دانشکده جغرافیا

گروه ژئومرفولوژی

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی

عنوان

کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و GIS در امکان سنجی استفاده از انرژی خورشیدی برای مناطق دور از منابع انرژی(منطقه مورد مطالعه: پایگاه‌های امداد و نجات جاده‌ای اتوبان زنجان – تبریز)

استاد راهنما

دکتر محمدحسین رضائی مقدم

استاد مشاور

دکتر هاشم رستم زاده

پژوهشگر

مهدی هاتفی اردکانی

--- ماه ۱۳۹۳

بسم الله الرحمن الرحيم

نام خانوادگی: هاتفی اردکانی **نام:** مهدی

عنوان: کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و GIS در امکان سنجی استفاده از انرژی خورشیدی برای مناطق دور از منابع انرژی

(منطقه مورد مطالعه: پایگاه‌های امداد و نجات جاده‌ای اتوبان زنجان – تبریز)

استاد راهنما : دکتر محمدحسین رضائی مقدم **استاد مشاور:** دکتر هاشم رستم زاده

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** GIS&RS **دانشگاه:** تبریز

دانشکده: جغرافیا

تاریخ تحویل: ۱۳۹۳/۸/۲۰ **تعداد صفحات:** ۱۵۷

کلید واژه‌ها: انرژی خورشیدی، سلول فتوولتائیک، تابش خالص، الگوریتم SEBAL، تابعSolar Analyst، معادله آنگستروم – پرسکات.

چکیده

در این پژوهش کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و GIS در امکان سنجی استفاده از انرژی خورشیدی برای مناطق دور از منابع انرژی به منظور تأمین انرژی پایگاه‌های امداد و نجات جاده‌ای اتوبان زنجان – تبریز با استفاده از سامانه‌های فتوولتائیک با دو روش مختلف سنجش از دور و GIS محاسبه گردید و سپس اقدام به اعتبارسنجی مقادیر به دست آمده با روش‌های تجربی شد. از داده‌های طیفی سنجنده OLI و داده‌های حرارتی سنجنده TIRS ماهواره لندست ۸ در سال ۲۰۱۳ برای ماه‌های می تا اکتبر و داده‌های DEM منطقه مورد مطالعه جهت محاسبه مقدار تابش خالص خورشیدی رسیده به سطح زمین با روش SEBAL (الگوریتم سنجش از دور) و تابع تحلیل گر خورشیدی یاSolar Analyst نرم‌افزار Arc GIS استفاده شد. همچنین روش آنگستروم-پرسکات (A-P) به عنوان یکی از رایج‌ترین و فراگیرترین روش‌های برآورد تابش کل خورشیدی در مقیاس زمانی شش ماهه جهت ارزیابی موفقیت روش‌های سنجش از دور مورد استفاده قرار گرفت. نتایج مقادیر تابش خالص حاصل از دو روش SEBAL و Solar Analyst علاوه بر اینکه امکان به‌کارگیری سیستم‌های فتوولتائیک خورشیدی جهت تأمین انرژی پایگاه‌های امداد و نجات جاده‌ای را تأیید کرد، بلکه نزدیکی مقادیر به دست آمده از دو روش را نیز ثابت نمود. همبستگی این دو روش با معادله آنگستروم- پرسکات نیز محاسبه شد که نتایج به دست آمده نشان داد تابع Solar Analyst دارای همبستگی معنی‌دارتری نسبت به الگوریتم SEBAL بود. در بحث تعیین مهم‌ترین عامل مؤثر بر تابش خالص دریافتی، الگوریتم SEBAL بیش‌ترین همبستگی را با جهت شیب و کم‌ترین همبستگی را با ارتفاع، و تابع Solar Analyst بیش‌ترین همبستگی را با ارتفاع و کم‌ترین همبستگی را با شیب دارد.

فهرست مطالب

عنوان صفحه

فصل اول: کلیات تحقیق ۱

۱-۱-مقدمه ۲

۱-۲- بیان مسئله ۳

۱-۳- سئوالات تحقیق ۵

۱-۴- فرضیات تحقیق ۶

۱-۵- اهداف تحقیق ۶

فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه تحقیق ۷

۲-۱- مقدمه ۸

۲-۲- خورشید و انرژی خورشیدی ۹

۲-۳- اثر سطح زمین در انرژی تابشی خورشید ۱۱

۲-۴- ابرناکی ۱۲

۲-۵- ساعات آفتابی ۱۳

۲-۶- گرد و خاک ۱۴

۲-۷- رطوبت هوا ۱۴

۲-۸- ارتفاع ۱۴

۲-۹- عوامل مؤثر بر تابش خورشید ۱۵

۲-۹-۱- عوامل نجومی ۱۵

۲-۹-۲- عوامل جغرافیایی ۱۵
۲-۹-۳- عوامل هندسی ۱۵
۲-۹-۴- عوامل فیزیکی ۱۶
۲-۹-۵- عوامل هواشناسی ۱۶
۲-۱۰- انرژی خورشیدی در ایران ۱۷
۲-۱۱- کاربردهای استفاده از انرژی تابشی خورشید ۱۸
۲-۱۲- روشهای تولید انرژی الکتریکی ۱۹
۲-۱۳- سیستم‌های روشنایی خورشیدی ۱۹
۲-۱۴- سیستم‌های خورشیدی ۱۹
۲-۱۴-۱- سیستم‌های فتوبیولوژی: ۱۹
۲-۱۴-۲- سیستم‌های فتوشیمیایی: ۲۰
۲-۱۴-۳- سیستم‌های فتوولتائیک: ۲۰
۲-۱۴-۴- سیستم‌های حرارتی و برودتی: ۲۰
۲-۱۵- روشنایی خورشیدی ۲۰
۲-۱۶- سیستم‌های فتوولتائیک ۲۰
۲-۱۷- اجزای سیستم‌های فتوولتائیک ۲۳
۲-۱۷-۱- پانل خورشیدی ۲۳
۲-۱۷-۲- بخش واسطه ۲۴
۲-۱۷-۳- مصرف کننده یا بار الکتریکی ۲۴
۲-۱۷-۳- باطری ۲۴
۲-۱۷-۴- اینورتر ۲۵
۲-۱۷-۵- شارژ کنترلر ۲۵

۲-۱۸- چراغ‌های خورشیدی ۲۵
۲-۱۹- طرح مسائل اقتصادی چراغ‌های خورشیدی ۲۷
۲-۲۰- شرایط مناسب جهت نصب و راه‌اندازی سیستم‌های فتوولتائیک ۲۷
۲-۲۱- سلول های خورشیدی ۲۹
۲-۲۱-۱- کاربردهای سلول‌های خورشیدی ۲۹
۲-۲۱-۲- سیستم‌های مستقل از شبکه برق سراسری ۲۹
۲-۲۱-۳- سیستمهای متصل به شبکه برق سراسری ۳۰
۲-۲۱-۴- سیستم پشتیبانی ۳۰
۲-۲۲- انواع سلول‌های خورشیدی ۳۰
۲-۲۳- تأثیر دما بر بازده سلول خورشیدی ۳۱
۲-۲۴- رشد انرژی‌های تجدیدپذیر در جهان ۳۱
۲-۲۵- مدلهای رایج برای تخمین تابش خورشیدی ۳۳
۲-۲۵-۱- الگوریتم SEBAL ۳۴
۲-۲۵-۲- تابع تحلیل تابش خورشیدی ۳۵
۲-۲۵-۳- مدل آنگستروم ۳۵
۲-۲۶- داده‌های تابش خورشیدی ماهواره‌ای ۳۶
۲-۲۷- ماهواره لندست ۸ ..... ۳۷
۲-۲۷-۱- ماموریت‌های کلیدی ماهواره لندست ۸ : ۳۸
۲-۲۷-۲- قابلیت‌ها و مزایای سنجنده OLI لندست ۸ نسبت به سنجنده +ETM لندست ۷ عبارتند از: ۳۸
۲-۲۸- پایگاه‌های امداد و نجات جاده‌ای ۳۹
۲-۲۹- پیشینه تحقیق ۴۰
۲-۲۹-۱- منابع داخلی ۴۱

۲-۲۹-۲- منابع خارجی ۴۶
۲-۳۰- جمع‌بندی..... ۵۱
فصل سوم: منطقه مورد مطالعه..... ۵۲
۳-۱- مقدمه ۵۳
۳-۲- موقعیت جغرافیایی استان زنجان ۵۴
۳-۳- اهمیت فراملّی استان زنجان..... ۵۵
۳-۴- ناهمواری‌های استان زنجان..... ۵۵
۳-۴-۱- ناهمواری‌های استان به دو دسته کلی زیر تقسیم میشود:..... ۵۶
۳-۵- آب و هوای استان زنجان..... ۵۸
۳-۵-۱- علل تنوع آب و هوایی استان زنجان..... ۵۹
۳-۵-۲- جریانات جوی (توده‌های هوا، جریانات جوی زمستانه، جریانات جوی تابستانه) ۶۰
۳-۵-۳- مهمترین توده هواهای مؤثر در آب و هوای استان زنجان ۶۰
۳-۵-۴- تغییر اقلیم و پیامدهای آن ۶۰
۳-۶- منابع آب استان زنجان ۶۱
۳-۶-۱- حوضه‌های آبریز..... ۶۱
۳-۶-۲- منابع آب در استان به دو بخش تقسیم میشود: ۶۲
۳-۶-۲-۱- منابع آب‌های سطحی ۶۲
۳-۶-۲-۲- منا بع زیرزمینی..... ۶۳
۳-۷- جنگل‌های استان زنجان ۶۳
۳-۷-۱- جنگل‌های طبیعی..... ۶۴
۳-۷-۲- جنگل‌های دست کاشت صنوبر ۶۴
۳-۸- استان آذربایجان شرقی ۶۵

۳-۸-۱- موقعیت جغرافیایی استان آذربایجان شرقی ۶۵
۳-۹- تحوّلات زمین شناسی فلات آذربایجان ۶۶
۳-۱۰- ویژگی‌های توپوکلیماتیک منطقه مورد مطالعه ۶۶
۳-۱۰-۱- اشکال ناهمواری‌های استان آذربایجان شرقی ۶۶
۳-۱۰-۱-۱- سرزمین‌های مرتفع (کوهستانی) ۶۷
۳-۱۰-۱-۲- سرزمین‌های پست (دشت‌ها و جلگه‌ها) ۶۹
۳-۱۱- شرایط اقلیمی و توده هواهای تأثیرگذار در منطقه آذربایجان ۷۰
۳-۱۱-۱- عوامل محلی ۷۰
۳-۱۱-۲- عوامل بیرونی ۷۱
۳-۱۱-۲-۱- جریانات هوائی ۷۲
۳-۱۲- عناصر اقلیمی منطقه آذربایجان ۷۴
۳-۱۲-۱- دما ۷۴
۳-۱۲-۲- تابش ۷۵
۳-۱۲-۳- ابرناکی ۷۶
۳-۱۳- آب و هوای آذربایجان شرقی ۷۶
فصل چهارم: مواد و روش ها ۷۸
۴-۱- نرم‌افزارها ۷۹
۴-۲- داده‌ها ۷۹
۴-۳- روش‌ها ۷۹
۴-۳-۱- تصحیح تصاویر ۸۰
۴-۳-۲- اجرا کردن الگوریتم‌ها و توابع بر روی تصاویر ۸۰
۴-۳-۳- الگوریتم SEBAL ۸۰

۴-۳-۴- روش محاسبه R_n ۸۱
۵-۳-۴-۱- تبدیل DN به Radiance..... ۸۲
۴-۳-۴-۲- تبدیل DN به Reflect ۸۴
۴-۳-۴-۲-۱- تصحیح زاویه خورشیدی ۸۴
۴-۳-۴-۳- آلبدوی سطحی ۸۶
۴-۳-۴-۴- تابش موج کوتاه فرودی ($R_s\downarrow$) ۹۰
۴-۳-۴-۵- دمای سطحی ($\boldsymbol{Ts}$)..... ۹۲
۴-۳-۴-۶- گسیلمندی سطحی (ε_0) ۹۳
۴-۳-۴-۷- شاخص‌های گیاهی ۹۴
۴-۳-۴-۷-۱- شاخص تفاضل نرمال شده گیاهی (NDVI)..... ۹۴
۴-۳-۴-۷-۲- شاخص تعدیل شده گیاهی بر اساس خاک (SAVI)..... ۹۵
۴-۳-۴-۷-۳- شاخص سطح برگ (LAI): ۹۷
۴-۳-۴-۸- تابش موج بلند خروجی ($R_L\uparrow$)..... ۹۸
۴-۳-۴-۹- تابش موج بلند فرودی ($R_L\downarrow$)..... ۹۹
۴-۳-۵- تابع تحلیل تابش خورشیدی ۱۰۲
۴-۳-۶- معادله آنگستروم- پرسکات ۱۰۲
فصل پنجم: یافته‌های تحقیق و بحث..... ۱۰۶
۵-۱- مقدمه ۱۰۷
۵-۲- تابش خالص محاسبه‌شده از ماه می تا اکتبر یا اردیبهشت تا مهر سال ۲۰۱۳..... ۱۰۷
۵-۲-۱- تابش خالص محاسبه شده با روش SEBAL..... ۱۰۸
۵-۲-۱-۱- تابش در ماه می یا اردیبهشت ۱۰۸
۵-۲-۱-۲- تابش در ماه ژوئن یا خرداد..... ۱۰۹

۵-۲-۱-۳- تابش در ماه ژولای یا تیر ۱۱۰
۵-۲-۱-۴- تابش در ماه آگوست یا مرداد ۱۱۱
۵-۲-۱-۵- تابش در ماه سپتامبر یا شهریور ۱۱۲
۵-۲-۱-۶- تابش در ماه اکتبر یا مهر ۱۱۳
۵-۲-۲- تابش خالص محاسبه شده با روش Solar Analyst ۱۱۴
۵-۲-۲-۱- تابش در ماه می یا اردیبهشت ۱۱۴
۵-۲-۲-۲- تابش در ماه ژوئن یا خرداد ۱۱۵
۵-۲-۲-۳- تابش در ماه ژولای یا تیر ۱۱۶
۵-۲-۲-۴- تابش در ماه آگوست یا مرداد ۱۱۷
۵-۲-۲-۵- تابش در ماه سپتامبر یا شهریور ۱۱۸
۵-۲-۲-۶- تابش در ماه اکتبر یا مهر ۱۱۹
۵-۲-۳- تابش خالص محاسبه‌شده با روش آنگستروم- پرسکات ۱۲۰
۵-۳- همبستگی بین روش‌های SEBAL و Solar Analyst با روش آنگستروم- پرسکات ۱۲۰
۵-۴- پراکنش تابش در طول مسیر ۱۲۴
۵-۴-۱- پراکنش تابش در بخش اول مسیر ۱۲۵
۵-۴-۲- پراکنش تابش در بخش دوم مسیر ۱۲۷
۵-۴-۳- پراکنش تابش در بخش سوم مسیر ۱۲۹
۵-۴-۴- پراکنش تابش در بخش چهارم مسیر ۱۳۱
۵-۴-۵- پراکنش تابش در بخش پنجم مسیر ۱۳۳
۵-۴-۶- پراکنش تابش در بخش ششم مسیر ۱۳۵
۵-۴-۷- پراکنش تابش در بخش هفتم مسیر ۱۳۷
۵-۵- تعیین مهم‌ترین عامل مؤثر بر تابش دریافتی ۱۳۹

فصل ششم: نتیجه‌گیری و آزمون فرضیات ۱۴۵
۶-۱- نتیجه‌گیری ۱۴۶
۶-۲- آزمون فرضیات ۱۴۸
۶-۳- محدودیت‌های پژوهش ۱۴۹
۶-۴- پیشنهادت ۱۴۹
منابع و مأخذ ۱۵۰

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول (۲-۱) : منابع انرژی منتج از خورشید..... ۱۱

جدول (۲-۲) : بازده سلولهای فتوولتائیک نسبت به نوع بافت آنها ۳۱

جدول (۲-۳) : خصوصیات باندهای طیفی سنجنده OLI و TIRS لندست۸..... ۳۹

جدول (۴-۱) : میانگین مقادیر($\rho\lambda$) بازتاب برای تمام باندهای تصویر ۸۵

جدول (۴-۲) : نمایش مقادیر ESUN برای باندهای تصاویر لندست۸. ..... ۸۷

جدول (۴-۳) : مقادیر $\omega\lambda$ برای لندست ۸ ..... ۸۷

جدول (۴-۴) : مقادیر آلبدوی بالای اتمسفر برای تمام باندهای تصویر..... ۸۸

جدول (۴-۵) : میانگین مقادیر آلبدوی سطحی برای تمام تصویر ۸۹

جدول (۴-۶) : مقادیر DOY، dr و $cos\theta$ برای تمام تصاویر ۹۱

جدول (۴-۷) : مقادیر تابش موج کوتاه فرودی تصاویر..... ۹۱

جدول (۴-۸) : مقادیر$K1$ و $K2$ برای لندست ۸ ..... ۹۲

جدول (۴-۹) : محدوده مقادیر توزیع دمای سطحی(Ts) برای تصاویر ۹۳

جدول (۴-۱۰) : محدوده مقادیر NDVI برای تصاویر..... ۹۵

جدول (۴-۱۱) : محدوده مقادیر SAVI برای تصاویر ۹۶

جدول (۴-۱۲) : میانگین مقادیر LAI برای تصاویر ۹۸

جدول (۴-۱۳) : میانگین مقادیر $\varepsilon 0$ برای تصاویر..... ۹۸

جدول (۴-۱۴) : محدوده مقادیر توزیع تابش موج بلند خروجی تصویر ۹۹

جدول (۴-۱۵) : مقادیر توزیع تابش طول موج بلند ورودی ($RL\downarrow$) تصاویر ۱۰۰

جدول (۴-۱۶) : محدوده مقادیر تابش رسیده به سطح (R_n) در تصاویر ۱۰۱

جدول(۵-۱) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه می با روش SEBAL..... ۱۰۸

جدول (۵-۲) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه ژوئن با روش SEBAL..... ۱۰۹

جدول (۵-۳) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه ژولای با روش SEBAL ۱۱۰

جدول (۵-۴) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه آگوست با روش SEBAL ۱۱۱

جدول (۵-۵) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه آگوست با روش SEBAL ۱۱۲

جدول (۵-۶) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه اکتبر با روش SEBAL ۱۱۳
جدول (۵-۷) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه می با روش Solar Analyst..... ۱۱۴
جدول (۵-۸) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه ژوئن با روش Solar Analyst..... ۱۱۵
جدول (۵-۹) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه ژولای با روش Solar Analyst ۱۱۶
جدول (۵-۱۰) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه آگوست با روش Solar Analyst..... ۱۱۷
جدول (۵-۱۱) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه سپتامبر با روش Solar Analyst ۱۱۸
جدول (۵-۱۲) : تابش طبقه‌بندی شده در ماه اکتبر با روش Solar Analyst ۱۱۹
جدول (۵-۱۳) : مقادیر تابش محاسبه شده با روش آنگستروم- پرسکات..... ۱۲۰
جدول (۵-۱۴) : مقادیر تابش به دست آمده با روش‌های ,SEBAL,Solar Analyst و آنگستروم- پرسکات ۱۲۰
جدول (۵-۱۵) : مقدار تابش رسیده به قسمت اول مسیر و مقدار تابش انتخاب شده..... ۱۲۵
جدول (۵-۱۶) : مقدار تابش رسیده به قسمت دوم مسیر و مقدار تابش انتخاب شده..... ۱۲۷
جدول (۵-۱۷) : مقدار تابش رسیده به قسمت سوم مسیر و مقدار تابش انتخاب شده..... ۱۲۹
جدول (۵-۱۸) : مقدار تابش رسیده به قسمت چهارم مسیر و مقدار تابش انتخاب شده ۱۳۱
جدول (۵-۱۹) : مقدار تابش رسیده به قسمت پنجم مسیر و مقدار تابش انتخاب شده ۱۳۳
جدول (۵-۲۰) : مقدار تابش رسیده به قسمت ششم مسیر و مقدار تابش انتخاب شده ۱۳۵
جدول (۵-۲۱) : مقدار تابش رسیده به قسمت هفتم مسیر و مقدار تابش انتخاب شده..... ۱۳۷
جدول (۵-۲۲): مقادیر سه عامل ارتفاع، شیب و جهت شیب در مسیر ۱۴۱
جدول (۵-۲۳) : همبستگی عوامل و عناصر ارتفاع، شیب، جهت شیب..... ۱۴۴
جدول (۶-۱) : مختصات مکان‌هایی که در شش ماه می تا اکتبر بیشتر تابش را دریافت می‌نمایند ۱۴۶

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل (۲-۱) : ظرفیت جهانی سیستم‌های فتوولتائیک در بازهی زمانی ۲۰۱۱ - ۱۹۹۵ ..... ۳۲
شکل (۳-۱) : موقعیت منطقه مورد مطالعه ۵۳
شکل (۳-۲) : موقعیت جغرافیایی استان زنجان ۵۴
شکل (۳-۳) : نقشه مدل رقومی ارتفاعی استان زنجان ۵۶
شکل (۳-۴) : نقشه بارندگی استان زنجان ۵۸
شکل (۳-۵) : نقشه انواع آب و هوای استان زنجان ۵۹
شکل (۳-۶) : نقشه حوضه های آبریز استان زنجان ۶۱
شکل (۳-۷) : موقعیت جغرافیایی استان آذربایجان شرقی ۶۵
شکل (۳-۸) : مدل رقومی ارتفاع منطقه آذربایجان ۶۹
شکل (۴-۱) : مدل تبدیل DN به Radiance در نرم‌افزار ERDAS ۸۳
شکل (۴-۲) : مدل تبدیل DN به Reflect در نرم‌افزار ERDAS ۸۵
شکل (۴-۳) : مدل آلبدوی بالای اتمسفر در نرم‌افزار ERDAS ۸۸
شکل (۴-۴) : مدل آلبدوی سطحی در نرم‌افزار ERDAS ۸۹
شکل (۴-۵): مدل دمای سطح در نرم‌افزار ERDAS ۹۳
شکل (۴-۶) : مدل شاخصNDVI در نرم‌افزار ERDAS ۹۵
شکل (۴-۷) : مدل شاخص SAVI در نرم‌افزار ERDAS ۹۶
شکل (۴-۸) : مدل تابش موج بلند خروجی در نرم‌افزار ERDAS ۹۹
شکل (۴-۹): مدل تابش خالص در نرم‌افزار ERDAS ۱۰۱
شکل(۵-۱) : نمایی از منطقه مناسب جهت مطالعه ۱۰۷
شکل(۵-۲) : نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه می ۱۰۸
شکل (۵-۳) : نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه ژوئن ۱۰۹
شکل (۵-۴) : نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه ژولای ۱۱۰
شکل (۵-۵) : نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه آگوست ۱۱۱
شکل (۵-۶) : نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه سپتامبر ۱۱۲

شکل (۵-۷) : نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه اکتبر ۱۱۳
شکل (۵-۸) : نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه می ۱۱۴
شکل (۵-۹) : نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه ژوئن ۱۱۵
شکل (۵-۱۰) : نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه ژولای ۱۱۶
شکل (۵-۱۱) : نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه آگوست ۱۱۷
شکل (۵-۱۲) : نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه سپتامبر ۱۱۸
شکل (۵-۱۳) : نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه اکتبر ۱۱۹
شکل (۵-۱۴) : رابطه همبستگی بین تابش محاسبه‌شده با الگوریتم SEBAL و معادله آنگستروم ۱۲۱
شکل (۵-۱۵) رابطه همبستگی بین تابش محاسبه‌شده با تابع Solar Analyst و معادله آنگستروم ۱۲۲
شکل (۵-۱۶) رابطه همبستگی بین الگوریتم SEBAL و تابع Solar Analyst ۱۲۳
شکل (۵-۱۷) : نمای کلی مسیر ۱۲۴
شکل (۵-۱۸) : پراکنش تابش در بخش اول مسیر ۱۲۶
شکل (۵-۱۹) : پراکنش تابش در بخش دوم مسیر ۱۲۸
شکل (۵-۲۰) : پراکنش تابش در بخش سوم مسیر ۱۳۰
شکل (۵-۲۱) : پراکنش تابش در بخش چهارم مسیر ۱۳۲
شکل (۵-۲۲) : پراکنش تابش در بخش پنجم مسیر ۱۳۴
شکل (۵-۲۳) : پراکنش تابش در بخش ششم مسیر ۱۳۶
شکل (۵-۲۴) : پراکنش تابش در بخش هفتم مسیر ۱۳۸
شکل (۵-۲۵) : نقشه مدل رقومی ارتفاع منطقه مورد مطالعه ۱۳۹
شکل (۵-۲۶) : نقشه شیب منطقه مورد مطالعه ۱۴۰
شکل (۵-۲۷) : نقشه جهت شیب منطقه مورد مطالعه ۱۴۰

فصل اول:
کلیات تحقیق

۱-۱- مقدمه

دسترسی کشورهای درحال توسعه به انواع منابع جدید انرژی، برای توسعه اقتصادی آنها اهمیت اساسی دارد و پژوهش‌های جدید نشان داده که بین سطح توسعه یک کشور و میزان مصرف انرژی آن، رابطه مستقیمی برقرار است. با توجه به ذخایر محدود انرژی فسیلی و افزایش سطح مصرف انرژی در جهان فعلی، دیگر نمی‌توان به منابع موجود انرژی متکی بود. در کشور ما نیز، با توجه به نیاز روز افزون به منابع انرژی و کم شدن منابع انرژی فسیلی، ضرورت سالم نگه داشتن محیط زیست، کاهش آلودگی هوا، محدودیت‌های برق رسانی و تأمین سوخت برای نقاط و روستاهای دور افتاده و... استفاده از انرژی‌های نو مانند: انرژی باد، انرژی خورشید، انرژی‌های داخل زمین می تواند جایگاه ویژه‌ای داشته باشد. امروزه، بحران‌های سیاسی، اقتصادی و مسائلی نظیر محدودیت دوام ذخایر فسیلی، نگرانی‌های زیست محیطی، ازدحام جمعیت، رشد اقتصادی و ضریب مصرف، همگی مباحث جهان‌شمولی هستند که با گستردگی تمام، فکر اندیشمندان را در یافتن راه‌کارهای مناسب در حل مناسب معضلات انرژی در جهان، به خصوص بحران‌های زیست محیطی، به خود مشغول داشته است، که استفاده از انرژی‌های نو یکی از کارهای ریشه‌ای برای بهره‌برداری بهینه از توانایی‌های اقلیمی هر پهنه جغرافیایی است (کمالی و همکاران، ۱۳۸۵). انرژی تابشی خورشید به عنوان منبعی پاک، پایان‌ناپذیر، تجدید پذیر و البته رایگان، یکی از این منابع می‌باشد که سرمنشأ انرژی‌های روی کره زمین است (یزدان‌پناه و همکاران، ۱۳۸۹: ۹۵). انرژی تشعشعی در مرکز خورشید که حرارت آن بین ۱۰ تا ۱۴ میلیون درجه سانتی‌گراد می‌باشد تولید شده و از سطح خورشید که حرارت آن تقریباً معادل ۵۶۰۰ درجه سانتی‌گراد است با سرعت نور یعنی ۳۰۰ هزار کیلومتر در ثانیه فضا را می‌پیماید و پخش می‌شود. زمین که در فاصله ۱۵۰ میلیون کیلومتر از خورشید قرار گرفته است فقط یک جزء از ۲۰۰۰ میلیون جزء انرژی خورشیدی را دریافت می‌کند و همین سهم بسیار کوچک، منبع تأمین انرژی تمام تحولات جوی و حیاتی و گرداننده چرخه‌های زندگی در روی کره زمین می‌باشد (حاج سقطی، ۱۳۹۰: ۱۰). یکی از کاربردهای مهم انرژی خورشیدی، تبدیل انرژی خورشیدی بدون بهره‌گیری از مکانیزم‌های متحرک به صورت مستقیم به انرژی الکتریکی توسط سیستم‌های فتوولتائیک[۱] می‌باشد (کیز[۲] و همکاران، ۲۰۰۳). با توجه به شرایط اقلیمی مناطق مختلف ایران حدود ۹۰ درصد خاک کشور دارای ۳۰۰ روز آفتابی در سال می‌باشد که با توجه به مساحت تقریباً ۱,۶۰۰,۰۰۰ کیلومترمربع آن متوسط انرژی تابشی خورشیدی

[۱] Photovoltaic Systems

[۲] Keese

دریافتی $kw/m^2/day$ ۵/۵ است که از این نظر جزو کشورهای بسیار غنی محسوب می‌گردد. این پتانسیل خوب امکان استفاده از سیستم‌های فتوولتائیک برای تولید برق را فراهم نموده است (سازمان انرژی‌های نو ایران). آمارها نشان می‌دهد که حدود ۲ درصد توان تولید شده در کشور صرف مصرف روشنایی جاده‌ها می‌شود از طرف دیگر با توجه به صعب‌العبور بودن، عدم دسترسی برخی جاده‌های مناطق کوهستانی به شبکه برق سراسری و یا هزینه زیاد اجرای این سیستم‌ها استفاده از منابع انرژی دیگر توصیه می‌شود (شفقت و همکاران، ۱۳۸۹: ۳۳۶-۳۳۳). همچنین با توجه به اینکه یکی از مهم‌ترین علل تصادفات جاده‌ای، خستگی و خواب‌آلودگی رانندگان در هنگام رانندگی در این جاده‌ها می‌باشد که همواره خسارات جبران‌ناپذیری را به آنان تحمیل می‌گرداند، نیاز و ضرورت به بازنگری در بخش توزیع انرژی الکتریکی روشنایی جاده‌ها به شدت احساس گردید و امکان‌سنجی و طراحی سیستم روشنایی جاده‌ها با استفاده از سیستم روشنایی خورشیدی در اولویت پروژه‌های تحقیقاتی قرار گرفت (اکبری مطلق و همکاران، ۱۳۹۰). این پژوهش به منظور کاربرد تصاویر ماهواره‌ای و تکنیک‌های GIS جهت ارزیابی و امکان‌سنجی استفاده از انرژی خورشیدی برای مناطق دور از منابع انرژی بوسیله سلول‌های فتوولتائیک می‌باشد لذا در این پژوهش سعی بر آن است تا با محاسبه تابش خالص رسیده به سطح زمین در منطقه اتوبان زنجان-تبریز امکان استفاده از انرژی خورشیدی جهت تأمین انرژی مورد نیاز پایگاه‌های امداد و نجات جاده‌ای را با دو روش مختلف سنجش از دور و GIS مورد محاسبه و بررسی و ارزیابی قرار گیرد.

۱-۲- بیان مسئله

انرژی خورشیدی هم اکنون در بسیاری از نقاط دنیا مهار می‌شود و استعداد تولید چند برابر انرژی مصرفی جهان را دارد مشروط بر این که از آن به طور صحیح بهره‌برداری شود. از انرژی خورشیدی می‌توان برای تأمین انرژی الکتریسیته جهت سرد کردن، گرم کردن اماکن و تأمین روشنایی و... استفاده کرد. پتانسیل بهره‌برداری از نور خورشید فقط به خواست و اراده ما برای استفاده و مهار کردن آن بستگی دارد. بنا به اظهار کارشناسان، خورشید می‌تواند ۱۰هزار برابر مقدار انرژی مصرفی انسان را به طور مجانی و برای همه تأمین کند مقدار انرژی دریافتی زمین از خورشید در هر ۱۵ دقیقه، برابر مقدار انرژی مصرفی تمام کشورهاست و هم اکنون در بسیاری از نقاط جهان از انرژی خورشید به گونه‌های مختلف استفاده می‌شود. نیروی حاصل از انرژی خورشیدی را می‌توان برای مصارف خانگی و صنایع به کار گرفت. از این رو، بسیاری از کشورها به خصوص کشورهایی که روزهای آفتابی بیشتری دارند این موضوع را در صدر برنامه‌های خود

در حوزه تأمین انرژی و جایگزینی آن به جای سوخت‌های فسیلی قرار داده‌اند (افتاری، ۱۳۸۹: ۶۵). در سال‌های اخیر استفاده از انرژی‌های فسیلی به دلیل محدودیت و مسائل آلودگی جای خود را به انرژی‌های تجدید پذیر از جمله انرژی خورشیدی داده است. عدم ایجاد آلودگی زیست محیطی و حتی آلودگی حرارتی، رایگان، نامحدود بودن و وجود منبع عظیم این انرژی در سرتاسر جهان به خصوص ایران از مزایای این نوع انرژی می‌باشد (وفایی، ۱۳۸۸). از این رو انرژی خورشیدی به عنوان راهکاری مطمئن برای تولید گرما و الکتریسیته مورد نیاز در زندگی روزمره انسان‌ها مورد توجه قرار گرفته است. دسترسی آسان، عمر مفید و طولانی، عدم نیاز به احداث شبکهٔ برق، ترانسفورماتور و... که هزینه بر است، همچنین سهولت در نصب و جابجایی، قابلیت نصب در نزدیک‌ترین محل به مصرف‌کننده، قابلیت استفاده در سیستم‌های متحرک و نیاز به منابع الکتریسیته مناسب برای مکان‌های دور از شبکه برق سراسری استفاده از این انرژی را اجتناب‌ناپذیر می‌نماید (ابراهیمی، ۱۳۸۹).

ضرورت حداکثر بهره‌برداری از انرژی خورشیدی باید مورد توجه قرار گیرد. امروزه یکی از بهترین راه‌ها به‌کارگیری سیستم‌های فتوولتائیک به منظور تبدیل انرژی خورشیدی به انرژی الکتریکی است که هیچ‌گونه تهدیدی برای محیط‌زیست ندارد و وزارت راه و ترابری به عنوان متولی اصلی صنعت حمل‌ونقل کشور نیازمند به‌کارگیری این فناوری برای کلیه جاده‌ها در تمام سطوح می‌باشد. در بسیاری از مناطق کشور به دلیل وجود محدودیت‌هایی از قبیل: ارتفاع زیاد، صعب‌العبور بودن و شرایط توپوگرافی نامساعد و دور بودن از منابع انرژی امکان برق‌رسانی جهت تأمین انرژی‌های لازم برای آن مناطق که از جمله این مناطق اکثر جاده‌های مواصلاتی برون شهری می‌باشد یا وجود ندارد و یا از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست. و از آنجایی که اندازه‌گیری‌های میدانی برای محاسبه تابش خالص خورشیدی رسیده به سطح زمین با توجه به اینکه دقت بالایی دارد اما بسیار پرهزینه است (پرویز و همکاران، ۱۳۸۸).

تکنیک‌های سنجش از دور به دلیل دقت و سرعت بالا و تصاویر ماهواره‌ای به دلیل تهیه آن‌ها در سری‌های زمانی در پیش‌بینی مقادیر تابش خالص می‌توانند جایگزین مناسبی برای روش‌های تجربی و قدیمی در این زمینه باشند (متر[1]، ۱۹۹۹). در این پژوهش از تصاویر ماهواره لندست ۸ استفاده خواهد شد. لندست ۸ حدود ۴۰۰ تصویر در روز می‌گیرد، که نسبت به ۲۵۰ تصویر در روز ماهواره لندست ۷ افزایش قابل توجهی یافته است. سنسورهای OLI و TIRS نسبت سیگنال به نویز (SNR) را درعملکرد رادیومتری

[1] Mather

بهبود بخشیده‌اند و در نتیجه این کوانتیزیشن (quantization) دوازده بیتی داده‌ها از طریق همین بیت‌های بیشتر امکان توصیف بهتری از پوشش زمین را می‌دهد. لندست ۸ دارای ۱۱ باند طیفی می‌باشد که قدرت تفکیک ۹ باند اول بجز باند ۸ که ۱۵ متری است،۳۰ متری می باشد. باندهای ۱۰ و ۱۱ که در محدوده مادون قرمز حرارتی قرار دارند دارای قدرت تفکیک ۱۰۰ متری هستند. در این پژوهش امکان‌سنجی استفاده از انرژی خورشیدی برای تأمین انرژی مورد نیاز جهت پایگاه‌های امداد و نجات جاده‌ای در مسیر اتوبان زنجان – تبریز با پردازش تصاویر ماهواره ماهواره لندست ۸ در سال ۲۰۱۳ از طریق روش‌های:

۱) SEBAL[۱] که یک مدل پردازش تصویر است و تبخیر و تعرق و دیگر تبدیلات انرژی در سطح زمین را با استفاده از داده‌های تصاویر رقومی که تشعشعات مرئی - مادون قرمز نزدیک و مادون قرمز حرارتی را اندازه می‌گیرند انجام می‌دهد (جهانبخش و همکاران،۱۳۹۰).

۲) تابع Solar Analyst نرم‌افزار Arc GIS که تابش خالص را از روی تصویر مدل رقومی زمین یا DEM[۲] محاسبه می‌کند، (ولیزاده کامران، ۱۳۹۱: ۱).

۳) و در نهایت با اعتبارسنجی دو روش فوق با معادله آنگستروم – پرسکات[۳] به عنوان قابل قبول‌ترین روش محاسبه تابش، مقدار تابش خالص رسیده به سطح زمین، تنوع و عوامل مؤثر بر آن را در منطقه برآورد خواهیم نمود.

۱-۳- سئوالات تحقیق

- آیا توزیع مکانی مقدار تابش رسیده به سطح زمین در مسیر اتوبان زنجان - تبریز با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای قابل تعیین است؟
- آیا مقدار انرژی تابشی رسیده به سطح زمین برای راه‌اندازی سیستم‌های فتوولتائیک جهت پایگاه‌های امداد و نجات جاده‌ای کافی می‌باشد؟
- مهم‌ترین عامل تأثیر گذار در مقدار تابش خالص رسیده به سطح زمین چیست؟

[۱] Surface Energy Balance Algorithm for Land
[۲] Digital Elevation Model
[۳] Angstrom – Prescott