

## ارزیابی الگوی فضایی دمای سطح زمین با تاکید بر تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی: شهرستان جیرفت)

مریم دوستکی<sup>۱</sup>، اردوان کامالی<sup>۱\*</sup>، محسن باقری بداغ آبادی<sup>۲</sup>، حسین شیرانی<sup>۱</sup>، علیرضا شکیبیا<sup>۳</sup>، حسین شکفته<sup>۴</sup>

۱. گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان، کرمان، ایران

۲. گروه علوم خاک، مؤسسه تحقیقات آب و خاک وزارت کشاورزی، کرج، ایران

۳. گروه علوم زمین دانشکده سنجش از دور، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

۴. گروه علوم خاک دانشکده کشاورزی دانشگاه منابع طبیعی، جیرفت، کرمان، ایران

پذیرش: ۱۴۰۱/۰۷/۲۰

(دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۳)

### چکیده

دمای سطح زمین یک شاخص مهم برای ارزیابی تغییرات اقلیم، به شدت تحت تاثیر عوامل مختلفی از جمله تغییر کاربری اراضی است. برای مطالعه توزیع مکانی دمای سطح زمین و تغییرات کاربری اراضی در سطح بسیار وسیع، استفاده از تکنیک سنجش از دور بسیار کارآمد است. هدف پژوهش حاضر، بررسی دمای سطح زمین منطقه جیرفت تحت تاثیر تغییرات کاربری اراضی است. بدین منظور از تصویر ماهواره‌ای لندست ۵ و ۸ به ترتیب در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ برای بررسی تغییرات کاربری اراضی و دمای سطح زمین استفاده شد و سپس همبستگی مکانی محلی دمای سطح زمین با آماره فضایی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد مناطق انسان ساخت در سال ۲۰۲۰ نسبت به ۱۹۹۰ افزایش زیادی داشته است اما با وجود کاهش اراضی بایر، افزایش پهنه آبی و اراضی کشاورزی و باغی، میانگین دمای سطح زمین در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۱۹۹۰ به مقدار ۱۱ درجه سانتی‌گراد افزایش پیدا کرده است. علت این امر را می‌توان گرمایش جهانی و افزایش سوخت‌وساز ناشی از سوخت‌های فسیلی در مناطق ساخت انسان ذکر کرد. آنالیز خودهمبستگی مکانی و محلی نشان داد در سال ۲۰۲۰ مناطق گرم - گرم نسبت به سال ۱۹۹۰ بیشتر در نواحی جنوبی و جنوب شرقی متمرکز شده‌اند که دارای کاربری‌های مناطق بایر، مناطق ساخت انسان و رخنمون سنگی می‌باشند. همچنین مناطق سرد - سرد نیز نسبت به سال ۱۹۹۰ در بخش‌های شمالی و شمال شرقی گسترش پیدا کرده‌اند که شامل کاربری‌های مرتع و پهنه‌های آبی هستند.

**واژه‌های کلیدی:** دما، سطح زمین، فضایی، کاربری اراضی، موران، همبستگی.

## Evaluation of the Spatial Pattern of the Land Surface Temperature due to Land-use Change (Case study: Jiroft city)

Doustaky<sup>1</sup>, M., Kamali<sup>1\*</sup>, A., Bagheri Bodaghabadi<sup>2</sup>, M., Shirani<sup>1</sup>, H., Shakiba<sup>3</sup>, A.R., Shekofte<sup>4</sup>, H.,

1. Soil Sciences and Engineering Department, College of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan, Rafsanjan, Iran

2. Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran

3. Faculty of Earth Sciences, Remote sensing Department, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

4. Soil Science and Engineering Department, Faculty of Agriculture, Agriculture and Natural Resources University of Jiroft, Kerman, Iran

Received: 13/06/2022 Accepted: 12/10/2022

### Abstract

The earth's surface temperature is an important indicator for evaluating climate changes, strongly influenced by various factors, including land use change. In order to study the spatial distribution of surface temperature and land use changes in a wide area, remote sensing techniques are very efficient. This research aims to investigate the surface temperature of Jiroft region under the influence of land use changes. For this purpose, Landsat 5 and 8 satellite images were exerted in 1990 and 2020, respectively, to investigate changes in land use and surface temperature, and then the local spatial correlation of surface temperature with spatial statistics was evaluated. The results of this research showed that manufactured areas had increased greatly in 2020 compared to 1990. However, despite the reduction of barren lands, the increase of water areas, and agricultural and garden lands, the average temperature of the earth's surface in 2020 compared to 1990 has increased by 11 degrees Celsius. The reason for this can be mentioned by global warming and increased metabolism caused by fossil fuels in manufactured areas. Spatial and local autocorrelation analysis showed that in 2020, warm-warm areas were more concentrated in the south and southeast areas than in 1990, which have the uses of barren areas, manufactured areas, and rocky outcrops. Also, the cold-cold areas have expanded in the northern and northeastern parts compared to 1990, including pasture and water.

**Keywords:** Temperature, Land surface, Spatial, Land use, Moran's index, Correlation.

## مقدمه

تغییر اقلیم به یک مسئله جدی همه کشورها تبدیل شده است که بر تمام جوانب مختلف شامل محیط-زیست و زندگی انسان‌ها تاثیرگذار خواهد بود. در طول نیم‌قرن گذشته، سطح زمین به علت فعالیت‌های انسانی از طریق جنگل‌زدایی و توسعه شهرها دچار تغییرات فراوانی شده است. تغییر کاربری اراضی بر بسیاری از عوامل زیست‌محیطی و منابع طبیعی از جمله تغییرات اقلیم، منابع زمینی، کیفیت آب‌ها و ... تاثیرگذار است. دمای سطح زمین<sup>۱</sup> (LST) عامل مهمی در مطالعات گرمایش جهانی و امروزه چالش اصلی بسیاری از محققین در سرتاسر دنیا است.

## مبانی نظری و پیشینه

برای بررسی ارتباط بین دمای سطح زمین و تغییرات کاربری در سطح وسیع نیاز به استفاده از ابزارهای قدرتمند و به روز است (زارع و همکاران، ۱۳۹۶؛ درویشی و همکاران، ۱۳۹۸؛ شعبانی و همکاران، ۱۳۹۸). با فناوری سنسور از دور می‌تواند دمای سطح زمین و تغییرات کاربری را طی سال‌های مختلف با کمک تصاویر ماهواره‌ای، استفاده از تشعشع فروسرخ حرارتی و کاربرد مدل‌های فیزیکی مورد ارزیابی قرار داد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳؛ بابایی فینی و همکاران، ۱۳۹۴؛ انصاری و نوروزی، ۱۴۰۰). در مناطق عاری از پوشش گیاهی (مناطق بایر و رخنمون سنگی) دمای سطح زمین بیشتر از سایر کاربری‌ها (کشاورزی، مرتع، جنگل) است. همچنین در کشاورزی دیم (کشت گندم) به علت خشک بودن و برداشت محصولات میزان دما حداکثر است (کاکه ممی و همکاران، ۱۳۹۹). با افزایش مساحت زمین‌های مسکونی و بایر و همچنین با کاهش پوشش گیاهی و زمین‌های کشاورزی، دما روند افزایشی دارد (درویشی و همکاران، ۱۳۹۸؛ شعبانی و همکاران، ۱۳۹۸). در مطالعات محیطی به علت موقعیت و مکان قرار گرفتن مشاهدات در فضای نمونه، ارتباط بین داده‌ها نسبت به هم مستقل نیست در نتیجه نمی‌توان از آمار سنتی به علت ساختار پیوسته در زمان و مکان استفاده کرد. برای بررسی علوم مختلف باید روشی

مناسب برای پاسخ به رفتار آن‌ها در زمان و مکان به کار برد (عبدالهی و همکاران، ۱۳۹۸). بدین منظور آمار فضایی روشی مناسب و نوین در تحلیل این داده‌ها است (اسدی و کرمی، ۱۳۹۶). خودهمبستگی فضایی از جمله روش‌های آماری می‌باشد که برای بررسی روند تغییرات دما در نواحی مختلف مورد استفاده بسیاری از پژوهشگران قرار گرفته است (صادقی‌نیا و همکاران، ۱۳۹۲؛ علی‌آبادی و داداشی‌رودباری، ۱۳۹۸). با توجه به منطقه جغرافیایی و شرایط آب و هوایی خاص، شهرستان جیرفت به عنوان قطب بسیاری از محصولات کشاورزی از جمله خرما، مرکبات، سیب‌زمینی، پیاز و ... در جنوب استان کرمان تبدیل شده است. اما طی برخی پژوهش‌ها تغییرات اقلیم و گرمایش جهانی باعث ایجاد خسارات جبران‌ناپذیری به محصولات کشاورزی و منابع طبیعی این منطقه شده است که در ادامه به آن‌ها اشاره می‌شود. شمس‌الدینی و مزدیدی (۱۳۹۴) اثر تغییر اقلیم را بر محصول خرما شهرستان جیرفت بررسی کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که روند آبی تغییرات دمای شهرستان جیرفت بر اثر پدیده گرمایش جهانی و افزایش متوسط تعداد روزهای با دمای بالاتر از ۴۵ درجه سانتی‌گراد در دوره ۲۵ سال؛ موجب کاهش عملکرد محصول خرما و احتمالاً شدت یافتن برخی امراض مانند خشکیدگی خوشه نخل خواهد شد. طی پژوهش دیگری که اثرات تغییر اقلیم بر امنیت غذایی و زیست‌محیطی در شهرستان جیرفت بررسی کرده نشان داده که بر اثر تغییرات اقلیمی، امنیت غذایی و زیست‌محیطی این منطقه به خطر افتاده است (کاوپانی‌راد و همکاران، ۱۳۹۸). تغییرات آب و هوایی و گرمایش سطح زمین علاوه بر تاثیر روی باردهی محصولات، باعث تخریب اراضی، گسترش بیابان‌زایی و کاهش سطح آب‌های زیرزمینی در شهرستان جیرفت شده است (برخوری، ۱۳۹۶). از این رو این مطالعه با هدف بررسی تغییرات دمای سطح زمین با توجه به تغییر کاربری در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ در شهرستان جیرفت انجام شد.

## مواد و روش‌ها

اطلاعات مورد استفاده در پژوهش حاضر داده‌های ماهواره‌ای مربوط به تصاویر لندست ۵ و ۸ برای

باند های حرارتی و پانکروماتیک برای ارزیابی تغییرات کاربری اراضی و باند حرارتی برای محاسبه دمای سطح زمین استفاده شده است.

سال های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ می باشد که از سایت سازمان زمین شناسی آمریکا (USGS) دریافت شدند. مشخصات این تصاویر در جدول ۱ آورده شده است. در ادامه از تمام باندهای تصاویر لندست ۵ و ۸ به جز

جدول ۱: مشخصات تصاویر مورد استفاده در کاربری اراضی حوزه جیرفت

سال	ماهواره	سنجنده	ردیف/گذر	تاریخ
۱۹۹۰	لندست ۵	TM	۱۶۴/۳۵	۱۹۹۰/۰۸/۱۳
۲۰۲۰	لندست ۸	OLI	۱۶۴/۳۵	۲۰۲۰/۰۸/۳۱

می شود در نهایت نقشه خروجی حاصل از پیش پردازش رادیومتریک به صورت صفر تا یک طبقه بندی خواهد شد (زارع و همکاران، ۱۳۹۶؛ درویشی و همکاران ۱۳۹۸؛ عبدالعلی زاده و همکاران ۲۰۲۰). تصاویر در ۵ گروه کاربری اراضی شامل اراضی کشاورزی و باغ، مناطق بایر، مرتع، مسیل، رخنمون سنگی، مناطق انسان ساخت و پهناهای آبی با روش ماشین بردار پشتیبان (SVM) طبقه بندی شدند. روش طبقه بندی ماشین های بردار پشتیبان یک روش آماری غیرپارامتریک نظارت شده است (پاو، ۱۹۸۹). در این روش با استفاده از همه باندها و یک الگوریتم بهینه سازی، نمونه هایی که مرزهای کلاس ها را تشکیل می دهند به دست می آیند و با استفاده از آن ها یک مرز تصمیم گیری خطی بهینه برای جدا کردن کلاس ها محاسبه می شود که این نمونه ها را بردارهای پشتیبان می گویند (عبدالی لاکتاسرای و حقیقی خمایی، ۱۳۹۹). برای محاسبه مرز تصمیم گیری دو کلاس کاملاً جدا از هم از روش حاشیه بهینه استفاده می شود. در واقع تمام نمونه های کلاس اول در یک طرف و تمام نمونه های کلاس دوم در طرف دیگر مرز واقع می شوند و مرز تصمیم گیری به گونه ای است که فاصله نزدیک ترین نمونه های آموزشی هر دو کلاس از هم در راستای عمودی بر مرز تصمیم گیری تا جایی که ممکن است حداکثر شود (آرخی و ادیب نژاد، ۱۳۹۰). در این مطالعه از کرنل شعاعی (RBF) برای طبقه بندی کاربری اراضی استفاده شد و تبدیل مختلف طبقات کاربری اراضی و تغییرات آن طی این سال ها در نرم افزار ایدرسی<sup>۸</sup> مورد بررسی قرار گرفت. برای ارزیابی دقت نقشه های

### طبقه بندی نقشه کاربری اراضی / پوشش اراضی (LULC)<sup>۳</sup>

برای طبقه بندی LULC، بر روی تصاویر تصحیحات هندسی و اتمسفری و رادیومتریک در محیط نرم افزار Envi 5.3 انجام شد. سپس با استفاده از ترکیب باندی مرئی و مادون قرمز برای تهیه نقشه های کاربری اراضی استفاده شد.

#### تصحیحات تصاویر

تصحیحات رادیومتریک نیز از طریق دو رابطه ۱ و ۲ محاسبه شد (علوی پناه و همکاران، ۱۳۸۵؛ مرادی و همکاران، ۱۳۹۹؛ طالبی خیاوی و همکاران، ۲۰۲۱):

رابطه (۱)

$$L\gamma = \frac{(lmax-lmin)}{(QCAI_{max}-QCAI_{min})} * (DN - QCAI_{min}) + lmin$$

رابطه (۲)

$$\rho\gamma = \frac{\pi \cdot l\gamma \cdot d^2}{ESUN_{\gamma} \cdot \cos\theta_s}$$

در این رابطه  $L\gamma$  راینس طیفی پیکسل مورد نظر برحسب  $(Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1})$ ؛  $DN$  عدد راقومی هر پیکسل،  $lmin$   $lmax$  پیوستگی کالیبراسیون<sup>۵</sup> یا به عبارتی مقادیر حداقل و حداکثر راینس باند حرارتی سنجنده است.  $QCAI_{min}$  و  $QCAI_{max}$  بزرگ ترین و کوچک ترین عدد راقومی است،  $d$  فاصله نجومی زمین تا خورشید،  $ESUN_{\gamma}$  میانگین تابش خورشید فرا اتمسفری، زاویه تابش خورشید می باشد که این مقادیر برای سنجنده های استفاده شده از فایل تصویر به دست آمدند (جدول ۲). در واقع در مرحله اول مقادیر  $DN$  سلول های تصویر به رادیانس طیفی تبدیل و در مرحله دوم رادیانس طیفی سنجنده به بازتاب زمینی تبدیل

که  $BT$ ، دمای روشنایی سنجنده برحسب کلوین؛  $L\gamma$ ، رادیانس طیفی برحسب  $(Wm^{-2} sr^{-1} \mu m^{-1})$ ؛  $k_1$  و  $k_2$  به ترتیب ثابت کالیبراسیون اول و دوم برای سنجنده‌های استفاده شده، می‌باشند که مقادیر آن‌ها در جدول ۲ آورده شده است (Walawender et al., 2014).

#### محاسبه گسیل مندی سطح

یکی از روش‌های مؤثر برای تخمین دمای سطح که می‌تواند استفاده شود، مدل ترکیبی درصد پوشش زمین است، با این فرض که خاک و پوشش گیاهی مقدار گسیل مندی را معلوم دارند و با توجه به درصد پوشش خود ترکیب می‌شوند. رابطه بین پوشش گیاهی و گسیل مندی (Sobrinho, 2008; Rehman et al., 2022; Huda Naim and Al Kafy, 2021) در جدول ۳ نشان داده شده است همچنین پوشش گیاهی<sup>۱۲</sup> و نسبت پوشش گیاهی به ترتیب از رابطه ۶ و ۷ محاسبه شدند (Rouse et al., 1973):

رابطه ۶)

$$NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$$

رابطه ۷)

$$P_v = \left( \frac{NDVI - NDVI_{min}}{NDVI_{max} - NDVI_{min}} \right)^2$$

که  $NDVI$ ، پوشش گیاهی؛  $RED$ ، باند قرمز؛  $NIR$ ، باند مادون قرمز،  $P_v$ ، نسبت پوشش گیاهی؛  $NDVI_{max}$  و  $NDVI_{min}$  به ترتیب حداکثر و حداقل  $NDVI$  است.

طبقه‌بندی شده LULC از ۱۵۰ نقطه کنترلی از گوگل ارث<sup>۱۳</sup> استفاده شد.

#### ارزیابی دقت طبقه‌بندی

صحت طبقه‌بندی از طریق صحت کلی<sup>۱۴</sup> ( $OA$ ) و ضریب کاپا<sup>۱۱</sup> ( $KC$ ) به ترتیب از رابطه ۳ و ۴ تعیین شدند (Alavipanah, 2003; Congalton and Green, 2009).

رابطه ۳)

$$OA = \frac{1}{N} \sum p_{ii}$$

رابطه ۴)

$$KC = \frac{p_0 - p_c}{1 - p_c}$$

که  $OA$ ، صحت کلی؛  $N$ ، تعداد پیکسل‌های آزمایشی؛  $\sum p_{ii}$ ، جمع عناصر قطر اصلی ماتریس خطا؛  $p_0$ ، درستی مشاهده؛  $p_c$ ، توافق مورد انتظار می‌باشند.

#### بازیابی دمای سطح زمین

برای استخراج دمای سطح و تبدیل آن به درجه سانتی‌گراد، طی چند مرحله انجام شد (هاشمی و همکاران، ۱۳۹۱).

#### تبدیل رادیانس طیفی به دمای جسم سیاه

داده‌های باند حرارتی با استفاده از رابطه پلانک (رابطه ۵) از تابش طیفی به دمای جسم سیاه با فرض توان تشعشعی یک (حداکثر توان تشعشعی) در آن تبدیل می‌شوند.

رابطه ۵)

$$BT = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\gamma} + 1\right)}$$

جدول ۲: مقدار بزرگترین و کوچکترین عدد رقومی، مقدار ثابت کالیبراسیون اول و دوم در سنجنده‌ها

سنجنده	$QCAI_{min}$	$QCAI_{max}$	$K1$	$K2$
TM	۱	۲۵۵	۷۶/۶۰۷	۵۶/۱۲۶۰
OLI	۱	۶۵۵۳۵	۷۷۴/۸۸۵۳	۱۳۲۱/۰۷۸۹

جدول ۳: رابطه بین  $NDVI$  و گسیل مندی از سطح زمین

رابطه	توضیح	محدوده $NDVI$
$\cdot/97 \epsilon_{soil} =$	خاک لغت	$NDVI < 0.2$
$\cdot/99 \epsilon_{veg} =$	پوشش گیاهی زیاد	$NDVI > 0.5$
$\epsilon = \epsilon_{veg} * P_v + \epsilon_{soil}(1 - P_v)$	مخلوط خاک و پوشش گیاهی	$0.2 < NDVI < 0.5$

رابطه ۸)

$$LST = \frac{T}{1 + (\gamma * T / p) \ln \epsilon}$$

رابطه ۹)

$$T (^{\circ}C) = LST - 273/15$$

#### برآورد دمای سطح زمین

دمای سطح زمین و تبدیل درجه کلوین به درجه سانتی‌گراد به ترتیب از رابطه ۸ و ۹ به دست آمد (Artis et al., 1982):

که  $\gamma$ ، طول موج رادیانس ساطع شده؛ P برابر با ۱۴۳۸۰ است.

رابطه (۱۰)

$$NLST_i = \frac{LST_i - LST_{min}}{LST_{max} - LST_{min}}$$

که در آن NLST<sub>i</sub> مقادیر LST نرمال شده در پیکسل  $i$ ، LST<sub>i</sub> مقادیر LST در پیکسل  $i$ ، و LST<sub>min</sub> و LST<sub>max</sub> مقادیر حداقل و حداکثر LST در هر تصویر می باشد. جهت بررسی روند تغییرات LST در دوره زمانی مورد مطالعه، مقادیر این پارامتر مطابق جدول ۴ طبقه بندی و مساحت هر کلاس محاسبه شد. جزایر حرارتی با استفاده از رابطه ۱۱ محاسبه شد (Guha et al., 2017).

رابطه (۱۱)

$$LST > \mu + 0.5std$$

که در این فرمول  $\mu$  و  $std$  به ترتیب میانگین و انحراف معیار می باشد.

## بررسی تغییرات مکانی و زمانی تغییرات

### طبقه بندی دما

با هدف بررسی بهتر الگوی تغییرات پراکنش LST و از آنجا که تغییرات آب و هوایی ناشی از تغییرات زمانی تنها بر مقادیر دمای مطلق اثر می گذارند از روش نرمال سازی به کار گرفته شده توسط درویشی و همکاران، ۱۳۹۸ استفاده شد (رابطه ۱۰). بنابراین این روش با تغییر مقیاس LST بین صفر و یک، امکان بررسی دمای سطح زمین در شرایط اقلیمی متفاوت ناشی از تغییرات زمانی را فراهم می کند.

جدول ۴: نحوه طبقه بندی نقشه LST

LST	Class range
خیلی سرد	$LST \leq LST \text{ mean} - 1.5LST_{STD}$
سرد	$LST \text{ mean} - 1.5LST_{STD} < LST \leq LST \text{ mean} - LST_{STD}$
متوسط	$+ LST_{STD} LST \text{ mean} - LST_{STD} < LST \leq LST \text{ mean}$
گرم	$+ 1.5LST_{STD} LST_{STD} < LST \leq LST \text{ mean} LST \text{ mean} +$
خیلی گرم	$1.5LST_{STD} LST > LST \text{ mean} +$

موران محلی را می توان به وسیله نمرات Z آزمون کرد که یک سطح اطمینان مشخص می شود، اگر سلول  $i$  معنی داری مثبت داشته باشد (یعنی یک عدد مثبت باشد)، مقدار دمای سلول  $i$  شبیه به مقدار دمای سلول های مجاور آن است. چنانچه مقدار  $I_i$  یک عدد مثبت بزرگ باشد، نشانگر یک محدوده خوشه بندی قوی است. از سوی دیگر، اگر مقدار  $I_i$  منفی و معنی دار باشد، مقدار دمای سطحی سلول  $i$  تفاوت زیادی با سلول های مجاورش دارد که نشان دهنده همبستگی فضایی منفی است (اسدی و همکاران، ۱۳۹۸؛ صادقی و همکاران، ۱۳۹۲). برای اجرا و محاسبه شاخص محلی Moran محلی از نرم افزارهای ARC GIS ورژن 10.8 و GeoDa استفاده شد. پس از اجرای شاخص Moran محلی، نقشه معنی داری Moran محلی ایجاد می شود. با استفاده از نقشه مزبور خوشه های محلی و نوع آنها

### تحلیل خودهمبستگی فضایی محلی LST

در این مطالعه برای آشکارسازی الگوی فضایی تفاوت های محلی از آماره خودهمبستگی فضایی Moran محلی<sup>۱۳</sup> استفاده شد. شاخص Moran عددی را به دست می آورد که با استفاده از آن می توان درجه پراکنده بودن یا متمرکز بودن عوارض یا داده های فضایی را در فضا اندازه گیری نماید (مصطفی زاده و همکاران، ۱۴۰۰). برای سلول  $i$ ، مقدار Moran محلی از طریق رابطه زیر محاسبه می شود (Anselin, 1995).

رابطه (۱۲)

$$I_i = X_i \sum_{j=1, j \neq i}^N W_{ij} X_j$$

به طوری که: N تعداد سلول ها (مشاهدات فضایی) است،  $X_i$  و  $X_j$  به ترتیب مقادیر مشاهده شده استاندارد سلول  $i$  و سلول  $j$  هستند. مقدار وزن فضایی استاندارد شده است و جمع وزن ها برابر ۱ می باشد. نتایج آماره

شناسایی شدند. علاوه بر نقشه معنی داری موران محلی، نمودار پراکندگی موران کمک کرد تا نوع خودهمبستگی فضایی که بین مکان‌ها وجود دارد تعیین

شود. این نمودار داده‌ها را به چهار گروه تقسیم می‌کند (جدول ۵).

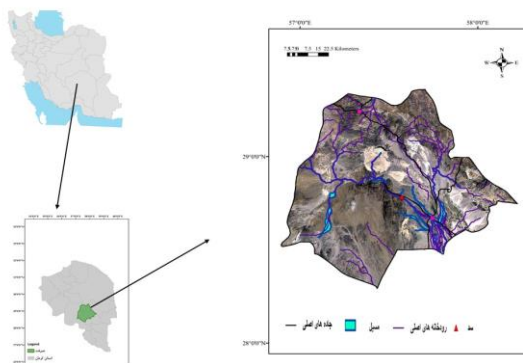
جدول ۵: نوع خودهمبستگی فضایی بین مکان‌ها (اسدی و همکاران، ۱۳۹۸؛ Zhang et al., 2017؛ عبدالهی و همکاران، ۱۳۹۸)

نوع خودهمبستگی فضایی	توضیح
بالا-بالا <sup>۱۴</sup>	نقاطی که دارای دمای بالا هستند و از اطراف نیز به وسیله نقاطی دربرگرفته شده‌اند که دارای دمای بالا هستند. با توجه به نحوه پراکندگی این نقاط خوشه‌های داغ (جزیره یا جزایر حرارتی) شناسایی شدند. به اثرات افزایش دما جزیره حرارتی گفته می‌شود.
پایین-پایین <sup>۱۵</sup>	نقاطی که دارای دمای پایین هستند و از اطراف نیز به وسیله نقاطی دربرگرفته شده‌اند که دمای پایینی دارند. با توجه به نحوه پراکندگی این نقاط خوشه‌های خنک (جزیره یا جزایر خنک) شناسایی شدند. به اثرات کاهش دما جزیره خنک گفته می‌شود.
پایین-بالا <sup>۱۶</sup>	نقاطی که دمای پایینی دارند اما از اطراف به وسیله نقاط گرم احاطه شده‌اند.
بالا-پایین <sup>۱۷</sup>	نقاطی که دمای بالایی دارند اما از اطراف به وسیله نقاط خنک احاطه شده‌اند.

### محدوده مورد مطالعه

سانتی‌گراد است. خاک‌های شهرستان جیرفت، دارای رژیم رطوبتی و حرارتی به ترتیب آریدیک ضعیف و هایپرترمیک هستند (سرمست و همکاران، ۱۳۹۴). محصولات مهم کشاورزی این شهرستان شامل مرکبات، خرما و کشت جالیزی می‌باشند. موقعیت این شهرستان در شکل ۱ نشان داده شده است.

شهرستان جیرفت در جنوب استان کرمان با مساحت ۱۳۷۹۸/۶ کیلومتر مربع، در ارتفاع ۶۹۰ متر بالاتر از سطح دریا قرار گرفته است. اقلیم این شهرستان براساس روش دومارتن، بیابانی نیمه‌خشک با میانگین بارش سالانه ۱۴۰ میلی‌متر و متوسط دمای سالانه ۲۵



شکل ۱: موقعیت منطقه مورد مطالعه

برای سال ۱۹۹۰ دقت ضریب کاپا و دقت کلی به ترتیب ۰/۸۳ و ۸۹/۸ و در سال ۲۰۲۰ دقت ضریب کاپا و دقت کلی به ترتیب ۰/۸۹ و ۹۲/۳ محاسبه شد، بنابراین طبقه‌بندی کاربری اراضی از دقت بالایی برخوردار است.

### یافته‌ها

#### طبقه‌بندی کاربری اراضی

با توجه به جدول ۶ ضرایب کاپا و میزان صحت کلی برای هر سه سال مقادیر قابل قبولی دارند به طوری که

جدول ۶: صحت سنجی طبقه‌بندی کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

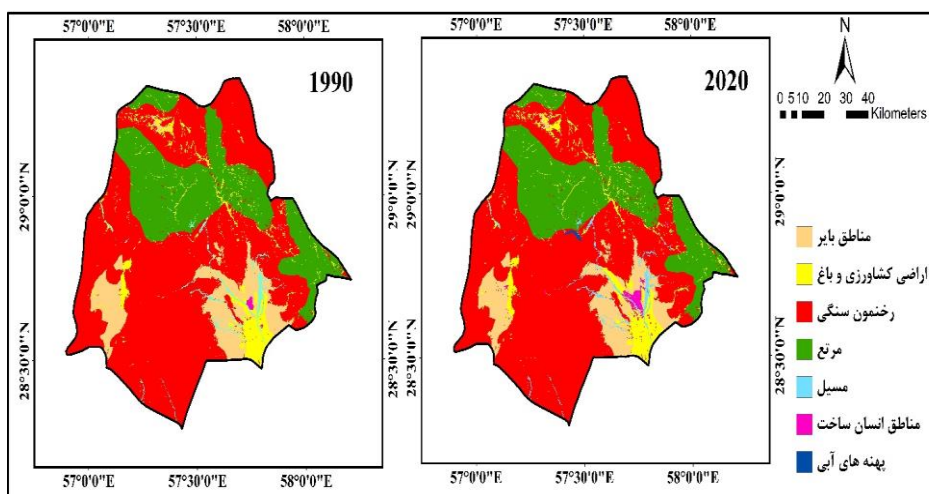
سال تصاویر	ضریب کاپا	صحت کلی
۱۹۹۰	۰/۸۳	۸۹/۸
۲۰۲۰	۰/۸۹	۹۲/۳

کاربری مرتع و مسیل از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ تقریباً تغییرات خیلی کمی داشتند. کاربری رخنمون‌های سنگی ۵۱۵۴۱۷/۹ هکتار در سال ۱۹۹۰ بودند که در سال ۲۰۲۰ تغییری نداشته است. مناطق ساخت انسان نیز در سال ۱۹۹۰ به میزان ۱۶۸۵/۴۳ هکتار بودند که ۵۷۸۸/۴۹ هکتار به وسعت آن‌ها در سال ۲۰۲۰ افزوده شد. نکته قابل توجه در تغییرات کاربری اراضی در حیرت این است که وسعت مناطق آبی در سال ۱۹۹۰ تقریباً ۳ هکتار بوده است که با احداث سد حیرت طی مدت ۳۰ سال ۸۴۶/۰۹ هکتار به پهنه آبی منطقه افزوده شده است.

نتایج حاصل از طبقه‌بندی تصاویر سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ حوزه حیرت با روش ماشین بردار پشتیبان در جدول ۷ و شکل ۲ نشان داده شده است. نتایج حاصل از کاربری اراضی نشان می‌دهد که بیشترین کاربری‌ها در هر دو سال در درجه اول مربوط به کاربری رخنمون سنگی (۶۰/۰۱ درصد از مساحت منطقه) و سپس مرتع (۲۳/۹۲ درصد از مساحت منطقه) می‌باشد. در سال ۱۹۹۰ کاربری کشاورزی ۴۴۴۴۹/۱۱ هکتار بود که ۴۱۴۲/۲۴ هکتار به مقدار آن‌ها طی ۳۰ سال افزوده شد. اما از وسعت مناطق بایر در سال ۲۰۲۰ نسبت به ۱۹۹۰ به میزان ۷۳۳۳/۸۳ هکتار کاسته شده است.

جدول ۷: مساحت (هکتار و درصد) طبقات مختلف کاربری اراضی در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

طبقات کاربری اراضی	واحد	۱۹۹۰	۲۰۲۰
اراضی کشاورزی و باغ	مساحت (هکتار)	۴۴۴۴۹/۱۱	۴۸۵۹۱/۴۵
	درصد	۵/۱۷	۵/۶۶
مناطق بایر	مساحت (هکتار)	۸۰۵۸۱/۷۷	۷۳۲۴۷/۹۴
	درصد	۹/۳۸	۸/۵۳
مرتع	مساحت (هکتار)	۲۰۵۴۴۶/۱	۲۰۴۸۴۱/۳
	درصد	۲۳/۹۲	۲۳/۸۵
مسیل	مساحت (هکتار)	۱۱۲۸۷/۱۷	۱۱۵۲۳/۰۶
	درصد	۱/۳۲	۱/۳۴
رخنمون سنگی	مساحت (هکتار)	۵۱۵۴۱۷/۹	۵۱۵۴۱۷/۹
	درصد	۶۰/۰۱	۵۹/۶۵
مناطق انسان ساخت	مساحت (هکتار)	۱۶۸۵/۴۳	۷۴۷۳/۹۲
	درصد	۰/۱۹	۰/۸۷
پهنه‌های آبی	مساحت (هکتار)	۳/۰۶	۸۴۹/۱۵
	درصد	۰/۰۱	۰/۱



شکل ۲: نقشه طبقه‌بندی شده کاربری اراضی حوزه حیرت در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

## الگوی تغییرات کاربری اراضی

همچنین بخش از مناطق بایر و مسیل نیز به پهنه آبی تبدیل شده که در سال ۱۹۹۰ این پهنه بسیار ناچیز بوده است. از نکات قابل توجه در تغییرات کاربری اراضی منطقه این است که بخش زیادی از اراضی کشاورزی و مناطق بایر که در سال ۱۹۹۰ وجود داشته‌اند، طی ۳۰ سال گذشته به مناطق ساخت انسان تبدیل شده که بیشترین میزان افزایش کاربری مربوط به این کاربری است.

تغییرات کاربری اراضی حوزه جیرفت بین سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۰ در جدول ۸ نشان داده شده است. افزایش مساحت مناطق انسان‌ساخت ناشی از گسترش شهر، اراضی کشاورزی و باغی و پهنه آبی از نکات حائز اهمیت در تغییرات کاربری اراضی منطقه است. کاهش مناطق بایر در سال ۲۰۲۰ نشان می‌دهد بخش زیادی از آن به مناطق انسان‌ساخت و اراضی کشاورزی و

جدول ۸: نتایج حاصل از تبدیل طبقات مختلف کاربری اراضی حوزه جیرفت در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

کاربری اراضی	اراضی کشاورزی و باغ	مناطق بایر	مرتع	مسیل	رخنمون سنگی	مناطق انسان‌ساخت	پهنه‌های آبی
کاربری اراضی کشاورزی و باغ	-	۲۹/۲۵	۰	۵۰/۳۱	۰	۳۰۸۳/۱	۰
مناطق بایر	۵۲۶۶/۸۹	-	۰	۱۵۷/۵	۰	۲۷۰۰/۶۵	۸۳/۷۸
مرتع	۲۳۷/۶۹	۰	-	۸/۸۲	۵۰۱/۵۷	۲۰/۵۲	۰
مسیل	۴/۵۹	۰	۰	-	۱۰۴/۹۴	۶۵/۴۳	۶۶/۹۶
رخنمون سنگی	۰	۰	۰	۰	-	۰	۰
مناطق انسان‌ساخت	۱۰۹/۱۷	۰	۰	۰	۰	-	۰
پهنه‌های آبی	۰	۰	۰	۰	۰	۰	-

## دمای سطح زمین در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

دمای سطح زمین به پنج کلاس تقسیم شدند. در سال ۱۹۹۰ وسعت طبقه دمایی بسیار سرد و خیلی سرد به ترتیب ۱۶/۹۵ و ۹/۳۶ درصد بوده است که در سال ۲۰۲۰ طبقه بسیار سرد ۰/۹ درصد افزایش و طبقه سرد ۱/۲۸ درصد کاهش پیدا کرده است. بیشتر سطح منطقه در هر دو سال دارای کلاس متوسط LST می‌باشد که در سال ۲۰۲۰ به مقدار ۹/۸ درصد کاهش پیدا کرده است و به وسعت مناطق گرم و خیلی گرم به ترتیب ۴/۵ و ۵/۷ درصد افزایش نسبت به سال ۱۹۹۰ پیدا کرده است. بخش‌های جنوبی و جنوب شرقی جیرفت که زمین‌های کشاورزی و مناطق ساخت انسانی در این نواحی وجود دارند، طبقات دمایی گرم و خیلی گرم LST گسترش پیدا کرده‌اند که همان‌طور که اشاره شد این دو طبقه در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۱۹۹۰ در نواحی وسیع‌تر شده‌اند. در نواحی شمالی و شمال شرقی نیز طبقات سرد و خیلی سرد بیشتر متمرکز شده‌اند.

براساس نتایج به دست آمده میانگین دمای سطح زمین (جدول ۹) در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ به ترتیب ۲۶/۰۷ و ۳۷/۱۷ درجه سانتی‌گراد می‌باشد که دمای سطح زمین طی ۳۰ سال ۱۱/۱ درجه افزایش پیدا کرده است. نقشه تغییرات، مساحت و درصد و درصد تغییرات هرکدام از طبقات پنج‌گانه LST در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ به ترتیب در شکل ۳، جدول ۱۰ گزارش شده است. حداقل و حداکثر دمای در سال ۱۹۹۰ به ترتیب  $5/16^{\circ}\text{C}$  و  $42/22^{\circ}\text{C}$  بود که در سال ۲۰۲۰ دمای حداقل ۱۹/۸۶ و دمای حداکثر ۱۰/۷۹ درجه سانتی‌گراد از افزایش پیدا کرد. براساس نقشه‌های LST به دست آمده در هر دو سال بخش‌های جنوبی، جنوب شرقی و جنوب غربی بیشترین دما و نواحی شمالی و شمال شرقی که مرتفع‌تر می‌باشند کمترین دما را دارا هستند. برای بررسی بیشتر دمای سطح زمین نقشه‌های

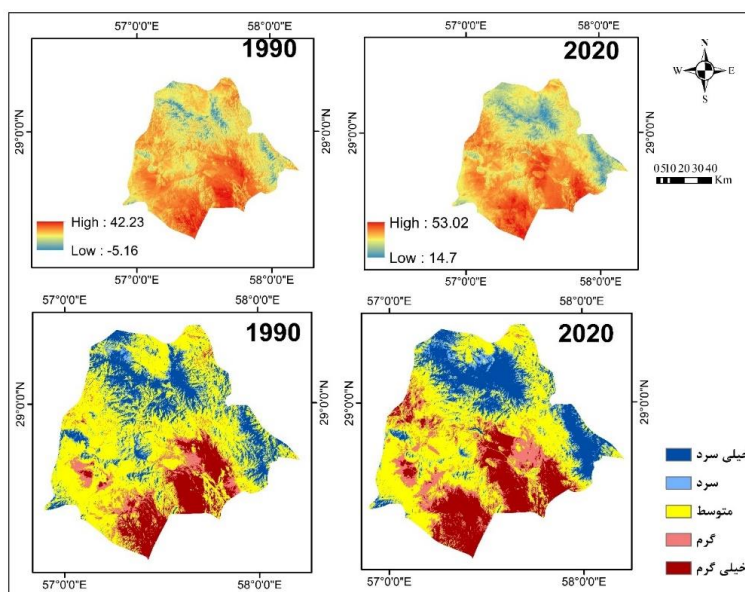
جدول ۹: میانگین دمای سطح زمین در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

سال تصویر	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف استاندارد
۱۹۹۰	-۵/۱۶	۴۲/۲۳	۲۶/۰۷	۴/۲۳
۲۰۲۰	۱۴/۷	۵۳/۰۲	۳۷/۱۷	۴/۰۵



جدول ۱۰: طبقات مختلف نقشه دمای سطح زمین در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

۲۰۲۰		۱۹۹۰		LST
درصد (%)	مساحت (هکتار)	درصد (%)	مساحت (هکتار)	
۱۷/۸۷	۱۵۲۳۹۹/۶	۱۶/۹۵	۱۴۴۶۱۹/۲۱	بسیار سرد (Very low)
۸/۰۹	۶۸۹۹۵/۷	۹/۳۶	۷۹۸۹۸/۱۴	سرد (low)
۴۲/۴	۳۶۱۶۳۶/۲	۵۲/۲۲	۴۴۵۴۳۳	متوسط (Moderate)
۱۳/۷۴	۱۱۷۱۴۸/۳	۹/۲۸	۷۹۱۸۴/۴۴	گرم (High)
۱۷/۹۱	۱۵۲۷۳۱/۵	۱۲/۱۶	۱۰۳۷۷۹/۱۹	خیلی گرم (Very high)



شکل ۳: تغییرات (درجه سانتیگراد) و کلاس‌بندی LST در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۱۹ به ترتیب نقشه‌های بالا و پایین

کاربری‌ها دارند که جمالی و همکاران، ۱۳۹۸؛ درویشی و همکاران، ۱۳۹۸؛ انصاری و نوروزی، ۱۴۰۰ نتایج مشابه با این پژوهش را داشته‌اند. در سال ۱۹۹۰ کمترین LST در کاربری مرتع (۲۰/۵۷) درجه سانتی‌گراد) دیده شد. کاربری مرتع در منطقه جیرفت در نواحی کوهستانی وجود دارند و از طرفی به علت تبخیر و تعرق کم، دما در این کاربری کم می‌باشد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳). اما در سال ۲۰۲۰ با احداث سد جیرفت طی مدت ۳۰ سال، کمترین دمای سطح زمین را پهنه آبی با دمای ۲۸/۵۹ درجه سانتی‌گراد داشته است. سطوح آبی منطقه به علت گرمای ویژه بالای آب، میزان انرژی ورودی بیشتری از خورشید را در خود ذخیره کرده و از میانگین دمای سطح پایین‌تری نسبت به سایر کاربری‌ها برخوردار است که این یافته‌ها با نتایج احمدی و همکاران، ۱۳۹۳ و

ارتباط کاربری اراضی با میانگین دمای سطح زمین رابطه بین کاربری‌های اراضی مختلف با میانگین دمای سطح زمین در سال‌های مورد بررسی در جدول ۱۱ نمایش داده شده است. همه کاربری‌های اراضی در طول دوره زمانی مورد مطالعه با افزایش میانگین دما مواجه هستند که از دلایل اصلی آن می‌توان به روند افزایشی دمای هوا در منطقه مورد مطالعه اشاره کرد. در سال‌های مطالعاتی بیشترین میانگین دمای سطح زمین در سال ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ در کاربری مناطق بایر (به ترتیب ۳۲/۸۸ و ۴۳/۲۹ درجه سانتی‌گراد) و مسیل (به ترتیب ۳۲/۳۱ و ۴۲/۵۳ درجه سانتی‌گراد) مشاهده شد از آنجائی که این کاربری‌ها بدون پوشش گیاهی هستند، رطوبت در آن‌ها وجود ندارد و ظرفیت حرارتی و قابلیت انتقال حرارتی پایین دارند، در نتیجه بیشترین میزان دمای سطح زمین را نسبت به بقیه

کارخانه‌ها و استفاده بیشتر از سوخت‌های فسیلی، دمای هوا در این کاربری زیاد است که کریمی فیروزجایی و همکاران، ۱۳۹۵؛ شعبانی و همکاران، ۱۳۹۷ نیز به نتایج مشابهی با این پژوهش دست یافتند.

انتظاری و همکاران، ۱۳۹۵ مطابقت دارند. کاربری مناطق ساخت انسانی در سال ۲۰۲۰ وسعت بیشتری طی سال‌های مطالعاتی پیدا کرده است و چون این مناطق اکثراً جاذب حرارت می‌باشند و به دلیل گسترش

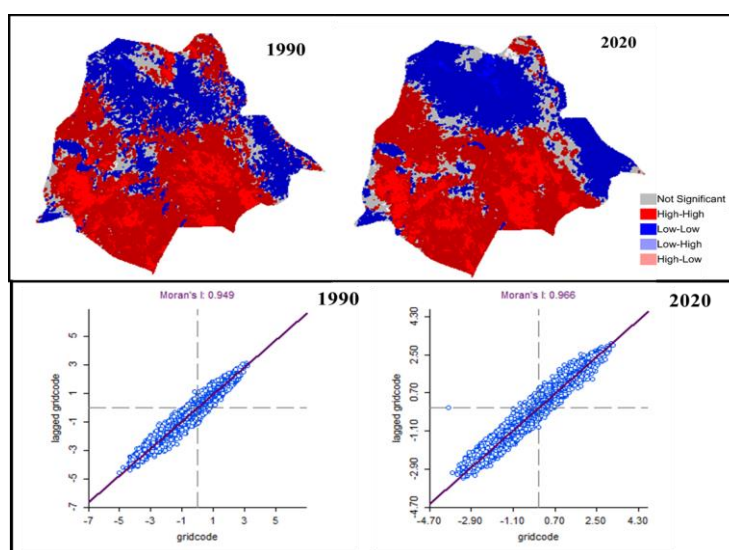
جدول ۱۱: رابطه بین کاربری اراضی با میانگین دمای سطح زمین در سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰

۲۰۲۰	۱۹۹۰	
۳۸/۰۶	۲۷/۳۶	اراضی کشاورزی و باغ
۴۳/۲۹	۳۲/۸۸	مناطق بایر
۳۱/۴۲	۲۰/۵۷	مرتع
۴۲/۵۳	۳۲/۳۱	مسیل
۳۸/۲۵	۲۶/۹۲	رخنمون سنگی
۳۸/۵۴	۳۱/۰۴	مناطق انسان‌ساخت
۲۸/۵۹	۲۸/۸۸	پهنه‌های آبی

کاربری مرتع و پهنه آبی در این مناطق گسترش پیدا کرده‌اند. وسعت مناطق Low-Low این مناطق به تدریج در سال ۲۰۲۰ افزایش پیدا کرده‌اند و خیلی متمرکزتر شده‌اند. نتایج حاصل از بررسی شاخص Moran's I در شکل ۷ نشان داده شده است. چون شاخص موران در سال ۲۰۲۰ نسبت به سال ۱۹۹۰ به +۱ نزدیک‌تر می‌باشد، دمای سطح زمین از پراکندگی کمتری برخوردار است و دارای الگوی خوشه‌ای و به صورت متمرکزتر می‌باشد در واقع می‌توان گفت شدت دماهای بالا و پایین در سال ۲۰۲۰ از پراکندگی کمتری نسبت به سال ۱۹۹۰ برخوردار هستند.

#### آنالیز همبستگی مکانی محلی دما و ارتباط آن با کاربری اراضی

نقشه‌های آنالیز همبستگی مکانی محلی و شاخص موران در شکل ۴ نشان داده شده‌اند. مناطق جنوبی و بخش عمده‌ای از مناطق مرکزی حوضه جیرفت که اکثراً توسط زمین‌های بایر و رخنمون سنگی و مناطق ساخت انسان پوشیده شده‌اند، در این دو سال مورد بررسی بیشترین سطح کلاس High-High را در بر گرفته‌اند اما در سال ۱۹۹۰ به صورت پراکنده می‌باشند اما بیشترین مناطق در هر دو سال Low-Low در بخش‌هایی از شمال و شرق منطقه بوده است که



شکل ۴: آنالیز خودهمبستگی محلی LST

## بحث و نتیجه گیری

بررسی تغییر کاربری و نحوه تغییر و تأثیر آن بر دمای سطح زمین امری بسیار مهم در برنامه ریزی و سیاست گذاری در هر منطقه ای می باشد. در این مطالعه تغییرات مکانی و زمانی دمای سطح زمین با توجه به تغییرات کاربری اراضی در سال های ۱۹۹۰ و ۲۰۲۰ مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از نقشه های کاربری نشان داد که طی سال های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰، در کاربری رخنمون سنگی که بیشترین مساحت منطقه را تشکیل می دهد، تغییری ایجاد نشده است. از نکات قابل توجه در تغییرات کاربری اراضی منطقه در سال ۲۰۲۰، تبدیل بخشی از اراضی بایر و مسیل به پهنه آبی است که این کاربری با احداث سد بعد از سال ۱۹۹۰ افزایش پیدا کرد. همچنین بخش زیادی از اراضی کشاورزی و مناطق بایر که در سال ۱۹۹۰ وجود داشته اند، طی ۳۰ سال گذشته به مناطق ساخت انسان تبدیل شده اند که بیشترین میزان افزایش کاربری مربوط به این کاربری می باشد. میانگین دمای سطح زمین طی ۳۰ سال ۱۱/۱ درجه افزایش داشت که این افزایش دما در همه کاربری ها دیده می شود. علت این افزایش را می توان بالا رفتن دمای هوا دانست. از دلایل دیگر افزایش دمای سطح زمین را می توان افزایش ساخت و سازها در منطقه دانست. تقسیم بندی طبقات دمای سطح زمین نشان داد

که طبقات خیلی گرم و گرم که در بخش های جنوبی در سال ۲۰۲۰ افزایش و طبقه متوسط (بیشترین تغییر) و سرد کاهش داشته است. نتایج آنالیز آماره همبستگی مکانی محلی نشان داد که خوشه های داغ به تدریج در مناطق جنوبی و خوشه های خنک در مناطق شمالی و شمال شرقی تمرکز بیشتری پیدا کرده اند. نتایج این پژوهش نشان داد که با وجود افزایش کاربری کشاورزی و پهنه آبی و کاهش اراضی بایر، اما دمای سطح زمین نسبت به سال ۱۹۹۰ افزایش زیادی داشته است که علت این امر را می توان ناشی از بالا رفتن دمای هوا، متمرکز شدن مناطق خیلی گرم، افزایش سوخت و ساز - های ناشی از گسترش مناطق ساخت انسان دانست. با توجه به نتایج این مطالعه برای کاهش اثرات دمای سطح زمین در شهرستان جیرفت پیشنهاد می شود که در مناطق بیابانی و اطراف مسیل ها پوشش گیاهی سازگار با منطقه کشت شوند. باید فضاهای سبز بیشتری در داخل شهر و باغات و پارک های جنگلی در اطراف شهر احداث شوند. از طرفی شهر باید به گونه ای رشد کند که کمترین تأثیر را بر پوشش گیاهی و زمین های کشاورزی اطراف داشته باشد. همچنین پیشنهاد می شود که جهاد کشاورزی و منابع طبیعی شهرستان، کشاورزان و روستاییان را به کشت محصولات زراعی و باغی ترویج و ترغیب کند.

## پی نوشت

- 1- Land surface temperature
- 2- The United States Geological Survey
- 3- Land use/Land cover
- 4- Digital Number
- 5- Constants Calibration
- 6- Support vector machine
- 7- Radial Basis Function
- 8- Idrisi
- 9- Google Earth

- 10- Overall accuracy (OA)
- 11- Kappa Coefficient (KC)
- 12- Normalized difference vegetation index (NDVI)
- 13- Local Moran's I
- 14- High-High
- 15- Low-Low
- 16- Low-High
- 17- High-Low

## منابع

موردی: حوزه سد ایلام)، تحقیقات مرتع و بیابان ایران جلد ۱۸، ۳، ۴۲۰-۴۴۰. <https://www.sid.ir/paper/107095/fa>  
- ابراهیمی، ع. و کیانی سلمی، ا.، ۱۳۹۸. ارزیابی تأثیر تغییرات پوشش اراضی مرغزار در تعدیل دمای سطح زمین

- آرخی، ص. و ادیب نژاد، م.، ۱۳۹۰. ارزیابی کارایی الگوریتم های ماشین بردار پشتیبان جهت طبقه بندی کاربری اراضی با استفاده از داده های ماهواره ای ETM+ لندست (مطالعه

- از تصاویر ماهواره‌ای مطالعه موردی: شهرستان مریوان، جغرافیا و توسعه، ۵۴، ۱۴۳-۱۶۲.
- [https://gdij.usb.ac.ir/article\\_4361.html](https://gdij.usb.ac.ir/article_4361.html)
- زارع، م، تیموریان، ت. و حسن جوری، م.، ۱۳۹۵. پایش تغییرات کاربری اراضی / پوشش با استفاده از شاخص‌های شدت تغییرات، درجه پویایی و مقایسه پس از طبقه‌بندی، اکوسیستم‌های طبیعی ایران، ۱۸(۱)، ۱۳۶-۱۲۳.
- [https://journals.iau.ir/article\\_533200.html](https://journals.iau.ir/article_533200.html)
- سرمست، م، فرپور، م.ه. و اسفندیارپور بروجنی، ع.، ۱۳۹۴. مقایسه برخی خصوصیات جلای بیابان در سطوح پایدار، ناپایدار و نسبتاً پایدار پدیمت پوشیده در منطقه جیرفت، علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، سال ۱۹، ۷۳، ۹۹-۱۱۲.
- <https://civilica.com/doc/1203953/>
- شمس الدینی، ج. و مزیدی، ا.، ۱۳۹۴. بررسی تغییرات آب و هوایی و تاثیرات آن بر خرماي جیرفت، دومین کنفرانس ملی کشاورزی و توسعه، تهران، <https://civilica.com/doc/431620>
- شعبانی، م، درویشی، ش. و سلیمانی، ک.، ۱۳۹۸. بررسی آثار تغییرات کاربری اراضی بر الگوهای زمانی - مکانی دمای سطح زمین و جزایر حرارتی؛ مطالعه موردی: شهرستان سقز، جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۳۰(۷۳)، ۵۴-۳۷. Doi: 10.22108/gep.2019.115781.1127
- عبدالهی، ص.، ایلدرمی، ع.، سلمان ماهینی، ع. و فاخران، س.، ۱۳۹۸. ارزیابی الگوهای همبستگی مکانی خدمات اکوسیستمی در بخش مرکزی استان اصفهان با رویکرد آمار فضایی، مطالعات علوم محیط‌زیست، ۴(۲)، ۱۲۳۵-۱۲۲۵.
- [http://www.jess.ir/article\\_92243.html](http://www.jess.ir/article_92243.html)
- عبدلی لاکتاسرای، م. و حقیقی خمایی، م.، ۱۳۹۹. مقایسه روش‌های طبقه‌بندی ماشین بردار پشتیبان و شبکه عصبی مصنوعی در تهیه نقشه کاربری اراضی (مطالعه موردی: پارک ملی بوجاق)، محیط زیست، ۵(۸)، ۴۷-۶۰.
- <https://www.sid.ir/paper/404118/fa>
- علوی پناه، ک.، ۱۳۸۵. سنجش از دور حرارتی و کاربرد آن در علوم زمین، انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، چاپ ۲، ۴۵۳ ص.
- علی‌آبادی، ک. و داداشی‌رودباری، ع.، ۱۳۹۸. بررسی تغییرات الگوهای خودهمبستگی فضایی دمای بیشینه ایران، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۶(۲۱)، ۱۰۴-۸۶.
- <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=284679>
- صادقی‌نیا، ع.، علیجانی، ب.، ضیائی، پ. و خالدی، ش.، ۱۳۹۲. کاربرد تکنیک‌های خودهمبستگی فضایی در تحلیل در مرغزار شهرکرد، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۲۳(۲)، ۲-۳۰.
- DOR: 20.1001.1.16059689.1398.23.2.1.4
- احمدی، ب.، قربانی، ا.، صفرراد، ط. و سبحانی، ب.، ۱۳۹۳. بررسی دمای سطح زمین در رابطه با کاربری و پوشش اراضی با استفاده از داده‌های سنجش از دور، سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۶(۱)، ۷۷-۶۱.
- <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=243743>
- اسدی، م.، خورشیددوست، ع. و داداشی‌رودباری، ع.، ۱۳۹۸. ارزیابی خود همبستگی فضایی بارش ایران، جغرافیا و برنامه‌ریزی، ۴۲(۴۲)، ۱۱-۱.
- [https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article\\_10823.html](https://geoplanning.tabrizu.ac.ir/article_10823.html)
- اسدی، م. و کرمی، م.، ۱۳۹۶. بازنمایی تغییرپذیری دما در استان فارس با استفاده از آمار فضایی، تحقیقات جغرافیایی، ۱۲۴، ۶۴-۷۵.
- <http://georesearch.ir/article-1-103-fa.html>
- اصغری سراسکانرود، ص. و امامی، ه.، ۱۳۹۸. پایش دمای سطح زمین و بررسی رابطه کاربری اراضی با دمای سطح با استفاده از تصاویر سنجنده OLI و ETM+ مطالعه موردی (شهرستان اردبیل)، علوم جغرافیایی، ۱۹(۵۳)، ۲۱۵-۱۹۶.
- DOI: 10.29252/jgs.19.53.195
- انتظاری، ع.، امیراحمدی، ا.، علی‌آبادی، ک.، خسروی، م. و ابراهیمی، م.، ۱۳۹۵. پایش دمای سطح زمین و ارزیابی روند تغییرات کاربری اراضی (مطالعه موردی: حوضه آبخیز دریاچه پریشان)، هیدروژئومورفولوژی، ۸، ۱۱۳-۱۳۹.
- [https://hyd.tabrizu.ac.ir/article\\_5769.html](https://hyd.tabrizu.ac.ir/article_5769.html)
- انصاری، م. و نوروزی، آ.، ۱۴۰۰. بررسی تغییرات دمای سطح زمین با کاربری اراضی در کانون گردوغبار جنوب شرق اهواز با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸، تحقیقات آب و خاک ایران، ۵۲(۷)، ۱۸۴۰-۱۸۲۶.
- DOI: 10.22059/ijswr.2021.324040.78
- بابایی‌فینی، ا.، ۱۳۹۴. بررسی رابطه دمای سطح زمین و شاخص به‌هنجار شده پوشش گیاهی در محیط شهری (مطالعه موردی: کلان‌شهر اصفهان)، جغرافیای طبیعی، ۲۹(۸).
- <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=274230>
- جمالی، ز.، اونق، م. و سلمان‌ماهینی، ع.، ۱۳۹۸. تحلیل ارتباط دمای سطح زمین با کاربری اراضی و شاخص اختلاف گیاهی نرمال شده در دشت گرگان، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۲۳(۳)، ۱۹۴-۱۷۶.
- DOR: 20.1001.1.16059689.1398.23.3.7.2
- درویشی، ش.، رشیدپور، م. و سلیمانی، ک.، ۱۳۹۸. بررسی ارتباط تغییرات کاربری اراضی با دمای سطح زمین با استفاده

- مصطفی‌زاده، ر.، مرادزاده، و.، علائی، ن. و حزیلولی، ز.، ۱۴۰۰. کاربرد شاخص هرست در تعیین حافظه طولانی‌مدت سری‌های زمانی بارش و دبی ایستگاه‌های منتخب استان اردبیل، نشریه حفاظت منابع آب و خاک، ۱۱(۲)، ۱۳۱-۱۳۱. DOI: 10.30495/WSRCJ.2021.19217
- مزیدی، ا.، مغانی‌رحیمی، ف. و غفاریان‌المیری، ح.، ۱۴۰۰. تحلیل تغییرات فضایی و زمانی دمای سطح زمین با استفاده از سنجش از دور (مطالعه موردی: محدوده شهر ابرکوه)، دومین کنفرانس ملی داده‌کاوی در علوم زمین، دانشگاه صنعتی اراک.
- هاشمی، م.، علوی‌پناه، س.ک. و دیناروندی، م.، ۱۳۹۱. ارزیابی توزیع مکانی دمای سطح زمین در محیط‌زیست شهری با کاربرد سنجش از دور حرارتی، محیط‌شناسی، ۳۹(۱)، ۸۱-۹۲. <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?ID=195323>
- Apostolidis-afentoulis, V. and Lioufi, K., 2015. SVM classification with Linear and RBF kernels, 1-7. DOI: 10.13140/RG.
- Congalton, R.G. and Green, K., 2009. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. CRC Press, Boca Raton, Florida, 137 p. <https://www.routledge.com/Assessing-the-Accuracy-of-Remotely-Sensed-Data-Principles-and-Practices/Congalton-Green/p/book/9780367656676>
- Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su, W., Nagaie, T. and Hokao, K., 2011. Modeling urban land use change by the integration of cellular automaton and Markov model. Ecological Modelling, Elsevier, 222(20), 3761-3772. <https://ideas.repec.org/a/eee/ecomod/v222y2011i20p3761-3772.html>
- Illian, J., Penttinen, A., Stoyan, H. and Stoyan, D., 2008. Statistical Analysis and Modelling of Spatial Point Patterns. John Wiley and Sons, Chichester. <https://doi.org/10.1093/tropej/fmn022>.
- Jiang, J. and 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. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2010.10.062>
- Karimi Firozjaei, M., Kiavarz, M., Alavipanah, S.K., Lakes, T. and Qureshi, S., 2018. Monitoring and forecasting heat island intensity through multi-temporal image analysis and cellular automata-Markov chain modelling: A case of Babol city, Iran, Ecological Indicators, 91, 155-170.
- Abdolalizadeh, Z., Ghorbani, A. and Mostafazadeh, R., et al., 2020. Rangeland canopy cover estimation using Landsat OLI data and vegetation indices in Sabalan rangelands, Iran, Geosciences, 13(6), 1-13. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-5150-1>
- Abdulla-Al Kafy, A. and Huda Naim, M.N., 2021. Assessment of urban thermal field variance index and defining the relationship between land cover and surface temperature in Chattogram city: A remote sensing and statistical approach, Environmental Challenges, 4(100107), 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100107>
- Al Kafy, A., Narayan Dey, N., Al Rakib, A., A Rahaman, Z., Refat Nasher, N.M. and Bhatt, A., 2021. Modeling the relationship between land use/land cover and land surface temperature in Dhaka, Bangladesh using CA-ANN algorithm, Environmental Challenges, 4(100190). <https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100190>
- Alavipanah, S.K., 2003. Study of Lut desert surface temperature using field measurements and satellite thermal data. Desert., 1(7), 85-99. <https://www.sid.ir/en/Journal/ViewPaper.aspx?ID=28398>
- Anselin, L., 1995. Local Indicators of Spatial Association – LISA. Geographical Analysis, 27, 93-115. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4632.1995.tb00338>.
- Artis, D.A. and Carnahan, W.H., 1982. Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. Remote Sensing Environment, 12, 313-329. <https://www.osti.gov/biblio/6428251>

- <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.03.052>.
- Mitchell, A., 2005. The ESRI guide to GIS analysis, volume 2: spatial measurements and statistics. ESRI, Redlands [CA]. <https://www.amazon.com/ESRI-Guide-GIS-Analysis-Measurements/dp/158948116X>
- Pao, Y.H., 1989. Adaptive pattern recognition and neural networks. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Rehman, A., Qin, J., Pervez, A., Sadiq Khan, M., Ullah, S., Ahmad, KH. and Ur Rehman, N., 2022. Land-Use/Land Cover Changes Contribute to Land Surface Temperature: A Case Study of the Upper Indus Basin of Pakistan, Sustainability, 14(934), 1-15. <https://doi.org/10.3390/su14020934>
- Rouse, J.W., Haas, R.H., Schell, J.A. and Deering, D.W., 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS, In: S.C. Freden, E.P. Mercanti, and M. Becker (eds) Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium. Volume I: Technical Presentations, NASA SP-351, NASA, Washington, D.C., 309-317. <https://ntrs.nasa.gov/citations/19740022614>
- Sobrino, J.A., Jiménez-Muñoz, J.C. and Paolini, L., 2004. Land surface temperature retrieval from LANDSAT TM 5. Remote Sensing Environment, 90(4), 434-440. DOI: 10.1016/j.rse.2004.02.003
- Talebi Khiavi, H. and Mostafazadeh, R., 2021. Land use change dynamics assessment in the Khiavchai region, the hillside of Sabalan mountainous area, Geosciences 14, 2257. <https://doi.org/10.1007/s12517-021-08690-z>.
- Walawender, J.P., Szymanowski, M., Hajto, M.J. and Bokwa, A., 2014. Land surface temperature patterns in the urban agglomeration of Krakow (Poland) derived from Landsat-7/ETM+ data. Pure and Applied Geophysics Geophys, 171(6), 913-940. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00024-013-0685-7>
- Xu, H. and Chen, B., 2003. An image processing technique for the study of urban heat island changes using different seasonal remote sensing data. Remote Sensing Technology and Application, 18(3), 129-133. DOI: 10.11873/j.issn.1004-0323.2003.3.129.
- Zhang, C., Luo, L., Xu, W. and Ledwith, V., 2008. Use of local Moran's I and GIS to identify pollution hotspots of Pb in urban soils of Galway, Ireland. Science of The Total Environment, 398, 212-221.
- Zhang, H., Xue, L., Yang, C., Chen, X., Zhang, L. and Wei, G., 2017. Dynamic Assessment on the Landscape Patterns and Spatiotemporal Change in the mainstream of Tarim River, Earth and Environmental Science, 108(032058), 1-9. Doi :10.1088/1755-1315/108/3/032058