

مقاله پژوهشی

بررسی اثر تغییرات پوشش اراضی بر دمای سطح زمین در دشت یزد

فهیمة عربی علی آباد^۱، محمد زارع^۲، حمیدرضا غفاریان مالیری^۳

۱- دانشجوی دکتری بیابان‌زدایی، دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی و کویرشناسی، دانشگاه یزد

۳- استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه یزد

(دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۱۹، پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۲)

چکیده

اطلاع از وضعیت پوشش اراضی، میزان و نحوه تغییرات آن در گذر زمان یکی از مهم‌ترین موارد در برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مدیران در سطوح مختلف است. هدف از مطالعه حاضر بررسی و تحلیل ارتباط بین تغییر پوشش اراضی و تغییرات دمای سطح زمین (LST) است. بدین منظور از ۸ تصاویر ماهواره لندست سنجنده TM و OLI مربوط به سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۹ در محدوده دشت یزد استفاده شد. دمای سطح زمین به روش‌های تک بانندی و پنجره مجزا محاسبه گردید. نقشه‌های پوشش اراضی، تغییرات پوشش اراضی و تغییر دمای سطح زمین در چهار ماه از هر سال تهیه گردید. نتایج نشان داد در بین سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹، ۲۸ درصد از مساحت اراضی کشاورزی کاسته و ۱۲ درصد به مساحت اراضی شهری اضافه شده است، که نشان‌دهنده تخریب زمین‌های کشاورزی و جایگزینی آن‌ها با مناطق شهری است. دمای سطح زمین، متأثر از عوامل سطحی، نوع پوشش و خصوصیات آن می‌باشد. کمترین دما، در منطقه مورد مطالعه مربوط به کشاورزی است. دمای سطح زمین در اراضی بایر و تپه‌ماسه‌ای که به سایر پوشش‌ها تبدیل شده است به طور قابل توجهی کاهش یافته است و تبدیل پوشش کشاورزی به اراضی بایر و تپه‌های ماسه‌ای منجر به افزایش دمای بیشتری نسبت به سایرین شده است.

کلمات کلیدی: الگوریتم تک بانندی، تغییر پوشش اراضی، سنجنش از دور، جزایر حرارتی.

در چند دهه اخیر بیشتر کشورهای جهان با گسترش و رشد بی سابقه شهرنشینی روبرو شده‌اند (شنگ و همکاران^۱، ۲۰۱۵). رشد شهرنشینی و گسترش شهرها باعث تغییرات قابل توجهی در پوشش اراضی در اطراف آنها شده است (سان^۲ و همکاران، ۲۰۱۲؛ عبداللهی و پرادان^۳، ۲۰۱۶). این فرآیند بر شکل‌گیری جزایر حرارتی تاثیر گذاشته است (ونگ^۴، ۲۰۰۳). پدیده تغییر پوشش اراضی یک جز اصلی در نظارت بر تغییرات محیط زیست و مدیریت منابع طبیعی است (لاورل^۵ و همکاران، ۲۰۰۶؛ اولوسی^۶ و همکاران، ۲۰۰۹). تغییر در مشخصات سطح زمین در نتیجه شهرنشینی سریع، می‌تواند بر شرایط اقلیمی و آب و هوایی در دوره‌های فصلی و بلند مدت در مقیاس محلی و منطقه‌ای و جهانی اثرگذار باشد (نینگ^۷ و همکاران، ۲۰۱۸).

دمای سطح زمین (LST^۸) یکی از مؤلفه‌های مهمی است که فرآیندهای فیزیکی، شیمیایی و محیط زیستی را بر روی زمین کنترل می‌کند (پو^۹ و همکاران، ۲۰۰۶). دمای سطح زمین یکی از متغیرهای کلیدی برای برآورد بیلان انرژی سطحی، ارزیابی تغییرات پوشش زمین و دیگر ویژگی‌های سطح زمین است (سریواستاوا^{۱۰} و همکاران، ۲۰۱۰). LST با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و فنون سنجش از دوری قابل محاسبه است و در بسیاری از مطالعات نظارت بر تغییر جهانی تعادل گرما، مدل سازی آب و هوا و غیره استفاده می‌شود (باتاچاریا^{۱۱} و همکاران، ۲۰۱۰؛ فال^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۰).

در دو دهه اخیر، نیاز فراوان به اطلاعات دمای سطح زمین برای مطالعات محیطی و مدیریت منابع، سنجش از دور حرارتی و تخمین دمای سطح زمین را به یکی از موضوعات مهم تحقیقاتی تبدیل کرده است (جیمز-مونز و سوبرینو^{۱۳}، ۲۰۰۳). تغییر LST با تغییر پوشش اراضی ارتباط مستقیم دارد (جیانگ و تیانگ^{۱۴}، ۲۰۱۰؛ ونگ^{۱۵} و همکاران، ۲۰۱۸). بطوریکه تغییر پوشش اراضی باعث تغییر در دمای سطح زمین می‌شود (هایلمریام^{۱۶}، ۲۰۱۸).

¹ Sheng

² Sun

³ Abdullahi & Pradhan

⁴ Weng

⁵ Lavorel

⁶ Oluseyi

⁷ Ning

⁸ Land Surface Temperature

⁹ Pu

¹⁰ Srivastava

¹¹ Bhattacharya

¹² Fall

¹³ Jiménez-Muñoz & Sobrino

¹⁴ Jiang & Tian

¹⁵ Wang

¹⁶ Haylemariyam

همچنین همبستگی قوی بین دمای هوا و دمای سطح با پوشش‌های اراضی مختلف وجود دارد (چنگ^{۱۷} و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۸؛ یکاهااری^{۱۸} و همکاران، ۲۰۰۱). نتایج مطالعات فانسکا^{۱۹} و همکاران (۲۰۱۹)، در سریلانکا نشان داد که تراکم شهری رابطه مثبتی با LST در طول زمان داشته است. کومار^{۲۰} و همکاران (۲۰۱۲) در بررسی خود نشان دادند که حداکثر دما مربوط به مناطق مسکونی و کمترین دما مربوط به پوشش گیاهی است. ایوه و اکیک^{۲۱} (۲۰۱۷) بیان داشتند که در دوره مطالعاتی ۳۰ ساله در نیجریه، دما $1/7^{\circ}\text{C}$ افزایش یافته و الگوی تغییر دمای سطح زمین از تغییر پوشش زمین پیروی می‌کند. بویادی^{۲۲} و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعه‌ای نشان دادند که توسعه سریع شهر، باعث کاهش پوشش گیاهی می‌شود و افزایش دمای سطح خرداقلیم را تحت تاثیر قرار می‌دهد.

از آنجا که دشت یزد در طی سال‌های گذشته به دلیل مهاجرپذیر بودن، شاهد تغییرات زیادی در پوشش اراضی بوده است و بررسی تغییرات دمایی آن حائز اهمیت فراوان است. بنابراین، با توجه به اهمیت موضوع و تحقیقاتی که سایر محققین انجام داده‌اند در این تحقیق نیز هدف، بررسی تغییرات دمای سطح دشت یزد در یک بازه زمانی ۱۸ ساله و مقایسه نتایج به دست آمده با تغییرات پوشش اراضی می‌باشد تا مشخص شود که پوشش اراضی تا چه اندازه در دمای سطح زمین موثر می‌باشد. وجه تمایز پژوهش حاضر با مطالعات پیشین، بررسی تاثیر تغییر پوشش اراضی بر دمای سطح زمین در ماه‌های مختلف سال می‌باشد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه:

دشت یزد با مساحتی بالغ بر ۱۰۹۵ کیلومترمربع در مرکز استان یزد قرار گرفته است. این دشت در برگیرنده شهرهای تفت و یزد است و به ارتفاعات شیرکوه محدود می‌شود (شکل ۱). در پژوهش حاضر، جهت بررسی تأثیر تغییر پوشش اراضی بر دمای سطح زمین از تصاویر لندست ۵ و ۸ در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۹ استفاده گردید (جدول ۱). نقشه شاخص دمای سطح زمین برای تصاویر ماهواره لندست ۵ با استفاده از روش تک بانندی و برای تصاویر لندست ۸ با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا برآورد گردید. نقشه پوشش اراضی در سال‌های مورد مطالعه با استفاده از روش طبقه بندی نظارت شده حداکثر احتمال ترسیم شد و تغییرات پوشش

¹⁷ Cheng

¹⁸ Yokohari

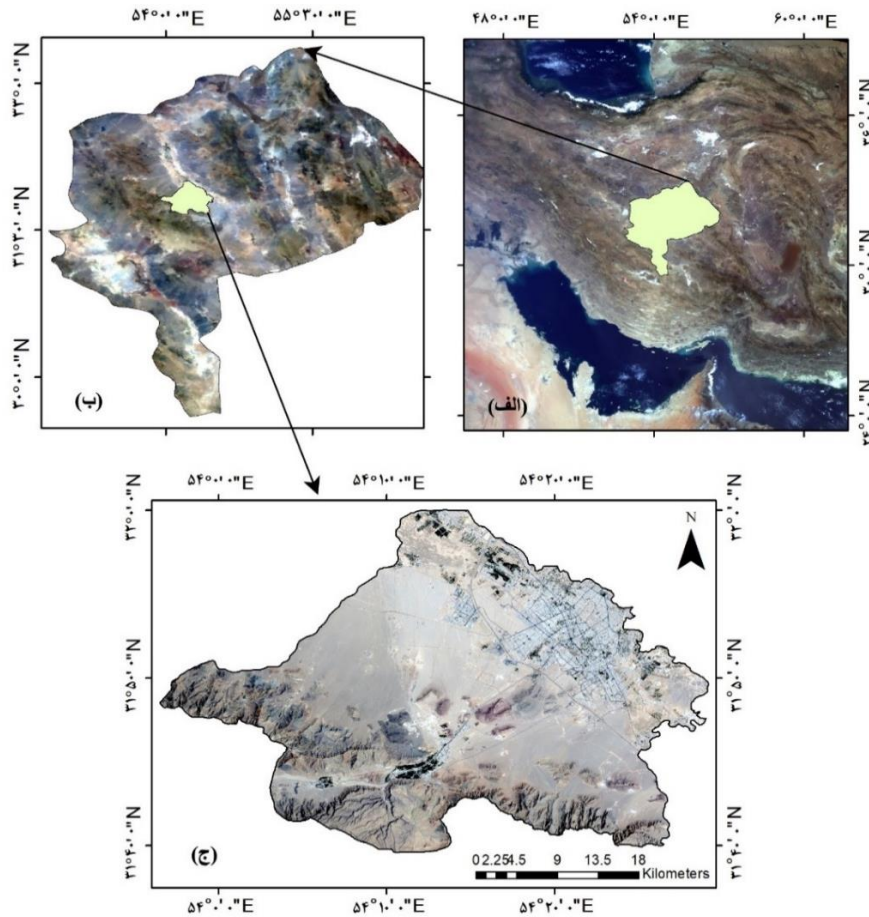
¹⁹ Fonseka

²⁰ Kumar

²¹ Eyoh & Okeke

²² Buyadi

صورت گرفته در سالهای ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹ و تاثیر آن بر دمای سطح زمین مورد بررسی قرار گرفت. نمودار جریانی مراحل پژوهش حاضر در شکل ۲ نشان داده شده است.



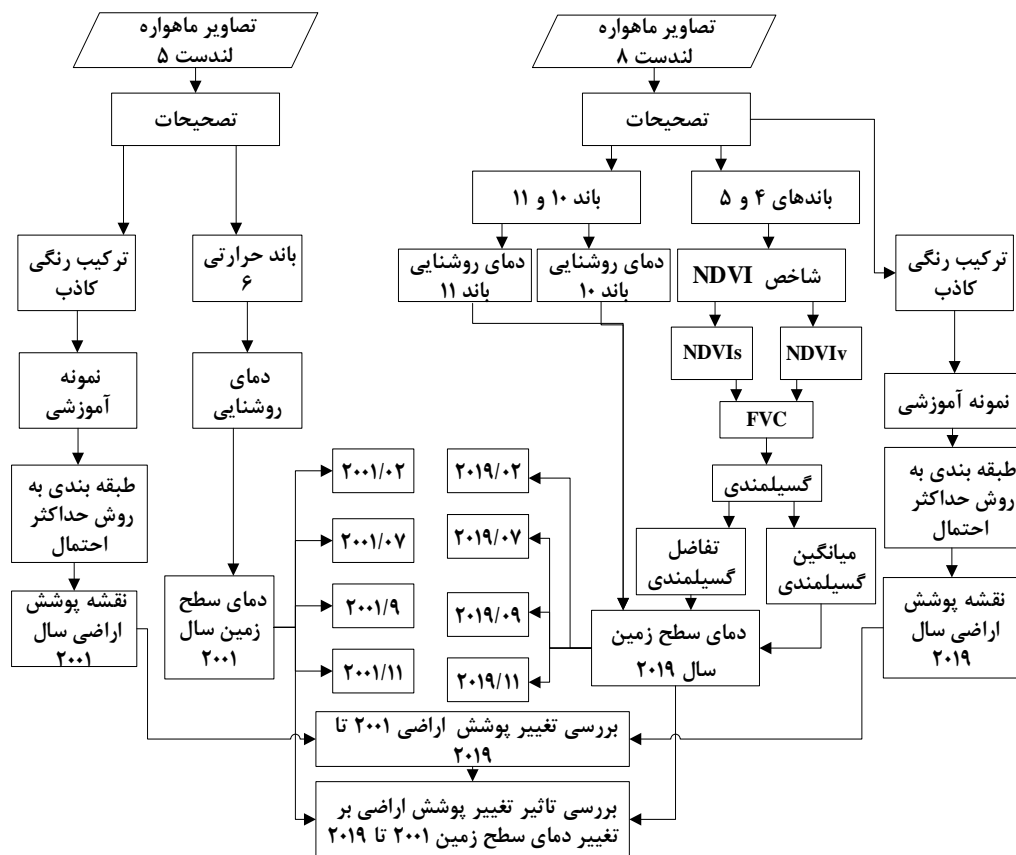
شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه (الف) کشور ایران (ب) استان یزد (ج) دشت یزد

جدول ۱. مشخصات کلی سنجنده‌ها و تصاویر مورد استفاده

سنجنده	تاریخ تصویربرداری	شماره مسیر و ردیف	سنسور	تعداد باند
LANDSAT-5	۲۰۰۱/۰۲/۰۵	۱۶۲-۳۸	TM	۷
	۲۰۰۱/۰۷/۱۵			
	۲۰۰۱/۰۹/۱۷			
	۲۰۰۱/۱۱/۲۰			
LANDSAT-8	۲۰۱۹/۰۲/۰۷			
	۲۰۱۹/۰۷/۰۱	۱۶۲-۳۸	OLI	۱۱
	۲۰۱۹/۰۹/۱۹			
	۲۰۱۹/۱۱/۲۲			

نقشه پوشش اراضی و آشکارسازی تغییرات: یکی از راه‌های تهیه نقشه‌های پوشش اراضی و کاربری اراضی، استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و فرآیند طبقه‌بندی تصاویر است. به‌منظور تهیه نقشه‌های پوشش اراضی با انجام

پیش‌پردازش‌های اولیه مانند تصحیح هندسی و اتمسفری، همچنین تهیه نمونه‌های تعلیمی، تصاویر ماهواره‌ای با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال طبقه‌بندی گردیدند. جهت انتخاب نمونه‌های تعلیمی به منظور انجام طبقه‌بندی از عکس‌های هوایی و تصاویر گوگل ارث استفاده شد و در انتخاب نمونه‌های تعلیمی در سطح منطقه مطالعاتی سعی گردید تا پراکنش‌ها در داخل منطقه همگن و مناسب باشند. در پژوهش حاضر به منظور تفکیک پوشش‌های مختلف اراضی از طبقه‌بندی نظارت شده با استفاده از روش حداکثر احتمال استفاده شد. در این روش میزان واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی باندهای مختلف برای مناطق نمونه محاسبه می‌شود و از همین خاصیت برای ارتباط یک پیکسل طبقه‌بندی نشده به یکی از گروه‌ها یا نمونه‌های طیفی نیز استفاده می‌شود. به بیان دیگر برای بررسی نحوه توزیع ارزش‌های طیفی و احتمال آماری ارتباط یک پیکسل با یکی از گروه‌های نمونه از ماتریس واریانس و بردار میانگین که خود واریانس و همبستگی ارزش‌های طیفی را تعریف می‌کنند، استفاده می‌شود. با استفاده از عامل شدت احتمال، هر یک از پیکسل‌های تصویر پس از آزمون آماری و محاسبه احتمال تعلق آنها به گروه‌های طیفی نمونه، به گروه مربوطه تعلق می‌گیرد (زارع خورمیزی و همکاران، ۱۳۹۹).



شکل ۲. نمای کلی از مراحل پژوهش

محاسبه دمای سطح زمین (LST)

الگوریتم پنجره مجزا: برخلاف الگوریتم تک پنجره و تک کاناله (SC23)، در الگوریتم پنجره مجزا (SW24) از هر دو باند ۱۰ و ۱۱ لندست ۸ با طول موج‌های موثر ۱۰/۸ و ۱۲ میکرون استفاده می‌شود. اساس این روش بر این فرض استوار است که کاهش تشعشع به دلیل انجام جذب اتمسفری، تابعی از اختلاف تشعشع است که به صورت همزمان در دو طول موج مجزا (همان باندهای ۱۰ و ۱۱) اندازه‌گیری می‌شود. در این شرایط هر یک از باندها (طول موج‌ها) مقادیر متفاوتی از جذب اتمسفری را ثبت خواهند نمود. در این پژوهش برای بدست آوردن دمای سطح زمین از الگوریتم پنجره مجزای پیشنهادی (سوبرینو و همکاران، ۲۵، ۱۹۹۶) مطابق با رابطه ۱ استفاده شد.

$$LST = TB_i + C_1(TB_i - TB_j)^2 + C_0 + (C_3 + C_4W)(1 - m) + (C_5 + C_6W) \Delta m - 237.15 \quad (1)$$

که در آن: TB_i و TB_j دمای درخشندگی در سطح سنجنده در باندهای حرارتی مورد استفاده در الگوریتم، C_0 ، C_6 : مقادیر ضرایب الگوریتم پنجره مجزا، m : میانگین گسیلمندی، Δm : اختلاف گسیلمندی باندهای i و j : مقدار بخار آب (در این تحقیق ۰/۱۳) است. مقادیر ضرایب الگوریتم پنجره مجزا از طریق شبیه‌سازی شرایط مختلف اتمسفری برآورد شده است و بنابر نتایج (جیمز-مونز و همکاران، ۲۰۱۴) به صورت ثابت در نظر گرفته شد (جدول ۲) (اسکوکویز^{۲۶} و همکاران، ۲۰۱۴).

جدول ۲. مقادیر عددی ضرایب الگوریتم پنجره مجزا

ضرایب	C_0	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6
مقدار	-۰/۲۶۸	۱/۳۷۸	۰/۱۸۳	۵۴/۳۰۰	-۲/۲۳۸	-۱۲۹/۲۰۰	۱۶/۴۰۰

دمای روشنایی^{۲۷}: در ابتدا اعداد رقومی با استفاده از رابطه ۲ به رادیانس تبدیل شدند و سپس دمای روشنایی براساس رابطه ۳ محاسبه گردید (کانت و بدارینت^{۲۸}، ۱۹۹۸).

$$L\lambda = \frac{LMAX - LMIN}{QCALMAX - QCALMIN} * (DN - QCALMIN) + LMIN \quad (2)$$

²³ Single-Channel

²⁴ Split-Window

²⁵ Sobrino

²⁶ Skoković

²⁷ Brightness Temperature

²⁸ Kant & Badarinath

در این رابطه؛ $LMAX$ و $LMIN$ به ترتیب مقادیر حداکثر و حداقل رادیانس باندهای حرارتی تصاویر، $QCALMAX$ و $QCALMIN$ به ترتیب مقادیر بزرگ و کوچک اعداد رقومی باندهای حرارتی که از فایل مرجع استخراج گردید و DN اعداد رقومی باند حرارتی است.

$$T_b = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L_\lambda} + 1\right)} \quad (3)$$

در این رابطه؛ T_b دمای روشنایی ثبت شده بر سطح سنجنده (بر حسب درجه کلونین)، K_1 و K_2 بر حسب (W) $m^{-2} \text{ster}^{-1} \mu m^{-1}$ و از طریق تقسیم ثابت‌های بازتابندگی بر طول موج موثر (λ) به دست می‌آیند. در مورد سنجنده حرارتی لندست ۸ و برای باند ۱۰، مقادیر K_1 و K_2 به ترتیب برابر با ۷۷۴/۸۹ و ۱۳۲۱/۰۸ و برای باند ۱۱، مقادیر K_1 و K_2 به ترتیب برابر با ۴۸۰/۸۹ و ۱۲۰۱/۱۴ می‌باشند. و L_λ ، رادیانس طیفی پیکسل موردنظر است (ولاسوا^{۲۹} و همکاران، ۲۰۱۴).

گسیلمندی سطح زمین (LSE^{30}) بیانگر توانایی ساطع کردن انرژی یک جسم واقعی نسبت به جسم سیاه در دمای یکسان است. یکی از روش‌های محاسبه LSE روش مبتنی بر شاخص تفاضلی نرمال شده پوشش گیاهی ($NDVI^{31}$) است. این روش در پژوهش (سوبرینو و رایسونی^{۳۲}، ۲۰۰۰؛ والر و کسلس^{۳۳}، ۱۹۹۶) ارائه شده است. در این روش LSE با آستانه‌گذاری بر $NDVI$ و کسر پوشش گیاهی (FVC^{34}) حاصل می‌شود. برای محاسبه $NDVI$ از رابطه ۴ استفاده شد (یو^{۳۵} و همکاران، ۲۰۱۴؛ جیمز-مونز^{۳۶} و همکاران، ۲۰۱۴).

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED) \quad (4)$$

در این رابطه؛ NIR و RED به ترتیب بازتاب باندهای مادون قرمز نزدیک و قرمز می‌باشند. مقادیر شاخص $NDVI$ بین -۱ و +۱ متغیر است. در شاخص پوشش گیاهی $NDVI$ مقادیر بالای ۰/۲ نشان‌دهنده پوشش گیاهی است درحالی‌که مقادیر کمتر از ۰/۲ نشان‌دهنده خاک، سنگ و اشیای انسان‌ساز می‌باشد و آب دارای مقادیر $NDVI$ منفی است. جهت برآورد گسیلمندی با استفاده از شاخص پوشش گیاهی، نیاز به تفکیک شاخص $NDVI$ خاک و گیاه است. بدین منظور با استفاده از آستانه‌گذاری این شاخص‌ها برآورد گردید. بطوریکه نواحی با شاخص $NDVI$ کمتر از ۰/۲، خاک بدون پوشش گیاهی ($NDVI_s$) و مناطقی با $NDVI$ بیشتر از ۰/۲، پوشش

²⁹ Vlassova

³⁰ Land surface emissivity

³¹ Normalized difference vegetation index

³² Sobrino & Raissouni

³³ Valor & Caselles

³⁴ Fractional Vegetation Cover

³⁵ Yu

³⁶ Jiménez-Muñoz

گیاهی ($NDVI_v$) در نظر گرفته شد و شاخص FVC با استفاده از رابطه ۵ برآورد گردید (جانسون^{۳۷} و همکاران، ۲۰۱۲).

$$FVC = \frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \quad (5)$$

از رابطه ۶ برای تعیین گسیلمندی سطح زمین استفاده شد که در آن ϵ_s و ϵ_v به ترتیب مقادیر ثابت ضریب انتشار خاک و پوشش گیاهی می باشد که برای باند ۱۰، ۰/۹۷۱، ۰/۹۸۷ و برای باند ۱۱ ماهواره لندست ۸، ۰/۹۷۷ و ۰/۹۸۹ در نظر گرفته می شود (کارلسون و ریپلی^{۳۸}، ۱۹۹۷)/

$$LSE = \epsilon_s * (1 - FVC) + \epsilon_v * FVC \quad (6)$$

الگوریتم تک کاناله

روش تک بانندی، از تابش اندازه گیری شده توسط سنجنده های ماهواره در یک باند انتخابی در داخل پنجره اتمسفری استفاده می کند (لی^{۳۹} و همکاران، ۲۰۰۴). با توجه به اینکه، جهت برآورد دمای سطح زمین در سال ۲۰۰۱ از تصاویر لندست ۵ استفاده شده است و این تصاویر شامل یک باند حرارتی می باشد لذا از روش تک بانندی استفاده گردید. مدل کلی برای الگوریتم تک کاناله (SC) جهت محاسبه دمای سطح زمین به صورت رابطه ۷ است.

$$LST = \gamma \left(\frac{1}{LSE} (\psi_1 L_{sen} + \psi_2) + \psi_3 \right) + \delta \quad (7)$$

که در آن: L_{sen} میزان انرژی ثبت شده در سنجنده برای باند حرارتی، LSE میزان گسیلمندی مربوط به طول موج باند حرارتی مورد استفاده، و γ و δ پارامترهای وابسته به تابع پلانک هستند که به صورت رابطه های ۸ تا ۹ محاسبه شدند.

$$\gamma = \left(\frac{C_2 L_{sen}}{T_{sen}^2} \left(\frac{\lambda^4}{C_1} \times L_{sen} + \lambda^{-1} \right) \right)^{-1} \quad (8)$$

$$\delta = -\gamma \times L_{sen} + T_{sen} \quad (9)$$

در این روابط، T_{sen} دمای درخشندگی ثبت شده در سنجنده، L_{sen} میزان انرژی ثبت شده در سنجنده برای باند حرارتی، C_1 و C_2 ضرایب ثابت اند که لندست ۸ و ۵ به ترتیب 1.04×10^4 و 14387.7 در نظر گرفته می شود. همچنین، ψ_1 ، ψ_2 و ψ_3 توابع اتمسفری هستند که به کمک رابطه های ۱۰ تا ۱۲ محاسبه می شوند.

³⁷ Johnson

³⁸ Carlson & Ripley

³⁹ Li

$$\psi_1 = \frac{1}{\tau} \quad (10)$$

$$\psi_2 = -Ld - \frac{Lu}{\tau} \quad (11)$$

$$\psi_3 = Ld \quad (12)$$

در رابطه‌های ۸ تا ۱۰، τ قابلیت انتقال اتمسفری، Ld تابش رو به پایین اتمسفری و Lu تابش رو به بالای اتمسفر است. برای مناطقی که داده‌های مربوط به انتقال تابش در دسترس نباشد از رابطه‌ی ۱۳ برای محاسبه توابع اتمسفری استفاده می‌شود.

$$\psi_1 = 0.14714w^2 - 0.15583w + 1.1234 \quad (13)$$

$$\psi_2 = -1.1836w^2 - 0.37607w - 0.53894$$

$$\psi_3 = 0.04554w^2 + 1.8719w - 0.39071$$

که در آن، w میزان بخار آب موجود در اتمسفر است که با استفاده از اطلاعات ایستگاه‌های هواشناسی به دست می‌آید (یو^{۴۰} و همکاران، ۲۰۱۴).

یافته‌ها و بحث

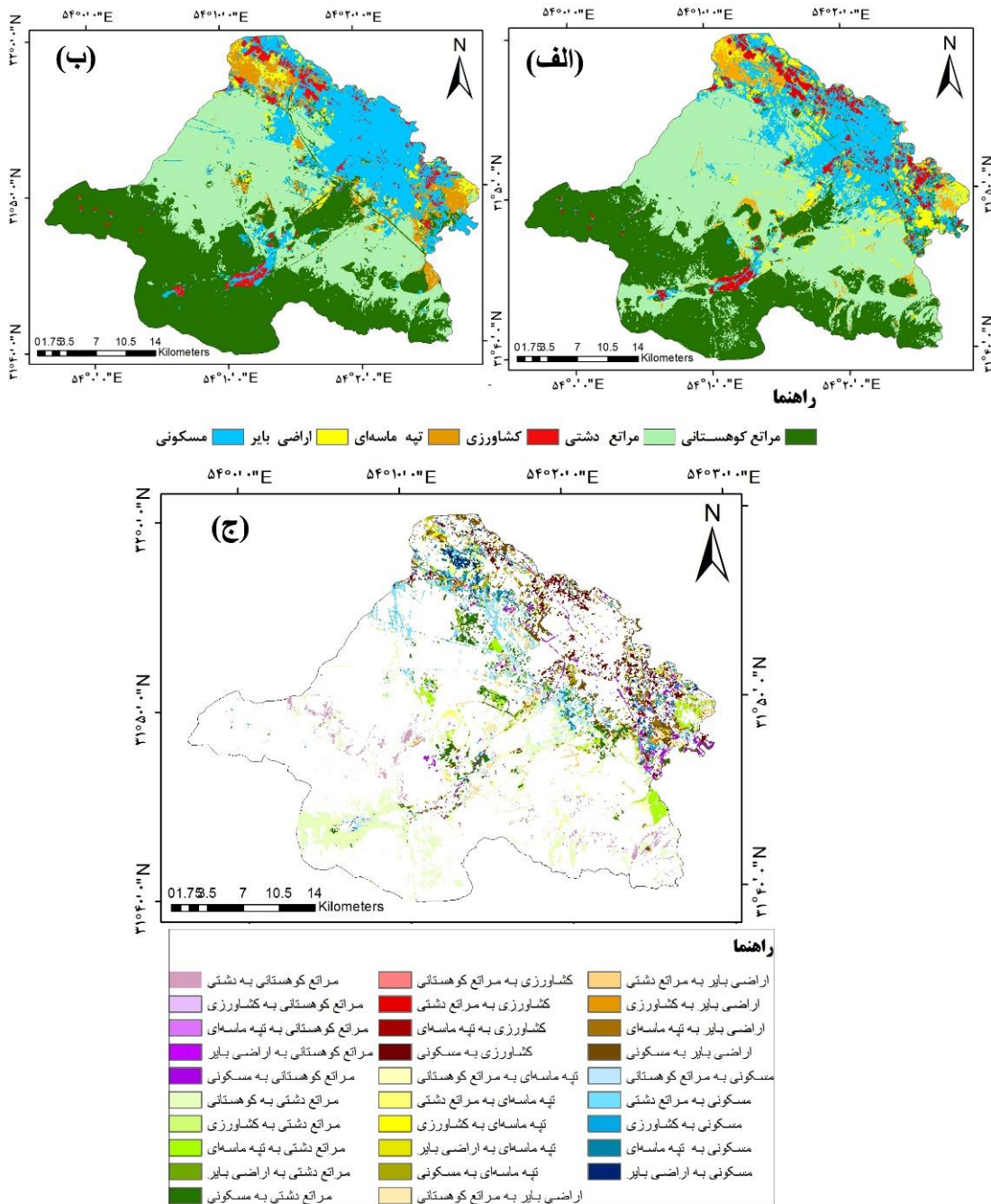
برای تهیه نقشه پوشش اراضی، در منطقه مورد مطالعه شش نوع پوشش (مراتع کوهستانی، مراتع دشتی، کشاورزی، تپه ماسه‌ای، اراضی بایر و مناطق مسکونی) شناسایی شد. سپس نمونه‌های آموزشی از سطح منطقه با استفاده از عکس‌های هوایی، تصاویر گوگل ارث جمع‌آوری شد. با استفاده از ویژگی‌های تصاویر، کلاس‌های پوشش اراضی در محدوده مورد مطالعه تعیین گردید. جهت تفکیک بهتر پوشش اراضی، از تصاویر مربوط به اوج دوره پوشش گیاهی جهت طبقه‌بندی استفاده گردید. پس از مشخص نمودن میزان تفکیک‌پذیری کلاس‌ها، طبقه‌بندی نظارت شده به روش حداکثر احتمال انجام شد. نقشه پوشش اراضی محدوده مورد مطالعه در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۹ و نقشه تغییر پوشش اراضی صورت گرفته در این سالها در شکل ۳ نشان داده شده است. برای نقشه‌های پوشش اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۹، ضریب کاپا استخراج شده به ترتیب برابر ۰/۸۴ و ۰/۹۰ برآورد شده است. دقت کلی طبقه‌بندی که بیانگر میزان اعتبار طبقه‌بندی انجام شده است، در نقشه‌های پوشش اراضی استخراج شده از تصاویر ماهواره‌ای بایستی بیش از ۰/۸۵ باشد (اندرسون و همکاران، ۱۹۷۲). در این پژوهش، دقت کلی برای نقشه‌های پوشش اراضی استخراج شده سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۹ به ترتیب معادل ۰/۸۹ و ۰/۹۷ محاسبه شده است. پس از انجام طبقه‌بندی، آشکارسازی تغییرات پوشش اراضی در سطح منطقه انجام شد. به منظور بررسی تغییرات ایجاد شده در منطقه مورد مطالعه، مساحت و تغییرات هر یک از پوشش اراضی نیز استخراج شد (جدول ۳).

⁴⁰ Yu

با توجه به نتایج بررسی تغییر پوشش اراضی، در سال ۲۰۰۱، ۳۲/۹ درصد از منطقه را مراتع کوهستانی، ۳۷/۸ درصد را مراتع دشتی، ۳/۸ درصد را کشاورزی، ۴/۷ درصد را اراضی بایر و ۱۶/۱ درصد را اراضی تپه ماسه‌ای تشکیل داده است. این در حالی است که در سال ۲۰۱۹، ۳۸/۴ درصد از منطقه مورد مطالعه را مراتع کوهستانی، ۳۲/۹ درصد را مراتع دشتی، ۲/۷ درصد را کشاورزی، ۵/۱ درصد را اراضی بایر و ۱۸/۴ درصد را اراضی تپه ماسه‌ای تشکیل داده است و از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹، ۱۲/۱ درصد به اراضی شهری، ۲۴/۵ درصد به مساحت تپه‌های ماسه‌ای و ۱۶/۶ درصد به مساحت مراتع کوهستانی افزوده شده است. در حالیکه ۲۸/۰ درصد از مساحت اراضی کشاورزی، ۱۲/۹ درصد از مراتع دشتی کاهش یافته است. مساحت اراضی بایر از ۴/۷ درصد از منطقه مورد مطالعه در سال ۲۰۰۱ به ۲/۲ درصد در سال ۲۰۱۹ کاهش یافته است. در سال ۲۰۱۹ همانند سال ۲۰۰۱ پوشش مرتع بیشترین درصد مساحت را در مقایسه با سایر پوشش‌ها به خود اختصاص داده است، هرچند ۱۲/۹ درصد از مساحت مراتع دشتی کاهش یافته است و مساحت مراتع کوهستانی که پوشش کمتری نسبت به مراتع دشتی داشته‌اند ۱۶/۶ درصد افزایش یافته است. مناطق شهری با افزایش مساحت ۱۲/۱ درصدی بیشترین رشد و اراضی کشاورزی با کاهش ۲۸ درصدی بیشترین کاهش مساحت را داشته است که همزمانی دوره مطالعاتی با افزایش مهاجرت از روستاها به مناطق شهری، پدیده شهرنشینی و صنعتی شدن منطقه مورد مطالعه می‌تواند دلیل این موضوع باشد. همچنین افزایش ۲۴/۵ درصدی مساحت تپه‌های ماسه‌ای به دلیل خشکسالی‌های اخیر و قرارگیری منطقه مورد مطالعه در محل رسوب فرآیند فرسایش بادی می‌باشد. پوشش گیاهی هرچند اندک در تپه‌های ماسه‌ای باعث تثبیت آنها می‌شده است که در سالهای اخیر از بین رفتن این پوشش موجب افزایش مساحت کانون‌های فرسایش بادی شده است. نقشه تغییرات پوشش اراضی در یک بازه ۱۸ ساله از سطح منطقه استخراج شد (شکل ۳).

جدول ۳. مساحت واحدهای پوشش اراضی در سال‌های ۲۰۰۱-۲۰۱۹ و میزان تغییرات آنها

میزان تغییرات	۲۰۱۹		۲۰۰۱		
	مساحت (m ²)	%	مساحت (m ²)	%	
۱۶/۶۳	۶۰۱۳/۱۷	۳۸/۴۲	۴۲۱۶۲/۳	۳۲/۹۴	مراتع کوهستانی
-۱۲/۹۴	-۵۳۷۹/۹۳	۳۲/۹۷	۳۶۱۸۲/۸۸	۳۷/۸۸	مراتع دشتی
-۲۸/۰۹	-۱۱۹۱/۵۱	۲/۷۸	۳۰۵۰/۹۱	۳/۸۶	کشاورزی
۲۴/۵۸	۱۱۱۱/۲۳	۵/۱۳	۵۶۳۲/۲۹	۴/۱۲	تپه ماسه‌ای
-۵۲/۱۵	-۲۷۲۵/۲	۲/۲۷	۲۵۰۰/۶۵	۴/۷۶	اراضی بایر
۱۲/۱۷	۲۱۹۳/۰۳	۱۸/۴۱	۲۰۲۱۰/۱۳	۱۶/۱۴۲	مسکونی

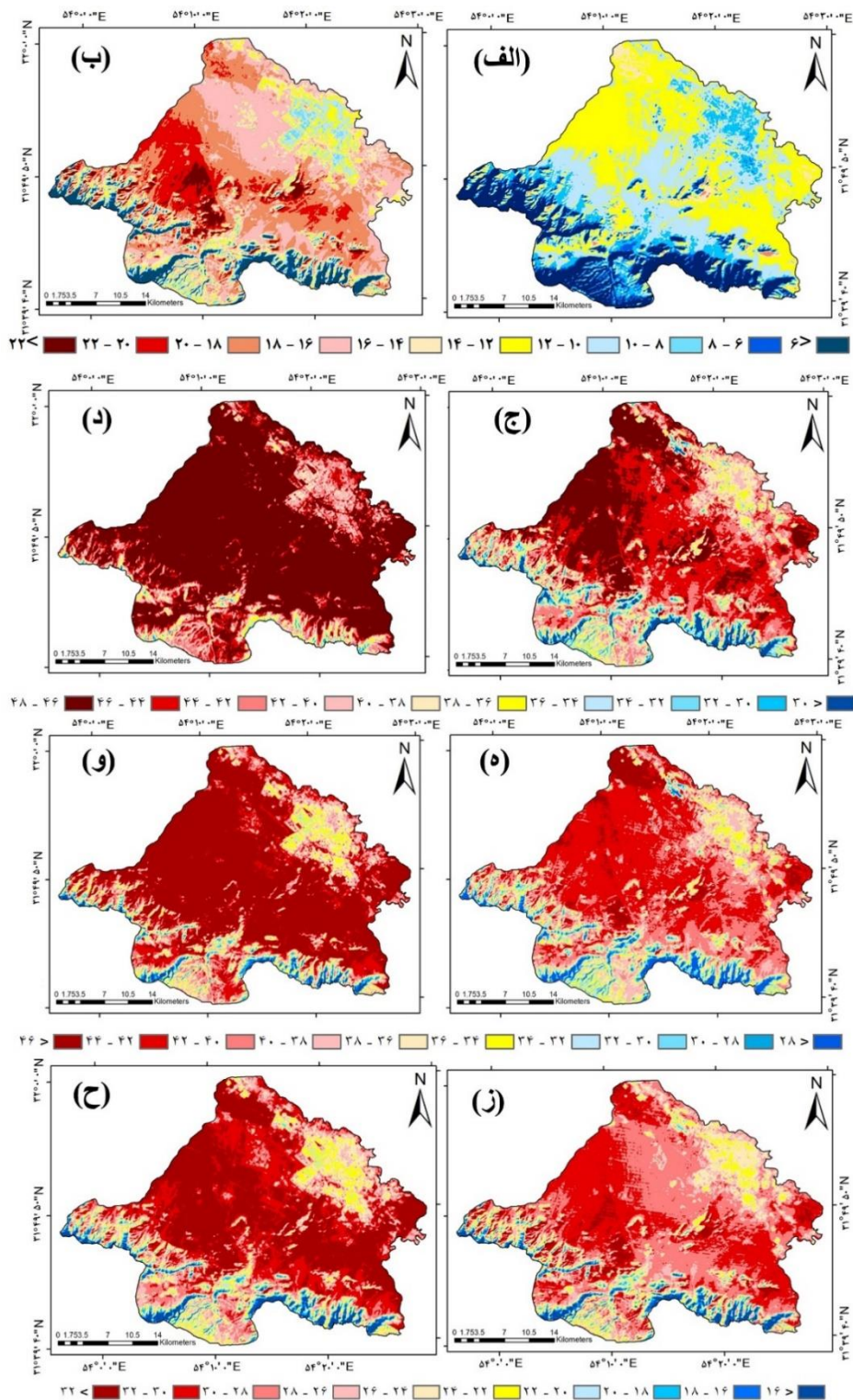


شکل ۳. الف) نقشه پوشش اراضی سال ۲۰۰۱ (ب) نقشه پوشش اراضی در سال ۲۰۱۹ (ج) نقشه تغییرات پوشش

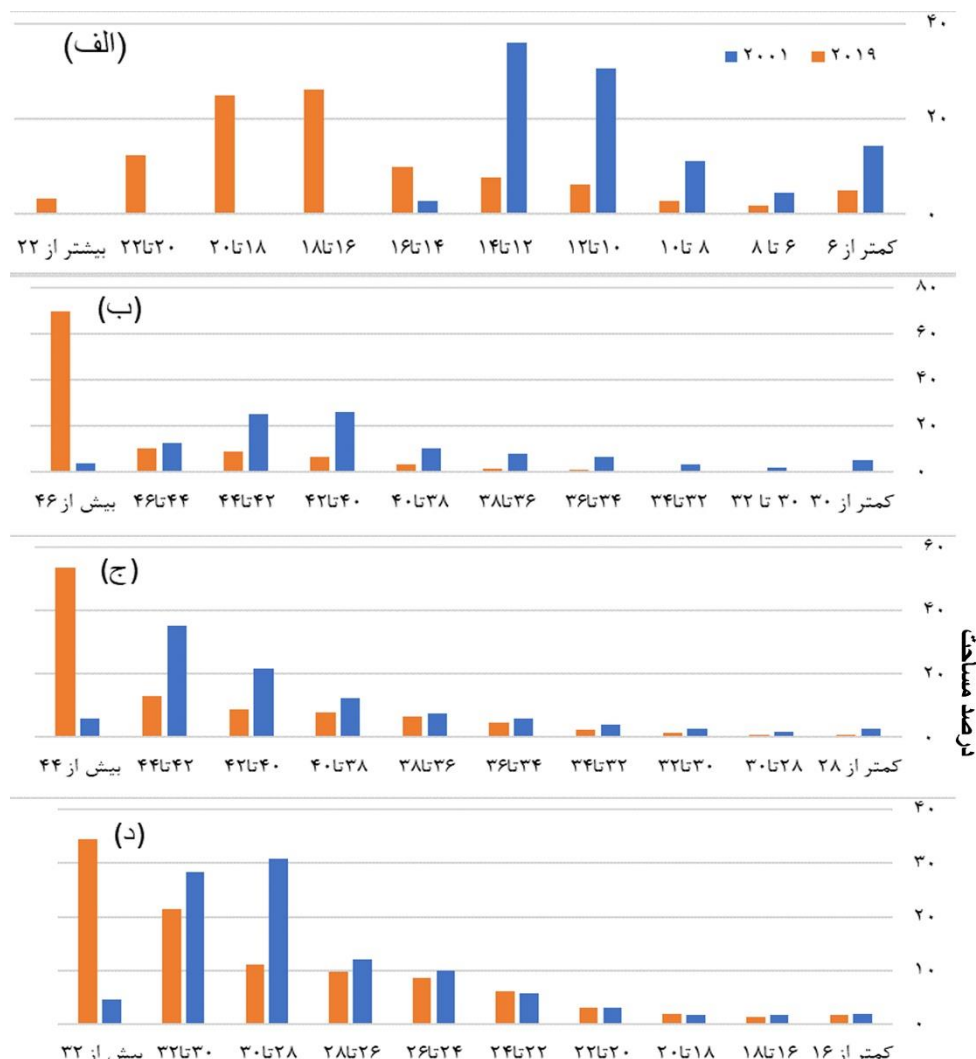
اراضی از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹

دمای سطح زمین از جمله مؤلفه‌های اصلی در مطالعه شهرهاست. کاربری و پوشش زمین اثرات متعددی بر روی دمای سطح زمین در مقیاس محلی تا جهانی دارد. عوامل مختلفی نظیر شرایط توپوگرافی، میزان انرژی، شرایط اقلیمی، کاربری اراضی، پوشش گیاهی و موقعیت جغرافیایی بر دمای سطح زمین اثر دارند. با تغییر

هریک از این پارامترها دمای سطح زمین نیز تغییر می‌کند. به همین دلیل پویایی مکانی و زمانی دمای سطح زمین در ارتباط با پوشش اراضی از طریق پایش داده‌های تصاویر لندست مورد مطالعه قرار گرفت. نقشه دمای سطح زمین در ۴ ماه از سال با استفاده از روش تک بانندی در سال ۲۰۰۱ و الگوریتم پنجره مجزا در سال ۲۰۱۹ تهیه گردید و جهت مقایسه بهتر، شاخص دمای سطح زمین مربوط به هر ماه در فواصل ۲ درجه سانتی گراد در ده دسته طبقه‌بندی شد و مساحت طبقات با یکدیگر مقایسه گردید (شکل ۴ و ۵). نتایج حاصل از مقایسه مساحت طبقات دمای سطح زمین در ماه‌های مختلف سال نشان داد که به طور کلی در تمام ماه‌های مورد مطالعه دمای سطح زمین در سال ۲۰۱۹ از ۲۰۰۱ بیشتر بوده است. مقایسه مساحت طبقات شاخص دمای سطح زمین در ماه فوریه (۲۰۰۱/۰۲ و ۲۰۱۹/۰۲) نشان داد که در سال ۲۰۰۱، در ۶۰ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه دما بین ۱۰ تا ۱۴ درجه سانتی گراد بوده است در صورتیکه در سال ۲۰۱۹، ۷۰ درصد از مساحت منطقه مورد مطالعه دمای بالای ۱۴ درجه سانتی گراد می‌باشد. در سال ۲۰۰۱ در ماه جولای، ۶۰ درصد از منطقه مورد مطالعه دمای کمتر از ۴۲ درجه سانتی گراد داشته است ولی در همین ماه در سال ۲۰۱۹، ۶۹ درصد از منطقه مورد مطالعه دمای سطح زمین بیشتر از ۴۶ درجه سانتی گراد بوده است. در سال ۲۰۰۱ در ماه سپتامبر، ۵۸ درصد از منطقه مورد مطالعه در دمای کمتر از ۴۲ درجه سانتی گراد قرار داشته ولی در سال ۲۰۱۹، مساحت آن به ۳۳ درصد کاهش یافته است. در سال ۲۰۱۹ در ماه نوامبر، ۳۴ درصد از منطقه مورد مطالعه دمای بیش از ۳۲ درجه را داشته است در صورتیکه در سال ۲۰۰۱، ۴ درصد از منطقه مورد مطالعه دما بیشتر از ۳۲ درجه بوده است. دلیل افزایش کلی دمای سطح زمین در سال ۲۰۱۹ نسبت به سال ۲۰۰۱ را می‌توان خشکسالی شدید در سالهای اخیر دانست. خشکسالی‌های پیاپی در پوشش گیاهی منطقه و به تبع آن بر دمای سطح زمین تاثیر خواهد گذاشت. قسمت زیادی از منطقه را مراتع دشتی تشکیل داده که با رخساره سنگفرش بیابان پوشیده شده است و به علت رنگ تیره سنگ فرش‌های بیابان، دمای بیشتری را نشان داده است.



شکل ۴. مقایسه شاخص دمای سطح زمین در سالهای ۲۰۰۱ و ۲۰۱۹ (الف) ۲۰۰۱/۰۲ (ب) ۲۰۱۹/۰۲ (ج) ۲۰۰۱/۰۷ (د) ۲۰۱۹/۰۷ (ه) ۲۰۰۱/۰۹ (و) ۲۰۱۹/۰۹ (ز) ۲۰۰۱/۱۱ (ح) ۲۰۱۹/۱۱

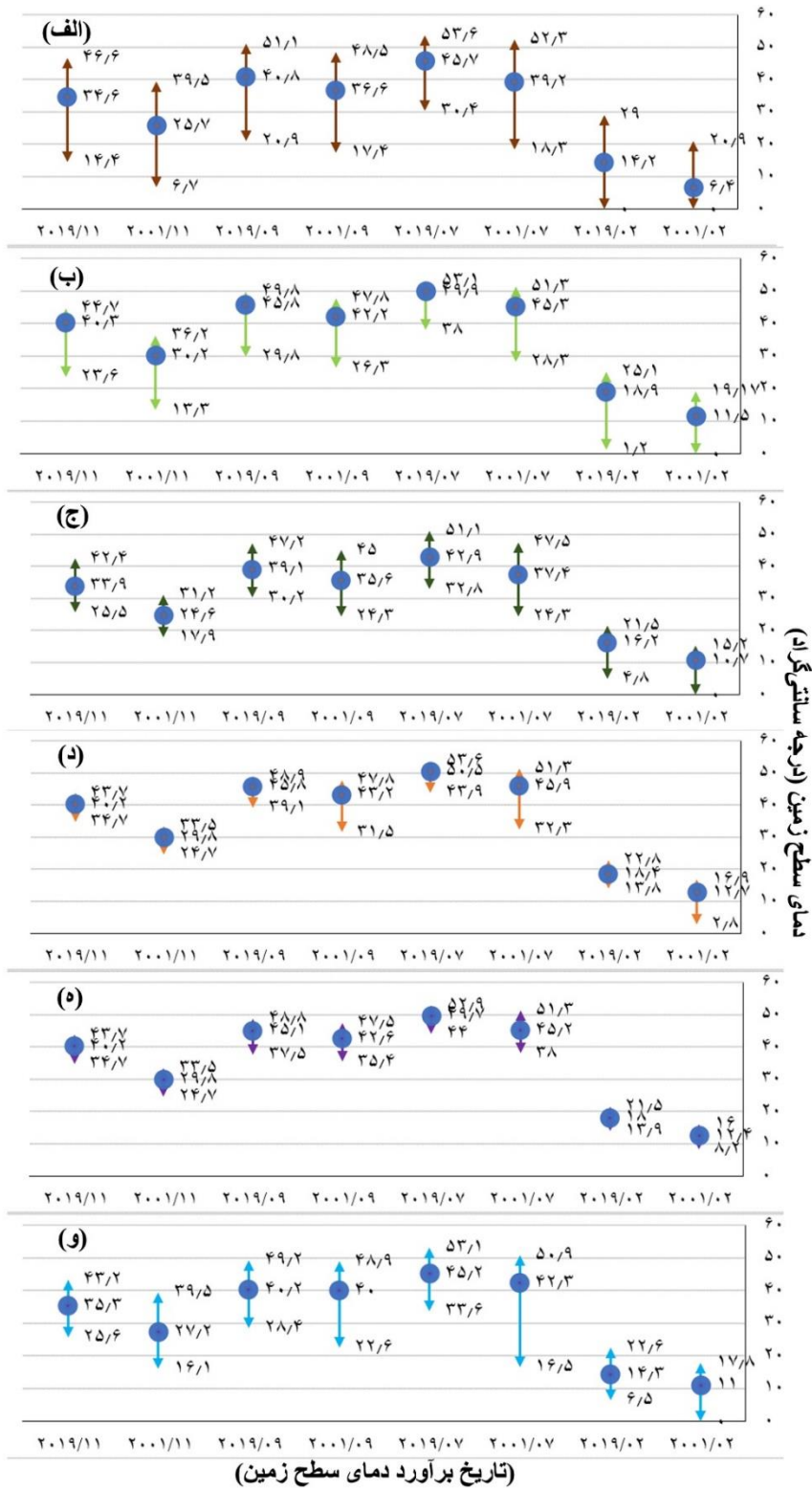


دمای سطح زمین (درجه سانتی‌گراد)

شکل ۵. مقایسه مساحت طبقه‌بندی‌های دمای سطح زمین در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۹ (الف) ۲۰۱۹/۰۲ و ۲۰۰۱/۰۲ (ب) ۲۰۱۹/۰۷ و ۲۰۰۱/۰۷ (ج) ۲۰۱۹/۰۹ و ۲۰۰۱/۰۹ (د) ۲۰۱۹/۱۱ و ۲۰۰۱/۱۱

جهت بررسی تاثیر تغییر پوشش اراضی بر دمای سطح زمین مقادیر میانگین، کمینه و بیشینه دمای سطح زمین در هر پوشش اراضی در تاریخ‌های مذکور مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۶). نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که دمای سطح زمین در هر محدوده‌ای از زمین متأثر از عوامل سطحی و خصوصیات آن می‌باشد و دمای به دست آمده در پوشش‌های مختلف، متفاوت است. در پوشش مراتع کوهستانی میانگین دمای سطح زمین در سال ۲۰۰۱ در ماه‌های فوریه، جولای، سپتامبر و نوامبر به ترتیب ۶/۴، ۳۹/۲، ۳۶/۶۷ و ۲۵/۷۶ و در سال ۲۰۱۹ به ترتیب ۱۴/۲، ۴۵/۷، ۴۰/۸ و ۳۴/۶ درجه سانتی‌گراد بوده است. مطابق این شکل، کمترین میانگین دمایی در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۹ در پوشش مراتع کوهستانی به ترتیب به میزان ۶/۴۳ و ۱۴/۲۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

مراعات کوهستانی به علت ارتفاع بیشتر و ایجاد سایه، کمترین دما را نشان می‌دهند. این اراضی به دلیل رطوبت بالا و ظرفیت حرارتی بالای آب، دیر گرم می‌شوند. در حالی که بیشترین میانگین دمای سطح زمین در تمام تاریخ‌های مورد بررسی مربوط به تپه‌های ماسه‌ای می‌باشد. در سال ۲۰۰۱ میانگین دمای تپه‌ماسه‌ای در ماه‌های فوریه، جولای، سپتامبر و نوامبر بترتیب ۱۲/۷، ۴۵/۹، ۴۳/۲ و ۳۰/۱ بوده است در حالی که در سال ۲۰۱۹ به ۱۸/۴، ۵۰/۵۲، ۴۵/۸ و ۴۰/۹ درجه سانتی‌گراد رسیده است. پوشش گیاهی تپه‌های ماسه‌ای وابسته به میزان بارش بوده که در خشکسالی پیاپی سال‌های اخیر کاهش یافته و موجب افزایش دمای شدید در این پوشش شده است. علاوه بر این، خاک بدون پوشش نور خورشید را جذب کرده و با توجه به ظرفیت و هدایت حرارتی پایین، دمای آن به سرعت بالا می‌رود. مناطق ساختمانی بعد از تپه‌های ماسه‌ای و اراضی بایر بیشترین میانگین دما در تمام ماه‌های مورد بررسی داشته‌است. مناطق ساختمانی بیشترین جذب نور خورشید را دارند که علت آن توان تشعشعی بالای بیشتر مصالح شهری مانند آسفالت و سیمان است. همچنین به علت فعالیت‌های انسانی گرماساز (مصرف سوخت فسیلی، استفاده از انرژی الکتریسیته، تردد خودروها و غیره)، مناطق شهری دمای حداکثر بالایی را نسبت به سایر کاربری‌های زمین نشان می‌دهند. در مراعات بعلت وجود سنگ‌فرش بیابان، دمای سطح زمین نسبت به مناطق دارای پوشش کشاورزی بالاتر است. اراضی بایر و تپه‌های ماسه‌ای در مقایسه با سایر پوشش‌ها کمترین فاصله را بین مقادیر بیشینه و کمینه در هر دو سال مورد مطالعه داشته است که بیانگر تغییرات کم دمای این پوشش در واحد مکان و زمان می‌باشد و دلیل آن را یکنواختی آن در تمام سطح می‌توان دانست؛ به طوری که پوشش همگنی را در مکان‌های مختلف تشکیل می‌دهد و مانند پوشش مرتع و کشاورزی در برگیرنده تراکم‌ها مختلف نمی‌باشد. مراعات کوهستانی بیشترین تغییرات و فاصله را بین مقادیر حداکثر و حداقل دارد و علت آن وابستگی پوشش مناطق کوهستانی به شرایط دما و بارش می‌باشد.

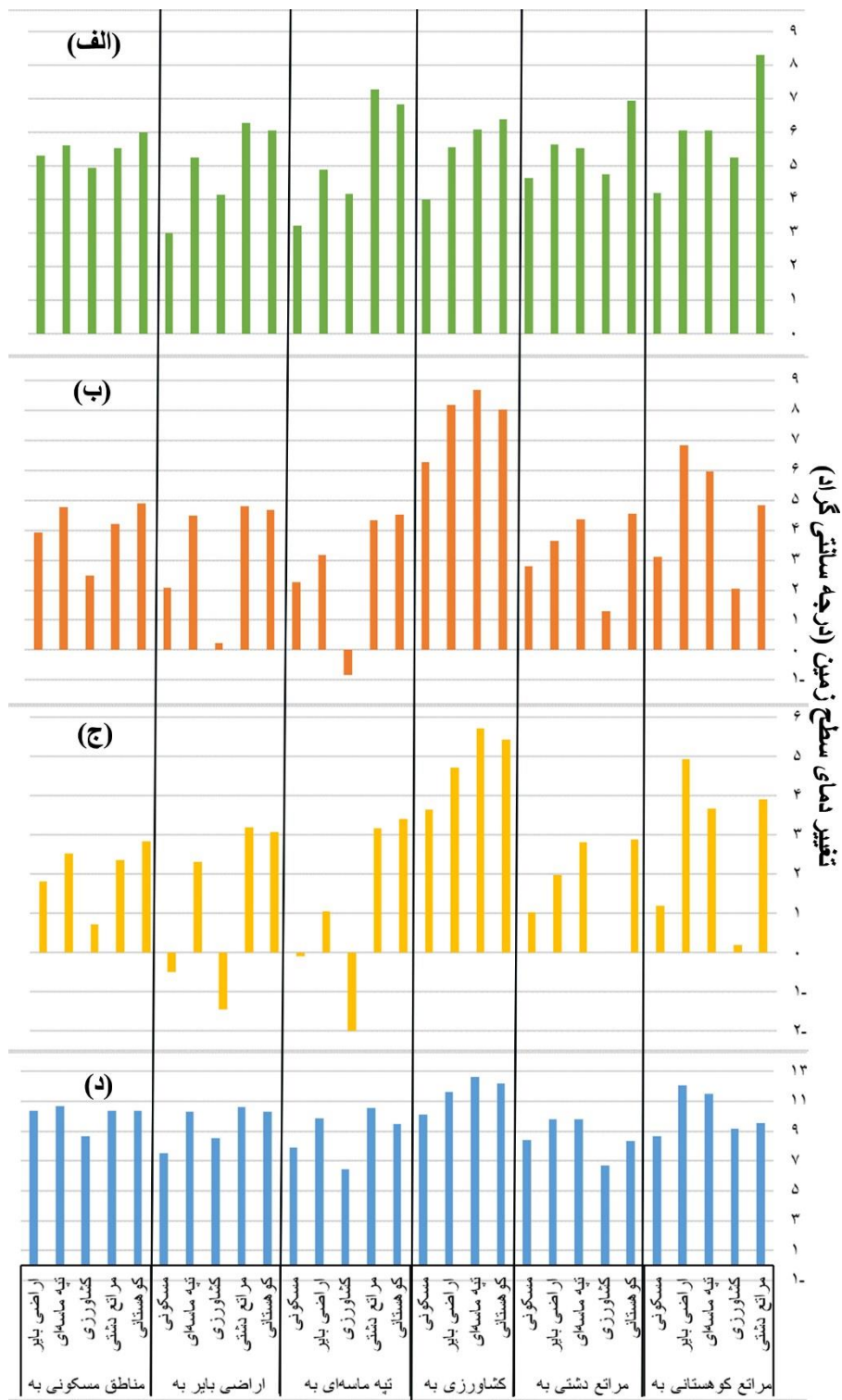


شکل ۶. مقایسه توزیع دمای سطح زمین در طبقات پوشش اراضی در سالهای ۲۰۰۱-۲۰۱۹ (الف) پوشش مراتع

کوهستانی (ب) مراتع دشتی (ج) کشاورزی (د) تپه ماسه‌ای (ه) اراضی بایر (و) مناطق مسکونی.

تغییرات دمای سطح زمین در هر یک از ماه‌های مورد مطالعه در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۱۹ در پوشش‌های اراضی تغییر یافته مورد بررسی قرار گرفت. میزان تغییر دما در ماه‌های دوره زمانی مورد مطالعه در هر پوشش اراضی تغییر یافته برآورد گردید و در شکل ۷ نمایش داده شده است. دمای سطح زمین در اراضی بایر و تپه‌ماسه‌ای که به سایر پوشش‌ها تبدیل شده است به طور قابل توجهی کاهش یافته است. بطوریکه، در ماه‌های جولای و سپتامبر حدود ۲ درجه سانتی‌گراد کاهش یافته است. بیشتر افزایش دما مربوط به تغییر پوشش کشاورزی به اراضی بایر، تپه‌ماسه‌ای و مراتع کوهستانی است. برخلاف فرضیه‌های موجود که بیشترین افزایش دما مربوط به تغییر پوشش اراضی کشاورزی به مسکونی است، در منطقه مورد مطالعه که در مناطق خشک ایران مرکزی قرار دارد تبدیل کشاورزی به اراضی بایر و تپه‌های ماسه‌ای منجر به افزایش دمای بیشتری شده است. تغییر دمای سطح زمین در پوشش تغییر یافته در فوریه بیشتر از سایر ماه‌ها و در سپتامبر کمتر بوده است.

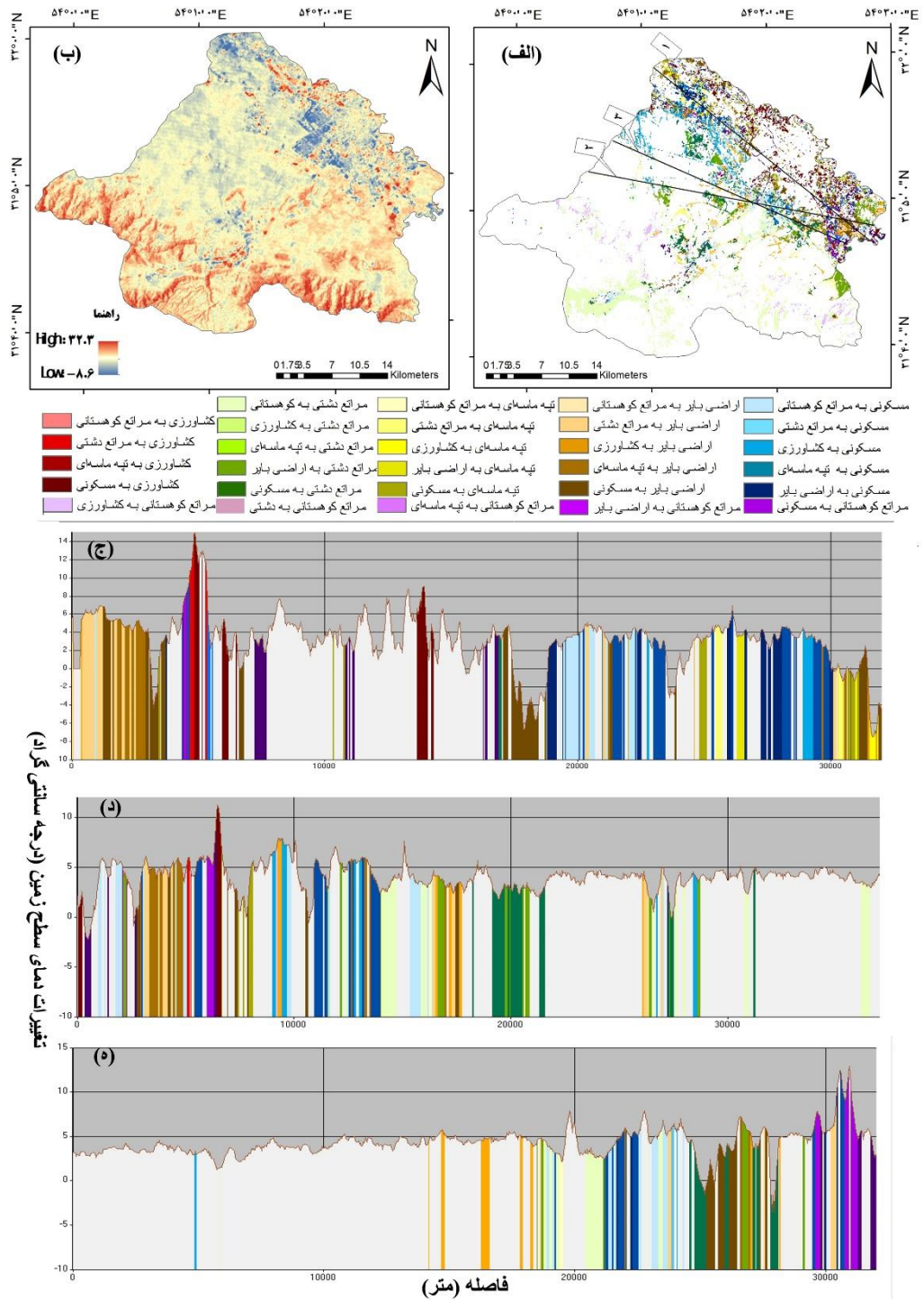
برای بررسی تأثیر تغییر پوشش اراضی بر تغییرات دمای سطح زمین، نقشه تغییرات دمای سطح منطقه مورد مطالعه برای بازه‌زمانی سال‌های ۲۰۱۹-۲۰۰۱ تهیه و با نقشه تغییر پوشش اراضی مربوط به همان بازه زمانی مطابقت داده شد (شکل ۸). بدین منظور سه ترانسکت بر روی نقشه تغییر پوشش اراضی و تغییر دمای سطح زمین ترسیم شد. در مناطق بدون تغییر که به رنگ سفید نشان داده شده است دمای سطح زمین تقریباً ثابت بوده است و در مناطقی با تغییر پوشش شدید مانند ترانسکت ۱ تغییر در دمای سطح زمین شدید است. بیشترین افزایش دما در تغییر پوشش کشاورزی به مسکونی است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که دمای سطح زمین در پوشش‌های تغییر یافته، افزایش یافته است. همانطور که در ترانسکت‌ها نیز مشخص است در تغییر پوشش تپه ماسه‌ای به سایر پوشش‌ها که در نمودار با رنگ زرد نشان داده شده است دما افزایش کمتری حتی نسبت به پوشش‌های تغییر نیافته داشته است



نوع تغییر پوشش اراضی

شکل ۷. مقایسه تغییرات دمای سطح زمین در ماه‌های مورد مطالعه در پوشش‌های تغییر یافته از سال ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹

(الف فوریه (ب) جولای (ج) سپتامبر (د) نوامبر



شکل ۸. الف) موقعیت خطوط ترانسکت بر نقشه تغییر پوشش اراضی ب) نقشه تغییر دمای سطح زمین (۲۰۰۱-۲۰۱۹). ج تا ه) به ترتیب ترانسکت ۱، ۲ و ۳ برای بررسی رابطه تغییر دمای سطح زمین و تغییر در پوشش اراضی

نتیجه گیری

دمای سطح زمین تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله شرایط اقلیمی، وضعیت پوشش گیاهی، موقعیت جغرافیایی و پوشش اراضی قرار دارد. با تغییر هر یک از مؤلفه‌های فوق دمای سطح نیز دست‌خوش تغییر می‌شود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که در بازه زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۹ بر مساحت اراضی مسکونی و تپه ماسه‌ای افزوده شده است و از مساحت مناطق کشاورزی، اراضی بایر، مراتع کاسته شده است که با نتایج امیدوار و همکاران (۱۳۹۷) مطابقت دارد. نتایج حاصل از ارزیابی دمای سطح زمین در اراضی تغییر پوشش یافته نشان داد که دمای سطح زمین در اراضی بایر و تپه‌ماسه‌ای که به سایر پوشش‌ها تبدیل شده است به طور قابل توجهی کاهش یافته است و تبدیل پوشش کشاورزی به اراضی بایر و تپه‌های ماسه‌ای منجر به افزایش دمای بیشتری نسبت به سایر پوشش‌ها شده است. همچنین توسعه فیزیکی، مشکلات زیست محیطی متعددی را به وجود آورده است. بعنوان مثال، جایگزین شدن سطوح طبیعی با سطوح نفوذ ناپذیر مانند آسفالت و سیمان موجب از بین رفتن سیستم خنک‌کنندگی سطوح طبیعی و افزایش دمای سطح زمین شده است. نتایج بدست آمده بیانگر تمرکز حرارت در مناطق شهری است. این پوشش به دلیل وجود عوامل انسان ساخت و جاذب حرارت همانند آسفالت، بتن، وجود ماشین‌آلات بیشترین دما را دارا می‌باشد. همچنین وجود ساختمان‌های بلند همانند مانعی از خروج گرما به اطراف بوده و به نوعی گرما را در داخل شهر محبوس می‌کند که خود عاملی در گرم شدن مناطق شهری است. نتایج این پژوهش نشان داد که LST حساسیت زیادی به پوشش گیاهی و رطوبت خاک دارد بطوریکه، پوشش‌های اراضی با تراکم پوشش گیاهی بیشتر، LST پایین‌تری را به همراه دارند. این امر می‌تواند برای تشخیص تغییرات در تغییرپوشش اراضی در طول زمان مورد استفاده قرار گیرد. نتایج بیانگر توسعه جزیره حرارت شهری و کاهش پوشش گیاهی در منطقه مورد مطالعه بود. جزیره حرارتی شهری یکی از مهم‌ترین خطرات محیط زیست مناطق شهری به شمار می‌آید که به طور مستقیم و غیر مستقیم بر اقلیم مناطق شهری و غیر شهری، آلودگی هوای شهری، تولید گازهای گلخانه‌ای و تأثیر بر گرمایش جهانی، بر هم زدن آسایش حرارتی، افزایش مصرف آب و انرژی و تشدید بیماری‌هایی مانند آسم، تأثیر می‌گذارد.

References:

- Abdullahi, S., & Pradhan, B. (2016). Sustainable brownfields land use change modeling using GIS-Based weights-of-evidence approach. *Applied spatial analysis and policy*, 9(1), 21-38.
- Anderson, J. R., Hardy, E. E., & Roach, J. T. (1972). A land-use classification system for use with remote sensor data (Vol. 671): US Geological Survey.
- Bhattacharya, B., Mallick, K., Patel, N., & Parihar, J. (2010). Regional clear sky evapotranspiration over agricultural land using remote sensing data from Indian geostationary meteorological satellite. *Journal of Hydrology*, 387(1-2), 65-80.

- Buyadi, S. N. A., Mohd, W. M. N. W., & Misni, A. (2013). Impact of land use changes on the surface temperature distribution of area surrounding the National Botanic Garden, Shah Alam. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 101, 516-525.
- Carlson, T. & Ripley, D. (1997). On the relation between NDVI, fractional vegetation cover, and leaf area index. *Remote Sensing of Environment*, 62, 241-252.
- Chen, X.-L., Zhao, H.-M., Li, P.-X., & Yin, Z.-Y. (2006). Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. *Remote Sensing of Environment*, 104(2), 133-146.
- Cheng, K.-S., Su, Y.-F., Kuo, F.-T., Hung, W.-C., & Chiang, J.-L. (2008). Assessing the effect of landcover changes on air temperature using remote sensing images—A pilot study in northern Taiwan. *Landscape and Urban Planning*, 85(2), 85-96.
- Eyoh, A., & Okeke, F. (2017). Evaluation of the Relationship between Land Use/Land Cover Dynamics and Land Surface Temperature across the Niger Delta Region of Nigeria. *International Journal of Geoinformatics and Geological Science*, 4(5).
- Fall, S., Niyogi, D., Gluhovsky, A., Pielke Sr, R. A., Kalnay, E., & Rochon, G. (2010). Impacts of land use land cover on temperature trends over the continental United States: assessment using the North American Regional Reanalysis. *International journal of climatology*, 30(13), 1980-1993.
- Fonseka, H., Zhang, H., Sun, Y., Su, H., Lin, H., & Lin, Y. (2019). Urbanization and Its Impacts on Land Surface Temperature in Colombo Metropolitan Area, Sri Lanka, from 1988 to 2016. *Remote Sensing*, 11(8), 957.
- Haylemariyam. (2018). detection of Land Surface Temperature in Relation to Land Use Land Cover Change: Dire Dawa City, Ethiopia. *Remote Sens GIS*, 7. doi:10.4172/2469-4134.1000245
- Jiang, J., & Tian, G. (2010). Analysis of the impact of land use/land cover change on land surface temperature with remote sensing. *Procedia Environmental Sciences*, 2, 571-575.
- Jiménez-Muñoz, J. C., Sobrino, J. A., Skoković, D., Mattar, C., & Cristóbal, J. (2014). Land surface temperature retrieval methods from Landsat-8 thermal infrared sensor data. *IEEE Geoscience and remote sensing letters*, 11(10), 1840-1843.
- Jiménez-Muñoz, J. C., & Sobrino, J. A. (2003). A generalized single-channel method for retrieving land surface temperature from remote sensing data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 108(D22).
- Johnson, B., Tateishi, R., & Kobayashi, T. (2012). Remote sensing of fractional green vegetation cover using spatially-interpolated endmembers. *Remote Sensing*, 4(9), 2619-2634.
- Kant, Y. & Badarinath, K. (1998). A method for estimating the land surface temperature from satellite data using emissivity derived from vegetation index. *Current Science*, 139-145.
- Kumar, K. S., Bhaskar, P. U., & Padmakumari, K. (2012). Estimation of land surface temperature to study urban heat island effect using Landsat ETM+ image. *International Journal of Engineering Science and Technology*, 4(2), 771-778.
- Lavorel, S., Quetier, F., Thebault, A., Daigney, S., Davies, I., & De Chazal, J. (2006). Vulnerability to land use change of services provided by alpine landscapes.
- Li, F. Jackson, T. J. Kustas, W. Schmugge, T. French, A. Cosh, M. & Bindlish, R. (2004). Deriving land surface temperature from Landsat 5 and 7 during SMEX02/SMACEX. *Remote Sensing of Environment*, 92, 521–534
- Ning, J., Gao, Z., Meng, R., Xu, F., & Gao, M. (2018). Analysis of relationships between land surface temperature and land use changes in the Yellow River Delta. *Frontiers of Earth Science*, 12(2), 444-456.
- Oluseyi, I. O., Fanan, U., & Magaji, J. Y. (2009). An evaluation of the effect of land use/cover change on the surface temperature of Lokoja town, Nigeria. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 3(3), 086-090.
- Omidvar, K., Moidfar, S., Fatemi, M., Narengifard,. (2020). Assessing the relationship between urban land use and thermal islands, Case study: Yazd desert city, *Scientific Journal Management System*, 13(47), 1-17.

- Pu, R., Gong, P., Michishita, R., & Sasagawa, T. (2006). Assessment of multi-resolution and multi-sensor data for urban surface temperature retrieval. *Remote Sensing of Environment*, 104(2), 211-225.
- Sheng, L., Lu, D., & Huang, J. (2015). Impacts of land-cover types on an urban heat island in Hangzhou, China. *International Journal of Remote Sensing*, 36(6), 1584-1603.
- Skoković, D., Sobrino, J., Jimenez-Munoz, J., Soria, G., Jušien, Y., Mattar, C., & Cristóbal, J. (2014). Calibration and validation of land surface temperature for landsat8-tirs sensor. *LPVE (Land Product Validation and Evolution)*.
- Sobrino, J., Li, Z., Stoll, M., & Becker, F. (1996). Multi-channel and multi-angle algorithms for estimating sea and land surface temperature with ATSR data. *International Journal of Remote Sensing*, 17(11), 2089-2114.
- Sobrino, J., & Raissouni, N. (2000). Toward remote sensing methods for land cover dynamic monitoring: Application to Morocco. *International Journal of Remote Sensing*, 21(2), 353-366.
- Srivastava, P., Majumdar, T., & Bhattacharya, A. K. (2010). Study of land surface temperature and spectral emissivity using multi-sensor satellite data. *Journal of earth system science*, 119(1), 67-74.
- Sun, Q., Wu, Z., & Tan, J. (2012). The relationship between land surface temperature and land use/land cover in Guangzhou, China. *Environmental Earth Sciences*, 65(6), 1687-1694.
- Valor, E., & Caselles, V. (1996). Mapping land surface emissivity from NDVI: Application to European, African, and South American areas. *Remote Sensing of Environment*, 57(3), 167-184.
- Vlassova, L., Perez-Cabello, F., Nieto, H., Martín, P., Riaño, D., & De La Riva, J. (2014). Assessment of methods for land surface temperature retrieval from Landsat-5 TM images applicable to multiscale tree-grass ecosystem modeling. *Remote Sensing*, 6(5), 4345-4368.
- Wang, S., Ma, Q., Ding, H., & Liang, H. (2018). Detection of urban expansion and land surface temperature change using multi-temporal landsat images. *Resources, Conservation and Recycling*, 128, 526-534.
- Weng, Q. (2003). Fractal analysis of satellite-detected urban heat island effect. *Photogrammetric engineering & remote sensing*, 69(5), 555-566.
- Yokohari, M., Brown, R. D., Kato, Y., & Yamamoto, S. (2001). The cooling effect of paddy fields on summertime air temperature in residential Tokyo, Japan. *Landscape and Urban Planning*, 53(1-4), 17-27.
- Yu, X., Guo, X., & Wu, Z. (2014). Land surface temperature retrieval from Landsat 8 TIRS—Comparison between radiative transfer equation-based method, split window algorithm and single channel method. *Remote Sensing*, 6(10), 9829-9852.
- Zare khormizi, H., Ghafarian Malamiri, H., Mortaz, M. (2020). Evaluation of supervised classification capability of Landsat-8 and Sentinel-2A Satellite images in determining type and area of Pistachio Cultivars. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 11(1), 84-103.

Original Research Article

**Effect of the changes in the land cover on the land surface
temperature in the plain of Yazd, Iran**

Fahime Arabi Aliabad¹, Mohammad Zare^{*2}, Hamidreza Ghafarian Malamiri³.

1-Ph.D. Candidate, Combating Desertification, Faculty of Natural Resources, Yazd University, Yazd, Iran.

2-Assistant Professor of Department of Arid Lands and Desert Management, Faculty of Natural Resources and Eremology, Yazd University, Yazd, Iran.

3-Assistant Professor of Department of Geography, Yazd University, Yazd, Iran.

Recieved: 2019 December 10

Accepted: 2021 January 1

Introduction

The growth of urbanization and the expansion of cities have caused significant changes in the surrounding land cover. Changes in the land surface characteristics as a result of rapid urbanization can affect climatic conditions in seasonal and long-term periods on local, regional and global scales. Land surface change (LST) change is directly related to land cover changes, and land cover change causes changes in the land surface temperature. The plain of Yazd, as the study area, has undergone many changes in land cover during the past two decades due to immigrations. So, studying the temperature changes there is very important. The aim of this study was to investigate the changes in the land surface temperature of the plain in Yazd over an 18-year period and to compare it with land cover changes in order to determine the effect of the land cover changes on the land surface temperature. The distinction between the current study and previous studies is the investigation of the effect of land cover change on land surface temperature in different months of the year.

Methodology

In this study, the images from Landsat satellites 5 and 8 were used to investigate the effect of land cover changes on land surface temperature in 2001 and 2019. Land surface temperature maps and Landsat 5 satellite images were analyzed using the single band method. For Landsat 8 images were studied using the split-window algorithm. The land cover maps for the studied years were prepared using the supervised classification method of maximum likelihood. The changes in land cover made from 2001 to 2019 and its effect on land surface temperature were examined too.

Results and discussion

In the land cover map of the study area, six land cover types of mountainous rangelands, plain rangelands, agriculture, sand dunes, barren lands and residential areas were identified. For the better separation of the land covers, the images for the peak of vegetation period were used in the classification processes. After the degree of class segregation was determined, the supervised classification was performed by the maximum likelihood method, and then land cover changes were detected in the area. In order to investigate the changes made in the study area, the area and the changes of each land cover were also extracted. The urban areas with an increase of 12.1% coverage had the highest growth, and the agricultural lands with 28% reduction had the highest reduction in surface. At the same time, the study period experienced increasing migration from villages to urban areas, which has caused by the phenomenon of urbanization and industrialization of the study area. Also, the 24.5% increase in the area of sand dunes is due to the recent droughts and the placing of the study area in the sedimentation site of the wind erosion process. Although little vegetation on sand dunes has stabilized them, in recent years, with the loss of this cover, the wind-eroded area has increased. A map of land cover changes was extracted for the area in an 18-year period. The Land surface temperature maps for four months of the year were also prepared using the single channel method in 2001 and the split window algorithm in 2019. For better comparison, the land surface temperature indexes per month was classified into 10 categories at 2°C intervals, and the areas of the classes were compared. In order to investigate the effect of land cover change on land surface temperature, the mean, minimum and maximum land surface temperatures in each land cover were examined for the mentioned dates. The results show that the land surface temperature in each area of the earth is influenced by surface factors. The characteristics such as temperature obtained in different land covers are different. Land surface temperatures in bare lands and sand dunes that have been converted into other land covers have dropped significantly. So, in July and September, it dropped for about 2°C. Most of the temperature increase is due to the conversion of agricultural lands to bare lands, sand dunes and mountainous rangelands. Contrary to the existing hypothesis that the greatest increase in temperature is due to changing agricultural to residential land cover, in this area located in an arid region of central Iran, the conversion of agricultural lands to bare lands and sand dunes has led to higher temperatures. The change in the land surface temperatures in February was higher than that in the other months and less in September.

Conclusion

The results of this study showed that, during 2001-2019, the area of residential lands and sand dunes increased, but the area of agricultural lands, bare lands and rangelands decreased. The results of land surface temperature assessment in the changed land cover also showed that the land surface temperature in bare lands and sand dunes that have been converted to other coatings has decreased significantly. The conversion of agricultural lands to bare lands and sand dunes has led to a higher temperature than in the other land cover types. The physical development has created numerous environmental problems.

Keywords: Single channel algorithm, Land use change, Remote sensing, Urban heat island.