

تأثیر کاربری‌های شهری در ایجاد جزایر حرارتی تأثیر کاربری‌های شهری در ایجاد جزایر حرارتی (مطالعه موردی: شهر اهواز)

تاریخ پذیرش مقاله: ۹۰/۴/۳

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۳/۱

عباس معروف نژاد* (دانشجوی دکترای تخصصی گروه جغرافیای دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر)

چکیده

بررسی وضعیت پراکندگی تابش‌های حرارتی و ارتباط آن‌ها با انواع کاربری‌های موجود، در شناخت میکروکلیمای نواحی مختلف شهرها دارای اهمیت زیادی می‌باشد. باید توجه داشت که تمرکز زیاد آلاینده‌ها اعم از سیستم حمل و نقل شهری و صنایع در هر قسمت از شهر باعث افزایش میزان گازهای آلاینده می‌گردد. این گازها به دلیل عبور امواج کوتاه خورشیدی از خود و جذب امواج بلند زمینی، پدیده‌ی گلخانه‌ای را در محل استقرار خود به وجود می‌آورند، که عامل مهمی در افزایش دمای منطقه محسوب می‌شوند و تشکیل جزایر گرمایی را سبب می‌شوند. از این رو با توجه به بررسی‌های میدانی و مطالعات لازم امکان شناخت آن‌ها فراهم و در جهت توزیع الگوی دمایی شهرها اقدامات لازم می‌تواند صورت پذیرد. از طرفی برنامه‌ریزی شهری امروزه با توجه به گسترش شهرها و تشدید روند مهاجرت بسیار حائز اهمیت است به طوری که بدون هدف و راه کارهای عقلانی و منطقی نمی‌توان شهرهای امروزی را مدیریت بهینه نمود. عوامل جغرافیایی به عنوان مجموعه و عناصر جغرافیایی به عنوان زیرمجموعه یکی از مهم‌ترین عواملی هستند که می‌توانند تأثیر زیادی در برنامه‌ریزی شهری شهرها به طور اعم و کاربری‌های شهری به طور اخص داشته باشند.

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 ۵ منطقه کمی دمائی تقسیم گردیده است. بر این اساس مشخص گردید که منطقه

* نویسنده رابط: abbas.maroofofnezhad@gmail.com

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 $43/2$ درجه سانتی گراد و منطقه ۵ شهرداری اهواز که بالاترین میزان فضای سبز را در بین مناطق ۸ گانه شهر اهواز دارد پائین ترین میزان درجه حرارت را به میزان $35/9$ درجه داراست. با محاسبه دمای کاربری های موجود نیز مشخص شد که کاربری آبی و فضای سبز به ترتیب به میزان $27/5$ و $33/3$ کمترین و کاربری های صنعتی و شبکه های معابر (خیابان ها و کوچه ها با پوشش آسفالت) و زمین های بایر به ترتیب به میزان $43/2$ و $41/1$ و $40/2$ درجه سانتی گراد بالاترین دمای سطحی را دارند که در نتیجه بیانگر رابطه مستقیم بین نوع کاربری و میزان دمای سطحی است.

واژه های کلیدی

کاربری های شهری، جزایر حرارتی، برنامه ریزی شهری، مناطق شهرداری، شهر اهواز، میزان دمای

سطحی.

مقدمه

رشد لجام گسیخته و بی‌برنامه شهرها به ویژه شهرهای بزرگ کشور که ناشی از رشد طبیعی جمعیت شهری، افزایش مهاجرت‌های روستایی و ... می‌باشد به دنبال خود افزایش تخریب محیط زیست و افزایش روز افزون انواع آلودگی‌ها را داشته است (وایرمن یزدی، ۱۳۷۹: ۳). در این میان مراکز اصلی شهرها، کارخانه‌ها و مراکز صنعتی به یک جزیره حرارتی تبدیل شده‌اند. در طی فصل تابستان، در کنار فرایند جذب پرتو فرا بنفش و انعکاس اشعه مادون قرمز، در هر منطقه، سقف ساختمان‌ها، خیابان‌ها و سطوح تیره‌رنگ، گرما را جذب نموده و آن را در هوا منتشر می‌کنند (جهانبخش، ۱۳۷۹: ۲۵). با توجه به اینکه محدوده اغلب مجتمع‌های صنعتی بزرگ در شهراهوای به خاطر خارج نمودن گازها و ذرات آلاینده تیره‌رنگ هستند این سطوح تیره‌رنگ، گرمای گسیل شده از سوی خورشید را جذب کرده و در خود نگاه می‌دارند (کوتی، ۱۳۸۴: ۵). 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 محدوده‌های حرارتی به نام جزیره حرارتی شناخته می‌شوند. گرمای این محدوده‌ها نه تنها باعث افزایش مصرف انرژی برای خنک کردن ساختمان‌ها و افزایش سرانه بار مالی به ویژه در ماه‌های گرم سال می‌شود، بلکه باعث ایجاد آلودگی در جو از جمله تولید گاز منواکسیدکربن و از نواکسیدکربن و افزایش ترکیبات زیانبار کربنی، گوگردی و دیگر آلاینده‌های آسیب‌رسان در سطح زمین می‌شود. با توجه به توانایی بالای سنجنده‌های ماهواره‌ای در جمع‌آوری بازتاب‌های طیف الکترومغناطیس از پدیده‌های زمینی، از جمله طیف مادون قرمز حرارتی، امکان بررسی وضعیت دمای سطوح و کاربری‌های متعدد در مناطق گوناگون از جمله مناطق شهری وجود دارد.

سنجش از دور حرارتی شاخه‌ای از سنجش از دور محسوب می‌شود که در مورد پردازش و تفسیر داده‌های به دست آمده در ناحیه مادون قرمز حرارتی (TIR)^۱ طیف الکترومغناطیسی بحث می‌کند (کوران، پرویز. حایز، رحمان، ۱۳۷۳: ۲۵).

۲. بیان مسأله و اهمیت تحقیق

با انجام این تحقیق و نتایج آن می‌توان با برداشت داده‌های دمایی با استفاده از منابع و ابزار جغرافیایی (GIS)^۲ و روش‌های سنجش از دور و ... و تجزیه و تحلیل آن‌ها به شناخت اماکن و

^۱ - Thermal Infra Red.

^۲-Geographical information system.

تعیین نقاطی در سطح شهر اهواز که از درجه حرارت بالاتری برخوردار بوده و عوامل مسبب آن ها 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 بیش تر به منظور کاهش اثرات دمایی و آلودگی در شهر

اهواز

۳. 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 تاثیر انواع کاربری های شهری در ایجاد جزایر حرارتی چگونه می باشد. 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 منابع مختلف فارسی- لاتین از جمله کتب، نشریات و مقالات بهره گرفته شود. جهت بررسی و بهره برداری اطلاعات و نتایج تحقیق، 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 (MAP 76 S)

GARMIN استفاده گردید.

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

spss :-

Excel :-

Geomatica نسخه 9/1 :-

Envi نسخه ی 4 :-

Arc View نسخه ی 3/3 :-

Microstation-J :-

Starry Night :-

ArcGIS9 :-

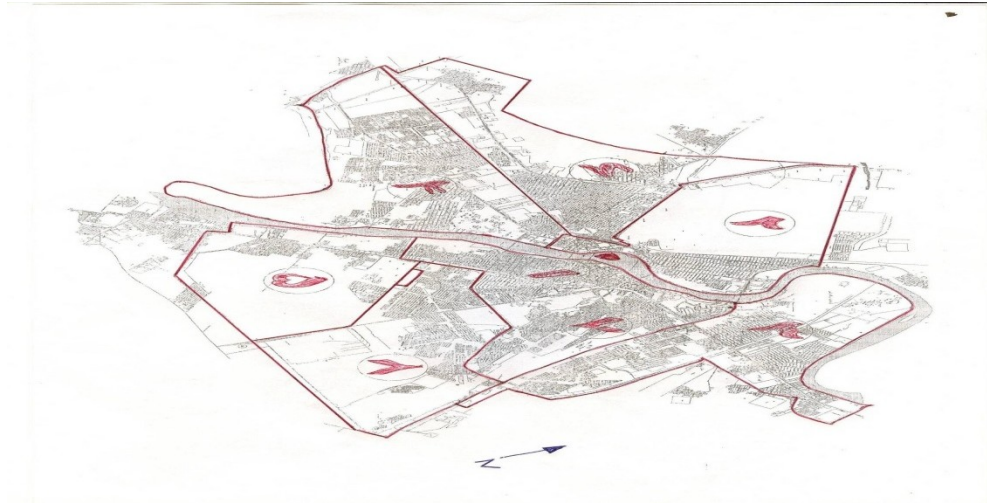
Idrisi32 :-

با امید به این که این موضوع از زوایای مختلف بتواند مورد توجه محققین و متخصصین کشورمان قرار گرفته و به آن پرداخته شود.

۴. یافته های تحقیق

۴-۱. نمایی کلی از وضعیت شهر اهواز

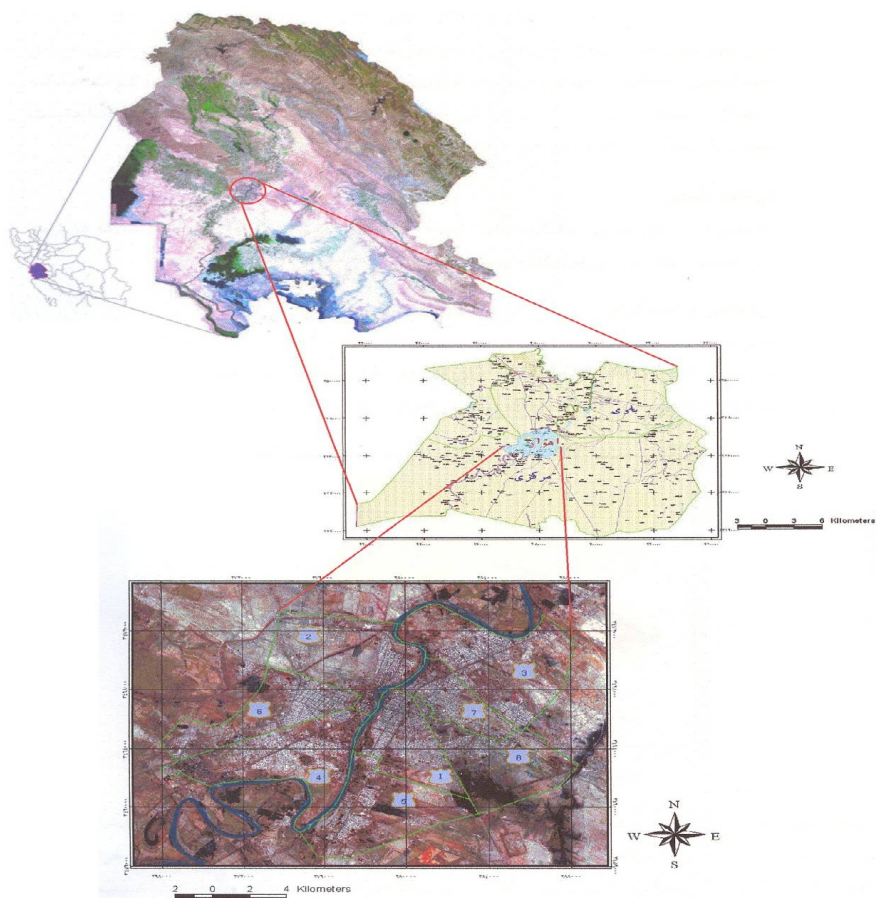
شهر اهواز مرکز استان خوزستان با ارتفاع متوسط ۱۶ متر از سطح دریا بین $31^{\circ}13'N$ تا $31^{\circ}23'N$ و $48^{\circ}32'E$ تا $48^{\circ}47'E$ واقع و شامل ۸ منطقه شهرداری می باشد (شکل ۱) و (شکل ۲). مساحت محدوده طرح جامع آن ۲۹۵ کیلومتر مربع است. میانگین سالانه دمای شهر اهواز $32/8$ درجه سانتی گراد و میانگین حداکثر دمای آن $38/3$ درجه سانتی گراد و میانگین حداقل دمای آن $17/2$ درجه سانتی گراد است. میزان بارندگی سالیانه در حدود ۲۰۵ میلی متر گزارش شده که با توجه به اقلیم بندی دومارتن 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 (نگارنده، ۱۳۸۶: ۱۶).



شکل ۱- منطقه بندی شهری شهر اهواز (۸ منطقه شهری) (مأخذ: نگارنده، ۱۳۸۶)

- منطقه ۱: مرکز شهر، پاداد شهر، ۲۴ متری، ۳۰ متری، باغ شیخ و چهارراه زندو...
 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، سلطانمنش و...
 منطقه ۸: فاز ۱ و ۲ پاداد، باهنر، سپیدار، صنایع فولادلوله سازی و....

^۱ نقش دما در برنامه ریزی شهر اهواز، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز.



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

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: ۲۰).

۲-۴. روش پردازش تصاویر ماهواره‌ای برای تعیین دمای سطحی مناطق موجود در محدوده طرح جامع شهر اهواز

عمده‌ترین مرحله در انجام پروژه‌های سنجش از دور^۱ و سیستم اطلاعات جغرافیایی^۲ جمع‌آوری داده^۳ می‌باشد به نحوی که بیشترین هزینه و زمان را به خود اختصاص می‌دهد (قاسمیان، ۱۳۷۳: ۳۵). در این تحقیق تلاش شده است تا با استفاده از پردازش تصویر 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 تصویر و اصلاحات لازم، برای تعیین نوع کاربری از روش طبقه‌بندی 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 کمی دمائی تقسیم گردیده است.

جدول 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)

1-Remote Sensing

2 Geographaical Information Systems

3- Data Collection

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 می‌دهند. باند ۶,۱ (LOW GAIN) دامنه روشنایی بالا را در بر می‌گیرد که برای روز کاربرد بیشتری دارد.

مراحل استخراج درجه حرارت به شرح زیر است (Julianni, 2004:121-122).

الف- تبدیل داده های دیجیتالی باند ۶ به داده هایی انعکاسی^۱.

ب- تصحیح درجه حرارت منتشر شده از زمین (S_T)^۲.

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 داده های دیجیتالی باند ۶ به داده های انعکاسی.

تبدیل اعداد دیجیتالی باند ۶ (DN)^۳ به وسیله معادله زیر قابل تبدیل به اعداد انعکاسی می‌باشد. مقادیر LMAX و LMIN از کتاب راهنمای لندست ۷ ETM⁺ (NASA, 2004:254)^۴ 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 به دست می‌آید، ولی با توجه به ماهیت متفاوت کاربری‌ها در سطح شهر و تفاوت انعکاسی آنها نیازمند به تصحیح تصویر از طریق فرمول زیر است (Snyder, 1998:93).

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

که در اینجا:

$$S_T = \text{درجه حرارت تصحیح شده}$$

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

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

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

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

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

¹- To convert the digital number (DN) of Landsat ETM+ TIR band into spectral radiance

²- The emissivity corrected land surface temperatures

³- Digital Number

⁴- Landsat Science Data Users Handbook

همان گونه که بیان گردید با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای می‌توان به روشی برای تعیین دمای سطحی دست یافت. در روش معمول برای تعیین پارامترهای مختلف از آمار ایستگاه‌های هواشناسی استفاده می‌گردد. با توجه به محدودیت تعداد ایستگاه‌ها و همچنین به دلیل فاصله‌ی بین آن‌ها تعمیم آمار به سایر نقاط بین ایستگاه‌ها منجر به کاهش دقت اطلاعات می‌گردد که این موضوع محدودیت‌هایی را در تعیین میکروکلیمای شهری ایجاد می‌نماید. همان‌گونه که اشاره شد، برای تعیین مقادیر دمای سطحی تمام نقاط یک سطح می‌توان از پردازش تصاویر حرارتی استفاده کرد، اما لازم است جهت ارزیابی دقت اطلاعات حاصل از تصویر حرارتی از اطلاعات ایستگاه‌های 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 می‌دهد در این جدول (شماره ۲) به ترتیب وضعیت درجه حرارت و رطوبت طی دوره آماری ۳۳ ساله ارائه گردیده است.

جدول 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

(مأخذ: ایستگاه سینوپتیک اداره آب وهواشناسی شهرستان اهواز، ۱۳۸۹)

۴-۲-۱. روش کار

۴-۲-۱-۱. استخراج شاخص پوشش گیاهی (NDVI)^۱

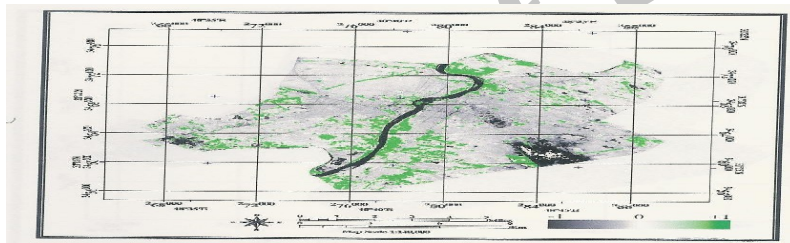
از آنجا که میزان پوشش گیاهی به عنوان یکی از عوامل مؤثر در کاهش دمای محیطی می‌باشد لازم است تا شاخص پوشش گیاهی، که نواحی دارای پوشش گیاهی را از غیر آن جدا می‌کند نیز در این قسمت مورد استفاده قرار گیرد. بدین ترتیب که باند سوم هر تصویر از باند چهارم (مادون قرمز) آن کم شده و بر مجموع همان دو باند تقسیم شده است (Rencz, 1999:133).

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: ۸۴).



شکل ۳- اندکس پوشش گیاهی (NDVI) تصویر سال ۲۰۰۶ محدوده شهر اهواز

(مآخذ: سوزنگر، ۱۳۸۵)

۴-۲-۱-۲. تهیه نقشه کاربری اراضی شهری

برای تهیه نقشه کاربری‌های موجود در منطقه مورد مطالعه، نیاز است که تصویر سال ۲۰۰۶

طبقه‌بندی شود. در ادامه، مراحل انجام طبقه‌بندی تصویر به شرح ذیل بیان می‌گردد.

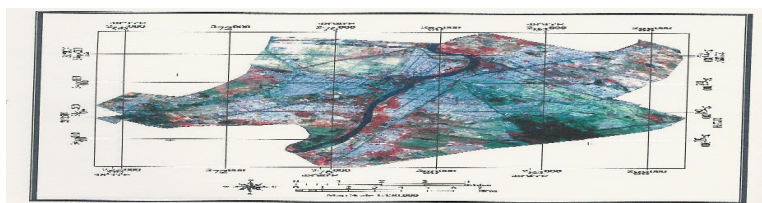
۴-۲-۱-۲-۱. انتخاب باندهای طیفی مناسب

برای انتخاب باندهای مناسب عاملی بنام شاخص بهینه OIF که مبتنی بر همبستگی بین باندها و

واریانس آنهاست را معرفی نموده‌اند. با کمک این روش مراتب ترکیب‌های ۳ باندهی، به ترتیب میزان

اطلاعات تعیین گردید (نجفی دیقانی، ۱۳۷۷: ۱۲۹) (شکل ۴).

¹ Normalized Difference Vegetation-index



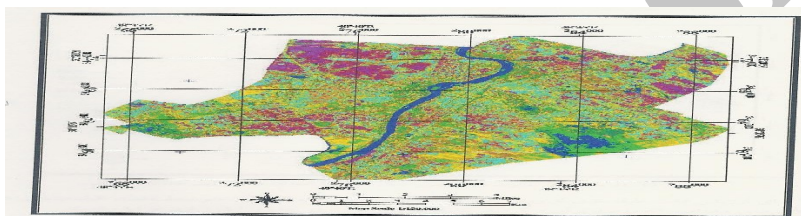
شکل ۴- ترکیب رنگی کاذب ۴۳۲ از تصویر ETM^+ محدوده شهر اهواز در سال ۲۰۰۶

(مآخذ: نگارنده، ۱۳۸۶)

۲-۲-۱-۲-۴. انتخاب نمونه های آموزشی

برای انتخاب نمونه های آموزشی، ابتدا با استفاده از تصاویر رنگی کاذب ترکیب (۲: B، ۳: G،

۴: R) طبقه بندی نظارت نشده، برای دو تصویر انجام شد (شکل ۵).



شکل ۵- طبقه بندی بدون نظارت تصویر ETM^+ 2006 به روش Isodata

(مآخذ: نگارنده، ۱۳۸۶)

در ادامه با استفاده از نقشه ی به دست آمده از طبقه بندی فوق و عملیات میدانی، ۱۵ نقطه ی

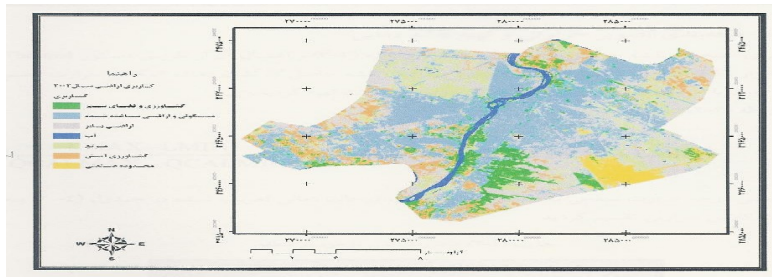
آموزشی برای تصویر ۲۰۰۶ انتخاب شد (شکل ۵).

۲-۲-۲-۴. طبقه بندی تصاویر

برای طبقه بندی تصویر به روش نظارت شده و با استفاده از نواحی آموزشی از الگوریتم حداکثر

احتمال^۱ استفاده شد (Mather.1987:194) (شکل ۶).

^۱ Maximum likelihood



شکل ۶- طبقه‌بندی نظارت شده تصویر سال ۲۰۰۶ با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال (مأخذ: نگارنده، 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: ۱۹۵).

جدول 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
مرتع	۴۷۶۷	۱۲/۲۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۸۵/۳۷	۲/۴۴	۰/۰۰
کشاورزی آیش	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

(مأخذ: Mather, 1987)

۲-۳ طبقه بندی تصویر 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 دمائی تعریف شده در جدول شماره ۴ به هشت کلاس حرارتی تقسیم گردید.

جدول ۴- محدوده دمائی موجود در ۸ منطقه شهرداری شهر اهواز

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

(مآخذ: نگارنده، ۱۳۸۹)

حرارت ناشی از تشعشع سطحی یک جسم که حرارت سطحی نامیده می شود با دمای هوای در برگیرنده آن جسم ، بسته به زمان و ساعت شبانه روز دارای اندکی اختلاف می باشد. این اختلاف نسبت به زاویه 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 می نماید. در ساعات اولیه و بعد از ظهر، این تفاوت زیاد و در عصر کم می باشد. در بررسی که توسط Nichol در سال ۱۹۹۶ انجام گرفت اختلاف بین درجه حرارت سطحی مشاهده شده با ماهواره و درجه حرارت هوای

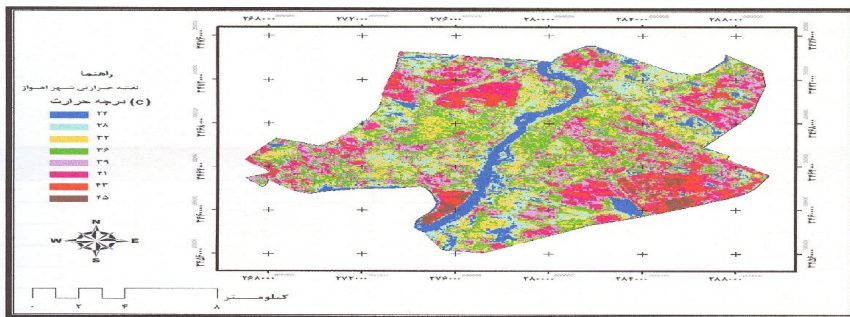
^۱ - نقش کاربری های شهری در جغرافیای جزایر حرارتی شهرها (مطالعه موردی شهر اهواز)، طرح تحقیقاتی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر.

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 $3/5$ درجه، در دیوارهای آفتابگیر $5/5$ درجه و در زمین واقع در بین دو دیوار $7/5$ 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 تابش‌کننده انجام گرفت. با توجه به نتایج بررسی Nichol در سال ۱۹۹۶ به طور کلی می‌توان 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 می‌باشند، از این رو برای به دست 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 طبقه‌بندی 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 طبقه‌بندی انجام گرفت و نتایج کار به هشت طبقه یا محدوده‌ی دمایی تقسیم شد. که در نهایت نقشه حرارتی شهر اهواز به دست آمد (شکل ۷).

شکل ۷- طبقه‌بندی تصویر حرارتی و تهیه نقشه دمایی محدوده شهر اهواز



(مآخذ: نگارنده، ۱۳۸۹)

در مرحله بعد نسبت به استخراج متوسط دمای هر یک از مناطق هشت‌گانه 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 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

(مآخذ: نگارنده، ۱۳۸۹)

۴-۲-۴- ارتباط دما با میزان پوشش گیاهی در مناطق شهر اهواز

همان‌گونه که ذکر شد بین نوع کاربری منطقه و دمای سطحی رابطه‌ی 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 ۶- مقایسه میزان دمای سطحی و میزان فضای سبز مناطق ۸ گانه شهرداری شهر اهواز

منطقه شهرداری	مساحت 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

(مآخذ: 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: ۲۳). با مشاهده ارقام جدول ۶ مشخص می‌گردد که درصد بالاتر فضای سبز متعلق به مناطق ۵، ۴ و ۳ شهرداری می‌باشد که دارای متوسط دمای پائین تری نسبت به سایر مناطق می‌باشد. اندازه دمای مناطق از نقشه حرارتی شهر (شکل ۷) و میزان پوشش گیاهی این مناطق از نقشه به دست آمده از شاخص NDVI (شکل ۳) استخراج گردیده است.

۴-۲-۵- توزیع و تناسب فضای سبز

با توجه به آمار و اطلاعات مربوط به جمعیت در گزارش عملکرد سالانه شهرداری اهواز (سال ۱۳۸۶)، 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 می‌باشد که در جدول شماره ۷ و ۸ تهیه شده است.

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

منطقه شهرداری	مساحت مناطق شهرداری (هکتار)	مساحت پوشش گیاهی مورد نیاز (هکتار)	مساحت پوشش گیاهی موجود (هکتار)	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 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 (هکتار)	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

(مآخذ: گزارش عملکرد سالانه شهرداری اهواز، ۱۳۸۶)

تشکیل جزایر حرارتی در مناطق شهری با نوع کاربری در این مناطق نیز رابطه‌ای مستقیم دارد. در این راستا ویژگی‌های دمایی 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 ۹- میانگین دمای کاربری‌های شهری شهر اهواز

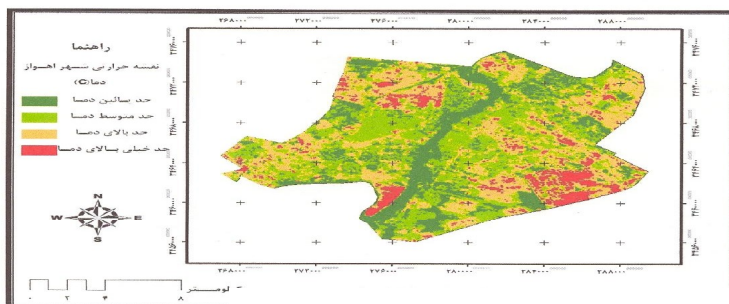
میانگین دما	کاربری
۳۳/۳	کشاورزی و فضای سبز
۳۶/۴	مسکونی
۳۸/۸	مرتع
۲۷/۵	آب
۴۰/۲	زمین‌های بایر
۳۶/۲	کشاورزی آیش
۴۳/۲	صنعتی
۴۱/۱	شبکه‌های معابر (خیابانها و کوچه‌ها با پوشش آسفالت)

(مآخذ: نگارنده، ۱۳۸۹)

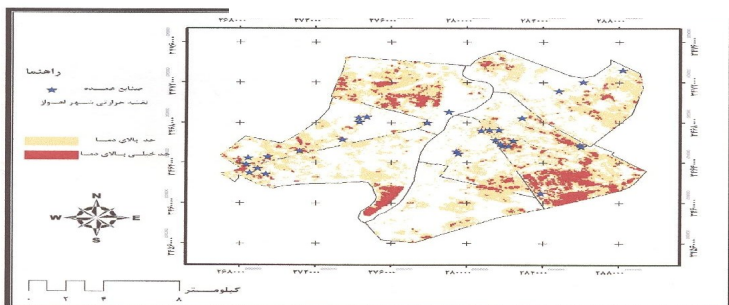
ملاحظه می‌گردد که مناطق صنعتی عمده‌ی شهر اهواز از جمله منطقه کارون، صنایع فولاد خوزستان و محدوده‌ی کارخانجات لوله‌سازی در انت‌های بلوار گلستان دارای بالاترین میانگین دمایی می‌باشند.

در شکل شماره ۸ نقشه حرارتی شهر اهواز به چهار طبقه دمایی 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 ۸- نقشه طبقات حرارتی شهر اهواز



شکل ۹- نقشه ارتباط پراکنش صنایع با جزایر حرارتی در محدوده شهر اهواز

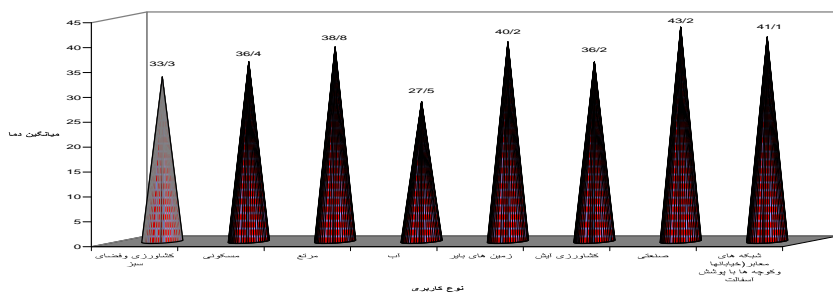
(مآخذ: نگارنده، ۱۳۸۹)

۵- نتیجه گیری

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

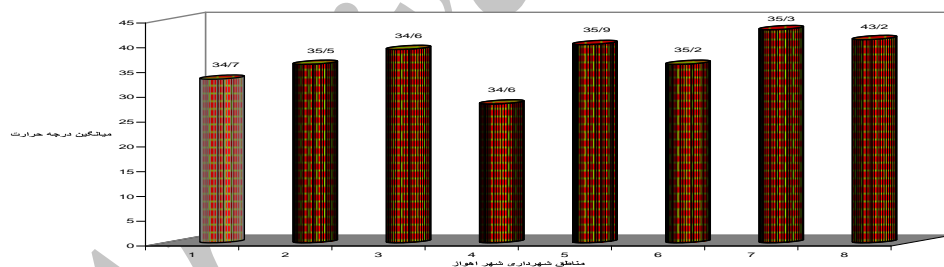
۱- پردازش تصاویر ماهواره ای با استفاده از باند حرارتی روش مناسبی برای تعیین دمای سطحی است.

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، کم ترین 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 به دست آمده از باند ۶ تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۶
در هر یک از کاربری های موجود در منطقه مورد مطالعه
(مآخذ: نگارنده، ۱۳۸۹)

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 کربن 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 پائین ترین میزان درجه حرارت را به میزان ۳۵/۹ درجه داراست.



شکل ۱۱- نمودار متوسط دمای به دست آمده از باند ۶ تصویر ETM⁺ سال ۲۰۰۶
در مناطق هشتگانه شهرداری اهواز
(مآخذ: نگارنده، 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 کم ترین 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 همین طور 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.

۶- پیشنهادات

با توجه به نقشه ها و جداول تهیه شده در زمینه اندازه ی دما، پوشش گیاهی و کاربری اراضی در شهر اهواز مواردی جهت بهبود وضعیت پراکنش درجه حرارت در سطح شهر همچنین کاهش و تعدیل درجه ی حرارت سطحی در نواحی بحرانی و دارای جزایر حرارتی به شرح ذیل پیشنهاد می گردد:

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

۲- اراضی بایر به جهت تبخیر آب سطحی و شور بودن خاک دارای قشری از نمک بوده و باعث انعکاس تشعشعات حرارتی می شوند لذا ضروری است 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 پارک های جنگلی و فضای سبز احداث شود (کردوانی، ۱۳۷۹: ۸۶).

۳- بهره گیری از عنصر آب در طراحی محیط شهری، با احداث و تکمیل کانال های انحرافی کارون در جبهه های شرقی و غربی شهر اهواز، که کانال غربی آن به نام شهید چمران می باشد، با توجه به وضعیت توپوگرافی منطقه و شیب اراضی شهری به طرف رودخانه 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 محل هایی که بعلت خاکبرداری دارای عمق بیش تری 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 آبری جهت تأمین قسمتی از مواد پروتئینی اقدام نمود همچنین در میداین 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: ۲۲).

۳- ایجاد دریاچه های مصنوعی، پارکها 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 مهم ترین موضوع بوده و از علل عمده ی آن عدم وجود باغچه در مقطع گذر گاه های شهری ، عدم وجود کانال های 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 ، وبالاخره 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 گذرگاه های 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 شن های روان بر قطع خطوط ارتباطی پر کردن بستر رودخانه ها و کانال های آبیاری، تهدید اراضی کشاورزی و مناطق مسکونی باعث آلودگی هوا و ایجاد عفونت های ریوی و آلرژی های مختلف در انسان ها می شود.

منابع و مآخذ

- ۱- پورمحمدی، م. ر. ۱۳۸۲. برنامه‌ریزی کاربری اراضی شهری. چاپ اول. انتشارات سمت. ۱۲۵ صفحه.
- ۲- سالنامه آماری هواشناسی کشور. ۱۳۸۹. ایستگاه سینوپتیک شهرستان اهواز. [www.wetherahvaz.ir]
- ۳- سوزنگر، ف. ۱۳۸۵. شناسایی جزایر حرارتی شهر اهواز با استفاده از روشهای سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی. پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱۱ صفحه.
- ۴- کردوانی، پ. ۱۳۸۰. روشهای صحیح بیابان زدایی در ایران. فصلنامه دانش نامه. شماره پیاپی ۲۷ و ۲۸ و ۲۹. ۱۵۴ صفحه.
- ۵- کوتی، س. ۱۳۸۴. نقش اقلیم در برنامه ریزی شهرها. پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۲۳ صفحه.
- ۶- کوران، پ.، حایزر. ۱۳۷۳. اصول سنجش از دور. چاپ دوم. مؤسسه انتشارات امید. ۱۴۳ صفحه.
- ۷- معروف نژاد، ع. ۱۳۸۶. نقش دما در برنامه ریزی شهری شهر اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا اقلیم شناسی در برنامه ریزی محیطی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز. ۱۱۸ صفحه.
- ۸- معروف نژاد، ع. ۱۳۸۹. نقش کاربری‌های شهری در جغرافیای جزایر حرارتی شهرها (مطالعه موردی شهر اهواز) طرح تحقیقاتی دانشگاه آزاد اسلامی واحد ماهشهر. ۱۲۴ صفحه.
- ۹- نجفی دیقانی، م. ۱۳۷۷. پردازش کامپیوتری تصاویر سنجش از دور. چاپ اول. انتشارات سمت. ۱۴۵ صفحه.
- ۱۰- نصیری، ع. ۱۳۷۶. روش‌های طبقه‌بندی طیفی در تهیه نقشه‌های کاربری اراضی و پوشش اراضی. نشریه اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی. شماره ۷۶. ۸۸ صفحه.
- ۱۱- وایرمن یزدی، م. ۱۳۷۹. نقش عوامل جغرافیایی در توسعه کالبدی شهر اهواز. پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه اصفهان. ۱۵۳ صفحه.
- 12) 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. M.A of the Department of Geography the College of Arts and Sciences. p218.
- 13) Mather, P. M. 1987. Computer Processing of Remotely Sensed Images. John Wiley, New York. p420.
- 14) NASA. 2004. Landsat 7 Science Data Users Handbook. Goddard Space Flight Center. p360.

- 15) Rencz, Andrew N. 1999. Remote sensing for the Earth Sciences. John Wiley & Sons, Inc., New York. P187.
- 16) 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.

Archive of SID