نشریه تحقیقات کاربردی علوم جغرافیایی، سال بیست و سوم، شماره ۶۸، بهار ۱۴۰۲

تعیین دمای سطح زمین و انرژی تابشی خورشید با استفاده از تکنیک زمین‌آمار و داده‌های دورسنجی (مطالعه موردی: بیابان لوت)

دریافت مقاله: ۹۸/۱/۱ **پذیرش نهایی:** ۹۸/۱۱/۱

صفحات: ۱۹۷-۱۸۱

محسن پورخسروانی: دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران[۱].
Email: pourkhosravani@uk.ac.ir
علی مهرابی: دانشیار گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
Email: mehrabi@uk.ac.ir
بهناز شیخ شریعتی: دانشجوی کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.
Email: behnaz.shaikhshariati@gmail.com

چکیده

انرژی خورشید به دلیل این‌که از پاک‌ترین، ارزانترین و قابل دسترس‌ترین انرژی‌های جهان است مورد توجه است. اما میزان انرژی تابشی خورشید در مناطق مختلف متغیر است. بنابراین شناخت مکان‌های مناسب برای بکارگیری انرژی خورشیدی الزامی است. بر همین اساس هدف این پژوهش پایش مکانی دمای سطح زمین و انرژی تابشی خورشید با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و زمین آمار در دشت لوت می‌باشد. نتایج نشان می‌دهد که، دمای سطح زمین در دشت لوت بین ۲۹ تا ۷۹ درجه سانتیگراد در نوسان است. بر این اساس دمای سطح زمین به سمت شرق و شمال شرق منطقه افزایش پیدا می‌کند. همچنین نتایج حاکی از آن است که مقدار انرژی تابشی رسیده به سطح دشت لوت بین ۲۳۲/۷۷ تا ۲۳۷/۶۱ وات بر مترمربع در بخش‌های مختلف دشت لوت متغیر است. به طوری‌که حداکثر انرژی رسیده به سطح در دشت لوت مربوط به جنوب این دشت می‌باشد و هرچه به سمت شمال حرکت کنیم از مقدار انرژی رسیده به سطح کاسته می‌شود.

کلید واژگان: انرژی خورشید، دمای سطح زمین، سنجش از دور، زمین آمار، بیابان لوت.

۱ . نویسنده مسئول: کرمان، دانشگاه شهید باهنر کرمان، گروه جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

مقدمه

انرژی یکی از مهمترین عوامل در پیشرفت و توسعه جوامع بشری و از فاکتورهای ضروری در توسعه اقتصادی، اجتماعی و ارتقای کیفیت زندگی است. انفجار جمعیت و رشد روز افزون تقاضای انرژی، افزایش استانداردهای زندگی، خطر گرم شدن کره زمین ناشی از پدیده گلخانه‌ای، ریزش بارش‌های اسیدی، مشکلات زیست محیطی و تهدید سلامت انسان‌ها، کمبود منابع انرژی فسیلی و بالا رفتن مصرف انرژی از جمله مسایلی است که تمایل به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش داده است(جعفری و همکاران، ۱۳۹۲: ۲۴). به گونه‌ای که در سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۷ سرانه تولید انرژی جهانی ۱۰/۳ درصد افزایش یافته است (ظهوری[1]، ۲۰۱۲: ۸۵۰) و پیش بینی می‌شود این افزایش در سال ۲۰۳۰ به بیش از ۶۷ درصد مقدار مصرفی در سال ۲۰۰۰ برسد (سولانگی و همکاران[2]، ۲۰۱۱: ۲۱۵۰). انرژی‌های تجدیدپذیر شامل منابع متنوع و مختلفی بوده که از انرژی‌های طبیعی و قابل دسترس به وجود می‌آیند(عبدالهی، ۱۳۹۷: ۶۳). انرژی خورشیدی به عنوان یکی از منابع تأمین انرژی پاک و عاری از اثرات مخرب زیست محیطی، از گذشته‌های دور به روش‌های گوناگون مورد استفاده بشر قرار گرفته است(سامانی[3]، ۲۰۰۰: ۲۶۵). و با توجه به پتانسیل‌های کشور ایران، انرژی‌های خورشیدی به دلیل عدم تولید گازهای گلخانه‌ای و سایر مواد زائد موجب حفظ منابع طبیعی و احیای اراضی، کاهش خطوط انتقال نیرو، افزایش استقلال منطقه‌ای در تأمین انرژی و افزایش سرعت برق رسانی به مناطق روستایی از اهمیت زیادی برخوردار است (بهرامی و همکاران[4]، ۲۰۱۳: ۲۰۲). جهت رسیدن به این هدف پایش مکانی انرژی تابشی رسیده به سطح و همچنین برآورد دمای سطح زمین که وابستگی مستقیم به انرژی رسیده به سطح زمین دارد بسیار ضروری است. لازم به ذکر است که بهترین راه اندازه‌گیری تابش خورشیدی رسیده به سطح زمین نصب پیرانومترها در ایستگاه‌ها و خواندن اطلاعات ضبط شده توسط آن می‌باشد (امامی‌فر و علیزاده، ۱۳۹۳: ۶۱۷)، اما به دلیل محدودیت در تعداد ایستگاه‌ها و همچنین استاندارد نبودن ایستگاه‌ها در برخی از مناطق، اندازه‌گیری پارامترهای مورد نظر به طور محدود انجام می‌شود. در نتیجه محققین سعی دارند با استفاده از روش‌های مختلف تخمین دقیقی از دمای سطح زمین و میزان انرژی رسیده به سطح ارائه نمایند (هارگریوز و سامانی[5]، ۱۹۹۸: ۲۲۷). دمای سطح زمین که فاکتوری مهم در کنترل فرآیندهای بیولوژیکی، شیمی و فیزیکی سطح زمین می‌باشد، تابعی از انرژی خالص در سطح زمین است، که به مقدار انرژی رسیده به سطح زمین، گسیلندگی سطح، رطوبت و جریان هوای اتمسفر بستگی دارد(علوی پناه و همکاران، ۲۰۰۷: ۲۸۸).

در مطالعه‌ی تابش خورشیدی نمی‌توان تمام عناصر مؤثر را در معادلات وارد نمود؛ در نتیجه برای تخمین میزان تابش خورشیدی تنها از تعداد محدودی از پارامترهای اقلیمی استفاده می‌شود. مهمترین پارامتر که در بیشتر معادلات تجربی برآورد تابش خورشیدی از آن استفاده می‌شود، ساعات آفتابی است. گرچه بسیاری از محققین در مدل‌های تجربی خود علاوه بر ساعات آفتابی، از پارامترهایی همچون رطوبت نسبی، ارتفاع، عرض جغرافیایی و دما بهره برده‌اند، لیکن تحقیقات نشان داده است که ساعات آفتابی مهمترین عامل تعیین کننده‌ی میزان تابش

1. Zohoori
2. Solangi et al
3.Samani
4 . Bahrami et al
5. Hargreaves and Samani

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

خورشیدی است(مجرد و همکاران، ۱۳۹۴: ۵۶). نخستین بار آنگستروم با به کارگیری داده‌های هواشناسی مانند ساعات آفتابی توانست مدل ساده‌ای برای تخمین مقدار تابش خورشیدی رسیده به سطح زمین در یک سطح افقی ارائه نماید (انگستروم[1]، ۱۹۲۴: ۱۲۱). بعد از وی دانشمندان زیادی اقدام به بهبود و تعدیل مدل آنگستروم نموده‌اند که ضرایب تبدیل و داده‌های ورودی آن‌ها به مدل و شرایط اقلیمی بستگی دارد. مدل آنگستروم در سال ۱۹۴۰ مجدداً اصلاح گردید(پرسکات[2]، ۱۹۴۰: ۱۱۴). امروزه با گسترش تکنولوژی‌های نوین مانند تکنیک‌های زمین آمار و سنجش از دور محققین زیادی با استفاده از این تکنولولوژی‌ها تحقیقات زیادی را در این رابطه انجام داده‌اند. از جمله، حجازی‌زاده و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی تحت عنوان برآورد تابش خورشیدی دریافتی سطح زمین در استان اصفهان بیان می‌کنند که، فصل زمستان و پاییز در ما ه‌های دسامبر و ژانویه دارای کمترین مقدار تابش دریافتی سطح زمین بوده، همچنین بیشترین مقدار دریافتی در این استان در ماه ژوئیه است. فیضی‌زاده و دیده‌بان (۱۳۹۴) ضمن برآورد دمای سطح زمین در حوضه مهاباد با استفاده از تصاویر لندست و الگوریتم پنجره مجزا نتیجه می‌گیرند که، مناطق با پوشش گیاهی انبوه و پوشیده از آب دمای کم و مناطق با پوشش گیاهی کم و خاک لخت دمای بالایی را نشان می‌دهند. در پژوهشی دیگر هاتفی اردکانی و رضایی مقدم (۱۳۹۴) ضمن سنجش امکان استفاده از انرژی خورشیدی برای تأمین سامانه‌های روشنایی بزرگراه زنجان- تبریز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای نتیجه می‌گیرند که، منطقه‌ی مورد مطالعه، به دلیل تنوع توپوگرافی از تابش خالص سطحی متنوع برخوردار است و امکان به کارگیری سیستم‌های فتوولتائیک خورشیدی جهت تأمین روشنایی بزرگراه زنجان- تبریز را تأیید می‌کند. همچنین احمدی و همکاران (۱۳۹۵) در پژوهشی تحت عنوان، مکانیابی نیروگاه‌های خورشیدی در استان ایلام با استفاده از داده‌های اقلیمی و سامانه اطلاعات مکانی بیان می‌کنند که، مناطق جنوبی و غربی استان ایلام بهترین مکان‌های احداث نیروگاه خورشیدی هستند. ابوبکر مسعود و همکاران[3] (۲۰۱۸) ضمن ارزیابی پتانسیل انرژی تابشی خورشید در کشورهای عضو شورای همکاری خلیج فارس نتیجه می‌گیرند که، ترویج تحقیق و توسعه، چارچوب‌های قانونی، مسائل فنی و تبادل دانش از زمینه‌های مهم بهبود استفاده از این منبع انرژی می‌باشند. در پژوهشی دیگر اسکیکر[4] (۲۰۰۶) ضمن محاسبه تابش خورشیدی در دمشق سوریه بیان می‌کند که مدل ارائه شده با هفت متغیر اقلیمی بهترین مدل برای محاسبه تابش خورشیدی است. همچنین گاستلی و چرابی[5] (۲۰۱۰) تابش خورشیدی در عمان را به روش تحلیل تابش محاسبه و نتیجه می‌گیرند که بیشتر مناطق عمان در طول سال از توان زیاد انرژی خورشید برخوردار هستند. ایران با ظرفیت حدود ۳۲/۵ گیگاوات توان تولید انرژی خورشیدی در میان کشورهای جهان با فاصله اندکی نسبت به ترکیه در رده ۲۱ قرار دارد (کاظمی کارگر و همکاران، ۲۰۱۴: ۲). تقریبا ۸۰ درصد از مساحت کشور با حدود ۲۴۰ تا ۲۵۰ روز آفتابی در سال دارای میانگین سالانه تابش خورشیدی تقریبی ۴/۵ تا ۵/۴ کیلووات ساعت بر متر مربع است (مقدم و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۰۷). دشت لوت از جمله دشت‌های بسته داخلی ایران است که در بسیاری از پژوهش‌ها به عنوان گرمترین نقطه کره زمین از آن یاد می‌شود. اما در این‌که گرمترین نقطه زمین مربوط به کدام نقطه از

1 .Angstrom
2.Prescott
3. Abubakar Masud et al
4.Skeiker
5. Gastli and Charabi

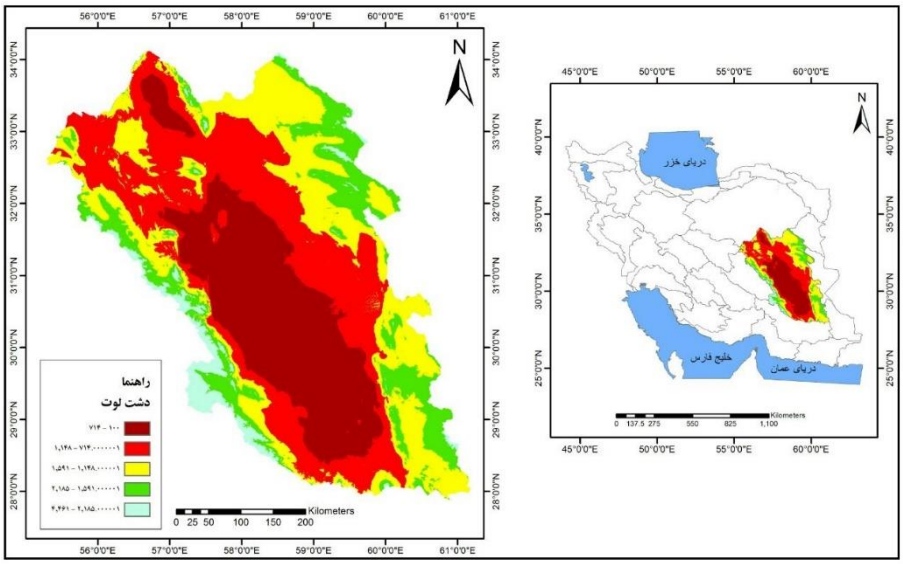
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

دشت لوت می‌باشد اختلاف نظرهایی وجود دارد. از طرفی موقعیت ساختاری و شرایط توپوگرافیک دشت لوت موجب شده که از پتانسل بالایی در دریافت انرژی تابشی خورشید برخوردار باشد. در همین راستا این پژوهش سعی دارد ضمن برآورد دمای سطح زمین در دشت لوت انرژی تابشی رسیده به سطح دشت لوت را با استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و زمین آمار ارزیابی و تحلیل نماید.

روش تحقیق

معرفی محدوده مورد مطالعه

دشت لوت از جمله دشت‌های بسته ایران مرکزی است که در محدوده، ۲۹ درجه و ۷ دقیقه تا ۳۲ درجه و ۳۰ دقیقه عرض شمالی و ۵۷ درجه و ۲۴ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۴۴ دقیقه طول شرقی قرار گرفته است. این دشت از شمال به نای بند دلهوک و دشت کویر، از شرق به محدوده بیرجند تا هامون هیرمند، از جنوب به محدوده‌های شوره گز، فهرج و نرماشیر و از غرب به شهداد، راور و بهاباد محدود می‌شود. شکل(۱) موقعیت دشت لوت را نشان می‌دهد.



شکل(۱). موقعیت منطقه مورد مطالعه

پژوهش حاضر کاربردی بوده که به روش تحقیق توصیفی-تحلیلی صورت گرفته است. داده‌های مورد نیاز از روش‌های کتابخانه‌ای و اسنادی (استفاده از اطلاعات و آمار سازمان‌ها) و داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده است. جهت برآورد انرژی تابشی رسیده به سطح در دشت لوت ابتدا نقاط نمونه به صورت شبکه بندی انتخاب و سپس از طریق رابطه(۱) مقدار انرژی رسیده به سطح برای هر نقطه برای اول مرداد ماه محاسبه گردید.

رابطه (۱)

$$S = 23.45 \times \sin\left|\frac{360}{365} \times N\right|$$
$$\propto = 90 - \in + S$$
$$C = C_0 \times \sin \in$$

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

که در رابطه(۱):

S= زاویه خورشید

N= مجموع روزهای طی شده از اول فروردین تا روز مد نظر (اول مردادماه) منهای یک

$\propto$= ارتفاع

$\in$= عرض جغرافیایی

C= مقدار تابش دریافتی مکان مورد نظر در زمان مورد نظر

C_0= ۲۴۰ وات بر مترمربع (در واقع عرض جغرافیایی است که بیان می‌کند چقدر از این ۲۴۰ وات به زمین می‌رسد عرض جغرافیایی تعیین کننده میزان دریافت است).

سپس با استفاده از روش زمین آمار (kriging) پهنه بندی مقدار انرژی دریافتی رسیده به سطح زمین صورت گرفت. با توجه به اهمیت داده‌های واقعی در آنالیزهای فضایی و همچنین محدودیت ایستگاه‌های برداشت داده، طراحی و به کارگیری توابع ریاضی که توانایی تکمیل داده‌های ناقص فضایی را با حداکثر دقت و حداقل خطا داشته باشد کمک زیادی به آنالیز توزیع فضایی پدیده‌ها، کاربری اراضی و در نهایت پیش بینی روندهای فضایی خواهد داشت. منظور از تکمیل داده‌های ناقص پارامترهای محیطی با استفاده از روش‌های درونیابی این است که در مکان (مختصاتی) که دسترسی به مقدار پارامتر محیطی مد نظر به دلیل عدم وجود وسیله اندازه گیری در آن محل امکان پذیر نیست، با استفاده از روش‌های درونیابی و به کمک مختصاتی که مقدار(ارزش) پارامتر برای آن‌ها معلوم است، مقدار ارزش پارامتر مد نظر برای نقاط مجهول تخمین زده شود. این نوع درونیابی تحت عنوان درونیابی فضایی[1] شناخته می‌شود(مگنس و مک کان[2]، ۲۰۰۴: ۱۳). روش کریجینگ از خود همبستگی و دیگر روابط آماری بین نقاط اندازه گیری شده استفاده می‌کند، به این علت نه تنها برای نقاط مورد نظر مقداری پیش بینی می‌کند، بلکه اطمینان و صحت مقادیر برآورد شده را نیز ارائه می‌دهد. لازم به ذکر است که، تفاوت کریجینگ با روش‌های دیگر در این است که علاوه بر فاصله، چینش مکانی داده‌های همسایه نیز اساس محاسبه مقادیر مجهول قرار می‌گیرد (هوشنگی و همکاران، ۱۳۹۴: ۱۹).

در مرحله بعد جهت پایش دمای سطح زمین در دشت لوت از تصاویر لندست ۸ استفاده شد. با توجه به این‌که منطقه مورد مطالعه در گذر ۱۶۸ و ردیف‌های ۳۴ و ۳۵ قرار گرفته از نرم‌افزار Envi5.1 برایLayer stacking باندهای مورد نظر و موزاییک کردن دو تصویر استفاده شد. برای انجام تصحیح رادیومتریک تصاویر نیز از همین نرم‌افزار با استفاده از روش FLAASH اقدام شده است. فلش اولین ابزار تصحیح آتمسفری می‌باشد که طول موج قابل رویت و طول موج‌های مادون قرمز و مادون قرمز نزدیک تا ۳ میکرومتر را تصحیح می‌کند. در روش فلش از فایل Meta Data برای تصحیح باندهای مورد نظر که شامل باندهای چند طیفی و باندهای حرارتی است، استفاده شده است. ورودی‌های FLAASH شامل باندهای ۱ تا ۷ و باند ۱۰ و ۱۱ می‌باشد. که برای باندهای چند طیفی عملیات رادیانس و ریفلکت انجام گرفته ولی برای باندهای حرارتی فقط عملیات رادیانس انجام شد. از کاربردهای

1. spatialinterpolation
2. Magness and McCuen

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

دیگر این برنامه جانبی طبقه‌بندی کردن باندهای تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده می‌باشد. مثلا تصویر ماهواره لندست هشت در این روش به صورت جدول (۱) طبقه‌بندی خواهد شد.

جدول(۱). طبقه‌بندی باندها تصاویر لندست ۸ در روش فلش

ردیف	باند	شماره باند
۱	Multi Spectral	۱-۷
۲	Panchromatic	۸
۳	Cirrus	۹
۴	Thermal	۱۰-۱۱

این روش تنها برای باندهای چند طیفی مورد استفاده قرار می‌گیرد و سپس برای نرمالیزه کردن باندهای حرارتی مورد نظر بین ۰-۱ از رابطه (۲) استفاده شد.

رابطه (۲)

$$(b^1\ Le\ 0) * 0(b^1 Ge\ 10000) * 1(b^1\ Gt\ 0\ and\ b^1\ Lt\ 10000) * Float(b^1)/10000$$

در نهایت با انجام پردازش‌های مختلف بر روی تصاویر دمای سطح زمین در منطقه مورد مطالعه برآورد گردید.

نتایج

ویژگی‌های طبیعی دشت لوت

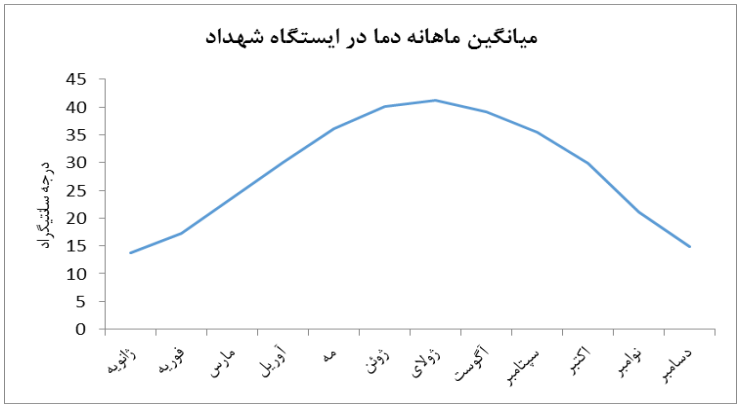
حوضه آبخیز لوت دومین حوضه آبخیز بزرگ صفحات داخلی ایران است که به وسیله ارتفاعات کوتاهی که از یک هزار متر تجاوز نمی‌نماید، از کویر نمک جدا شده است. پست‌ترین و خشک‌ترین فرورفتگی‌های داخلی ایران در این آبخیز قرار دارد و میزان بارندگی سالانه در آن کمتر از ۵۰ میلی‌متر است و احتمال دارد حتی برای چند سال متوالی هیچ بارندگی صورت نگیرد. تنها رودخانه مهم این حوزه، از ارتفاعات نزدیک بیرجند سرچشمه گرفته و با حرکت به سوی جنوب، به طرف کویر شرق کرمان می‌رود. این آبخیز در بخش جنوب شرقی ایران واقع شده است و قسمت بزرگی از بلوک لوت را فرا گرفته است، از طرف مغرب به گسل نی بندان و از طرف جنوب شرقی به آبخیز یزد محدود است. بلوک لوت از طرف شمال تا گوشه جنوب غربی آبخیز ارتفاعات بیجستان ادامه داشته و از طرف جنوب در نزدیکی حد آبی جنوبی آن به آبخیز جازموریان ختم میگردد. این بلوک گسل خورده به طرف جنوب غربی کج شده است، به طوری که در حاشیه شمال شرقی آن تیغه های مرتفع و در بخش غربی آن گود ترین صفحات این بلوک قرار دارند (کلینسلی، ۱۳۸۱: ۱۶۱).

جدول(۲) میانگین پارامترهای اقلیمی ایستگاه شهداد را نشان می‌دهد. طبق نتایج جدول(۲) در ۴ ماه از سال یعنی ماه‌های تیر، مرداد و شهریور هیچ گونه بارندگی در منطقه مورد مطالعه رخ نداده است. بر همین اساس بیشترین میزان بارش مربوط به ماه بهمن به میزان ۹/۸۹ میلی‌متر بوده است. همچنین طبق نتایج جدول(۲) تیرماه با میانگین دمای ۴۱/۱۴ درجه سانتی‌گراد گرمترین و دی ماه با میانگین دمای ۱۳/۶۸ درجه سانتی‌گراد خنکترین ماه در این منطقه بوده است. بیشترین میزان رطوبت نیز مربوط به ماه بهمن به میزان ۳۳/۸ و کمترین میزان مربوط به تیر ماه به میزان ۱۲ بوده است. اشکال(۲ و ۳) تغییرات ماهانه دما و بارش ایستگاه سینوپتیک شهداد در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهند.

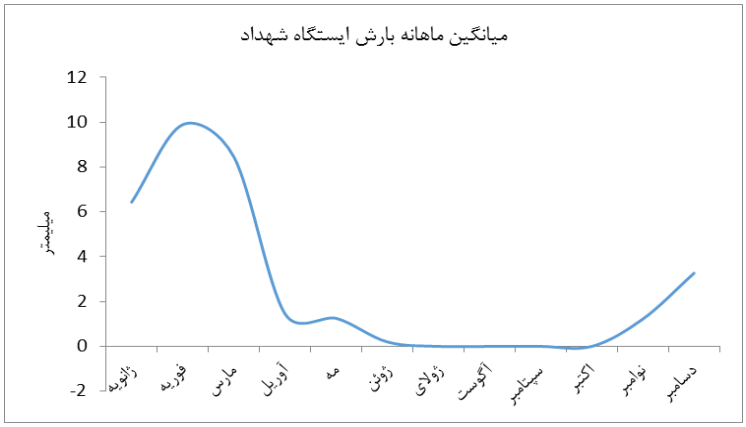
[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

جدول (۲). میانگین ماهیانه پارامترهای اقلیمی در ایستگاه شهداد ۲۰۰۳- ۲۰۱۷

ماه	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	دی	بهمن	اسفند
بارش	۱/۴۵	۱/۲۵	۰/۲	۰	۰	۰	۰	۱/۲۲	۳/۲۶	۶/۴۳	۹/۸۹	۸/۴۵
دما	۲۹/۹۷	۳۰/۰۷	۴۰/۰۴	۴۱/۱۴	۳۹/۱۸	۳۵/۴۱	۲۹/۸	۲۱/۰۱	۱۴/۸۸	۱۳/۶۸	۱۷/۲۵	۲۳/۶۲
رطوبت	۲۳/۲۸	۱۷/۳۵	۱۲/۷۸	۱۲	۱۲/۲۸	۱۳/۳۵	۱۵/۲۱	۲۴/۶	۳۱/۶۶	۳۶/۸۶	۳۳/۸	۲۶/۸



شکل (۲). میانگین ماهانه دمای ایستگاه شهداد (۲۰۰۳- ۲۰۱۷)

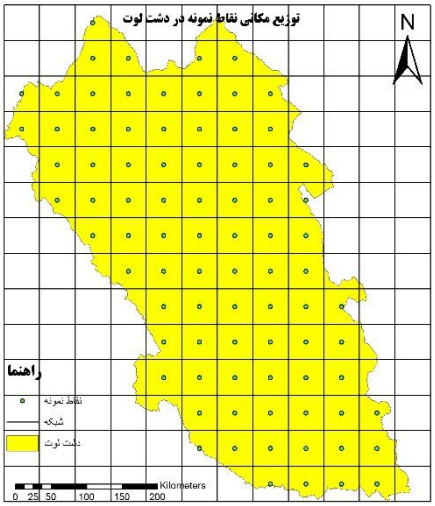


شکل (۳). میانگین ماهانه بارش ایستگاه شهداد (۲۰۰۳- ۲۰۱۷)

برآورد انرژی تابشی سطح دشت لوت

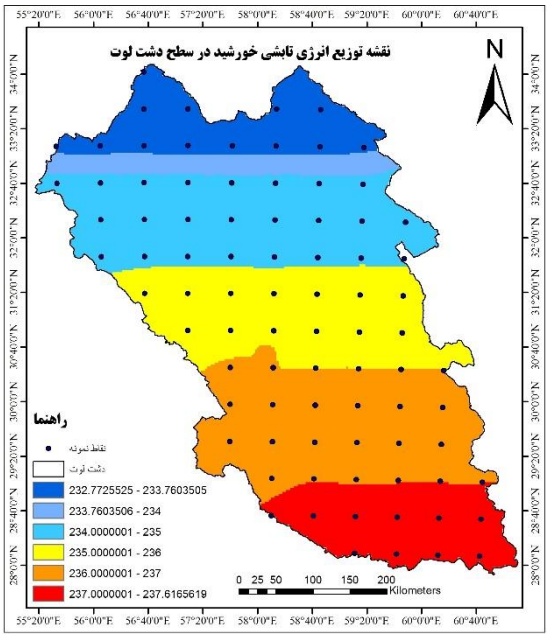
همان‌گونه که در بخش قبلی اشاره شد، جهت برآورد انرژی تابشی رسیده به سطح زمین در دشت لوت ابتدا ۱۰۲ نقطه به صورت تصادفی در سطح دشت لوت مشخص گردید شکل(۴).

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]



شکل(۴). توزیع مکانی نقاط نمونه در سطح دشت لوت

سپس با استفاده از رابطه(۱) انرژی دریافتی هر نقطه برای روز اول مرداد ماه محاسبه گردید. نهایتا با استفاده از روش زمین آمار (kriging) نقشه توزیع انرژی تابشی دریافتی سطح دشت لوت تهیه گردید. نتایج حاکی از آن است که مقدار انرژی تابشی رسیده به سطح دشت لوت بین ۲۳۲/۷۷ تا ۲۳۷/۶۱ وات بر مترمربع در بخش‌های مختلف دشت لوت متغیر است. به طوری‌که حداکثر انرژی رسیده به سطح در دشت لوت مربوط به جنوب این دشت می‌باشد و هرچه به سمت شمال حرکت کنیم از مقدار انرژی رسیده به سطح کاسته می‌شود. شکل(۵) نحوه توزیع انرژی تابشی رسیده به سطح دشت لوت را نشان می‌دهد.



شکل(۵). توزیع انژی تابشی رسیده به سطح دشت لوت

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

برآورد دمای سطح زمین در دشت لوت

الگوریتم (sw[1]) یکی از روش‌های مناسب برای سطح زمین در مناطق مختلف می‌باشد که برای دست یافتن به این امر از معیارهای مختلفی استفاده شده است. هر یک از این معیارها با انجام روابط ریاضی محاسبه شده‌اند. سپس با جای‌گذاری کردن در فرمول محاسبه دمای سطح زمین، دمای سطح زمین در منطقه مورد مطالعه به دست آمد.

الف- برآورد شاخص پوشش گیاهی (NDVI)

با توجه به این‌که شاخص پوشش گیاهی نقش عمده‌ای در نقل و انتقال انرژی بین زمین و اتمسفر دارد و آثار متفاوتی بر روی عناصر اقلیمی از جمله دمای پیرامون خود می‌گذارد؛ در نتیجه می‌توان آن را به عنوان یکی از فاکتورهای تأثیرگذار در محاسبه دمای سطح زمین(LST) به حساب آورد. این شاخص از معروف‌ترین، ساده‌ترین و کاربردی‌ترین شاخص‌هایی است که در زمینه‌ی مطالعات پوشش گیاهی شناخته شده است (کاسا، ۱۹۹۹: ۲۰). فرآیند محاسباتی ساده دارد و در مقایسه با دیگر شاخص‌ها دارای بهترین توان دینامیکی می‌باشد. این شاخص بیشترین حساسیت را به تغییرات پوشش گیاهی داشته و در مقابل اثرات جوی و زمینه‌ی خاک (به جز در مواردی که پوشش گیاهی کم باشد)، حساسیت کمتری دارد. برای برآورد شاخص پوشش گیاهی از باندهای قرمز (۴) و مادون قرمز نزدیک (۵) تصاویر لندست ۸ استفاده شده است. فرمول محاسبه شاخص پوشش گیاهی به شرح رابطه(۳) است.

$$NDVI = (Band^5 - Band^4)/(Band^5 + Band^4)$$ رابطه (۳)

نتیجه حاصل از رابطه(۳) تصویری با دامنه بین $-1 < 0 < +1$ می‌باشد. این شاخص با استفاده از رابطهNDVI که در رابطه(۳) ذکر شده محاسبه و مقدار آن بین اعداد ۱+ و تا ۱- تغییر می‌کند. مقادیر منفی در این شاخص حاکی از عدم حضور پوشش گیاهی و مقادیر مثبت مناطقی با پوشش گیاهی را نشان می‌دهد. مقدار این شاخص تحت تأثیر عواملی قرار می‌گیرد و در دمای منطقه تأثیرگذار می‌باشد. به طوری‌که مناطق دارای پوشش گیاهی و آب به دلیل داشتن رطوبت نسبی از دمای کمتری نسبت به مناطق عاری از پوشش گیاهی و آب برخوردار هستند.

ب- برآورد کسری پوشش گیاهی[2]

پوشش گیاهی سبز جز به جز (FVC) یکی از پارامترهایی است که در بسیاری از برنامه‌های کاربردی محیط زیست و تغییرات آب و هوایی کاربرد دارد. یک رویکرد مشترک برای برآورد FVC شامل ترکیبی غیرخطی از دو عنصر طیفی در یک تصویر سنجش از راه دور شامل؛ خاک لخت و پوشش گیاهی سبز است. خواص طیفی از این دو عنصر معمولا به صورت‌های مختلف برآورد می‌شود که شامل اندازه‌گیری‌های میدانی، برآورد از منابع داده‌های اضافی (به عنوان مثال، پایگاه داده خاک و یا نقشه‌های پوشش اراضی)، و یا به طور مستقیم از تصاویر استخراج

1. Split-Window
2. FVC

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

شده است (جانسون و همکاران[1]، ۲۰۰۷: ۲۶۲۰). الگوریتم وابسته به یک تجزیه و تحلیل روش بهینه‌سازی مخلوط طیفی[2] بر اساس قضیه پوشش گیاهی، همراه با استفاده از استاندارد SMA ، برای بهبود درک از تأثیرپذیری دو عنصر در اشتقاق از بخش پوشش گیاهی زیرپیکسل‌ها در مقیاس جهانی است (گارسیا و همکاران[3]، ۲۰۰۵: ۲۶). برای برآورد شاخص کسری پوشش گیاهی از رابطه(۴) استفاده می‌شود (فیضی زاده و همکاران، ۱۳۹۴: ۷) شکل(۶).

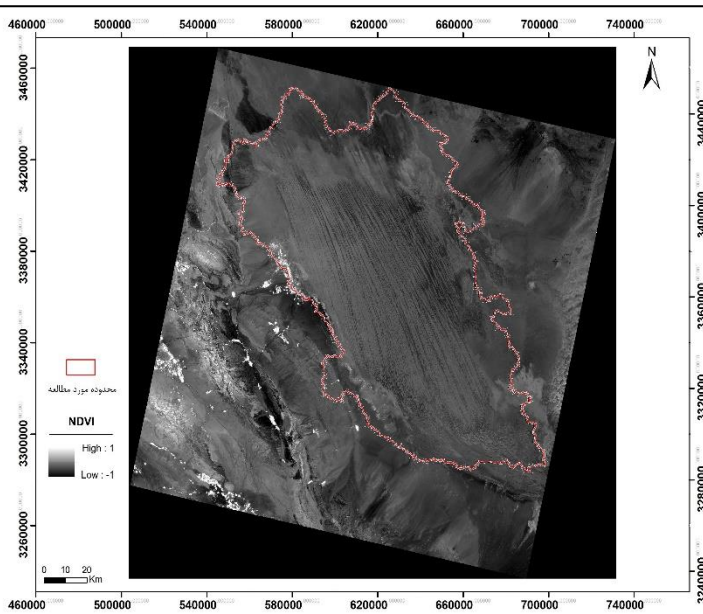
$$Fvc = (NDVI_v - NDVI_s)/(NDVI_v - NDVI_s)$$ رابطه (۴)

که در رابطه(۴):

NDVI: شاخص پوشش گیاهی

$NDVI_s$: مناطق بدون پوشش گیاهی شاخص

$NDVI_v$: مناطق پوشیده از گیاه شاخص



شکل(۶). نقشه پوشش گیاهی منطقه مورد مطالعه

ج- برآورد قابلیت انتشار (Emissivity)

اجسام با درجه حرارت بالاتر از صفر مطلق، تشعشعات الکترومغناطیسی از خود ساطع می‌کنند و به این تشعشعات، شار تابشی گفته می‌شود. به طور کلی نسبت انرژی تابش شده از جسم به انرژی تابش شده از جسم سیاه در دمای یکسان و یک طول موج مشخص گسیلندگی نامیده می‌شود (سلیمانی وسطی کلایی و آخوند زاده هنزائی،

1. Janson et al
2. SMA
3. Garcia` et al

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

۱۳۹۷: ۱۰۰). شار تابشی توسط فاکتورهایی همچون مقدار آب، ترکیب شیمیایی و ناهمواری‌های سطحی کنترل می‌شود. همچنین شار تابشی برای پوشش گیاهی به نوع گیاه و چگالی منطقه بستگی دارد و مقدار کمیت آن بین صفر تا یک متغیر است و موادی که € بالایی دارند مقدار زیادی انرژی جذب و همان مقدار انرژی منتشر می‌نمایند. قابلیت انتشار اجسام وابسته به طول موج است. یعنی هنگامی که قابلیت انتشار انرژی از اجسام واقعی در طول موج‌های مختلف اندازه‌گیری شود، مقادیر متفاوتی حاصل خواهد شد. قابلیت انتشار برخی از مواد طبیعی در محدوده طول موج ۸-۱۲ میکرومتر که در سنجش از دور کاربرد زیادی دارند دیده می‌شود (بتنر و کن[1]، ۱۹۶۵: ۱۳۳۳). رابطه بین شار تابشی و شاخص پوشش گیاهی از طریق رابطه(۵) محاسبه می‌شود.

$$Pv = ((NDVI^{Max} - NDVI^{Min})/(NDVI^{Max} - NDVI^{Min}))^2$$ رابطه (۵)

$$E = 0.004\,PV + 0.986$$

$$Pv = (Propotion\ Vegetation)$$

$NDVI^{Max-Min}$: حداقل و حداکثر ارزش پیکسل‌های NDVI

E: قابلیت انتشار از اجسام

د- برآورد قابلیت انتشار سطح زمین[2]

یکی دیگر از معیارهایی که برای محاسبه دمای سطح زمین لازم و ضروری می‌باشد برآورد قابلیت انتشار در سطح زمین است. که این معیار به صورت جداگانه در هر دو باند حرارتی ماهواره لندست ۸ برای گیاه و خاک محاسبه شد جدول(۲). رابطه محاسبهLSE به صورت رابطه(۶) می‌باشد.

$$LSE = E^S(1 - FVC) + E^7 * FVC$$ رابطه(۶)

در رابطه(۶):

LSE: قابلیت انتشار سطح زمین

E^{s-v}: انتشار گیاه و خاک برای باندهای حرارتی طبق جدول(۲)

FVC: نسبت پوشش گیاهی

جدول(۲). قابلیت انتشار برای گیاه و خاک

قابلیت انتشار	باند ۱۰	باند ۱۱
خاک	۰/۹۷۱	۰/۹۷۷
گیاه	۰/۹۸۷	۰/۹۸۹

1. Buettner and ken
2. LSE

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

بعد از محاسبه کردنLSE برای هر یک از باندهای حرارتی، اختلاف و میانگین این دو باند نیز از طریق رابطه(۷) محاسبه گردید.

رابطه (۷)

$$E = (E^{10} - E^{11})/2$$
$$\Delta E = (E^{10} - E^{11})$$

E: اختلاف LSE برای باندهای ۱۰ و ۱۱

اما کاربرد باندهای حرارتی بیشتر در این مراحل نمود پیدا می‌کند که ابتدا نیاز به انجام رادیانس باندهای حرارتی تصویر لندست ۸ می‌باشد که برای این امر می‌توان از رابطه (۸) استفاده کرد.

رابطه (۸)

$$L_\lambda = M^1 * Q^{cal} + A^1$$
$$M^1 = radiance - mult - band - 10/11$$
$$A^1 = radiance - add - band - 10/11$$

Q^{cal}: باند ۱۰ و ۱۱

و- برآورد دمای روشنایی ماهواره[1]

داده‌های باند حرارتی را می‌توان با استفاده از ثابت حرارتی موجود در فایل متا دیتا از طیف درخشندگی به دمای روشنایی تبدیل کرد. جهت این تبدیل از رابطه (۹) استفاده می‌شود.

رابطه (۹)

$$T = \frac{K^2}{Ln(\frac{k^1}{L^\lambda} + 1)} - 273.15$$

T: دمای روشنایی ماهواره بر حسب سانتیگراد

$k^2 - k^1$: ثابت حرارتی برای هر دو باند حرارتی موجود در متا دیتا

L^λ: درخشندگی جو بالا

ه- برآورد ستون بخار آب[2]

ستون بخار آب در بهبود دقت و بازیابی دمای سطح زمین نقش مهمی را ایفا می‌کند؛ که با رابطه(۱۰) قابل محاسبه می‌باشد.C^2... C^0 ضرایب ثابت به دست آمده از داده‌های شبیه‌سازی شده هستند (فیضی زاده و همکاران، ۱۳۹۴: ۷).

رابطه(۱۰)

$$CWV = C^0 + C^1 * (\frac{T^j}{T^i}) + C^2 * (\frac{T^j}{T^i})^2$$
$$C^0 = -9.674$$
$$C^1 = 0.653$$
$$C^2 = 9.087$$

T^j/T^i: میانگین دمای روشنایی

1. Brightness Temperature
2. CWV

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

ی- الگوریتم پنجره مجزا[1]

این الگوریتم از جمله روش‌های مهم در برآورد دمای سطح زمین است که نسبت به سایر روش‌ها از دقت بیشتری برخوردار می‌باشد. ویژگی مهم این الگوریتم حذف اثرات جوی می‌باشد. با توجه به این‌که این الگوریتم اطلاعات دقیق در مورد پروفیل جوی در طول کسب ماهواره‌ای نیاز ندارد، چنین الگوریتم به طور گسترده در بازیابیLST از دو سنسور چند طیفی Multi Spectral و سنسور حرارتی Tirs استفاده می‌کند. با توجه به در دسترس نبودن یک پایگاه داده برای اندازه‌گیری‌هایLST با لندست ۸، ضرایبC از طریق شبیه‌سازی با اعداد مختلف از شرایط اتمسفر و سطح به دست آمد (فیضی زاده و همکاران، ۱۳۹۴: ۸) جدول(۳).

جدول(۳). ضرایب الگوریتمSplit-Window

ارزش‌ها	ضرایب ثابت
-۰/۲۶۸	C
۱/۳۷۸	C
۰/۱۸۳	C
۵۴/۳۰۰	C
-۲/۲۳۸	C
-۱۲۹/۲۰۰	C
۱۶/۴۰۰	C

با به دست آوردن ضرایب بالا تمام مجهولات موجود در رابطه(۱۱) محاسبه دمای سطح زمین به دست آمد و با جایگزین کردن مقادیر، دمای سطح زمین در محدوده مورد مطالعه فراهم آمد.

رابطه (۱۱):

$$LST = TB^{10} + C^{1}(TB^{10} - TB^{11}) + C^{2}(TB^{10} - TB^{1})^{2} + C^{0} + (C^{3} + C^{4}W)(1 - \blacksquare) + (C5 + C6W)\Delta\blacksquare$$

$TB^{10} - TB^{11}$: دمای روشنایی

$C^{0} \ldots C^{6}$: ضرایب الگوریتم

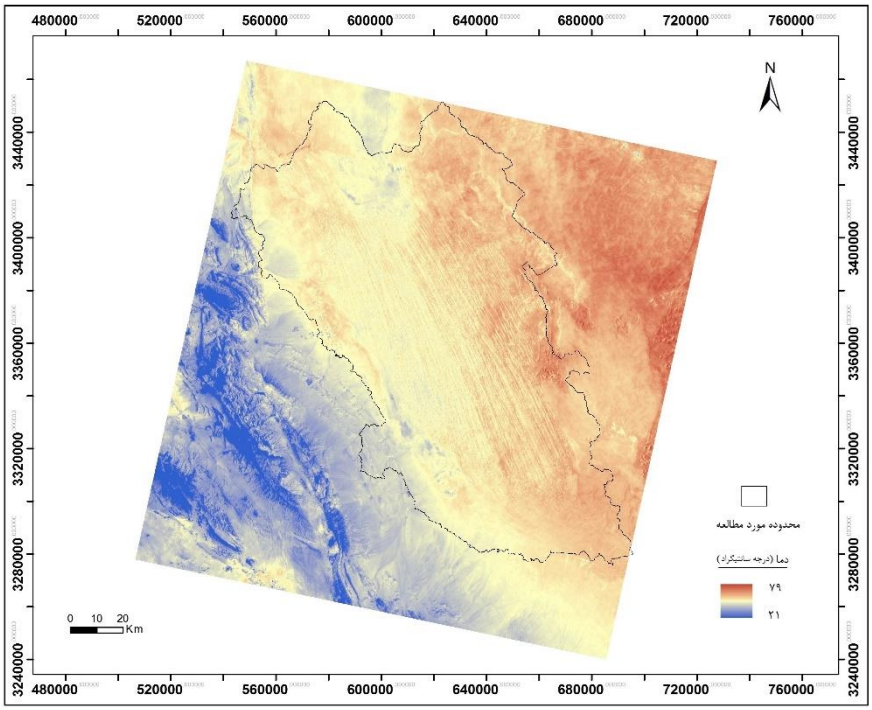
W: ستون بخار آب

$\Delta\blacksquare$: اختلافLSE

نتایج پژوهش حاکی از آنست که مقادیر دمای سطح زمین در منطقه مطالعاتی بین ۲۱ تا ۷۹ درجه سانتی‌گراد در نوسان بوده است. شکل(۷) توزیع دمای سطح زمین در دشت لوت را نشان می‌دهد.

[1]. Split-Window

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]



شکل (۷). تغییرات دمای سطح دشت لوت

نتیجه‌گیری

انرژی خورشید به دلیل این‌که از پاک‌ترین، ارزانترین و قابل دسترس ترین انرژی‌های جهان است، در سال‌های اخیر مورد توجه ویژه قرار گرفته است. در این بین بخش‌هایی از ایران به علت موقعیت ریاضی و ساختاری ویژه از پتانسیل بالایی در رابطه با انرژی تابشی خورشید برخوردار می‌باشند که متاسفانه تاکنون از این ظرفیت ویژه استفاده صحیح صورت نگرفته است. دشت لوت از جمله این مناطق است که با توجه به موقعیت و ویژگی‌های توپوگرافیک آن از پتانسیل بسیار بالایی در انرژی تابشی خورشید برخوردار است. ابرناکی پایین، ساعات آفتابی بالا و ویژگی‌های سطحی مناسب از ویژگی‌های ممتاز این دشت در رابطه با انرژی‌های تجدیدپذیر و به خصوص انرژی تابشی خورشید می‌باشند. در همین راستا این پژوهش توزیع دمای سطح زمین و انرژی تابشی رسیده به سطح زمین در این دشت را ارزیابی نموده است. با توجه به این‌که دما و تابش سطحی دو عامل مهم برای بررسی تابش خورشیدی هستند به همین جهت این دو عامل به عنوان عوامل اصلی برای بررسی تابش در نظر گرفته شد. دمای سطح زمین تابعی از انرژی خالص در سطح زمین است که به مقدار انرژی رسیده به سطح زمین، گسیلندگی سطح، پوشش سطح زمین، رطوبت و جریان هوای اتمسفر بستگی دارد (فیضی‌زاده و دیده‌بان، ۱۳۹۴: ۱۷۲). در همین راستا علوی‌پناه و همکاران (۲۰۰۷) ضمن ارزیابی دمای سطح زمین با استفاده از روش‌های دورسنجی بیان می‌کنند که پوشش سطح زمین از عوامل اساسی در توزیع دمای سطح زمین می‌باشد. نتایج پژوهش ایشان حاکی از آنست که، پهنه‌های ماسه‌ای بیشترین میزان دما را در دشت لوت دارا می‌باشند. با توجه به این‌که هامادای میانی و ارگ لوت در بخش میانی و شرقی دشت لوت قرار گرفته و بیشترین دمای سطح زمین

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

را به خود اختصاص داده‌اند، پس نتایج این پژوهش با نتایج حاصل از پژوهش علوی پناه و همکاران (۲۰۰۷) همسو می‌باشد. به طور کلی، با توجه به تأثیر انرژی تابشی رسیده به سطح، در دمای سطح زمین، این پارامتر از جمله پارامترهایی است که همبستگی بالایی را با توزیع انرژی تابشی رسیده به سطح زمین نشان می‌دهد. بر همین اساس، نتایج پژوهش حاکی از اینست که دمای سطح زمین در دشت لوت بین ۲۹ تا ۷۹ درجه سانتیگراد در نوسان است. بر این اساس دمای سطح زمین به سمت شرق و شمال شرق منطقه افزایش پیدا می‌کند. همچنین نتایج حاکی از آن است که مقدار انرژی تابشی رسیده به سطح دشت لوت بین ۲۳۲/۷۷ تا ۲۳۷/۶۱ وات بر مترمربع در بخش‌های مختلف دشت لوت متغیر است. به طوری‌که حداکثر انرژی رسیده به سطح در دشت لوت مربوط به جنوب این دشت می‌باشد و هرچه به سمت شمال حرکت کنیم از مقدار انرژی رسیده به سطح کاسته می‌شود. لازم به ذکر است که، عدم انطباق کامل توزیع دمای سطح زمین با انرژی تابشی رسیده به سطح در دشت لوت ناشی از پوشش سطح زمین در بخش‌های مختلف دشت لوت به خصوص لوت جنوبی و همچنین کاهش ارتفاع به سمت مشرق این منطقه می‌باشد که نقش مهمی در افزایش دمای سطح زمین داشته است. به همین علت افزایش دمای سطح زمین به سمت شرق و شمال شرق منطقه مورد مطالعه می‌باشد که از ارتفاع کمتری برخوردار بوده و پهنه‌های ماسه‌ای قرار دارند، ولی میزان انرژی تابشی رسیده به سطح به سمت جنوب منطقه افزایش می‌یابد. نتایج تحقیق حاضر با نتایج پژوهش سلیمانی وسطی کلایی و آخوندزاده هنزائی (۱۳۹۷) در رابطه با برآورد دمای سطح زمین با استفاده از تکنیک‌های دورسنجی و همچنین با نتایج پژوهش مجرد و همکاران (۱۳۹۴) در استفاده از روابط تجربی و مدل‌های زمین آمار در برآورد انرژی تابشی رسیده به سطح، همسو می‌باشد.

منابع

احمدی، هدی؛ مرشدی، جعفر؛ عظیمی، فریده. (۱۳۹۵). **مکان‌یابی نیروگاه‌های خورشیدی با استفاده از داده-های اقلیمی و سامانه اطلاعات مکانی (مطالعه موردی: استان ایلام)**، فصلنامه سنجش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، ۷ (۱): ۴۱-۵۷.

امامی‌فر، سعید؛ علیزاده، امین. (۱۳۹۳). **برآورد میزان تابش خورشیدی با استفاده از محصولات سطح زمین سنجنده MODIS و مدل شبکه عصبی**، نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۸ (۳): ۶۱۷-۶۲۵.

جعفری، حمیدرضا؛ عزیزی، علی؛ نصیری، حسین؛ عابدی، سپیده. (۱۳۹۲). **تحلیل تناسب اراضی جهت استقرار نیروگاه‌های بادی در استان اردبیل با استفاده از مدل AHP و SAW در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)**، فصلنامه علوم وتکنولوژی محیط زیست، ۱۵(۲): ۲۴-۴۱.

حجازی‌زاده، زهرا؛ کربلائی درئی، علیرضا؛ کربلائی، محمدرضا. (۱۳۹۷). **برآورد تابش خورشیدی دریافتی سطح زمین در استان اصفهان با مدل برد و هول استورم**، فصلنامه جغرافیا و توسعه، ۱۶ (۵۱): ۱۵۹-۱۷۴.

سلیمانی وسطی کلایی، فائزه، آخوند زاده هنزائی، مهدی. (۱۳۹۷). **تهیه نقشه گسیلندگی و دمای سطح زمین از تصاویر ابرطیفی حرارتی HyTES با استفاده از الگوریتم‌های TES و ARTEMISS**، فصلنامه اطلاعات جغرافیایی (سپهر)، ۲۷ (۱۰۷)، ۱۱۱- ۹۹.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]

[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]

[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

عبدالهی، علی اصغر. (**۱۳۹۷**). **قابلیت سنجی اقلیمی به منظوراحداث نیروگاه‌های برق خورشیدی در استان فارس به روش Fazzy overlay و AHP با استفاده از GIS**، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، ۲۷ (۱۰۵): ۶۳-۷۳.

فیضی‌زاده، بختیار؛ دیده‌بان، خلیل. (۱۳۹۴). **برآورد دمای سطح زمین با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۸ و الگوریتم پنجره مجزا (مطالعه موردی: حوضه آبریز مهاباد)**، فصلنامه علمی- پژوهشی اطلاعات جغرافیایی، ۲۵ (۹۸): ۱۷۱-۱۸۱.

کلینسلی، دانیل. (۱۳۸۱). کویرهای ایران. ترجمه عباس پاشایی. تهران: انتشارات سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح. ۳۷۲.

مجرد، فیروز؛ فتح‌نیا، امان الله؛ رجایی، سعید. (۱۳۹۴). **برآورد تابش خورشیدی دریافتی سطح زمین در استان کرمانشاه**، فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۵ (۱۹): ۵۵-۶۹.

هاتفی اردکانی، مهدی؛ رضایی مقدم، محمدحسین. (۱۳۹۴). **کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و GIS در امکان سنجی استفاده از انرژی خورشیدی برای تأمین سامانه‌های روشنایی (مطالعه موردی: بزرگراه زنجان- تبریز)**، فصلنامه مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، ۶ (۲۱): ۱۰۵-۱۲۴.

هوشنگی، نوید، آل شیخ، علی اصغر، هلالی، حسین. (۱۳۹۴). **بررسی منطقه‌ای پتانسیل تابع خورشیدی با ارزیابی و بهینه سازی روش‌های درونیابی در سطح کشور ایران**، فصلنامه برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ۱۶، ۶-۷.

Abubakar Masud, A., Vernyuy Wirba, A., Alshammari, S., Muhammad-Sukki, F., Mohammed Abdullahi, M., Albarracín, R., Ziaul Hoq, M., (2018), **Solar Energy Potentials and Benefits in the Gulf Cooperation Council Countries: A Review of Substantial Issues,** Energies, (11) 372; doi: 10.3390/en11020372.

Alavipanah, S.K., Saradjian, M., Savaghebi, Gh. R., Komaki, Gh. B., Moghimi, E., Karimpour Reyhan, M., (2007), **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.

Angstrom, A, (1924), **Solar and Terrestrial Radiation,** Quart. J. Roy. Met. Soc, 50, 121–125.

Bahrami, M.; Abbaszadeh, P.; (2013), **"Anoverview of renewable energies in Iran",** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 24,198-208,

Hargreaves, G. H. and Z. A. Samani., (1998), **Estimating potential evapotranspiration**. J. Irrig. D. Eng. 108: 230-225.

Gastli, A., and Charabi, Y., (2010). **Solar electricity prospects in Oman using GIS-based solar radiation maps,** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14, 790-797.

Kassa, A., (1999). **Drought risk monitoring for Sudan using NDVI,** In part fulfilment of the requirementsfor the Degree ofMaster of Science in Geographic Information Systems.

Kazemi Karegar, H., Zahedi,A., Ohis,V., taleghani, G. and Khalaji, M., (2014), **Wind and Solar Energy Developments in Iran,** available at: http://www.itee.uq.edu.au/ ~aupec/aupec02/Final-Papers/ H-Kazemi1.pdf. Accessed: August 15, 2014.

Magness ALG, McCuen RH., (2004), **Accuracy evaluation of rainfall disaggregation methods**, Journal of Hydrologic Engineering; 9(2):71-77.

Moghadam, H., Farshchi Tabrizi, F. and Zolfaghari Sharak, A., (2011), **Optimization of Solar Flat Collector Inclination,** Desalination, 256 (1-3), 107-111.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]

Prescott, J. A., (1940), **Evaporation from a Water Surface in Relation to Solar Radiation,** Trans. R. Soc. South Aust., 64: 114–118.
Samani, Z., (2000), **Estimation solar radiation and evapotranspiration using minimum Climatological Data.** J. Irrig. Drain. Eng., 126(4): 265-267.
Skeiker, K., (2006). **Correlation of global solar radiation with common geographical and meteorological parameters for Damascus province, Syria.** Energy Conversion and Management, Mgmt., (47): 331-345.
Solangi K.H., M.R. Islam, R. Saidpur, N.A. Rahim and H. Fayez, (2011), **a review on global solar energy policy.** Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15: 2149-2163.
Zohoori M., (2012), **Exploiting Renewable Energy Sources in Iran.** Interdisciplinary J. of Contemporary Research in Business, 4: 849-862.

[Downloaded from isharat.khu.ac.ir on 2026-10-29]
[DOR: 20.1001.1.22287736.1300.0.0.46.9]
[DOI: 10.52547/jgs.23.68.181]