



بررسی تأثیر عوامل جغرافیایی بر حرارت سطحی زمین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در مخروط آتشفشان تفتان

شهرام بهرامی^۱، الهه اکبری^{۲*}، عاطفه دوران^۳

۱. استادیار دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری

۲. کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری

۳. کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیا و علوم محیطی، دانشگاه حکیم سبزواری

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:

دریافت: ۲۳ آبان ۱۳۹۱

پذیرش: ۵ خرداد ۱۳۹۲

دسترسی اینترنتی: ۱۹ بهمن ۱۳۹۲

واژه‌های کلیدی:

دمای سطح زمین

سنجش از دور

روش سیال

مورفولوژی

لیتولوژی

تفتان

چکیده

برآورد دمای سطح زمین در پهنه وسیع از طریق سنجش از دور، نقصان پایش آن را در ایستگاه‌های محدود هواشناسی رفع می‌کند. الگوریتم توازن انرژی سطح زمین (سبال)، در اکثر نقاط دنیا برای برآورد دما در سطح مورد استفاده قرار گرفته است. هدف این تحقیق، به دست آوردن دمای سطح زمین و بررسی ارتباط آن با عوامل جغرافیایی نظیر ارتفاع، جهات جغرافیایی، لیتولوژی و مورفومتری برخی از لندفرم‌ها در مخروط آتشفشانی تفتان می‌باشد. بنابراین، با اعمال الگوریتم سیال بر تصویر ماهواره‌ای ETM⁺ سال ۲۰۰۱، نقشه حرارتی منطقه تهیه شد. برای اجرای این روش، رادیانس حرارتی تصحیح شده، گسیلمندی سطحی در باند حرارتی، رادیانس طیفی، بازتابندگی در هر باند و آلبیدوی سطحی نیز محاسبه گردید. نقشه خط‌الرأس‌ها و خط‌القدرها بر اساس روش بررسی منحنی میزان‌های منطقه از طریق نقشه توپوگرافی و گوگل ارث تهیه شد. نقشه آبراهه‌ها، مدل رقومی ارتفاع، جهات جغرافیایی و زمین‌شناسی، رقومی و تولید گردید. با انطباق و همپوشانی نقشه‌های مذکور با نقشه دمای سطح زمین و استفاده از تحلیل Zonal Statistic، دمای سطح زمین در هر طبقه ارتفاعی، جهت جغرافیایی، سازند و لندفرم‌های خاص به دست آمده است. نتایج نشان می‌دهد که در طبقات ارتفاعی بالاتر، دمای سطح زمین کاهش یافته و در میزان دمای سطحی مخروط، جهات جغرافیایی نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نمایند. به طوری که کمترین میانگین دما در جهت غربی و بیشترین میانگین دما در جهت شرقی به چشم می‌خورد. همچنین، سازندها و لندفرم‌هایی که کمترین و بیشترین دما را دارا هستند نیز در این جهات قرار دارند. بنابراین با در نظر گرفتن شرایط دمایی در جهات جغرافیایی و سازندهای مختلف، می‌توان به کاشت محصولات کشاورزی سازگار و برنامه‌ریزی محیطی مناسب اقدام نمود.

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: e.akbari@hsu.ac.ir

مقدمه

دور و دمای برآورد شده از آمار اندازه‌گیری شده ۱۲ ساله در ایستگاه هواشناسی مراغه دست یافتند. میریعقوب‌زاده و قنبرپور (۱۱) با استفاده از روش سبال و داده ETM^+ ، دمای سطح زمین را به دست آورده و با دمای مشاهداتی سازمان هواشناسی مقایسه نموده‌اند و آن‌ها به تفاوت اندکی بین این دو دست یافتند. ملک‌پور و همکاران (۱۰) به بررسی ارتباط بین دمای سطح زمین و NDVI و مقادیر کسر فراوانی پوشش گیاهی (FVC) در کاربری‌های اراضی مختلف پرداختند. آن‌ها به این نتیجه رسیدند که در صورت معلوم بودن NDVI و FVC، می‌توان مقادیر LST را در منطقه شهری نیز پیش‌بینی نمود. این محققین برای محاسبه دمای سطح زمین از روش سبال و تصویر ETM^+ در شهر تهران استفاده نموده‌اند. کاویانی و همکاران (۹) در سال ۱۳۹۲ با استفاده از داده‌های ETM^+ و MODIS، دمای سطح زمین را به روش سبال به دست آوردند. آن‌ها با مقایسه دمای سطح زمین با شاخص پوشش گیاهی NDVI، به رابطه معکوس و غیرخطی بین این دو دست یافتند. رضایی بنفشه و همکاران (۶) به برآورد دمای سطح زمین به روش سبال با استفاده از داده MODIS در حوضه سفیدرود پرداختند. به علاوه، آن‌ها تأثیر افزایش دمای سطح زمین به عنوان یکی از عوامل موثر در کاهش مقدار تبخیر-تعرق واقعی در اثر خشکی سطح زمین و کاهش پوشش گیاهی را مورد مطالعه قرار داده‌اند. آن‌ها همچنین عامل اصلی افزایش دمای سطح را کاهش میزان بارندگی دانسته‌اند. مسینا (۲۰) نیز به ارزیابی دمای سطح زمین به روش سبال با استفاده از داده MODIS پرداخت و بعلاوه ارتباط آن را با خشکسالی و تبخیر و تعرق واقعی از طریق شاخص NDVI و نیز مقدار تبخیر و تعرق (ET) بررسی نموده است. ساویج و همکاران (۲۴) نیز با استفاده از تصویر ETM^+ و روش سبال، دمای سطح زمین را محاسبه و با شاخص NDVI مقایسه نموده‌اند. کوریا و همکاران (۱۶) با استفاده از تصویر ماهواره‌ای لندست TM 5 و روش سبال، دمای جزایر حرارتی در شهر را ارزیابی کرده‌اند. وانگ و همکاران (۲۵) با محاسبه دمای سطح زمین به روش سبال و بررسی ارتباط آن با شاخص پوشش گیاهی EVI، رابطه سبال را بهبود و اصلاح نموده‌اند.

مخروط آتشفشان تفتان از پدیده‌های مهم و نادری است

دمای خاک و چگونگی تغییرات آن نسبت به زمان و مکان یکی از مهم‌ترین عواملی است که نه تنها تبادل ماده و انرژی را در خاک تحت تأثیر قرار می‌دهد، بلکه می‌توان گفت میزان و جهت کلیه فرآیندهای فیزیکی خاک به صورت مستقیم یا غیر مستقیم وابسته به دماست (۲ و ۴). دمای خاک در فرآیندهای تبخیر و تعرق، تهویه خاک، جوانه‌زنی بذر، رشد گیاه، توسعه ریشه‌ها و فعالیت میکروارگانیسم‌های خاک نقش بسزایی دارد (۱۲). معمولاً دمای سطح زمین به صورت نقطه‌ای در تعداد محدودی از نقاط که عموماً ایستگاه‌های اندازه‌گیری می‌باشند، مورد پایش قرار می‌گیرد. در مواقعی که توزیع مکانی دمای سطح در پهنه وسیع و به طور همزمان مورد نیاز است، فن سنجش از دور قابلیت‌های خود را به نمایش می‌گذارد (۵ و ۲۱). به طوری که پورمحمدی و همکاران (۲۲)، در مطالعه‌ای به شناسایی موانع بکارگیری سنجش از دور در کنترل گرما در ایران پرداخته‌اند. الگوریتم توازن انرژی سطح زمین (سبال)، الگوریتم نسبتاً جدیدی است که در اکثر نقاط دنیا برای برآورد دمای سطح زمین مورد استفاده قرار گرفته و نتایج رضایت‌بخشی داشته است (۱۳، ۱۴، ۱۵ و ۱۷).

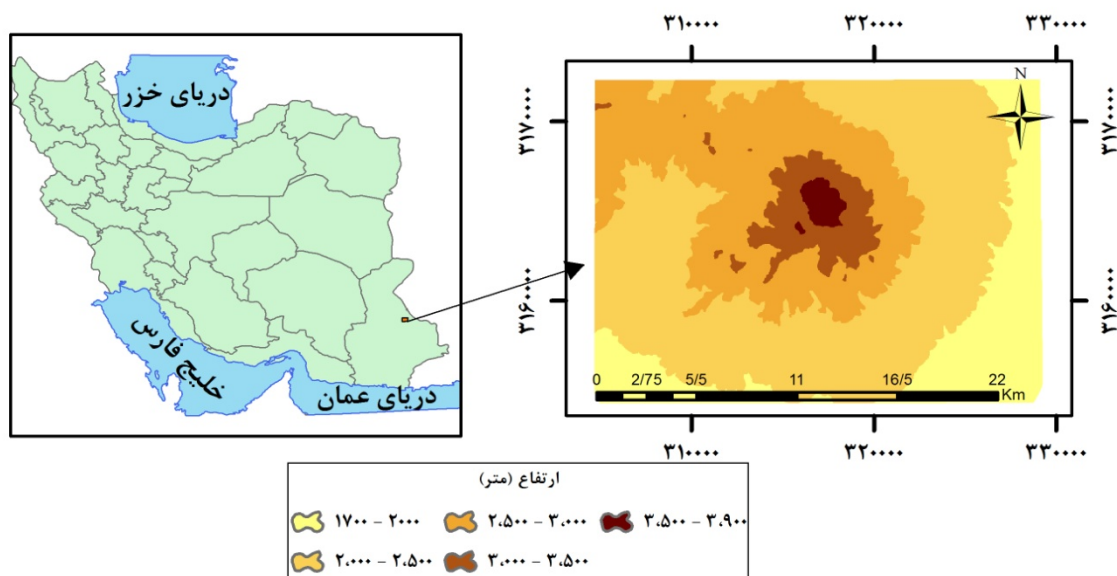
هرب و همکاران (۱۹)، طی تحقیقی در سه منطقه مختلف در آمریکا، دمای سطح زمین در کاربری‌های مختلف را با استفاده از روابط شار گرمایی استخراج نمودند. آن‌ها چنین نتیجه گرفتند که تعیین دمای سطح خاک لخت از دقت کمتری نسبت به اراضی دارای پوشش گیاهی برخوردار می‌باشد. ونگ و همکاران (۲۶) نیز اثر کاربری اراضی و پوشش زمین را بر دمای سطح زمین با استفاده از تصویر ETM^+ ارزیابی کرده‌اند. فیضی‌زاده و همکاران (۱۸)، در منطقه مراغه به بررسی دمای سطح زمین به روش سبال با استفاده از تصویر ETM^+ پرداختند. و ارتباط کاربری اراضی و پوشش زمین با دمای سطح زمین برآورد شده را مقایسه نمودند و دریافتند که مناطق شهری و اراضی با رخنمون سنگی، بیشترین میزان دمای سطح را دارا هستند. اکبری و کوهبنانی (۳)، با استفاده از تصویر ETM^+ جهت دستیابی به دمای سطح زمین با الگوریتم سبال با برآورد اختلاف کمتر از ۵ درجه سانتی‌گراد به اختلاف رضایت‌بخشی بین دمای سطح برآورد شده از طریق سنجش از

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

مخروط آتشفشانی تفتان در ۴۲ کیلومتری شمال غرب شهر خاش در استان سیستان و بلوچستان واقع شده است. این مخروط در مختصات طول جغرافیایی $61^{\circ} 15'$ تا $61^{\circ} 00'$ شرقی و عرض جغرافیایی $28^{\circ} 30'$ تا $28^{\circ} 40'$ شمالی قرار گرفته است (شکل ۱). تفتان با $398/98$ کیلومتر مربع مساحت، یک آتشفشان جوان پلیوسن-کواترنری، نیمه‌فعال و از نوع استراتو ولکان است (۷). بلندترین قله آن دارای ارتفاع 3943 متر و ارتفاع آن در پای مخروط حدود 1700 متر می‌باشد. همچنین ارتفاع آن از سطح دریا 4050 متر و نسبت به زمین‌های اطراف 2000 متر است.

که از لحاظ تنها آتشفشان نیمه‌فعال کشور مورد توجه قرار گرفته است، اما به دلیل شرایط سخت حاکم بر آن و کمبود امکانات در منطقه هنوز اطلاعات زیادی پیرامون وضعیت دمای سطحی مخروط در دست نیست. تحقیق در زمینه برآورد دمای سطح با استفاده از تصویر ETM^+ تاکنون در منطقه آتشفشانی در ایران صورت نگرفته و از آنجایی که این مخروط آتشفشانی است و دارای دمای متغیری در طول سال است، از طریق تصاویر ماهواره‌ای می‌توان روند تغییرات دما را در مخروط تفتان بررسی کرد. بنابراین با تهیه نقشه عوامل تأثیرگذار بر دمای سطحی این مخروط می‌توان به تحلیل دمای سطحی آن پرداخت. اهداف مطالعه کنونی تهیه نقشه حرارتی مخروط آتشفشان تفتان، تعیین لندفرم غالب مخروط تفتان و تحلیل تفاوت حرارتی بین آن‌ها، بررسی رابطه درجه حرارت سطحی با ارتفاع، جهات و سازندهای مختلف می‌باشد.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه

استخراج شده است. جهت بررسی آمار دمای سطحی در ارتفاعات، لیتولوژی‌ها، جهات و لندفرم‌ها، از تحلیل Zonal Statistic استفاده گردید. با انتخاب تصویر ETM^+ (۱) می‌تواند مطابق با ۱۱ اردیبهشت (۱۳۸۰) با توجه به وجود تک باند حرارتی از روش سبال برای برآورد دمای سطح زمین استفاده شد. برای استفاده از تصویر و برآورد دقیق‌تر دمای سطح زمین عملیات پیش‌پردازش شامل تصحیح اتمسفری (تصحیح کلی با

روش تحقیق

برای دستیابی به اهداف تحقیق، ابتدا نقشه حرارتی با استفاده از الگوریتم سبال و طبقه‌بندی از نوع درخت تصمیم‌گیری با استفاده از نرم‌افزارهای $Envi^{\circ} 4.8$ و $ArcGIS^{\circ} 9.3$ تهیه شد و سپس نقشه زمین‌شناسی با مقیاس $1:250000$ در محیط نرم‌افزار $ArcGIS^{\circ} 9.3$ تهیه گردید. و مدل رقومی ارتفاعی، لیتولوژی، جهت و لندفرم غالب منطقه

در این رابطه DOY عبارت است از Sequential Day که مقدار آن با توجه به تاریخ تصویر مورد استفاده در این تحقیق ۱۲۱ می‌باشد (۱).

استفاده از گزینه Dark Subtract) استفاده شد. برای تصحیح اتمسفری در باند حرارتی از گزینه Thermal Atm Correction، استفاده شد.

آلبدوی سطحی (α) به صورت نسبت تابش

الکترومغناطیسی انعکاس یافته از سطح خاک و گیاه به تابش فرودی نور خورشید به آن سطح تعریف می‌شود. میزان آلبدوی سطحی از رابطه ۵ محاسبه گردید (۲۳).

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_{path} - radiance}{t_{2sw}} \quad [5]$$

که در این رابطه α_{toa} آلبدوی بالای جو، α_{path} -radiance آلبدوی ناشی از رادیانس مسیر و τ_{sw} قابلیت عبور جوی است. مقادیر path-radiance در محدوده ۰/۰۲۵ تا ۰/۰۴ می‌باشد که در مدل سبال مقدار ۰/۰۳ برای آن پیشنهاد شده است (۲۳). τ_{sw} با فرض صاف بودن آسمان و به تبع آن در شرایط خشک با استفاده از رابطه ۶ محاسبه شد.

$$\tau_{sw} = 0.75 + 2 * 10^{-5} * z \quad [6]$$

که در این رابطه Z ارتفاع از سطح دریا بر حسب متر می‌باشد. این ارتفاع باید به خوبی نشان‌دهنده ارتفاع منطقه مورد نظر باشد؛ مثل ارتفاع ایستگاه هواشناسی منطقه (۲۳). ارتفاع ایستگاه هواشناسی خاش ۲۴۰۰ متر می‌باشد. α_{toa} عبارت است از آلبدوی بالای جو که از رابطه ۷ محاسبه گردید (۲۳).

$$\alpha_{toa} = \sum(\omega\lambda \times \rho\lambda) \quad [7]$$

که در این رابطه $\rho\lambda$ بازتابندگی نیمکره‌ای در باندهای مختلف و $\omega\lambda$ ضرایب وزندار برای باندهای غیر حرارتی می‌باشند که از رابطه ۸ قابل محاسبه شد (۲۳).

$$\omega\lambda = \frac{ESUN_{\lambda}}{\sum ESUN_{\lambda}} \quad [8]$$

برای باندهای غیر حرارتی لندست ETM⁺ مقادیر $\omega\lambda$ بر اساس جدول ۱ محاسبه گردید.

روش سبال برای محاسبه دمای سطح

در این روش دمای سطح با استفاده از رادیانس حرارتی تصحیح شده به دست می‌آید (۲۳). برای محاسبه رادیانس حرارتی تصحیح شده نیاز به محاسبه گسیلمندی در باند حرارتی می‌باشد. برای محاسبه گسیلمندی در باند حرارتی به ترتیب نیاز به محاسبه رادیانس طیفی (L_{λ})، بازتابندگی در هر باند (ρ_{λ}) و آلبدوی سطحی می‌باشد.

رادیانس طیفی (L_{λ}) عبارت است از انرژی تابشی در

بالای جو که توسط سنجنده مشاهده شده است. رادیانس طیفی برای هر باند توسط رابطه ۱ محاسبه گردید (۲۳).

$$L_{\lambda} = \frac{L_{max} - L_{min}}{255} \times DN + L_{min} \quad [1]$$

بازتابندگی نیمکره‌ای (ρ_{λ}) به صورت نسبت شار طیفی

بازتاب یافته به شار طیفی فرودی تعریف می‌شود. میزان بازتاب با استفاده از رابطه ۲ در هر باند محاسبه شد (۲۳).

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi L_{\lambda}}{ESUN_{\lambda} \times \cos \theta \times dr} \quad [2]$$

در این رابطه θ عبارت است از زاویه فرودی خورشید که به صورت زیر قابل محاسبه می‌باشد.

$$\theta = 90 - \beta \quad [3]$$

که β ارتفاع خورشید می‌باشد که از هدر فایل تصویر ماهواره‌ای قابل استخراج است. در تصویر مورد نظر، $SUN_ELEVATION = 0/4233767$ می‌باشد.

dr عبارت است از معکوس مربع فاصله نسبی زمین تا خورشید، که با استفاده از رابطه ۴ محاسبه گردید (۲۳).

$$dr = 1 + 0.033(DOY \frac{2\pi}{365}) \quad [4]$$

جدول ۱. مقادیر $\omega\lambda$ برای سنجنده ETM⁺ (۲۳)

باند	۱	۲	۳	۴	۵	۷
$\omega\lambda$	۳/۴۱	۳/۶۴	۴/۳۲	۶/۴۱	۲۹/۴۱	۸۳/۳۳

$$NDVI = \frac{B_4 - B_3}{B_4 + B_3} \quad [12]$$

که در این رابطه B_4 و B_3 مقادیر بازتابندگی در باندهای ۴ و ۳ می‌باشند. مقادیر NDVI در محدوده -۱ تا +۱ قرار دارند. شاخص سطح برگ (LAI)، شاخصی از بیوماس و مقاومت تاج پوشش گیاهی است و به صورت نسبت سطح کل برگ‌های گیاه به سطح زمین پوشانده شده توسط آن گیاه تعریف می‌شود. LAI با استفاده از رابطه تجربی ۱۳ به دست می‌آید.

$$LAI = 0.57 \exp(2.33 \times NDVI) \quad [13]$$

در این رابطه LAI بستگی به نوع محصول و موقعیت جغرافیایی محل مورد مطالعه دارد و بر اساس میانگین رابطه LAI-NDVI در ناحیه جمهوری سزچ در آمریکا به دست آمده است (۳). به دلیل وجود شروط و حدود آستانه برای برآورد گسیلمندی سطحی از طبقه‌بندی از نوع درخت تصمیم‌گیری بهره گرفته شد. با تعریف حدود آستانه و باندهای مورد نظر (NDVI, LAI, α)، درخت با استفاده از گزینه درخت تصمیم‌گیری در محیط نرم‌افزار Envi[®] 4.8 تعریف شد. این طبقه‌بندی در شکل ۲ دیده می‌شود.

گسیلمندی سطحی (ϵ) به صورت نسبت انرژی گرمایی تابش شده به وسیله سطح به انرژی گرمایی تابش شده به وسیله جسم سیاه در همان دما تعریف می‌شود. گسیلمندی‌های سطحی با استفاده از روابط تجربی ۹، ۱۰ و ۱۱ تعیین گردید (۲۳). زمانی که $NDVI > 0$ باشد؛

برای $LAI < 3$

$$\epsilon_{NB} = 0.97 + 0.0033 * LAI \quad [9]$$

برای $LAI \geq 3$ $\epsilon_{NB} = 0.98, \epsilon_0 = 0.98$

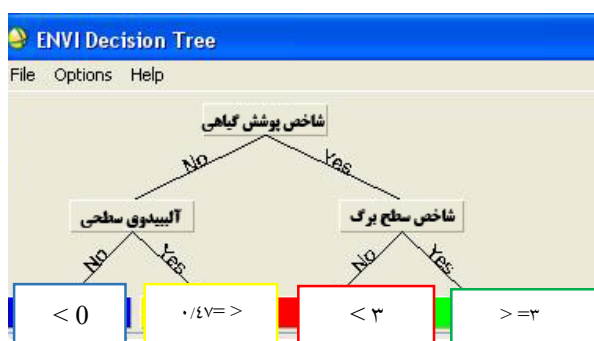
در آب و برف برای ϵ_{NB} و ϵ_0 از فیلتر استفاده می‌شود. برای آب:

$$NDVI < 0, \alpha < 0.47 \rightarrow \epsilon_{NB} = 0.99, \omega_0 = 0.985 \quad [10]$$

برای برف:

$$NDVI < 0, \alpha \geq 0.47 \rightarrow \epsilon_{NB} = 0.99, \epsilon_0 = 0.985 \quad [11]$$

که در رابطه‌های بالا NDVI شاخص تفاضل نرمال شده گیاهی و LAI شاخص سطح برگ و α آلبیدوی سطحی است. شاخص تفاضل نرمال شده گیاهی (NDVI) به میزان و وضعیت پوشش گیاهی حساسیت دارد و از رابطه ۱۲ تعیین گردید.



شکل ۲. درخت تصمیم‌گیری برای محاسبه گسیلمندی سطحی

و تابش یک جسم را نشان می‌دهد.

$$B = \sigma T^4 \quad [16]$$

که B تابش جسم سیاه و T دمای سطحی جسم سیاه، σ ثابت استفان - بولتزمن که معادل $5.67 \times 10^{-8} \text{ (W/m}^2 / \text{K}^4)$ می‌باشد. با این وجود عرض باندهای حرارتی تصاویر ماهواره‌ای کمتر از آن است که بتوانند معرف B در رابطه فوق باشند. محدوده تابش استفاده شده در رابطه استفان - بولتزمن ۳ تا ۳۰۰ میکرومتر است؛ در حالی که محدوده باندهای حرارتی تصاویر ماهواره‌ای عموماً بین ۱۰/۵ تا ۱۲/۵ میکرومتر می‌باشد. بنابراین سبال از رابطه پلانک استفاده می‌کند.

$$Ts = \frac{K_2}{\ln\left(\frac{\epsilon_{NB} \times K_1}{RC} + 1\right)} \quad [17]$$

R_c رادیانس باند حرارتی تصحیح شده، ϵ (W/m²/μm) NB گسیلمندی سطحی باند حرارتی و k_1 و k_2 ثوابت معادله هستند. مقادیر k_1 و k_2 به ترتیب برابر ۶۶۶/۰۹ و ۱۲۸۲/۷۱ می‌باشند که واحد k_2 درجه کلونین و واحد K_1 (W/m²/μm) می‌باشد.

تمام مراحل محاسباتی دمای سطح زمین به جز بخشی از مرحله درخت تصمیم‌گیری با استفاده از گزینه Band Math در نرم‌افزار Envi[®]4.8 انجام شد. مرحله نهایی، محاسبه دمای سطحی، در نرم‌افزار ArcGIS[®]9.3 انجام شد. به دلیل عدم یکسانی پیکسل سایزهای تصاویر باند حرارتی و باندهای انعکاسی از گزینه Resize Data استفاده شد.

نتایج

دمای سطح محاسبه شده با استفاده از الگوریتم سبال در شکل ۳ ارائه شده است. در این نقشه، میزان دما بر حسب درجه سانتی‌گراد تولید شده که در محدوده مورد مطالعه در اطراف آتشفشان تفتان، دمای سطح زمین بین ۱۳/۸۷۵ و ۳۱/۹۲۱ درجه سانتی‌گراد متغیر است. بیشترین میزان دمای سطح زمین در اطراف قله آتشفشانی و پای مخروط به چشم می‌خورد (شکل ۳).

بعد از تبدیل به فرمت برداری، تصویر حاصل از طبقه‌بندی وارد محیط ArcGIS[®]9.3 شد. با انجام مراحل ادغام، تبدیل به رستر و کلاس‌بندی مجدد، مقادیر هر کلاس را در یک تصویر جداگانه به صورت تابع بولین (اختصاص مقدار ۱ به خود کلاس و صفر به کلاس‌های دیگر در هر کلاس جداگانه و تولید سه تصویر) ذخیره شد. با ورود این تصاویر به محیط Envi[®]4.8 و محاسبه مقادیر گسیلمندی سطحی در هر کلاس و در نهایت جمع این سه تصویر، مقدار گسیلمندی سطحی در کل تصویر برآورد شده است.

رادیانس حرارتی تصحیح شده (R_c) رادیانس واقعی

گسیل شده از سطح است که برای اثرات اتمسفری تصحیح شده باشد. جهت تصحیح رادیانس حرارتی گسیل شده از سطح از رابطه ۱۴ استفاده گردید (۲۳).

$$RC = \frac{L_{NB} - R_p}{\tau_{NB}} - (1 - \epsilon_{NB}) R_{sky} \quad [14]$$

در این رابطه L_{NB} رادیانس باند حرارتی، R_p رادیانس مسیر در باند حرارتی، R_{sky} تابش آسمان صاف در باند حرارتی و τ_{NB} قابلیت عبور جوی در باند حرارتی می‌باشد. R_{sky} از رابطه تجربی ۱۵ محاسبه گردید (۲۳).

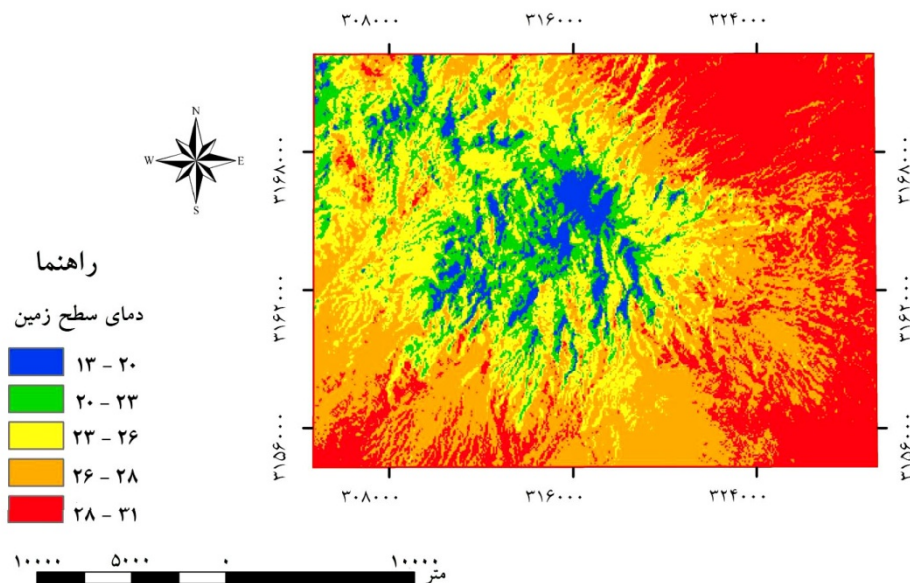
$$[15]$$

$$R_{sky} = (1.807 \times 10^{10}) Ta^4 \left[1 - 0.26 \times \exp(-7.77 \times 10^4) [273.15 - Ta]^2 \right]$$

در این رابطه T_a دمای هوای نزدیک سطح (بر حسب کلونین) در لحظه گذر می‌باشد. برای محاسبه پارامترهای مقادیر R_p و τ_{NB} احتیاج به داده‌های زمینی می‌باشد که در صورت نبود این اطلاعات می‌توان از آن‌ها صرف‌نظر نمود.

جهت حذف این پارامترها، مقادیر R_p و τ_{NB} به ترتیب برابر ۱ و صفر قرار داده شدند (۱). مقادیر R_{sky} هم به اندازه‌ای کوچک است که می‌توان آن را نادیده گرفت ($R_{sky} \approx 0$) (۲۳)، بدین ترتیب R_c معادل با L_{NB} می‌شود. دمای هوای نزدیک سطح در تاریخ تصویربرداری مورد نظر ۱۲/۸ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

دمای سطحی (T_s) قانون استفان - بولتزمن رابطه بین دما

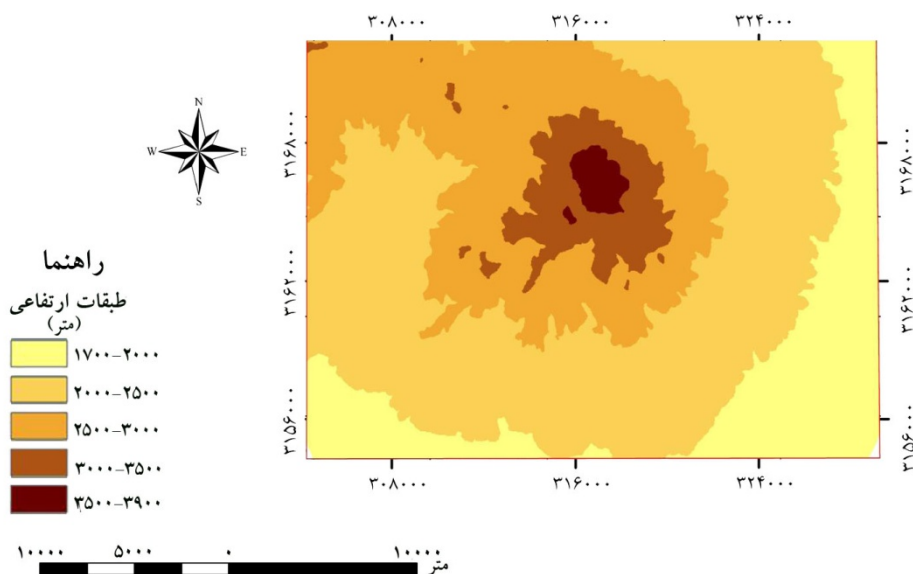


شکل ۳. نقشه حرارتی منطقه مورد مطالعه

ارتفاعی ۳۵۰۰-۳۹۰۰ متر قرار دارد. داده‌های جدول ۲ نشان می‌دهند که همه پارامترهای مقادیر دمایی به سمت قله کاهش می‌یابد. با وجود صحت نقش ارتفاع بر میزان دمای هوا، مبنی بر کاهش ۶ درجه‌ای دمای هوا به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، دمای سطحی خاک نیز به دلیل کاهش دمای هوا با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد.

ارتباط عوامل جغرافیایی با دمای سطحی

ارتفاع نقشه مدل ارتفاعی رقومی منطقه مورد مطالعه در شکل ۴ نشان داده شده است. در این منطقه، سطوح ارتفاعی بین ۱۷۰۰ الی ۳۹۰۰ متغیر است. میانگین، حداکثر و حداقل دمای سطح زمین در سطوح ارتفاعی در جدول ۲ آورده شده است. بیشترین میانگین دما و حداکثر دما در طبقه ارتفاعی ۱۷۰۰-۲۰۰۰ متر و کمترین میانگین دما و حداقل دما در طبقه



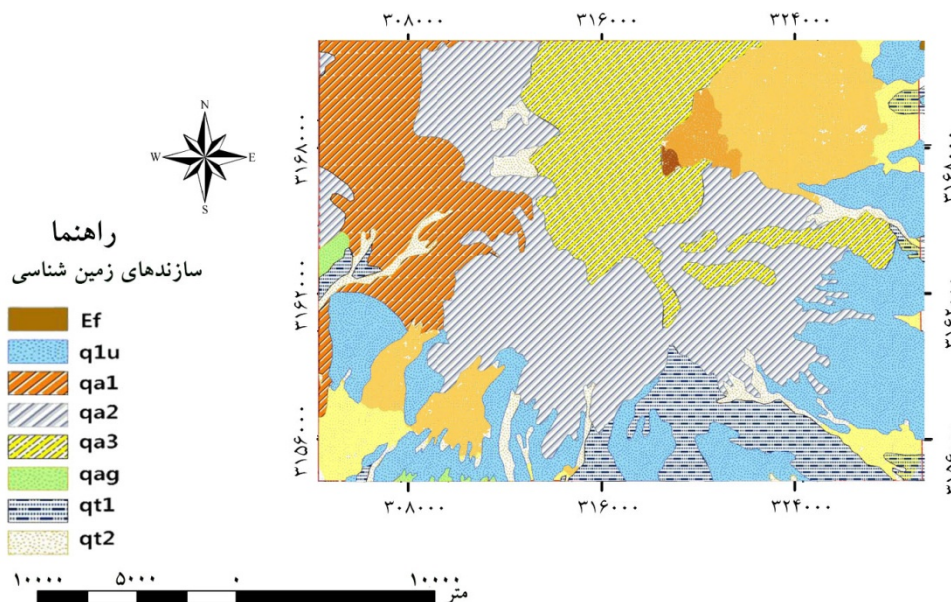
شکل ۴. نقشه مدل رقومی ارتفاعی منطقه مورد مطالعه

جدول ۲. دمای سطحی در طبقات ارتفاعی

طبقات ارتفاعی (متر)	دمای سطح زمین (درجه سانتی‌گراد)		
	حداقل	حداکثر	میانگین
۱۷۰۰-۲۰۰۰	۲۴/۰۷	۳۱/۹۲	۲۸/۷۷
۲۰۰۰-۲۵۰۰	۱۸/۹۴	۳۱/۳۹	۲۷/۳۴
۲۵۰۰-۳۰۰۰	۱۴/۷۸	۳۰/۶۰	۲۴/۳۵
۳۰۰۰-۳۵۰۰	۱۵/۶۸	۲۹/۰۰	۲۲/۶۱
۳۵۰۰-۳۹۰۰	۱۳/۸۷	۲۵/۷۳	۲۰/۴۱

قدیمی و گنبدیهای نمکی با برش‌های آواری ریزدانه (پلیستوسن)، qag توف فانگومریت و لاپیلی با اجزای آندزیتی و داسیتی (پلیستوسن)، q1u سیلت‌استون و گل‌سنگ با میان لایه‌های توف آندزیتی (پلیستوسن)، qa1 جریان‌های آندزیتی قدیمی با آندزیت بازالتی ریزدانه و بازالت الیوسن (پلیستوسن پایینی)، ef ماسه‌سنگ و شیل دارای کمی آهک (ائوسن).

لیتولوژی وضعیت لیتولوژی تفتان در شکل ۵ آورده شده است. بر اساس این نقشه، واحدهای چینه‌ای از ائوسن (در شمال شرق) تا کواترنر (گدازه‌های جدید تفتان و پادگانه‌های آبرفتی) گسترش دارند. که عبارتند از؛ پادگانه‌های آبرفتی و مخروط‌افکنه‌های جوان (هولوسن)، qt1 مخروط‌افکنه‌های قدیمی و پادگانه‌های مرتفع (پلیستوسن بالایی)، qa3 آندزیت جدید تفتان (پلیستوسن بالایی)، qa2 جریان‌های آندزیتی



شکل ۵. نقشه لیتولوژی منطقه مورد مطالعه

دارد. و همچنین بیشترین میانگین دما در Ef (ماسه‌سنگ و شیل) و کم‌ترین میانگین دما در qa1 (جریان‌های آندزیتی قدیمی) وجود دارد.

بررسی داده‌های جدول ۳ نشان می‌دهد که حداقل دما در سازند q1u (آندزیت جدید تفتان) و حداکثر دما در سازند q1u (سیلت‌استون و گل‌سنگ با میان لایه‌های توف آندزیتی) وجود

شمال شرق منطقه و در ارتفاعات پایین قرار گرفته که نقش عامل ارتفاع و جهت در افزایش دمای این سازند به خوبی مشهود است.

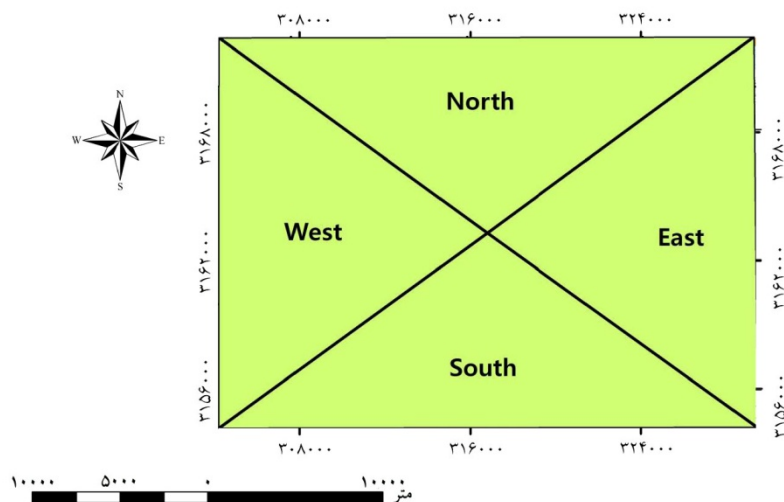
جهت طبق داده‌ها به نظر می‌رسد که در دمای سطحی مخروط تفتان، جهات جغرافیایی نقش مهمی را دارند. بر این اساس مقدار دمای سطحی در جهات اصلی نیز به دست آمد. ابتدا منطقه مورد مطالعه را همان‌طور که در شکل ۶ دیده می‌شود به چهار جهت اصلی تقسیم نموده و مقدار دما در این جهات طبق جدول ۴ به دست آمد.

بر اساس جدول ۴، حداقل دما در جهت شمالی با ۱۳/۸۷ درجه، حداکثر دما در جهت شرق با ۳۱/۹۲ درجه، بیشترین میانگین دما در شرق با ۲۷/۹۰ درجه، و کمترین میانگین دما هم در غرب با ۲۴/۹۵ می‌باشد. از آنجایی که خورشید از سمت شرق طلوع می‌کند، پس مدت زمان طولانی‌تری به این قسمت می‌تابد و با توجه به زمان تصویربرداری (ساعت ۱۰ صبح) دامنه‌های شرقی بیشتر در معرض تابش خورشید بوده که این امر به افزایش دما در جهات شرقی منجر شده است. بیشترین میانگین دمای سطحی که سازند Ef داراست در شرق و کمترین میانگین دمای سطحی که متعلق به سازند qa1 است در غرب به چشم می‌خورد که با کمترین و بیشترین میانگین دمای جهات هماهنگ است.

جدول ۳. ارتباط بین سازندهای زمین‌شناسی و دمای سطح زمین

نام سازند	دمای سطح زمین (درجه سانتی‌گراد)		
	حداقل	حداکثر	میانگین
qa 3	۱۳/۸۷	۳۱/۱۳	۲۴/۸۹
qa 2	۱۵/۶۸	۳۰/۳۳	۲۴/۸۸
qa 1	۱۴/۷۸	۳۰/۶۰	۲۴/۶۶
qt 2	۱۸/۹۴	۳۱/۶۵	۲۸/۵۰
qt 1	۲۰/۹۶	۳۱/۱۳	۲۷/۸۴
Ef	۲۶/۵۶	۳۰/۶۰	۲۸/۷۳
q1u	۲۱/۲۴	۳۱/۹۲	۲۸/۰۴
qag	۲۳/۷۹	۲۹/۸۰	۲۶/۹۸

آندزیت‌ها (با حداقل دما و کمترین میانگین دما) سنگ‌های آذرین بیرونی هستند که از ماگماهای آندریتی تولید می‌شوند و سنگ‌های روشنی هستند که می‌توانند در جذب کمتر انرژی خورشیدی تأثیرگذار باشد. با توجه به قرارگیری این سازند در ارتفاعات بالا و پایین به نظر می‌رسد که جهت نقش مهم‌تری را در کاهش دمای این سازند دارد، البته عامل ارتفاع نیز در کاهش دما در این سازند بدون تأثیر نبوده است. شکل‌گیری سنگ‌هایی که اصولاً ماسه سنگ هستند به گونه‌ایست که در برابر آب نفوذپذیرند و می‌توانند مقادیر زیادی آب را در خود نگه دارند. این عامل می‌تواند باعث شود دمای ماسه‌سنگ و شیل (با بیشترین میانگین دما) کاهش داشته باشد که داده‌ها این موضوع را نشان نمی‌دهند. این سازند در



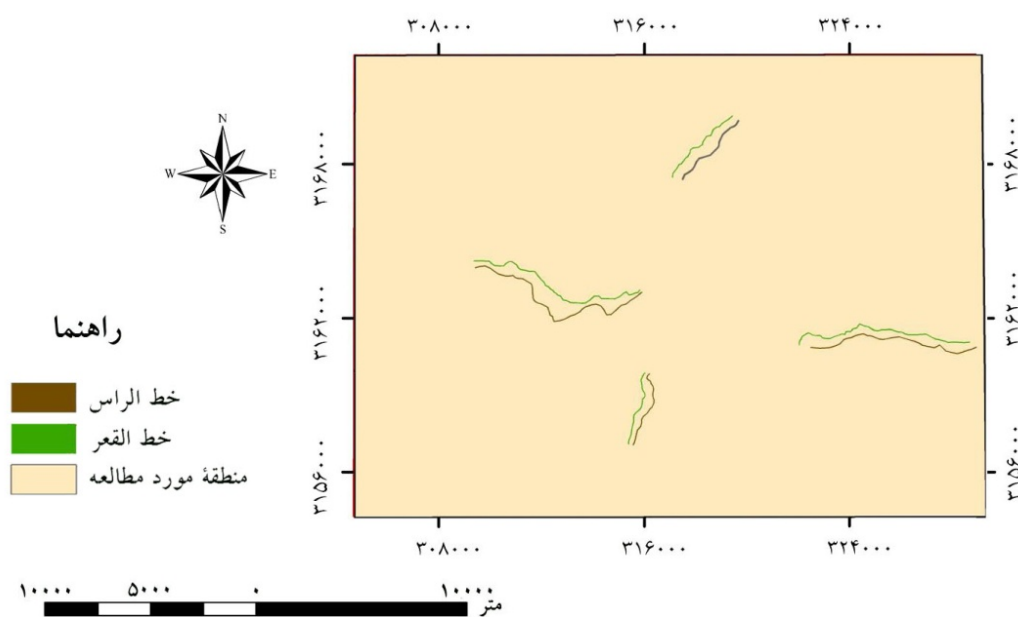
شکل ۶. جهات اصلی منطقه مورد مطالعه

جدول ۴. میزان دمای سطح زمین در جهات جغرافیایی مختلف

جهت جغرافیایی	دمای سطح زمین (درجه سانتی گراد)		
	میانگین	حداکثر	حداقل
North	۲۵/۸۴	۳۱/۶۵	۱۳/۸۷
East	۲۷/۹۰	۳۱/۹۲	۱۵/۹۸
West	۲۴/۸۲	۳۰/۶۰	۱۴/۷۸
South	۲۶/۹۵	۳۰/۸۶	۱۵/۶۸

دست آمد (جدول ۵). نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که در خط‌الرأس‌ها، حداکثر دما در جهت شرق و حداقل آن در جهت غرب با اختلاف ۵/۷۳ درجه سانتی‌گراد است. در خط‌القعرها نیز، وضعیت بر همین منوال اما با اختلاف ۵/۳۸ درجه سانتی‌گراد وجود دارد. در جهت شمالی و جنوبی، دمای خط‌الرأس‌ها با خط‌القعرهای انتخابی اختلاف بیشتری را با هم نسبت به لندفرم‌های شرقی و غربی نشان می‌دهد. دلیل این امر می‌تواند جهت شمالی- جنوبی تابش خورشید باشد که باعث شده خط‌الرأس‌ها دمای بیشتری نسبت به خط‌القعرها دریافت کنند. در جهت شرق و غرب، میانگین دمای سطحی در هر دو لندفرم تقریباً یکسان بوده و اختلاف بسیار کمی دارد. عاملی که باعث شده است دمای هر دو لندفرم در جهت شرقی و غربی تقریباً یکسان باشد، این است که خورشید در ساعت ۱۰ صبح (زمان تصویربرداری ماهواره)، موازی با جهت یا امتداد دره‌ها و پشته‌ها (شرقی- غربی) می‌تابد، و باعث می‌شود که نور خورشید یکسان به هر دو لندفرم بتابد و حرارت یکسانی را دریافت کنند و دمای هر دو تقریباً یکسان شود. شایان ذکر است که یکی از دلایل پایین بودن دما در جهت غربی می‌تواند وزش باد از این سو در این منطقه باشد.

مورفولوژی غالب محدوده مورد مطالعه دره‌های عمیق فرسایشی هستند که طی زمان به تدریج روی مخروط تشکیل شده‌اند و مقطع آن‌ها u شکل است. به طوری که در این تحقیق فقط بعضی از لندفرم‌هایی که حدس زده می‌شود از نظر دمایی اختلاف داشته باشند و در راستای تحقیق مورد نظر است، برداشت شده‌اند. ابتدا خط‌القعر و خط‌الرأس‌های محدوده مخروط در محیط نرم‌افزار ArcGIS[®]9.3 و با کمک Google Earth و نقشه توپوگرافی رسم شدند و در هر جهت جغرافیایی، یک خط‌القعر و یک خط‌الرأس به عنوان نمونه انتخاب شدند. اطراف این خط‌القعرها و خط‌الرأس‌ها، با فر ۲۰ متری در نظر گرفته شد (شکل ۷) و سپس با انطباق آن با نقشه دمای سطح زمین، میانگین وزنی دمای سطح زمین در این محدوده‌ها بر اساس تعداد پیکسل‌ها و مقادیر دمایی آن‌ها به



شکل ۷. خط‌الرأس‌ها و خط‌القعرها در جهات مختلف در مخروط تفتان

میانگین دما) در شرق منطقه قرار دارند که با کمترین و بیشترین میانگین دمای جهات هماهنگ هستند.

در مورد لندفرم‌ها نیز بین خط‌الرأس‌ها و خط‌القعرها از نظر دمایی اختلاف وجود دارد. این در حالی است که حداکثر دمای بین خط‌الرأس‌ها در جهت شرق و حداقل آن در جهت غرب با اختلاف دمایی حدود ۵ درجه سانتی‌گراد به چشم می‌خورد که نقش جهت به خوبی در نتایج آن مشهود است. در مورد خط‌القعرها نیز وضعیت مشابهی حکم‌فرماست. میانگین دمای سطحی در جهت شرقی و غربی در هر دو لندفرم تقریباً یکسان بوده و اختلاف بسیار کمی دارد. عاملی که باعث شده است دمای هر دو لندفرم تقریباً یکسان باشد، متأثر از جهت دره‌ها و جهت تابش خورشید در ساعت برداشت تصویر ماهواره‌ای است. در ساعت برداشت تصویربرداری (۱۰ صبح) جهت تابش خورشید از سمت شرق است. از طرفی دیگر جهت دره‌ها و خط‌الرأس‌ها در دامنه‌های غربی و شرقی، غربی- شرقی است. هم جهت بودن تابش خورشید با جهات دره‌ها و خط‌الرأس‌ها باعث می‌شود که در دامنه‌های غربی و شرقی، دره‌ها و خط‌الرأس‌ها به یک اندازه در معرض تابش آفتاب قرار بگیرند. بنابراین تفاوت دمایی سطحی بین دره‌ها و خط‌الرأس‌ها در دو جهت شرق و غرب ناچیز است.

در جهات شمالی و جنوبی، دمای دو لندفرم اختلاف بیشتری با هم دارند. دلیل اختلاف بیشتر در این جهت می‌تواند ناشی از اختلاف جهت دره‌ها (شمالی- جنوبی) با جهت تابش خورشید باشد که باعث شده است خط‌الرأس‌ها بیشتر در معرض دریافت تابش خورشید قرار بگیرند. این امر نشان می‌دهد که علاوه بر اینکه لندفرم‌ها از نظر دمایی با هم اختلاف دارند، نقش جهت نیز در تفاوت بین آن‌ها مشهود است. تاکنون اکثریت تحقیقات صورت گرفته، بر روی دمای سطح زمین و ارتباط آن با NDVI و کاربری اراضی و پوشش زمین و بررسی میزان تبخیر و تعرق بوده، اما در اندک تحقیقات صورت گرفته نظیر تحقیق قهرودی تالی و خسروی (۸) نیز به تأثیرگذاری جهت‌گیری دامنه‌ها نسبت به تابش و شکست‌های تکنیکی بر تغییرات دمایی، اشاره گردیده است. بنابراین با در نظر گرفتن شرایط دمایی در جهات جغرافیایی و سازندهای مختلف، می‌توان به کاشت محصولات کشاورزی سازگار و برنامه‌ریزی

جدول ۵. مقادیر دمای سطح زمین در جهات مختلف جغرافیایی و

در خط‌القعر و خط‌الرأس‌ها

جهت جغرافیایی	دمای سطح زمین (°C)	
	خط‌الرأس	خط‌القعر
شمال	۲۶/۸۷	۲۴/۳۵
شرق	۲۷/۸۹	۲۷/۲۷
غرب	۲۲/۱۶	۲۱/۸۹
جنوب	۲۶/۱۳	۲۳/۵۷

بحث و نتیجه‌گیری

اهمیت دمای خاک در علوم کشاورزی و هیدرولوژی از یک سو و وجود مشکلات فراوان در ثبت این پارامتر حیاتی پژوهشگران را بر آن داشته است تا به دنبال یافتن رابطه‌ای بین دمای خاک و پارامترهای دیگر باشند که بتوانند دمای خاک را با دقت مطلوب برآورد کنند (۴). مطالعه و ارزیابی دمای سطحی و عوامل تأثیرگذار بر آن نشان می‌دهد که در دمای سطحی مخروط تفتان عواملی نظیر توپوگرافی، لیتولوژی، جهت و لندفرم غالب منطقه مؤثر است که در بین عوامل تأثیرگذار، جهات جغرافیایی نقش بارزتری را دارند. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که با وجود صحت نقش ارتفاع بر میزان دمای هوا، مبنی بر کاهش ۶ درجه‌ای دمای هوا به ازای هر ۱۰۰۰ متر افزایش ارتفاع، دمای سطحی خاک نیز به دلیل کاهش دمای هوا، با افزایش ارتفاع کاهش می‌یابد. داده‌ها نشان می‌دهند که در میزان دمای سطحی مخروط آتشفشانی تفتان، جهات جغرافیایی نقش بسیار مهمی را ایفا می‌نمایند، به طوری که بین جهت غربی (کمترین میانگین دما) و جهت شرقی (بیشترین میانگین دما)، ۳/۰۸ درجه سانتی‌گراد اختلاف دمایی به چشم می‌خورد. با دقت به دو نقشه لیتولوژی و جهت مشاهده می‌شود که سازند سیلت استون و گل‌سنگ با میان لایه‌های توف آندزیتی با ۳۱/۹۲ درجه حداکثر دما را داراست که این سازند در جهت شرقی و جنوبی قرار گرفته که این امر نیز در افزایش دما در جهات شرق و جنوب بی‌تأثیر نبوده است. علاوه بر این، سازند qal (جریان‌های آندزیتی قدیمی با آندزیت بازالتی ریزدانه و بازالت الیوین) با ۲۴/۶۶ درجه سانتی‌گراد (کم‌ترین میانگین دما) در غرب و Ef (ماسه‌سنگ و شیل دارای کمی آهک) با ۲۸/۳۳ درجه سانتی‌گراد (بیشترین

اکتشافات معدنی کشور. تهران

۹. کاویانی، ع.، ت. سهرابی و پ. دانش‌کار آراسته. ۱۳۹۲. تخمین دمای سطح زمین با استفاده از شاخص اختلاف نرمال شده (NDVI) در تصاویر سنجنده‌های MODIS و Landsat ETM⁺. مجله هواشناسی کشاورزی، ۱(۱): ۱۴-۲۵.
۱۰. ملک‌پور، پ. و م. طالعی. ۱۳۸۹. بررسی درجه حرارت سطح زمین و ارتباط آن با کلاس‌های پوشش - کاربری زمین شهری با استفاده از داده‌های سنجنده ETM⁺ (مطالعه موردی: شهر تهران). نشریه سنجش از دور و GIS ایران، ۲(۳): ۸۹-۱۰۲.
۱۱. میریعقوب‌زاده، م. ح. و م. ر. قنبرپور. ۱۳۸۸. بکارگیری داده‌های سنجش از دور در برآورد دمای سطح اراضی (مطالعه موردی حوضه آبخیز وردین، آذربایجان شرقی). مرتع، ۳(۴): ۷۲۳-۷۳۴.
۱۲. نجفی‌مود، م. ح.، ا. علیزاده، ا. محمدیان و ج. موسوی. ۱۳۸۷. بررسی رابطه دمای هوا و دمای اعماق مختلف خاک و برآورد عمق یخبندان (مطالعه موردی استان خراسان رضوی). آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۲(۲): ۴۴۶-۴۵۶.
13. Ahmad MD, Biggs T, Turrall H, Scott CA. 2006. Application of SEBAL approach and MODIS time-series to map vegetation water use patterns in the data scarce Krishna river basin of India. *Water Science & Technology*, 53(10): 83-90.
14. Bastiaanssen WGM. 2000. SEBAL-based sensible and latent heat fluxes in the irrigated Gediz Basin, Turkey. *Journal of Hydrology*, 229(1): 87-100.
15. Bastiaanssen WGM, Noordman EJM, Pelgrum H, Davids G, Thoreson BP, Allen RG. 2005. SEBAL Model with Remotely Sensed Data to Improve Water-Resources Management under Actual Field Conditions. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 131(1): 85-93.
16. Correia AM, Souza WM, Silva RF, Albuquerque FJA, Freitas RM. 2014. Use of satellite images Landsat 5 TM in identification of islands of heat in the city of Recife-PE. *Journal of Hyperspectral Remote Sensing*, 4(2): 45-53.
17. Farah HO. 2001. Estimation of regional evaporation using a detailed agro-hydrological model. *Journal of Hydrology*, 229(1-2): 50-58.
18. Feizizadeh B, Blaschke T, Nazmfar H, Akbari E, Kohbanani HR. 2013. Monitoring land surface temperature relationship to land use/land cover from satellite imagery in Maraqeh County, Iran. *Journal of Environmental Planning and Management*, 56(9): 1290-1315.
19. Herb WR, Janke B, Mohseni O, Stefan HG. 2008. Ground surface temperature simulation for different land covers. *Journal of Hydrology*, 356(3-4): 327-343.
20. Messina AT. 2012. Mapping drought in the Krishna basin with remote sensing. MSc. Thesis in

محیطی مناسب اقدام نمود. بدیهی است که با در دسترس بودن تصاویر ماهواره‌ای با دقت بیشتر می‌توان نقشه حرارتی دقیق‌تری را تهیه کرد که در بررسی این عوامل کمک بیشتری می‌نماید.

منابع مورد استفاده

۱. احمدیان مرج، ا. ۱۳۸۶. ارائه الگوریتم مناسب جهت تعیین مناطق با پتانسیل شیوع مالاریا با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای. پایان‌نامه کارشناسی ارشد گروه سنجش از دور، دانشکده مهندسی نقشه‌برداری، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی. ۱۰۰ صفحه.
۲. اسدی، ل.، ا. هزار جریبی، خ. قربانی، ز. آقاشریعتمداری و م. ذاکری‌نیا. ۱۳۹۲. تخمین دمای خاک براساس داده‌های هواشناسی با استفاده از روابط رگرسیونی و نزدیکترین K همسایگی. مجموعه مقالات اولین همایش ملی چالش‌های منابع آب و کشاورزی. انجمن آبیاری و زهکشی ایران. ۲۴ بهمن ماه. دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان.
۳. اکبری، ا. و ح. کوهبنانی. ۱۳۸۹. استفاده از الگوریتم DTC و SEBAL به منظور برآورد دمای سطح از باند حرارتی ETM⁺. مجموعه مقالات همایش ملی ژئوماتیک. ۱ الی ۲ اردیبهشت ماه. سازمان نقشه‌برداری کشور.
۴. پارسافر، ن. و ص. معروفی. ۱۳۹۰. برآورد دمای عمق‌های مختلف خاک از دمای هوا با بکارگیری روابط رگرسیونی، شبکه عصبی و شبکه عصبی- فازی (مطالعه موردی: منطقه کرمانشاه). فصلنامه دانش آب و خاک، ۲۱(۳): ۱۳۹-۱۵۲.
۵. دانش‌کار آراسته، پ.، م. تجریشی و ب. تقیان. ۱۳۹۰. تعیین دمای سطح با استفاده از فن‌آوری سنجش از دور در منطقه سیستان. مجله مهندسی و مدیریت آبخیز، ۳(۲): ۶۷-۷۷.
۶. رضایی بنفشه، م.، س. جهانبخش و خ. ولیزاد کامران. ۱۳۹۲. برآورد تبخیر- تعرق واقعی در حوضه سفیدرود با استفاده از پردازش تصاویر ماهواره‌ای. فضای جغرافیایی، ۱۳(۴۴): ۲۴۱-۲۶۲.
۷. علائی طالقانی، م. ۱۳۹۲. ژئومورفولوژی ایران. انتشارات قومس. ۳۶۰ صفحه.
۸. قهرودی تالی، م. و س. خسروی. ۱۳۹۱. کاربرد باندهای حرارتی در ارزیابی تغییرات دمایی خطواره‌ها (مطالعه موردی: شمال شهر تهران). مجموعه مقالات سی و یکمین گردهمایی علوم زمین. ۱۱ الی ۱۲ آذر ماه. سازمان زمین‌شناسی و

- French AN, Abuzar M. 2005. Obtaining surface energy fluxes from remotely sensed data. International congress on modelling and simulation: advances and applications for management and decision making, New Zealand. 2946- 2952.
25. Wang XG, Wang W, Huang D, Yong B, Chen X. 2014. Modifying SEBAL Model Based on the Trapezoidal Relationship between Land Surface Temperature and Vegetation Index for Actual Evapotranspiration Estimation. *Remote Sensing*, 6(7): 5909-5937.
26. Weng Q, Liu H, Lu D. 2007. Assessing the effects of land use and land cover patterns on thermal conditions using landscape metrics in city of Indianapolis, United States. *Urban Ecosystems*, 10(2): 203-219.
- watershed science. Presented to the faculty of San Diego state university. 118 p.
21. Opoku-Duah S, Donoghue D, Burt T. 2008. Intercomparison of evapotranspiration over the Savannah Volta Basin in West Africa using remote sensing data. *Sensors*, 8(4): 2736-2761.
22. Poormohammadi S, Rahimian MH, Taghvaeian S. 2010. Applying Remotely Sensed Energy Balance Models in Iran: Potentials and Limitations. *Remote Sensing and Hydrology 2010 Symposium*. Jackson Hole, Wyoming, USA.
23. Richard A, Masahiro T, Trezza R, Bastiaanssen W. 2002. SEBAL: Surface Energy Balance Algorithms for Land. Version 1.0. Funded by a NASA EOSDIS/Synergy grant from the Raytheon Company through The Idaho Department of Water Resources.
24. Savige C, Western AW, Walker JP, Kalma JD,



Evaluation of the geographical factors effect on land surface temperature using satellite imagery in Taftan volcanic cone

Sh. Bahrami ¹, E. Akbari ^{2*}, A. Doran ³

1. Assis. Prof. College of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University

2. MSc. of Remote Sensing and Geographic Information System, College of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University

3. MSc. of Geomorphology, College of Geography and Environmental Sciences, Hakim Sabzevari University

ARTICLE INFO

Article history:

Received 13 November 2012

Accepted 26 May 2013

Available online 8 February 2014

Keywords:

Land surface temperature

Remote sensing

SEBAL method

Morphology

Lithology

Taftan

ABSTRACT

Land surface temperature estimation in the vast area using remote sensing can be eliminated depletion of its monitoring in limited numbers of weather stations. The surface energy balance algorithm for land (SEBAL) used for estimating the temperature in most parts of the world. The aim of this research is gaining the land surface temperature and studying its relation to geographical factors like height, geographic direction, lithology and morphometric of some landforms in Taftan volcanic cone. Therefore, by using SEBAL method on ETM⁺ imagery in 2001 year, heat map of this area is produced. As for performing this method, the corrected thermal radiance, surface emissivity in thermal band, spectral radiance, reflectivity in each bands and surface albedo was calculated. Ridges and thalweg map is produced by studying the regional contours using topographic maps and Google Earth. On the other hand, river maps, digital elevation model, geographic direction and geology are digitized and created. Then by overlapping the mentioned maps with land surface temperature (LST) map and using zonal statistical analysis, the LST is taken in every elevation class, geographic directions, formation and special land forms. Overall, results showed that at higher levels, LST decrease and geographic directions have an important role in temperature rate of cone. The minimum average of temperature and the maximum average of temperature are seen in west direction and east direction, respectively. Furthermore, formations and land forms that have minimum and maximum temperature are located in these directions. So, by regarding temperature conditions in geographic directions and different formations, could plan for implanting compatible agricultural crops and appropriate environmental conditions.

* Corresponding author e-mail address: e.akbari@hsu.ac.ir