

واکاوی نقش تغییرات دما در کاربری‌های اراضی شهری با استفاده از تصاویر ماهواره لندست (مطالعه موردی شهرستان امل)

بهروز سبحانی^{۱*}، میلاد منصوری^۲

۱- *استاد تمام گروه جغرافیا طبیعی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.
۲- دانشجوی دکتری، آب و هواشناسی، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی، اردبیل، ایران.

* ایمیل نویسنده مسئول: sobhani@uma.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱/۲۸

چکیده

درجه حرارت سطح زمین یک موضوع دارای اهمیت و ابزار کنترلی برای مدل آب و هوایی است. در مناطق شهری با توجه به نوع کاربری آن و همچنین پوشش گیاهی کمتر دارای توان جذب زیاد و آلوده پایین هست. این مناطق دارای دمای سطحی و به تبع آن دمای محیطی بالاتری هستند که هرچه از مناطق مرکزی و متراکم شهر به سمت اطراف و حاشیه برویم از گرما کاسته شده و شرایط دمایی تغییر می‌کند. در این پژوهش با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۵ و ۸ دمای سطحی شهر امل در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ محاسبه شدند. پیش‌پردازش‌های تصاویر ماهواره‌ای لازم بر روی هر یک از تصاویر اعمال و سپس نسبت به مدل‌سازی و طبقه‌بندی تصاویر اقدام شد. ابتدا به منظور بررسی تغییرات کاربری اراضی، نقشه طبقه‌بندی شده کاربری اراضی برای هر دو سال استخراج و سپس به منظور بررسی تغییرات کاربری طی ۳۰ سال، مساحت آن به هکتار عنوان گردید. به منظور پایش دمای سطح زمین نقشه دمای سطحی این شهرستان استخراج شد. نتایج تحقیق نشان داد دما در کاربری‌های متراکم و صنعتی بالا و قسمت‌هایی که دارای پوشش گیاهی هستند دارای دمای پایین‌تری هستند. در طول ۳۰ سال در شهر امل میزان دمای سطحی افزایش پیدا کرده و بر تعداد این نقاط گرم افزوده شده و یک رابطه قوی بین کاربری اراضی و دمای سطحی به وجود آمد. به طوری که در سال ۲۰۲۰ کاربری شهری دارای دما ۴۰ درجه سانتی‌گراد است که به دلیل جذب بیشتر حرارت در نواحی شهری است. در حالی که در کاربری جنگلی دما سطح زمین ۲۸ درجه است که جاذب کمتر حرارت است. این موضوع نقش کاربری‌های مختلف را در تعیین دمای سطحی نشان می‌دهد.

کلمات کلیدی

"دمای سطح زمین"، "کاربری اراضی"، "تصاویر لندست"، "تغییرات کاربری"

مقدمه

ساختن ترازنامه انرژی محل می‌گردد. عامل بعدی که مانع تبخیر می‌شود وجود پوشش برای زمین‌های نواحی شهری هست. آخرین ویژگی هم که توسط انسان تولید می‌شود شامل گردوخاک، انتشار دادن مواد آلاینده و ذرات معلق در هوا در مقادیر بسیار زیاد می‌شود. تابش مرئی (نور خورشید) زمانی که به زمین می‌رسد بخشی از آن به فضا بازگردانده می‌شود (آلوده) و بخشی به خاک نفوذ یا خانه‌ها را گرم می‌کند. تابش اشعه مادون قرمز از تغییر شکل تابش مرئی به گرما در اتمسفر و سطح زمین ناشی می‌شود. بخشی از این انرژی در تبخیر و تعرق مصرف می‌شود یعنی تبخیر آب و تعرق گیاهان (گرمای نهفته) و بخشی دیگر برای گرم کردن هوای مجاور (گرمای محسوس). از آنجاکه در شهرها تبخیر و تعرق ناچیز است، گرمای محسوس بالا می‌رود و به همین دلیل هوا گرم می‌شود (ژیزل اسکورو، ۲۰۱۳: ۶۰-۵۹). از دلایل مهم دیگر در گرم شدن نواحی شهری می‌توان به این موضوع اشاره کرد که بر اثر پوشش‌های سطح زمین در این نواحی تابش خورشیدی و بازتاب زمین در لابه‌لای درختان و موانع دیگر به دام می‌افتد و سبب می‌شود تا این بازتابش به تدریج انجام گیرد و نواحی شهری دمای خود را تا مدت زیادی از روز حفظ کنند و سرد شدن به تدریج و آرامی در شب انجام می‌گیرد. در نتیجه این موضوعات سبب می‌شود که دمای هوا در نواحی شهری نسبت به نواحی اطراف خود بالاتر باشند و جزایر حرارتی در شهرها شکل بگیرد. (آ که ۱۹۷۳: ۷۶۹). به طور کلی اندازه‌گیری دما در سطح زمین، توسط ایستگاه‌های هواشناسی، اعم از سینوپتیک و

وسعت مناطق شهرنشین کره زمین پایین ولی بیشترین جمعیت در مناطق شهری زیست می‌کنند. رشد جمعیت شهرنشینی و پیامدهایی که برجای می‌گذارد یک پدیده چشمگیر و انکارناپذیر است. شهرها به دلیل نقش خود شکل تازه‌ای از زندگی اجتماعی را بر فضای پیرامونی خود متحمل می‌کنند که آثار آن بر اقلیم محیط‌زیست بهداشت و غیره نمایان است (عزیزی، ۱۳۸۳: ۱۲۳). شهرنشینی باعث تغییر چشم‌اندازهای طبیعی به فضاها و کاربری‌های انسان‌ساز می‌شود و با گسترش شهرها بسیاری از این فضاها جای خود را به جاده‌ها ساختمان‌ها و تأسیسات شهری می‌دهند و سبب تغییرات در سطوح مختلف شهری با خصوصیات فیزیکی متفاوت می‌گردد که این تغییرات تأثیرات بسیار مهمی بر شرایط آب و هوایی می‌گذارد (شمسی‌پور و همکاران ۱۳۹۲: ۵۹) که در خارج از شهر کمتر شاهد این تغییرات فیزیکی و به تبع آن تأثیرات بر آب‌وهوا هستیم. توسعه شهرنشینی یکی از عوامل مؤثر بر افزایش دمای هوا در نواحی شهری هست که باعث ایجاد جزیره حرارتی در این نقاط نسبت به محیط اطراف می‌گردد. این عامل می‌تواند اثر منفی بر کیفیت هوا داشته باشد و باعث شود سلامت عمومی جامعه به خطر بیفتد (موسوی بایگی و همکاران، ۲۰۱۰: ۱۹۰). ویژگی‌هایی که یک شهر دارد و باعث افزایش دمای شهر می‌شود شامل: شکل و نمای ساختمان‌هاست که دارای بافتی فشرده و بزرگ هستند و باعث ناهمگونی و نامتجانس شدن شهر می‌شود که این عامل سبب بالا رفتن هوا، برهم زدن و دگرگون

کمینه و بیشینه رطوبت نسبی شیراز روند کاهشی و سایر کمیت‌ها روند افزایشی داشته‌اند. اصغری و امامی (۱۳۹۸) در تحقیقی مشابه رابطه کاربری اراضی با دمای سطح زمین را با استفاده از تصاویر سنجنده OLI و ETM+ برای شهرستان اردبیل مورد بررسی قرار دادند که نتایج نشان داد که ارتباط زیادی بین کاربری اراضی و دمای سطحی وجود دارد. به این صورت که کاربری مثل شهری به دلیل جاذب حرارت بودن دارای دمای بیشتری است و کاربری مناطق آبی به دلیل جذب کمتر حرارت کمتری دارند. این موضوع نقش کاربری‌های مختلف را در تعیین دمای سطحی نشان می‌دهد. همچنین در این پژوهش رابطه دمای سطحی با پوشش گیاهی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نواحی همچون خاک و شهری که دارای پوشش گیاهی کمتری نسبت به نواحی همچون کشاورزی و مرتع هستند دارای دمای بیشتری می‌باشند. در پژوهشی دیگر خسروی و همکاران (۱۳۹۶) به تحلیل رابطه تغییرات زمانی دمای سطح زمین و الگوی فضایی تغییرات کاربری اراضی شهر زنجان پرداختند در این پژوهش با بهره از سنجنده TM ماهواره Landsat^۵ و سنجنده های OLI و TIRS ماهواره Landsat^۸ تغییرات زمانی و مکانی دمای سطحی شهر زنجان مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج تحقیق مشخص شد که بیشترین مقادیر دمایی در شهر زنجان مربوط به مناطق دارای زمین‌های بایر و کمترین مقادیر در مناطق حاوی پوشش گیاهی، کاربری‌های مرکزی شهر و بافت های فرسوده رخ داده است. پال و زائول (۲۰۱۷) با استفاده از عکس‌های ماهواره‌ای به بررسی رابطه کاربری شهری و دمای هوا در شهر مالدا (هندوستان) پرداخت. نتایج بیانگر آن است که در سطوح مختلف شهری دماهای متفاوتی ثبت شده است و همین‌طور با تغییر کاربری شهر از فضاهای کشاورزی و زمین‌های بایر به سازه‌های انسان‌ساز دمای هوا تا ۲ درجه بالا می‌رود. در نتیجه، دستیابی به دمای سطح زمین گام کلیدی و اولیه برای تحلیل جزیره حرارتی شهری می‌باشد. با توسعه فناوری سنجنش‌ازدور حرارتی، دمای سطح زمین در سرتاسر منطقه به‌آسانی قابل دستیابی است و علم و هنر سنجنش‌ازدور پاسخگوی مناسب انجام چنین تحقیقاتی است. در این تحقیق از فن‌های سنجنش‌ازدور استفاده شده و برای این کار از تصاویر سنجنده های قدیمی TM و سنجنده جدید OLI لندست بهره گرفته شده است. این سنجنده ها به دلیل پوشش وسیع، به‌روز بودن و دقت بالا قادر هستند نقشه‌های حرارتی مناسبی را تهیه کنند. دلیل دیگر بهره‌گیری از این روش برای پژوهش موردنظر آن است که داده‌های مکانی برای همه نقاط شهر به‌صورت کامل وجود ندارد و به دلیل تنوع زیاد کاربری و پوشش اراضی در شهر آمل نمی‌توان اطلاعات جامعی از دماهای کاربری شهری به دست آورد. هدف اصلی این پژوهش آن است که نقاط گرمایی و حرارتی در شهر آمل طی ۳۰ سال بررسی شود و بدین خاطر استفاده از این روش بهترین راه برای دستیابی به اهداف موردنظر است.

۱- روش انجام تحقیق

• محدوده مورد مطالعه

شهرستان آمل در مرکز استان مازندران قرار دارد و از شمال به شهرستان محمودآباد، از شمال شرق به شهرستان فریدون‌کنار، از شرق به شهرستان بابل، از غرب به شهرستان نور و از جنوب به

کیلوماتولوژی انجام می‌شود. این نکته را نیز باید مدنظر قرارداد که ایستگاه‌های هواشناسی فقط قادر به اندازه‌گیری دما در نقاط خاصی می‌باشند که قبلاً در آنجا نصب شده‌اند. آنچه به‌عنوان یک نقص اساسی در پایش دمای سطح زمین به شمار می‌آید، نبود ایستگاه‌های هواشناسی کافی جهت آگاهی از مقادیر دمایی در نقاط فاقد ایستگاه است. امروزه با پیشرفت در زمینه فن‌آوری‌های نوین، این نقیصه توسط علم سنجنش‌ازدور (RS) برطرف شده است. علم سنجنش‌ازدور امروزه یک فناوری جدیدی است که جایگزین روش‌های سنتی شده و می‌تواند در شناسایی و مطالعه جزیره حرارتی از آن بهره جست. یک مزیت مهم این روش آن است که در مقایسه با روش‌های سنتی می‌تواند فضای زیادی از سطح زمین را پوشش دهد. استفاده از داده‌های سنجنش‌ازدور برای برآورد دمای سطح زمین روش نسبتاً جدیدی است. که هزینه‌های تخمین دما به روش کلاسیک را به‌طور چشمگیری کاهش می‌دهد. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در استخراج دمای سطح زمین این قابلیت را برای کاربر به وجود می‌آورد که به‌تناسب قدرت تفکیک تصاویر ماهواره‌ای، برای هر نقطه دلخواه مقدار دما را محاسبه نماید. لزوم محاسبه دمای سطح زمین به‌طور وسیع تا بدان جا است که می‌توان علاوه بر پایش جزیره حرارتی شهرها، در مورد عوامل دخیل در پیدایش این پدیده با دقت و اطمینان بالا تصمیم‌گیری کرد (خسروی و همکاران: ۱۲۰). مطالعات مختلفی برای به دست آوردن دمای سطح زمین با استفاده از سنجنش‌ازدور انجام گرفت. در مطالعه‌ای مجنون و رمضانی (۱۳۹۷) به بررسی و ارزیابی وضعیت جزیره حرارتی کلان‌شهر تهران با استفاده از تصاویر ماهواره لندست پرداختند که نتایج نشان داد که اثر جزیره حرارت شهری بیشتر در مناطق شمالی این شهر قرار داشته که ناشی از وجود شهرک صنعتی و توپوگرافی کوهستانی است. همچنین به ارتباط دمای سطح زمین و شاخص پوشش گیاهی تهران پرداخته شده که با کاهش پوشش گیاهی میزان دمای سطح این شهر افزایش یافته است. احسان شریعتمداری و همکاران (۱۳۹۸) در مقاله خود تحت عنوان برنامه‌ریزی منظر مبتنی بر خرد اقلیم باهدف کاهش آلاینده‌های هوا در کلان‌شهرها، منطقه ۲۲ شهر تهران را مورد بررسی قرار داد که نتایج تحقیق نشان می‌دهد با کاهش شدت جزیره گرمایی از طریق بهبود برخی عناصر منظر شهری، دستیابی به محیطی سالم همراه با کاهش آلاینده‌های مضر بر سلامتی انسان امکان‌پذیر خواهد شد. در پژوهشی دیگر کرمی راد و همکاران (۱۳۹۷) سنجنش تأثیر هندسه شهری بر شرایط آسایش حرارتی بیرونی در مقیاس خرد اقلیم برای شهر شیراز را با استفاده از نرم‌افزار (ENVI_METBASIC) انجام دادند. نتایج به‌دست آمده نشان‌دهنده همبستگی معناداری مابین دمای متوسط تابشی با شاخص آسایش حرارتی PMV است. در این رابطه افزایش (دما متوسط تابشی) منجر به افزایش (استرس حرارتی) محیط شده و بنابراین کاهش آسایش حرارتی را برای عابرن پیاده در پی خواهد داشت. نارنگی فرد و مزیدی (۱۳۹۵)، مقاله‌ای تحت عنوان تأثیر توسعه شهری و تغییرات کاربری بر عناصر آب‌وهوای شهر شیراز و فسا را با استفاده از تصاویر سنجنده TM ماهواره لندست بر الگو دمایی را بررسی کردند که به این نتیجه رسیدند که گسترش مناطق شهری، اثرات متفاوتی بر آب‌وهوا در مقیاس محلی و جهانی در زندگی ساکنان این مناطق گذاشته و یافته‌ها نشانگر کمینه دما و رطوبت نسبی فسا و

با استفاده از مدل تصحیح اتمسفری (FLAASH) داده‌ها کنترل کیفی شدند و خطای رادیومتری تصاویر ماهواره‌ای تصحیح شد. برای دستیابی به یک مجموعه آماری که بیانگر الگوی طیفی پوشش زمین باشد باید قبل از طبقه‌بندی نظارت‌شده تصاویر، داده‌های آموزشی انتخاب گردد. در این مرحله، اطلاعات از کاربری‌های و نقشه توپوگرافی منطقه با استفاده از تفسیر چشمی تصاویر، برای هر پنج طبقه اقدام به تهیه داده‌های آموزشی جهت استفاده در عملیات طبقه‌بندی نظارت‌شده، گردیده است. برای طبقه‌بندی کاربری اراضی از روش طبقه‌بندی بیشترین شباهت (Maximum likelihood classification) استفاده شد. این روش قسمتی از روش‌های نظارت‌شده برای طبقه‌بندی محسوب گردیده و برای این منظور از مجموعه داده‌های آموزشی استفاده می‌کند. در این روش بعد از ارزیابی احتمالات در هر کلاس، پیکسل‌ها به کلاس‌هایی که بیشترین شباهت را دارند اختصاص یافته و اگر مقادیر احتمال از حد آستانه پایین‌تر معرفی شده باشند به‌عنوان پیکسل طبقه‌بندی نشده در نظر گرفته می‌شود.

محاسبه دمای روشنایی

تصحیحات داده‌های تصویر حرارتی در دو مرحله انجام می‌شود (الف) تبدیل ارزش‌های رقومی باند ۶ در لندست ۴ و ۵ و همین‌طور باند ۱۰ در لندست ۸ به رادیانس طیفی (ب) تبدیل رادیانس طیفی به دمای روشنایی سنجنده بر حسب کلونین دمای روشنایی بر حسب کلونین: TB
تابش طبیعی مؤثر بر دیافراگم حسگر ماهواره L_λ:
ثابت تصحیح K_۱ , K_۲:

$$T = \frac{K_2}{\ln\left[\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right]}$$

محاسبه NDVI

برای محاسبه NDVI از باندهای قرمز و مادون قرمز نزدیک استفاده شد تا شاخص اختلاف گیاهی نرمال شده با استفاده از رابطه ۲ محاسبه شود.

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED}) \quad \text{رابطه ۲}$$

در لندست برای محاسبه میزان NDVI به‌صورت رابطه ۳ محاسبه می‌گردد (Allen et. ۲۰۰۲: ۱۳)

رابطه ۳ برای لندست ۴ و ۵

$$\text{NDVI} = (\text{band } 4 - \text{band } 3) / (\text{band } 4 + \text{band } 3)$$

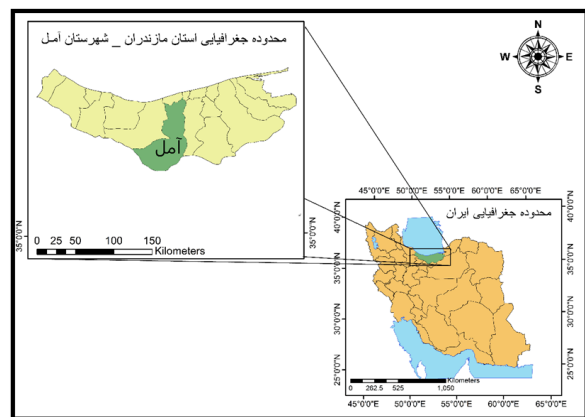
رابطه ۴ برای لندست ۸:

$$\text{NDVI} = (\text{band } 5 - \text{band } 4) / (\text{band } 5 + \text{band } 4)$$

مقدار شاخص NDVI در محدوده -۱ و +۱ قرار می‌گیرد

گسیلمندی (Emissivity)

استان تهران محدود می‌شود. مرکز این شهرستان شهر آمل است. این شهرستان با جمعیتی برابر با ۴۰۱۶۳۹ نفر جمعیت (شهر آمل: ۲۷۱۲۶۹ نفر) و ۳۰۷۴٫۴ کیلومترمربع مساحت دارای شش شهر آمل، رینه، گزنک، دابودشت، بابکان و امامزاده عبدالله و پنج بخش مرکزی، لاریجان، دابودشت، دشت‌سر و امامزاده عبدالله است. شهر آمل واقع در جلگه مازندران و طرفین رود هراز با ارتفاع ۷۶ متر از سطح دریا در ۵۲ درجه و ۲۱ دقیقه طول شرقی و ۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه عرض شمالی و در فاصله ۷۰ کیلومتری غرب ساری، مرکز استان، ۱۸ کیلومتری جنوب دریای خزر و شش کیلومتری شمال دامنه کوه البرز و ۱۸۰ کیلومتری شمال شرقی تهران قرار دارد. شکل منطقه مورد مطالعه تحقیق را نشان می‌دهد.



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

داده‌ها و روش کار

در این تحقیق به‌منظور استخراج نقشه کاربری اراضی و دمای سطح زمین سال ۲۰۲۰ از تصاویر ماهواره لندست ۸ و برای سال ۱۹۹۰ از تصاویر ماهواره لندست ۵ استفاده شد. برای اینکه تأثیر پوشش‌های ابری از تصاویر حذف شود و همچنین شدت بالا تابش خورشید، تصاویر موردنظر از فصل تابستان اخذ گردید. از نرم‌افزار Google Earth برای دقت بهتر تصاویر استفاده شد. از نرم‌افزار ENVI ۵٫۳ برای تصحیحات جوی و رادیومتری استفاده شد. برای تهیه نقشه‌های مربوط به تحقیق از نرم‌افزار ARC GIS ۱۰٫۸ استفاده گردیده است. اطلاعات تصاویر اخذشده از سایت زمین‌شناسی آمریکا در جدول (۱) ارائه شده است.

طبقه‌بندی

اطلاعات تصاویر سال‌های ۱۹۹۰، ۲۰۲۰ ماهواره لندست ۵ و ۸ شهرستان آمل			
نوع ماهواره	سطر	ستون	تاریخ
لندست ۵	۰۳۵	۱۶۴	۱۹۹۰/۰۶/۱۳
لندست ۸	۰۳۵	۱۶۴	۲۰۲۰/۰۶/۱۵

پیدا کرده که می‌توان آن را به افزایش تدریجی جمعیت و مهاجرت از نواحی روستایی به شهری دانست که باعث افزایش تراکم و تعداد ساختمان‌ها شده و وسعت اراضی شهری را افزایش داده است. میزان

۱۹۹۰		
کلاس	دقت کاربر٪	دقت تولیدکننده٪
شهر	۹۳	۹۵
پوشش گیاهی شهر	۸۶	۹۸
خیابان	۹۰	۹۲
کشاورزی	۱۰۰	۱۰۰
جنگل	۱۰۰	۱۰۰
دقت کلی	۱۰۰	
ضریب کاپا	۹۹	

مساحت زمین‌های کشاورزی در ۲۰۲۰ کمتر شده و قسمتی از آن تبدیل به ساختمان‌های شهری و روستایی شدند. وسعت راه‌های ارتباطی هم با

۲۰۲۰		
کلاس	دقت کاربر٪	دقت تولیدکننده٪
شهر	۹۸	۹۷
پوشش گیاهی شهر	۸۸	۹۹
خیابان	۹۰	۹۵
کشاورزی	۱۰۰	۱۰۰
جنگل	۱۰۰	۱۰۰
دقت کلی	۱۰۰	
ضریب کاپا	۱۰۰	

توجه به رشد جمعیت و افزایش وسایل نقلیه بیشتر شده است.

نوع کلاس	۱۹۹۰ (کیلومتر مربع)	۲۰۲۰ (کیلومتر مربع)
شهر	۲۱/۲۴	۲۵/۴
زمین کشاورزی	۳۲۴/۲۰	۲۹۲/۳
پوشش گیاهی شهری	۵۰	۵۷/۵
راه ارتباطی	۷۸	۸۵/۶
جنگل	۱۴۷	۱۴۴/۵

گیسلمندی مقدار بازتابش یک پدیده نسبت به جسم سیاه است. جسم سیاه کل انرژی که به آن می‌تابد را بازتاب می‌کند و مقدار گسیلمندی برای جسم سیاه ۱ است ولی برای برخی اجسام دیگر با توجه به ویژگی آن جسم مقادیر گسیلمندی بین ۰ تا ۱ است. پس از محاسبه NDVI که توضیحات مربوط به آن در این پژوهش ذکر شده است باید Emissivity استفاده کنیم.

$$\varepsilon_i = 1.0094 + 0.0047 \ln(\text{NDVI})$$

به دست آوردن دمای سطح زمین (LST)

LST برای محاسبه دمای سطح زمین استفاده می‌شود. با بهره‌گیری از LST می‌توان دماهای نزدیک به سطح زمین را محاسبه کرد که با توجه به موضوع پژوهش نیاز مبرمی به این اطلاعات است. LST دمای سطح زمین برحسب کلونین را نشان می‌دهد که برای تبدیل آن به درجه سانتی‌گراد می‌بایست عدد موردنظر منهای ۲۷۳.۱۵ شود.

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

صحت سنجی نتایج

برای آگاهی و ارزیابی از صحت و دقت طبقه‌بندی، به محاسبه دقت کاربر، دقت کلی و ضریب کاپا در جدول (۲ و ۳) پرداخته شد. در جدول فوق دقت طبقه‌بندی در سال ۲۰۲۰ و ۱۹۹۰ موردبررسی و مقایسه قرار گرفت. دقت کلی و ضریب کاپا در سال ۲۰۲۰ در بالاترین شکل خود (۱۰۰٪) است. به‌طور کل میزان ضرایب سال ۲۰۲۰ دارای ضریب دقت بالاتر است که می‌توان عنوان نمود تصاویر سال ۱۹۹۰ از توان تفکیک پایین‌تر (۸ بیت) و سال بعدی از توان تفکیک بالاتری (۱۲ بیت) برخوردار است

۲- نتایج

به‌منظور بررسی دمای سطح زمین و رابطه آن با کاربری‌های مختلف اراضی از تصاویر لندست ۵ و ۸ استفاده شده است. برای بررسی تغییرات کاربری اراضی، ابتدا نقشه کاربری اراضی شهرستان آمل برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ تهیه شد و بعد از آن نقشه تغییرات کاربری اراضی همراه با جدول مساحت تغییر یافته برای منطقه استخراج شد. شکل (۲) نقشه کاربری اراضی مربوط به بازه زمانی مورد مطالعه را نشان می‌دهد و همچنین مساحت هر یک از کاربری‌ها در جدول (۲) ذکر شده است. با توجه به جدول شماره ۴، در هر دو دوره موردبررسی شده کاربری کشاورزی بیشترین مساحت از منطقه مورد مطالعه را تشکیل می‌دهد. این کاربری در سال ۱۹۹۰ دارای ۳۲۴ کیلومتر بوده و در سال ۲۰۲۰ مساحت آن به ۲۹۲ کیلومتر تنزل یافته است. با توجه به اینکه تصاویر اخذ شده از منطقه مورد مطالعه مربوط به فصل کشت برنج بوده و اکثر زمین‌های کشاورزی زیر کشت این محصول قرار گرفته‌اند. بیشترین مساحت را بعد از زمین‌های کشاورزی، جنگل‌ها به خود اختصاص دادند که این مساحت در دوره اول معادل ۱۴۷ کیلومتر و در دوره دوم مطالعاتی معادل ۱۴۴ کیلومتر مربع است.

کمترین مساحت مربوط به پوشش گیاهی نواحی شهری است که در سال ۲۰۲۰ رشد زیادی در پوشش گیاهی مشاهده نمی‌شود و بیشتر قسمت‌های نواحی شهری را کاربری‌های مسکونی و تجاری پوشانده است. همان‌طور که انتظار می‌رفت میزان مساحت شهری افزایش

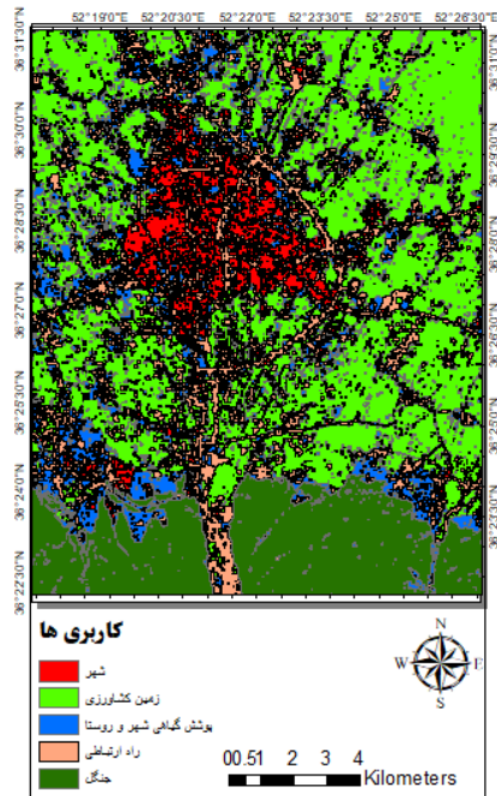
کشاورزی بر وسعت کاربری شهری افزوده شده است. بعد از این، کاربری جنگل به جنگل است که تغییرات زیادی داشته که می‌توان عنوان نمود در نوع، شکل و تراکم پوشش جنگلی تغییراتی ایجاد شد و باعث شد وسعت آن به مقدار ۱۳۸۰۰ هکتار تغییر پیدا کند. بخش قابل توجهی از اراضی جنگلی ۱۴۳ هکتار تبدیل به اراضی کشاورزی شده و از وسعت جنگل‌ها کم شده است.

جدول ۵- مساحت هر یک از طبقات تغییر یافته

کاربری‌های تغییر یافته	مساحت (هکتار)
شهری به شهری	۹۰۰
شهری به خیابان	۸۱۰
کشاورزی به کشاورزی	۲۶۴۰۰
کشاورزی به شهر	۳۰۴
جنگل به جنگل	۱۳۸۰۰
جنگل به کشاورزی	۱۴۳
پوشش گیاهی شهری به پوشش گیاهی شهری	۱۰۰۰
پوشش گیاهی شهری به ساختمان‌های شهری	۱۹۰

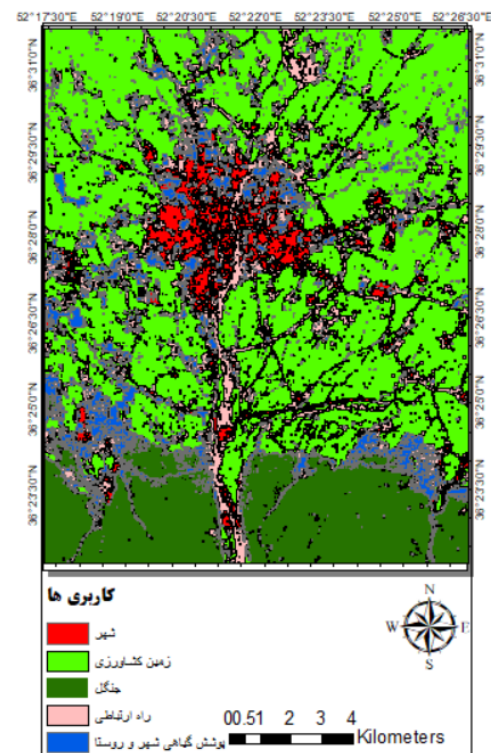
رابطه دمای سطح زمین با پوشش گیاهی

با توجه به داده‌های آماری رابطه میان پوشش گیاهی و دمای سطح زمین مورد بررسی شد که نشان داد ارتباط قابل توجهی بین این دو عامل برقرار است. در قسمت‌هایی که پوشش گیاهی بیشتری دارند به نسبت نواحی عاری از این عامل دمای سطح زمین بالاتر است. در سال ۱۹۹۰ نواحی که پوشش گیاهی زیادی دارند مانند زمین‌های کشاورزی و جنگل‌ها به ترتیب دارای دمای ۲۷ و ۲۳ درجه بودند. در همین سال ناحیه‌ای با پوشش گیاهی کمتر مانند کاربری شهری دارای دما بالاتر (۳۲ درجه سانتی‌گراد) است. در دوره بعدی یعنی سال ۲۰۲۰ این روند تکرار شده، به طوری که نواحی کشاورزی و جنگلی با دما حدود ۲۸ درجه سانتی‌گراد کمترین دماها را بین کاربری‌های دیگر به ثبت رساندند و بیشترین دما هم مربوط به ناحیه شهری با ۴۰ درجه است. می‌توان تفاوت پوشش گیاهی را سبب این اتفاق دانست که در یک منطقه غلظت و یا کمبود این عامل مهم می‌تواند تفاوت دمایی ایجاد کند. برای درک بهتر این موضوع نقشه پوشش گیاهی استخراج گردید و قسمت‌هایی که پوشش گیاهی کمتری دارند به رنگ تیره و هرچه که رنگ روشن‌تر باشد به معنای غلظت پوشش گیاهی است. در جدول شماره‌های ۶ و ۷، میزان $ndvi$ هر دو دوره در نواحی شهری در پایین‌ترین شکل خود است و تقریباً یک‌روند ثابت و بدون تغییر داشته است. اما در خیابان‌ها و راه‌های ارتباطی شاهد میزان کمتری از $ndvi$ هستیم که در سال ۲۰۲۰ حتی روند نزولی داشته است. در قسمت‌هایی که پوشش گیاهی بیشتری دارند مانند جنگل‌ها، زمین‌های کشاورزی، پارک‌ها و فضای سبز شهری این مقدار بالاتر است. نمودارهای شماره ۱ و ۲، مقدار حداقل، میانگین و حداکثر $ndvi$ را در دو سال ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ نشان می‌دهد. در هر دو نمودار حداقل آن در نواحی شهری است. در ناحیه جنگلی به دلیل پوشش انبوه‌تر میزان حداقل آن از دیگر نواحی بالاتر است. در میان حداکثرها همان‌طوری که انتظار می‌رفت در ناحیه شهری کمتر از بقیه نواحی است و ناحیه جنگلی هم در بیشترین میزان خود در هر دو سال است.



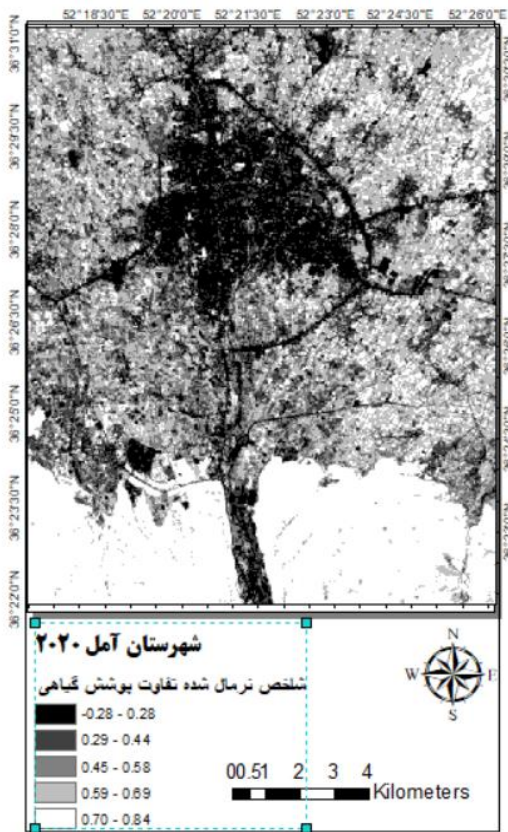
شکل شماره ۲- نقشه طبقه بندی کاربری اراضی (سال ۱۹۹۰)

شکل شماره ۳- نقشه طبقه بندی کاربری اراضی (سال ۲۰۲۰)

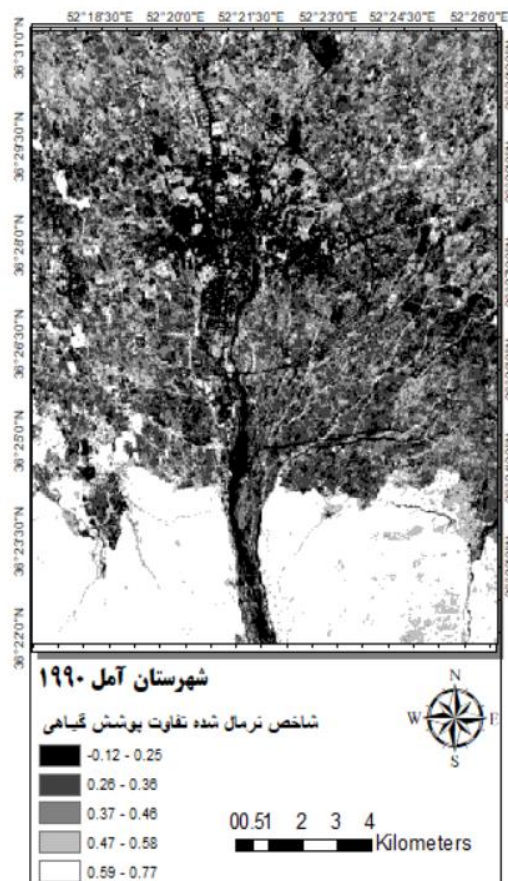


مساحت هر یک از طبقات تغییر یافته

با توجه به جدول شماره ۵، کلاس کشاورزی به کشاورزی دارای بیشترین تغییر (۲۶۴۰۰) هکتار است. این موضوع را می‌توان به تغییر کاربری در زمین‌های کشاورزی مرتبط دانست. بخشی از زمین‌های کشاورزی معادل ۳۰۴ هکتار تبدیل به کاربری شهری شدند و از

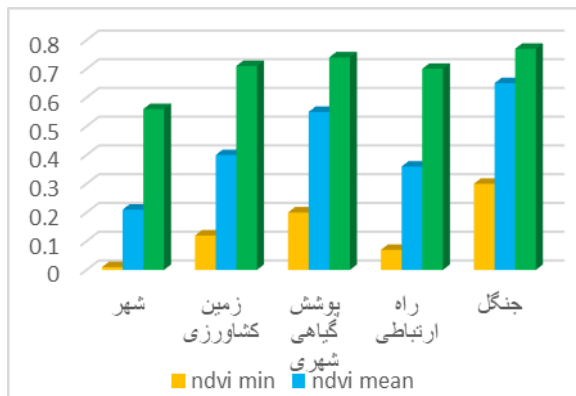


شکل ۵- نقشه های شاخص نرمال شده پوشش گیاهی ۲۰۲۰

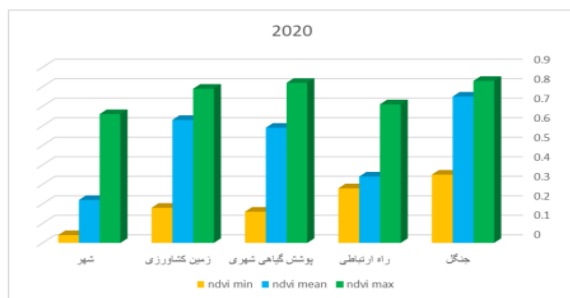


شکل ۴- نقشه های شاخص نرمال شده پوشش گیاهی ۱۹۹۰

جدول ۷- میانگین ndvi (۲۰۲۰)



نمودار ۱- حداقل، میانگین و حداکثر ndvi (۱۹۹۰)

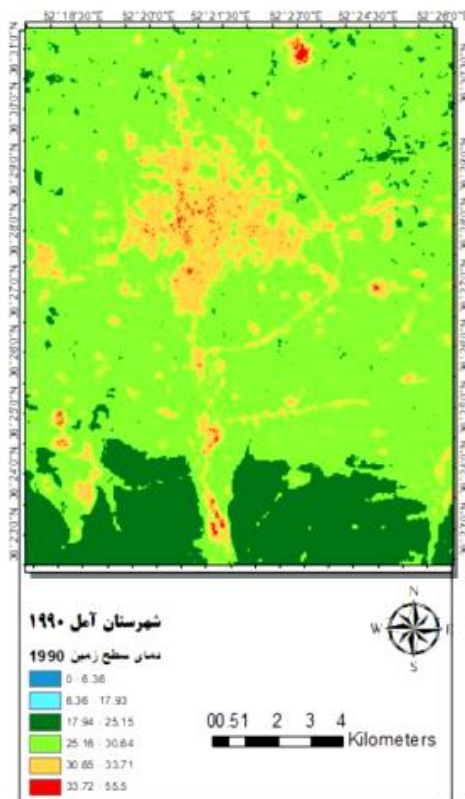


نمودار ۲- حداقل، میانگین و حداکثر ndvi (۲۰۲۰)

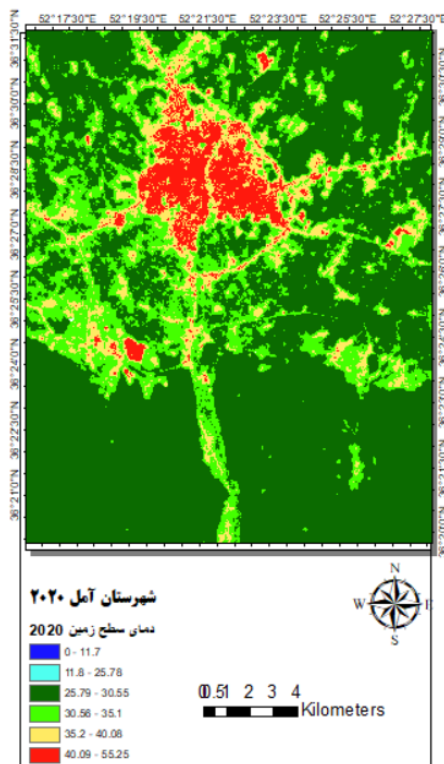
سال ۱۹۹۰	
میانگین	کاربری
۰/۲۱	شهر
۰/۵۵	پوشش گیاهی شهر
۰/۳۶	خیابان
۰/۴۵	کشاورزی
۰/۶۵	جنگل

تحلیل رابطه کاربری اراضی و دمای سطحی

با توجه به شکل شماره ۶ که نقشه دما سطح زمین در کاربری‌های مختلف سال ۱۹۹۰ را نشان می‌دهد. شاهد این موضوع هستیم که کاربری شهری دارای بیشترین دما (۳۲.۶) و حداقل دما نیز کاربری جنگلی (۲۳.۸) است. با مشاهده جدول شماره‌های ۸ و ۹ که دمای کاربری‌های مختلف در آن مشخص است این موضوع به‌طور واضح مشخص است در کاربری‌های شهری و خیابان‌ها به دلیل جنس و بافت این کاربری‌ها دارای دما بالاتری است ولی در نواحی جنگلی و کشاورزی به دلیل آلبدو بالا، رطوبت زیاد و فضای باز بیشتر دارای دمای کمتری هستند و جذب گرما در آن پایین است. دمای سطحی پوشش گیاهی نواحی داخلی شهری هم تحت تأثیر نواحی شهری قرار گرفته و دمای بیشتری نسبت به پوشش گیاهی اطراف شهرها دارد. به‌طور کل می‌توان گفت یک جزیره حرارتی در منطقه مورد مطالعه شکل گرفت که هر چه از اطراف به سمت مراکز شهری پیش‌بریم میزان دما بیشتر می‌شود. در سال ۲۰۲۰ شاهد ادامه همین روند دمایی هستیم. در این سال هم مانند دوره قبلی بیشترین دما (۴۰/۵) مربوط به نواحی شهری و پایین‌ترین دما (۲۸/۴) برای ناحیه جنگلی می‌باشد. در ساختمان‌های شهری با توجه به خصوصیات فیزیکی منحصر به خود دارای قدرت جذب و نفوذپذیری بیشتری هستند. این موضوع سبب شده که آلبدو آن پایین باشد و گرمای بیشتری جذب این نواحی گردد. این عامل به همراه ظرفیت و هدایت حرارتی بالا باعث شدند تا در سطوح شهری دما بالاتر ثبت گردد و این ناحیه را به شکل یک ناحیه گرم تبدیل کند. با مقایسه تصاویر و اعداد به‌دست‌آمده در دو دوره ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ می‌توان نتیجه گرفت که در دوره دوم (۲۰۲۰) میزان دما در همه کاربری‌ها به‌اندازه‌های مختلف افزایش داشته است که بیشترین و مهم‌ترین آن مربوط به ناحیه شهری بوده است. می‌توان این موضوع را به افزایش جمعیت و تراکم ساختمان‌ها نسبت داد که در مقایسه با ۱۹۹۰ افزایش پیدا کرده است. پوشش گیاهی می‌تواند در تعدیل دما شهرها نقش زیادی داشته باشد. خصوصیات پوشش گیاهی به این شکل است که می‌تواند از ۳۰ تا ۷۰ درصد انرژی را منعکس و فقط ۵ درصد آن را جذب کند و بقیه را عبور دهد. این خصوصیات سبب شد که در ۱۹۹۰ در شهرها با توجه به پوشش گیاهی بیشتر این دوره نسبت به ۲۰۲۰ دما پایین‌تر باشد. در دوره دوم روند گسترش ساختمان‌های شهری با سرعت بیشتری ادامه پیدا کرده و این کاربری‌های جدید تا حدودی جایگزین پوشش گیاهی شدند تا میزان دمای سطحی شهر زیاد گردد.



شکل ۶- نقشه دما سطح (Ist) زمین سال ۱۹۹۰



شکل ۷- نقشه دما سطح زمین (Ist) سال ۲۰۲۰

ارزیابی دما محاسبه شده با داده های زمینی

در جدول شماره ۱۰ دما اندازه گیری شده سال های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ توسط ایستگاه های هواشناسی نمایش داده شده است. با توجه به اینکه تصاویر اخذ شده مربوط به ماه خرداد بود میانگین دمای ماه خرداد آورده شده است. با توجه به ارقام موجود تفاوت بین دما تصاویر اخذ شده و دما ایستگاه هواشناسی وجود دارد. دلیل این تفاوت چندین عامل می تواند باشد. یکی از این عوامل مربوط به سنجنده است و دیگری هم مربوط به سطح زمین است. سنجنده ها بعد از مدتی از خود انرژی و حرارت تولید می کنند و حس گر این انرژی را ثبت و محافظت می کند. هرچند که این تصاویر تصحیح می شوند ولی تصحیح به طور کامل اتفاق نمی افتد و این موارد گفته شده هرچند به مقدار کم تأثیر خود را می گذارند (اصغری و امامی، ۱۳۹۸). با توجه به وسعت کاربری شهری آمل که در طی این دو دوره روند افزایشی پیدا کرده و میزان ساخت و ساز و کاربری های مسکونی و غیره زیاد شده برخی از نقاط با پوشش گیاهی جای خود را به مناطق مسکونی داده اند. مناطق مسکونی و بناهای ساخته شده سبب افزایش دمای سطح شهر می شوند. دمای LST برای دمای چسبیده به سطح زمین است و دمای همه کاربری ها ثبت شده است ولی دما مربوط به ایستگاه هواشناسی برای همه نقاط شهر موجود نیست. دمای استخراج شده از تصاویر ماهواره ای متأثر از فضای شهری و کاربری های تجاری، مسکونی و غیره است که با توجه به خصوصیات فیزیکی هر کدام از این کاربری ها مانند جنس، رنگ و شکل سبب جذب گرما و انعکاس پایین می شود و در مقابل پوشش گیاهی در برخی نقاط شهری موجود است که سبب منعکس شدن بیشتر انرژی رسیده به سطح زمین و جذب کمترین انرژی می شود. این عوامل گفته شده سبب اختلاف دمایی بین نقاط مختلف شهری می گردد. با توجه به کاربری های شهری که یک قسمت آن دارای جذب زیاد و قسمت دیگر دارای جذب کمتری است این موضوع روشن می شود که بیشتر سطح شهر دارای نقاط جاذب گرمایی است و به همین خاطر شاهد لکه های داغ با وسعت زیاد و شاخص پوشش گیاهی با درصد کم در شهرها هستیم در بیرون شهر به دلیل وجود کاربری هایی با خصوصیات جاذب گرمایی کم شاهد نقاطی با دمای پایین یا اصطلاحاً لکه های سرد هستیم در این مناطق وسعت قسمت هایی با کاربری های تجاری و مسکونی کم هستند و بیشتر زمین های کشاورزی و روستاهایی با تراکم جمعیت و بناهای کم پوشیده شدند. این خصوصیات سطح زمین سبب می شوند در مناطق خارج از شهر شاهد نقاطی با دمای پایین و شاخص کسر پوشش گیاهی NDVI بالا باشیم

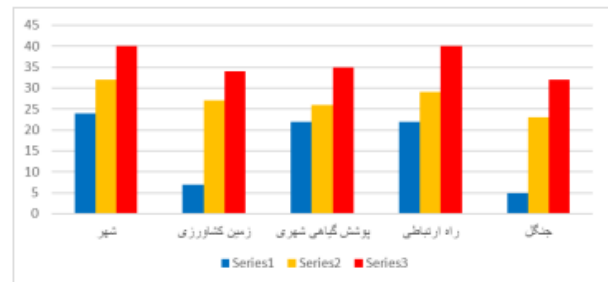
۴- نتیجه گیری

یکی از مهم ترین موارد در برنامه ریزی و سیاست گذاری، اطلاع از نسبت کاربری ها و نحوه تغییرات آن در گذر زمان است. بدین منظور در این پژوهش در گام اول به طبقه بندی و تغییرات حاصل از آن در یک بازه زمانی مشخص در شهر آمل و اطراف آن اقدام شد. نتایج طبقه بندی حاکی از آن است که طبقه بندی در هر دو دوره به خصوص سال ۲۰۲۰ از دقت بالایی برخوردار بوده و ضریب کاپا و دقت کلی آن در بالاترین ضریب خود یعنی ۱۰۰ بوده است. برای به دست آوردن این دقت برخی از عوامل مانند وضوح تصویر و همچنین به کارگیری الگوریتم هایی مانند

سال ۱۹۹۰	
کاربری	میانگین
شهر	۳۲/۶
پوشش گیاهی شهر	۲۶/۸
خیابان	۲۹/۳
کشاورزی	۲۷/۰۷
جنگل	۲۳/۸

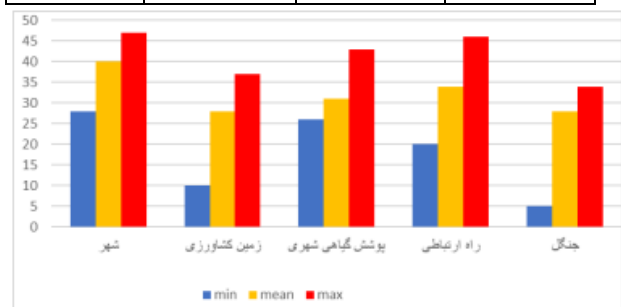
جدول ۹- دمای سطحی کاربری های مختلف (میانگین دما ۲۰۲۰)

سال ۲۰۲۰	
کاربری	میانگین
شهر	۴۰/۵
پوشش گیاهی شهر	۳۱/۵
خیابان	۳۴/۷
کشاورزی	۲۸/۵
جنگل	۲۸/۴



نمودار ۳- حداقل، میانگین و حداکثر ndvi (۱۹۹۰)

سال	تصاویر ماهواره ای		
	حداکثر	میانگین	حداقل
۱۹۹۰	۴۰	۳۷	۱۷
۲۰۲۰	۴۷	۳۲	۲۵
داده های ایستگاه هواشناسی			
سال	تصاویر ماهواره ای		
	حداکثر	میانگین	حداقل
۱۹۹۰	۲۷/۹۷	۲۲/۷۵	۱۵/۶۶
۲۰۲۰	۲۷/۷۷	۲۲/۷۶	۱۷/۷۱



نمودار ۴- حداقل، میانگین و حداکثر ndvi (۲۰۲۰)

برای ساکنین این شهر به دنبال می‌آورد. همچنین برای پوشش سبز نیز مقدار زیادی از انرژی دریافتی در فرآیند تبخیر و تعرق مصرف شده و مقدار کمی از انرژی برای گرم کردن هوا باقی می‌ماند. از طرفی افزایش تراکم جمعیت موجب افزایش انرژی وارده شده به محیط توسط بشر می‌شود که نتیجه آن ایجاد خرد اقلیم‌های متفاوت و بالابود گرمایش شهری نسبت به اطراف آن در سطح شهر خواهد بود. (اصغری و امامی، ۱۳۹۸: ۲۱۱). کمترین دمای ثبت شده در شهرستان آمل مربوط به کاربری جنگل با $23/8$ و $28/4$ درجه سانتی‌گراد است. در نواحی جنگلی به دلیل آلودگی بالا، رطوبت زیاد و فضای باز بیشتر دارای دمای کمتری هستند و جذب گرما در آن پایین است. از نتایج و کاربردهای این تحقیق می‌توان به کاربرد آن در زمینه‌هایی مانند عمران، اقلیم‌شناسی، کشاورزی، آب‌خیزداری و دیگر رشته‌هایی اشاره کرد که به گونه‌ای با اطلاعات داده‌های دمایی و کاربری و علوم زمین در ارتباط است. این نکته هم حائز اهمیت است که داده‌های ایستگاه هواشناسی را نمی‌توان برای تمام سطوح یک منطقه به کاربرد و مختص یک محدوده خاص است و به دلیل صعب‌العبور بودن برخی مناطق امکان به دست آوردن داده‌ها سخت و بسیار پرهزینه است درحالی‌که با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و تکنولوژی سنجنش‌آز دور می‌توان دمای تمام مناطق را به دست آورد. محققان و کارشناسان مربوطه در سطح منطقه می‌توانند از نتایج این تحقیق برای کسب اطلاعات از دمای سطح زمین، کاربری زمین و همچنین تغییرات حادث شده در سطح منطقه مورد بهره‌برداری قرار بگیرد تا برای پیش‌بینی وضعیت آینده منطقه سیاست‌های مطلوب و درستی در پیش بگیرند.

شکل، بافت، خاک و پوشش گیاهی اهمیت دارد. بعد از طبقه‌بندی تغییرات حاصل شده در منطقه برای بازه زمانی ۳۰ ساله مورد بررسی قرار گرفت و تغییرات آن برای هر کاربری در برحسب هکتار استخراج شد. تغییر کاربری از کشاورزی به شهر و همین‌طور شهر به معابر و خیابان دارای بیشترین تغییرات بوده است. این تغییرات بیانگر آن است که افزایش کاربری شهری سبب کاهش کاربری کشاورزی شده و بر وسعت مناطق شهری افزوده شده است. قسمت‌های زیادی از مناطق شهری با توجه به افزایش جمعیت و مناطق مسکونی تبدیل به خیابان شدند. با استفاده از تصاویر ماهواره‌اندست دمای سطح زمین در ارتباط با کاربری اراضی مورد مطالعه قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که دما در کاربری‌های مختلف متفاوت است. بیشترین دمای ثبت شده برای سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ شهر آمل مربوط به کاربری شهری است که دمای ثبت شده آن به ترتیب $32/6$ و $40/5$ است که نشان از تمرکز حرارت در مناطق شهری است. کاربری شهری به دلیل وجود عوامل انسان‌ساخت و جذب حرارت همانند آسفالت، بتن، وجود ماشین‌آلات بیشترین دما را دارا می‌باشد. همچنین وجود ساختمان‌های بلند همانند مانعی از خروج گرما به اطراف بوده و به‌نوعی گرما را در داخل شهر محبوس می‌کند که خود عاملی در گرم شدن کاربری شهری است. با توسعه شهرنشینی شهرستان آمل، بخش قابل‌توجهی از مساحت مناطق طبیعی و جنگلی، جای خود را به مناطق صنعتی، ساختمان‌ها و سایر زیرساخت‌ها داده‌اند. محدوده‌های شهری دارای بیان انرژی متفاوتی در قیاس با نواحی غیرشهری هستند. این تفاوت و تغییر در مفهوم بیان انرژی، باعث از دست رفتن توازن انرژی در محیط شهری می‌گردد که مشکلات زیست‌محیطی جدی همانند آلودگی حرارتی را

منابع

- اسکوری، ژیل (۱۳۹۱). اقلیم و شهر، ترجمه کاظم جاجرمی، اندیشه‌های گوهریار، تهران.
- اصغری سراسکانرود صیاد، امامی هادی. عنوان مقاله پایش دمای سطح زمین و بررسی رابطه کاربری اراضی با دمای سطح با استفاده از تصاویر سنجنده OLI و ETM+ مطالعه موردی: (شهرستان اردبیل). تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی ۱۳۹۸؛ ۱۹ (۵۳): ۱۹۵-۲۱۵.
- خسروی، یونس، حیدری، محمدعلی، توکلی، آزاده، زمانی، عباسعلی (۱۳۹۶). تحلیل رابطه تغییرات زمانی دمای سطح زمین و الگوی فضایی تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی شهرستان زنجان)، برنامه ریزی و آمایش فضا، دوره ۲۱، شماره ۳، ص ۱۱۹-۱۴۴
- خسروی، محمود، و قبادی، اسدالله (۱۳۹۰). تبیین جایگاه بام سبز در تعدیل جزیره حرارتی شهر (نمونه موردی شهر کرج)، فصلنامه پژوهش‌های بوم‌شناسی شهری، ۲(۴)، ۶۷-۷۸.
- دارابی، حسن، جعفری، عباس، اخوان فرشچی، کیمیا (۱۳۹۵). تحلیل روند تغییرات اقلیمی استان قم و پیامدهای آن، مطالعات علوم محیط زیست، دوره اول، شماره دوم، ص ۴۰-۲۵
- شریعتمداری، احسان، سنماری، محمد مهدی، مدی، حسین، مهربانی گلزار، محمدرضا (۱۳۹۸). برنامه ریزی منظر مبتنی بر خرد اقلیم با هدف کاهش آلاینده‌های هوا در کلان شهرها (نمونه مورد مطالعه منطقه ۲۲ شهر تهران)، باغ نظر، ۱۶(۷۲)، ص ۴۱-۵۲.
- شمسی پور، عزیزی، کریمی احمد آباد، مقبل، علی اکبر، قاسم، مصطفی، معصومه (۱۳۹۳). مطالعه الگوی دمای سطوح فیزیکی در شرایط جوی متفاوت، پژوهش‌های جغرافیایی طبیعی، سال ۴۶، شماره ۱، ص ۵۹-۷۶.
- عزیزی، قاسم (۱۳۸۳)، تغییر اقلیم، تهران، انتشارات قومس
- کاشکی، عبدالرضا، حسینی، سید محمد، حردانی، امینه (۱۳۹۸). بررسی آسایش اقلیمی و ارتباط آن با شاخصهای فیزیولوژیک انسان (مورد: استان سیستان و بلوچستان)، مطالعات علوم محیط زیست، دوره چهارم، شماره اول، ص ۹۴۴-۹۲۹
- کرمی راد، سینا، آبادی، محمدعلی، حبیبی، امین (۱۳۹۷). سنجنش تاثیر هندسه شهری بر شرایط آسایش حرارتی بیرونی در مقیاس خرد اقلیم (مورد پژوهی فضای باز مجتمع مسکونی گل‌دشت شیراز)، فصلنامه برنامه ریزی منطقه‌ای، سال هشتم، شماره ۲۹، ص ۱۷۲-۱۶۱.

- مجنونی توتوخانه، علی، رضانی، محمد ابراهیم (۱۳۹۸). بررسی و ارزیابی وضعیت جزیره حرارتی کلان شهر تهران با استفاده از تصاویر ماهواره ای، مطالعات علوم محیط زیست، دوره ۷۲، شماره ۱، ص ۲۹ تا ۴۳.
- موسوی بایگی، محمد، اشرف، بتول، فرید حسینی، علیرضا، و میان آبادی، آمنه (۱۳۹۱). بررسی جزیره حرارتی شهر مشهد با استفاده از تصاویر ماهواره ای و نظریه فرکتال، مجله جغرافیا و مخاطرات محیطی، ۱، ص ۳۵-۴۹.
- نارنگی فرد، مهدی، مزیدی، احمد (۱۳۹۵). تاثیر توسعه شهری و تغییرات کاربری بر عناصر آب و هوایی شهر شیراز و فسا، نشریه تحقیقات کاربری علوم جغرافیایی، سال شانزدهم، شماره ۴۰، ص ۱۵۴-۱۳۱.
- Abutaleb, k., Ngie, A., Darwish, A., Ahmed, M., Arafat s. & Ahmed, F. (۲۰۱۵). Assessment of urban Heat island using Remotely sensed imagery over Greater cairo, Egypt. *Advances in Remote sensing*, ۴, ۳۵-۴۷.
 - Chen, M., Zhang, Y., Yao, Y., Lu, J., Pu, X., Hu, T., & Wang, P. (۲۰۲۰). Evaluation of the OPTRAM Model to Retrieve Soil Moisture in the Sanjiang Plain of Northeast China. *Earth and Space Science*, 7(۶). <https://doi.org/10.1029/2020EA001108>
 - Fan, Y. Li, Y. & Yin, S. (۲۰۱۸). Interaction of multiple urban heat island circulations under idealised settings. *Building and Environment*, ۱۳۴, ۱۰-۲۰.
 - Oke, t. r. (۱۹۷۳). city and the urban heat island, *atmosfer, environment*, ۷, ۷۶۹-۷۷۹.
 - Sobrino, J. A., Jiménez-Muñoz, J. C., Sòria, G., Ruescas, A. B., Danne, O., Brockmann, C., Ghent, D., Remedios, J., North, P., Merchant, C., Berger, M., Mathieu, P. P., & Göttsche, F. M. (۲۰۱۶). Synergistic use of MERIS and AATSR as a proxy for estimating Land Surface Temperature from Sentinel-۳ data. *Remote Sensing of Environment*, 179, ۱۴۹-۱۶۱. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2016.03.030>
 - Sharma, A. Conry, P. Fernando, H. Hamlet, A. F. Hellmann, J. & Chen, F. (۲۰۱۶). Green and cool roofs to mitigate urban heat island effects in the Chicago metropolitan area: Evaluation with a regional climate model. *Environmental Research Letters* ۰۶۴۰۰۴ (۶) ۱۱.
 - Suresh, S., Ajay Suresh, V., and Mani, K., ۲۰۱۶. Estimation of land surface temperature of high range mountain landscape of Devikulan Taluk using landsat ۸ data. *International Journal of Research in Engineering and Technology*. ۵(۱), ۲۳۲۱-۲۳۰۸.
 - Tang, junmei, Di, liping, xiao, jingfeng, Lu, Dengsheng and zhou, Yuyu. (۲۰۱۷). impacts of land use and socioeconomic patterns on urban heat island. *International Journal of Remote sensing*, VOL. ۳۸, NO. ۱۱, ۳۴۴۵-۳۴۶.
 - Taufik A, Ahmad SSS. ۲۰۱۶. Land cover classification of Landsat ۸ satellite data based on Fuzzy Logic approach. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing. ۲۲-۲۴ November ۲۰۱۶, Banda Aceh, Indonesia.
 - Toutakhane, A. M. (۲۰۱۸). Influencing Factors On Performance Of Social Behavior Settings At Parks And Green Spaces Of Tabriz. *Journal of Urban and Regional Analysis*, ۲۱۵-۱۹۹, (۲) ۱۰.
 - Pal, s., & ziaul, s. (۲۰۱۷). Detection of land use and land cover change and land surface temperature in english bazar urban centre. *The Egyptian journal of Remote sensing and space science*, ۲۰(۱), ۱۲۵-۱۴۵.
 - Xu, D. and R. Chen. (۲۰۱۷). "Comparison of urban heat island and urban reflection in Nanjing City of China." *Sustainable Cities and Society* ۳۱, ۲۶, ۳۶.
 - Yang, J., Zhou, J., Göttsche, F. M., Long, Z., Ma, J., & Luo, R. (۲۰۲۰). Investigation and validation of algorithms for estimating land surface temperature from Sentinel-۳ SLSTR data. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 91(December ۲۰۱۹), ۱۰۲۱۳۶. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102136>

Analyzing the role of temperature changes in urban land uses using Landsat satellite images (Case study of Amol city)

Behrouz Sobhani^{۱*}, Milad Mansori^۲

^{۱*}-Professor of Department of Physical Geography, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University

^۲- Ph.D. student of climatology, Faculty of Social Sciences, Mohaghegh Ardabili University

email Address: sobhani@uma.ac.ir

Abstract

Introduction

Urbanization changes natural landscapes to human-made spaces and uses. With the expansion of cities, many of these spaces give way to roads, buildings and urban facilities and cause changes in different levels of the city, and these changes have very important effects on weather conditions (Shamsipour et al. ۲۰۱۳: ۵۹). The development of urbanization is one of the effective factors in increasing the air temperature in urban areas, which causes the creation of thermal islands in these places compared to the surrounding environment. This factor can have a negative effect on air quality and endanger the general health of society. (Mousavi Baighi et al., ۲۰۱۰. ۱۹۰). What is considered as a fundamental defect in monitoring the temperature of the earth's surface is the lack of sufficient meteorological stations to know the temperature values. Today, this shortcoming has been solved by remote sensing and it can cover a large area of the earth's surface.

Methodology

The study area is Amol city. The city of Amol is located in the Mazandaran province and the sides of the Heraz River with a height of ۷۶ meters above sea level at ۵۲ degrees and ۲۱ minutes east longitude and ۳۶ degrees and ۲۵ minutes north latitude and at a distance of ۷۰ kilometers west of Sari, the capital of the province, ۱۸ kilometers south of the Caspian Sea and ۶ It is located one kilometer north of Alborz mountain and ۱۸۰ kilometers northeast of Tehran. In this research, Landsat ۸ satellite images and Landsat ۵ satellite images were used for ۱۹۹۰ in order to extract the land use map and surface temperature of ۲۰۲۰. In order to remove the effect of cloud cover from the images as well as the high intensity of sunlight, the desired images were taken from the summer season. Google Earth software was used for better accuracy of images, ENVI ۵,۳ software was used for atmospheric and radiometric corrections, and finally ARC GIS ۱۰,۸ software was used to prepare relevant maps. Using the atmospheric correction model (FLAASH), the data were qualitatively controlled and the radiometric error of the satellite images was corrected. In order to obtain a statistical set that represents the spectral pattern of land cover, training data must be selected before supervised classification of images. At this stage, information from the uses and topographical maps of the region were prepared using the visual interpretation of the images for all five floors, to prepare educational data for use in supervised classification operations. Maximum likelihood classification method was used for land use classification. This method is considered a part of the supervised methods for classification and for this purpose it uses a set of training data. In this method, after evaluating the probabilities in each class, the pixels are assigned to the classes that have the most similarity, and if the probability values are lower than the introduced threshold, they are considered as unclassified pixels. After that, the brightness temperature of the sensor is done by converting the digital values of band ۶ in Landsat ۴ and ۵ and also band ۱۰ in Landsat ۸ to spectral radiance and converting the spectral radiance to the brightness temperature of the sensor in terms of Kelvin. Then, red and near-infrared bands were used to calculate NDVI to obtain the normalized vegetation difference index. After calculating NDVI we need to get Emissivity. Emissivity is the amount of reflection of a phenomenon relative to the black body. Then the land surface temperature (LST) is calculated. By using LST, it is possible to calculate the temperatures near the surface of the earth. In order to know and evaluate the correctness and accuracy of the classification, the user's accuracy, overall accuracy and Kappa coefficient were calculated in ۱۹۹۰ and ۲۰۲۰.

Conclusion

In this research, in the first step, the classification and the resulting changes were done in a specific time frame in Amol city and its surroundings. The classification results indicate that the classification in both periods, especially in ۲۰۲۰, was highly accurate, and its kappa coefficient and overall accuracy were at their highest coefficient, i.e. ۱۰۰. After classification, the changes obtained in the area were examined for a period of ۳۰ years and the changes were extracted for each land use in terms of hectares. The change of use from agriculture to the city and also from the city to roads and streets have the most changes. These changes indicate that the increase in urban use has caused a decrease in agricultural use and the size of urban areas has increased. Using Landsat satellite images, the temperature of the earth's surface has been studied in relation to land use and the results showed that the temperature is different in different uses. The highest temperature recorded for the years ۱۹۹۰ and ۲۰۲۰ in Amol city is related to urban use, the recorded temperature of which is ۳۶,۶ and ۴۰,۵, respectively, which shows the concentration of heat in urban areas. Urban use has the highest temperature due to the presence of man-made factors and heat absorbers such as asphalt, concrete and the presence of machinery. Also, the presence of tall buildings acts as a barrier to the heat escaping to the surroundings and in some way traps the heat inside the city. With the development of urbanization in Amol city, a significant part of the area of natural and forest areas has been replaced by industrial areas, buildings and other infrastructures. The lowest temperature recorded in Amol city is related to forest use with ۲۳,۸ and ۲۸,۴ degrees Celsius. In forest areas, due to high albedo, high humidity and more open space, the temperature is lower and heat absorption is low there. The relevant researchers and experts in the region can use the results of this research to obtain information about the temperature of the earth's surface, land use, and also the changes that have occurred in the region, in order to predict the future situation of the region, they will take appropriate and correct policies.

Keywords

Land surface temperature; Land use; Landsat images; Use changes