

« پهنه بندی دمای سطح شهر اهواز با استفاده از تصاویر حرارتی سنجنده ETM »

دکتر فریده عظیمی

استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز

چکیده

در این تحقیق 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 برطرف کردن اختلالات و اعوجاجات موجود در تصویر، برای تعیین نوع کاربری از روش طبقه‌بندی نظارت‌شده استفاده گردید. برای تعیین درجه حرارت سطحی از باند ۶ سنجنده ETM سال ۲۰۰۲ استفاده گردید. بدین منظور پس از اعمال روابط مربوطه و تصحیحات مربوط به نوع کاربری، نقشه دمائی منطقه تهیه شده و به پنج طبقه کیفی دمائی تقسیم گردید. بر این اساس مشخص گردید که منطقه ۸ شهرداری اهواز به دلیل واقع شدن کارخانجات عظیم فولاد خوزستان بالاترین دمای سطحی را به میزان ۳۹ درجه سانتی‌گراد و منطقه ۵ که بالاترین میزان فضای سبز را در بین مناطق هشتگانه دارد پائین‌ترین میزان درجه حرارت را به میزان ۳۲/۷ درجه داراست. با محاسبه دمای کاربری‌های موجود نیز مشخص شد که کاربری آب و فضای سبز بترتیب به میزان ۲۴/۳ و ۳۰/۱ کمترین و کاربری صنعتی و بایرترتیب به میزان ۳۹/۶ و ۳۸/۱ درجه سانتی‌گراد بالاترین دمای سطحی را دارند. که این بیانگر رابطه مستقیم بین نوع کاربری و میزان دمای سطحی است.

واژه‌های کلیدی: سنجنش از دور حرارتی دمای سطحی، تصویر حرارتی، ETM، ۲۰۰۲، اهواز.

۱- مقدمه

رشد لجام‌گسیخته و بی‌برنامه شهرها بویژه شهرهای بزرگ کشور (ناشی از رشد طبیعی جمعیت شهری، افزایش مهاجرت‌های روستایی و...) به دنبال خویش افزایش تخریب محیط زیست و افزایش روزافزون انواع آلودگیها را به دنبال داشته است. در این میان در برخی از مناطق شهری دما نسبت به مناطق مجاور خود که دارای دمای پایین‌تری می‌باشند افزایش می‌یابد که این افزایش دما به علت ساختار هندسی ساختمان‌ها، تمرکز واحدهای مسکونی و صنعتی، مصرف زیاد انرژی و تراکم وسائل نقلیه است. اینچنین مناطق دارای دمای بیشتر را جزایر حرارتی می‌گویند (صالحی فرد، ۱۳۸۴).

در طی فصل تابستان، در کنار فرآیند جذب پرتو فرابنفش و انعکاس اشعه مادون قرمز، در هر منطقه، سقف ساختمان‌ها، خیابان‌ها و سطوح تیره رنگ، گرما را جذب نموده و آن را در هوا منتشر می‌کنند. با توجه به اینکه محدوده اغلب مجتمع‌های صنعتی بزرگ در اهواز به‌خاطر خارج نمودن گازهای آلاینده تیره‌رنگ هستند، این سطوح تیره‌رنگ گرمای گسیل شده از سوی خورشید را جذب کرده و در خود نگاه می‌دارند. این پدیده باعث افزایش دمای

متوسط بعضی از مناطق شهری به میزان ۹ درجه سانتیگراد نسبت به متوسط دمای سطح شهر شده است. این محدوده‌های حرارتی در واقع همان جزایره حرارتی در سطح شهر می‌باشند. 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 ازن و افزایش ترکیبات زیانبار کربنی، گوگردی و دیگر آلاینده‌های آسیب‌رسان در سطح زمین می‌شود (سلگی، ۱۳۸۵).

باتوجه 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 با استفاده از این تکنیک وجود دارد.

برداشت داده‌های دمایی با ماهواره با توجه به محدود بودن تعداد ایستگاه‌های سینوپتیک در سطح شهر و بالا بودن هزینه جمع‌آوری اطلاعات زمینی دارای مزایایی است از جمله، ارزان بودن هزینه جمع‌آوری داده‌ها با ماهواره نسبت به جمع‌آوری زمینی، امکان برداشت داده‌ها از تمامی سطوح شهر و تشخیص جزایر حرارتی شهرها. همچنین امکان تشخیص جزئیات میکروکلیمایی شهری با کمک تصاویر اخذ شده از الگوهای حرارت سطحی فراهم می‌آید.

۲- پیشینه تحقیق

- در تحقیقی که جهت پایان‌نامه کارشناسی ارشد تحت عنوان « بررسی الگوی توزیع درجه حرارت شهر تهران با استفاده از اطلاعات حرارتی لندست TM» توسط اکبری در سال ۱۳۷۹ در دانشگاه تربیت مدرس انجام گرفت، به منظور تعیین محدوده دمایی و تهیه نقشه حرارتی، اطلاعات طیفی باند حرارتی شهر تهران در دو زمان ارزیابی گردید.

- در تحقیق « کاربرد سنجش از دور حرارتی تفکیک بالا و GIS در ارزیابی اثرات جزایر حرارتی شهری» که توسط LOC.P. در سال ۱۹۹۷ میلادی در جورجیای آمریکا صورت گرفت از اطلاعات سنجنده ATLAS در مورد شهر هانتسویل استفاده شد و عامل و گونه‌های پوشش زمینی مؤثر در تشکیل جزایر حرارتی بررسی گردید.

- در تحقیق « آشکارسازی حرارت سطحی شهر با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای» که توسط نیکول (۱۹۹۸) میلادی در دانشگاه نانیاسک سنگاپور انجام گردید مدلی برای انترپوله کردن داده‌های حرارتی ماهواره برای سطح شهر استفاده شد.

- در تحقیقی که توسط Owen et al., تحت عنوان « بررسی پارامترهای پوشش زمینی سنجش از دور در توصیف کمی اثرات اقلیمی شهرنشینی » در دانشگاه پنسیلوانیا صورت گرفت اثرات انواع کاربری در تعیین درجه حرارت شهری مورد ارزیابی قرار گرفت.

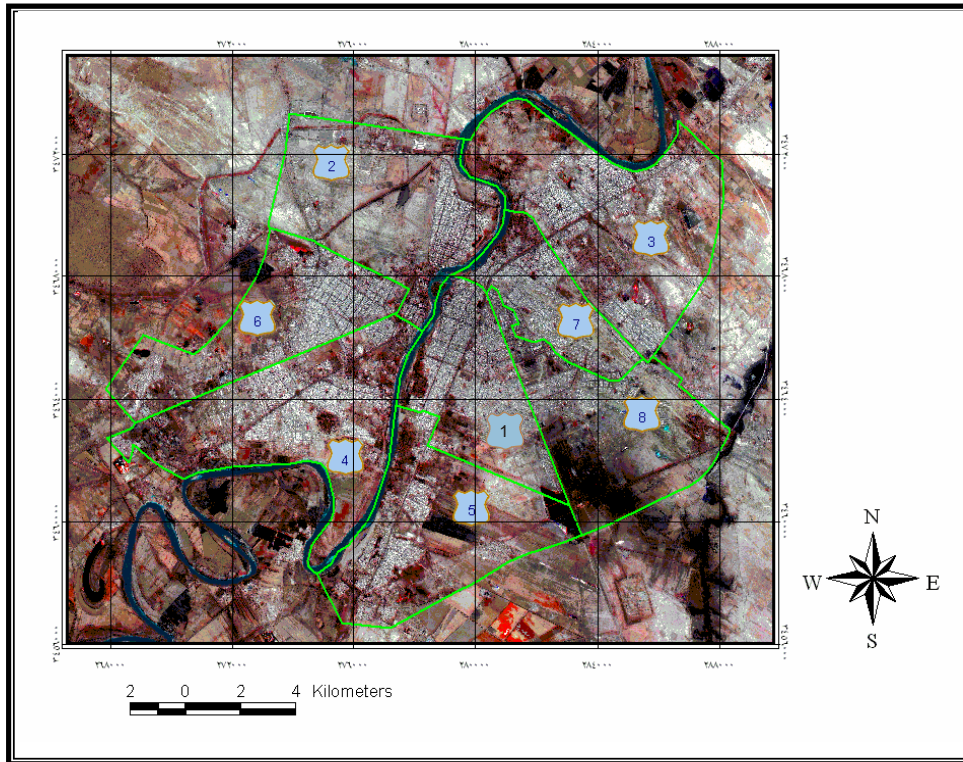
۳- روش تحقیق

در این پژوهش از تصویر سنجنده ETM سال ۲۰۰۲ جهت تهیه نقشه دمای سطحی استفاده شده و رابطه آن با کاربری‌های مختلف مشخص گردیده است. بدین منظور مساحت هر یک از طبقات کاربری محاسبه و با استفاده از باند ۶ این سنجنده و استخراج اطلاعات حرارتی ارتباط کاربری اراضی شهری و دمای سطح شهر اهواز تعیین شده است.

۳-۱- محدوده مورد مطالعه

شهر اهواز مرکز استان خوزستان و شهرستان اهواز با ارتفاع متوسط ۱۶ متر از سطح دریا بین $31^{\circ}23'N$ و $48^{\circ}32'E$ تا $31^{\circ}13'N$ و $48^{\circ}47'E$ واقع، و شامل هشت منطقه شهرداری بوده و مساحت محدوده طرح جامع آن ۲۵۹ کیلومتر مربع می‌باشد.

در شکل (۱) محدوده طرح جامع شهر اهواز و هشت منطقه شهرداری آن بر روی تصویر ETM سال ۲۰۰۲ که با تصویر Pan ماهواره Spot ترکیب شده، نشان داده شده است.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

۳-۲- پیش پردازش

به منظور بر طرف کردن اختلافات و اعوجاجات موجود در تصاویر یکسری عملیات تحت عنوان پیش پردازش بر روی تصاویر ماهواره‌ای صورت می‌گیرد که شامل موارد ذیل می‌باشد:

۳-۲-۱- تصحیح اتمسفری

مقادیر ثبت شده بعنوان ارزشی پیکسلی در تصاویر دور سنجی، با مقادیر واقعی بازتاب عوارض تفاوت دارد و این اختلاف از آنجا ناشی می‌شود که سنجنده علاوه بر ثبت بازتاب طیفی یک عارضه خاص از پراکنش جوی و بازتاب سایر عوارض نیز متأثر می‌گردد که لازم است این مقادیر از مقدار واقعی بازتاب طیفی کسر گردد. برای حذف این نوع خطا، از باند هفت تصاویر کمک گرفته شد. بدین صورت که مناطق دارای پوشش آب در این باند باید دارای ارزش پیکسلی صفر باشند. بر این اساس ارزش عددی مناطق دارای پوشش آب ارزشیابی شده و اختلاف

ارزش عددی این مناطق با عدد صفر مشخص گردید و در مرحله بعد این اختلاف برای رسیدن به عدد صفر در تمامی باندها که اثر اتمسفری در آنها یکسان می باشد تصحیح شد.

۳-۲-۲- نرمال سازی رادیومتریک

با توجه به اختلاف زمان تصویر برداری و زاویه تابش خورشید، قبل از عملیاتی نظیر طبقه بندی نیاز است پیکسل های تصاویر از نظر ارزش عددی نرمال شوند. از این رو به نرمال سازی رادیومتریک تصاویر به شکل زیر مبادرت شد:

$$DN_{norm} = (DN \cdot d^2) / (\cos \theta) \quad \text{رابطه (۱)}$$

: DN_{norm} نرمال شده

DN : درجه‌ی روشنایی داده اولیه

D : از رابطه زیر بدست می آید:

$$d = 1 / \{1 - 0/0167 \cos[0/9856 (JD - 4)]\}$$

JD : تعداد روز از اول ژانویه به بعد تا تاریخ تصویر برداری

θ : زاویه Zenith یا زاویه‌ی سمت الراسی

۳-۲-۳- تصحیح هندسی و هم مختصات سازی تصاویر

تصاویر ماهواره‌ای معمولاً دارای انحراف هایی هستند، به طوری که این گونه تصاویر نمی توانند به عنوان نقشه مورد استفاده قرار گیرند. از جمله این انحراف ها می توان به تغییرات در ارتفاع و سرعت سکوی سنجنده، انحنای زمین و جابجایی ناشی از پستی و بلندی اشاره کرد (Lillesand and Kiefer, ۲۰۰۰). هدف تصحیح هندسی، جبران اعوجاج های ایجاد شده به وسیله این عوامل می باشد، به طوری که تصویر تصحیح شده، دارای ارزش هندسی یک نقشه باشد.

برای انجام تصحیح هندسی ابتدا نقاط کنترلی به تعداد قابل قبول و با پراکنش مناسب بر روی تصویر انتخاب گردید. نقاط کنترل زمینی^۱، پدیده هایی با موقعیت زمینی شناخته شده هستند که می توانند به دقت روی تصویر رقومی قرار گیرند.

۳-۳- اندازه گیری دمای سطح شهر اهواز و تهیه نقشه پراکندگی دمای شهر

تصویر حاصل از باند ۶ لندست ۷ دارای قدرت تفکیک ۶۰ متر می باشد که در ساعت ۹:۳۰ دقیقه به وقت تهران از شهر اهواز برداشته شده که جهت تهیه نقشه پراکندگی دما در سطح شهر مورد استفاده قرار گرفته است. باند ۶ لندست ۷ دارای دو نوع داده شامل 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 در بر می گیرد که برای روز کاربرد بیشتری دارد. مراحل استخراج درجه حرارت در ادامه شرح داده می شود.

۳-۳-۱- تبدیل داده های دیجیتالی باندها به داده های انعکاسی

تبدیل اعداد دیجیتالی باندها (DN)^۱ به وسیله رابطه (۲) قابل تبدیل به اعداد انعکاسی می باشد. مقادیر LMAX و LMIN از کتاب راهنمای لندست + ETM که توسط ناسا تولید شده است مورد استفاده قرار گرفت (Juliannl, ۲۰۰۴).

رابطه (۲)

$$\frac{LMAX - LMIN}{QCALMAX - QCALMIN} * (QCALMAX - QCALMIN) + LMIN$$

که در اینجا :

انعکاس نوری عدد یجیتال از ۰ تا ۱ = LMIN

انعکاس نوری عدد دیجیتالی از ۱۷/۰۴ تا ۲۵۵ = LMAX

حداقل کمی عدد دیجیتالی = ۰ = QCALMIN

حداکثر کمی عدد دیجیتالی = ۲۵۵ = QCAMAX

عدد دیجیتالی = QCAL

۳-۳-۲- تبدیل داده های انعکاسی باندها به درجه حرارت سطح زمین (LST)

برای تبدیل درجه مقادیر انعکاسی بدست آمده از رابطه مرحله قبل به درجه حرارت از رابطه زیر استفاده شد (Qihao, ۲۰۰۴).

$$T_B = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda} + 1\right)} \quad \text{رابطه (۳)}$$

که در آن

T_B = اثر درجه حرارت تصویر به کلوین

Lλ = انعکاس نوری در (m² star μm)

K₂ = 1282.71 K ETM، 7 عدد ثابت برای لندست

K₁ = 666.09 mW cm⁻² sr⁻¹ μm⁻¹ K ETM، 7 عدد ثابت برای لندست

ثابت K₁ , K₂ از کتاب راهنمای لندست 7، ETM استخراج شده و تبدیل انعکاس به درجه حرارت با فرض بر اینکه انتشار یکسان بوده است بدست آمده است.

۳-۳-۳- تصحیح درجه حرارت منتشر شده از زمین (ST)^۲

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 رابطه زیر است (Snyder et al., ۱۹۹۹).

^۱ - Digital Number

^۲ - The emissivity corrected land surface temperatures

رابطه (۴)

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

که در اینجا

S_T = درجه حرارت تصحیح شده

λ = طول موج تابش (11.5m μ)

ρ = $h \times c / \sigma$ (1.438×10^{-2} m K)

σ = (1.38×10^{-23} J/k) ثابت استفان بولتزمان

h = (6.226×10^{-34} js) ثابت پلانک

c = (2.998×10^8 m/s) سرعت نور

۳-۴- تعیین نوع کاربری

با توجه به تأثیر عمده نوع کاربری اراضی بر میزان بازتاب طیفی لازم است که در ابتدا نوع کاربری‌های عمده موجود در منطقه مورد مطالعه تعیین گردد. در این رابطه از طبقه بندی تصویر ETM مربوط به سال ۲۰۰۲ و به روش نظارت شده Maximum Likelihood استفاده گردید.

۳-۵- استفاده از شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

شاخص پوشش گیاهی (Normalized Difference Vegetation Index)، که نواحی دارای پوشش گیاهی را از غیر آن جدا می‌کند نیز در این قسمت مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب که باندهای چهارم (مادون قرمز) هر تصویر از باند سوم آن کم شده و بر مجموع همان دو باند تقسیم شده است (علوی‌پناه، ۱۳۸۲).

۳-۶- طبقه بندی تصویر حرارتی و تهیه نقشه دمایی

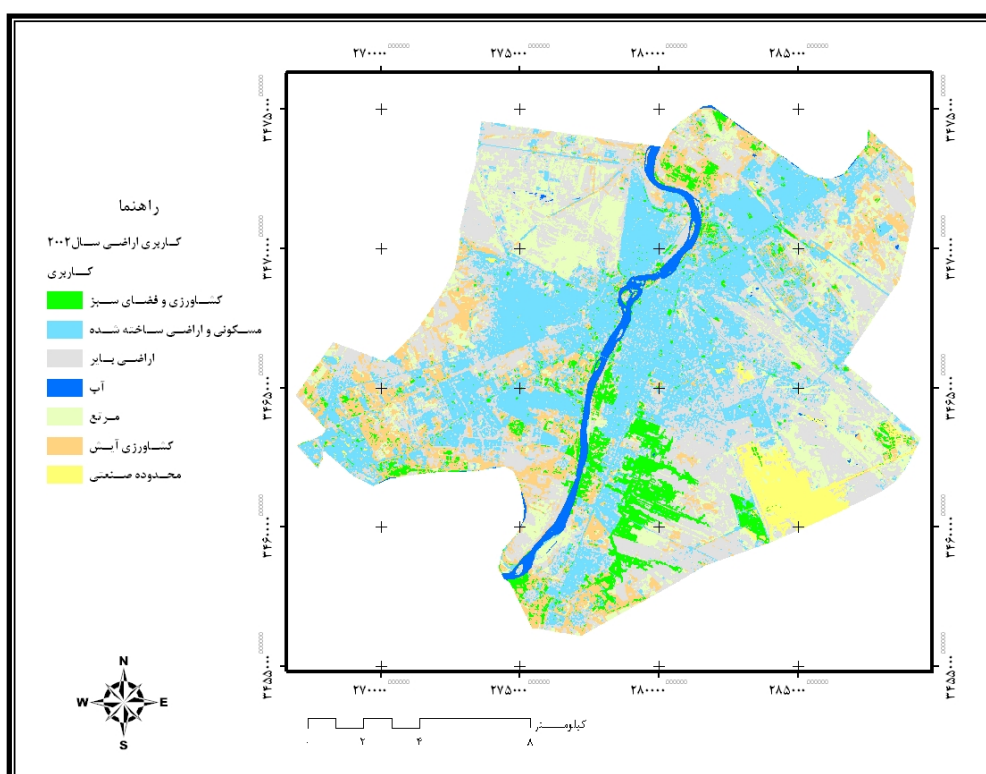
با استفاده از رابطه (۳) و اعمال آن از طریق نرم‌افزار ویژه سنجش از دور، نقشه حرارتی شهر استخراج گردید. نقشه حاصل که نشان دهنده انعکاس حرارت جسم سیاه است با استفاده از رابطه (۴) بر حسب نوع کاربری‌های موجود در منطقه، اصلاح گردید که نقشه حاصل بر اساس درجه حرارت سطحی بدست آمده طبقه‌بندی گردید و سپس از نظر کیفیت به طبقات دمایی تقسیم شد.

در مرحله بعد نسبت به استخراج متوسط دمای هر یک از مناطق هشت گانه شهرداری اهواز اقدام گردید. به همین منظور پس از تبدیل نقشه دمایی منطقه به فرمت رستر، با اعمال دستورهای خاص در محیط GIS دمای متوسط در هر یک از مناطق استخراج و ویژگی‌های دمایی هر یک از کاربری‌های هفت گانه منطقه مورد مطالعه مشخص گردید.

۴- نتایج

پس از انجام عملیات پیش‌پردازش بر روی تصویر ماهواره ای نتایج زیر حاصل گردید:

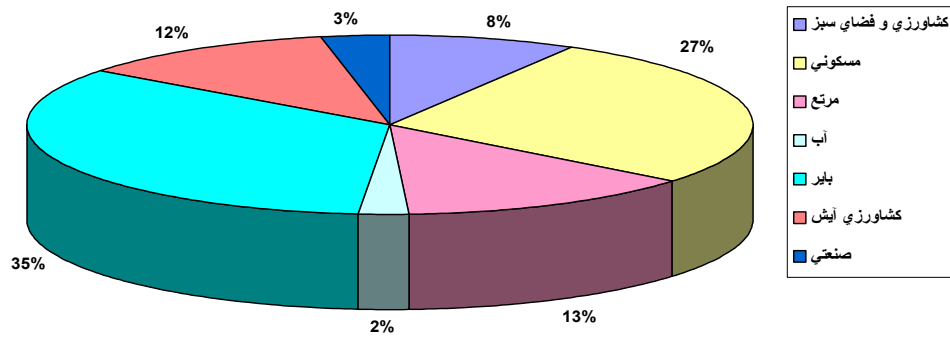
در مورد تصحیح اتمسفری مشاهده شد در منطقه‌ای با پوششی آب که باید قاعدتاً دارای ارزشی پیکسلی صفر باشد، در باند هفت در تصویر ETM ارزش عددی استخراج گردیده برابر با ۲۷ است که برای حذف و به حداقل رساندن تأثیر اتمسفری، این عدد از ارزش عددی پیکسل‌های تمام باندهای تصویر مورد نظر کم شد. با تعیین نقاط کنترل زمینی به تعداد لازم تصحیح هندسی و مختصات‌سازی تصاویر انجام گردید. در ادامه پس از طبقه‌بندی تصویر ETM به روش نظارت‌شده، نقشه کاربری اراضی مطابق شکل (۲) تهیه گردید که در این نقشه، شهر اهواز بر اساس نوع کاربری به هفت کلاس تقسیم گردید که نوع کاربری‌ها، مساحت و درصد فراوانی هر کدام در جدول (۱) و نمودار (۱) آورده شده است. در این طبقه‌بندی میزان دقت با روش ماتریس درهمی تعیین و معادل ۸۳ درصد بدست آمد.



شکل ۲- نقشه کاربری اراضی شهر اهواز بر اساس طبقه‌بندی طبقه‌بندی تصویر ETM سال ۲۰۰۲

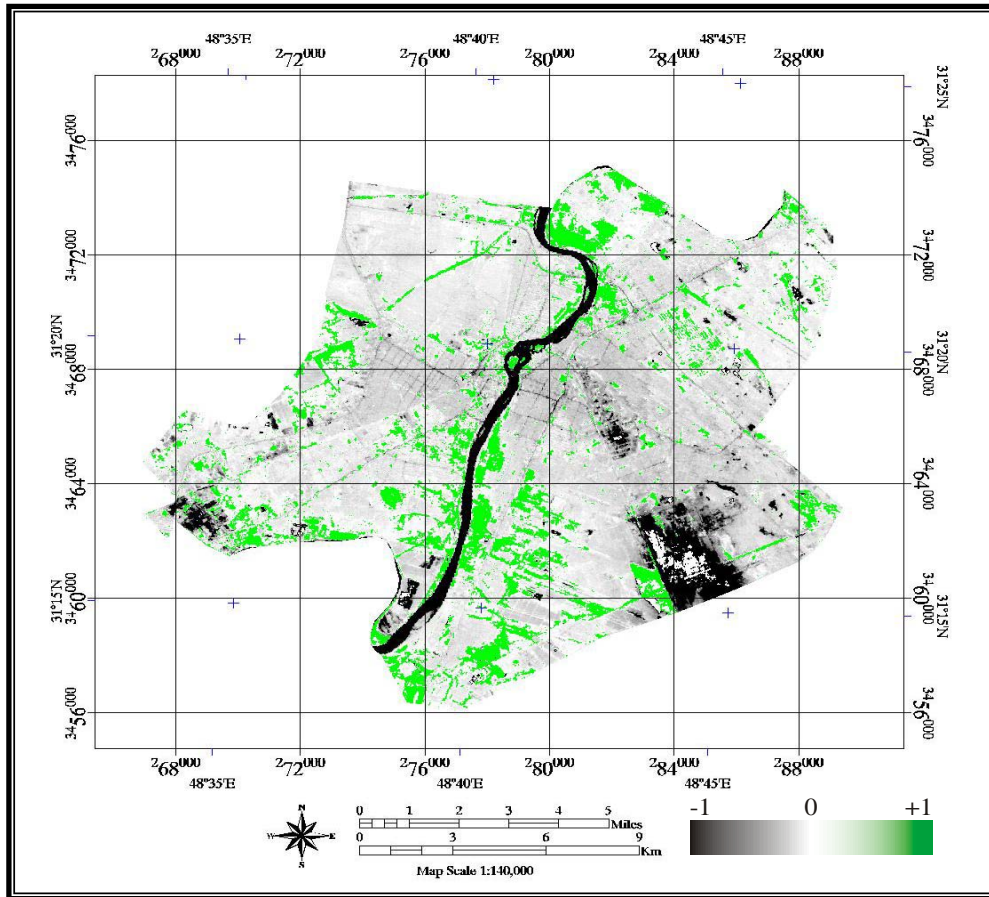
نوع کاربری							مساحت در سال ۲۰۰۲ (Km^2)
کشاورزی و فضای سبز	مسکونی	بایر	آب	مرتع	کشاورزی آیش	محدوده صنعتی	
۲۱/۷	۷۱/۳	۸۸/۰۲	۵/۹۴	۳۴/۶۳	۳۰/۳۴	۷/۶۸	

جدول ۱- مساحت کاربری‌های مختلف



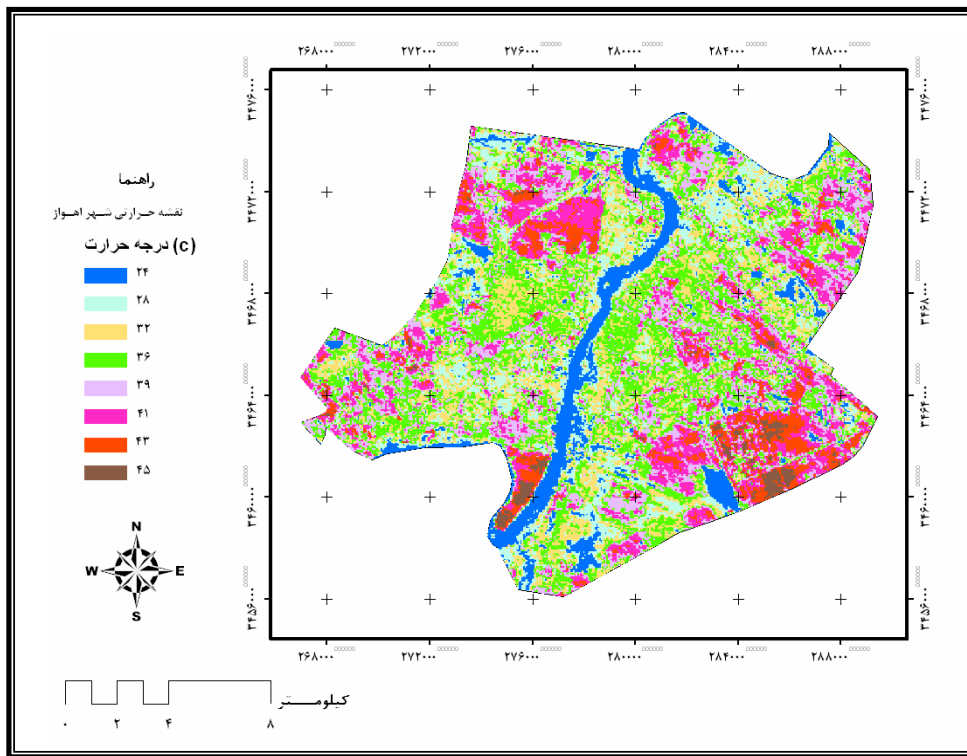
نمودار ۱- درصد فراوانی کاربری‌های مختلف

شاخص پوشش گیاهی پس از اعمال رابطه شرح داده شده بصورت شکل (۳) استحصال گردید. نقشه بدست آمده گویای وجود تغییرات فاحش پوشش گیاهی، در قسمتهای مختلف شهر اهواز می‌باشد.



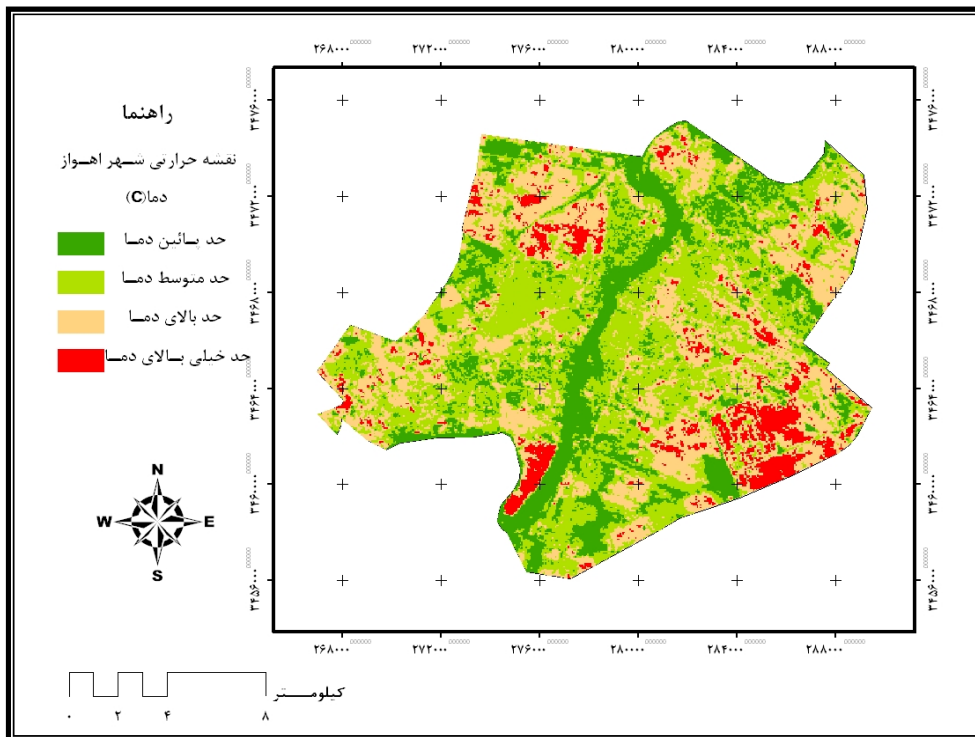
شکل ۳- اندکس پوشش گیاهی (NDVI) تصویر سال ۲۰۰۲ شهر اهواز

جهت تهیه نقشه حرارتی شهر اهواز، رابطه (۳) بر روی تصاویر اعمال گردید و سپس نقشه بدست آمده بر اساس نوع کاربری‌های موجود اصلاح و نقشه حرارتی شهر با در نظر گرفتن متوسط دما در هشت طبقه مطابق شکل (۴) تهیه شد.



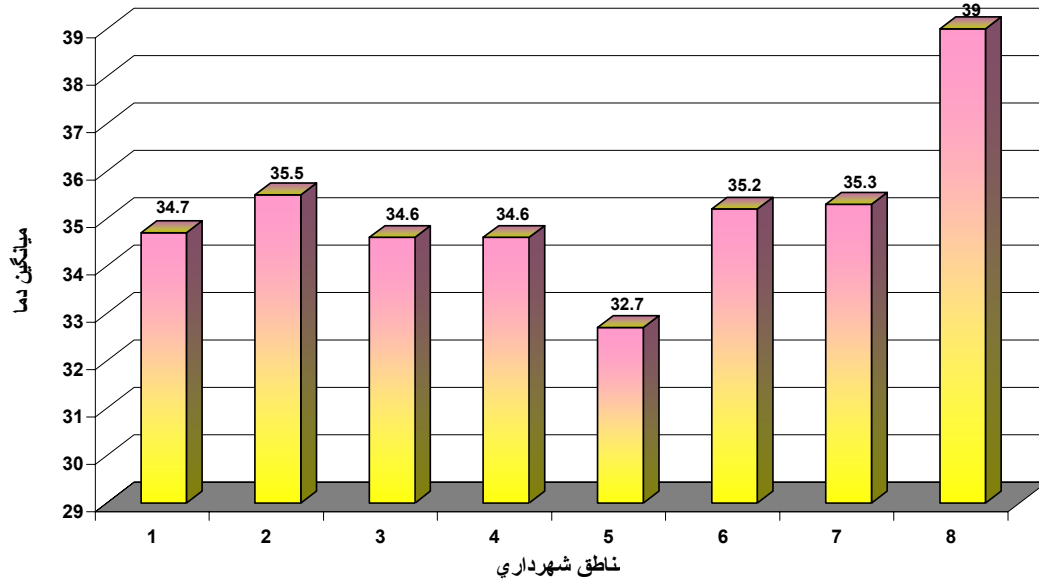
شکل ۴- نقشه متوسط دمائی شهر اهواز بر اساس طبقه بندی تصویر حرارتی

در مرحله بعد نقشه متوسط دمایی از نظر کیفی برحسب دما به به چهار طبقه دمائی مطابق (شکل ۵) تقسیم گردید.



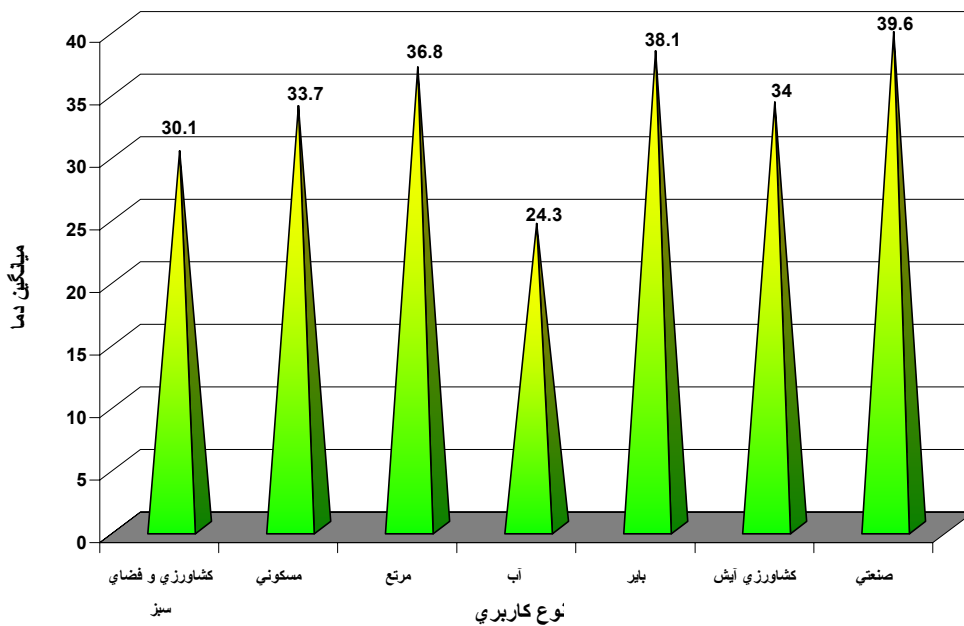
شکل ۵- نقشه کیفی حرارتی منطقه مورد مطالعه

با توجه به نقشه دمای متوسط شکل (۴) دمای متوسط هر یک از مناطق در محیط GIS مطابق نمودار (۲) محاسبه گردید.



نمودار ۲- متوسط دمای مناطق هشتگانه شهرداری اهواز

ویژگی‌های دمائی هریک از کاربری‌های هفت گانه منطقه مورد مطالعه نیز پس از استخراج در نمودار (۳) ارائه شده است.



نمودار ۳- میانگین دمائی هر یک از کاربری‌های موجود در منطقه مورد مطالعه

۵- تحلیل نتایج

- در بررسی ارتباط نوع کاربری و دمای سطحی شهر اهواز مشخص گردید که کاربری‌های آب و فضای سبز پائین‌ترین و کاربری‌های صنعتی و اراضی بایر دارای بالاترین میزان دمای سطحی می‌باشند.

- با توجه به تنوع پراکندگی کاربری‌ها در سطح شهر نسبت به تعیین متوسط دمای هریک از مناطق هشتگانه شهرداری اهواز نیز اقدام شد و بر اساس آن مشخص گردید که متوسط دمای منطقه هشت شهرداری که در آن صنایع عظیم فولاد خوزستان و شهرک صنعتی کارون قرار دارد، به میزان قابل توجهی بالاتر از دیگر مناطق است.

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

- با بررسی نقشه دمای سطح شهر مناطق دارای درجه حرارت بالا در قالب سه محدوده بزرگ و محدوده‌های کوچک پراکنده به صورت جزایر حرارتی در سطح شهر اهواز به شرح ذیل مشخص گردیدند:

الف- جزیره حرارتی واقع در شمال غرب شهر اهواز در مرکز تا غرب منطقه ۲ شهرداری

این قسمت با رنگ سفید و بصورت شوره‌زار در تصویر ماهواره‌ای محدوده شهر اهواز همچنین تحت عنوان اراضی بایر و زمین‌های مرتعی که دارای پوشش علفی کم تراکم می‌باشند در نقشه کاربری اراضی شهر مشخص گردیده‌اند. دمای بالا در این نواحی به دلیل انعکاس زیاد تشعشعات حرارتی ساطع شده از خورشید به لحاظ وجود قشری از نمک در سطح زمین می‌باشد.

ب- جزیره حرارتی واقع در جنوب شهر در جنوب منطقه ۴ شهرداری

این ناحیه در جنوب روستای چنیه علیا و در قسمت انحنای داخلی ماندن رودخانه کارون در تصویر ماهواره‌ای محدوده شهر اهواز و تحت عنوان اراضی بایر و زمین‌های مرتعی که دارای پوشش علفی کم تراکم می‌باشند در نقشه کاربری اراضی شهر مشخص گردیده‌اند. علت داشتن دمای بالا این نواحی به خاطر وجود رسوبات بیشتر از نوع ماسه‌ای می‌باشد که باعث انعکاس تشعشعات حرارتی ساطع شده از خورشید در این محدوده شده‌است.

ج- جزیره حرارتی وسیع واقع در شرق شهر در جنوب منطقه ۸ شهرداری

این ناحیه در تصویر ماهواره‌ای محدوده شهر اهواز با تن رنگ تیره و سیاه و همچنین در نقشه کاربری اراضی تحت عنوان محدوده صنعتی مشخص گردیده‌است. دمای بالا در این ناحیه همانگونه که در بالا اشاره گردید بعلا وجود صنایع عظیم فولاد خوزستان می‌باشد که از یک سو برای ایجاد انرژی و تولید فرآورده‌های صنعتی با سوزاندن سوخت‌های فسیلی ایجاد حرارت می‌کنند و از سوی دیگر با خارج نمودن گازها و ذرات معلق آلاینده حاصل از فعل و انفعالات شیمیایی در هوا باعث اثر گلخانه‌ای شده و تشدید گرما در این نواحی را سبب می‌گردند.

د- محدوده‌های کوچک پراکنده حرارتی

این محدوده‌ها بیشتر شامل نواحی صنعتی و زمین‌های بایر و حرارت‌زایی هستند که به صورت پراکنده در سطح شهر وجود دارند که از آن جمله می‌توان به مجتمع‌های صنعتی شامل گروه ملی فولاد ایران، شرکت نورد لوله‌سازی و شرکت فولاد کاویان در منتهی‌الیه غربی شهر اهواز و در منطقه ۶ شهرداری، مجتمع صنعتی کارون در مرکز شهر اهواز و در شمال غرب منطقه ۸ شهرداری، محدوده چاه‌های نفتی و اراضی بایر در شمال شرق شهر واقع در شرق منطقه ۳ شهرداری، محدوده اراضی بایر و محل قرارگیری خطوط لوله انتقال نفت در شمال شهر واقع در شمال منطقه ۳ شهرداری، محدوده اراضی بایر و تسطیح شده در دامنه شمالی تپه‌های چین‌خورده واقع در مرکز منطقه ۳ شهرداری که باعث انعکاس تشعشعات حرارتی تابش خورشید گردیده‌اند. محدوده‌های پراکنده حرارتی کوچکتری نیز در سطح شهر وجود دارند که دارای درجه حرارت بالاتری نسبت به نواحی مجاور خود بوده و به عنوان جزیره حرارتی مطرح می‌گردند که می‌توان به خیابان‌ها، چهارراه‌ها و میدان‌های پر تردد و همراه با بار ترافیکی زیاد همچون خیابان‌های سلمان فارسی، دکتر شریعتی، آزادگان و چهارراه آبادان و میدان‌های شهدا، بنیاد مستضعفان (ساعت) و شهید بندر (چهارشیر) اشاره نمود.

۶- پیشنهادات

با توجه به نقشه‌های تهیه شده در خصوص مقدار دما و کاربری اراضی در شهر اهواز مواردی جهت بهبود وضعیت پراکنش درجه حرارت در سطح شهر همچنین کاهش و تعدیل درجه حرارت سطحی در نواحی بحرانی و دارای جزایر حرارتی به شرح ذیل پیشنهاد می‌گردد:

- یکی از عوامل اصلی ایجاد جزایر حرارتی در سطح شهر اهواز وجود صنایع آلاینده و حرارت‌زا در این شهر می‌باشد که لازم است جهت از بین رفتن این نواحی حرارتی، صنایع مذکور به مناطق خارج از شهر منتقل گردند.
- کارخانه‌ها و کارگاه‌های صنعتی حرارت‌زا و تولیدکننده گازهای آلاینده موظف باشند بر اساس استانداردهای زیست محیطی به کاشت درخت و ایجاد پوشش گیاهی و آب‌نما در محوطه داخلی و پیرامونی خود اقدام نمایند.
- اراضی بایر از دیگر عوامل مهم ایجاد جزایر حرارتی می‌باشند که به جهت تبخیر آب سطحی و شور بودن خاک دارای قشری از نمک در قشر سطحی خود بوده و باعث انعکاس تشعشعات حرارتی می‌شوند لذا ضروریست این اراضی با مدیریت مناسب تغییر کاربری داده شوند که با توجه به کم بودن پوشش گیاهی در سطح شهر اهواز پیشنهاد می‌گردد در این اراضی درختکاری شده و پارک‌های جنگلی و فضای سبز احداث شود.
- در میادین پر تردد و حرارت‌زا می‌توان با احداث آب‌نماها و درختکاری و نیز کشت گیاهان تزئینی و چمن به کاهش و تعدیل دما همچنین تلطیف هوا کمک زیادی نمود.
- با انجام مدیریت بهینه ترافیک در خیابان‌ها و میادین پر تردد و دارای بار ترافیک بالا می‌توان باعث کاهش تردد و مسائل نقلیه در این محدوده‌های بحرانی شد.
- با نصب دوربین‌های ترافیکی می‌توان با اعمال مدیریت و کنترل مناسب چراغ‌های راهنمایی در تقاطع‌ها و میادین از بار ترافیکی این نواحی کاست و باعث کاهش درجه حرارت از یک سو و کاهش میزان آلودگی هوا در این محدوده‌ها از سوی دیگر شد.

- استفاده از سنگفرش به جای آسفالت به جهت داشتن ظرفیت گرمایی بالاتر در بعضی از میدین، چهارراهها و خیابانها که به لحاظ تردد و ترافیک بیشتر احتمال ایجاد جزایر حرارتی کوچک در آن محدودهها بیشتر است.

منابع

- ۱- سلگی، ع. ا. (۱۳۸۵): ابرشهرها و جزایر حرارتی، ۱۳۸۵.
- ۲- صالحی فرد، م. (۱۳۸۴): شهر و شعر، ۱۳۸۵.
- ۳- علوی پناه، کاظم. (۱۳۸۲): کاربرد سنجش از دور در علوم زمین، انتشارات دانشگاه تهران،
- 4- 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.
- 5- Lillesand, T. M., Kiefer, R. W., (2000): *Remote Sensing and image interpretation*, John Wiley and Sons, 4th ed., New York.
- 6- LOC.P, (1997): Application of High Resolution, The Urban Infrared Remote Sensing and GIS to Assess The Urban Heat Island Effect, *Int. J. Remote Sensing*, 18, No.2,: 287-304.
- 7- Nichol J.E. (1998): Visualization of Urban surface Temperatures Derived from Satellite Images, *Int. J. Remote sensing*, 9: 1639-1649.
- 8- Owen, T.W., Carlson, T.N., & Gillies, R. (1999): An Assessment of Satellite Remotely-sensed Land Cover Parameters in Quantitatively Describing The Climate Effect of Urbanization, *Int. J. Remote Sensing*, 19: 1663-1681.
- 9- Qihao, W., Dengsheng L., Jacquelyn S. (2004): Estimation of land surface temperature-vegetation abundance relationship, for urban heat island studies, *Remote Sensing of Environment*, 89: 467-483.
- 10- Snyder, W. C., Wan, Z., Zhang, Y., & Feng, Y. Z. (1998): Classification based emissivity for land surface temperature measurement from space. *Int. J. of Remote Sensing*, 19: 2753-2774.
- 11- <http://his.ut.ac.ir/main.aspx?page=healtandill&hID=24&kind=0>
- 12- <http://www.iranpoetry.com/archives/000501.php>

