، طبیعی است که فضای مورد بازدید با فضای زمان تصویربرداری ماهواره تا حدودی متفاوت می‌باشد (همان منبع، ۱۳۷۷). لذا جهت رفع این مشکل از اطلاعات جنبی دیگر نظیر اطلاعات افراد محلی و کارشناسان و تصویر pan آیکونوس منطقه با دقت یک متر استفاده گردید (شکل ۵).

طبقه‌بندی تصاویر

برای طبقه‌بندی تصویر به روش نظارت شده و با استفاده از نواحی آموزشی از الگوریتم حداکثر احتمال استفاده شد (Mather, 1987) (شکل ۶).



شکل شماره ۶- طبقه‌بندی نظارت شده تصویر سال ۲۰۰۶ با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال (مآخذ: نژاد، ۱۳۸۶)

برای ارزیابی دقت طبقه‌بندی از روش ماتریس درهمی استفاده گردید. متوسط دقت طبقه‌بندی در کلاس‌های مختلف ۸۲ درصد برآورد گردید. نتایج ارزیابی دقت در جدول شماره ۳ درج شده است (همان منبع، ۱۹۸۷).

جدول شماره ۳- ماتریس درهمی طبقه‌بندی نهایی سال ۲۰۰۶

کلاس	تعداد پیکسل	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
پوشش گیاهی	۲۳۶۰	۱۰/۱۷	۸۲/۸۶	۰/۱۰	۰/۰۶	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۷	۰/۰۰
مسکونی	۷۵۹۲	۷/۵۳	۹/۰۶	۸۲/۶۶	۰/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
بایر	۶۲۰۴	۱۱/۹۶	۴/۹۴	۰/۰۰	۸۳/۱۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
آب	۲۸۶	۱۶/۹۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۸۳/۰۷	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
مریخ	۴۷۶۷	۱۲/۲۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۸۵/۳۷	۲/۴۴	۰/۰۰
کشاورزی آبی	۵۷۰	۸/۳۳	۲/۴۳	۲/۱۴	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۸۵/۱۰	۳/۱۳
محدوده صنعتی	۸۵۶	۸/۲۳	۴/۰۱	۲/۳۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۸۳/۶۸
شبکه معابر	۶۵۸	۹/۱۱	۶/۰۹	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۴۴/۲	۰/۰۰

(مآخذ: Mather. 1987)

طبقه‌بندی تصویری حرارتی و تهیه نقشه دمایی

برای استخراج نقشه حرارتی شهر اهواز با استفاده از رابطه نیکول و اعمال آن از طریق دستور Thermal نرم افزار Idrisi 32 نقشه حرارتی شهر استخراج گردید. سپس درجه حرارت سطحی به دست آمده برحسب درجات دمایی تعریف شده در جدول شماره ۴ به هشت کلاس حرارتی تقسیم گردید.

جدول شماره ۴- محدوده دمایی موجود در ۸ منطقه شهرداری شهر اهواز

منطقه شهرداری	محدوده دمایی	متوسط کلاس
۱	۲۶-۲۲	۲۴
۲	۲۸-۲۶/۱	۲۸
۳	۳۴-۲۸/۱	۳۲
۴	۳۸-۳۴/۱	۳۶
۵	۴۰-۳۸/۱	۳۹
۶	۴۲-۴۰/۱	۴۱
۷	۴۴-۴۲/۱	۴۳
۸	۴۶-۴۴/۱	۴۵

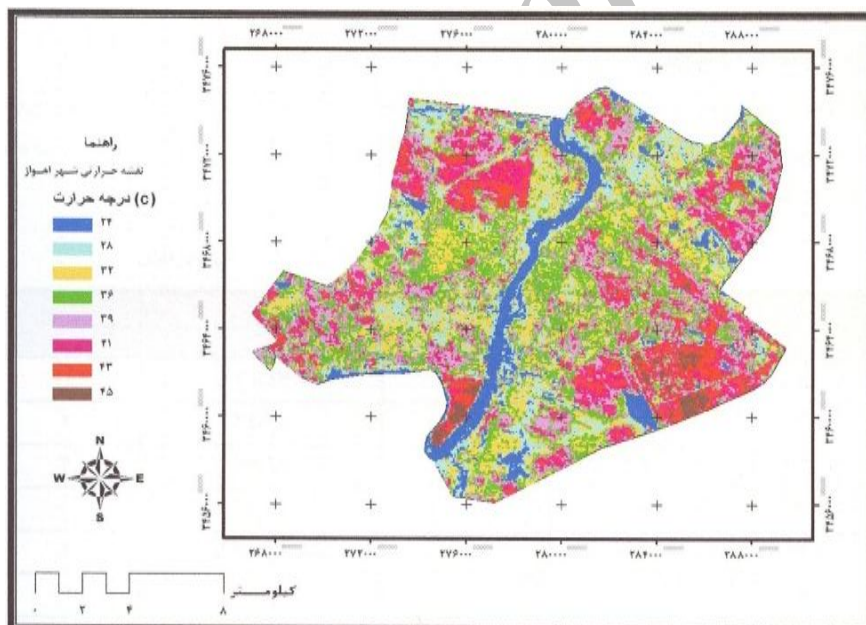
(مأخذ: معروف نژاد، ۱۳۸۹)

حرارت ناشی از تشعشع سطحی یک جسم که حرارت سطحی نامیده می‌شود با دمای هوای در برگیرنده‌ی آن جسم، بسته به زمان و ساعت شبانه‌روز دارای اندکی اختلاف می‌باشد. این اختلاف نسبت به زاویه‌ی تابش آفتاب از نظر عمود یا مایل بودن و یا در سایه بودن جسم متغیر است. با گذشت زمان درجه حرارت سطحی، دمای هوای مجاور خود را نیز متأثر می‌نماید. در ساعات اولیه و بعد از ظهر، این تفاوت زیاد و در عصر کم می‌باشد. در بررسی که توسط Nichol در سال ۱۹۹۶ انجام گرفت اختلاف بین درجه حرارت سطحی مشاهده شده با ماهواره و درجه حرارت هوای اندازه‌گیری شده با دماسنج برای ساعات ۹:۰۰ تا ۱۶:۳۰ در سه وضعیت و حالت مختلف اجسام نسبت به زاویه تابش آفتاب تعیین گردید. این سه وضعیت اندازه‌گیری شده عبارت بودند از: دیوارهای سایه‌دار، دیوارهای آفتابگیر و سطح زمین، اختلاف بین T_s (حرارت سطحی) و T_a (دمای هوای در برگیرنده یک جسم) در زمان عبور ماهواره (۱۰ صبح) در دیوارهای سایه‌دار تقریباً ۳/۵ درجه، در دیوارهای آفتابگیر ۵/۵ درجه و در زمین واقع در بین دو دیوار ۷/۵ درجه بوده‌اند. اندازه‌گیری دمای سطحی با استفاده از حرارت سنج در ارتفاع ۱ تا ۶ متری بالای سطح تابش‌کننده و اندازه‌گیری دمای هوا با استفاده از

دماسنج در یک متری بالای سطح تابش کننده انجام گرفت. با توجه به نتایج بررسی Nichol در سال ۱۹۹۶ بطور کلی می توان گفت اختلاف T_a و T_s در زمان عبور ماهواره برابر است با:

$$\Delta_{T_s, T_a} = \frac{3.5 + 5.5 + 7.5}{3} = 5.5^\circ C$$

به دلیل این که مناطق شهری ترکیبی از سه حالت یاد شده را دارا می باشند، از این رو برای بدست آوردن درجه حرارت هوا در نقاط مختلف شهر در تصویر، $5/5^\circ C$ از حرارت محاسبه شده از باند ۶ کسر شد. بعد از این مرحله به منظور انجام طبقه بندی بر روی باند حرارتی به منظور تهیه نقشه حرارتی نمونه آزمایشی از باند نرمال شده جدید با پراکندگی و تعداد مناسب، انتخاب و سپس با اجرای الگوریتم MDC، بر روی باند ۶ طبقه بندی انجام گرفت و نتایج کار به هشت طبقه یا محدوده دمایی تقسیم شد. که در نهایت نقشه حرارتی شهر اهواز به دست آمد (شکل ۷).



شکل ۷- طبقه بندی تصویر حرارتی و تهیه نقشه دمایی محدوده شهر اهواز (مآخذ: معروف نژاد، ۱۳۸۹)

در مرحله بعد نسبت به استخراج متوسط دمای هر یک از مناطق هشت گانه شهرداری اهواز اقدام شد. به همین منظور پس از تبدیل نقشه دمائی منطقه (شکل ۷) به فرمت رستر با استفاده از دستور Summerize zone در محیط GIS دمای متوسط در هر یک از مناطق استخراج گردید (جدول ۵).

جدول شماره ۵- متوسط دمای مناطق ۸ گانه شهرداری شهر اهواز

منطقه شهرداری	متوسط دمای منطقه
۱	۳۴/۷
۲	۳۵/۵
۳	۳۴/۶
۴	۳۴/۶
۵	۳۵/۹
۶	۳۵/۲
۷	۳۵/۳
۸	۴۳/۲

(مأخذ: معروف نژاد، ۱۳۸۹)

ارتباط دما با میزان پوشش گیاهی در مناطق شهر اهواز

همان گونه که ذکر شد بین نوع کاربری منطقه و دمای سطحی رابطه مستقیمی وجود دارد. جهت بررسی رابطه‌ی بین میزان پوشش گیاهی و دمای سطحی در مناطق شهری اهواز، متوسط دمای مناطق هشتگانه این شهر با میزان فضای سبز موجود در آن منطقه مقایسه گردید (جدول ۶).

جدول شماره ۶- مقایسه میزان دمای سطحی و میزان فضای سبز مناطق ۸ گانه شهرداری شهر اهواز

منطقه شهرداری	مسطح فضای سبز (هکتار)	نسبت فضای سبز	درصد فضای سبز	متوسط دمای منطقه
۱	۳۱/۸۷	۰/۰۸	۸/۱۳	۳۴/۷
۲	۳۴/۲۰	۰/۰۹	۸/۷۲	۳۵/۵
۳	۷۷/۶۸	۰/۲۰	۱۹/۸۱	۳۴/۶
۴	۸۱/۸۵	۰/۲۱	۲۰/۸۷	۳۴/۶
۵	۹۸/۶۵	۰/۲۵	۲۵/۱۵	۳۵/۹
۶	۳۸/۳۳	۰/۱۰	۹/۷۷	۳۵/۲
۷	۱۴/۱۵	۰/۰۴	۳/۶۱	۳۵/۳
۸	۱۵/۴۵	۰/۰۴	۳/۹۴	۴۳/۲

(مأخذ: گزارش عملکرد سالانه شهرداری اهواز، ۱۳۸۶ (به غیر از ردیف متوسط دمای منطقه که در برداشت میدانی اتخاذ شده است).

مساحت فضای سبز مورد نیاز برای هر منطقه باید حداقل ۱۵٪ مساحت آن منطقه باشد (پورمحمدی، ۱۳۸۲). با مشاهده ارقام جدول ۶ مشخص می گردد که درصد بالاتر فضای سبز متعلق به مناطق ۵، ۴ و ۳ شهرداری

می باشد که دارای متوسط دمای پائین تری نسبت به سایر مناطق می باشد. اندازه دمای مناطق از نقشه حرارتی شهر (شکل ۷) و میزان پوشش گیاهی این مناطق از نقشه بدست آمده از شاخص NDVI (شکل ۳) استخراج گردیده است.

توزیع و تناسب فضای سبز

مساحت و پوشش گیاهی کنونی مناطق مختلف شهرداری و اندازه متوسط استاندارد سطح پوشش گیاهی، که به میزان ۱۵ درصد مساحت محدوده مورد مطالعه و همچنین سرانه ۱۶ متر مربع پوشش گیاهی برای هر نفر می باشد که در جدول شماره ۷ و ۸ تهیه شده است.

جدول شماره ۷- توزیع و کمبود پوشش گیاهی با توجه به مساحت مناطق ۸ گانه شهرداری شهر اهواز

منطقه شهرداری	مساحت مناطق شهرداری	مساحت پوشش گیاهی مورد نیاز	مساحت پوشش گیاهی موجود	کمبود پوشش گیاهی (هکتار)
۱	۲۲۱۴	۳۳۲/۱	۳۱/۸۷	۳۰۰/۲۳
۲	۳۱۱۷	۴۶۷/۵۵	۳۴/۲	۴۳۳/۳۵
۳	۳۴۸۷	۵۲۳/۰۵	۷۷/۶۸	۴۴۵/۳۷
۴	۳۸۲۹	۵۷۴/۳۵	۸۱/۸۵	۴۹۲/۵
۵	۳۲۷۹	۴۹۱/۸۵	۹۸/۶۵	۳۹۳/۲
۶	۲۷۵۳	۴۱۲/۹۵	۳۸/۳۳	۳۷۴/۶۲
۷	۱۵۰۹	۲۲۶/۳۵	۱۴/۱۵	۲۱۲/۲
۸	۲۷۸۱	۴۱۷/۱۵	۱۵/۴۵	۴۰۱/۷

(مآخذ: گزارش عملکرد سالانه شهرداری اهواز، ۱۳۸۶)

جدول شماره ۸- توزیع و کمبود پوشش گیاهی با توجه به جمعیت مناطق ۸ گانه شهرداری شهر اهواز

منطقه شهرداری	جمعیت	مساحت پوشش گیاهی مورد نیاز (هکتار)	مساحت پوشش گیاهی موجود	کمبود پوشش گیاهی (هکتار)
۱	۲۳۳۳۶۶	۳۷۳/۳۹	۳۱/۸۷	۳۴۱/۵۲
۲	۷۹۵۸۷	۱۲۷/۳۴	۳۴/۲	۹۳/۱۴
۳	۱۶۰۰۰۰	۲۵۶/۰۰	۷۷/۶۸	۱۷۸/۳۲
۴	۱۹۲۰۰۰	۳۰۷/۲۰	۸۱/۸۵	۲۲۵/۳۵
۵	۱۴۵۰۰۰	۲۳۲/۰۰	۹۸/۶۵	۱۳۳/۳۵
۶	۲۸۵۸۶۶	۴۵۷/۳۹	۳۸/۳۳	۴۱۹/۰۶
۷	۱۵۰۰۰۰	۲۴۰/۰۰	۱۴/۱۵	۲۲۵/۸۵
۸	۶۰۰۰۰	۹۶/۰۰	۱۵/۴۵	۸۰/۵۵

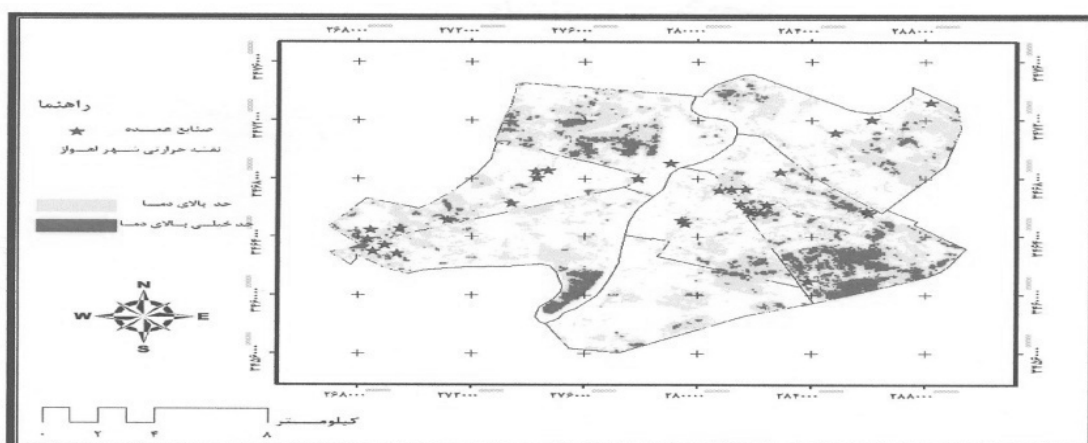
تشکیل جزایر حرارتی در مناطق شهری با نوع کاربری در این مناطق نیز رابطه‌ای مستقیم دارد. در این راستا ویژگی‌های دمائی هر یک از کاربری‌های ۸ گانه در منطقه مورد مطالعه (شکل ۸) نیز استخراج گردید، که نتایج آن در جدول ۹ ارائه شده است.

جدول شماره ۹- میانگین دمای کاربری‌های شهری شهر اهواز

میانگین دما	کاربری
۳۳/۳	کشاورزی و فضای سبز
۳۶/۴	مسکونی
۳۸/۸	مرنوع
۲۷/۵	آب
۴۰/۲	زمین‌های بایر
۳۶/۲	کشاورزی آیش
۴۳/۲	صنعتی
۴۱/۱	شبکه‌های معابر (خیابانها و کوچه‌ها با پوشش آسفالت)

(مآخذ: معروف نژاد، ۱۳۸۹)

ملاحظه می‌گردد که مناطق صنعتی عمده‌ی شهر اهواز از جمله منطقه کارون، صنایع فولاد خوزستان و محدوده‌ی کارخانجات لوله‌سازی در انتهای بلوار گلستان دارای بالاترین میانگین دمائی می‌باشند. در شکل شماره ۸ نقشه حرارتی شهر اهواز به چهار طبقه دمائی تقسیم گردیده است. از مقایسه نقشه حرارتی شهر و نقشه NDVI (شکل شماره ۳) مشخص گردید که مناطق با میزان پوشش گیاهی بالا نسبت به سایر مناطق دارای متوسط دمایی به مراتب پایین‌تری هستند. همچنین از انطباق نقشه توزیع صنایع عمده موجود در محدوده مورد مطالعه مشخص شد که اکثر این مناطق بر ناحیه با دمای بالا و خیلی بالا منطبق هستند، که خود مؤید تأثیر این صنایع بر افزایش دمای مناطق اطراف خود می‌باشد (شکل ۹).



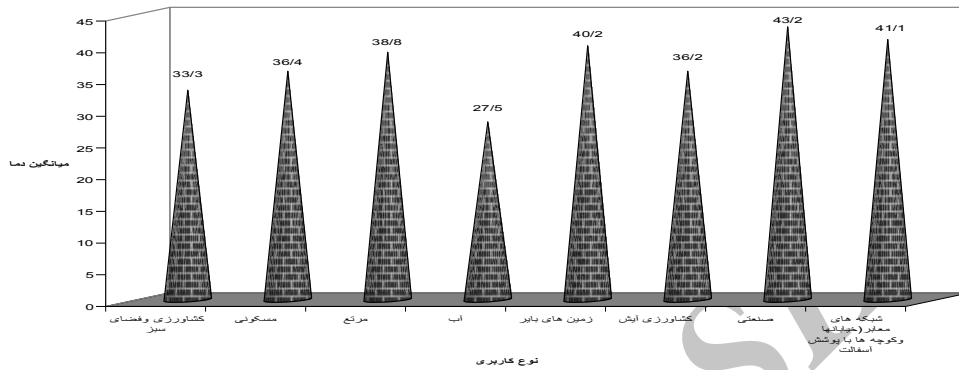
شکل ۹- نقشه ارتباط پراکنش صنایع با جزایر حرارتی در محدوده شهر اهواز (مأخذ: معروف نژاد، ۱۳۸۹)

جمع بندی و نتیجه گیری

نتایج حاصل از این تحقیق را در موارد زیر می توان خلاصه کرد:

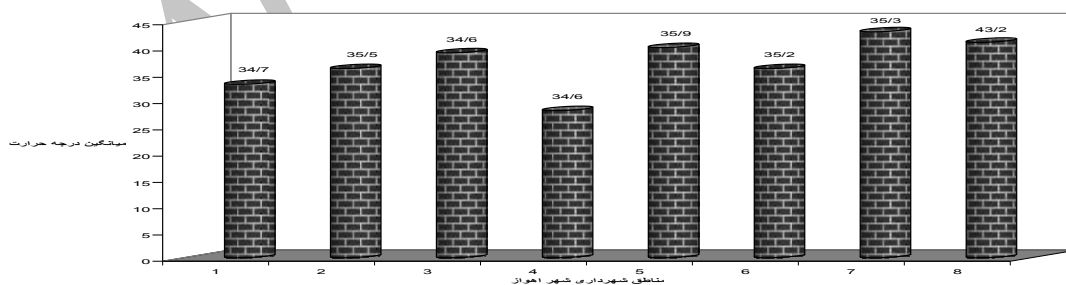
- ۱- پردازش تصاویر ماهواره ای با استفاده از باند حرارتی روش مناسبی برای تعیین دمای سطحی است.
- ۲- در بررسی ارتباط نوع کاربری ها و دمای سطحی شهر اهواز، با محاسبه دمای کاربری های موجود نیز مشخص شد (شکل ۱۰) که کاربری آبی و فضای سبز بترتیب به میزان ۲۷/۵ و ۳۳/۳ درجه سانتی گراد، کمترین

و کاربری های صنعتی و شبکه های معابر (خیابانها و کوچه ها با پوشش آسفالت) و زمین های بایر بترتیب به میزان ۴۳/۲ و ۴۱/۱ و ۴۰/۲ درجه سانتی گراد بالاترین دمای سطحی را دارند. که این بیانگر رابطه مستقیم بین نوع کاربری و میزان دمای سطحی است .



شکل ۱۰- نمودار میانگین دمای بدست آمده از باند ۶ تصویر ETM⁺ سال 2006 در هر یک از کاربری های موجود در منطقه مورد مطالعه (مآخذ: معروف نژاد، ۱۳۸۶)

۳- با توجه به تنوع پراکندگی کاربری ها در سطح شهر، نسبت به تعیین متوسط دمای هر یک از مناطق هشتگانه شهرداری اهواز نیز اقدام شد و بر این اساس مشخص گردید (شکل ۱۱) که منطقه ۸ شهرداری اهواز به دلیل واقع شدن کارخانجات عظیم فولاد خوزستان، لوله سازی خوزستان، شرکت کرین بلاک خوزستان و لوله سازی شرکت ملی نفت بالاترین دمای سطحی را به میزان ۴۳/۲ درجه سانتی گراد و منطقه ۵ شهرداری اهواز که بالاترین میزان فضای سبز را در بین مناطق هشتگانه شهر دارد پایین ترین میزان درجه حرارت را به میزان ۳۵/۹ درجه داراست.



شکل ۱۱- نمودار متوسط دمای بدست آمده از باند ۶ تصویر ETM⁺ سال 2006 در مناطق هشتگانه شهرداری اهواز (مآخذ: معروف نژاد، ۱۳۸۹)

۴- با استفاده از شاخص NDVI (شکل ۳) متوسط پوشش گیاهی هر یک از مناطق نیز تعیین و مشخص شد منطقه پنج شهرداری که بالاترین میزان سطح فضای سبز را دارد، دارای کمترین متوسط دما در بین این مناطق است که خود بیانگر رابطه مستقیم بین نوع کاربری و میزان دمای سطحی است.

۵- با توجه به جمعیت و مساحت مناطق مختلف شهرداری و همینطور استانداردهای بیان شده در مورد لزوم وجود پوشش گیاهی و همچنین پوشش گیاهی موجود، میزان پوشش گیاهی مورد نیاز و کمبود آن در هر یک از مناطق شهرداری اهواز براساس مساحت هر منطقه یا ملاک قراردادن جمعیت برای هر منطقه مشخص گردیده است.

پیشنهادات

با توجه به نقشه‌ها و جداول تهیه شده در زمینه اندازه‌ی دما، پوشش گیاهی و کاربری اراضی در شهر اهواز مواردی جهت بهبود وضعیت پراکنش درجه حرارت در سطح شهر همچنین کاهش و تعدیل درجه‌ی حرارت سطحی در نواحی بحرانی و دارای جزایر حرارتی به شرح ذیل پیشنهاد می‌گردد:

۱- یکی از عوامل اصلی ایجاد جزایر حرارتی در سطح شهر اهواز وجود صنایع آلاینده و حرارت‌زا در این نواحی می‌باشد که لازم است جهت از بین رفتن این نواحی حرارتی، صنایع مذکور به مناطق خارج از شهر منتقل گردند (معروف نژاد، ۱۳۸۹).

۲- اراضی بایر به جهت تبخیر آب سطحی و شور بودن خاک دارای قشری از نمک بوده و باعث انعکاس تشعشعات حرارتی می‌شوند لذا ضروریست این نوع از اراضی با مدیریت مناسب تغییر کاربری داده شوند و با توجه به کم بودن پوشش گیاهی در سطح چنین شهرهایی، در این اراضی درختکاری شده و پارک‌های جنگلی و فضای سبز احداث شود (کردوانی، ۱۳۷۹).

۳- بهره‌گیری از عنصر آب در طراحی محیط شهری، با احداث و تکمیل کانال‌های انحرافی کارون در جبهه‌های شرقی و غربی شهر اهواز، که کانال غربی آن به نام شهید چمران می‌باشد، با توجه به وضعیت توپوگرافی

منطقه و شیب اراضی شهری به طرف روخانه ی کارون و با استفاده از اختلاف ارتفاع رودخانه ی کارون با اراضی اطراف می توان با احداث کانال های متعدد در جهات عمود بر رودخانه ی کارون ضمن افزایش پوشش گیاهی و فضای سبز و اراضی زیر کشت در حومه های شهری که از نظر اقتصادی حائز اهمیت می باشد، از عنصر آب در طراحی محیط، اعتلای سیمای شهر و تعدیل آب و هوای آن بهره مند گردید. علاوه بر آن در اراضی پست حومه های شهری و محلهایی که بعلت خاکبرداری دارای عمق بیشتری نسبت به سطح متوسط زمین می باشند، با احداث دریاچه های مصنوعی، ضمن تعدیل آب و هوای منطقه، می توان به پرورش ماهی و پرندگان آبی جهت تأمین قسمتی از مواد پروتئینی اقدام نمود همچنین در میادین پر تردد و حرارتزا می توان با احداث آب نماها و درختکاری و کشت گیاهان تزئینی به کاهش و تعدیل دما همچنین تلطیف هوا کمک زیادی نمود (نصیری، ۱۳۷۶).

۳- ایجاد دریاچه های مصنوعی، پارک ها و فضای سبز با پراکنش مناسب و متعادل در سطح شهر جهت کاهش درجه حرارت، کاستن میزان آلودگی و تلطیف هوا. در این خصوص گسترش فضاهای سبز و درختکاری در شهر اهواز با توجه به وضعیت اقلیمی و آب و هوایی از نظر فضای سبز از سرانه ی ناچیزی برخوردار می باشد که مهمترین موضوع بوده و از علل عمده ی آن عدم وجود باغچه در مقطع گذرگاههای شهری، عدم وجود کانالهای آب خام جهت آبیاری مستمر فضاهای موجود و عدم آموزش و در نتیجه عدم استقبال مردم در حفاظت نهال ها و فضاهای سبز موجود، عدم استفاده از گونه های سازگار با اقلیم گرم و خشک، و بالاخره عدم توجه کافی و اختصاص اعتبارات ناچیز شهرداری و همچنین کمبود ضوابط و مقررات تشویقی، در این امر را جزء مشکلات میتوان نام برد در طرح جامع اهواز با استفاده از حریم رودخانه ی کارون، وجود آب و خاک شیرین و استقبال مردم از پارک های نواری، ضمن توصیه ی اتخاذ سیاست های تشویقی در بخشودگی عوارضی در مورد واحدهایی که نسبت به قفس درخت در فضاهای داخلی و یا خارجی (حریم گذرگاههای مجاور پارک) اقدام می نماید و همچنین جنگل کاری در مقیاس منطقه ای که باعث تعدیل درجه ی حرارت و تثبیت شن های روان و کاهش توفان های پرگرد و خاک و شن و حفاظت اراضی کشاورزی شده و اثرات تخریبی جابجایی و حرکت شنهای روان بر قطع خطوط ارتباطی پر کردن بستر رود خانه ها و کانال های

آبیاری، تهدید اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی باعث آلودگی هوا و ایجاد عفونت های ریوی و آلرژیهای مختلف در انسانها می شود (معروف نژاد، ۱۳۸۶).

منابع

- ۱- پورمحمدی، م. ۱۳۸۲، برنامه ریزی کاربری اراضی شهری، انتشارات سمت، صفحه ۷۲-۲۳.
- ۲- سالنامه آماری هواشناسی، ایستگاه سینوپتیک اهواز. ۱۹۷۳ تا ۲۰۰۶، سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۹.
- ۳- سوزنگر، فریبرز. ۱۳۸۵، شناسایی جزایر حرارتی شهر اهواز با استفاده از روشهای سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.
- ۴- قاسمیان، محمدحسین. ۱۳۷۷، پردازش تصاویر کامپیوتری و تصاویر ماهواره ای، جزوه درسی، دانشگاه تربیت مدرس تهران.
- ۵- کردوانی، پرویز. روشهای صحیح بیابان زدایی در ایران؛ فصلنامه دانش نامه، شماره پیاپی ۲۷-۲۹، صفحات ۸۶-۱۰۸.
- ۶- کوتی، سمیه. ۱۳۸۴؛ نقش اقلیم در برنامه ریزی شهرها، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.
- ۷- کوران، پرویز. حایز، رحمان. ۱۳۷۳، اصول سنجش از دور، مؤسسه انتشارات امید.
- ۸- معروف نژاد، عباس. ۱۳۸۶، نقش دما در برنامه ریزی شهر اهواز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.
- ۹- معروف نژاد، عباس. ۱۳۸۹. نقش کاربری های شهری در جغرافیای جزایر حرارتی شهرها (مطالعه موردی شهر اهواز)، طرح تحقیقاتی. دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر.
- ۱۰- نجفی دیقانی، محمد. ۱۳۷۷، پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور، انتشارات سمت.
- ۱۱- نصیری، عبدالله. ۱۳۷۶، روش های طبقه بندی طیفی در تهیه نقشه های کاربری اراضی و پوشش اراضی، اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی، نشریه شماره ۷۶/۲۲.
- ۱۲- وایرمن یزدی، مسعود. ۱۳۷۹، نقش عوامل جغرافیایی در توسعه کالبدی شهر اهواز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه اصفهان.
- 13-Julianni H. B., 2004, Characteristics of the Urban Heat Island in Greater Cincinnati Division of Research and Advanced Studies of the University of Cincinnati partial fulfillment of the requirements, for the degree of MASTER OF ARTS, the Department of Geography of the College of Arts and Sciences.
- 14-Mather, P. M., 1987, Computer Processing of Remotely Sensed Images, John Wiley, New York.
- 15-NASA, 2004, Landsat 7 Science Data Users Handbook, Goddard Space Flight Center. available on internet: <http://ltpwww.gsfc.nasa.gov>.
- 16-Rencz, Andrew N., 1999, Remote sensing for the Earth Sciences, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- 17-Snyder, W.C., Wan, Z., Zhang, Y., & Feng, Y.Z., 1998, Classification based emissivity for land surface temperature measurement from space, International Journal of Remote Sensing, No.19, PP:2753-2774.