

## بررسی پایش دمای سطح زمین با استفاده تصاویر لندست ۸ و الگوریتم های تک کاناله و پنجره مجزا (منطقه مورد مطالعه: شهرستان دزفول)

وحید عیسی زاده<sup>۱\*</sup>، شکوفه آسیابی<sup>۲</sup>، اسماعیل عیسی زاده<sup>۳</sup>

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، گروه سنجش از راه دور و GIS، تهران، ایران، [vahidisazade75@gmail.com](mailto:vahidisazade75@gmail.com)

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشگاه تهران، دانشکده جغرافیا، گروه سنجش از راه دور و GIS، تهران، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد باز آفرینی مسکن و شهرسازی، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم جغرافیایی، گروه جغرافیای انسانی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۰۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۹/۰۷

### چکیده

دمای سطح زمین یکی از معیار های مهم در برنامه ریزی ناحیه ای و منطقه ای می باشد. دمای سطح زمین در بسیاری از برنامه های کاربردی محیط زیست، کشاورزی، هواشناسی و سایر پروژه ها می تواند مورد استفاده واقع شود. در این پژوهش از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ برای پایش دمای سطح زمین در شهرستان دزفول استفاده شده است. بعد از انجام تصحیحات رادیو متریک به محاسبه گسیلمندی بر اساس کسر پوشش گیاهی و خاک (PV)، محاسبه گسیلمندی بر اساس FVC انجام شد. در نتیجه با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا و تک کاناله دمای سطح زمین برآورد شد. در حالی که روش پنجره مجزا مقدار بسیار بالاتری را نسبت به روش پلانک مقدار بسیار پایینی را نشان می دهد. به نظر می رسد خطای این دو روش بسیار بیش تر از سایر روش ها است. با توجه به دمای تقریبی استخراج شده از ایستگاه های سینوپتیک شهرستان دزفول که مقدار آن برابر ۳۰۸٫۹۵ کلوین در نظر گرفته شده است. اما در مجموع باید بیان کرد که روش های محاسبه LST از طریق تصاویر ماهواره ای با دمای به دست آمده از ایستگاه های هواشناسی و سینوپتیک تفاوت بسیار داشته و دقت بالایی ارائه نمی دهد.

کلید واژه ها: دمای سطح زمین، لندست ۸، الگوریتم پنجره مجزا و تک کاناله، دزفول

## مقدمه

دمای سطح زمین یکی از مهم ترین پارامترهای موثر در مطالعات جهانی به حساب می آید؛ که فاکتوری مهم در کنترل فرآیندهای بیولوژیکی، شیمی و فیزیکی زمین می باشد (علوی پناه و همکاران، ۲۰۰۹: ۲۸۸). دمای سطح زمین تابعی از انرژی خالص در سطح زمین است که به مقداری انرژی رسیده به سطح زمین، گسیلمندی سطح رطوبت و جریان هوای اتمسفر بستگی دارد. می توان این دما را با استفاده از تابش مادون قرمز که از سطح زمین ساطع می گردد به وسیله معکوس پلانک برآورد نمود. در سنجش از دور دمای سطح زمین را که در فضای بالای اتمسفر بوسیله سنجنده ها بدست می آید دمای روشنایی می نامند؛ که تحت تاثیر جذب و پخش اتمسفری کمتر از دمای سطح زمین می باشد (روتر و همکاران، ۱۹۹۴: ۱۰۱). بنابراین فناوری سنجش از دور مبتنی بر تصاویر ماهواره ای ابزار قوی در جهت سنجش منابع زمینی و از جمله دمای سطح زمین است که می تواند در بسیاری از زمینه ها کاربرد داشته باشد. یکی از نتایج کاربردی تخمین دمای سطح زمین، استفاده از آن در برنامه ریزی شهری و اصلاح میکروکلیمای شهری است. دمای سطح زمین شامل خاک، آب، برف و پوشش گیاهی از جمله متغیرهایی است که در دامنه وسیعی از مطالعات و تحقیقات علوم زمین و محیط زیست کاربرد دارد (دانش کار آراسته و همکاران ۱۳۸۴). درجه حرارت سطح زمین (*LST*) یکی از پارامترهای کلیدی در فرایند فیزیک سطح زمین از مقیاس محلی تا جهانی است. انتظار می رود که رشد شهرنشینی و گسترش سریع وابسته به آن در مناطق توسعه یافته تا قرن بیست و یکم با سرعت بیشتری در کشورهای در حال توسعه ادامه یابد، این عامل پتانسیل ایجاد جزایر حرارتی و پرباشانی های ناشی از گرما را در مناطق شهری افزایش می دهد. گسترش سریع شهرها به دلیل تغییرات گسترده در کاربری و پوشش زمین تاثیرات منفی بر کیفیت زیست محیطی جهانی داشته، از جمله کیفیت هوا، افزایش دما و تغییرات چشم انداز و همچنین تبدیل زمین های کشاورزی که منجر به از بین رفتن تنوع زیستی می شود. حرارت سطح زمین شاخص مهمی در مطالعه مدل های تعادل انرژی در سطح زمین و فعل و انفعالات بین زمین و جو در مقیاس منطقه ای و جهانی است. از بین داده های حرارتی سنجش از دور، تصاویر ماهواره ای جایگاه خاصی دارند و تصاویری همچون تصاویر لندست، استر، مودیس و... در برآورد دمای سطح زمین به دلیل داشتن باند های حرارتی می توانند مفید واقع شوند. باند های حرارتی لندست ۸ در محدوده طیفی ۱۱ و ۱۲ میکرو متر فعال هستند. این خود باعث می شود که در الگوریتم پنجره مجزا بتوان از داده های این ماهواره استفاده کرد. در مقایسه *TIRS* با سنجنده (*TM*) و (*+ETM*) که تنها یک کانال مادون قرمز حرارتی دارند و ابزار *TIRS* دارای دو مزیت است اول *TIRS* دو

---

<sup>1</sup> Land Surface Temperature

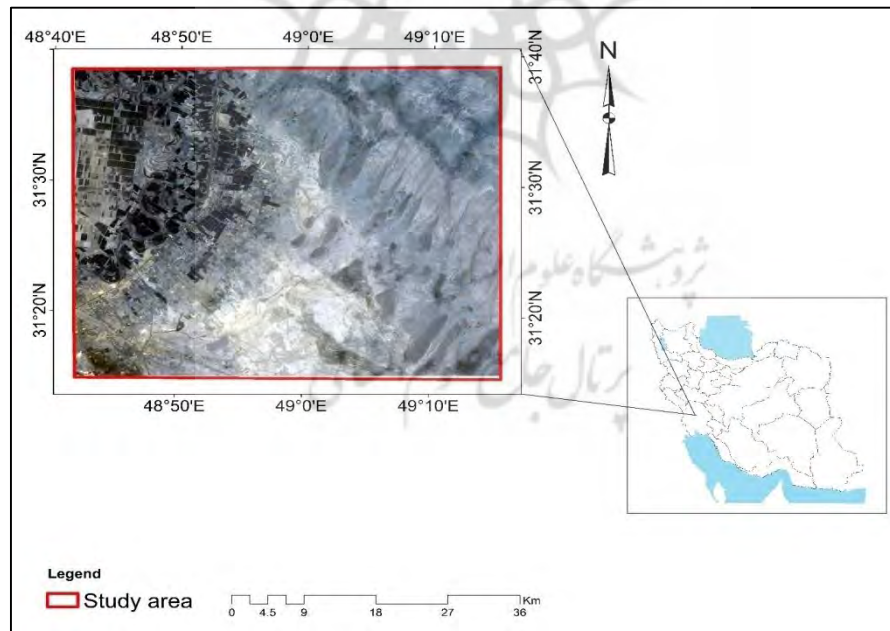
کانال مادون قرمز حرارتی در پنجره جوی دارد که یک فرصت بازیابی *LST* جدید با استفاده از ارایه الگوریتم پنجره مجزا نسبت به روش تک کانال است. دوم، فیلترهای طیفی دو باند *TIRS* باریک تر از باند حرارتی پردازنده *TM* و *ETM* هستند. دو کانال مادون قرمز حرارتی پهنای باند باریک در *TIRS*، که می تواند بهتر اطلاعات سطح زمین را دریافت کند. در نتیجه سنسورهای حرارتی لندست ۸ درک بهتری از دمای سطح زمین ارائه می دهند و در مطالعات آینده یک مرجع مناسب برای اندازه گیری دمای و بررسی دمای سطح زمین است (شهید لطیف، ۲۰۱۴: ۳۸۴۸). در راستای پیش و بررسی دمای سطح زمین مطالعات مختلفی در سطح ایران و کشور های جهان صورت گرفته است. امینی و دیگران (۱۳۹۳) در پژوهشی به کمک سنسور از دور، تراکم و پراکنش مکانی پوشش گیاهی و دمای پوشش سطح زمین در استان همدان را مورد بررسی قرار دادند. ابتدا با پیش پردازش اطلاعات ۱۲ تصویر ماهواره ای ضریب بازتاب پوشش سطح زمین و ضریب تابش پوشش سطح زمین در باند های مختلف به دست آمد و نتایج نشان داد که دمای سطح زمین بر آورد شده با الگوریتم سبال با ضریب همبستگی ۰/۷۵ ریشه میانگین مربعات خطای ۴/۵ درجه سانتی گراد نشان داده شد. کاویانی و همکاران (۱۳۹۲) با استفاده از تصاویر سنجنده های *MODIS* و *ETM+* به تخمین دمای سطح زمین برای دست یابی به پارامترهای هیدرولوژیکی در اراضی پایین دست شبکه آبیاری پایین دست شبکه آبیاری دشت قزوین پرداختند. نتایج این تحقیق نشان می دهد که در صورت حذف پیکره های آبی در تصاویر سنجنده *MODIS* و *ETM+* یک رابطه معکوس خطی بین داده های سطح زمین و شاخص نرمال شده پوشش گیاهی (*NDVI*) وجود دارد. حجازی زاده و همکاران (۱۳۹۲) از الگوریتم پرایس برای محاسبه دمای سطح زمین از تصاویر *AVHRR/NOAA* و از الگوریتم کی ین<sup>۲</sup> برای برآورد دما از تصاویر *MODIS* استفاده کردند و نتایج نشان داد دمای تخمینی از تصاویر *AVHRR* به دمای اندازه گیری شدن در عمق ۵ سانتی متری زمین نزدیک تر است. فیضی زاده و همکاران (۱۳۹۵) جهت برآورد دمای سطح زمین با استفاده از الگوریتم پنجره مجزا بر روی تصاویر ماهواره لندست ۸ نشان داد که دمای سطح زمین تحت تاثیر کاربری اراضی مختلف سطح زمین و دقت بالای این روش جهت برآورد دمای سطح حاکی از این است که با این روش می توان در مناطقی که امکان ایجاد ایستگاه هواشناسی دما را محاسبه کرد. یو و همکاران (۲۰۱۴) از الگوریتم پنجره مجزا برای تخمین دمای سطح زمین از داده های *TIRS* چهار سری تصویر لندست ۸ استفاده کردند. نتایج نشان می دهد که *LST* معکوس شده از روش انتقال معادله تابشی باند ۱۰ دارای بالاترین دقت با خطای کمتر از *KI* است، در حالی که الگوریتم *SW* دارای دقت متوسط است و روش *SC* دارای کمترین دقت. اصلان و کوک سان

<sup>2</sup> Key Yen Algorithm

(۲۰۱۶) نشان دادند که دمای در نواحی مرکزی شهری داغتر از نواحی جنگلی خارج شهری است و اثرات جزیره حرارتی شهری باعث گردیده دمای شهری از ۵/۶ درجه سال ۲۰۰۱ به ۶/۹ تا سال ۲۰۱۴ افزایش پیدا کند. آوادان و جوانسکاو (۲۰۱۶) الگوریتمی را جهت نقشه کشی خودکار دمای سطح زمین از روی داده های لندست ۸ ارائه دادند. براب تایید الگوریتم دمای محاسبه شده با دمای اندازه گیری شده در ایستگاه با هم مقایسه شد. کمترین اختلاف دما بین دمای محاسبه شده و دمای اندازه گیری شده در نزدیک ترین ایستگاه در مورد اول ۰/۷ و بیشترین ۵/۸ درجه سلسیوس و در مورد دوم کمترین ۰/۲ و بیشترین ۷/۸ درجه سلسیوس بود.

### منطقه مور مطالعه

منطقه دزفول واقع در استان خوزستان است. شهرستان دزفول در طول جغرافیایی ۴۸ درجه و ۲۴ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۲ درجه و ۲۲ دقیقه شمالی گسترده شده است. این شهرستان از شمال به استان لرستان، از غرب به شهرستان اندیمیشک از شرق به استان های چهار محال بختیاری از جنوب شرقی به شهرستان مسجد سلیمان محدود می شود و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۴۰ متر و مساحتی ۴۷۶۲ کیلومتر مربع را در بر گرفته است. موقعیت استانی و کشوری شهرستان دزفول در شکل (۱) نشان داده شده است.



شکل ۱: موقعیت استانی و کشوری شهرستان دزفول

## مواد و روش ها

### داده های مورد استفاده

در پژوهش حاضر از دو بخش داده های زمینی و داده های ماهواره ای استفاده شده است. داده های زمینی شامل دمای هوا و بخار آب موجود در اتمسفر و داده های ماهواره ای شامل تصاویر لندست ۸ سطح یک شامل ۹ باند طیفی و دارای قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر برای باند های ۱ تا ۷ و دو باند حرارتی ۱۰ تا ۱۱ با قدرت تفکیک مکانی ۱۰۰ متر و یک باند پانکروماتیک دارای قدرت تفکیک مکانی ۱۵ متر از سایت *USGS* دریافت گردید.

### روش تحقیق

در پژوهش حاضر پیش پردازش ها شامل تصحیح رادیومتریک باند های انعکاسی و تصحیح اتمسفری باندهای انعکاسی به روش *Quack* با استفاده از نرم افزار *ENVI 5.3.1* انجام شد. سپس تصویر حاصل از *Reflectance* باندهای انعکاسی در قسمت *Band Math* باینری شده و به عدد ۰ و ۱ تبدیل شدند. *Reflectance* باند های قرمز و مادون قرمز نزدیک برای محاسبه شاخص پوشش گیاهی (*NDVI*) و کسر پوشش گیاهی (*PV*) استفاده شد و بر حسب آن میزان گسیلمندی مورد محاسبه قرار گرفت. سپس رادیانس باندهای حرارتی و پس از آن دمای درخشندگی باند های حرارتی محاسبه شد. بنابراین در نرم افزار متلب ۲۰۱۳ توان گسیلمندی (*Emissivity*) و دمای سطح زمین (*LST*) محاسبه و پس از آن از خروجی های به دست آمده میانگین گرفته شد و بر حسب آن برای ارزیابی دقت هر روش مورد استفاده قرار گرفت. مشخصات تصاویر ماهواره ای لندست ۸ در جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول ۱: مشخصات تصاویر ماهواره ای لندست ۸

تصاویر ماهواره ای لندست ۸			
باند ها	طول موج	سنجنده	قدرت تفکیک (متر)
<i>Band1_Costal aerosol</i>	۰.۴۳-۰.۴۵	<i>OLI</i>	۳۰
<i>Band2_Blue</i>	۰.۴۵-۰.۵۱	<i>OLI</i>	۳۰
<i>Band3_Green</i>	۰.۵۳-۰.۵۹	<i>OLI</i>	۳۰
<i>Band4_Red</i>	۰.۶۴-۰.۶۷	<i>OLI</i>	۳۰
<i>Band5_Near infrared</i>	۰.۸۵-۰.۸۸	<i>OLI</i>	۳۰
<i>Band6_SWIR1</i>	۱.۵۷-۱.۶۵	<i>OLI</i>	۳۰
<i>Band7_SWIR2</i>	۲.۱۱-۲.۲۹	<i>OLI</i>	۳۰
<i>Band8_Panchromatic</i>	۰.۵-۰.۶۸	<i>OLI</i>	۱۵
<i>Band9_Cirrus</i>	۱.۳۶-۱.۳۸	<i>OLI</i>	۳۰
<i>Band10_Thermal Infrared</i>	۱۰.۶۰-۱۱.۱۹	(TIRS)\	۱۰۰
<i>Band11_Thermal Infrared</i>	۱۱.۵-۱۲.۵۱	(TIRS)\	۱۰۰

## بحث و نتایج

### محاسبه گسیلمندی بر اساس شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

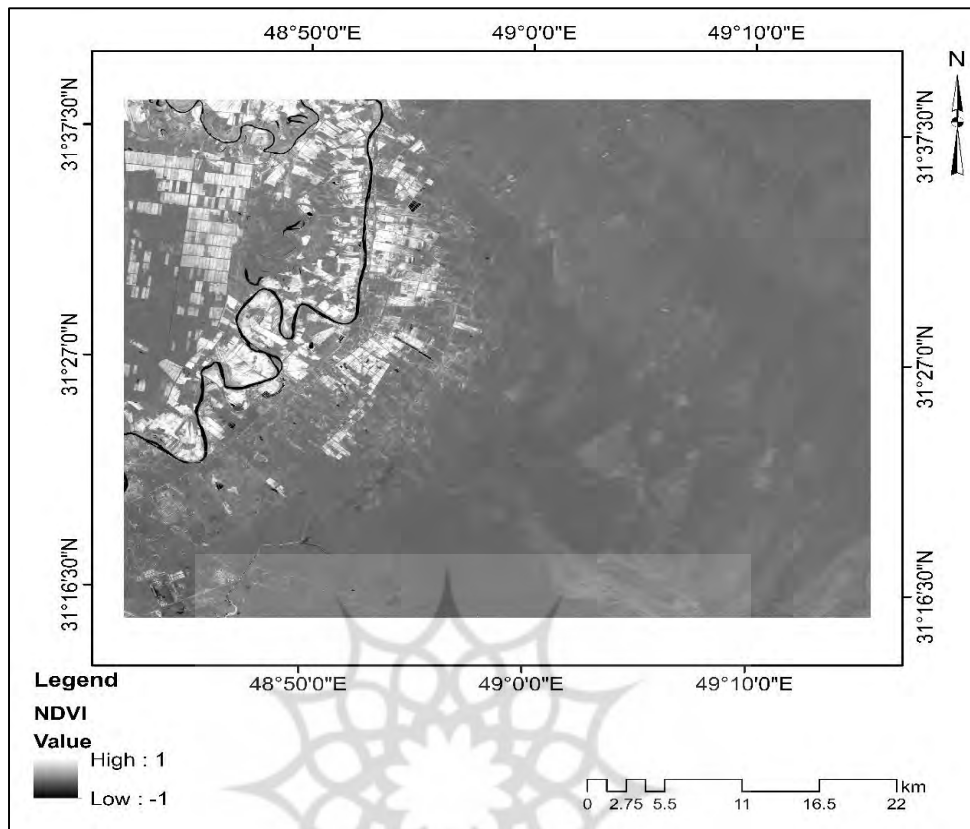
برای محاسبه گسیلمندی بر اساس شاخص پوشش گیاهی از رابطه (۱) استفاده شده است.

$$NDVI = \frac{(band5 - band4)}{(band5 + band4)} \quad (1)$$

سپس شاخص پوشش گیاهی طبقه بندی شد و برای کلاس های مختلف مثل آب، خاک، پوشش گیاهی که NDVI متفاوتی داشتند. گسیلمندی خاصی اختصاص داده شد. مثلاً برای  $NDVI < 0$  مختص پیکسل های است که حاوی آب می باشد،  $NDVI > 0.6$  برای پیکسل های پوشش گیاهی کامل،  $0 < NDVI < 0.15$  پیکسل های حاوی خاک و  $0.15 < NDVI < 0.6$  را به عنوان پیکسل های با پوشش گیاهی مخلوط با خاک در نظر گرفته شد و سپس گسیلمندی از طریق رابطه (۲) مورد محاسبه قرار گرفت. شاخص پوشش گیاهی و گسیلمندی استخراج شده در شکل (۲-۳) نشان داده شده است.

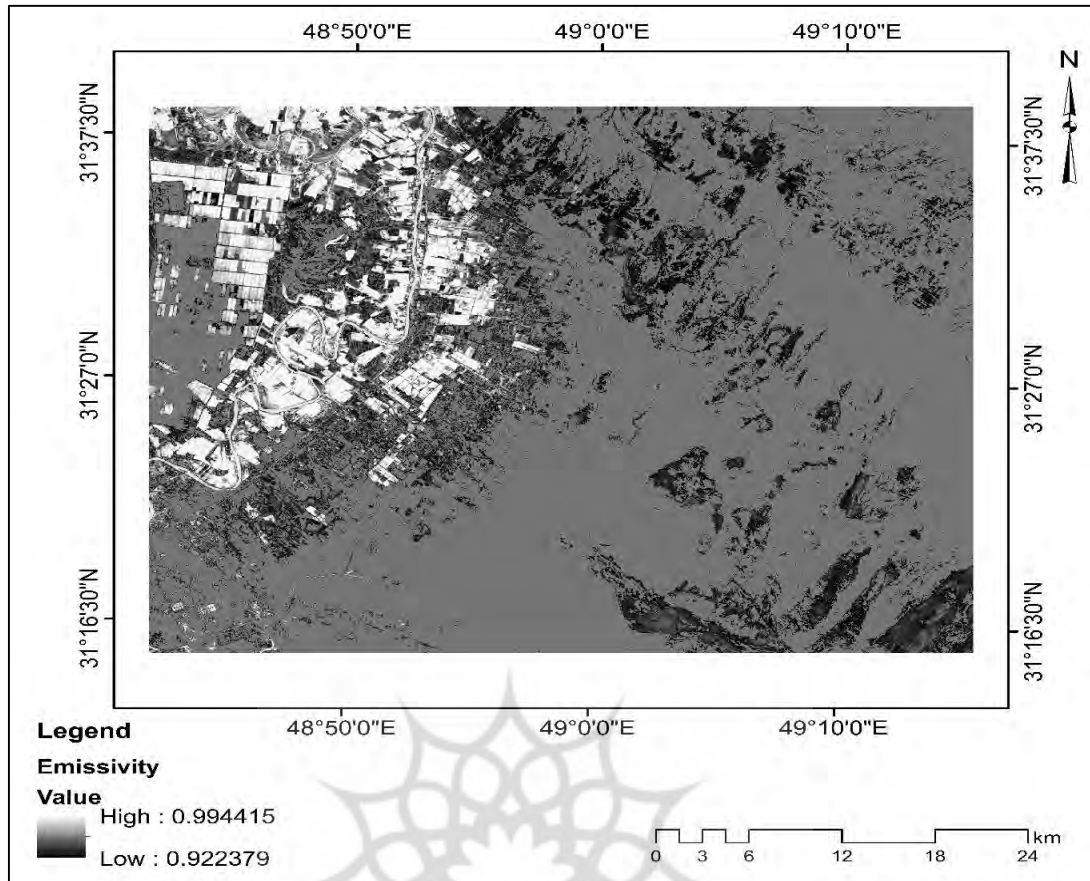
$$Emissivity = 1.0094 + 0.047 * \ln(NDVI)$$

(1)



شکل ۲: شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳: شاخص گسیلمندی (*Emissivity*)

### محاسبه گسیلمندی بر اساس کسر پوشش گیاهی و خاک (*PV*)

روش محاسبه گسیلمندی بر اساس کسر پوشش گیاهی و خاک نسبت به روش گسیلمندی بر اساس شاخص پوشش گیاهی دقیق تر است و ناهمگنی مکانی گسیلمندی را بهتر مدل می کند ولی برای پیکسل هایی که دارای پوشش گیاهی، آب، خاک هستند کارایی دارد. در این روش بر اساس طبقه بندی که بر روی تصویر *NDVI* انجام می شود، برای هر طبقه از یک فرمول خاص برای محاسبه *Emissivity* استفاده شد. برای مناطقی که  $NDVI < 0$  و حاوی پوشش آب هستند، حدوداً  $\mathcal{E} = 0.98$  است،  $0 < NDVI < 0.15$  بر اساس رابطه (۳) محاسبه می شود:

$$\mathcal{E}_\lambda = a_\lambda + b_\lambda * \rho_{red} \quad (۳)$$

برای مناطقی که  $0.15 < NDVI < 0.6$  از طریق رابطه (۴) محاسبه شد:



$$\mathcal{E}_\lambda = \mathcal{E}_v \rho_v + \mathcal{E}_s (1 - \rho_v) + d \mathcal{E}_\lambda \quad (4)$$

پیکسل های با پوشش گیاهی از طریق رابطه (۵) محاسبه می شود:

$$\mathcal{E}_\lambda = \mathcal{E}_v \lambda + d \mathcal{E}_\lambda \quad (5)$$

سپس از محاسبه کسر پوشش گیاهی و کسر خاک از رابطه (۶) زیر برای محاسبه *Emissivity* از آستانه های بیان شد در رابطه های (۳-۴-۵) استفاده می شود:

$$P_v = \frac{(NDVI - NDVI_{min})}{(NDVI_{max} - NDVI_{min})} \quad (6)$$

که  $NDVI_{min}$  همان  $NDVI$  خاک خشک است و  $NDVI_{max}$  در واقع  $NDVI$  پوشش گیاهی کامل است که در فرمول جای گذاری می شود.

#### محاسبه گسیلمندی بر اساس *FVC*

محاسبه گسیلمندی بر اساس *FVC* درصد پوشش گیاهی را بیان می کند. با این تفاوت که برای محاسبه *Emissivity* با این روش از دو باند حرارتی ۱۰ و ۱۱ استفاده می کند و در نهایت اختلاف و میانگین دو *Emissivity* محاسبه شده برای دو باند ۱۰ و ۱۱ را به دست می آورد تا در الگوریتم هایی مانند، پنجره مجزا (*Spilt window*) که برای محاسبه دمای سطح زمین از دو باند حرارتی استفاده می کند، مورد استفاده قرار گیرد. الگوریتم *FVC* از طریق رابطه (۷-۸) محاسبه می شود:

$$FVC = \frac{(NDVI - NDVI_s)}{(NDVI_v - NDVI_s)} \quad (7)$$

$$LSE = \mathcal{E}_s * (1 - FVC) + \mathcal{E}_v * FVC \quad (8)$$

که،  $NDVI$  شاخص پوشش گیاهی محاسبه شده بر اساس رابطه (۱) می باشد. مقادیر  $NDVI_s$  و  $NDVI_v$  به ترتیب ۰,۵ و ۰,۲ است که برای تمام مناطق می تواند مورد استفاده قرار گیرند. پس از محاسبه *FVC* به

محاسبه  $LSE$  گسیلمندی سطح زمین پرداخته شد که  $\mathcal{E}_s$  و  $\mathcal{E}_v$  به ترتیب گسیلمندی خاک و گسیلمندی پوشش گیاهی را نشان می دهند. که مقدار آن در پژوهش حاضر برای باندهای ۱۰ و ۱۱ در جدول (۲) نشان داده شده است.

جدول ۲: مقادیر گسیلمندی خاک و پوشش گیاهی برای باندهای ۱۰ و ۱۱ در الگوریتم FVC

<i>Emissivity</i>	<i>Band10</i>	<i>Band11</i>
$\mathcal{E}_s$	0.971	0.977
$\mathcal{E}_v$	0.987	0.989

پس از محاسبه  $Emissivity$  از باندهای ۱۰ و ۱۱ میانگین و تفاضل گرفته شد تا در الگوریتم *Spilt window* مورد استفاده قرار گیرد.

$$Emissivity\ Mean = LSE10 + LSE11 / 2$$

$$Emissivity\ if = LSE10 - LSE11$$

### روش های محاسبه $LST$

هر جسمی که دمای بالاتر از صفر درجه کلوین داشته باشد از خود تابش حرارتی ساطع می کند و این انرژی از اجسام یا سطح زمین ساطع می شود و توسط سنجنده حرارتی ثبت شده که ما با استفاده از این انرژی ثبت شده دمای سطح زمین را اندازه می گیریم. که اتمسفر بر انرژی که به سمت سنجنده ساطع می شود اثراتی روی آن می گذارد و همچنین به دلیل توان تشعشعی اجسام میزان انرژی که از سطح زمین به سمت سنجنده ساطع می شود با میزان انرژی که سنجنده ثبت می کند متفاوت است، به همین دلیل قبل از محاسبه  $LST$  ابتدا تصحیحات لازم بر روی تصویر انجام شد، مثل تصحیح رادیومتریک، تصحیح اتمسفری و اعمال اثر توان تشعشعی، محاسبه دمای درخشندگی و در نتیجه محاسبه دمای سطح زمین صورت گرفت.

### روش تک کاناله (*Single channel*)

در روش تک کاناله  $LST$  از طریق رابطه (۹) محاسبه می شود:

$$T_s = \gamma [\mathcal{E}^{-1} (\psi_1 * L_{sensor} + \psi_2) + \psi_3] + \delta \quad (9)$$

در این رابطه،  $E$  توان گسیلمندی سطح زمین است که با استفاده از رابطه بیان شده محاسبه می شود،  $\psi$ ، تعدیل کننده اثر اتمسفر است که بر روی تصاویر حرارتی اعمال می شود.  $L_{sensor}$  رادیانس حرارتی است که برای باند ۱۰ محاسبه شد.  $\delta$ ، پارامتری که به تابع پلانک بستگی دارد و  $\gamma$  طول موجی است که سنجنده در آن کار می کند و از طریق روابط (۱۰ تا ۱۴) محاسبه می شوند:

$$\psi_1 = 0.04019\omega^2 + 0.02916\omega + 1.01523 \quad (10)$$

$$\psi_2 = -0.38333\omega^2 + -1.50294\omega + 0.20324 \quad (11)$$

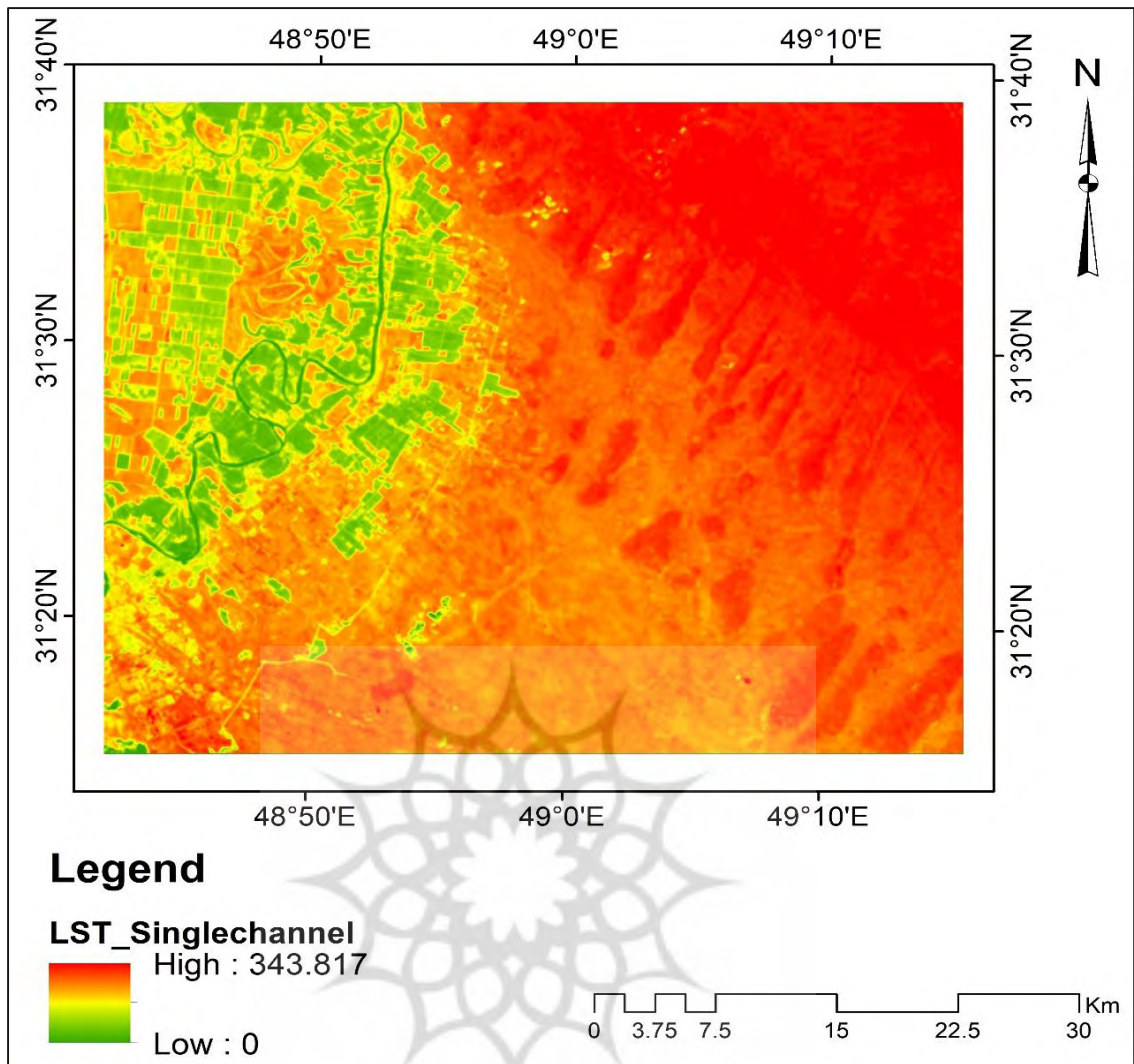
$$\psi_3 = 0.00918\omega^2 + 1.36072\omega - 0.27514 \quad (12)$$

$$\gamma = T_{sensor}^2 / b_{\gamma} * L_{sensor} \quad (13)$$

$$\delta = T_{sensor} - T_{sensor}^2 / b_{\gamma} \quad (14)$$

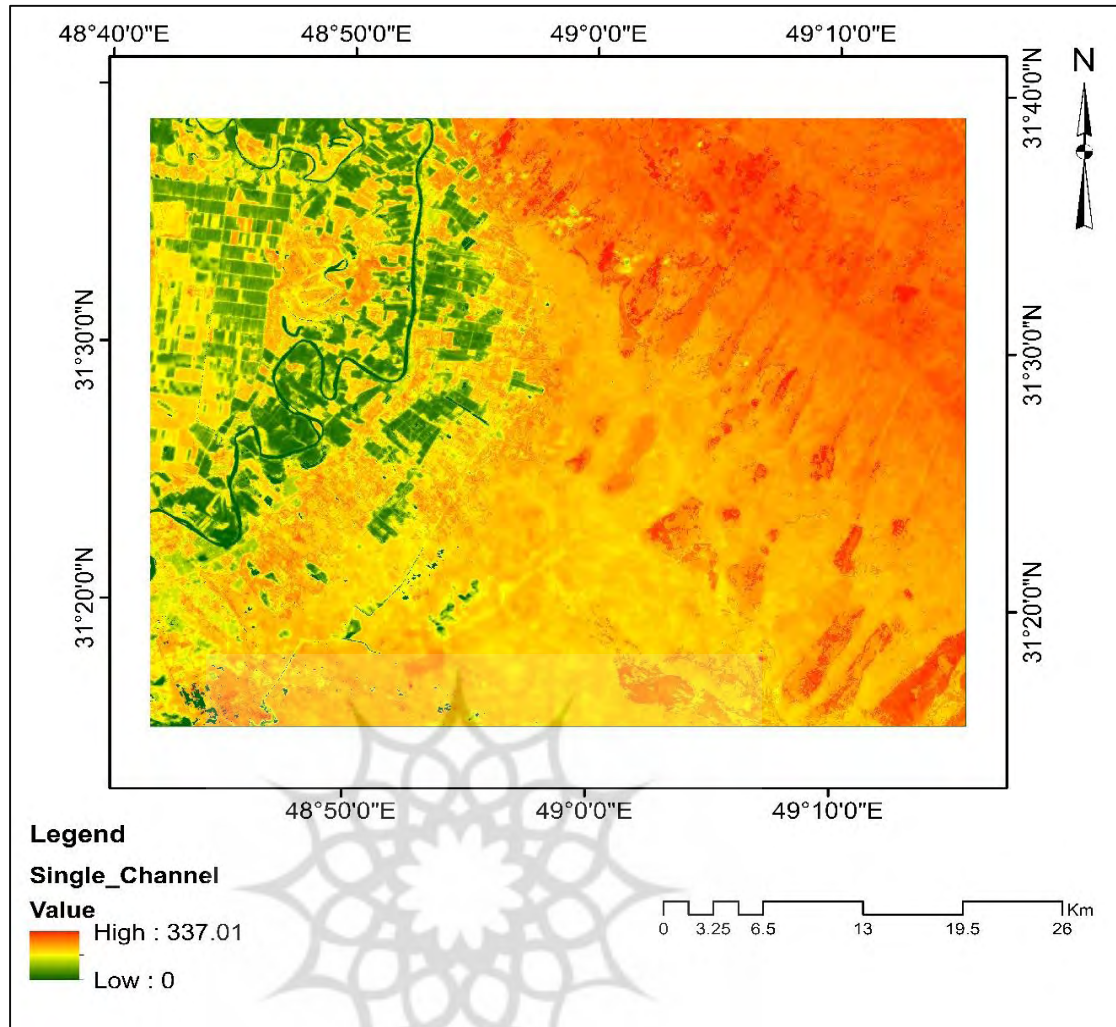
در این روابط،  $L_{sensor}$  رادیانس باند حرارتی،  $T_{sensor}$  دمای درخشندگی باند حرارتی است که هر دو پارامتر برای باند ۱۰ محاسبه شدند.  $b_{\gamma}$  یک عدد ثابت است که برای باند ۱۰ معادل  $K1324$  می باشد. سپس محاسبه پارامترهای بیان دمای سطح زمین بر اساس رابطه (۱۵) محاسبه گردید. دمای سطح زمین براساس روش تک کاناله و  $PV$  و معادله ژانک در شکل (۴-۵) نشان داده شده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۴: دمای سطح زمین بر اساس الگوریتم تک کاناله و  $Pv$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۵: دمای سطح زمین بر اساس الگوریتم تک کاناله و معادله ژانک

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی

روش پنجره مجزا (*spilt window*) برتال جامع علوم انسانی

الگوریتم مورد استفاده در روش پنجره مجزا برای محاسبه دمای سطح زمین از طریق رابطه (۱۵) محاسبه می شود:

$$T_s = T_i + C_1(T_i - T_j) + C_2(T_i - T_j)^2 + C_0 + (C_3 + C_4\omega)(1 - \epsilon) + (C_5 + C_6\omega)\delta\epsilon \quad (15)$$

برای محاسبه دمای سطح زمین با الگوریتم پنجره مجزا از دو باند حرارتی برای محاسبه دمای درخشندگی استفاده می کند که در رابطه (۱۵) با  $T_i$  و  $T_j$  نشان داده شده که به ترتیب برای باند ۱۰ و باند ۱۱ لندست ۸ می باشند. به دلیل اینکه در رابطه (۱۵) از دو باند حرارتی استفاده می کند.

دو توان تشعشعی وجود دارد که برای محاسبه دما یک مرتبه از توان تشعشعی دو باند میانگین گرفته شد و یک مرتبه اختلاف آن ها از طریق رابطه (۱۶-۱۷) محاسبه شد:

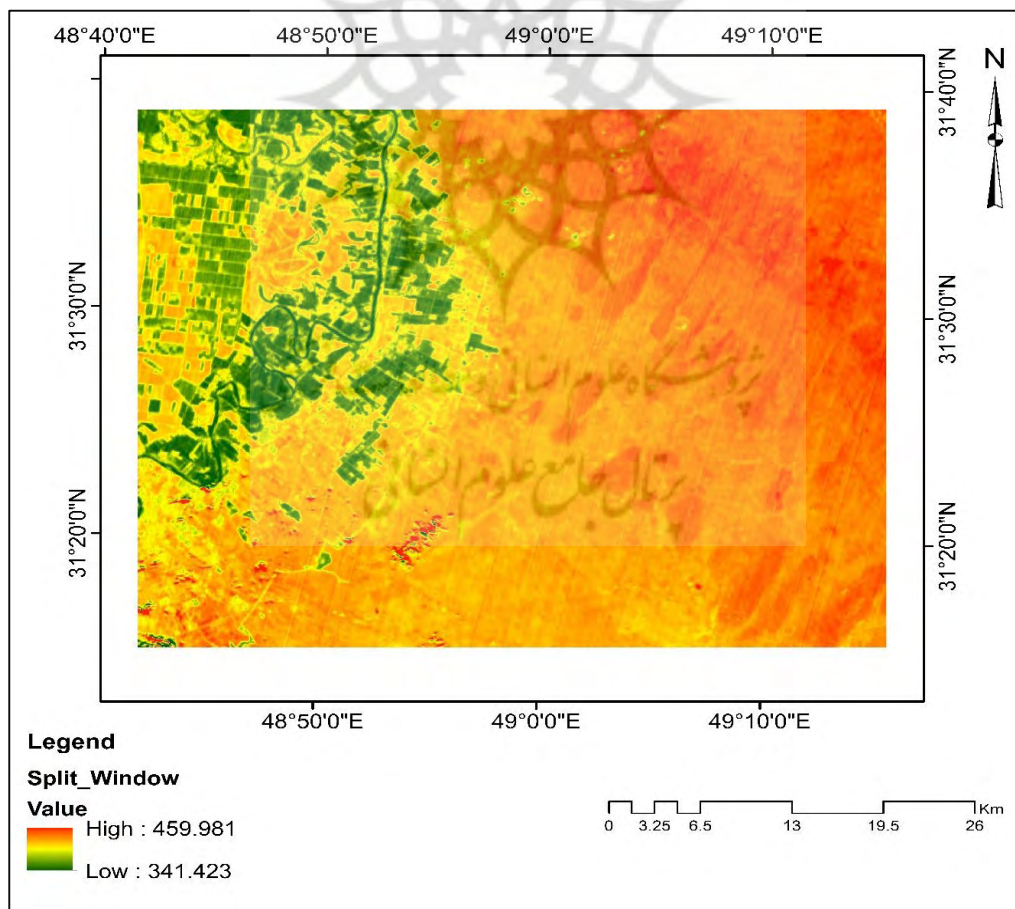
$$\mathcal{E} = 0.5(\mathcal{E}_i + \mathcal{E}_j) \quad (16)$$

$$\mathcal{E}\delta = \mathcal{E}_i - \mathcal{E}_j \quad (17)$$

که  $\omega$  بخار آب موجود در اتمسفر است که از طریق *MOD07* به دست آمده و سایر موارد ضرایب ثابت هستند که مقادیر آن ها را در زیر آورده شده است:

$$C_0 = -0.268; C_1 = 1.378; C_2 = 0.183; C_3 = 54.30; C_4 = -2.238; C_5 = -129.20; \\ C_6 = 16.40$$

$T_s$  دمای سطح زمین است که بر طبق رابطه (۱۴) محاسبه می شود. دمای سطح زمین بر اساس الگوریتم پنجره مجزا و *FVC* (۶) نشان داده شده است.



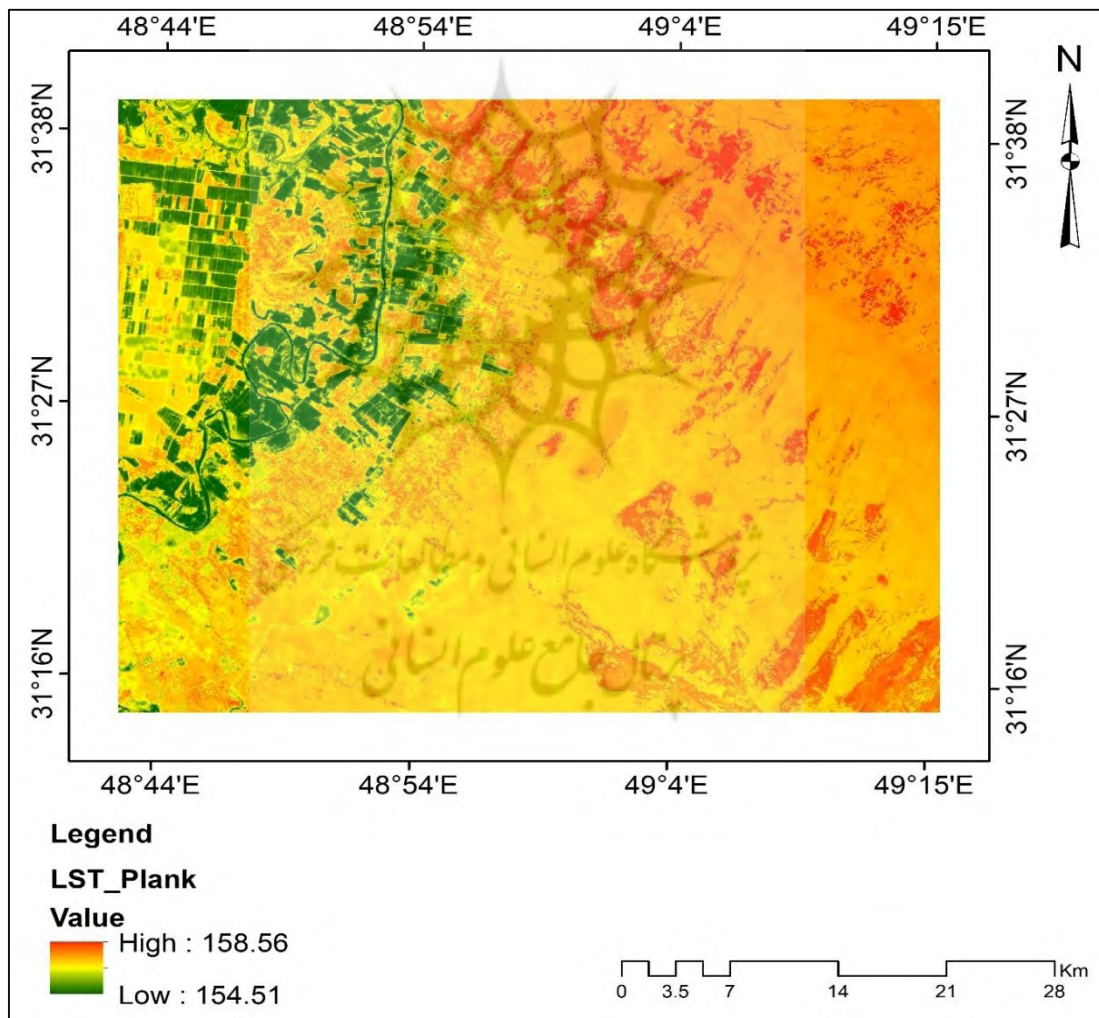
شکل ۶: دمای سطح زمین بر اساس الگوریتم پنجره مجزا و *FVC*

### روش محاسبه دمای سطح زمین بر اساس عکس قانون پلانک

برای محاسبه دمای سطح زمین پس از انجام تصحیحات لازم بر روی تصویر منطقه مورد نظر که شامل تصحیحات رادیومتریک و تصحیحات اتمسفری است رادیانس محاسبه شد و از طریق رابطه (۱۸) محاسبه شد:

$$T = K_2 / \ln(K_1 / L_\lambda^2 + 1) \quad (18)$$

در این رابطه ضرایب،  $K1$  و  $K2$  از طریق متادیتا تصویر مورد نظر به دست می آیند. دمای سطح زمین از طریق روش عمومی معکوس پلانک با گسیلمندی بر اساس  $NDVI$  در شکل (۷) نشان داده شده است.



شکل ۷: دمای سطح زمین از طریق روش عمومی معکوس پلانک با گسیلمندی بر اساس  $NDVI$

## نتیجه گیری

محاسبه دمای سطح زمین ( $LST$ ) با استفاده از تصاویر ماهواره ای می تواند در بسیاری از مطالعات محیطی و شناخت رخداد ها و پدیده های سطح زمین کاربرد داشته باشد. لیکن مدل تخمین و نوع تصاویر مورد استفاده برای این منظور از اهمیت زیادی برخوردار است. در این پژوهش نشان داده شد استفاده از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ به دلیل قدرت تفکیک بالای آن در مقایسه با سایر تصاویر، تصویر روشن تری از دمای سطح زمین می تواند ارائه دهد. همچنین الگوریتم پنجره مجزا و تک کاناله الگوریتم های مناسبی برای تخمین دما بر روی این تصاویر است که با نتایج کار جویباری مقدم و همکاران (۱۳۹۴) و فیضی زاده و همکاران (۱۳۹۵) انطباق دارد. در پژوهش حاضر دمای محاسبه شده براساس گسیلمندی  $pv$  روش تک کاناله مقادیر بالاتری را نسبت به دمای محاسبه شده براساس گسیلمندی با تصویر  $NDVI$  برای شهرستان دزفول نشان می دهد. در حالی که روش پنجره مجزا مقدار بسیار بالاتری را نسبت به روش پلانک مقدار بسیار پایینی را نشان می دهد. که به نظر می رسد خطای این دو روش بسیار بیش تر از سایر روش ها است. با توجه به دمای تقریبی استخراج شده از ایستگاه های سینوپتیک شهرستان دزفول که مقدار آن برابر ۳۰۸٫۹۵ کلوین در نظر گرفته شده است. اما در مجموع باید بیان کرد که روش های محاسبه  $LST$  از طریق تصاویر ماهواره ای با دمای به دست آمده از ایستگاه های هواشناسی و سینوپتیک تفاوت بسیار داشته و دقت بالایی ارائه نمی دهد. از مزایای این پژوهش کاربرد های این مطالعه در زمینه های مختلف مهندسی از جمله کشاورزی، عمران، زمین شناسی، هواشناسی، آبخیزداری و سایر رشته های دیگر مرتبط با علوم زمین می باشد. از آنجا که ایستگاه های سینوپتیک و هواشناسی فقط دمای مربوط به مکان های خاص ارایه می کند، روش سنجش از دوری می تواند دمای مناطق سطح زمین را در اختیار کاربران قرار دهد. بخصوص مناطقی که صعب العبور هستند و امکان ساخت و احداث ایستگاه های هواشناسی غیر ممکن است این روش می تواند روشی بسیار مناسب باشد. نتایج این پژوهش برای برنامه ریزان و کارشناسان در سطح منطقه برای کسب اطلاعات از وضعیت دمای سطح زمین و ارتباط آن ها با کاربری های اراضی می تواند راهگشای تصمیمات مدیریتی برای حفاظت از منابع طبیعی و کشاورزی باشد.

## منابع

- امینی بازیابی، زارع ایبانه و اکبری؛ سمیرا، حمید و مهدی، (۱۳۹۳)، برآورد دما و شاخص پوشش گیاهی سطح زمین با استفاده از داد های سنجش از دور (مطالعه موردی: استان همدان)، پژوهش های جغرافیای طبیعی، ۱۳۹۳، شماره ۳، ص ۳۴۸ - ۳۳۳.



- جویباری مقدم یاسر؛ آخوندزاده مهدی؛ سراجیان محمدرضا (۱۳۹۴). ارائه یک الگوریتم پنجره مجزا نوین به منظور تخمین دمای سطح زمین از داده های ماهواره لندست ۸، نشریه علوم و فنون نقشه برداری، دوره پنجم شماره ۱، صص ۲۲۶ - ۲۱۵.

- دانش کار آراسته پیمان؛ تجریشی مسعود؛ ثقفیان بهرام (۱۳۸۴). تعیین دمای سطح با استفاده از فن آوری سنجش از دور در منطقه سیستان، نشریه علمی پژوهشی آب و آبخیز، شماره ۲، ۲۹ - ۲۰.

- فیضی زاده بختیار؛ دیده بان خلیل؛ غلام نیا خلیل (۱۳۹۵). برآورد دمای سطح زمین و الگوریتم پنجره مجزا با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ مطالعه موردی: حوضه آبریز مهاباد، فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، دوره ۲۵، شماره ۹۸، صص ۱۸۱ - ۱۷۱.

- کاویانی عباس؛ سهرابی تیمور؛ دانش کار آراسته پیمان (۱۳۹۲). تخمین دمای سطح زمین با استفاده از شاخص اختلاف نرمال شده در تصاویر سنجنده های لندست ۷ و مادیس، مجله هواشناسی کشاورزی، شماره ۱ جلد ۱ صص ۲۵ - ۱۴.

- *Aslan, N. and Koc-San, D. (2016), "Analysis of Relationship Between Urban Heat Island Effect and Land USE/COVER Type Using Landsat 7 ETM+ and Landsat 8 OLI Image", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Congress, 12-19 July, Prague, Czech Republic, XLI-B8, pp. 821-288.*

- *Avdan U., Jovanovska, G. (2016), "Algorithm for Automated Mapping of Land Surface Temperature Using LANDSAT 8 Satellite Data", Journal of Sensors, volume. 2016, pp. 1-8.*

- *Alavipanah, S.K., et al., (2009), Land surface temperature in the Yardang Region of Lut Desert (Iran) based on field measurements and Landsat thermal data, Journal of agricultural science and technology (JAST), 9, 287-303.*

- *Feizizadeh.B, Blaschke.T, Nazmfar,H ,Akbari,E and Kohbanani,H,R,(2012), Monitoring land surface temperature relationship to land use/land cove from satellite imagery in MaraqehCounty, Iran, Journal of Environmental Planning and Management 2012, 1-26.*

- *Reutter, H., Olesen, F. S., & Fischer, H. (1994). Distribution of the brightness temperature of land surfaces determined from AVHRR data. REMOTE SENSING, 15(1), 95-104.*

- Shahid,L, 2014, *Land Surface Temperature Retrival of Landsat-8 Data Using Split Window Algorithm- A Case Study of Ranchi District , IJEDR , Volume 2, Issue 4.*

- 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*, volume 6, pp. 9829-9852.

