

# بررسی وسعت تغییرات جزایر حرارتی سطحی با استفاده از شاخص های پوشش

## گیاهی (مطالعه موردی: شهرستان سرپل ذهاب)

مصطفی دستورانی<sup>۱</sup>

۱. استادیار گروه سنجش از دور و GIS، دانشگاه جغرافیا و علوم زمین، دانشگاه حکیم سبزواری، سبزوار، ایران

**چکیده**  
تحقیق حاضر به منظور اندازه گیری تغییرات جزایر گرمایی سطحی شهری در ۳ مقطع زمانی ۱۹۸۴، ۱۹۹۸ و ۲۰۱۶ با استفاده از شاخص های پوشش گیاهی، شاخص ساخت و ساز شهری و شاخص دمای سطح زمین انجام شده است. بدین منظور پس از تعیین حدود منطقه، مراحل پیش پردازش شامل تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری تصاویر، چینش باندها، موزاییک و برش تصاویر بر اساس محدوده مطالعاتی بر روی تصاویر اسنچنده TM<sup>+</sup> و ETM<sup>+</sup> لندست ۸ صورت گرفت. سپس شاخص های NDVI، SAVI و NDBI بر روی تصاویر اعمال شد و از طریق تفاضل تصاویر، مبادرت به پایش زمانی و مکانی پوشش گیاهی گردید و تغییرات در قالب سه نوع کاهش، افزایش و بدون تغییر مورد بررسی قرار گرفت. همچنین جهت محاسبه شاخص (LST) از باندهای حرارتی ۱۰ و ۱۱ لندست ۸ و باند ۶ لندست ۵ استفاده شد. نتایج نشان داد که دو شاخص NDVI و SAVI روند کاهشی داشته اند ولی شاخص NDBI روند افزایشی داشته است. به طوری که میزان تغییرات در بازه اول از ۷۷ درصد به ۶۳ درصد در شاخص SAVI و در شاخص NDVI از ۴۵ درصد به ۴۱ درصد کاهش پیدا کرده، در حالی که شاخص NDBI در بازه اول ۵۱ درصد بوده و در بازه دوم به ۵۷ درصد افزایش پیدا کرده است. در همین بازه، شاخص LST روندی ناهمگون داشته است؛ ولی به نظر می رسد توزیع این شاخص از حالت گسترده به حالت لکه ای تغییر یافته است بدین معنی که امواج حرارتی در آینده به صورت موضعی در مناطقی از شهر که دچار مشکل تهویه هستند رخ داده و می تواند کیفیت زندگی را کاهش داده و زمینه برای بیماری های مرتبط را فراهم سازد. بنابراین، مناطق مسکونی شهری موجب تشدید جزایر شهری و تراکم پوشش گیاهی باعث تعدیل جزایر حرارتی شهری گردیده است.

**کلمات کلیدی:** پوشش گیاهی، تغییرات دمایی، سنجش از دور، لندست، شهرستان سرپل ذهاب.

چکیده هم به EN ترجمه شود

Mostafa Dastorani<sup>1</sup>

Assistant Professor, Faculty of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University, Sabzevar, Iran

\* Corresponding author e-mail address:  
m.dastorani@hsu.ac.ir:

Formatted: Right-to-left

Commented [1d]: مشخصات نویسنده یا نویسنده گان با فونت B Lotus 13 Bold

فونت مطابق دستورالعمل برای تمام موارد [2d]: Commented  
لازم است  
<https://sanad.iau.ir/Journal/girs/Page/authors>

Deleted: به منظور

Deleted: ساخت و ساز

Commented [3d]: نام سنجنده درست قید شود؛ تاریخ اخذ داده لازم است

Commented [4d]: ماهواره لندست ۸ دارای ۲ سنجنده TIRS و OLS می باشد.

Deleted: دادکه

Deleted: بطوری که

Deleted: و در

Deleted: در حالی که

Deleted: افزایش

Deleted: می رسد

Deleted: لکه ای

Deleted: بصورت

Commented [5d]:

اصلاح انواع خطاهای نگارشی با نرم افزار ویراستیار انجام گیرد  
<https://virastyar.ir/>

Deleted: می تواند

Deleted: بیماری های

Deleted: ساخته شده

Formatted: Font: 11 pt, Complex Script Font: 11 pt



## مقدمه

بر اساس آخرین برآوردها، بیش از ۴۵ درصد از جمعیت زمین در شهرها ساکن هستند و این میزان تا سال ۲۰۳۰ به ۶۰ درصد بالغ خواهد شد (اسمال و میلر [1]). به عقیده بوهانگ و اوردال [2] بین سال های ۲۰۱۰ تا ۲۰۳۰، بیش از ۳ میلیارد نفر به جمعیت شهر نشین اضافه خواهد شد. نابودی اراضی کشاورزی و تبدیل آنها به استفاده های شهری در اثر رشد و گسترش سریع شهرها امری فراگیر و تقریباً اجتناب ناپذیر است. این تغییرات دارای پیامدهای ناخوشایندی برای محیط زیست، مانند کاهش پوشش گیاهی و افزایش دمای محیط خواهد بود (اسمعیلیپور و عزیزپور [۳]).

پوشش سطح زمین تأثیر بسزایی بر دمای اطراف خود دارد (شمسی پور و همکاران [۴]). پوشش زمین نه تنها بر محیط پیرامون تأثیر می گذارد بلکه خود به عنوان مولفه کلیدی در مدیریت منابع اراضی ارزیابی تناسب محیط زیست در نظر گرفته می شود (پاکپالاشمی و همکاران [۵]). افزایش جمعیت موجب شده تا علاوه بر توسعه مرزهای فیزیکی شهرها، بافت درون شهری نیز دگرگون شود. کاهش مساحت زمین های زراعی حومه ای، تخریب پوشش گیاهی و افزایش دمای سطحی زمین در مناطق شهری، پیامدهای منفی توسعه درون شهری، ساختمان سازی، خیابان کشی و سایر فعالیت های مخرب در درون شهرها هستند که سلامت محیط زیست را با خطر جدی مواجه می سازند (ونگ [۶]).

تحقیقات صورت گرفته نشان می دهد که تغییرات آب و هوایی در طی چند دهه اخیر به شدت بر پوشش گیاهی تأثیر داشته است (رضازاده و همکاران [۸]). به همین دلیل ارزیابی تغییرات پوشش زمین در کنار تغییرات دمایی می تواند اهمیت زیادی داشته باشد.

یکی از ابزارهای کلیدی در ارزیابی این تغییرات استفاده از داده های ماهواره ای است. تحقیقات فراوانی در این زمین موجود است. برای نمونه لی و همکاران [۹] به بررسی توانایی سنجنده های مختلف ماهواره لندست در ارزیابی تغییرات پوشش زمین و دمای همزمان آن پرداخته و تغییرات معنی داری در تبدیل پوشش گیاهی به سایر کاربری ها مشاهده کردند. امیری و همکاران [۱۰] به بررسی تغییرات دمای زمین و پوشش گیاهی در شهر تبریز پرداخته و بازه زمانی ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۱ را مد نظر قرار داده اند. بررسی این محققین نشان داد که تغییر پوشش گیاهی به اراضی شهری با بیشترین تغییرات دمایی همراه بوده است. جانگ و همکاران [۱۱، ۱۲] به بررسی رابطه بین چیدمان پوشش سطح اراضی و دمای سطحی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در منطقه ای در کشور چین پرداخته و مشاهده کردند که در بین سال های ۱۹۹۳ و ۲۰۰۶ شاخص دمای سطحی زمین در پوشش های مختلف زمین دچار تغییر و تحول معنی دار شده است. ژائو و همکاران (۲۰۲۰) تغییرات زمانی مکانی ناشی از تغییرات پوشش گیاهی و شهرنشینی را در شهر ژنگ ژو در کشور چین بررسی کردند. شهری که به دلیل توسعه سریع شهرنشینی نمونه بسیاری مناسبی برای ارزیابی تغییرات دما و پوشش گیاهی معرفی شده است. بر این اساس تغییرات رخ داده بین ۲۰۰۰ و ۲۰۱۴ نشان از تغییر ۲/۳۲ درجه سانتی گراد در دمای سطح زمین در مناطق شهری داده است. داده های همزمان شاخص استاندارد پوشش گیاهی نیز افت همزمانی در این بازه نشان داده اند. کافی و همکاران [۱۳] در ارزیابی انجام شده در شهر راجشاهی بنگلادش گزارش داده اند که در طی بازه زمانی ۳۰ ساله نزدیک به ۱۷ درصد از پوشش گیاهی شهری کاسته شده، دمای بیشینه ۱۲ درجه رشد داشته و زمین های عاری از پوشش گیاهی بیشترین دما را ثبت کرده اند. به همین دلیل تبدیل پوشش گیاهی به مناطق مسکونی به شدت بر دمای زمین تأثیر گذاشته

Commented [A1]: نحوه رفرنس دهی طبق فرمت به صورت زیر در کل متن اصلاح گردد

شمسی پور و همکاران (۴) به جای گروه از پرائنز استفاده شود

در فهرست منابع تمام منابع براساس الفبا مرتب: Commented [7d]:  
شود  
بعد شماره گذاری ش.د

Commented [A8]: نحوه رفرنس دهی طبق فرمت به صورت زیر در کل متن اصلاح گردد

شمسی پور و همکاران (۴) به جای گروه از پرائنز استفاده شود

است. سایر تحقیقات مشابه خارجی را می توان کارسون و همکاران [۱۴]، جیلز و همکاران [۱۵]، لو و همکاران [۱۶]، گالو [۱۷]، جیلز [۱۵]، گووارد [۱۸] و ونگ [۷]، لیو و همکاران [۱۹]، جانگ و همکاران [۱۱] معرفی کرده و از جمله تحقیقات داخلی می توان به شکبیا و همکاران [۲۰]، صادقی نیا و همکاران [۲۱] احمدی و همکاران [۲۲] و جهانبخش و همکاران [۲۳]، منصور مقدم و همکاران [۲۴]، کاک امامی و همکاران [۲۵] و هاشمی دره بادامی و همکاران [۲۶، ۲۷] اشاره داشت. داده های سنسجش از دوری این امکان را فراهم می کند که داده بصورت پهنه ای تهیه شود در حالی که استفاده از داده های ایستگاه های هواشناسی و پهنه بندی آن ها با روش های زمین آمار همراه با خطا بوده و هرگز دقت روش های سنسجش از دوری را نخواهد داشت (ون در میر [۲۸]).

یکی از مناطقی در کشور ایران که در این تحقیق مد نظر قرار گرفته شهر سرپل ذهاب است که در طی سالیان گذشته به شدت دچار افت پوشش گیاهی گشته و به همین دلیل بیلان حرارتی آن دچار تغییرات شده است. به همین دلیل برآنیم تا با استفاده از داده های ماهواره ای تغییرات دمای زمین را در کنار تغییرات پوشش گیاهی به دقت بررسی کرده و روند آن را تعیین کنیم. پژوهش حاضر به منظور بررسی تغییرات پوشش گیاهی سطح زمین و تاثیر آن بر الگوهای دمای حرارتی شهر سرپل ذهاب از سه شاخص **Soil (Normalized Difference Vegetation Index) SAVI Adjusted Vegetation Index** و **NDVI (Normalized Difference Built-up Index) NDBI** استفاده خواهد کرد. در ایران اگرچه تحقیقات فراوانی در این زمینه انجام شده ولی ترکیب شاخصی در نظر گرفته شده عمدتاً محدود به شاخص های حرارتی زمین بوده اند. به همین دلیل بررسی همزمان شاخص پوشش گیاهی، پوشش گیاهی اصلاح شده و شاخص حرارت زمین در کنار هم می تواند دید دقیق تری از تغییرات رخ داده ارائه دهد. نتایج این بررسی در زمینه مدیریت فضای سبز شهری، مدیریت توسعه شهری و تحقیقات مشابه کاربرد داشته باشد و به مدیران در برنامه ریزی دقیق تر توسعه ساختمان ها، جاده ها، فضای سبز و حفاظت از توده های سبز شهری اطلاعات دقیقی ارائه دهد.

## مواد و روشها

شهرستان سرپل ذهاب در طول جغرافیایی ۴۵ درجه و ۵۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۴ درجه و ۲۴ درجه جغرافیایی و در غرب کشور ایران و منتهی الیه شیب ارتفاعات زاگرس بر سر راه بین المللی تهران - بغداد موسوم به جاده کربلا واقع گردیده است (شکل ۱). جمعیت این شهرستان برابر با ۸۵۰۳۴۲ نفر بوده است (مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵). ارتفاع متوسط شهرستان از سطح دریا ۵۵۰ متر بوده و در یک تغییر ناگهانی ارتفاع نسبت به شرق شهرستان در فاصله به طول کمتر از ۱۰ کیلومتر پس از طی گردنه پاتاق به بیش از ۱۰۰۰ متر می رسد که این خود باعث ایجاد طبیعتی بسیار جذاب، زیبا و کاملاً متفاوت با اقلیم سرزمینهای قرار گرفته بر روی ارتفاعات مذکور می شود. شهرستان سر پل ذهاب دارای آب و هوایی با زمستانهای معتدل و تابستانهای گرم بوده و حداکثر نزولات جوی در زمستان و مقدار کمی بهار بوده و پائیز و تابستانی خشک و بی باران دارد. بر اساس تقسیم بندی اقلیمی این منطقه دارای سه اقلیم متفاوت با زمستانی معتدل و تابستانی گرم و طولانی در قسمت مرکزی و زمستانی سرد و تابستانی خنک در قسمت شمالی و زمستانی ملایم و تابستانی گرم در قست شمال غربی با متوسط میزان بارندگی ۵۰۰ میلی متر در سال بوده و دارای درجه حرارت کمینه ۳/۴ در دی ماه و بیشینه ۴۴/۸ درجه در گرمترین ماه سال و با تعداد روزهای یخبندان برابر با ۱۵ روز است. در شکل ۲ نیز توسعه اراضی شهری در سرپل ذهاب بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ نمایش داده شده است. کاملاً مشخص است که توسعه زمین

Deleted: موقعیت منطقه مورد مطالعه

Deleted: طول

Deleted: عرض

های شهری به قیمت کاهش زمین های کشاورزی پیرامونی و فضای سبز داخل شهری انجام شده که می تواند بر دمای سطح زمین و در نتیجه دمای اکوسیستم شهری تأثیر بسزایی داشته باشد.



سر پل ذهاب در ایران شکل ۱- موقعیت جغرافیایی شهرستان  
 Fig. 1- Geographical location of SarPoleZahab city in Iran

**[A Commented ۹]:** شکل فاقد کیفیت است  
 نقشه ها خوانا بزرگ و با کیفیت (هر نقشه با حداقل اندازه ۱۳ × ۱۰ سانتی متر) با داشتن جهت شمال، اعداد گزید در حاشیه و اعداد مقیاس و راهنمای نقشه ارخوانا و با کیفیت و با نوشته ها فونت فارسی Blotus ارائه گردد.



ذهاب در استان کرمانشاه بین سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ (منبع: تصاویر ماهواره لندست) شکل ۲- توسعه اراضی شهری سرپل

Fig. 2- urban area expansion in Sarpol Zahab, Kermanshah Province between 2000 and 2020 (Source: Landsat Imageries)

#### روش تحقیق

در پژوهش حاضر با استفاده از تصاویر سنجنده TM و ETM+ ماهواره لندست شماره ۱۶۲۰۳۸ در ۳ مقطع زمانی ۱۹۸۴ و ۱۹۹۸ و ۲۰۱۶ به بررسی تغییرات پوشش گیاهی سطح زمین و تاثیر آن بر الگوهای دمایی حرارتی شهر سرپل ذهاب پرداخته خواهد شد. اطلاعات تصاویر دریافت شده به همراه شماره و ردیف هر تصویر در جدول ۱ ارائه شده است. از آنجایی که برای پایش تغییرات پوشش گیاهی از طریق تصاویر ماهواره‌ای نیاز به چند سری داده متعلق به دوره‌های زمانی مختلف است، در این پژوهش از ۹ سری تصاویر سنجنده‌های لندست مربوط به سه مقطع زمانی ۱۹۸۴، ۱۹۸۸ و ۲۰۱۶ جهت محاسبه شاخص‌های پوشش گیاهی استفاده شد. تصاویر از وبگاه سازمان زمین شناسی آمریکا و آرشیو ماهواره لندست اخذ گردید.

ابتدا نقشه توپوگرافی ۱:۵۰۰۰۰ محدوده مطالعاتی تعیین حدود گردید. پس از تعیین حدود منطقه، مراحل پیش پردازش شامل تصحیحات رادیومتریک و اتمسفری تصاویر، چینش باندها، موزاییک و برش تصاویر بر اساس محدوده مطالعاتی در نرم‌افزار Erdas بر روی تصاویر صورت گرفت. سپس از ۳ شاخص نرمال شده تفاوت پوشش گیاهی (NDVI)، شاخص طیفی پوشش گیاهی تعدیل شده (SAVI) و شاخص تفاضلی یکنواخت شده شهری (NDBI) استفاده شد.

شاخص استاندارد شده پوشش گیاهی (NDVI) در تعیین اختلافات پوشش گیاهی از سایر پوشش‌های اراضی استفاده می‌شود. مقادیر این شاخص که بین ۱- تا ۱ در نوسان است به ترتیب نشان دهنده مناطق منابع آبی، مناطق بایر بدون پوشش گیاهی و طیفی از پوشش تنک تا پوشش متراکم گیاهی است. این شاخص توسط روز و همکاران (۱۹۷۳) به شکل زیر تعریف شده است:

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

در این رابطه NIR نشان دهنده باند مادون قرمز نزدیک و R نشان دهنده باند قرمز است.

[A Commented 10]: شکا فاقد کیفیت است

نقشه‌ها خوانا بزرگ و با کیفیت (هر نقشه با حداقل اندازه ۱۰×۱۳ سانتی‌متر) با داشتن جهت شمال، اعداد گرید در حاشیه و اعداد مقیاس و راهنمای نقشه ارخوانا و با کیفیت و با نوشته‌ها فونت فارسی Blotus ارائه گردد.

~~Deleted~~ - شاخص استاندارد پوشش گیاهی

~~Deleted~~: تعییت

Commented [11]: شماره رفرنس لازم است

[A Commented 12]: کلیه شماره رابطه‌ها به فارسی ارائه گردد

[1]

شاخص پوشش گیاهی **NDVI** به دلیل آنکه به شدت تحت تأثیر نویز ناشی از پس زمینه قرار می گیرد، در مناطق خشک و با پوشش تنک دچار خطا می شود. به همین دلیل بهتر است از شاخص اصلاح شده پوشش گیاهی نیز که با نام شاخص تعدیل شده پوشش گیاهی بر اساس خاک (SAVI) نیز شناخته می شود، در کنار شاخص **NDVI** استفاده کرد (ایمانی و همکاران، ۲۰۱۸). این شاخص توسط هویت (۱۹۸۸) به شکل زیر تعریف شده است:

$$SAVI = ((NIR - R) / (NIR + R + 0.5)) * (1.5) \quad [2]$$

که در آن در این رابطه NIR نشان دهنده باند مادون قرمز نزدیک و R نشان دهنده باند قرمز است.

شاخص تفاضلی یکنواخت شده شهری با استفاده از داده های باندهای مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز با طول موج کوتاه SWIR عمل می کند. این شاخص توسط جا و همکاران [۲۹] به شکل زیر تعریف شده است:

$$NDBI = (SWIR - NIR) / (SWIR + NIR) \quad [3]$$

پس به منظور تعیین تغییرات بلند مدت هر کدام از شاخص ها اقدام به تولید تصاویر تفاضلی کردیم. تصاویر تولید شده به سه دسته کاهش، افزایش و بدون تغییر طبقه بندی شدند (ویسی و همکاران [۳۰]). برای این منظور از رابطه ۴ استفاده شد که به شکل زیر تعریف می شود (جانگ و همکاران [۱۱]):

$$|\Delta NDVI| = NDVI_o - NDVI_r + C \quad [4]$$

که در آن NDVI<sub>o</sub> مقادیر NDVI سال نخست دوره و NDVI<sub>r</sub> مقادیر NDVI سال پایانی دوره بررسی می باشد.  $\Delta NDVI$  نیز نشان دهنده قدر مطلق تغییرات در بازه زمانی مورد نظر است.

جدول ۱. پایگاه داده فضایی و معادله استخراج NDVI و LST (ویسی و همکاران [۳۰])

Table 1. Spatial Database and NDVI and LST Extraction Equation (Veisi et al [30])

ردیف	ستون	باندهای مورد استفاده	دامنه طیفی (نانومتر)	اندازه پیکسل (متر)	سنجنده
۳۶	۱۶۸	۳	۶۹۰-۶۳۰	۳۰×۳۰	TM
		۴	۹۰۰-۷۶۰		
		۵	۱۷۵۰-۱۵۵۰		
۳۶	۱۶۸	۴	۶۷۰-۶۴۰	۳۰×۳۰	OLI
		۵	۸۸۰-۸۵۰		
		۶	۱۶۵۰-۱۵۷۰		

برای محاسبه شاخص دمای سطحی (LST) در GIS، ابتدا باید باندهای حرارتی ۱۰ و ۱۱ لندست ۸ و باند ۶ لندست ۵ را با استفاده از رابطه ۵ به رادیانس، و با رابطه ۷ به بازتاب تبدیل کرد (رانکستو همکاران [۳۱])

$$L_{\lambda} = MLQ_{cal} + A_L \quad [5]$$

$$P_{\lambda} = (\pi L_{\lambda} d^2) / (E_{sun} \cos \theta) \quad [6]$$

**Deleted**: شاخص تعدیل شده پوشش گیاهی

**Deleted**

**Commented [13]**: شماره رفرنس فقط لازم است

**Deleted**: استاندارد

**Commented [14]**:

**Formatted**: Font: 12 pt, Complex Script Font: B Lotus, 12 pt, (Complex) Persian, Pattern: Clear (White)

**Deleted**: شاخص تفاضلی یکنواخت شده شهری

**Deleted**: بررسی تغییرات زمانی

**Commented [15]**: شماره رفرنس فقط لازم است

**Commented [16]**: شماره رفرنس فقط لازم است: یکی از مقالات چاپ شده در مجله را مشاهده نمایید

**Formatted**: Font: 11 pt, Complex Script Font: 12 pt

**Commented [17]**: تمام جداول در داخل متن قید اشاره شود

**Commented [18]**: شماره رفرنس فقط لازم است

**Commented [19]**: تاریخ تصاویر لازم است

**Deleted**: محاسبه شاخص دمای سطحی

**Commented [20]**: فقط شماره

**Commented [21]**: فرمول غلط تایپ شده است

که در اینجا  $L\lambda$  رادیانس طیفی بالای اتمسفر (بر حسب وات بر مترمربع در استی رادیان در میکرومتر)،  $ML$  باند خاص عامل تغییر مقیاس ضربی در فایل متادیتا و  $AL$  باند خاص فاکتور تغییر مقیاس از متادیتا و  $Qcal$  ارزش تدریجی و کالیبره پیکسل محصول استاندارد (DN),  $Esun$ , میانگین بازتابش خورشید بر فراز جو بر حسب وات بر مترمربع در میکرومتر).  $\theta$  زاویه اوج خورشیدی بر حسب درجه،  $d$ ، فاصله زمین تا خورشید و  $\pi$  نیز  $3/141592$  می‌باشد.

$$\left( \frac{K_2}{\ln\left(\frac{K_1}{L\lambda} + 1\right)} \right) - KT \quad [7]$$

که در اینجا  $T$  دمای روشنایی (درجه سانتی‌گراد)،  $K1$  و  $K2$  ضرایب کالیبراسیون (جدول ۲) و  $L\lambda$  رادیانس طیفی بالای اتمسفر،  $K$  برابر با  $273/16$  می‌باشد. به دمای روشنایی، در نهایت با استفاده از رابطه ۷ به درجه حرارت روشنایی ماهواره تبدیل کردیم.

### شرح $Pv$ لازم است

$$Pv = \frac{(NDVI - NDVImin)^2}{(NDVImax - NDVImin)^2} \quad [8]$$

$NDVImax$  و  $NDVImin$  به ترتیب مقدار حداکثر و حداقل شاخص  $NDVI$  می‌باشند (منبع: وبگاه سازمان زمین شناسی آمریکا <https://earthexplorer.usgs.gov>).

$$e = 0.004 * Pv + 0.98 \quad [9]$$

که در آن  $Pv$  گسیلمندی سطح زمین است. در نهایت دمای سطح زمین بر اساس رابطه ۹ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$LST = \frac{BT}{1+w} * \left(\frac{BT}{p}\right) * \ln(e) \quad [10]$$

که در اینجا  $BT$  روشنایی ماهواره،  $w$  طول موج تخمینی رادیانس،  $p$  یک مقدار ثابت می‌باشد که برابر  $14380$  است و  $e$  از رابطه ۸ به دست می‌آید.

جدول ۲. ضرایب کالیبراسیون باند ۱۰ و ۱۱ ماهواره لندست ۸ و باند ۶ لندست ۵

Table 2. Calibration coefficients of band 10 and 11 of Landsat 8 satellite and band 6 of Landsat 5

باند ۶	باند ۱۱	باند ۱۰	ضرایب کالیبراسیون
۶۰۷/۷۶	۴۸۰/۸۸۸۳	۷۷۴/۸۸۵۳	K1
۱۲۶۰/۵۶	۱۲۰۱/۱۴۴۲	۱۳۲۱/۰۷۸۹	K2

### نتایج

نتایج شاخص  $NDVI$  برای سال های ۱۹۸۴، ۱۹۸۹ و ۲۰۱۶ در شکل ۲ ارائه شده است. نتایج این شاخص نشان از افت ناچیز پوشش گیاهی در منطقه می دهد به شکلی که بیشینه پوشش گیاهی در سال ۱۹۸۴ از میزان ۰/۷۱ به ۰/۷۲ در سال ۲۰۱۶



رسیده که نشان می دهد پوشش گیاهی از نظر این شاخص تغییر نداشته است. البته باید دقت داشت که میزان این شاخص در محدوده شهری کاهش محسوس نشان می دهد. همانطور که در شکل ۲ نیز نشان داده شده بر تراکم شهری این منطقه افزوده شده و به همین دلیل فضای سبز داخل شهر کاهش داشته است. همین اختلاف ایجاد شده در تصاویر تفاضلی بدست آمده در شکل ۴ کاملاً محسوس است به شکلی که بین سال های ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۶، تغییر محسوس در شاخص NDVI رخ داده و لکه های کاهش این شاخص رشد مشخصی از خود نشان می دهند بدین معنی که اراضی شهری در حال تهی شدن از لکه های پوشش گیاهی هستند. البته زمین های کشاورزی کنار محدوده شهری نشان از بهبود شاخص NDVI دارند که می تواند به دلیل تغییر در برنامه های زراعی در میان تصاویر دریافتی رخ داده باشد. تغییر مساحت این شاخص در بازه های زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ در جدول ۳ ارائه شده است. همانطور که مشخص است در بازه زمانی اول ۷۶۳ هکتار روند کاهشی داشته ولی در بازه زمانی دوم ۸۱۵ هکتار روند کاهشی از خود نشان داده اند بدین معنی که در بازه زمانی دوم حجم زیادی از فضای سبز شهری از دست رفته است.

همانطور که گفته شد، شاخص NDVI می تواند بر اثر غالبیت بازتاب تصویر زمینه که در اینجا فضای مسکونی داخل شهر است دچار خطا شود. به همین دلیل از شاخص SAVI برای جبران این مورد استفاده شد. نتایج بدست آمده برای این شاخص نشان می دهد که این شاخص نیز در راستای شاخص NDVI نشان از کاهش پوشش گیاهی در محدوده شهری می دهد (شکل ۳). در شکل ۴ نیز شاخص تفاضلی نشان می دهد که این شاخص در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۸ رشد مشخص و در بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۶ کاهش مشخصی داشته است و بر حجم لکه های کاهش شاخص پوشش گیاهی افزوده شده است. در جدول ۳ نیز مشخص است که در بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۶ نسبت به بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۸ مساحت بسیار بیشتری از اراضی دچار کاهش در شاخص SAVI شده اند که در کنار شاخص NDVI نشان از تخریب پوشش گیاهی در منطقه می دهد.

شاخص NDBI نشان دهنده مساحت اراضی ساخت و ساز شده است به شکلی کاملاً مشخصی رشد محدوده شهری را نشان می دهد. در شکل ۳ کاملاً مشخص است که در سال ۲۰۱۶ لکه های حداکثری شاخص NDBI کاملاً به چشم می خورد که نشان از توسعه مناطق مسکونی می دهد. ارزیابی شاخص تفاضلی در شکل ۴ نیز نشان می دهد که لکه های افزایشی در هر دو بازه از نظر مساحت رشد داشته اند. همین امر در جدول ۳ نیز ارائه شده است به شکلی که لکه های افزایشی در بازه زمانی اول و دوم به ترتیب ۷۱۵ و ۷۹۷ هکتار بوده که سرعت گیری روند ساخت و ساز را نشان میدهد.

تغییراتی که در شاخص های پوشش گیاهی و توسعه شهری رخ داده باید خود را در تغییرات شاخص حرارتی نیز نشان دهد. بر همین اساس شاخص LST که نماینده دمای سطح زمین است در سال های مختلف در شکل ۵ ارائه شده است. نکته جالب توجه آنکه این شاخص در سال ۱۹۸۴ مقادیر بیشتری از سال ۲۰۱۶ نشان می دهد که احتمالاً به دلیل آنومالی هواشناسی بوده است. در کل تغییراتی که در سال های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ رخ داده نشان از افزایش لکه های دمای حداکثری است. بدین معنی که جزایر حرارتی حداکثری در این منطقه شهری در حال شکل گیری هستند. مساحت اراضی دچار افزایش دما در بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۶ در حدود ۳۵۴ هکتار بوده است. هرچند در همین بازه زمانی اوج شاخص LST افت داشته که همچنان می تواند به دلیل آنومالی

Deleted: نتایج شاخص SAVI

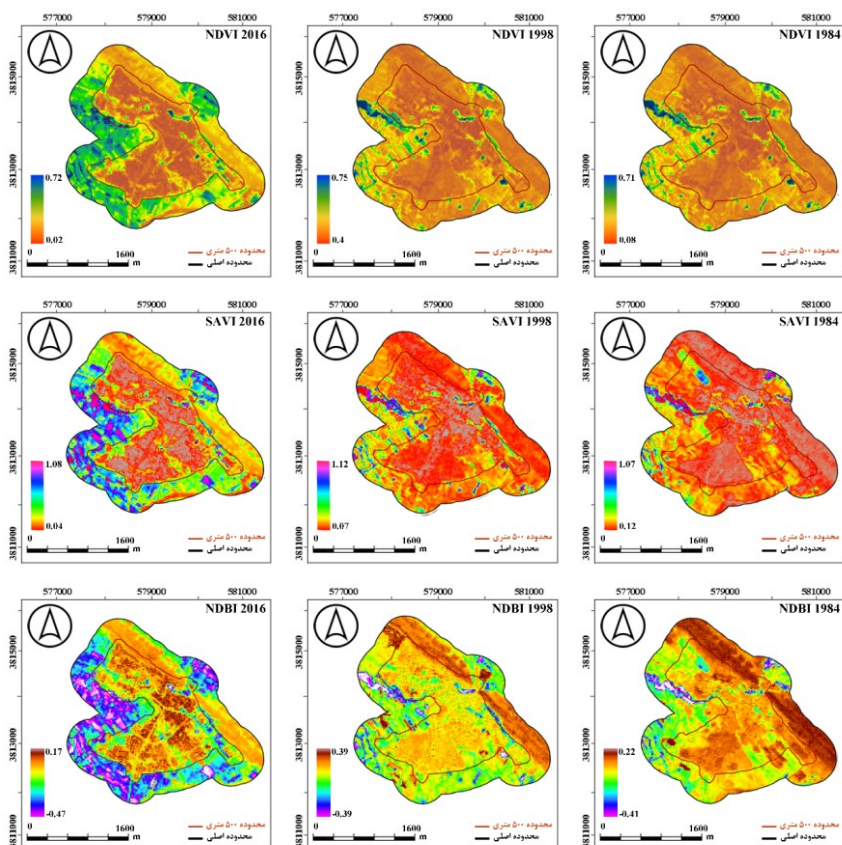
Deleted: نتایج شاخص NDBI

این

Deleted: که

Deleted: نتایج شاخص LST

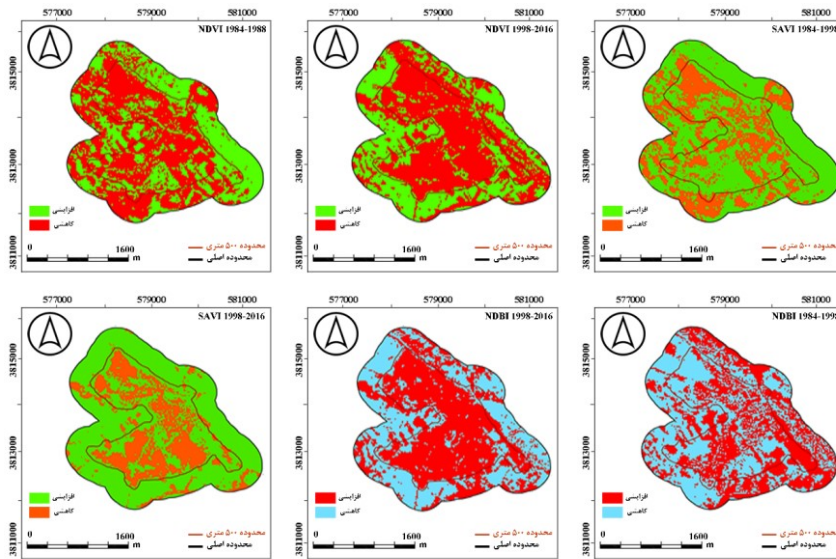
های آب و هوایی در سال های مختلف باشد اما نکته مهم آن است که این شاخص در سال ۲۰۱۶ هرچه بیشتر شکل جزیره حرارتی به خود گرفته که می تواند بر دمای محدوده شهری تأثیر معنی داری داشته باشد.



شکل ۳- پهنه سه شاخص NDVI, NDBI, SAVI در سالهای ۱۹۸۴، ۱۹۹۸ و ۲۰۱۶  
 Fig. 3- The distribution of the three indices LST, NDVI, NDBI, SAVI in 1984, 1998 and 2016.

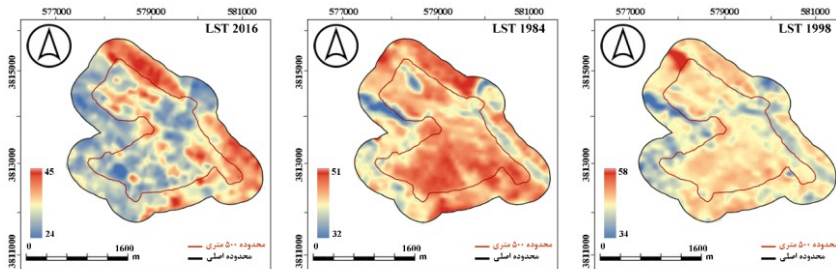
Commented [A]: شکل فاقد کیفیت است  
 نقشه‌ها خوانا بزرگ و با کیفیت (هر نقشه با حداقل اندازه ۱۰×۱۳ سانتی‌متر) با داشتن جهت شمال، اعداد گرید در حاشیه و اعداد مقیاس و راهنمای نقشه ارخوانا و با کیفیت و با نوشته ها فونت فارسی Blotus ارائه گردد.

Commented [29]: دامنه لژند باید برای هر نوع یکسان درج ش...د



شکل ۴- میزان تغییرات سه شاخص LST, NDVI, NDBI, SAVI در سالهای ۱۹۸۴، ۱۹۹۸ و ۲۰۱۶  
 Fig. 3- The rate of change of the three indices LST, NDVI, NDBI, SAVI in 1984, 1998 and 2016.

**[A Commented 20]:** شکل فاقد کیفیت است  
 نقشه‌ها خوانا بزرگ و با کیفیت (هر نقشه با حداقل اندازه ۱۰×۱۳ سانتی‌متر) با داشتن جهت شمال، اعداد گرید در حاشیه و اعداد مقیاس و راهنمای نقشه ارخوانا و با کیفیت و با نوشته‌ها فونت فارسی Blotus ارائه گردد.



شکل ۵- تغییرات شاخص حرارتی در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ در شهر سرپل ذهاب  
 Fig. 5- Changes in LST index over 1984 to 2016 in Sarpol Zahab City

**[A Commented 21]:** شکل فاقد کیفیت است  
 نقشه‌ها خوانا بزرگ و با کیفیت (هر نقشه با حداقل اندازه ۱۰×۱۳ سانتی‌متر) با داشتن جهت شمال، اعداد گرید در حاشیه و اعداد مقیاس و راهنمای نقشه ارخوانا و با کیفیت و با نوشته‌ها فونت فارسی Blotus ارائه گردد.

جدول ۳. میزان تغییرات سه شاخص SAVI, NDVI و NDBI در مقاطع زمانی مورد مطالعه

Table 3. The rate of change of the three indicators SAVI, NDVI and NDBI in the studied time periods.

درصد	مقدار	تغییرات	شاخص
70.0	977.9	+	SAVI_1984-1998
29.9	418.4	-	
63.9	892.9	+	

**[A Commented 22]:** کلیه اعداد داخل جدول با فونت فارسی Blotus ارائه گردد

36.0	503.3	-	SAVI_1998-2016
45.3	632.6	+	NDVI_1984-1998
54.6	763.7	-	
41.6	581.2	+	NDVI_1998-2016
58.3	815.1	-	
51.2	715.8	+	NDBI_1984-1998
48.7	680.4	-	
57.0	797.0	+	NDBI_1998-2016
42.9	599.3	-	
58.6	824.1	+	LST_1984-1998
25.9	223.1	-	
31.7	269.7	+	LST_1998-2016
40.1	563.2	-	

### بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق، به ارزیابی تغییرات هم‌زمان شاخص‌های پوشش گیاهی، ساخت‌وساز شهری و تغییرات دمایی در شهر سرپل ذهاب در استان کرمانشاه پرداختیم. شاخص‌های گیاهی به‌کاررفته شامل شاخص NDVI و SAVI، شاخص ساخت‌وساز NDBI و شاخص حرارتی LST بوده‌اند که به تفسیر یافته‌های یافته‌ها... هرکدام از شاخص‌ها شاخص... خواهیم پرداخت. همان‌طور که بیان شد، شاخص NDVI در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ در منطقه مطالعاتی دچار افت شده است. توسعه اراضی شهری و نابودی فضای سبز شهری تنها دلیل اصلی این امر نیست. خشک‌سالی‌های خشک‌سالی‌های... اخیر گیاهی در منطقه باشد. به دنبال کمبود آب و خشک شدن اراضی کشاورزی، سهم عمده‌ای از آن‌ها به مناطق شهری اضافه می‌شوند. قیومی [۳۲] نیز بیان داشته که ۵۱ هزار هکتار کاربری دیگر به اراضی شهری اصفهان افزوده شده است. لایقی مقدم و صدیقی (۱۳۹۴) نیز گزارش داده‌اند که حجم عظیمی از زمین‌های کشاورزی پاکدشت تهران در حال افزوده شدن به اراضی شهری است. نتایج تحقیقات کبیری و عموشاهی [۳۳] در خمینی شهر اصفهان نیز نشان داد که تغییرات کاربری زمین‌های کشاورزی به شهری بانگیزه‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی در حال وقوع است.

اما از آنجاکه شاخص NDVI به‌تنهایی در مناطق شهری و گرم و خشک قابل‌اتکا نیست (موراویتز و همکاران [۳۴]) از شاخص دیگری به نام شاخص تعدیل‌شده پوشش گیاهی SAVI نیز استفاده کردیم. نتایج این شاخص نیز هم‌راستا با شاخص NDVI نشان از کاهش پوشش گیاهی در منطقه داشته است.

همان‌طور که بیان شد، شاخص‌های پوشش گیاهی به دلیل رشد فضای شهری در حال کاهش بوده‌اند. به همین دلیل اقدام به بررسی این امر با شاخص NDBI یا شاخص استاندارد ساخت‌وساز نمودیم. این شاخص به‌وضوح نشان‌دهنده توسعه اراضی مسکونی و افزایش تراکم ساختمان‌های شهری بوده است. این افزایش تراکم نه‌تنها در راستای افق بلکه در راستای عمود و همراه با افزایش ساختمان‌های چندطبقه بوده است. افزایش حجم ساختمان و ارتفاع آن‌ها می‌تواند به سکون هوای داخل شهر و افزایش تعداد جزایر حرارتی منجر شود. این امر با تحقیقات روزنفلد و همکاران [۳۵]، اکبری و کولوکوتسا [۳۶] و دوسانتوس و همکاران [۳۷] همخوانی دارد که همگی تأثیر افزایش حجم عمودی و افقی ساختمان‌ها را بر تغییرات حرارتی شهرها گزارش کرده‌اند.

در کنار تغییرات پوشش گیاهی و شاخص ساخت‌وساز، تأثیرات هم‌زمان حرارتی در منطقه شهری با استفاده از شاخص LST بررسی شد. تغییرات این شاخص اما اندکی ناهمگنی در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ از خود نشان داد. دلیل اصلی این امر را می‌توان

Deleted: Section Break (Continuous)

Deleted: هم‌زمان... شاخص‌های شاخص‌های... پوشش گیاهی، ساخت‌وساز ساخت و ساز... شهری و تغییرات دمایی در شهر سرپل ذهاب در استان کرمانشاه پرداختیم. شاخص‌های شاخص‌های... گیاهی به‌کاررفته کار رفته... شامل شاخص NDVI و SAVI، شاخص ساخت‌وساز ساخت و ساز... NDBI و شاخص حرارتی LST بوده‌اند... که به تفسیر یافته‌های یافته‌ها... هرکدام از شاخص‌ها شاخص... خواهیم پرداخت.

همان‌طور همان‌طور... که بیان شد، شاخص NDVI در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ در منطقه مطالعاتی دچار افت شده است. توسعه اراضی شهری و نابودی فضای سبز شهری تنها دلیل اصلی این امر نیست. خشک‌سالی‌های خشک‌سالی‌های... اخیر خدادهرخ داده... در منطقه در نتیجه در نتیجه... تغییر اقلیم نیز

شماره: [33] Commented

Deleted: داده‌اند... که حجم عظیمی از زمین‌های زمین‌های... کشاورزی پاکدشت تهران در حال افزوده شدن به اراضی شهری است. نتایج تحقیقات کبیری و عموشاهی [۳۳] در خمینی شهر اصفهان نیز نشان داد که تغییرات کاربری

Deleted: از آنجا که... شاخص NDVI به‌تنهایی به‌تنهایی... در مناطق شهری و گرم و خشک قابل‌اتکا قابل‌اتکا... نیست (موراویتز و همکاران [۳۴]) از شاخص دیگری به نام شاخص

Deleted: همان‌طور... که بیان شد، شاخص‌های شاخص‌های... پوشش گیاهی به دلیل رشد فضای شهری در حال کاهش بوده‌اند... به همین دلیل اقدام به بررسی این امر با شاخص NDBI یا شاخص استاندارد ساخت‌وساز ساخت و ساز

Deleted: ساخت و ساز... تأثیرات هم‌زمان هم‌زمان... حرارتی در منطقه شهری با استفاده از شاخص LST بررسی شد. تغییرات این شاخص اما اندکی ناهمگنی در بازه زمانی ۱۹۸۴

آنومالی های حرارتی در سال های مورد نظر بیان داشت. ولی در عین حال به نظر می رسد تعداد لکه های حرارتی در منطقه شهری افزایش داشته اند. بدین معنی که اگر پیشتر افزایش دما به صورت یکنواخت در محدوده شهری رخ می داده اکنون الگوی افزایش دما به صورت جزیره ای عمل می کند و برخی مناطق شهری که دچار مشکل تهویه هوا هستند در معرض خطر افزایش دما به صورت محلی خواهند بود. نتایج تحقیقات گوها و همکاران [۳۸] در شهر رایپور هند و حسن و همکاران [۳۹] در مناطق شهری جنوب آسیا نشان از افزایش لکه های حرارتی در مناطق شهری به دلیل کاهش پوشش گیاهی است. این لکه های حرارتی می تواند تأثیر بسزایی بر سلامت و راحتی زندگی ساکنین مناطق شهری داشته باشد. به عقیده شارما و همکاران [۲۹] که افزایش ۶/۴ دمای شاخص LST در یکی از شهرهای هند را در بازه ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۹ گزارش داده اند، افزایش دما و جزایر حرارتی در مناطق شهری می تواند بر شاخص سهولت زندگی ساکنین مناطق مسکونی تأثیر مخربی داشته باشد.

در نهایت به نظر می رسد تغییر کاربری اراضی و کاهش فضای سبز شهری در سرپل ذهاب به افزایش دمای منطقه و ایجاد جزایر حرارتی در منطقه انجامیده باشد. به همین دلیل لازم است تا مدیران شهری نسبت به سبک توسعه شهرک های مسکونی و نوع ساختمان ها دقت بیشتری به عمل آورند. یکی دیگری از عواملی که می تواند در آینده بر افزایش دمای مناطق شهری بیفزاید، تغییر اقلیم و خشک سالی ها هستند. این دو عامل به کاهش منابع آبی به کاهش تعادل حرارتی انجامیده که خود به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر پوشش گیاهی مناطق شهری تأثیر خواهد داشت. کاهش پوشش گیاهی نیز خود به افزایش حرارت کمک خواهد کرد. به همین دلیل عوامل مختلف به صورت هم افزا منجر به افزایش دما در این مناطق خواهند شد. لازم است تا برای مقابله با این شرایط حتمی تمهیدات لازم در نظر گرفته شود. از میان این روش های تحقیق حاضر می توان به نبود اطلاعات زمینی دقیق از دمای سطحی و عدم امکان صحت سنجی کامل اطلاعات اشاره کرد که باید در تحقیقات آتی مدنظر قرار بگیرد.

#### تقدیر و تشکر

مایلم از دانشگاه حکیم سبزواری به خاطر حمایت های مالی و معنوی صورت گرفته صمیمانه تشکر نمایم. طرح حاضر برگرفته از رساله یا طرح تحقیقاتی مصوب نیست اما حمایت های دانشگاه حکیم سبزواری و گروه جغرافیایی در تأمین داده و بهبود روش سنجی تحقیق را قدر می دانم. همچنین از داوران محترم و هیئت تحریریه مجله که به بهبود کیفیت مقاله کمک شایانی نمودند بسیار سپاسگزاریم.

#### منابع مورد استفاده

- Small C Miller R B. 1999. Monitoring the urban environment from space. Columbia University, Palisades, NY, USA: Lamont Doherty Earth Observatory.
- Buhaug HURdal H. 2013. An urbanization bomb? Population growth and social disorder in cities. Global environmental change, 23(1): 1-10.
- Azizpour MEsma'eelpour N. 2009. Change of agricultural land use and relative increase of temperature in Yazd due to its rapid growth. Journal of Geography and Regional Development, 7(12).

**Deleted:** آنومالی های... حرارتی در سال های سال های... مورد نظر مورد نظر... بیان داشت. ولی در عین حال در عین حال... به نظر می رسد می رسد... تعداد لکه های لکه های... حرارتی در منطقه شهری افزایش داشته اند داشته اند

**Commented [34]:** ؟

**Deleted:** بصورت... یکنواخت در محدوده شهری رخ می داد می داد... اکنون الگوی افزایش دما به صورت بصورت... جزیره ای جزیره ای... عمل می کند می کند... و برخی مناطق شهری که دچار مشکل تهویه هوا هستند در معرض خطر افزایش دما به صورت بصورت... محلی خواهند بود. نتایج تحقیقات گوها و همکاران [۳۸] در شهر رایپور هند و حسن و همکاران [۳۹] در مناطق شهری جنوب آسیا نشان از افزایش لکه های لکه های... حرارتی در مناطق شهری به دلیل کاهش پوشش گیاهی است. این لکه های لکه های... حرارتی می تواند تأثیر بسزایی بر سلامت و

**Deleted:** در نهایت... به نظر می رسد می رسد... تغییر کاربری

**Commented [35]:** ؟؟؟  
فارسی نوشته شود  
منجر شده

**Deleted:** شهرک های... مسکونی و نوع ساختمان ها ساختمان ها... دقت بیشتری به عمل آورند عمل آورند... یکی دیگری از

**Deleted:** حمایت های... مالی و معنوی صورت گرفته صمیمانه تشکر نمایم. طرح حاضر برگرفته از رساله یا طرح

**Deleted:** ؟

**Commented [37]:** هرست منابع تمام منابع بر اساس الفبا مرتب شود  
بعد شماره گذاری شود  
<https://sanad.iau.ir/Journal/girs/Page/authors>

**Deleted:** مورد استفاده

**Formatted:** Font: (Default) Times New Roman, Complex Script Font: Times New Roman

4. Shamsipur A S, Azizi A H, Karimi Ahmadabad MMOqbel M. 2014. Study of the temperature pattern of physical surfaces in different climatic conditions. *Natural Geography Research*, 1(1): 76-81.
5. Packialakshmi S, Ambujam NMahalingam S. 2010. Emerging land use changes and their effects on groundwater: a study of the Mambakkam mini watershed, southern suburban area of Chennai, India. *Journal of Environmental Research and Development*, 5(2): 340-349.
6. Weng Q Lu D. 2009. Landscape as a continuum: an examination of the urban landscape structures and dynamics of Indianapolis City, 1991–2000, by using satellite images. *International Journal of Remote Sensing*, 30(10): 2547-2577.
7. Weng Q. 2001. A remote sensing? GIS evaluation of urban expansion and its impact on surface temperature in the Zhujiang Delta, China. *International journal of remote sensing*, 22(10): 1999-2014.
8. Rezazadeh M, Irannejad PShao Y. 2013. Climatology of the Middle East dust events.  *Aeolian Research*, 10: 103-109.
9. Li F, Jackson T J, Kustas W P, Schmugge T J, French A N, Cosh M H Bindlish R. 2004. Deriving land surface temperature from Landsat 5 and 7 during SMEX02/SMACEX. *Remote sensing of environment*, 92(4): 521-534.
10. Amiri R, Weng Q, Alimohammadi AAlavipanah S K. 2009. Spatial–temporal dynamics of land surface temperature in relation to fractional vegetation cover and land use/cover in the Tabriz urban area, Iran. *Remote sensing of environment*, 113(12): 2606-2617.
11. Zhang H, Yin Y, An H, Lei J, Li M, Song J Han W. 2022. Surface urban heat island and its relationship with land cover change in five urban agglomerations in China based on GEE. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(54): 82271-82285.
12. Zhang Y, Odeh I O Ramadan E. 2013. Assessment of land surface temperature in relation to landscape metrics and fractional vegetation cover in an urban/peri-urban region using Landsat data. *International Journal of Remote Sensing*, 34(1): 168-189.
13. Kafy A-A, Al Rakib A, Akter K S, Rahaman Z A, Mallik S, Nasher N R, Hossain M I Ali M Y. 2021. Monitoring the effects of vegetation cover losses on land surface temperature dynamics using geospatial approach in Rajshahi city, Bangladesh. *Environmental Challenges*, 4: 100187.
14. Carlson T N, Gillies R R Perry E M. 1994. A method to make use of thermal infrared temperature and NDVI measurements to infer surface soil water content and fractional vegetation cover. *Remote sensing reviews*, 9(1-2): 161-173.
15. Gillies R, Kustas W Humes K. 1997. A verification of the 'triangle' method for obtaining surface soil water content and energy fluxes from remote measurements of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) and surface  $\epsilon$ . *International journal of remote sensing*, 18(15): 3145-3166.
16. Lo C P, Quattrochi D A Luvall J C. 1997. Application of high-resolution thermal infrared remote sensing and GIS to assess the urban heat island effect. *International journal of Remote sensing*, 18(2): 287-304.
17. Gallo K P Owen T W. 1998. Assessment of urban heat Islands: A multi-sensor perspective for the Dallas-Ft. worth, USA region. *Geocarto International*, 13(4): 35-41.
18. Goward S N, Xue Y Czajkowski K P. 2002. Evaluating land surface moisture conditions from the remotely sensed temperature/vegetation index measurements: An exploration with the simplified simple biosphere model. *Remote sensing of environment*, 79(2-3): 225-242.
19. Liu J, Ren Y, Tao H Shalamzari M J. 2021. Spatial and Temporal Variation Characteristics of Heatwaves in Recent Decades over China. *Remote Sensing*, 13(19): 3824.
20. Shakiba A, Firoozabadi P, Ashourloo D Namdari S. 2009. Analysis of relationship between land use/cover and urban heat island, using ETM+.
21. Sadeginia A, Alijani B, Zeaiean F P Khaledi S. 2013. Application of Spatial autocorrelation techniques in analyzing the heat island of Tehran.

22. Ahmadi M, Ashourloo DNarangifard M. 2012. Temporal-spatial changes of thermal and land use patterns of Shiraz city using TM & ETM sensor data. *Iranian Journal of Remote Sensing & GIS*, 4(4): 55-68.
23. Jahanbakhsh S, Zahedi NValizadeh Kamran K. 2011. Calculation of land surface temperature using SEBAL method and decision tree in GIS RS, in the central part of Maragheh region. *Geography and Planning*, 16(38): 19-42.
24. Mansourmoghaddam M, Rousta I, Zamani M, Mokhtari M H, Karimi Firozjaei MAlavipanah S K. 2021. Study and prediction of land surface temperature changes of Yazd city: Assessing the proximity and changes of land cover. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 12(4): 1-27.
25. Kakehmami A, Ghorbani A, Asghari Sarasekanrood S, Ghale EGhafari S. 2020. Study of the relationship between land use and vegetation changes with the land surface temperature in Namin County. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 11(2): 27-48.
26. Hashemi Dareh Badami S, Nouraisefat I, Karimi SNazari S. 2015. Development trend analysis of urban heat island regarding land use/cover changes using time series of landSat images. *Journal of RS and GIS for Natural Resources*, 6(3): 15-28.
27. Hashemi M, AlaviPanah KDinarvandi M. 2013. Evaluation of spatial distribution of surface temperature in urban environment using thermal remote sensing. *Journal of Environmental Studies*, 1(1): 81-92.
28. Van der Meer F. 2012. Remote-sensing image analysis and geostatistics. *International Journal of Remote Sensing*, 33(18): 5644-5676.
29. Zhao H, Tan J, Ren ZWang Z. 2020. Spatiotemporal characteristics of urban surface temperature and its relationship with landscape metrics and vegetation cover in rapid urbanization region. *Complexity*, 2020.
30. Veisi V, *Assessment of land degradation based on biophysical indicators using geospatial data (study sample: NawaKooch forests)*. 2016, Kashan University.: Kashan, Iran.
31. Rundquist D C, Lawson M P, Queen L PCerveney R S. 1987. The Relationship Between Summer-Season Rainfall Events and Lake-Surface Area 1. *JAWRA Journal of the American Water Resources Association*, 23(3): 493-508.
32. Ghayoumi Mohammadi H. 2000. Warning about converting agricultural lands to urban: A case study of Isfahan. *Soil and Water Sciences*, 14(2): 154-163.
33. Kabiri FAmoshahi N, *Investigating the strategies for preserving agricultural lands and gardens in the process of urban development: a case study of Khomeini Shahr*, in *Annual Conference on Architectural, Urban Planning and Urban Management Research, Isfahan, Iran*. 2016.
34. Morawitz D F, Blewett T M, Cohen AAlberti M. 2006. Using NDVI to assess vegetative land cover change in central Puget Sound. *Environmental monitoring and assessment*, 114(1): 85-106.
35. Rosenfeld A H, Akbari H, Bretz S, Fishman B L, Kurn D M, Sailor DTaha H. 1995. Mitigation of urban heat islands: materials, utility programs, updates. *Energy and buildings*, 22(3): 255-265.
36. Akbari HKolokotsa D. 2016. Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research. *Energy and buildings*, 133: 834-842.
37. Dos Santos A R, de Oliveira F S, da Silva A G, Gleriani J M, Gonçalves W, Moreira G L, Silva F G, Branco E R F, Moura M Mda Silva R G. 2017. Spatial and temporal distribution of urban heat islands. *Science of the Total Environment*, 605: 946-956.
38. Guha S, Govil HMukherjee S. 2017. Dynamic analysis and ecological evaluation of urban heat islands in Raipur city, India. *Journal of Applied Remote Sensing*, 11(3): 036020.
39. Hassan T, Zhang J, Proadhan F A, Pangali Sharma T PBashir B. 2021. Surface urban heat islands dynamics in response to lulc and vegetation across south asia (2000–2019). *Remote Sensing*, 13(16): 3177.

## بررسی تغییرات جزایر حرارتی سطحی با استفاده از شاخص های پوشش گیاهی (مطالعه موردی: شهرستان سرپل ذهاب)

**طرح مسئله:** پوشش سطح زمین تأثیر بسزایی بر دمای اطراف خود دارد. پوشش زمین نه تنها بر محیط پیرامون تأثیر می گذارد بلکه خود به عنوان مولفه کلیدی در مدیریت منابع اراضی و ارزیابی تناسب محیط زیست در نظر گرفته می شود. افزایش جمعیت موجب شده تا علاوه بر توسعه مرزهای فیزیکی شهرها، بافت درون شهری نیز دگرگون شود. کاهش مساحت زمین های زراعی حومه ای، تخریب پوشش گیاهی و افزایش دمای سطحی زمین در مناطق شهری، پیامدهای منفی توسعه درون شهری، ساختمان سازی، خیابان کشی و سایر فعالیت های مخرب در درون شهرها هستند که سلامت محیط زیست را با خطر جدی مواجه می سازند.

**هدف:** یکی از مناطقی در کشور ایران که در این تحقیق مد نظر قرار گرفته شهر سرپل ذهاب است که در طی سالیان گذشته به شدت دچار افت پوشش گیاهی گشته و به همین دلیل بیلان حرارتی آن دچار تغییرات شده است. به همین دلیل برآنیم تا با استفاده از داده های ماهواره ای تغییرات دمای زمین را در کنار تغییرات پوشش گیاهی به دقت بررسی کرده و روند آن را تعیین کنیم. پژوهش حاضر به منظور بررسی تغییرات پوشش گیاهی سطح زمین و تأثیر آن بر الگوهای دمایی حرارتی شهر سرپل ذهاب از سه شاخص SAVI، NDVI و NDBI استفاده خواهد کرد. در ایران اگرچه تحقیقات فراوانی در این زمینه انجام شده ولی ترکیب شاخصی در نظر گرفته شده عمدتاً محدود به شاخص های حرارتی زمین بوده اند. به همین دلیل بررسی همزمان شاخص پوشش گیاهی، پوشش گیاهی اصلاح شده و شاخص حرارت زمین در کنار هم می تواند دید دقیق تری از تغییرات رخ داده ارائه دهد. نتایج این بررسی در زمینه مدیریت فضای سبز شهری، مدیریت توسعه شهری و تحقیقات مشابه کاربرد داشته باشد و به مدیران در برنامه ریزی دقیق تر توسعه ساختمان ها، جاده ها، فضای سبز و حفاظت از توده های سبز شهری اطلاعات دقیقی ارائه دهد.

**روش تحقیق:** به منظور بررسی تغییرات دمای سطح زمین، تغییرات شاخص هنجار سازی شده اختلاف پوشش گیاهی (NDVI)، شاخص پوشش گیاهی اصلاح شده با خاک (SAVI) و شاخص هنجار سازی شده مناطق مسکونی (NDBI) در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ با استفاده از تصاویر ماهواره لندست در ردیف ۳۶ و ستون ۶۸ مورد بررسی قرار گرفت. این تغییرات در دو بازه ۱۹۸۴ تا ۱۹۹۸ و بازه زمانی ۱۹۹۸ تا ۲۰۱۶ ارزیابی گردید. اثر این تغییرات بر دما با استفاده از شاخص همزمان دمای سطح زمین (LST) تعیین شد.

**نتایج و بحث:** نتایج ما نشان دهنده کاهش جزئی در هر دو شاخص NDVI و SAVI بود. تغییرات این شاخص ها با استفاده از نقشه های اختلافی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. این نقشه ها نشان می دهد که لکه هایی با شاخص های NDVI و SAVI پایین تر در منطقه رشد کرده اند که نشان دهنده تخریب فضای سبز و پوشش گیاهی است. در عین حال، تغییرات NDBI نشان داد که لکه های این شاخص در بازه های زمانی ۱۹۸۴-۱۹۸۹ و ۱۹۸۹-۲۰۱۶ به میزان ۷۱۵ و ۷۹۷ هکتار رشد کرده است. بنابراین، مناطق شهری نه تنها از نظر ردپا و ارتفاع ساختمان ها گسترش یافته، بلکه متراکم تر شده اند. تغییرات همزمان در شاخص LST با تغییرات شاخص های NDVI، SAVI و NDBI به اندازه کافی منسجم نبود. تغییرات شاخص LST طی سال های ۱۹۸۴-۲۰۱۶ کاهش یافت. لکه های دارای LST رو به کاهش طی سال های ۱۹۸۴-۱۹۹۸ و ۱۹۹۸-۲۰۱۶ به ترتیب ۲۲۳ و ۵۶۳ هکتار بوده است که به این معنی است که LST کاهش یافته است. با این حال، در همان زمان، جزایر گرمایی در مناطق شهری ظهور کرده اند که انتقال از افزایش پراکنده دما به شکل لکه ای را نشان می دهند. بنابراین، امواج گرما به احتمال زیاد در آینده در این جزایر گرمایی رخ خواهد داد.



**نتیجه‌گیری:** نتایج ما حاکی از کاهش پوشش گیاهی در منطقه بود. این امر به قیمت تخریب فضاهای سبز و زمین های زراعی اطراف شهرستان سرپل ذهاب طی سال های ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ بوده است. همانطور که گفته شد شاخص های پوشش گیاهی به دلیل رشد فضاهای شهری رو به کاهش بوده است. به همین دلیل این موضوع را با شاخص **NDBI** بررسی کردیم. این شاخص به وضوح توسعه مناطق مسکونی و افزایش تراکم ساختمان های شهری را نشان می دهد. این افزایش تراکم نه تنها در امتداد افق بلکه در امتداد ابعاد عمودی بوده و با افزایش ساختمان های چند طبقه همراه بوده است. افزایش حجم ساختمان ها و ارتفاع آنها می تواند منجر به رکود هوای داخل شهر و افزایش تعداد جزایر حرارتی شود. همراه با تغییرات در پوشش گیاهی و شاخص منطقه مسکونی، اثرات همزمان گرما در منطقه شهری با استفاده از شاخص **LST** بررسی شد. تغییرات این شاخص اما در بازه زمانی ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۶ ناهمگونی جزئی را نشان می دهد. دلیل اصلی این امر می تواند ناهنجاری های حرارتی در سال های مورد بحث باشد. اما در عین حال، به نظر می رسد تعداد لکه های گرم در منطقه شهری افزایش یافته است. این بدان معناست که اگر قبلاً افزایش دما در مناطق شهری به صورت یکنواخت اتفاق می افتاد، اکنون الگوی افزایش دما به صورت جزیره ای عمل می کند و برخی از مناطق شهری با مشکل تهویه در معرض خطر افزایش دمای محلی قرار خواهند گرفت. در نهایت به نظر می رسد تغییر کاربری اراضی و کاهش فضای سبز شهری در سرپل ذهاب منجر به افزایش دمای منطقه و ایجاد جزایر حرارتی شده است. به همین دلیل لازم است مدیران شهری نسبت به الگوی گسترش شهرک های مسکونی و نوع ساختمان ها دقت بیشتری داشته باشند. یکی دیگر از عواملی که می تواند دمای مناطق شهری را در آینده افزایش دهد، تغییر اقلیم و خشکسالی است. این دو عامل باعث کاهش منابع آبی و کاهش تعادل حرارتی شده و به طور مستقیم و غیرمستقیم بر پوشش گیاهی مناطق شهری تأثیر می گذارد. کاهش پوشش گیاهی نیز به افزایش گرما کمک می کند. به همین دلیل عوامل مختلفی به صورت هم افزا منجر به افزایش دما در این مناطق خواهند شد. بنابراین لازم است اقدامات لازم برای مقابله با این شرایط اجتناب ناپذیر انجام شود.

**واژگان کلیدی:** پوشش گیاهی، تغییر دما، سنجش از دور، لندست، سر پل ذهاب.

## Investigation of Vegetation Changes and Its Effect on Surface Temperature Changes (Case study: SarpolzahabCity)

**Statement of the Problem:** The cover of the Earth's surface has a significant impact on the temperature in the surrounding area. The land cover not only has an effect on the environment in its immediate vicinity, but it is also considered an essential component in the administration of land resources and the evaluation of environmental appropriateness. The increase in population has resulted not only in the development of the physical boundaries of the cities but also in a transformation of the texture found within the cities themselves. Inner-city development, construction, street paving, and other destructive activities in the cities pose a serious threat to the health of the environment. The negative consequences of these activities, which include a reduction in the area of suburban farmlands, the destruction of vegetation, and an increase in the surface temperature of the earth in urban areas, are listed as some of the negative outcomes.

**Purpose:** The city of Sarpol Zahab, which is located in Iran and is one of the regions that have been investigated as part of this research, is one of the regions that has experienced a significant loss of vegetation over the course of the previous years, which has caused a shift in the city's thermal balance. Because of this, we came to the conclusion that using satellite data would be the best way to analyze the variations in the temperature of the land's surface, as well as the changes in vegetation, and to estimate the pattern. The current study will evaluate the changes in plant cover and how those changes affect the thermal temperature patterns of the city of Sarpol-Zahab by using three indices: SAVI, NDVI, and NDBI. The examined index composition in Iran has mostly been restricted to the thermal indices, despite the fact that a significant amount of research has been conducted in this field. Because of this, conducting an examination of the vegetation cover index, the changed vegetation cover, and the earth temperature index all at the same time can provide a more accurate picture of the changes that have taken place. The findings of this research can be applied to the fields of urban green space management and urban development management, as well as other related areas of study, and they can provide managers with comprehensive information that can aid in the planning of the development of buildings, roads, green spaces, and the protection of urban green masses.

**Methodology:** The changes in normalized vegetation difference index (NDVI), Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI), and Normalized Difference Built-up Index (NDBI) from 1984 to 2016 were analyzed by employing Landsat imageries Row 36 and Column168 in order to determine the changes in land surface temperature. The changes were analyzed using two different time periods ranging from 1984 to 1998 and from 1998 to 2016. The influence of these temperature shifts was analyzed with the help of the concomitant shifts in the LST index.

**Results and discussion:** In our findings, we saw a slight decline in the NDVI as well as the SAVI index. A more in-depth look at the ways in which these indices can vary was accomplished through the use of differential maps. These maps showed that there had been a rise in the number of areas in the region that had lower NDVI and SAVI indices, which is indicative of a drop in the amount of green space and vegetation cover. In a similar vein, the evolution of the NDBI showed that the patches of this index increased in size by 715 and 797 ha between the years 1984 and 1989 and 1989 and 2016. As a direct consequence of this, metropolitan areas have not only expanded, but also become denser in terms of the footprint and height of the buildings. The changes that were taking place concurrently in the LST index were not congruent with the changes that were taking place in the NDVI, SAVI, and NDBI indices. The decrease in the LST index from 1984 to 2016 was followed by oscillations in that measure. The areas with decreasing LST were 223 ha and 563 ha, respectively, over 1984-1998 and 1998-2016, which indicates that the LST has decreased on a regional basis. Nevertheless, heat islands have emerged in urban areas, which indicates a move away from a consistent rise in temperature toward a more uneven one. As a consequence of this, the likelihood of future heat waves occurring in these heat islands will undoubtedly increase.

**Conclusion:** According to our findings, there has been a reduction in the amount of plant cover in the region. Between the years 1984 and 2016, this came at the price of the agricultural land and open spaces that surrounded the county of Sarpolzahab. As was mentioned earlier, the increase in the size of metropolitan areas has been a contributing factor in the decline of vegetation indicators. Because of this, we decided to investigate this matter using the NDBI index. The expansion of residential areas and the rise in the construction density of urban regions are both illustrated rather clearly by this index. This increase in density has taken place not only horizontally, but also vertically, and as a result, there has been a rise in the number of multi-story structures constructed. It is possible for there to be more air stagnation

within the city as a result of the increased density and height of buildings, which can also lead to an increase in the number of thermal islands. In order to investigate the simultaneous effects of heat in urban areas, changes in vegetation and an index measuring the amount of built-up area were utilized, but the LST index was also considered. The changes that occurred in this indicator between the years 1984 and 2016 displayed a reasonable amount of variety. The primary culprit might have been atypically high temperatures during the relevant years. On the other hand, it would appear that there are more urban heat islands now than there were before. Because of this, the pattern of temperature growth is now island-like, and certain urban areas that are experiencing problems with their air conditioning are at risk of experiencing local temperature increases. In the past, temperature increases occurred consistently in urban areas. However, this is no longer the case. It would appear that a change in land use and a reduction in the amount of urban green space in Sarpolzahab have contributed to an increase in the average temperature of the region as well as the development of thermal islands. As a consequence of this, municipal administrators have an increased responsibility to maintain a heightened level of vigilance regarding the growth pattern of residential settlements and the types of structures. Climate change and drought are two more potential factors that could contribute to future temperature rises in metropolitan areas. These two factors reduce the amount of available water and throw off the thermal balance, both of which will have direct and indirect effects on the urban vegetation. A further contributor to an increase in temperature will be the removal of plant cover. As a consequence of this, the combined effects of a number of contributing elements will lead to an increase in temperature in these areas. As a result, it is absolutely necessary to take the necessary actions in order to handle these inescapable challenges.

**Keywords:** Vegetation, varying temperatures, remote sensing, Landsat, and SarpolzahabCity are some of the keywords to look for.