دانشکده جغرافیا

گروه ژئومرفولوژی

پایان‌نامه

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

در رشته سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی

عنوان

امکان‌سنجی استفاده از انرژی خورشیدی برای تأمین سامانه‌های روشنایی با پردازش تصاویر ماهواره‌ای در محیط GIS

(مطالعه موردی: جاده میانه- بستان‌آباد)

اساتید راهنما

دکتر خلیل ولیزاده کامران دکتر محمدحسین رضائی مقدم

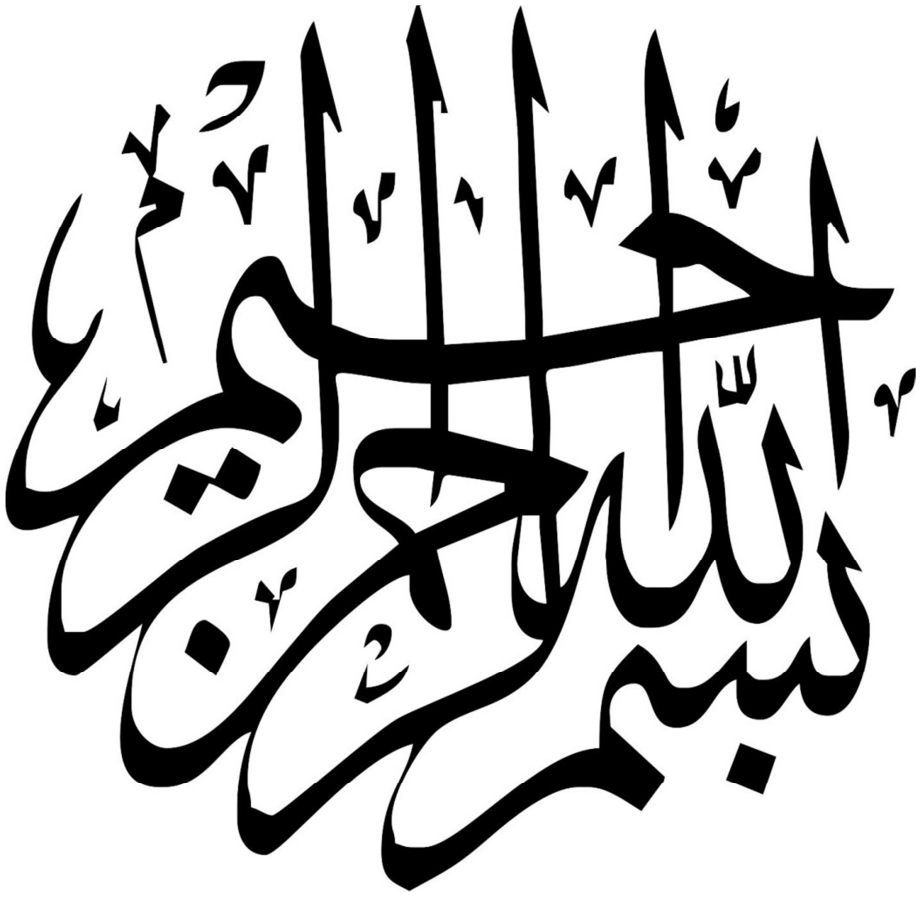
استاد مشاور

دکتر هاشم رستم زاده

پژوهشگر

ساسان هدایتی زنگنه

تیر۹۲


بسم الله الرحمن الرحيم

تقدیـر و تشکـر :

شکر شایان نثار ایزد منان که توفیق را رفیق راهم ساخت تا این پایان‌نامه را به پایان برسانم، بسی شایسته است تا بدین وسیله از زحمات بی دریغ و راهنمایی های ارزشمند اساتید فاضل، فرزانه و اندیشمندم **دکتر خلیل ولیزاده کامران، دکتر محمدحسین رضائی مقدم** و **دکتر هاشم رستم زاده** که با نکته های دلاویز و گفته های بلند همواره نگارنده را مورد لطف و محبت خود قرار داده‌اند ،کمال تشکر و سپاس را داشته باشم.

همچنین بر خود لازم می‌دانم از مساعدت‌های بی‌شائبه‌ی جناب آقای **دکتر علی‌اکبر رسولی** و جناب آقای **دکتر شهرام روستایی**، که در مقطع کارشناسی ارشد از محضر پر فیض تدریسشان بهره‌ها برده‌ام و همواره راهنما و راه گشایم بوده‌اند تقدیر و تشکر نمایم.

با تقدیر و درود فراوان خدمت پدر و مادر بسیار عزیز ، دلسوز و فداکارم که پیوسته جرعه نوش جام تعلیم و تربیت ، فضیلت و انسانیت آن‌ها بوده‌ام و همواره چراغ وجودشان روشنگر راه من در سختی‌ها و مشکلات بوده است.

با سپاس بی دریغ خدمت دوستان گران مایه‌ام که مرا صمیمانه و مشفقانه یاری داده‌اند.

و تقدیم به آن که تکیه‌گاه امن و آسایش وبرترین آموزگار خوش بینی و امید من در دوران تحصیل بود ، به پاس محبت و زحمات بی‌دریغش.

الها به من کمک کن تا بتوانم ادای دین کنم و به خواسته‌ی آنان جامه‌ی عمل بپوشانم.

نام خانوادگی: هدایتی زنگنه نام: ساسان

عنوان: **امکان‌سنجی استفاده از انرژی خورشیدی برای تأمین سامانه‌های روشنایی با پردازش تصاویر ماهواره‌ای در محیط GIS**

(مطالعه موردی:جاده میانه- بستان‌آباد)

اساتید راهنما دکتر خلیل ولیزاده کامران دکتر محمدحسین رضائی مقدم
استاد مشاور دکتر هاشم رستم زاده

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته: GIS&RS دانشگاه تبریز
دانشکده: جغرافیا تاریخ تحویل: ۱۳۹۲/۵/۱۲ تعداد صفحات: ۹۹

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

چکیده

در این پژوهش به منظور امکان‌سنجی استفاده از سامانه‌های روشنایی فتوولتائیک خورشیدی مقادیر تابش خالص رسیده به سطح زمین در جاده میانه- بستان‌آباد (به طول ۸۷ کیلومتر در محدوده ۳۷ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۷ درجه و ۵۸ دقیقه عرض شمالی و ۴۶ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۴۷ درجه و ۴۵ دقیقه طول شرقی در منطقه شمال غرب کشور در استان آذربایجان شرقی واقع شده است) با استفاده از دو روش مختلف سنجش از دور و GIS محاسبه و اقدام به اعتبارسنجی مقادیر به دست آمده با روش‌های تجربی شد. از داده‌های طیفی و حرارتی سنجنده TM ماهواره لندست ۵ در سال ۲۰۱۰ برای ماه‌های می تا سپتامبر و 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 سیستم های فتوولتائیک خورشیدی جهت تأمین روشنایی جاده 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 جهت شیب دارد.

فهرست مطالب

فصل اول: کلیات

۱-۱- مقدمه..... ۲

۱-۲- بیان مسئله..... ۳

۱-۳- سؤالات تحقیق..... ۴

۱-۴- فرضیات تحقیق..... ۵

۱-۵- اهداف تحقیق..... ۵

فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه تحقیق

۲-۱- مبانی نظری..... ۷

۲-۱-۱- خورشید و انرژی خورشیدی..... ۷

۲-۱-۲- انرژی خورشیدی در ایران..... ۹

۲-۱-۳- سیستم های فتوولتائیک..... ۱۰

۲-۱-۴- اجزاء سیستم روشنایی خورشیدی..... ۱۳

۲-۱-۴-۱- پانل خورشیدی..... ۱۳

۲-۱-۴-۲- شارژ کنترلر..... ۱۳

۲-۱-۴-۳- باطری..... ۱۴

۲-۱-۴-۴- لامپ..... ۱۴

۲-۱-۵- چراغ‌های خورشیدی..... ۱۴

۲-۱-۵-۱- **طرح مسائل اقتصادی چراغ‌های خورشیدی**..... ۱۶

۲-۱-۶- ماهواره لندست.....۱۶
۲-۲- پیشینه تحقیق.....۱۷
۲-۲-۱- منابع داخلی.....۱۸
۲-۲-۲- منابع خارجی.....۲۱
جمع‌بندی.....۲۳

فصل سوم: منطقه مورد مطالعه

مقدمه.....۲۵
۳-۱- ویژگی‌های توپوکلیماتیک منطقه.....۲۶
۳-۲- شرایط اقلیمی و توده هواهای مؤثر بر منطقه.....۲۷
۳-۲-۱- عوامل محلی.....۲۸
۳-۲-۲- عوامل بیرونی.....۲۸
۳-۳- عناصر اقلیمی منطقه آذربایجان.....۲۹
۳-۳-۱- دما.....۲۹
۳-۳-۲- تابش.....۳۰
۳-۳-۳- ابرناکی.....۳۱

فصل چهارم: مواد و روش

۴-۱- نرم‌افزارها.....۳۴
۴-۲- داده‌ها.....۳۴

۴-۳- روش‌ها..... ۳۵
۴-۳-۱- تصحیح تصاویر..... ۳۵
۴-۳-۲- اجرا کردن الگوریتم‌ها و توابع بر روی تصاویر..... ۳۶
۴-۳-۳- الگوریتم SEBAL..... ۳۶
۴-۳-۳-۱- تبدیل DN به Radiance..... ۳۷
۴-۳-۳-۲- تبدیل Radiance به Reflect..... ۳۹
۴-۳-۳-۳- آلبدوی سطحی..... ۴۳
۴-۳-۳-۴- تابش موج کوتاه فرودی..... ۴۷
۴-۳-۳-۵- دمای سطح..... ۴۷
۴-۳-۳-۶- شاخص‌های گیاهی..... ۴۸
۴-۳-۳-۶-۱- شاخص NDVI..... ۴۸
۴-۳-۳-۶-۲- شاخص SAVI..... ۵۰
۴-۳-۳-۶-۳- شاخص LAI..... ۵۱
۴-۳-۳-۷- تابش موج بلند خروجی..... ۵۴
۴-۳-۳-۸- تابش موج بلند فرودی..... ۵۵
۴-۳-۴- تابع تحلیل گر خورشیدی..... ۵۷
۴-۳-۵- روش آنگستروم- پرسکات..... ۵۸

فصل پنجم: یافته‌های تحقیق و بحث

مقدمه.....۶۳

۵-۱- تابش خالص محاسبه‌شده با روش SEBAL.....۶۴

۵-۱-۱- تابش در ماه می یا اردیبهشت.....۶۴

۵-۱-۲- تابش در ماه ژوئن یا خرداد.....۶۵

۵-۱-۳- تابش در ماه ژولای یا تیر.....۶۶

۵-۱-۴- تابش در ماه ژولای یا مرداد.....۶۷

۵-۱-۵- تابش در ماه آگوست یا شهریور.....۶۸

۵-۱-۶- تابش در ماه سپتامبر یا مهر.....۶۹

۵-۱-۷- پراکنش تابش در مسیر.....۷۰

۵-۲- تابش خالص محاسبه‌شده با روش Solar Analyst.....۷۱

۵-۲-۱- تابش در ماه می یا اردیبهشت.....۷۱

۵-۲-۲- تابش در ماه ژوئن یا خرداد.....۷۲

۵-۲-۳- تابش در ماه ژولای یا تیر.....۷۳

۵-۲-۴- تابش در ماه ژولای یا مرداد.....۷۴

۵-۲-۵- تابش در ماه آگوست یا شهریور.....۷۵

۵-۲-۶- تابش در ماه سپتامبر یا مهر.....۷۶

۵-۲-۷- پراکنش تابش در مسیر.....۷۷

۵-۳- تابش خالص محاسبه‌شده با روش آنگستروم- پرسکات.....۷۸

۵-۴- همبستگی بین روش‌های SEBAL و Solar Analyst با روش آنگستروم- پرسکات.....۷۹

۵-۵- تعیین مهم‌ترین عامل مؤثر بر تابش.....۸۳

فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادت

۶-۱- نتیجه‌گیری.....۸۹

۶-۲- آزمون فرضیات.....۹۱

۶-۳- محدودیت‌ها.....۹۱

۶-۴- پیشنهادت.....۹۱

فهرست منابع.....۹۲

فهرست جداول

جدول ۲-۱: منابع انرژی منتج از خورشید..... ۸

جدول ۴-۱: مقادیر LMAX و LMIN برای لندست ۵..... ۳۸

جدول ۴-۲: مقادیر $ESUN\lambda$ برای لندست ۵ و ۷..... ۴۰

جدول ۴-۳: مقادیر DOY، dr و $\cos\theta$ برای تمام تصاویر..... ۴۲

جدول ۴-۴: میانگین مقادیر بازتاب برای تمام باندهای تصاویر..... ۴۳

جدول ۴-۵: مقادیر $\omega\lambda$ برای لندست ۵..... ۴۴

جدول ۴-۶: مقادیر آلبدوی بالای اتمسفر برای تمام تصاویر..... ۴۵

جدول ۴-۷: مقادیر آلبدوی سطحی برای تمام تصاویر..... ۴۶

جدول ۴-۸: مقادیر تابش موج کوتاه فرودی..... ۴۷

جدول ۴-۹: مقادیر K1 و K2 برای لندست ۵ و ۷..... ۴۸

جدول ۴-۱۰: محدوده مقادیر NDVI..... ۵۰

جدول ۴-۱۱: محدوده مقادیر SAVI..... ۵۱

جدول ۴-۱۲: محدوده مقادیر توزیع دمای سطحی..... ۵۳

جدول ۴-۱۳: محدوده مقادیر توزیع تابش موج بلند خروجی..... ۵۵

جدول ۴-۱۴: محدوده مقادیر توزیع تابش موج بلند فرودی..... ۵۶

جدول ۵-۱: تابش طبقه‌بندی شده در ماه می با روش SEBAL..... ۶۴

جدول ۵-۲: تابش طبقه‌بندی شده در ماه ژوئن با روش SEBAL..... ۶۵

جدول ۵-۳: تابش طبقه‌بندی شده در ماه ژولای با روش SEBAL.....۶۶

جدول ۵-۴: تابش طبقه‌بندی شده در ماه ژولای با روش SEBAL.....۶۷

جدول ۵-۵: تابش طبقه‌بندی شده در ماه آگوست با روش SEBAL.....۶۸

جدول ۵-۶: تابش طبقه‌بندی شده در ماه سپتامبر با روش SEBAL.....۶۹

جدول ۵-۷: پراکنش میانگین تابش در مسیر با روش SEBAL.....۷۰

جدول ۵-۸: تابش طبقه‌بندی شده در ماه می با روش Solar Analyst.....۷۱

جدول ۵-۹: تابش طبقه‌بندی شده در ماه ژوئن با روش Solar Analyst.....۷۲

جدول ۵-۱۰: تابش طبقه‌بندی شده در ماه ژولای با روش Solar Analyst.....۷۳

جدول ۵-۱۱: تابش طبقه‌بندی شده در ماه ژولای با روش Solar Analyst.....۷۴

جدول ۵-۱۲: تابش طبقه‌بندی شده در ماه آگوست با روش Solar Analyst.....۷۵

جدول ۵-۱۳: تابش طبقه‌بندی شده در ماه سپتامبر با روش Solar Analyst.....۷۶

جدول ۵-۱۴: پراکنش میانگین تابش در مسیر با روش Solar Analyst..... ۷۷

جدول ۵-۱۵: مقادیر تابش ثبت‌شده و محاسبه‌شده با روش آنگستروم.....۷۸

جدول ۵-۱۶: مقادیر تابش محاسبه‌شده با روش‌های SEBAL، Solar Analyst و آنگستروم..... ۸۰

جدول ۵-۱۷: میانگین مقادیر سه عامل ارتفاع، شیب و جهت شیب در مسیر.....۸۴

جدول ۵-۱۸: همبستگی عوامل ارتفاع، شیب و جهت شیب و عنصر ساعات آفتابی واقعی با تابش خالص محاسبه‌شده.....۸۷

فهرست اشکال

شکل ۳-۱: منطقه مورد مطالعه..... ۲۵

شکل ۳-۲: مدل رقومی ارتفاع منطقه مورد مطالعه..... ۲۷

شکل ۴-۱: مدل تبدیل DN به Radiance در نرم‌افزار ERDAS..... ۳۹

شکل ۴-۲: مدل تبدیل Radiance به Reflect در نرم‌افزار ERDAS..... ۴۲

شکل ۴-۳: مدل آلبدوی بالای اتمسفر در نرم‌افزار ERDAS..... ۴۵

شکل ۴-۴: مدل آلبدوی سطحی در نرم‌افزار ERDAS..... ۴۶

شکل ۴-۵: مدل شاخص NDVI در نرم‌افزار ERDAS..... ۴۹

شکل ۴-۶: مدل شاخص SAVI در نرم‌افزار ERDAS..... ۵۱

شکل ۴-۷: مدل دمای سطح در نرم‌افزار ERDAS..... ۵۳

شکل ۴-۸: مدل تابش موج بلند خروجی در نرم‌افزار ERDAS..... ۵۴

شکل ۴-۹: مدل تابش خالص در نرم‌افزار ERDAS..... ۵۷

شکل ۵-۱: نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه می..... ۶۴

شکل ۵-۲: نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه ژوئن..... ۶۵

شکل ۵-۳: نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه ژولای..... ۶۶

شکل ۵-۴: نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه ژولای..... ۶۷

شکل ۵-۵: نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه آگوست..... ۶۸

شکل ۵-۶: نقشه توزیع تابش خالص با روش SEBAL در ماه سپتامبر..... ۶۹

شکل ۵-۷: نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه می.....۷۱

شکل ۵-۸: نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه ژوئن.....۷۲

شکل ۵-۹: نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه ژولای.....۷۳

شکل ۵-۱۰: نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه ژولای.....۷۴

شکل ۵-۱۱: نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه آگوست.....۷۵

شکل ۵-۱۲: نقشه توزیع تابش خالص با روش Solar Analyst در ماه سپتامبر.....۷۶

شکل ۵-۱۳: رابطه همبستگی بین تابش ثبت‌شده و محاسبه‌شده با روش آنگستروم.....۷۹

شکل ۵-۱۴: مقایسه بین تابش ثبت‌شده و محاسبه‌شده با روش آنگستروم.....۷۹

شکل ۵-۱۵: رابطه همبستگی بین تابش محاسبه‌شده با الگوریتم SEBAL و روش آنگستروم.....۸۱

شکل ۵-۱۶: رابطه همبستگی بین تابش محاسبه‌شده با تابع Solar Analyst و روش آنگستروم...۸۱

شکل ۵-۱۷: رابطه همبستگی بین الگوریتم SEBAL و تابع Solar Analyst.....۸۲

شکل ۵-۱۸: نقشه مدل رقومی ارتفاع منطقه مورد مطالعه.....۸۳

شکل ۵-۱۹: نقشه شیب منطقه مورد مطالعه.....۸۳

شکل ۵-۲۰: نقشه جهت شیب منطقه مورد مطالعه.....۸۴

فصل اول

کلیات

۱-۱- مقدمه:

امروزه استفاده از انرژی‌های نو یکی از کارهای ریشه‌ای برای بهره‌برداری بهینه از توانایی‌های اقلیمی هر پهنه جغرافیایی است (کمالی و همکاران، ۱۳۸۳). 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 (یزدان پناه و همکاران، ۹۵:۱۳۸۹). انرژی تشعشعی در مرکز خورشید که حرارت آن بین ۱۰ تا ۱۴ میلیون درجه سانتی‌گراد می‌باشد تولیدشده 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، ۱۰:۱۳۹۰). 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 ۱۶۰۰۰۰۰ کیلومترمربع آن متوسط انرژی تابشی خورشیدی دریافتی ۵/۵ $kw/m^2/day$ 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 تولیدشده 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 سیستم ها 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

۱ Photovoltaic Systems

۲ Keese

احساس گردید و امکان‌سنجی و طراحی سیستم روشنایی جاده‌ها با استفاده از سیستم روشنایی خورشیدی در اولویت پروژه‌های تحقیقاتی قرار گرفت (علی‌اکبری مطلق و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۲- بیان مسئله:

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 زیست‌محیطی 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 (راحیل وفایی، ۱۳۸۸). به گفته مدیر بخش ساختمان شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت در ایران به طور متوسط ۳۰۰ روز نور خورشید وجود دارد و قابل‌استفاده است و دو ماه تابش خورشید در ایران معادل کل ذخایر نفت و گاز شناخته‌شده در کشور است (نشریه کارکنان صنعت نفت ایران، ۱۳۹۱: ۱۰). 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 (اسدالله 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 برخی مناطق محور میانه – بستان‌آباد نیز به دلیل ارتفاع زیاد، صعب‌العبور بودن و شرایط توپوگرافی نامساعد امکان برق‌رسانی و ایجاد سیستم‌های روشنایی یا وجود ندارد و یا از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست و به دلیل آمار بالاتر تصادفات رانندگی این محور در هنگام شب نیاز به استفاده از انرژی خورشیدی و برق‌رسانی به راه‌های این محور توصیه می‌شود.

از طرف دیگر اندازه‌گیری‌های میدانی برای محاسبه تابش خالص[۱] خورشیدی رسیده به سطح زمین با توجه به اینکه دقت بالایی دارد اما بسیار پر هزینه است (پرویز و همکاران، ۱۳۸۸). تکنیک های 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[۲]، ۱۹۹۹). در این پژوهش امکان‌سنجی استفاده از انرژی تابشی خورشید برای اجرای سیستم روشنایی در جاده میانه – بستان‌آباد با پردازش تصاویر ماهواره لندست ۵ سنجنده TM[۳] سال ۲۰۱۰ از طریق روش‌های ۱: SEBAL[۴] 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 (سعید جهانبخش و همکاران،۱۳۸۸)،۲: تابع Solar Analyst نرم‌افزار Arc GIS که تابش خالص را از روی تصویر مدل رقومی زمین یا DEM[۵] محاسبه می‌کند، (خلیل ولیزاده کامران، ۱۳۹۱، ۱) ، ۳: و در نهایت با اعتبارسنجی دو روش فوق با معادله آنگستروم – پرسکات[۶] به عنوان قابل‌قبول‌ترین روش محاسبه تابش، مقدار تابش خالص رسیده به سطح زمین، تنوع و عوامل مؤثر بر آن را در منطقه برآورد نمائیم.

۱-۳- سئوالات تحقیق

۱- توزیع مکانی مقدار تابش رسیده به سطح زمین در جاده میانه – بستان‌آباد چگونه است؟

۲- آیا در جاده میانه – بستان‌آباد مقدار انرژی تابشی رسیده به سطح برای راه‌اندازی سیستم‌های فتوولتائیک کافی می‌باشد؟

۳- مهم‌ترین عامل تأثیرگذار در مقدار تابش خالص رسیده به سطح زمین چیست؟

---

۱ Net Radiation

۲ Mather

۳ Thematic Mapper

۴ Surface Energy Balance Algorithm for Land

۵ Digital Elevation Model

۶ Angstrom – Prescott

۱-۴- فرضیات تحقیق

۱- منطقه مورد مطالعه به دلیل تنوع توپوگرافی از تابش خالص سطحی متنوع برخوردار است.

۲- در جاده میانه – بستان‌آباد در چند ماه از سال انرژی تابشی لازم برای سلول‌های فتوولتائیک وجود دارد.

۳- عامل جهت شیب مهم‌ترین شاخص تأثیرگذار در تعیین مقدار انرژی تابشی دریافتی است.

۱-۵- اهداف تحقیق

۱- بررسی روش‌های سنجش از دوری و GIS برای محاسبه R_n یا تابش خالص خورشیدی رسیده به سطح زمین، پهنه بندی پدیده تابش در منطقه مورد مطالعه و تعیین میزان و شدت عوامل مؤثر بر آن از جمله ارتفاع، عرض جغرافیایی، شیب و جهت شیب.

۲- اعتبارسنجی روش‌های سنجش از دوری در محاسبه تابش خالص با روش‌های اقلیمی و امکان‌سنجی آن برای احداث سیستم های روشنایی فتوولتائیک خورشیدی در جاده میانه- بستان‌آباد.

فصل دوم

مبانی نظری

و

پیشینه تحقیق

۲-۱- مبانی نظری تحقیق:

۲-۱-۱- خورشید و انرژی خورشیدی

قبل از پرداختن به بحث انرژی خورشیدی و تکنولوژی های به‌کارگیری آن شناخت برخی از ویژگی‌های خورشید ضروری به نظر می‌رسد که در اینجا به طور خلاصه به آن پرداخته می‌شود.

خورشید یک رآکتور هسته‌ای بسیار عظیم است. ماده در آن بر اثر هم جوشی هسته‌ای به انرژی تبدیل می‌شود (حالت پلاسما) و هر روز حدود ۳۵۰ میلیارد تن و در هر ثانیه ۴/۲ میلیون تن از جرم خورشید به تابش تبدیل می‌گردد. واکنش‌ها در بسیاری از موارد فوق‌العاده شدید بوده و با انفجار خورشیدی همراه می‌باشند. (مصلحی فرد و همکاران، ۶۷:۱۳۶۷).

حجم خورشید نزدیک $۱۰^{۲۴}$ تن و قطر آن ۸۶۵۰۰۰ مایل یا ۱۳۹۰۰۰۰ کیلومتر و میزان تابش گسیل‌شده از آن $۳/۸\times۱۰^{۲۰}$ مگاوات می‌باشد. طبق برآوردهای علمی در حدود ۶۰۰۰ میلیون سال از تولید این گوی آتشین می‌گذرد. با توجه به وزن خورشید که حدود ۳۳۳ هزار برابر وزن زمین است این کره نورانی را می‌توان به عنوان منبع عظیم انرژی تا پنج میلیارد سال آینده به حساب آورد.

خورشید نزدیک‌ترین ستاره به ما، برای بقای حیات بر روی کره زمین انرژی تولید می‌کند و در هر ساعت کره زمین حدود ۱۷۳×۱۰^{۱۲} کیلووات ساعت انرژی از خورشید دریافت می‌دارد و در کل سال این مقدار به $۵/۱۶۰^{۲۹}$ Q[۱] می‌رسد که ۱۲ هزار بار بیشتر از نیاز کنونی بشر به انرژی می‌باشد. با استفاده از گردآورنده‌ها و تبدیل کننده‌های خورشیدی امکان بهره‌گیری از این انرژی به طور بالقوه حدود Q ۱/۱۰۰ می‌باشد که ۲ هزار بار بیشتر از نیاز کنونی به انرژی می‌باشد (نویل[۲] و همکاران، ۱۹۹۵: ۱۸).

به طور کلی، ماهیت و چگونگی فعل و انفعالاتی که در خورشید برای تولید انرژی صورت می‌گیرد از نقطه‌نظر کاربرد انرژی خورشیدی در زمین حائز اهمیت نیست و آنچه که اهمیت دارد میزان انرژی و چگونگی توزیع آن است (آزاد و همکاران، ۱۳۶۶).

---

۱ Q مقداری از انرژی خورشیدی معادل kw/h $۲/۹۳*۱۰^{۱۴}$

۲ Neville