

امکان سنجی بکارگیری پنل های خورشیدی جهت تامین انرژی شهرستان نظر آباد با استفاده از تصاویر حرارتی

۱- صیاد اصغری سراسکانرود*، مریم محمدزاده شیشه‌گران^۲

*۱-، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

۲- دانشجوی دکترا، دانشکده علوم اجتماعی، دانشگاه محقق اردبیلی

ایمیل نویسنده مسئول: s.asghari@uma.ac.ir

چکیده

خورشید به عنوان منبع انرژی، سرآغاز حیات و منشأ تمام انرژی‌های دیگر شناخته شده است. تابش جهانی خورشید یکی از سازه‌های بنیادی هر گستره اقلیمی شمرده می‌شود. از این رو، شناخت ویژگی‌ها و نیز پیش‌بینی این سازه‌های اساسی، تاثیر زیادی در برنامه‌ریزی‌های وابسته به انرژی دارد. استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و مدل‌های سنجش از دور به عنوان ابزاری مناسب و کم‌هزینه برای تخمین تابش خورشیدی، در سال‌های اخیر بوده است. جهت انجام این پژوهش، از تصاویر مربوط به سال ۲۰۲۰ ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI و سنجنده TIRS و الگوریتم سبال استفاده شد. از نرم‌افزار ENVI جهت تصحیحات هندسی، اتمسفری و رادیومتریکی تصاویر ماهواره‌ای و همچنین اجرای محاسبات مربوط به مدل سبال و از نرم‌افزار ArcGIS جهت ایجاد پایگاه داده، تحلیل‌های مکانی، عملیات کار توگرافیکی و در نهایت پیاده کردن مدل استفاده گردید. نتایج حاصل نشان می‌دهد که میانگین بیشترین تابش موج کوتاه ورودی به میزان ۹۰۴ وات بر مترمربع در تاریخ ۲۰۲۰/۰۸/۰۹ و کمترین مقدار در تاریخ ۲۰۲۰/۰۹/۱۰ به میزان ۵۰۰ وات بر مترمربع بوده است. این در حالی است که بیشترین مقدار تابش خالص در تاریخ ۲۰۲۰/۰۸/۰۹ به میزان ۳۲۰ کیلومتر و کمترین مقدار در ۲۰۲۰/۰۹/۱۰ به میزان ۳۹ کیلومتر محاسبه شده است. تفاوت در مقدار تابش خالص رسیده به زمین در منطقه مورد مطالعه، ناشی از تفاوت زاویه تابش خورشید و تعداد ساعات آفتابی در ماه‌های مختلف سال است. در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که تابش خورشیدی در منطقه، در سال مورد بررسی پتانسیل لازم برای اجرای طرح‌های فتوولتائیک خورشیدی را دارا می‌باشد.

کلمات کلیدی

"انرژی تابشی خورشید"، "الگوریتم سبال"، "سنجش از دور"، "شهرستان نظرآباد".

خورشید به عنوان اساسی ترین تامین کننده ی انرژی های لازم برای همه فرایندهای زندگی بشر در روی زمین است و برای تداوم زندگی ضروری می باشد. تابش خورشید همچنین روی فرایندهای آب و هوایی که تعیین کننده محیط پیرامون ما می باشند، بسیار موثر است (مرادی، ۱۳۸۲). میزان انرژی رسیده از خورشید از تابش خورشید به زمین منتقل می شود و انرژی از آن باعث ایجاد فرایندهای متعددی بر سطح زمین می شود (رضایی صدر، ۱۳۷۵). امروزه استفاده از انرژی های تجدید شونده یکی از کارهای مهم و اساسی برای استفاده بهینه از توانایی های اقلیمی هر پهنه جغرافیایی است. تابش های سراسری خورشید یکی از ساختار های اساسی هر نوع اقلیمی در هر نقطه از جهان شمرده می شود. از این رو، شناخت ویژگی ها، دانش و نیز پیش بینی این سازه های ریشه ای، جا پای پرنگی در برنامه ریزی و گرداندگی جستارهای نیازمند به انرژی دارد (کمالی و مرادی، ۱۳۸۳). تابش خورشیدی از اساسی ترین فرایندهای تاثیر گذار اقلیمی هر منطقه به محسوب می شود و با شناخت این امر مهم می توان برای کاربردهای آن اقدامات مناسب را برنامه ریزی نمود. در بسیاری از مناطق صعب العبور و کوهستانی که برق رسانی بسیار دشوار است، نیروی بدست آمده از تابش خورشیدی می تواند روش دوم برای سوخت های فسیلی و تجدیدناپذیر باشد. به ویژه این که کاربرد این گونه انرژی عاری از عواملی همچون آلودگی های بوم زیستی است (بوش و همکاران، ۲۰۰۸). سوخت های فسیلی بیش از ۹۵ درصد انرژی در کشور ایران و بیش از ۸۱ درصد انرژی مورد نیاز جهان را تامین می کنند. مصرف بیش از اندازه سوخت های فسیلی باعث افزایش بسیار زیاد دمای زمین، افزایش باران های اسیدی، تاثیر مخرب گازهای گلخانه ای و کاهش ضخامت لایه ازن می شود. انرژی خورشید از پاک ترین انرژی های تجدید شونده می باشد و بهره گیری از آن آلودگی کمتری را برای جهان به وجود می آورد (بهادری نژاد، ۱۹۹۴). بنابراین انرژی خورشیدی به عنوان یکی از راهکارهای قابل اطمینان جهت تولید گرما و الکتریسیته لازم در زندگی انسان ها مورد توجه قرار گرفته است. دسترسی آسان برای همه ی مردم بدون هیچ هزینه ای، عمر مفید و قابلیت استفاده طولانی مدت، عدم احتیاج به احداث شبکه برق، ترانسفورماتور و ... که بسیار پرهزینه است، و نیز سهولت در نصب و جابجایی آسان و سریع، قابلیت نصب آسان و سریع و بهره گیری از آن در محل نزدیک به مصرف کنندگان، قابلیت استفاده در سیستم های متحرک و نیاز به منابع

الکتریسیته مناسب برای مکان های دور از شبکه برق رسانی بهره مندی از این انرژی را اجتنابناپذیر است (ابراهیمی، ۱۳۸۹). استفاده مؤثر از انرژی خورشیدی روشی مناسب برای کم کردن مصرف انرژی فسیلی و کاهش تولید گازهای گلخانه ای به وسیله ساختمان ها می باشد. برای استفاده از تکنولوژی های انرژی خورشیدی نظیر سیستم های تولیدی حرارتی برای سیستم های گرمایش یا روشنایی ساختمان ها، نیازمند شناخت و ارزیابی های بسیار دقیق از انرژی خورشیدی در سطح زمین می باشیم (هامر و همکاران، ۲۰۰۳). دانستن دانش و اطلاعات درباره ی انرژی خورشیدی در از کاربردهای بسیار زیادی از جمله صنعتی، سیستم های فتوولتائیک، کاربردهای کشاورزی و طراحی و ساخت کلکتورهای خورشیدی کاربرد دارد. دسترسی داشتن به داده های انرژی خورشیدی به دو صورت امکان پذیر می باشد. در روش اول که اندازه گیری های مستقیم می گویند انرژی خورشید توسط دستگاه های اندازه گیری مانند پیرانومتر و پیرهیلومتر ثبت و اندازه گیری می شود. در روش دوم در مناطقی که فاقد دستگاه اندازه گیری انرژی هستند، یا اندازه گیری و ارزیابی تابش در آن مکان به صورت پراکنده و نامرتب می باشد با استفاده از روش های گوناگون از جمله روابط تجربی و رگرسیون و روش های دقیق و کاربردی مانند بهره گیری آسان و سریع از سنجش از دور و میان یابی خطی و شبکه های عصبی، انرژی خورشید را اندازه گیری می کنند. متأسفانه در بسیاری از نقاط جهان اندازه گیری تابش خورشیدی به لحاظ هزینه بسیار گران، نگهداری و مراقبت اصولی و نیاز به واسنجی (کالیبراسیون) دستگاه ها همیشه صورت نمی گیرد و داده های این سازه اقلیمی تنها در تعداد بسیار کمی از ایستگاه های هواشناسی یادداشت می شوند (باکیرسی، ۲۰۰۹). لذا روش های دقیق و فرمول های مختلف برای برآورد تابش روزانه یا ماهانه در مکان های مختلف جهان توسعه پیدا کرده است. رویکردهای مختلفی برای گسترش دادن نقشه های تابشی به انجام رسیده است، تا از این طریق بتوان به تخمینی از تابش خورشیدی در مکان هایی که داده های دیدبانی در دسترس نیست، دست یافت (وینسلاو و همکاران، ۲۰۰۱). با توجه به اهمیت استفاده از انرژی تابشی خورشید مطالعات فراوانی در متون علمی جهان و ایران انجام شده است. از جمله می توان به مطالعات زیر اشاره نمود. مباحثی و همکاران (۲۰۰۴) در مطالعه ای با عنوان تجزیه و تحلیل روش های استفاده از ماهواره برای تعیین میزان تابش جهت برآورد تبخیر- تعرق استفاده کردند. در این مطالعه از سه روش

آلدوی اتمسفر- زمین با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و ضرایب جذب و پراکندگی اتمسفر ارائه دادند. این مدل برای محاسبه میانگین ماهانه تابش در مناطق گرمسیری با گرد و غبار زیاد طراحی شده است. در این مدل تابش خورشیدی ورودی به سطح زمین را بر حسب تابش جذب شده بوسیله شرایط مختلف اتمسفر و تابش بازتابی به فضا محاسبه می‌شود. آلمب و همکاران (۲۰۰۸) با استفاده از روش سبال و به کارگیری تصاویر سنجنده لندست TM و NOAA به برآورد پارامترهای هیدرولوژیکی و تخمین تابش خالص، شار گرمای خاک و شار گرمای محسوس در حوضه سنا یمن پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد، مناطق دارای آلدو و دمای سطحی پایین، پوشش گیاهی زیاد و تبخیر- تعرق بالایی دارند. هانگ و همکاران (۲۰۱۵) تابش خالص و تبخیر- تعرق با مقیاس کوچک را به روش سبال از ترکیب تصاویر سنجنده مودیس با قدرت تفکیک مکانی ۲۵۰ متر با سنجنده لندست با قدرت تفکیک مکانی ۳۰ متر استخراج کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که تفاوت در نقشه‌های تبخیر- تعرق هم به صورت ورودی با مقیاس کوچک و هم خروجی مقیاس کوچک معنی‌دار نیست. ایندیا کیشان و همکاران (۲۰۱۷) به تخمین تبخیر- تعرق واقعی محصول گندم با استفاده از الگوریتم سبال و روش استاندارد شده ی پنمن- ماتیت و مقایسه ی نتایج لایسیمتر در منطقه ی بیوانی در هاریلنا پرداختند. نتایج نشان داده است که مقدار بارش کافی و در دسترس بودن آب به تولید بیشتر گندم که در اثر افزایش تبخیر- تعرق منطقه ی مورد مطالعه منجر شده است. نتایج تحقیقات انجام گرفته نشان می‌دهد که به طور کلی مدل‌های سنجنش از دور عملکرد بهتری در تخمین تابش خورشیدی دارند و می‌توان از آن‌ها به عنوان یکی از ابزارهای مناسب و کم هزینه برای تخمین تابش خورشیدی استفاده نمود. با توجه به اهمیت تابش خورشیدی به عنوان یک انرژی پاک، در دسترس و عاری از هرگونه آلودگی‌های مخرب زیست محیطی، شناسایی نواحی پرتابش جهت معرفی به مراجع ذیربط، امری ضروری و لازم بوده و هدف این تحقیق می‌باشد. در این پژوهش سعی شده است با استفاده از الگوریتم سبال و تکنولوژی سنجنش از دور امکان سنجنی استفاده از انرژی خورشیدی در منطقه شهرستان نظرآباد مورد مطالعه قرار گیرد.

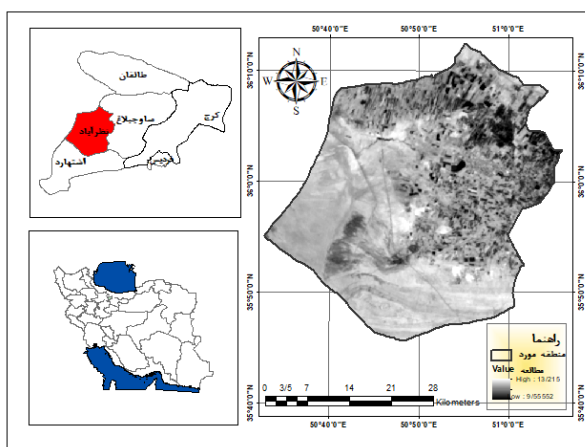
مکانیزم بازخور داده‌های ماهواره‌ای، تکنیک استفاده از فرآیندهای بیوفیزیکی و سبال استفاده شده است. در روش سبال مقادیر لحظه‌ای تابش خالص با استفاده از اندازه‌گیری‌های تابش خالص و تابش فرودی خورشید در دو ایستگاه زمینی و تابش حرارتی خروجی با استفاده از دو تصویر بدون ابر و به کارگیری آلدوی سطحی، گسیلمندی سطحی و دمای سطح به دست آمد. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که مدل سبال، علاوه بر اینکه کم‌ترین وابستگی را به داده‌های زمینی دارد، در صورتی که از ماهواره با قدرت تفکیک مکانی و زمانی بالا استفاده شود در مقایسه با دو روش دیگر بهترین جواب را برای محاسبه تابش ارائه خواهد داد. موسوی بیگی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهشی مدل‌های مختلف برآورد تابش خورشیدی به منظور معرفی مناسب‌ترین مدل در یک اقلیم نیمه خشک پرداختند. این محققین با بررسی هفت مدل برآورد تابش خورشیدی، مدل انگستروم- پرسکات پیشنهادی توسط فانورا به عنوان مناسب‌ترین مدل در یک اقلیم نیمه خشک معرفی نمودند. ولی زاده کامران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای جهت محاسبه تبخیر و تعرق به روش استفنز در منطقه آذربایجان شرقی، اقدام به محاسبه تابش رسیده به سطح زمین با استفاده از تصاویر SRTM و با کمک تابع Solar Analyst در محیط نرم‌افزار ArcGIS در روز ۱۱ خردادماه مابین ساعات ۱۰ الی ۱۱ قبل از ظهر نمود. رضایی مقدم و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی با استفاده از الگوریتم سبال، تابش خالص خورشیدی جهت تامین روشنایی بزرگراه زنجان- تبریز را مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که منطقه 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. پینکر و همکاران (۱۹۸۵) مدل فیزیکی را برای تخمین تابش خورشیدی در سطح زمین با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای بدست آوردند. در این مدل فیزیکی تأثیرات جذب بخار آب، پراکنش معمول تابش‌ها، پراکنش و جذب گرد و غبار، جذب و پراکندگی ابرها بررسی شد. ترنکا و همکاران (۲۰۰۵) از روش سبال برای محاسبه تابش، دمای سطح و در نهایت تبخیر- تعرق در غرب ایالت متحده استفاده کردند. نتایج اعتبارسنجی این مطالعه نشان داد که در نواحی کشاورزی تطابق خوبی بین تبخیر- تعرق به دست آمده از سبال وجود دارد. جانجیا و همکاران (۲۰۰۵) مدل فیزیکی را بر اساس رابطه بین

۲- روش انجام تحقیق

• محدوده مورد مطالعه

میلی متر در سال می باشد که از نظر اقلیمی این شهرستان جزء مناطق نیمه خشک قرار می گیرد. عمده ترین عامل بارش توده هوای مرطوب غربی می باشد که در فصول سرد سال وارد کشورمان می شود و بارش های قابل توجهی را در منطقه ایجاد می کند. از اواخر خرداد ماه پرفشار جنب حاره وارد منطقه می شود و منجر به خشکی هوا می گردد. در فصول گرم سال بادی از جهت جنوب و جنوب شرقی وارد منطقه می شود که در اصطلاح محلی به آن باد راز می گویند که این باد خشکی هوا را در بخش های جنوبی تشدید، و منجر به پراکنش ریزگرد ها در برخی از روزهای سال می شود.

شهرستان نظر آباد دارای مساحت ۱۱۵۸ کیلومتر می باشد. دشت نظرآباد از نظر ناهمواری (ژیومورفولوژیکی) یک محدوده حایل بین دو دشت نسبتاً وسیع کشور یعنی دشت قزوین در غرب و دشت ساوجبلاغ در شرق می باشد که از نظر ناهمواری اختلاف قابل توجهی بین بخش های مختلف آن دیده نمی شود به طوری که حداقل ارتفاع این دشت در بخش های جنوبی به میزان ۱۱۰۰ متر و حداکثر آن در شمال ۱۳۵۰ متر (از سطح آبهای آزاد) در حوالی آزادراه کرج قزوین مشاهده می شود. بررسی وضعیت آب و هوایی شهرستان نشان می دهد که میانگین طولانی مدت دمای منطقه ۱۴ درجه سانتیگراد و میانگین بارش کمتر از ۳۰۰



شکل ۱- محدوده مورد مطالعه

خورشید از تصاویر بدون ابر به دست می آید امکان استفاده از تصاویر ماه های فوق الذکر مقدور نگردید. محققان، روش های مختلفی برای تخمین میزان شدت تابش خورشید در یک نقطه سطح زمین، برای نقاط مختلف جهان پیشنهاد کرده اند. هر یک از این روش ها بر اساس ضریب صافی هوا، کسر ساعات آفتابی، میزان بارندگی، دما، رطوبت نسبی، فشار، ارتفاع از سطح دریا و پارامترهای دیگر می باشند. در این پژوهش از الگوریتم سبال و تکنولوژی سنجش از دور، امکان سنجی استفاده از انرژی خورشیدی در شهرستان نظرآباد مورد مطالعه قرار گرفت. به منظور انجام عملیات پردازش و به دست آوردن نتایج دقیق، عملیات پیش پردازش و تصحیحات لازم بر روی تمام باندهای تصاویر مورد استفاده قرار گرفت. باندهای حرارتی و غیر حرارتی باید عاری از اثرات اتمسفری باشند، در روش سبال بسیار مهم است که تصویر مورد استفاده برای انجام عملیات متعلق به آسمان صاف و بدون ابر

روش تحقیق

در این پژوهش برای بررسی و امکان سنجی استفاده از انرژی تابشی خورشید از تصاویر ماهواره ای لندست ۸ در یک دوره، برای ماه های مربوط به سال ۲۰۲۰ استفاده گردید (جدول شماره ۱). از نرم افزار ENVI جهت تصحیحات هندسی، اتمسفری و رادیومتریک تصاویر ماهواره ای و همچنین اجرای محاسبات مربوط به مدل سبال و از نرم افزار ArcGIS جهت ایجاد پایگاه داده، تحلیل های مکانی، عملیات کارتوگرافیکی و در نهایت پیاده کردن مدل استفاده گردید. در ادامه محاسبات مربوط به مدل سبال در محیط نرم افزار ENVI و ArcGIS انجام و مقدار تابش خالص در منطقه مورد مطالعه محاسبه و مورد تحلیل قرار گرفت. لازم به توضیح است که تصاویر در دسترس ماه های سال برای محدوده مورد مطالعه کاملاً ابری بوده و با توجه به این که در الگوریتم سبال، مقادیر تابش خالص با استفاده از اندازه گیری تابش فرودی

هرگونه گپ و استریپ تصحیحات رادیومتریک نیز بر روی تصاویر اعمال گردید.

باشد. در این پژوهش با استفاده از تابع تصحیح اتمسفری مربوط به ماهواره لندست در نرم افزار ENVI تا حد امکان اثرات اتمسفری برطرف و در نهایت جهت از بین بردن

جدول ۱- اطلاعات تصاویر ماهواره لندست مورد استفاده

تصویر	تاریخ اخذ	ردیف	گذر
لندست ۸	۲۰۲۰/۰۴/۰۳	۳۵	۱۶۵
لندست ۸	۲۰۲۰/۰۵/۲۱	۳۵	۱۶۵
لندست ۸	۲۰۲۰/۰۶/۰۶	۳۵	۱۶۵
لندست ۸	۲۰۲۰/۰۸/۰۹	۳۵	۱۶۵
لندست ۸	۲۰۲۰/۰۹/۱۰	۳۵	۱۶۵
لندست ۸	۲۰۲۰/۱۰/۲۸	۳۵	۱۶۵

در رابطه (۲)، آلبدوی بالای اتمسفر، آلبدوی معادل تابش مسیر و ضریب شفافیت اتمسفری را نشان می دهد. برای محاسبه از رابطه (۳) و (۴) استفاده می شود (Allen et al., ۲۰۰۲):

$$\alpha_{toa} = \sum (\omega_{\lambda} \times \rho_{\lambda} \quad \text{رابطه ۳}$$

$$\omega_{\lambda} = \frac{ESUN_{\lambda}}{\sum ESUN_{\lambda}} \quad \text{رابطه ۴}$$

$$\alpha_{path_radiance} \approx 0.03 \quad \text{رابطه ۵}$$

$$= 0.75 + 2 \times 10^{-5} \times Z \tau_{sw} \quad \text{رابطه ۶}$$

در روابط فوق، میانگین تابش ورودی خورشید در هر باند، ضریب وزنی و Z ارتفاع محل برحسب متر را نشان می دهد.

انعکاس یک سطح نسبت شار تابشی منعکس شده به شار تابشی برخوردی با سطح است. برای محاسبه ρ_{λ} (رادینانس به بازتاب) تصاویر ماهواره لندست از رابطه (۷) استفاده شده است.

رابطه ۷

$$\rho_{\lambda} = \frac{\pi * L_{\lambda}}{\dots}$$

ρ_{λ} مقدار بازتاب برای هر باند، L_{λ} رادینانس طیفی برای هر باند بر حسب $(W/m^2/sr/\mu m)$ ، میانگین تابش خروجی از اتمسفر برای هر باند بر حسب $(W/m^2/sr/\mu m)$ ، $\cos \theta$ زاویه فرودی خورشید (از نقطه نادیر)، dr مجذور معکوس فاصله نسبی زمین تا خورشید بر حسب واحد نجومی را نشان می دهند. $\cos \theta$ با استفاده از داده های هدر فایل یعنی زاویه ارتفاع خورشیدی (β) که در آن $(\beta - 90)$ برابر θ است به دست می آید. dr با استفاده از رابطه زیر محاسبه می شود.

• الگوریتم سبال

در الگوریتم سبال از داده های تصاویر ماهواره ای در باندهای مرئی، فروسرخ نزدیک و حرارتی برای برآورد انرژی تابشی خالص، شار حرارتی خاک، شار گرمای محسوس و شار گرمای نهان تبخیر برای هر پیکسل در یک تصویر استفاده می شود (Allen et al., ۲۰۰۲). در این روش مقادیر لحظه ای تابش خالص با استفاده از اندازه گیری تابش فرودی خورشید از تصاویر بدون ابر و به کارگیری آلبدوی سطحی، گسیلمندی سطحی و دمای سطح، به دست می آید. برای محاسبه میزان تابش خالص انرژی خورشیدی از رابطه (۱) استفاده می شود (Allen et al., ۲۰۰۲).

$$Rn = (1 - \alpha) RS_{\downarrow} + RL_{\downarrow} - RL_{\uparrow} \quad \text{رابطه ۱}$$

$$- (1 - \epsilon_0) RL_{\downarrow}$$

در رابطه (۱)، Rn میزان تابش خالص انرژی خورشیدی، α آلبدوی سطحی، ϵ گسیلمندی، RS_{\downarrow} طول موج کوتاه فرودی، RL_{\downarrow} طول موج بلند فرودی، RL_{\uparrow} طول موج بلند خروجی برحسب وات بر مترمربع را نشان می دهند. بنابراین تابش خالص عبارت از اختلاف بین جریان تابش خروجی و فرودی بوده و معیاری از مقدار انرژی موجود در سطح زمین به شمار می رود. در ادامه به روش محاسبه اجزای رابطه (۱) و در نهایت محاسبه Rn پرداخته می شود.

آلبدو (α): نسبت انرژی رسیده به سطح به انرژی بازتابش شده را آلبدو گویند. جهت محاسبه آلبدو از رابطه (۲) استفاده می شود:

$$\alpha = \frac{\alpha_{toa} - \alpha_{path_radiance}}{\tau_{sw}^2} \quad \text{رابطه ۲}$$

شار تابش حرارتی از آسمان به سمت پایین است که با استفاده از رابطه استفان - بولترمن محاسبه می شود (Allen et al., ۲۰۰۲).

$$R_{L\downarrow} = \epsilon_a \sigma T_a^4 \quad \text{رابطه ۱۵}$$

RL ↓ طول موج بلند ورودی بر حسب وات بر مترمربع که مقدار آن بین ۲۰۰ تا ۵۰۰ وات بر مترمربع متغیر می باشد، εa گسیلمندی اتمسفر (بدون بعد)، σ ثلثت استفان بولتزمن و برابر ۸-۱۰ × ۱۰^۸، k ۰,۶۷ × ۱۰^۸، w/m^۲ . Ta دمای هوای نزدیک سطح بر حسب کلین می باشد برای محاسبه εa می توان از معادله تجربی زیر که توسط باستیانسن به دست آمده استفاده کرد (Allen et al., ۲۰۰۲).

$$\epsilon_a = 0,85 \times (-\ln \tau_{sw})^{0,9} \quad \text{رابطه ۱۶}$$

که در آن ضریب شفافیت اتمسفری موج کوتاه می باشد. Tcold نیز معادل دمای سطحی پیکسل سرد می باشد. پیکسل سرد از مزارع با پوشش گیاهی کامل (معمولاً یونجه) و کاملاً آبیاری شده انتخاب می شود که در آن دمای سطحی و دمای هوای نزدیک سطح برابر فرض می شوند در نتیجه معادله نهایی برای محاسبه RL ↓ را می توان به صورت زیر نوشت (Allen et al., ۲۰۰۲).

$$R_{L\downarrow} = 0,85 * (-\ln \tau_{sw})^{0,9} * \sigma * T_{cold}^4 \quad \text{رابطه ۱۷}$$

پس از محاسبه پارامترهای الگوریتم سبال که در بالا شرح داده شد، شار تابش خالص سطحی (Rn) با استفاده از رابطه (۱) محاسبه می شود.

۳- نتایج

۴- میانگین مقادیر بازتاب

در این پژوهش پس از تهیه تصاویر منطقه مورد مطالعه، عملیات پیش پردازش بر روی تصاویر مورد استفاده قرار گرفت. سپس جهت

محاسبه توزیع تابش خالص خورشیدی رسیده به سطح زمین (Rn)، ابتدا میانگین بازتاب (ρλ) باندهای ۲ تا ۷ با اصلاح زاویه تابشی خورشید، برای تصاویر لندست، ۲۰۲۰ در منطقه مورد مطالعه محاسبه شد.

نتایج حاصل نشان می دهد که میانگین بیشترین تابش موج کوتاه ورودی به میزان ۹۰۴ وات بر مترمربع در سال ۲۰۲۰/۰۸/۰۹ و کمترین مقدار در سال ۲۰۲۰/۱۰/۲۸ به میزان ۵۰۰ وات بر مترمربع بوده است.

$$d_{\downarrow} = 1 + 0.033 \cos \left(DOY \frac{2\pi}{365} \right) \quad \text{رابطه ۸}$$

DOY تعداد روز سال بین (۱ ژانویه) و ۳۶۵ یا ۳۶۶ (۳۱ دسامبر) است. تابش فرودی موج کوتاه، شار تابش خورشیدی مستقیم و پراکنده است که واقعاً به زمین می رسد. با فرض شرایط آسمان صاف، می توان آن را از رابطه (۹) برای زمان تصویر محاسبه کرد. مقادیر Rs بین ۲۰۰ تا ۱۰۰۰ وات بر مترمربع بسته به محل و زمان تصویر متفاوت است (Allen et al., ۲۰۰۲).

$$R_{s\downarrow} = G_{sc} \times \cos \theta \times d_r \times \tau_{sw} \quad \text{رابطه ۹}$$

Gsc ثابت خورشیدی ۱۳۶۷ w/m^۲ است. برای محاسبه دمای سطح زمین Ts از رابطه (۱۰) استفاده شده است.

$$T_s = \frac{T_{bb}}{\epsilon_0^{0.25}} \quad \text{رابطه ۱۰}$$

$$T_{bb} = \frac{K_2}{\ln \left(\frac{K_1}{L_6} + 1 \right)} \quad \text{رابطه ۱۱}$$

در روابط فوق K^۱ و K^۲ ثابت تصحیح، L^۶ رادیانس باند حرارتی در ماهواره لندست، Tbb دمای جسم سیاه زمین را نشان می دهد.

گسیلمندی سطحی (ε^۰) بصورت نسبت انرژی گرمایی تابش شده بوسیله سطح به انرژی گرمایی تابش شده بوسیله جسم سیاه در همان دما تعریف می شود.

$$\epsilon_0 = 1,009 + 0,047 \times \ln(NDVI) \quad \text{رابطه ۱۲}$$

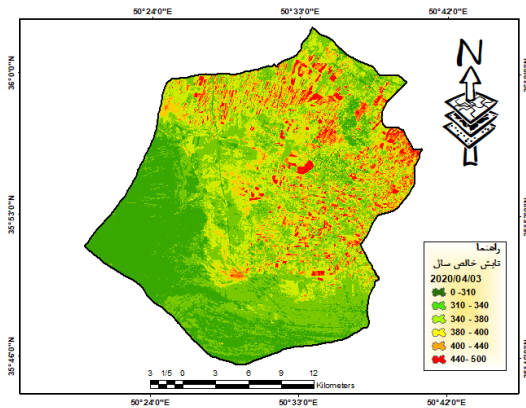
شاخص های پوشش گیاهی شاخصی است که به وضعیت و تراکم پوشش گیاهی حساسیت دارد و از رابطه زیر به دست می آید.

$$NDVI = \frac{IR-R}{IR+R} \quad \text{رابطه ۱۳}$$

R انعکاس در بلند قرمز و IR انعکاس در بلند مادون قرمز نزدیک می باشند. برای محاسبه تابش موج بلند خروجی یا RL ↑ از رابطه (۱۴) استفاده شده است. مقادیر RL بسته به محل و زمان تصویر از ۲۰۰ تا ۷۰۰ وات بر مترمربع تغییر می کنند (Allen et al., ۲۰۰۲).

$$RL \uparrow = \epsilon_0 \sigma T_s^4 \quad \text{رابطه ۱۴}$$

در رابطه (۱۴) ε^۰ گسیلمندی اتمسفری، σ ثابت استفان بولتزمن و برابر ۸-۱۰ × ۱۰^۸، k ۰,۶۷ × ۱۰^۸، w/m^۲ . Ts دمای سطح زمین بر حسب k نشان می دهد. تابش موج بلند فرودی،

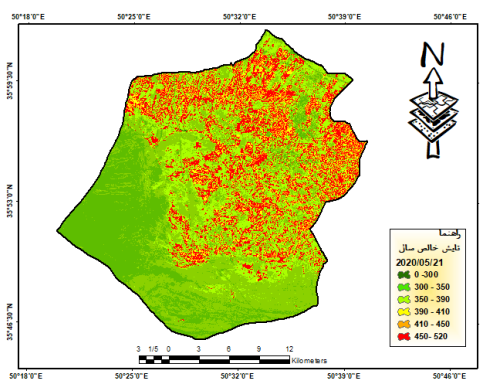


شکل ۲- توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۰۴/۰۳ با روش سیال
جدول ۲- درصد توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۰۴/۰۳ با روش سیال

مقدار تابش (کیلومتر)	کلاس تابش
۲۰۵	۰-۳۱۰ (w/m ^۲)
۲۰۴	۳۱۰-۳۴۰ (w/m ^۲)
۳۱۰	۳۴۰-۳۸۰ (w/m ^۲)
۲۰۰	۳۸۰-۴۰۰ (w/m ^۲)
۳۰	۴۰۰-۴۴۰ (w/m ^۲)
۲۰۰	۴۴۰-۵۰۰ (w/m ^۲)

۴۰۰ وات بر مترمربع ۳۰ کیلومتر کمترین تابش خالص دریافت شده است. همانگونه که از شکل مشخص است در شهرستان نظرآباد قسمت شمال و مرکزی دارای بالاترین دما توزیع تابش خالص می باشد.

اطلاعات جدول ۲ نشان می دهد که بیشترین درصد توزیع تابش خالص در تاریخ ۲۰۲۰/۰۴/۰۳ در محدوده ۳۸۰-۳۴۰ وات بر مترمربع با مقدار ۳۱۰ کیلومتر کل تابش خالص بوده است. همچنین در این ماه در محدوده ۴۴۰-۴۰۰

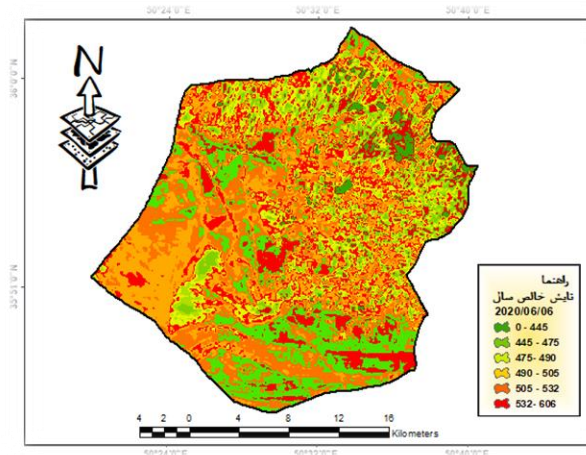


شکل ۳- توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۰۵/۲۹ با روش سیال
جدول ۳- درصد توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۰۵/۲۹ با روش سیال

مقدار تابش (کیلومتر)	کلاس تابش
۲۶۰	۰-۳۰۰ (w/m ^۲)
۱۹۸	۳۰۰-۳۵۰ (w/m ^۲)
۳۲۶	۳۵۰-۳۹۰ (w/m ^۲)
۱۹	۳۹۰-۴۱۰ (w/m ^۲)
۲۶	۴۱۰-۴۵۰ (w/m ^۲)
۳۲۹	۴۵۰-۵۲۰ (w/m ^۲)

وات بر مترمربع با ۱۹ کیلومتر کمترین تابش خالص دریافت شده است. همانگونه که از شکل مشخص است در شهرستان نظر اباد قسمت مرکزی دارای بالاترین دما توزیع تابش خالص می باشد.

اطلاعات جدول ۳ نشان می دهد که بیشترین درصد توزیع تابش خالص در این ماه ۵۲۰ وات متر بر مربع است، همچنین در تاریخ ۲۰۲۰/۰۵/۲۹ در محدوده ۵۲۰-۴۵۰ وات بر مترمربع با مقدار ۳۲۹ کیلومتر کل تابش خالص بوده است. همچنین در این ماه در محدوده ۴۱۰-۳۹۰



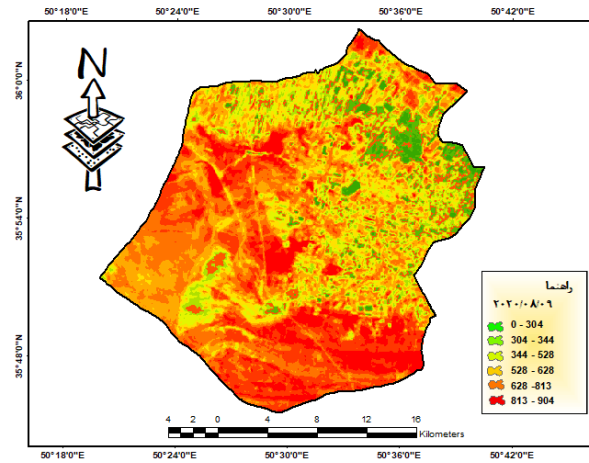
شکل ۴- توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۰۶/۰۶ با روش سیال

جدول ۴- درصد توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۰۶/۰۶ با روش سیال

مقدار تابش (کیلومتر)	کلاس تابش
۵۶	۰ - ۴۴۵ (w/m^2)
۱۵۴	۴۴۵ - ۴۷۵ (w/m^2)
۹۹	۴۷۵ - ۴۹۰ (w/m^2)
۳۶۷	۴۹۰ - ۵۰۵ (w/m^2)
۳۸۲	۵۰۵ - ۵۳۲ (w/m^2)
۱۰۰	۵۳۲ - ۶۰۶ (w/m^2)

بوده است. همچنین در این ماه کمترین تابش در محدوده ۴۴۵-۰ وات بر مترمربع ۵۶ کیلومتر تابش خالص دریافت شده است. همانگونه که از شکل مشخص است در شهرستان نظرآباد در تمام قسمت های شهرستان دارای بالاترین دما توزیع تابش خالص می باشد.

اطلاعات جدول ۴ نشان می دهد در این ماه توان تشعشعی و تابش خالص نسبت ماه های قبل افزایش چشم گیری را نشان می دهد. همچنین که بیشترین درصد توزیع تابش خالص در این ماه ۶۰۶ وات متر بر مربع است، همچنین در تاریخ ۲۰۲۰/۰۶/۰۶ در محدوده ۵۳۲-۵۰۵ وات بر مترمربع بیشترین با مقدار ۳۸۲ کیلومتر کل تابش خالص



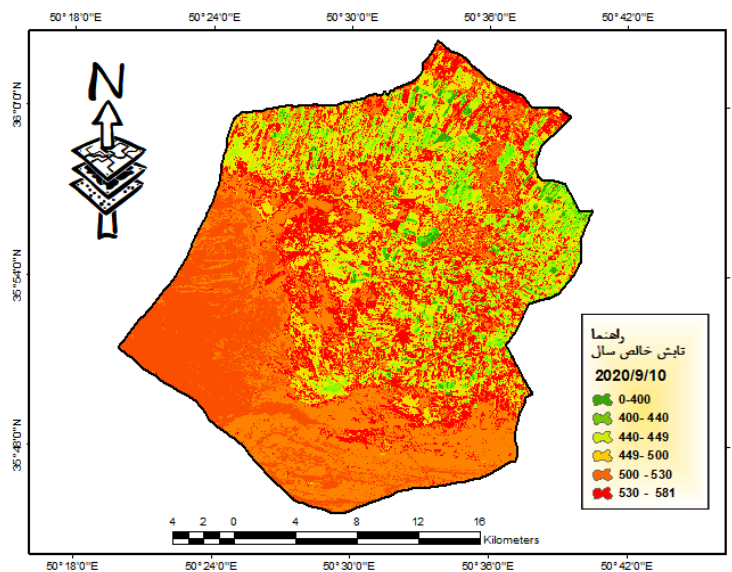
شکل ۵- توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۰۸/۰۹ با روش سیال

جدول ۵- درصد توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۰۸/۰۹ با روش سیال

مقدار تابش (کیلومتر)	کلاس تابش
۱۰۰	۰ - ۳۰۴ (w/m ^۲)
۵۳	۳۰۴ - ۳۴۴ (w/m ^۲)
۵۹	۳۴۴ - ۵۲۸ (w/m ^۲)
۳۲۰	۵۲۸ - ۶۲۸ (w/m ^۲)
۲۶۳	۶۲۸ - ۸۱۳ (w/m ^۲)
۳۶۲	۸۱۳ - ۹۰۴ (w/m ^۲)

کل تابش خالص بوده است. همچنین در این ماه کمترین تابش در محدوده ۳۰۴-۳۴۴ وات بر مترمربع ۵۳ کیلومتر تابش خالص دریافت شده است. همانگونه که از شکل مشخص است در شهرستان نظرآباد در تمام قسمت‌های شهرستان دارای بالاترین دما توزیع تابش خالص ولی در قسمت جنوبی دارای بالاترین میزان می‌باشد.

اطلاعات جدول ۵ نشان می‌دهد در این ماه توان تشعشعی و تابش خالص نسبت ماه‌های قبل افزایش چشم‌گیری را نشان می‌دهد و به بالاترین حد خود هم در میزان تابش و هم در مساحت رسیده است. همچنین که بیشترین درصد توزیع تابش خالص در این ماه ۹۰۴ وات متر بر مربع است، همچنین در تاریخ ۲۰۲۰/۰۸/۰۹ در محدوده ۸۱۳-۹۰۴ وات بر مترمربع بیشترین مقدار ۳۶۲ کیلومتر



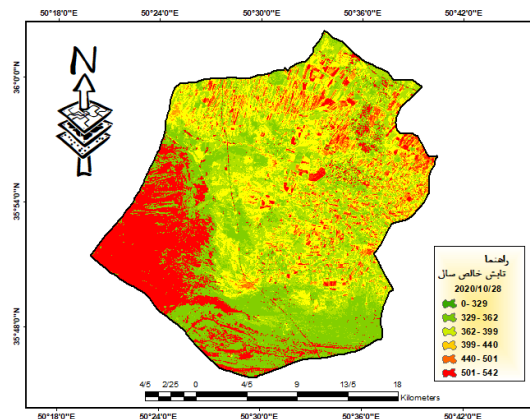
شکل ۶- توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۰۹/۱۰ با روش سیال

جدول ۶- درصد توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۰۹/۱۰ با روش سیال

مقدار تابش (کیلو متر)	کلاس تابش
۳۹	۰-۴۰۰ (w/m ²)
۱۳۰	۴۰۰-۴۴۰ (w/m ²)
۲۰۸	۴۴۰-۴۴۹ (w/m ²)
۳۰۰	۴۴۹-۵۰۰ (w/m ²)
۳۰۰	۵۰۰-۵۳۰ (w/m ²)
۱۸۳	۵۳۰-۵۸۱ (w/m ²)

اطلاعات جدول ۶ نشان می‌دهد در این ماه توان تشعشعی و تابش خالص نسبت ماه‌های قبل کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهد و به کمترین حد خود هم در میزان تابش و هم در مساحت رسیده است. همچنین که بیشترین درصد توزیع تابش خالص در این ماه ۵۸۱ وات بر متر مربع است، همچنین در تاریخ ۲۰۲۰/۰۹/۱۰ بیشترین مساحت در محدوده ۵۰۰-۵۸۱ وات بر مترمربع با مقدار ۳۰۰ کیلو متر کل تابش خالص بوده است. همچنین در این ماه کمترین تابش در محدوده ۰-۴۰۰ وات بر مترمربع ۳۹ کیلو متر تابش خالص دریاقت شده است. همانگونه که از شکل مشخص است در شهرستان نظرآباد در تمام قسمت‌های شهرستان به جز قسمت‌های جنوبی دارای کمترین دما توزیع تابش خالص می‌باشد.

اطلاعات جدول ۶ نشان می‌دهد در این ماه توان تشعشعی و تابش خالص نسبت ماه‌های قبل کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهد و به کمترین حد خود هم در میزان تابش و هم در مساحت رسیده است. همچنین که بیشترین درصد توزیع تابش خالص در این ماه ۵۸۱ وات بر متر مربع است، همچنین در تاریخ ۲۰۲۰/۰۹/۱۰ بیشترین مساحت در محدوده ۵۰۰-۵۸۱ وات بر مترمربع با مقدار ۳۰۰ کیلو متر کل تابش خالص بوده است. همچنین در این ماه کمترین تابش در محدوده ۰-۴۰۰ وات بر مترمربع ۳۹ کیلو متر تابش خالص دریاقت شده است. همانگونه که از شکل مشخص است در شهرستان نظرآباد در تمام قسمت‌های شهرستان به جز قسمت‌های جنوبی دارای کمترین دما توزیع تابش خالص می‌باشد.



شکل ۷- توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۱۰/۲۸ با روش سیال

جدول ۷- درصد توزیع تابش خالص سال ۲۰۲۰/۱۰/۲۸ با روش سیال

مقدار تابش (کیلو متر)	کلاس تابش
۵۱	۰-۳۲۹ (w/m ²)
۳۰۱	۳۲۹-۳۶۲ (w/m ²)
۱۵۱	۳۶۲-۳۹۹ (w/m ²)
۳۵۸	۳۹۹-۴۴۰ (w/m ²)
۲۳	۴۴۰-۵۰۱ (w/m ²)
۲۶۲	۵۰۱-۵۴۲ (w/m ²)

اطلاعات جدول ۷ نشان می‌دهد در این ماه توان تشعشعی و تابش خالص نسبت ماه‌های قبل کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهد و به کمترین حد خود هم در میزان تابش و هم در مساحت رسیده است. همچنین که بیشترین درصد توزیع تابش خالص در این ماه ۵۴۲ وات بر متر مربع است، همچنین در تاریخ ۲۰۲۰/۱۰/۲۸ بیشترین مساحت در محدوده ۳۹۹-۴۴۰ وات بر مترمربع با مقدار ۳۵۸ کیلو متر کل تابش خالص بوده است. همچنین در این ماه کمترین تابش در محدوده ۰-۳۲۹ وات بر مترمربع ۵۱ کیلو متر تابش خالص دریاقت شده است. همانگونه که از شکل مشخص است در شهرستان نظرآباد در تمام قسمت‌های شهرستان به جز قسمت جنوبی دارای کمترین دما توزیع تابش خالص می‌باشد.

اطلاعات جدول ۷ نشان می‌دهد در این ماه توان تشعشعی و تابش خالص نسبت ماه‌های قبل کاهش چشم‌گیری را نشان می‌دهد و به کمترین حد خود هم در میزان تابش و هم در مساحت رسیده است. همچنین که بیشترین درصد توزیع تابش خالص در این ماه ۵۴۲ وات بر متر مربع است، همچنین در تاریخ ۲۰۲۰/۱۰/۲۸ بیشترین مساحت در محدوده ۳۹۹-۴۴۰ وات بر مترمربع با مقدار ۳۵۸ کیلو متر کل تابش خالص بوده است. همچنین در این ماه کمترین تابش در محدوده ۰-۳۲۹ وات بر مترمربع ۵۱ کیلو متر تابش خالص دریاقت شده است. همانگونه که از شکل مشخص است در شهرستان نظرآباد در تمام قسمت‌های شهرستان به جز قسمت جنوبی دارای کمترین دما توزیع تابش خالص می‌باشد.

۴- نتیجه‌گیری

نهایت می توان نتیجه گرفت که تابش خورشیدی در منطقه، در سال مورد بررسی پتانسیل لازم برای اجرای طرح های فتوولتائیک خورشیدی را دارا می باشد. تفاوت در مقدار تابش خالص رسیده به زمین در منطقه مورد مطالعه، ناشی از تفاوت زاویه تابش خورشید و تعداد ساعات آفتابی در ماه های مختلف سال است. در نهایت می توان نتیجه گرفت که تابش خورشیدی در منطقه، در سال مورد بررسی پتانسیل لازم برای اجرای طرح های فتوولتائیک خورشیدی را دارا می باشد. سلولهای فتوولتائیک که به تابش خورشیدی از آستلنه تابش تا ۱۰۰۰ وات بر مترمربع حساسیت دارند و آن را دریافت می کنند، می توان نتیجه گرفت که تابش خورشیدی در منطقه البرز در دو سال مورد بررسی پتانسیل لازم برای اجرای طرح های فتوولتائیک خورشیدی را دارا می باشد. نتایج حاصل از این مطالعه با نتایج محققان بسیاری از جمله، ولیزاده کامران (۱۳۹۱) و رضایی مقدم و هاتفی اردکانی (۱۳۹۴) که از داده های سنجش از دور و الگوریتم سبال در مطالعات تابش خورشیدی بهره گرفته اند، مطابقت دارد. استفاده از تصاویر ماهواره ای و مدل های سنجش از دور به عنوان ابزاری مناسب و کم هزینه برای تخمین تابش خورشیدی، از عملکرد بهتری نسبت به روش های تجربی برخوردار است. بنابراین پیشنهاد می شود، محققین جهت مطالعات تابش خورشیدی از تصاویر ماهواره ای و روش های سنجش از دور به جای تحلیل زمان بر داده های اقلیمی و روش های تجربی استفاده نمایند.

خورشید به عنوان منبع انرژی، سرآغاز حیات و منشأ تمام انرژی های دیگر شناخته شده است. تابش جهانی خورشید یکی از سازه های بنیادی هر گستره اقلیمی شمرده می شود. از این رو، شناخت ویژگی ها و نیز پیش بینی این سازه های اساسی، تاثیر زیادی در برنامه ریزی های وابسته به انرژی دارد. استفاده از تصاویر ماهواره ای و مدل های سنجش از دور به عنوان ابزاری مناسب و کم هزینه برای تخمین تابش خورشیدی، در سال های اخیر بوده است. جهت انجام این پژوهش، از تصاویر مربوط به سال ۲۰۲۰ ماهواره لندست ۸ سنجنده OLI و سنجنده TIRS و الگوریتم سبال استفاده شد. از نرم افزار ENVI جهت تصحیحات هندسی، اتمسفری و رادیومتریک تصاویر ماهواره ای و همچنین اجرای محاسبات مربوط به مدل سبال و از نرم افزار ArcGIS جهت ایجاد پایگاه داده، تحلیل های مکانی، عملیات کارتوگرافیکی و در نهایت پیاده کردن مدل استفاده گردید. نتایج حاصل نشان می دهد که میانگین بیشترین تابش موج کوتاه ورودی به میزان ۹۰۴ وات بر مترمربع در تاریخ ۲۰۲۰/۰۸/۰۹ و کمترین مقدار در تاریخ ۲۰۲۰/۰۹/۱۰ به میزان ۵۰۰ وات بر مترمربع بوده است. این در حالی است که بیشترین مقدار تابش خالص در تاریخ ۲۰۲۰/۰۸/۰۹ به میزان ۳۲۰ کیلومتر و کمترین مقدار در ۲۰۲۰/۰۹/۱۰ به میزان ۳۹ کیلومتر محاسبه شده است. تفاوت در مقدار تابش خالص رسیده به زمین در منطقه مورد مطالعه، ناشی از تفاوت زاویه تابش خورشید و تعداد ساعات آفتابی در ماه های مختلف سال است. در

منابع

- ابراهیمی، ا. ۱۳۸۹، انرژی خورشیدی و کاربرد آن، انتشارات فراگیران سینا همدان.
- بهادری نژاد، م. و میرحسینی، س. ع. ۱۳۸۴. ضریب صافی هوا برای شهرهای مختلف ایران. سومین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان.
- بینش، ع. ۱۳۶۶. انرژی خورشیدی و مناطق جنوب خراسان و سیستان و بلوچستان، مجله تحقیقات جغرافیایی. ۲: ۳۵-۱۵.
- جهانبخش، س.، زاهدی، م.، ولیزاده کامران، خ.، ۱۳۸۸. محاسبه دمای سطح زمین با استفاده از روش سبال و درخت تصمیم گیری در محیط GIS و RS در بخش مرکزی منطقه مراغه، نشریه علمی - پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی (دانشگاه تبریز)، ص ۱۹-۴۲.
- رضایی مقدم، م.، هاتفی اردکانی، م.، ۱۳۹۴. کاربرد تصاویر ماهواره ای و GIS در امکان سنجی استفاده از انرژی تابشی خورشید جهت تامین روشنایی، مطالعات جغرافیایی مناطق خشک، دوره ۶، شماره ۲۱، ص ۱۰۵-۱۲۴.
- کمالی، ع.، مرادی، ا.، ۱۳۸۴. تابش خورشیدی (اصول و کاربردها در کشاورزی و انرژی های نو)، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد.
- مباشری، م.، خاوریان، ح.، ۱۳۸۳. تجزیه و تحلیل روش های استفاده از ماهواره در تعیین میزان تبخیر و تعرق، تحقیقات

- کاربرد علوم جغرافیایی، ص ۸۳-۹۸.
- معینی، س.، جوادی، ش.، کوکبی، ح.، دهقان منشادی، م.، اسماعیلی، ر.، ۱۳۸۹. برآورد پتانسیل تابش خورشیدی در شهر یزد، نشریه انرژی ایران. ص ۲۴-۳۹.
 - موسوی بایگی، م.، اشرف، ب.، میان آبادی، آ.، ۱۳۸۹. بررسی مدل‌های مختلف برآورد تابش خورشیدی به منظور معرفی مناسب‌ترین مدل در یک اقلیم نیمه خشک، مجله آب و خاک، شماره ۴، ص ۸۳۶-۸۴۴.
 - وروانی، ه.، فرهادی، ب.، شریفی، م.ع.، ۱۳۹۸. تلفیق تصاویر ماهواره لندست ۸ و سنجنده مودیس جهت برآورد نیاز آبی ذرت علوفه‌ای در دوره رشد (منطقه مورد مطالعه: ماهیدشت کرمانشاه)، تحقیقات منابع آب ایران، دوره ۱۵، شماره ۱، ص ۲۶۶-۲۵۷.
 - ولیزاده کامران، خ.، ۱۳۹۱. برآورد تبخیر و تعرق پتانسیل به روش استفتز و محاسبه مقدار تابش رسیده به سطح زمین با استفاده از تصاویر DEM SRTM و با کمک تابع Solar Analyst در محیط GIS، نشریه علمی و پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی دانشگاه تبریز، شماره ۹، ۳۹-۵۲.
 - Allen, R., Tasumi, M., Trezza, R., Wim, B. ۲۰۰۲. SEBAL: surface energy balance algorithms for land, Version ۱.۰, Funded by a NASA EOSDIS/Synergy grant from the raytheon company through the Idaho department of water resources.
 - Almhab, A., Busu, I. ۲۰۰۸. Estimation of evapotranspiration using fused remote sensing image data and M-SEBAL model for improving water management area, the ۳rd international conference water resources and arid environments.
 - Bakirci, K. ۲۰۰۹. Correlation for estimation of daily global solar radiation with hours of bright sunshine in Turkey, Energy, Vol. ۳۴, P. ۴۸۵-۵۰۱.
 - Bosch, J.L., Lopez, G., Batlles, F.J. ۲۰۰۸. Daily solar irradiation estimation over a mountainous area using artificial neural networks, Renewable Energy, Vol. ۳۳, P. ۱۶۲۲-۱۶۲۸.
 - Hong, S., Hendrickx, J., Borchers, B. ۲۰۱۰. Down-scaling of SEBAL derived evapotranspiration maps from MODIS (۲۵۰m) to landsat (۳۰m) scale, International journal of remote sensing, Vol. ۳۲, P. ۶۴۵۷-۶۴۷۷.
 - Jaber, H.S., Mansor, S., Pradhan, B., Ahmad, N. ۲۰۱۶. Evaluation of SEBAL model for Evapotranspiration mapping in Iraq using remote sensing and GIS, International Journal Appl Engineering Research, Vol. ۱۱, P. ۳۹۵۰-۳۹۶۴.
 - Janjai, S., Laksanaboonsong, J., Nunez, M., Thongsathitya, A. ۲۰۰۵. Development of a method for generating operational solar radiation maps from satellite data for a tropical environment, solar energy, Vol. ۷۸, P. ۷۳۹-۷۵۱.
 - Laine, V., Venalainen, A., Heikinheimo, M., Hyvarinen, O. ۱۹۹۹. Estimation of surface solar global radiation from NOAA AVHRR data in high latitudes, Journal of applied meteorology, Vol. ۳۸, P. ۱۷۰۶-۱۷۱۹.
 - Muzathik, A.M., Nik, W.B.W., Ibrahim, M.Z., Samo, K.B., Sopian, K., Alghoul, M.A. ۲۰۱۴. Daily global solar radiation estimate based on sunshine hourse, International Journal of Mechanical and Materials Engineering (IJMME), Vol. ۶, P. ۷۵-۸۰.
 - Pinker, R.T., Ewing, J.A. ۱۹۸۵. Modeling surface solar radiation: model formulation and validation, Journal Climate Appl Meteorology, Vol. ۲۴, P. ۳۸۹-۴۰۱.
 - Trnka, M., Zalud, Z., Eitzinger, J., Dubrovsky, M. ۲۰۰۵. Global solar radiation in Central European lowlands estimated by various empirical formulas, Agriculture and Forest Meteorology, Vol. ۱۳۱(۱-۲), P. ۴۵-۷۶.
 - Winslow, J. C., Hunt, E. R. and Piper, S. C. ۲۰۰۱. A globally applicable model of daily solar irradiance estimated from air temperature and precipitation data: Ecol Model, ۴۳: ۲۲۷-۲۴۳.

Feasibility of using solar panels to provide energy in Nazarabad using thermal images

.Sayyad Asghari Saraskanrod.^۱ ; Maryam Mohammadzadeh shishagaram^۲

^۱- professor in Geomorphology, University of Mohaghegh Ardabili

^۲-PhD student in of Geomorphology, Faculty of Social Sciences University of Mohaghegh Ardabili

Ardabil, Iran

s.asghari@uma.ac.ir

Extended abstract

Abstract

The sun is known as the source of energy, the beginning of life and the source of all other energies. The global radiation of the sun is considered one of the fundamental structures of every climate. Therefore, knowing the characteristics and predicting these basic structures has a great impact on energy-related planning. The use of satellite images and remote sensing models as a suitable and low-cost tool for estimating solar radiation has been in recent years. In order to carry out this research, the images of ۲۰۲۰ Landsat ^۸ satellite, OLI sensor, TIRS sensor and Sabal algorithm were used. ENVI software was used for geometrical, atmospheric and radiometric corrections of satellite images, as well as the execution of calculations related to the Sabal model, and ArcGIS software was used for creating a database, spatial analysis, cartographic operations and finally implementing the model. The results show that the average of the highest incoming shortwave radiation was ۹۰۴ watts per square meter on ۰۹/۰۸/۲۰۲۰ and the lowest value was ۵۰۰ watts per square meter on ۱۰/۹/۲۰۲۰. Meanwhile, the highest amount of net radiation on ۰۹/۰۸/۲۰۲۰ was calculated as ۳۲۰ km and the lowest amount on ۱۰/۰۹/۲۰۲۰ as ۳۹ km. The difference in the amount of net radiation reaching the ground in the studied area, It is caused by the difference in the angle of the sun and the number of sunny hours in different months of the year. Finally, it can be concluded that the solar radiation in the region has the necessary potential for the implementation of solar photovoltaic projects in the year under review.

"Solar Radiant Energy", "Sebal Algorithm", "Remote Measurement", "Nazarabad City".

Introduction

The sun is the most basic energy provider for all human life processes on earth and is necessary for the continuation of life. The sun's radiation is also very effective on the weather processes that determine the environment around us. The amount of energy received from the sun is transferred to the earth from the sun's radiation, and the energy from it causes many processes on the earth's surface. Today, the use of renewable energy is one of the important and fundamental tasks for the optimal use of the climatic capabilities of each geographical area. Global solar radiation is one of the basic structures of any type of climate in any part of the world. Therefore, knowing the characteristics, knowledge and also predicting these root structures has a strong foothold in the planning and management of researches that require energy. Solar radiation is one of the most basic processes affecting the climate of any region, and by knowing this important issue, appropriate measures can be planned for its applications. In many remote and mountainous areas where electricity supply is very difficult, the power obtained from solar radiation can be the second method for fossil and non-renewable fuels. Especially that the use of this type of energy is free from factors such as environmental pollution.

Methodology

In this research, Landsat ^۸ satellite images were used in one period for the months of ۲۰۲۰ to investigate and verify the use of solar radiation energy (Table No. ۱). ENVI software was used for geometric, atmospheric and radiometric corrections of satellite images, as well as the execution of calculations related to the Sabal model, and ArcGIS software was used for creating a database, spatial analysis, cartographic operations and finally implementing the model. Further, the calculations related to the Sabal model were performed in the environment of ENVI and ArcGIS software, and the amount of net radiation in the study area was calculated and analyzed. It is necessary to explain that the available images of the months of the year for the studied area are completely cloudy and considering that in

Sabal's algorithm, net radiation values are obtained by measuring the sun's descent from cloud-free images, it is possible to use the images of the above-mentioned months.

Results

Radiant power and net radiation shows a significant increase compared to the previous months and has reached its highest level both in the amount of radiation and in the area. Also, the highest percentage of net radiation distribution in this month is ۹۰٪ watts per square meter, and on ۰۹/۰۸/۲۰۲۰, in the range of ۸۱۳-۹۰٪ watts per square meter, the maximum amount of total net radiation was ۳۶۲ km. Also, in this month, the lowest radiation was received in the range of ۳۰۴-۳۴۴ watts per square meter of ۰۳ km of net radiation. As it is clear from the figure, Nazarabad city has the highest temperature distribution of net radiation in all parts of the city, but it has the highest amount in the southern part.

Discussion & Conclusions

In order to carry out this research, the images of ۲۰۲۰ Landsat ۸ satellite, OLI sensor, TIRS sensor and Sabal algorithm were used. ENVI software was used for geometrical, atmospheric and radiometric corrections of satellite images, as well as the execution of calculations related to the Sabal model, and ArcGIS software was used for creating a database, spatial analysis, cartographic operations and finally implementing the model. The results show that the average of the highest incoming shortwave radiation was ۹۰٪ watts per square meter on ۰۹/۰۸/۲۰۲۰ and the lowest value was ۰۰۰ watts per square meter on ۱۰/۰۹/۲۰۲۰. Meanwhile, the highest amount of net radiation on ۰۹/۰۸/۲۰۲۰ was calculated as ۳۲۰ km and the lowest amount on ۱۰/۰۹/۲۰۲۰ as ۳۹ km. The difference in the amount of net radiation reaching the ground in the studied area, It is caused by the difference in the angle of the sun and the number of sunny hours in different months of the year. Finally, it can be concluded that the solar radiation in the region has the necessary potential for the implementation of solar photovoltaic projects in the year under review. The difference in the amount of net radiation reaching the ground in the studied region is caused by the difference in the angle of the sun and the number of hours. It is sunny in different months of the year.

Keywords

"Solar Radiant Energy", "Sabal Algorithm", "Remote Measurement", "Nazarabad City".