تخمین پتانسیل سقف‌های ساختمانی جهت استفاده‌ی سیستم‌های فتوولتائیک در مناطق شهری و توسعه‌ی آن در سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی مبتنی بر وب مطالعه موردی: منطقه ۴ اهواز

کاظم رنگزن[۱] نازنین قنبری[۲]
مصطفی کابلی زاده[۳] پوریا مرادی[٤]

تاریخ دریافت مقاله: ۹۵/۰٦/۱۹ تاریخ پذیرش مقاله: ۹٦/۰٤/۳۰

****

چکیده

امروزه انرژی‌های نو به رغم ناشناخته ماندن، به سرعت در حال گسترش و نفوذ هستند و غفلت از آنها، غیر قابل جبران خواهد بود. خورشید به عنوان بزرگترین منبع انرژی جهان به شمار می‌رود که به گونه‌های مختلف امکان بهره‌گیری از آن وجود دارد. در این مطالعه مدلسازی میزان دریافت تابش خورشید بر اساس موقعیت جغرافیایی و با بهره‌گیری از رویکردهای نوین مطالعاتی انجام شد. به منظور اولویت‌بندی منطقه مورد مطالعه، به لحاظ پتانسیل توسعه سیستم‌های فتوولتاییک، سه دسته معیار براساس نظرات کارشناسی تعیین گردید. این معیارها شامل معیارهای ساختمانی-تراکم، معیارهای فنی و معیارهای محیطی می‌باشند. مدلسازی سیستم استنتاج فازی برای اولویت‌بندی منطقه انجام شد. نتایج حاصل از سیستم استنتاج فازی نشان می‌دهد که ۱۰ کیلومتر مربع از مساحت کل منطقه دارای اولویت توسعه متوسط و ۰/۷ کیلومتر مربع به اولویت توسعه خیلی زیاد اختصاص دارد که به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را تشکیل می‌دهند. با توجه به عدم وجود آگاهی عمومی از ارزش انرژی تجدیدپذیر خورشید در مناطق شهری، طراحی و تهیه یک سامانه مکانی تحت وب ضمن ایفای نقش در افزایش سطح آگاهی‌های عمومی، قابلیت استفاده به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری به منظور ارزیابی امکان سنجی توسعه سیستم‌های تبدیل انرژی خورشیدی را فراهم می‌آورد. برای این منظور سامانه Web GIS انرژی خورشیدی منطقه با استفاده از نرم‌افزارهای متن باز طراحی و انجام شد. پژوهش حاضر ضمن تأکید بر موفقیت‌آمیز بودن بهره‌گیری از فناوری Web GIS در حوزه انرژی تجدیدپذیر خورشید، استفاده از این فناوری را به عنوان راهکاری نوین و کارآمد جهت مدیریت مؤثر و برنامه‌ریزی در این زمینه مورد تأکید قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: انرژی تجدیدپذیر، سیستم اطلاعات جغرافیایی، استنتاج فازی، سیستم اطلاعات مکانی تحت وب

****

۱- دانشیار، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز kazemrangzan@scu.ac.ir
۲- کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز (نویسنده مسئول) ghanbari_nazanin70@yahoo.com
۳- استادیار، گروه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز m.kabolizade@gmail.com
٤- کارشناس ارشد سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز p.moradi70@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

انرژی یکی از مؤلفه‌های ضروری برای فعالیت‌های صنعتی و نیاز همهٔ مردم است، بنابراین عرضه و تقاضای آن در جوامع بشری، به طور مستمر رو به افزایش است.

افزایش جمعیت، گسترش و پراکندگی آن، همگام با نیاز روزافزون بشر به انرژی‌های جدید و کاراتر با بازدهی بیشتر، سبب روی آوردن بشر به انرژی‌های تجدیدپذیر طبیعی شده است. خورشید به عنوان بزرگترین منبع انرژی جهان به شمار می‌رود که به گونه‌های مختلف امکان بهره‌گیری از آن وجود دارد. انرژی خورشیدی یکی از بهترین و اقتصادی‌ترین انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران است که نه تنها سبب کاهش بسیاری از دغدغه‌های بشری، مانند آلودگی‌های زیست محیطی و به دنبال آن بیماری‌های نوپدید، پایان‌پذیری انرژی، تبدیل انرژی و ... می‌شود، بلکه با توجه به آب وهوای ایران، می‌تواند به خوبی در ایران گسترش یابد.

با وجود پتانسیل بسیار خوب بهره‌گیری از انرژی خورشیدی در کشور به لحاظ شدت تابش و همچنین مساحت بسیار خوب برای نصب و بهره‌گیری از انرژی خورشیدی امکان نصب پنل‌های فتوولتائیک[1] وجود دارد که علاوه بر حفظ ذخایر ملی موجب کاهش آلودگی‌های زیست محیطی نیز می‌گردد. نگاره ۱ پتانسیل تابشی خورشیدی در ایران را نشان می‌دهد *(www.suna.org.ir)* .

استفاده از پنل‌های خورشیدی در معماری ساختمان، باعث کاهش هزینه‌های بارگیری انرژی الکتریکی می‌شود و می‌تواند در توسعه کاربرد آن مؤثر باشد. این پنل‌ها نیاز دارند تا در یک محل مناسب و جهت‌گیری درست قرار گیرند. محدوده سقف ساختمان‌ها، پتانسیل بالایی برای استفاده از انرژی خورشیدی دارد. علاوه بر جایگیری مناسب، اطلاع از شدت تابش خورشید، رسیده به سطح افقی مورد نظر اهمیت بسیاری دارد. از این رو مدلسازی میزان دریافت تابش خورشید در منطقه بر اساس موقعیت جغرافیایی و با بهره‌گیری از رویکردهای نوین مطالعاتی که برحسب میزان دریافت انرژی خورشیدی می‌باشند، انجام و محاسبه می‌شود تا بتوان با آگاهی از پتانسیل این سطوح در میزان دریافت انرژی خورشیدی، برنامه‌ریزی صحیحی برای بهره‌گیری از انرژی پاک و تجدیدپذیر خورشید داشت. اینجاست که سامانه اطلاعات جغرافیایی به منزله راهکاری مناسب در فرآیند تصمیم‌گیری مطرح گشته، می‌تواند با کاهش هزینه و زمان ارزیابی، متخصصان را در انتخاب راهکارهای مناسب یاری رساند *(احمدی‌زاده،۱۳۸۲)*.

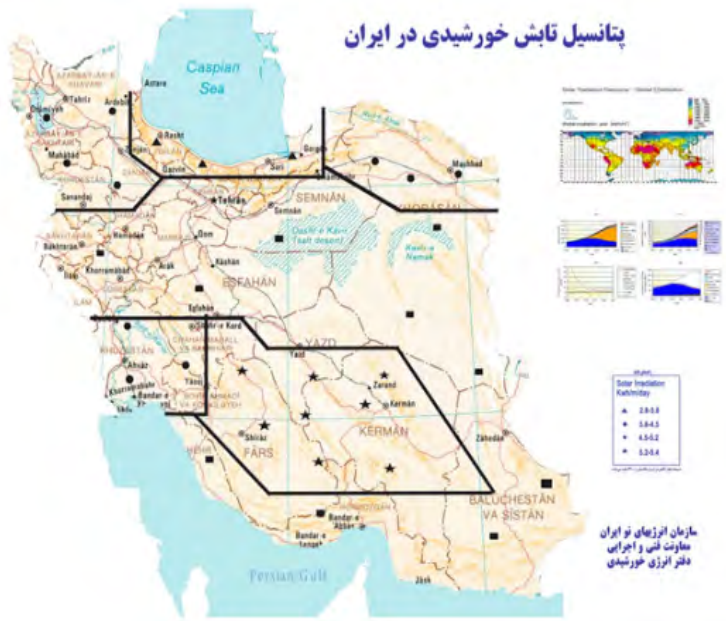
نقشه‌های خورشیدی قابلیت انتشار به صورت تحت وب را دارند که امکان استفاده از اطلاعات و یا محیط نرم‌افزاری سیستم اطلاعات مکانی را برای تعداد زیادی از کاربران فراهم می‌سازند. استفاده از تکنولوژی Web GIS موجب رفع محدودیت‌هایی مانند عدم به اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات، عدم دسترسی آسان به اطلاعات مورد نیاز در زمان‌ها و مکان‌های مختلف و مشکلات مرتبط با بروز رسانی آنها در پایگاه‌های داده می‌شود ***(Helali, 2001)***.

یک بخش مهم از هر Web GIS توانایی نقشه‌برداری و تجسم می‌باشد که امکان نمایش داده در قالب نقشه را فراهم می‌آورد. با توجه به اینکه شهر اهواز از لحاظ آب وهوایی جزء یکی از شهرهایی است که دارای بالاترین شدت تابش(طبق آمار سازمان انرژی‌های نو در حدود ۵-۴/۵ کیلو وات ساعت بر متر مربع در روز) و روزهای آفتابی می‌باشد و از طرف دیگر بدلیل قرارگیری کارخانه‌های مهم و استقرار صنایع بزرگ در این شهر، با مشکل انرژی و آلودگی ناشی از سوخت‌های فسیلی مواجه است، بنابراین لزوم مطالعه‌ی میزان دریافت انرژی خورشیدی و بررسی پتانسیل آن جهت استفاده از انرژی خورشیدی به منظور برنامه‌ریزی برای استفاده از این انرژی ضروری به نظر می‌رسد. از آن جایی که در این راستا اقدامات چشمگیری صورت نگرفته است، در تحقیق حاضر به این مهم پرداخته می‌شود، به گونه‌ای که با طراحی یک سامانه Web GIS بتوان در زمینه تصمیم‌گیری، مدیریت داده‌ها و اطلاعات مربوطه گامی در جهت بهبود وضع موجود برداشت. با توجه به عدم وجود آگاهی عمومی

1- Photovoltaic: PV

Archive of SID

www.SID.ir



نگاره:۱ پتانسیل تابش انرژی خورشیدی در ایران

از ارزش انرژی تجدیدپذیر خورشید در مناطق شهری، طراحی و تهیه یک سامانه مکانی تحت وب ضمن ایفای نقش در افزایش سطح آگاهی‌های عمومی، قابلیت استفاده به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری به منظور ارزیابی امکان‌سنجی توسعه سیستم‌های تبدیل انرژی خورشیدی را فراهم می‌آورد. در این سامانه هریک از کاربران می‌توانند مکان‌های مورد نظر خود را بررسی کنند و به انجام تجزیه و تحلیل بپردازند. به طور کلی هدف اصلی از توسعه این سامانه Web GIS ایجاد یک محیطی ایده‌آل برای به نمایش گذاشتن پتانسیل منطقه مورد مطالعه به منظور سرمایه‌گذاری در بخش انرژی خورشیدی می‌باشد.

در خصوص پیشینه پژوهش می‌بایست اذعان داشت که؛ متأسفانه بسیاری از مطالعات انجام شده، پیرامون مدلسازی تابش انرژی خورشید می‌باشد و تلفیق مدلسازی تابش خورشیدی با دانش Web GIS به صورت محدودتری انجام شده است. لذا در ابتدا پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه مدلسازی و سپس پژوهش‌های تلفیق مدلسازی با Web GIS بیان می‌شود.

کوریا[1] در سال ۲۰۱۶، مطالعه‌ای را به انجام رساند که هدف از این مطالعه ایجاد مدلی برای یافتن مکان‌های بهینه برای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی بود. برای برآورد تابش از مدل Area solar radiation استفاده شد. در واقع محاسبه تابش مستقیم و جهانی هرماه، در شرایط آسمان صاف انجام شد. این پژوهشگر از مدل توسعه داده شده خود به عنوان بخش مهمی از یک سیستم تصمیم‌گیری یاد کرد *(Kauria, 2016)*.

هولستین[2] در سال ۲۰۱۵، در مطالعه خود، تجزیه و تحلیل پتانسیل سیستم‌های فتوولتاییک با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی را برای شهری در ویرجینیا انجام داد. در این مطالعه نقشه‌های تابشی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی بدست آمدند. برای محاسبه تابش جهانی ورودی خورشید، پارامترهای اتمسفری در مدلسازی دخالت داده شدند. نتایج این تحقیق به خوبی توانایی ابزار Solar Analyst در مدلسازی تابش خورشیدی برای یک توپوگرافی پیچیده را نشان داد *(Holstein, 2015)*. در ادامه مطالعات Web GIS انرژی خورشیدی آورده می‌شود. بورمن[3] و همکاران در سال ۲۰۱٤ سیستمی تحت وب، در زمینه انرژی خورشیدی مربوط به شهر اسلونی را پیاده‌سازی کردند. در این سامانه ضمن تخمین پتانسیل تابشی خورشید در منطقه و پتانسیل سقف‌های ساختمانی، با بهره‌گیری از پایگاه داده مکانی

1- Kauria

2- Holstein

3- Brumen

Archive of SID
www.SID.ir

PostgresSQL/PostGIS اقدام به طراحی پایگاه داده مکانی شد. در مراحل بعدی تمام داده‌های موجود در پایگاه داده از طریق یک برنامه کاربردی، در دسترس Geoserver قرار گرفتند ***(Brumen et al., 2014)***. آگوگیارو[1] و همکاران در سال ۲۰۱۲، سیستمی را پیاده‌سازی کردند که هدف آن برآورد تابش خورشید در سقف‌های ساختمانی شهر Trento ایتالیا بود. برآورد تابش با درنظر گرفتن اثرات جوی، ارتفاع، عرض جغرافیایی و ... انجام شد. این سامانه Web GIS با استفاده از نرم افزارهای متن باز توسعه داده شد ***(Agugiaro et al, 2012)***.

این مقاله در شش بخش سازماندهی شده است. بعد از این مقدمه، در بخش دوم مفاهیم و مبانی نظری تحقیق ارائه گردیده است. در بخش سوم، متدولوژی تحقیق ارائه شده است. بخش چهارم روند آماده‌سازی داده‌ها مطرح می‌شود. بخش پنجم به تشریح پیاده‌سازی سامانه تحت وب پرداخته و در بخش ششم بحث و نتیجه گیری ارائه شده است.

۲- مفاهیم و مبانی نظری

۲-۱- سیستم‌های فتوولتاییک

به پدیده‌ای که در اثر آن و بدون استفاده از مکانیزم‌های مکانیکی، انرژی تابشی به انرژی الکتریکی تبدیل شود پدیده فتوولتائیک گفته می‌شود. این پدیده بر فرضیه ذره‌ای بودن انرژی تابشی بنا نهاده شده است. هر سیستمی نیز که از این خاصیت استفاده نماید، سیستم فتوولتائیک نام دارد. یک سلول خورشیدی عنصر اصلی فناوری فتوولتاییک است. سلول‌های فتوولتاییک (PV) که عموم آن را با نام سلول‌های خورشیدی می‌شناسند، از مواد نیمه رسانای حالت جامد تشکیل شده‌اند. سیلیکون، عمومی‌ترین ماده نیمه رسانا است که به واسطه فراوانی آن، در سلول‌های PV مورد استفاده قرار می‌گیرد ***(www.suna.org.ir)***. فتوولتاییک امروزه می‌تواند در ساختمان‌های موجود و جدید استفاده شود. کاربرد آن در پوشش ساختمان بسیار متنوع بوده و راه‌های جدیدی به سوی طراحان خلاق می‌گشاید. با توجه به این که منبع تغذیه سلول‌های فتوولتائیک نور خورشید می‌باشد، لذا محل قرارگیری سیستم‌های فتوولتائیک، غالباً نماهای بیرونی و سطوح خارجی بام ساختمان می‌باشد.

۲-۲- برآورد تابش کل خورشید به روش تحلیلی

GIS : مدلسازی تابش خورشیدی، یک فرایند پیچیده می‌باشد که در آن عوامل بسیاری مورد بررسی قرار می‌گیرند، فاکتورهایی چون عرض جغرافیایی، زاویه زمانی خورشید، مدل ارتفاعی، جهت‌گیری سطح، توانایی بازتاب سطح و بسیاری از پدیده‌های جوی مثل شرایط ذرات و مولکول‌های گاز و تراکم آب ***(Suri and Hofierka,2004)***. طیف گسترده‌ای از ابزارهای مورد نیاز برای مدلسازی تابش خورشید می‌باشند، اما تنها روش‌های GIS به طور مؤثر و قابل اطمینانی، می‌توانند اطلاعاتی از تابش خورشید در مناطق مختلف را در اختیار قرار دهند ***(Kauria,2016)***. یک مدل مبتنی بر منطقه تابش خورشید را با استفاده از جهت‌گیری سطح و اثرات سایه حاصل از یک مدل ارتفاعی محاسبه می‌کند. در عمل ابزار Area solar radiation موجود در نرم‌افزار ArcGIS این مدلسازی را انجام‌پذیر می‌سازد. در این مدل توپوگرافی عامل اصلی در تعیین پراکنش مکانی تابش است. روش تحلیل تابش قادر به تحلیل و به تصویر کشیدن اثر خورشید روی یک منطقه جغرافیایی در طول یک دوره زمانی مشخص است. این ابزار با در نظر گرفتن اثرات جوی، عرض جغرافیایی، ارتفاع محل، مقدار شیب، جهت شیب و زاویه ورودی خورشید در طول روز به برآورد تابش می‌پردازد.

به منظور محاسبه این عوامل و برآورد پتانسیل تابش خورشیدی برای مکانی خاص، فو و ریچ[2] (۲۰۰۰)، الگوریتم میدان دید نیمکره‌ای به سمت بالا[3] را که مبتنی بر GIS می‌باشد ارائه کردند. مدل Solar Analyst تابش جهانی یا تابش کل و تابش‌های مستقیم و پراکنده را به صورت جداگانه محاسبه می‌کند. این محاسبات می‌توانند هم برای نقاط و هم نواحی خاص انجام شوند.

1- Agugiaro

2- Fu and Rich

3- Upward-looking Hemispherical Viewshed Algorithm

Archive of SID

www.SID.ir

این مدل با استفاده از الگوریتم میدان دید نیمکره‌ای توسعه داده شده است که تابش هر سلول یک رستر ارتفاعی را در یک دوره زمانی و یک موقعیت مشخص محاسبه می‌کند. در کنار مدل ارتفاعی که یکی از ورودی‌های این مدل می‌باشد، نسبت تابش پراکنده شده و انتقال جوی نیز باید مشخص باشند *(Fu and Rich, 1999)*. این الگوریتم به یک مدل ارتفاعی جهت تولید نقشه‌های رستری تابش، براساس مقادیر محاسبه شده تابش مستقیم و پراکنده نیاز دارد. فلوچارت مراحل این الگوریتم در نگاره ۲ نشان داده شده است. از تابش بازتاب شده صرف نظر می‌شود زیرا مقدار آن بسیار کم است. این کار برای تمام سلول‌های رستر ارتفاعی از طریق ۵ مرحله زیر قابل انجام است:

نگاره ۲: مراحل شش گانه برآورد تابش توسط روش تحلیل تابش

منظور از سایه نما در یک نقطه، توزیع زاویه‌ای قابلیت دید آسمان در مقابل موانع موجود بر سر راه تابش برای رسیدن به نقطه موردنظر است. سایه‌نما، مقادیر هریک از سلول‌های مدل رقومی ارتفاعی را برای تعیین دید یک سلول بکار می‌برد. نقشه خورشیدی یک نمایش رستری است که نمایانگر مسیر حرکت خورشید در زمان‌های متفاوت می‌باشد. نقشه خورشید برای محاسبه تابش مستقیم به کار می‌رود و از بخش‌های گسسته‌ای تشکیل شده است.

نقشه آسمان نقشه رستری است که با تقسیم آسمان به قطعات کوچک‌تر و با در نظر گرفتن زوایای سمت الرأس خورشیدی ساخته می‌شود. زوایای سمت الرأس خورشیدی در مرکز هر پیکسل به صورت نقطه‌ای با روابط نجومی برآورد می‌شوند *(سبزی‌پرور و همکاران، ۱۳۹٤)*.

نقشه آسمان برای محاسبه تابش پراکنده به کار می‌رود. زمانی که سایه‌نما، نقشه خورشید و نقشه آسمانی محاسبه شدند، همپوشانی انجام می‌شود. این کار به این منظور انجام می‌شود تا مشخص شود که کدام بخش‌های آسمان مسدود است و هیچ تابش مستقیم و پراکنده‌ای از آسمان نمی‌تواند به این سلول خاص مدل ارتفاعی برسد. بعد از محاسبات چهار مرحله گفته شده، خروجی‌ها برای محاسبه میزان تابش جهانی یا تابش کل دریافت شده بوسیله یک موقعیت مشخص بر روی مدل رقومی ارتفاعی بکار می‌روند. بنابراین یک نقشه تابش خورشیدی برای کل منطقه ایجاد می‌شود. تابش خورشیدی کل یا تابش جهانی خورشید مجموع تابش مستقیم و پراکنده تمام بخش‌ها می‌باشد. این مراحل برای هر نقطه از منطقه به طور جداگانه تکرار و درنهایت نقشه تابش برای کل منطقه برآورد می‌شود *(ESRI,2014)*.

۲-۳- پتانسیل تولید الکتریسیته سیستم‌های فتوولتاییک

اطلاع از انرژی خورشیدی در دسترس جزء ضروری برای محاسبه پتانسیل تولید برق سیستم‌های فتوولتاییک هستند ولی ملاحظات تکنیکی وجود دارند که باید در این محاسبات در نظر گرفته شوند. این ملاحظات شامل اثربخشی پنل فتوولتاییک، شیب و نگهداری مناسب از آنها است. علاوه بر این، ضروریست که اتلاف ناشی از تبدیل جریان مستقیم فتوولتاییک به جریان متناوب قابل استفاده، به حساب آورده شود. در اغلب موارد، محاسبه پتانسیل فتوولتاییک نیاز به در نظر گرفتن ظرفیت‌های خروجی

Archive of SID

www.SID.ir

انواع پانل‌ها را دارد(*Carl,2014*). بر طبق مطالعات هوگویک[1] (۲۰۰٤) و مهتا [2] و همکاران (۲۰۱٤)، پتانسیل تکنیکی (Ei) تولید برق سیستم‌های PV، در یک سلول i شبکه، توسط معادلات ۱ و ۲ بدست می‌آید:

معادله ۱ $$G_i = A_i * h^{-1} * I$$

معادله ۲ $$E_i = G_i * \eta m * p$$

که G_i پتانسیل جغرافیایی، A_i مساحت مناسب برای نصب سیستم‌های PV، h تعداد ساعات آفتابی در یک روز، I مقدار تابش برحسب Ei,Kwh/m2/day پتانسیل تکنیکی سیستم‌های PV، ηm راندمان تبدیل[3] برای ماژول PV که بستگی به نوع سلول‌های PV دارد و در نهایت pr نسبت کارایی سیستم[4] PV می‌باشد. Pr، نسبت کارایی سیستم در شرایط میدانی به کارایی در شرایط استاندارد می‌باشد (*Ramachandra et al., 2011*). این نسبت اثرات اتلاف سیستم برخروجی آن را به حساب می‌آورد. این اتلاف می‌تواند به دلایل زیادی ایجاد شود. سوری[5] و همکاران (۲۰۰۵) مقدار معمول pr برابر ۰/۷۵ را برای سیستم‌های فتوولتاییک مونو و پلی‌کریستالین پیشنهاد دادند. از طرفی ماکزیمم راندمان این نوع سیستم‌های PV برابر با ۲۳-۱٦ درصد می‌باشد (*www.suna.org.ir*).

۲-٤- سیستم استنتاج فازی

سیستم استنتاج فازی، فرآیندی سیستماتیک برای تبدیل یک پایگاه دانش به یک نگاشت غیر خطی را فراهم می‌آورند. به همین علّت، از سیستم‌های مبتنی بر دانش (سیستم‌های فازی) در کاربردهای مهندسی و تصمیم‌گیری استفاده می‌شود (*غفاری زاده دیزجی، ۱۳۸۸*). یک سیستم استنتاج فازی دارای اجزای زیر است(*Foong et al., 2010*): ۱- یک فازی سازی در ورودی که مقدار عددی متغیرها را به یک مجموعه فازی تبدیل می‌کند. ۲- پایگاه قواعد فازی که مجموعه‌ای از قواعد اگر- آنگاه است. ۳- موتور استنتاج فازی که ورودی را با یک سری اعمال به خروجی تبدیل می‌کند. ٤- غیر فازیسازی که خروجی فازی را به یک عدد قطعی تبدیل می‌کند.

در یک سیستم فازی ابتدا ورودی‌ها در فضای اعداد حقیقی با استفاده از یک فازیساز به مجموعه اعداد فازی تبدیل می‌شوند. سپس مجموعه قوانین فازی ذخیره شده در پایگاه قوانین وارد موتور استنتاج فازی می‌شوند تا تصمیم-گیری بر مبنای این قوانین انجام گیرد. در نهایت خروجی فازی سیستم با استفاده از یک غیرفازی‌ساز به صورت عدد حقیقی ارایه می‌شود. در ادامه هر یک از بخش‌های سیستم استنتاج فازی شرح داده می‌شود (*کابلی‌زاده، ۱۳۹۲: کوره‌پزان دزفولی، ۱۳۸۷*).

۲-۵- معماری Web GIS

Web GIS با داشتن قابلیت‌های GIS، یک برنامه تحت وب پایه را گسترش داده است. معماری پایه Web GIS شبیه به معماری یک برنامه‌ی تحت وب است با این تفاوت که دارای قابلیت‌های مکانی است.

در یک جریان کاری پایه، کاربر از برنامه Web GIS به صورت یک کلاینت استفاده می‌کند که این کلاینت می‌تواند یک مرورگر وب، یک برنامه تحت دسکتاپ و ... باشد. کلاینت یک درخواست را به صورت HTTP (پروتکل انتقال ابرمتن) از طریق اینترنت به وب سرور ارسال می‌کند، وب‌سرور درخواست GIS مربوطه را به GIS سرور ارسال می‌کند، GIS سرور داده‌های مورد نیاز را از پایگاه داده مکانی بازیابی می‌کند و درخواست مربوطه را پردازش می‌کند که این درخواست ممکن است تولید یک نقشه، ارسال یک پرسش و یا انجام یک آنالیز باشد.

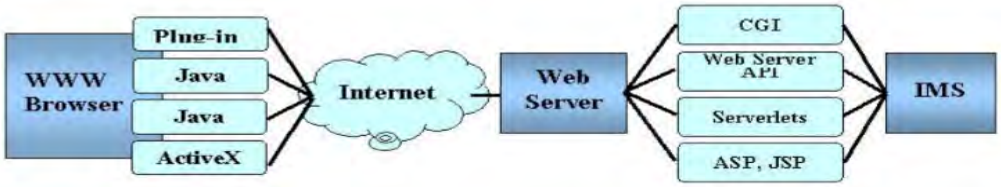
داده، نقشه یا دیگر نتایج در قالب یک پاسخ HTTP از طریق وب سرور به کلاینت ارسال می‌گردد. سپس کلاینت نتایج را به کاربر نمایش می‌دهد که در این مرحله درخواست و چرخه پاسخ کامل می‌شود. Web GIS اغلب به‌عنوان یک

1- Hoogwijk
2- Mahtta
3- Conversion Efficiency
4- Performance Ratio
5- Súri

Archive of SID

www.SID.ir

نگاره ۳: معماری مخدوم ضعیف(*عصاره زادگان،۱۳۹۳*)



نگاره ٤: معماری مخدوم قوی(*عصاره زادگان،۱۳۹۳*)

GIS مناسب در مرورگرهای وب در نظر گرفته می‌شود؛ اما این تعریف، سیستم‌هایی با کاربران تحت دسکتاپ و کاربران موبایل را در نظر نمی‌گیرد. Web GIS هر GIS است که از تکنولوژی وب استفاده می‌کند. در یک تعریف دقیق‌تر، Web GIS هر برنامه GIS ای است که از تکنولوژی وب برای برقرای ارتباط بین اجزای خود استفاده می‌کند ***(Gillavry 2000)***. معماری Web GIS دارای دو ساختار مخدوم ضعیف و مخدوم قوی است که در ادامه مختصری از هر کدام ارائه شده است.

معماری مخدوم ضعیف (Thin client): معماری مخدوم ضعیف برای انجام بیشتر کارها به سرور متکی است و قسمت کمی از کارها را بر عهده کلاینت می‌گذارد. کلاینت به سادگی درخواست‌های کاربر را به سرور منتقل می‌کند.

سرور پردازش‌هایی مانند ایجاد یک نقشه را انجام داده و تجزیه و تحلیل‌ها را به پایان می‌رساند. نتایج به کلاینت برگردانده می‌شوند و به کاربران نهایی نمایش داده می‌شوند *(عصاره زادگان، ۱۳۹۳)*.

معماری مخدوم قوی (Thick client): معماری مخدوم قوی در نقطه نهایی و مقابل معماری مخدوم ضعیف قرار دارد. این معماری برای انجام اغلب توابع خود، بیشتر بر روی کلاینت تکیه کرده است. این امر معمولاً با یک پلاگین مرورگر وب یا یک برنامه کلاینت محلی انجام می‌شود. پلاگین کلاینت یا برنامه بومی به صورت محلی روی کامپیوترهای کلاینت اجرا می‌شود. معماری مخدوم قوی منبع داده (مانند مختصات یک داده وکتور) را از سرور درخواست کرده و در سمت کلاینت نقشه‌ها را خوانده و آنها را تجزیه و تحلیل می‌کند ***(Gillavry 2000)***.

۲-٦- پایگاه داده GIS

پایگاه داده GIS یک منبع داده و چهارچوب مدیریتی برای GIS است. این پایگاه داده قادر به نگهداری مجموعه‌ای از داده‌های جغرافیایی مختلف مانند یک داده برداری پایه (نقطه، خط و چندضلعی) و داده‌های رستری (برای مثال تصاویر هوایی و ماهواره‌ای) است. پایگاه داده‌ی GIS یک پشتیبان اساسی برای برنامه‌های Web GIS است. پاسخ دریافتی از یک برنامه Web GIS فقط می‌تواند در حد کیفیت اطلاعات ذخیره شده در پایگاه داده GIS باشد. از آنجایی که یک برنامه سطحی می‌تواند بر یک منبع داده سطحی تکیه کند، برنامه‌های حرفه‌ای نیازمند اطلاعات جغرافیایی با کیفیت بالا، معتبر و بروز هستند.

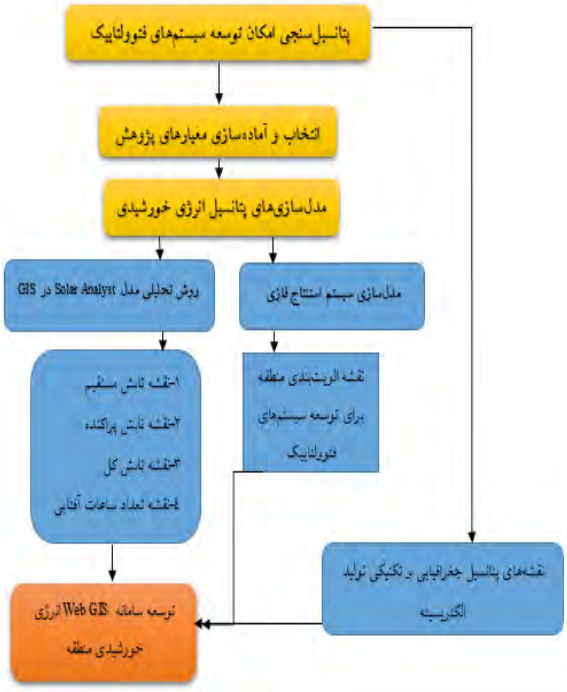
۳- روش تحقیق

پژوهش حاضر از نوع کاربردی بوده و هدف آن بهره‌گیری از انرژی تجدیدپذیر خورشید با استفاده از فناوری‌های نوین خورشیدی می‌باشد. بدین منظور در مراحل اجرای

Archive of SID

www.SID.ir

تحقیق، جهت برآورد تابش خورشیدی در سطح منطقه از مدل Solar Analyst موجود در نرم‌افزار ArcGIS استفاده شد. همچنین جهت اولویت‌بندی منطقه براساس داشتن پتانسیل لازم برای بهره‌گیری از سیستم‌های فتوولتاییک خورشیدی، سه دسته معیار مؤثر شامل معیارهای محیطی، معیارهای ساختمانی-تراکم و معیارهای فنی شناسایی شد و انجام مدلسازی با استفاده از سیستم استنتاج فازی صورت گرفت. مرحله نهایی طراحی و پیاده سازی سامانه Web GIS انرژی خورشیدی می‌باشد. نگاره ۵ مراحل کلی اجرای این روند را نمایش می‌دهد.



نگاره ۵: روند کلی اجرای تحقیق

٤- آماده‌سازی داده‌ها

از آنجا که داده‌ها از منابع مختلف جمع‌آوری شدند، در مرحله نخست نیاز به یک سری پیش‌پردازش‌های اولیه دارند. انتخاب روش آماده‌سازی و پردازش اطلاعات بستگی به نوع داده‌ها، نحوه عملکرد مدل و همچنین دقت و فرمت خروجی دارد. از همین رو این آماده‌سازی در چند مرحله شامل زمین مرجع کردن، تعریف سیستم مختصات واحد برای تمامی ورودی‌ها، ترسیم و ویراش عوارض و تبدیلات نقشه‌ها از فرمت DGN به فرمت استاندارد Shapfile می‌باشد. در مرحله بعد با توجه به نیاز پژوهش حاضر، ورودی‌ها به فرمت مورد نیاز تبدیل گردیدند.

٤-١- اهمیت و کاربرد معیارهای پژوهش

در پژوهش حاضر جهت اولویت‌بندی منطقه مورد مطالعه از نظر داشتن پتانسیل برای توسعه سیستم‌های فتوولتاییک، معیارهای متفاوتی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند. با توجه به نظرات کارشناسی معیارها و زیرمعیارهای زیر درنظر گرفته شد. ۱- شاخص‌های ساختمانی- تراکم: کاربری زمین، شاخص نسبت حجم-سطح، شاخص نسبت طرح، شاخص پوشش سایت، تراکم ساختمانی و تراکم جمعیت. ۲- شاخص‌های محیطی: تابش مستقیم سالیانه خورشید، تابش پراکنده سالیانه خورشید، ساعات آفتابی. ۳- شاخص‌های فنی: تراکم ترانسفورماتورها، فاصله از پست‌های فوق توزیع برق، فاصله از شبکه برق

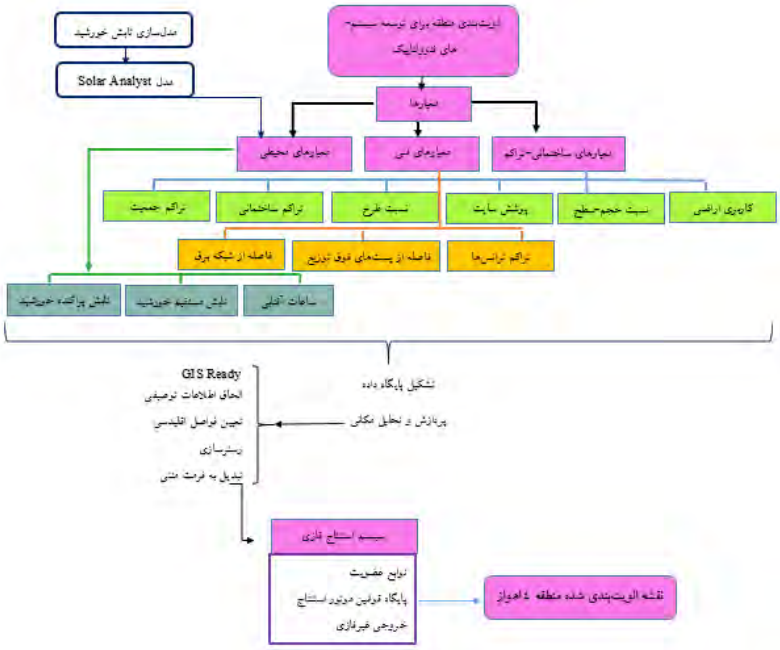
کاربری‌ها را می‌توان از نظر داشتن اولویت برای توسعه سیستم‌های فتوولتاییک تقسیم‌بندی کرد. کاربری‌هایی مانند مسکونی، مسکونی-تجاری، تجاری از جمله کاربری‌هایی هستند که دارای اولویت بالایی هستند و می‌توان از فضای سقف‌های ساختمانی آنها برای سیستم‌های فتوولتاییک استفاده کرد. از طرفی کاربری‌هایی مانند بایر، مخروبه، باغات و کشاورزی و... اولویت بسیار کمتری دارند. با تعیین میزان اولویت هر یک از کاربری‌ها، براساس نظر کارشناسان و مطالعات پیشین در این زمینه، نقشه رستر کاربری بر اساس اولویت‌بندی تولید شد. فرم شهری یک ناحیه در پتانسیل انرژی خورشیدی آن بسیار مهم است.

پارامترهای بسیاری به وسیله محققان معرفی شده‌اند که می‌توانند شاخص‌هایی از ویژگی‌های شهری باشند. در این مطالعه، برخی از این شاخص‌های تراکم شهری برای تعیین فرم شهری منطقه مورد مطالعه بکار برده شد. شاخص

Archive of SID
www.SID.ir

نسبت حجم-سطح عبارت است از حجم کل ساختمان‌ها در یک ناحیه تقسیم بر مساحت کل ناحیه. این شاخص نشاندهنده ارتفاع ساختمان‌هاست و ارائه‌ای سه بعدی از تراکم و فشردگی شهری می‌باشد. شاخص پوشش سایت عبارت است از کل مساحت ساخته شده در یک ناحیه تقسیم بر مساحت کل ناحیه. این شاخص ارائه دو بعدی از تراکم شهری می‌باشد و توزیع افقی اشکال ساخته شده در مکان را نشان می‌دهد. هرچه این شاخص بیشتر باشد، فضای باز موجود کمتر است.

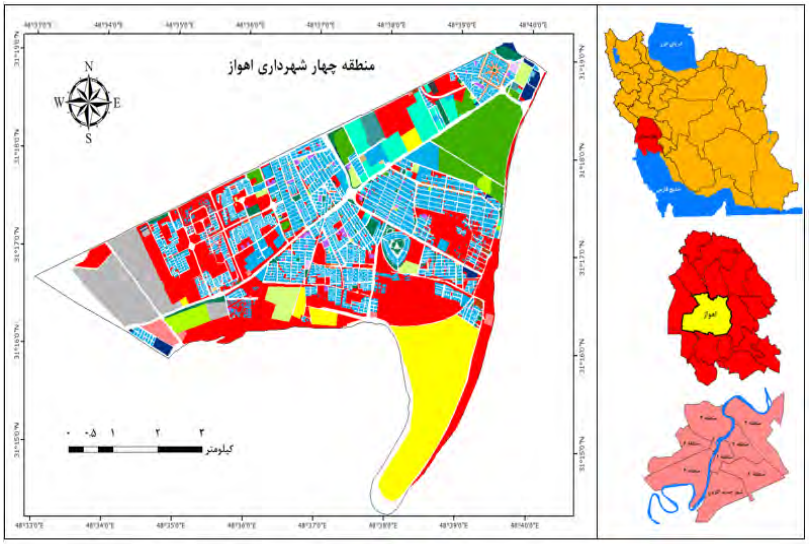
شاخص نسبت طرح عبارت است از مساحت کل طبقات در یک ناحیه تقسیم بر مساحت کل ناحیه. پارامتر دیگر، تراکم ساختمانی می‌باشد که عبارت است از تعداد کل ساختمان‌ها در یک ناحیه تقسیم بر مساحت کل ناحیه. تراکم ساختمانی نشاندهنده توزیع ساختمان‌ها در کل ناحیه می‌باشد. هر چه تراکم ساختمانی بیشتر باشد، فضای موجود برای نصب پنل‌های خورشیدی نیز افزایش می‌یابد. تراکم جمعیت عبارت است از تعداد کل افراد ساکن در یک ناحیه تقسیم بر مساحت کل آن ناحیه. این شاخص نشان‌دهنده توزیع جمعیت در کل ناحیه است. این پارامتر می‌تواند نیاز و تقاضای انرژی در یک منطقه را نشان دهد. هر چه تعداد افراد ساکن در یک منطقه بیشتر باشد، به طبع مصرف انرژی هم بیشتر خواهد بود. تابش مستقیم ورودی، مهمترین عامل محیطی برای بهره‌برداری از سیستم‌های فتوولتاییک خورشیدی است. هرچه تابش مستقیم خورشید بیشتر باشد، بازده و کارایی سیستم فتوولتاییک بیشتر خواهد شد. میزان تابش مستقیم بر حسب وات ساعت بر متر مربع (Wh/m2)، یکی از خروجی‌های حاصل از مدل‌سازی تابش با استفاده از مدل Solar Analyst می‌باشد. برای تهیه نقشه آن، از ۱۲ نقشه تابش مستقیم میانگین گرفته شد. تابش پراکنده خورشید، دومین فاکتور محیطی در نظر گرفته شده می‌باشد. تابش پراکنده، تابش پراکنده شده بوسیله ملکول‌ها و ذرات موجود در اتمسفر می‌باشد. این تابش با ذرات جو تعامل مستقیم دارد. مانند تابش مستقیم، هرچه میزان این تابش در منطقه بیشتر باشد، امکان بهره‌گیری از انرژی خورشیدی نیز بیشتر می‌شود. میزان تابش پراکنده بر حسب وات ساعت بر متر مربع (Wh/m2)، دومین خروجی حاصل از مدل‌سازی تابش با استفاده از مدل Solar Analyst می‌باشد. برای تهیه نقشه آن، از ۱۲ نقشه تابش پراکنده میانگین گرفته شد. ساعات آفتابی یکی دیگر از پارامترهای محیطی است که نشان‌دهنده مدت زمان دریافت انرژی خورشید می‌باشد



نگاره ٦: روند اجرای مدل‌سازی سیستم استنتاج فازی

Archive of SID

www.SID.ir



نگاره ۷: منطقه مورد مطالعه

هرچه ساعت آفتابی منطقه‌ای بیشتر باشد، پتانسیل آن منطقه برای استفاده از سیستم‌های فتوولتاییک افزایش می‌یابد. میزان ساعات آفتابی، سومین خروجی حاصل از مدل‌سازی تابش با استفاده از مدل Solar Analyst می‌باشد.

تعداد مشترکانی که به هر ترانس وصل می‌شوند متناسب با تراکم جمعیتی و میزان بار مصرفی آنها می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت که هر چه تراکم ترانس در منطقه‌ای بیشتر باشد، میزان فشار بر شبکه برق بیشتر خواهد بود. با استفاده از سیستم‌های فتوولتاییک می‌توان فشار بر شبکه برق در این مناطق را کاهش داد.

پست‌های فوق توزیع براساس فشاری که بر شبکه برق وارد می‌شود، در مسیر شبکه قرار می‌گیرند و ولتاژ را به ۱۱ و ۳۳ کیلوولت می‌رسانند. براساس نزدیکی یا دوری به این پست‌ها تلفات و افت ولتاژ ممکن است، رخ دهد و مشترکان برق دچار مشکل شوند. نوع سیستم فتوولتاییک در نظر گرفته برای این پژوهش متصل به شبکه است، بنابراین برای انتقال برق به شبکه، باید این سیستم به شبکه متصل شود. بنابراین اولویت احداث در مناطقی است که به خطوط شبکه برق نزدیکتر باشند.

نگاره ٦ نمودار روند اجرای مدلسازی سیستم استنتاج فازی را نشان می‌دهد.

۵- پیاده‌سازی

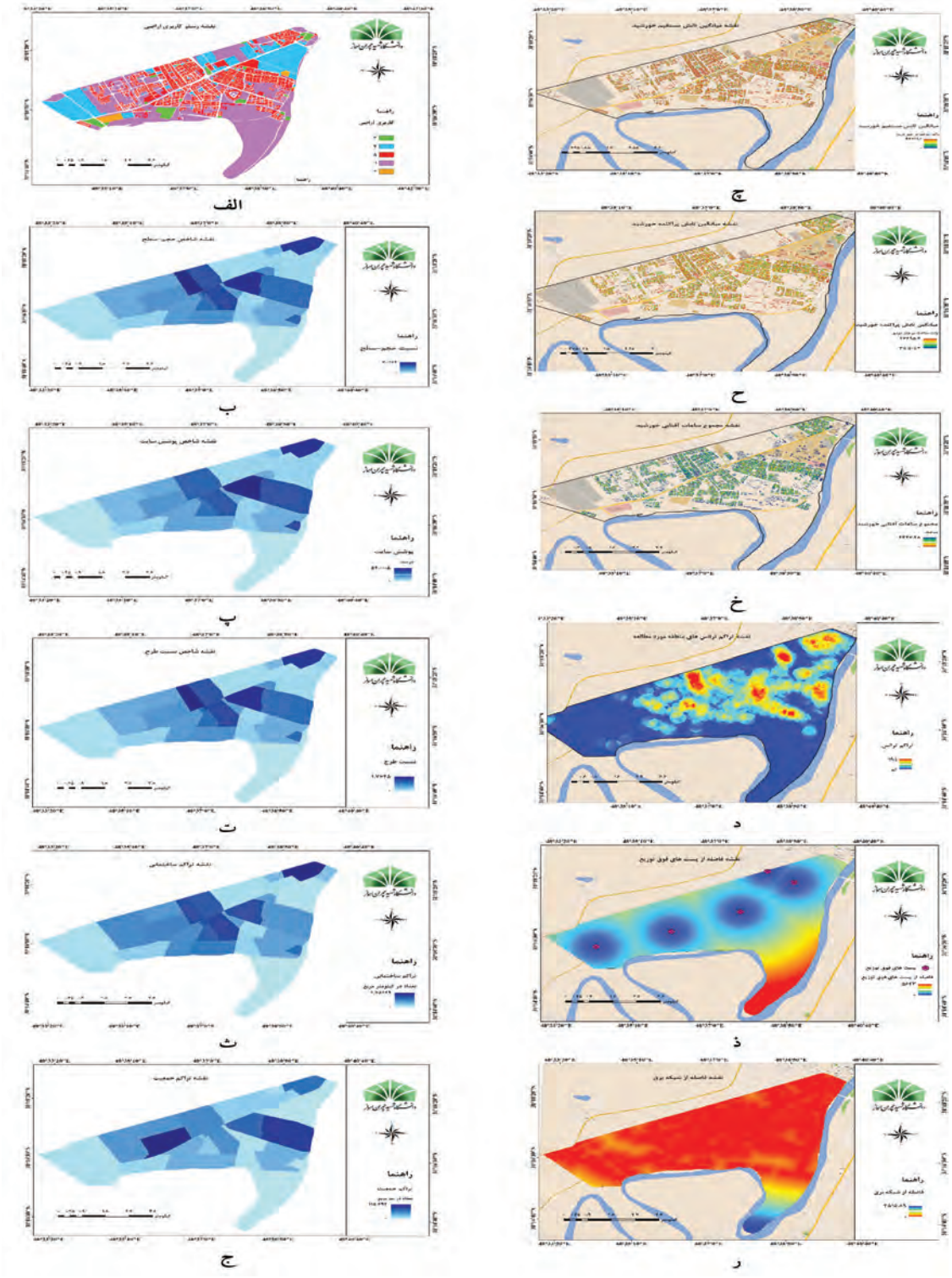
۵-۱- منطقه مورد مطالعه

شهرستان اهواز بین ٤٨ درجه و ٢ دقیقه تا ٤٩ درجه و ٢٠ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ و ٣٠ درجه و ٥٣ دقیقه تا ٣١ درجه و ٤٥ دقیقه از خط استوا قرار گرفته است *(سازمان مدیریت و برنامه ریزی خوزستان، ۱۳۹۰)*. این شهر دارای هشت منطقه است. مساحت کلانشهر اهواز در سال ١٣٩٢ به تفکیک محدوده قانونی ١٩٣٩٧ و حریم شهر ٦٠٠٠٠ هکتار است. شهر اهواز دارای اقلیم گرم و مرطوب است که از ویژگی‌های آن می‌توان به بالا بودن درجه حرارت، بالا بودن میزان تبخیر سطحی، پایین بودن میزان نزولات جوّی و شوری خاک و نیز کمی بارندگی و فقر پوشش گیاهی و پراکندگی آن، زمستان‌های کوتاه و شرجی و رطوبت بالای هوا در غالب اوقات سال اشاره کرد. نگاره ٧ منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

۵-۲- پیاده‌سازی سیستم استنتاج فازی

به عنوان اولین قدم در اجرای مدل سیستم استنتاج فازی، باید معیارهای مورد نظر آماده باشند. مدلسازی تابش خورشید به روش تحلیلی GIS برای بدست آمدن نقشه‌های تابش مستقیم، تابش پراکنده و ساعات آفتابی انجام شد.

Archive of SID
www.SID.ir



نگاره ۸: لایه‌های معیار سیستم استنتاج فازی (الف:کاربری اراضی، ب:شاخص نسبت حجم-سطح، پ:پوشش سایت، ت:نسبت طرح، ث:تراکم ساختمانی، ج:تراکم جمعیت، چ:تابش مستقیم، ح:تابش پراکنده، خ:ساعات آفتابی، د:تراکم ترانس، ذ:فاصله از پست‌های فوق توزیع، ر:فاصله از شبکه برق)

www.SID.ir

ورودی اصلی برای این ابزار، یک مدل رقومی ارتفاع یا مدل رقومی سطح می‌باشد. برای تهیه مدل رقومی سطح، از داده‌های ممیزی املاک منطقه ٤ اهواز استفاده شد.

داده‌های ممیزی املاک به فرمت شیپ فایل هستند و شامل پلی‌گون‌های نواحی ساختمانی می‌باشند. این داده‌ها علاوه بر فیلدهای توصیفی متعدد، دارای فیلد ارتفاع ساختمان نیز می‌باشند. برای تولید DSM، نواحی سقف‌های ساختمانی با استفاده از نقشه‌ها و ابزارهای GIS شناسایی شد.

از آنجایی که هرکدام از این سقف‌ها دارای ارتفاع مشخصی می‌باشند، به راحتی می‌توان داده‌های برداری ارتفاع را به فرمت رستر تبدیل کرد و یک مدل رقومی سطح از منطقه ٤ ایجاد کرد.

DSM مهمترین ورودی مدل Solar Analyst می‌باشد. نقشه‌های تابش مستقیم، پراکنده و تعداد ساعات آفتابی به عنوان لایه‌های خروجی مدل می‌باشند. نگاره ۸ لایه‌های معیار سیستم استنتاج فازی را نشان می‌دهد.

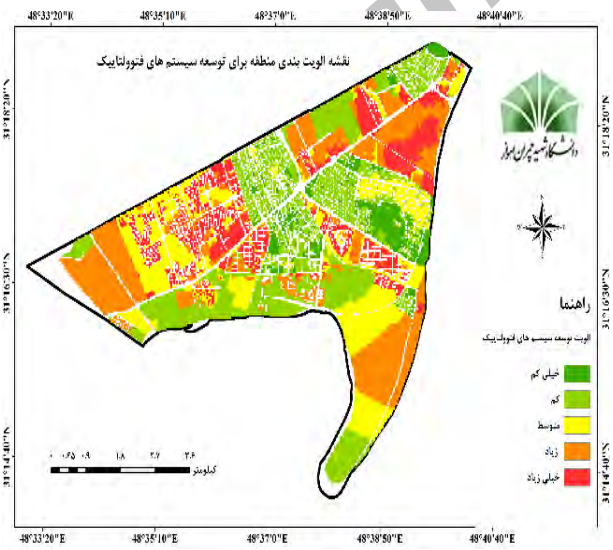
بعد از تهیه لایه‌های پژوهش، جهت ایجاد سیستم استنتاج فازی در اولین گام می‌بایست متغیرهای زبانی، مقادیر زبانی و محدوده‌های استاندارد تعیین گردند.

در ادامه با توجه به محدوده‌های تعیین شده توابع عضویت مناسب برای هر متغیر زبانی پارامترها تعریف گردید. در تعریف توابع به هر متغیر زبانی ورودی، بین ۳ تا ۵ مقدار زبانی نسبت داده شده است که تمام امکانات محتمل برای هر متغیر را بیان می‌کنند.

پنج کلاس هم به متغیر خروجی نسبت داده شده است که عبارتنداز: اولویت بسیار زیاد، اولویت زیاد، اولویت متوسط، اولویت کم و اولویت بسیار کم. هدف از تعریف تابع عضویت برای معیارها، وزندهی تدریجی و پیوسته به معیارهاست. لذا با توجه به دامنه تغییرات هر معیار، نکات و فواصل تعیین شده در مورد معیارهای مختلف تأثیرگذار در اولویت‌بندی منطقه براساس پتانسیل توسعه سیستم-های فتوولتاییک، تابع عضویت فازی مناسب برای هر معیار تعریف گردید. با توجه به نوع مسئله و معیارها، دو نوع تابع عضویت گوسی و فازی گسسته مورد استفاده قرار گرفت. بدین ترتیب که برای معیارهای پیوسته مانند فاصله از پست‌های فوق توزیع، تراکم ساختمانی و ... توابع عضویت گوسی و برای معیار گسسته مانند کاربری اراضی، از تابع عضویت فازی گسسته استفاده شد.

پس از تعریف متغیرهای زبانی و محدوده استاندارد هر معیار در قالب توابع عضویت فازی، قوانین فازی با توجه به نظرات کارشناسان در پایگاه قوانین تعریف گردید تعیین قواعد فازی به مشاهدات دقیق و بررسی اثر مقادیر زبانی در مساله مورد نظر بستگی دارد این قواعد به تجربه و دانش افراد خبره هم وابسته هستند.

قواعد تعریف شده براساس محدوده متغیرهای زبانی و با استفاده ازتوابع ترسیم شده در محیط برنامه‌نویسی Matlab پیاده‌سازی گردیدند. پس از اجرای مدل و اعمال غیرفازی‌ساز بر روی آن نقشه خروجی با فرمت متنی وارد نرم‌افزار ArcGIS10.3 گردید و به رستر تبدیل شد. نگاره ۹ نقشه اولویت‌بندی توسعه سیستم‌های فتوولتاییک در منطقه ٤ را نشان می‌دهد. که در ۵ کلاس بسیار کم تا بسیار زیاد طبقه‌بندی گردید.



نگاره ۹: نقشه اولویت‌بندی توسعه سیستم‌های فتوولتاییک در منطقه ٤

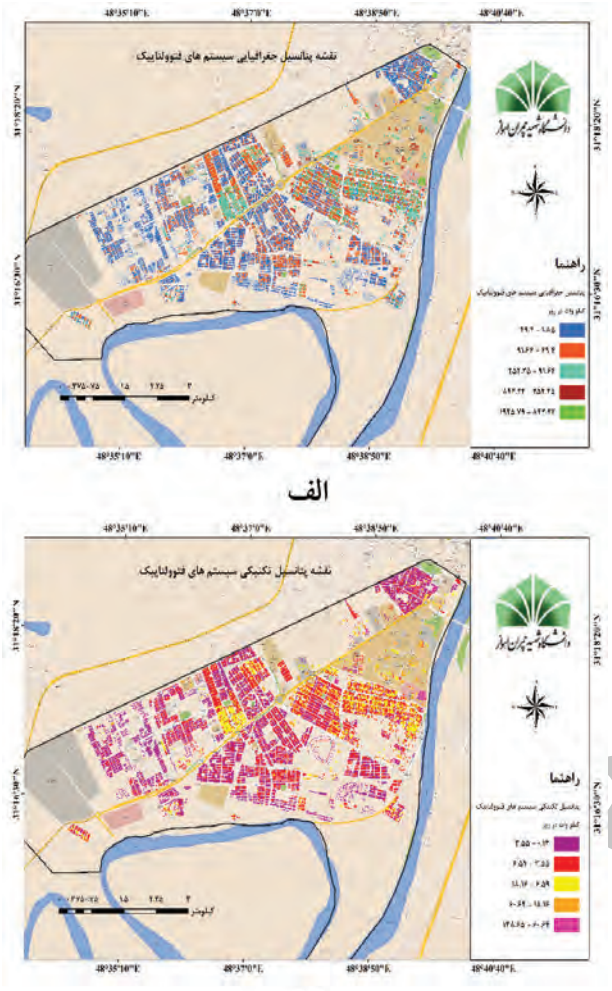
Archive of SID
www.SID.ir

۵-۳- محاسبه پتانسیل تولید الکتریسیته سیستم‌های فتوولتاییک

در بخش قبل تابش کل ورودی سالیانه (مجموع تابش‌های مستقیم و پراکنده) بر سقف‌های ساختمانی بوسیله مدل Solar Analyst مدلسازی شد و نقشه شبکه‌ای برحسب Wh/m2/ year ایجاد شد. همچنین نقشه ساعات خورشیدی یکی دیگر از خروجی‌های این مدل می‌باشد. به منظور محاسبه پتانسیل سیستم‌های فتوولتاییک برای سقف‌های ساختمانی، نقشه شبکه‌ای تابش کل سالیانه از Wh/m2/year به Kwh/m2/day تبدیل شد.

از آنجایی که در این مطالعه، سیستم‌های فتوولتاییک نوع مونو و پلی کریستالین برای انجام پتانسیل‌سنجی انتخاب شده‌اند، مقدار۰/۷۵، برای نسبت کارایی سیستم و مقدار میانگین ۱۹/۵ درصد برای راندمان تبدیل آن در نظر گرفته شد. بعد از تبدیل نقشه تابش کل سالیانه به Kwh/m2/day، نقشه ساعات خورشیدی هم بر تعداد روزهای سال تقسیم می‌شود تا میانگین ساعات آفتابی روزانه در طول سال مشخص شود. لایه سقف‌های ساختمانی، برای استخراج مقادیر تابش از نقشه شبکه‌ای تابش خورشیدی (Kwh/m2/ day) بکار برده شد.

مساحت نواحی سقف‌ها با ایجاد یک فیلد جدید در جدول Attribute این لایه بدست آمدند. محاسبه پتانسیل جغرافیایی با فرض اینکه ۵۰ درصد از مساحت سقف‌ها برای استفاده از انرژی خورشیدی مناسب هستند، انجام می‌شود. پتانسیل جغرافیایی سیستم‌های PV برای سقف‌های مناسب، بوسیله Zonal Statistics بصورت جدول انجام شد. با استفاده از لایه مساحت سقف‌های مناسب، مقادیر تابش خورشید، در یک جدول Zonal Statistics استخراج شد(I). همین کار برای لایه ساعات آفتابی روزانه هم انجام شد(h). با استفاده از تابع join ، پتانسیل جغرافیایی برای هر سقف ساختمانی محاسبه می‌شود. در نهایت مقدار۰/۷۵، برای pr و مقدار میانگین ۱۹/۵ درصد برای ηm استفاده شد و پتانسیل تکنیکی سیستم‌های PV برای سقف‌های ساختمانی محاسبه شد (نگاره ۱۰).



نگاره۱۰: الف) نقشه پتانسیل جغرافیایی ب) نقشه پتانسیل تکنیکی سیستم‌های فتوولتاییک

۵-٤- طراحی و پیاده‌سازی سامانه Web GIS انرژی خورشیدی شهر اهواز

به منظور طراحی و پیاده‌سازی سامانه Web GIS، پیش از هر اقدامی می‌بایست جهت تعیین امکانات و قابلیت‌های مورد نیاز سامانه، نیازسنجی صورت گیرد. با توجه به عدم وجود آگاهی عمومی از ارزش انرژی تجدیدپذیر خورشید در مناطق شهری، طراحی و تهیه یک سامانه مکانی تحت وب ضمن ایفای نقش در افزایش سطح آگاهی‌های عمومی، قابلیت استفاده به عنوان یک سیستم پشتیبان تصمیم‌گیری

Archive of SID
www.SID.ir

به منظور ارزیابی امکان سنجی توسعه سیستم‌های تبدیل انرژی خورشیدی را فراهم می‌آورد. در این سامانه هریک از کاربران می‌توانند مکان‌های مورد نظر خود را بررسی کنند و به انجام تجزیه و تحلیل بپردازند. سیستم اطلاعات جغرافیایی تحت وب یکی از ابزارهای بدیهی برای رسیدن به این هدف می‌باشد زیرا یک مرجع بصری (نقشه‌های کاداستر خورشیدی) برای ما فراهم می‌کند. معماری سامانه تحت وب حاضر از ۵ جزء تشکیل شده است که عبارتند از: ۱- واسط کاربر برای مخدوم که جهت آنالیز و دسترسی به داده‌ها است. ۲- سرویس دهنده یا خادم وب و برنامه کاربردی وب برای گرفتن درخواست کاربر و ارسال به خادم نقشه می‌باشد. ۳- خادم نقشه برای آنالیز داده‌ها و پرس وجو که بر اساس درخواست کاربر است. ٤- خادم داده برای دسترسی به داده‌ها از پایگاه داده و دادن داده‌ها به خادم نقشه برای آنالیز می‌باشد. ۵- پایگاه داده که شامل داده‌های مکانی می‌باشد. معماری سامانه در نگاره ۱۱ ارائه شده است.

معماری سامانه Web GIS انرژی خورشیدی شهر اهواز، مانند ساختار کلاینت- سرور و از نوع مخدوم ضعیف است. از آنجایی که روند تهیه، آماده‌سازی و مدلسازی لایه‌های اطلاعاتی در بخش‌های قبل به تفصیل بیان شد، در این مرحله نحوه پیاده‌سازی سامانه به طور کامل شرح داده می‌شود.

روند پیاده‌سازی سیستم همانند نگاره ۱۲ است. در مرحله نخست، اقدام به نصب نرم‌افزارها می‌شود. برای انتخاب نرم‌افزارهای مناسب جهت این پژوهش با توجه به مطالعات انجام شده در این زمینه، بکارگیری نرم‌افزارهای منبع باز جهت انجام این پژوهش بهترین گزینه بوده و با توجه به قابلیت‌های این نرم‌افزارها، می‌توان گفت بکارگیری نرم‌افزارهای منبع باز جهت رسیدن به اهداف این تحقیق کاملاً مناسب می‌باشد.

در ادامه به نحوه پیاده‌سازی داده‌ها، نرم‌افزار پایگاه داده و طراحی سیستم می‌پردازیم. در این قسمت پس از نصب نرم‌افزارهای مورد نظر، پیاده‌سازی سامانه Web GIS انرژی خورشیدی شهر اهواز انجام شد که مراحل انجام کار در ادامه آورده شده است. در این پژوهش از نرم‌افزار PostgreSQL 9.5 به عنوان سیستم مدیریت پایگاه داده استفاده شد. این نرم‌افزار به دلیل توانایی پشتیبانی از پایگاه داده مکانی Post GIS، که یک پایگاه داده مکانی منبع باز است، مورد استفاده قرار گرفت. به منظور وارد کردن لایه‌های اطلاعاتی تهیه شده به پایگاه داده Post GIS، از افزونه مکانی Post GIS shape file and DBF Loader استفاده شد. با استفاده از این افزونه مکانی می‌توان لایه‌های اطلاعاتی را به صورت جداگانه و در قالب جداولی ذخیره نمود.

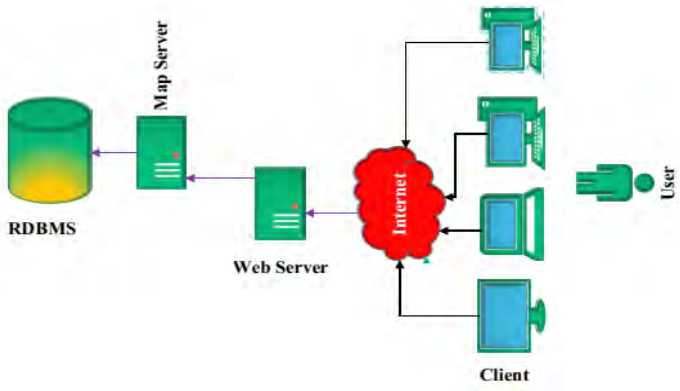
پس از وارد کردن تمامی لایه‌های اطلاعاتی مورد نیاز و تعریف خصوصیات مکانی از جمله نوع سیستم مختصات و ستون هندسی، این لایه‌ها به صورت جداولی جداگانه در پایگاه داده Post GIS ذخیره می‌شوند که در محیط این پایگاه داده قابلیت پرسشگیری و گرفتن خروجی‌های مورد نظر را خواهند داشت. پس از آماده‌سازی پایگاه داده، لازم است تا داده‌های مکانی موجود در آن در قالب نقشه انتشار یابند که فراهم آوردن این امکان، بهره‌گیری از یک خادم نقشه مناسب را می‌طلبد.

در این پژوهش نرم‌افزار GeoServer 2.6.1 بعنوان خادم نقشه انتخاب شد. پس از ورود و آماده‌سازی داده‌های مکانی در Geoserver، می‌توان هر یک از لایه‌های آماده شده را در بخش پیش نمایش لایه مشاهده کرد. این بخش امکان مشاهده هر یک از لایه‌ها را به فرمت‌های مختلف از جمله Open Layer فراهم می‌سازد. در واقع Open Layer یک کتابخانه JavaScript جهت نمایش داده‌های مکانی در مرورگرهای مدرن و به روز وب است. نگاره ۱۳ پیش نمایش لایه پتانسیل تکنیکی سیستم‌های فتوولتاییک را نشان می‌دهد.

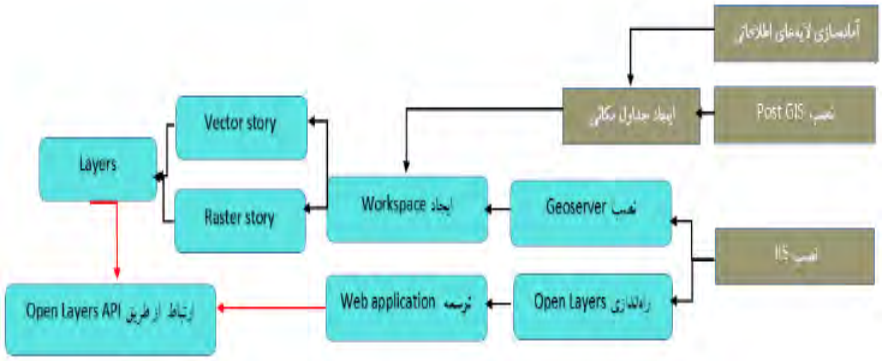
واسط کاربری با استفاده از زبان برنامه نویسی جاوا اسکریپت و HTML تهیه گردید. در واقع با این زبان برنامه‌نویسی یک رابط کاربری قوی که قابلیت استفاده از

Archive of SID

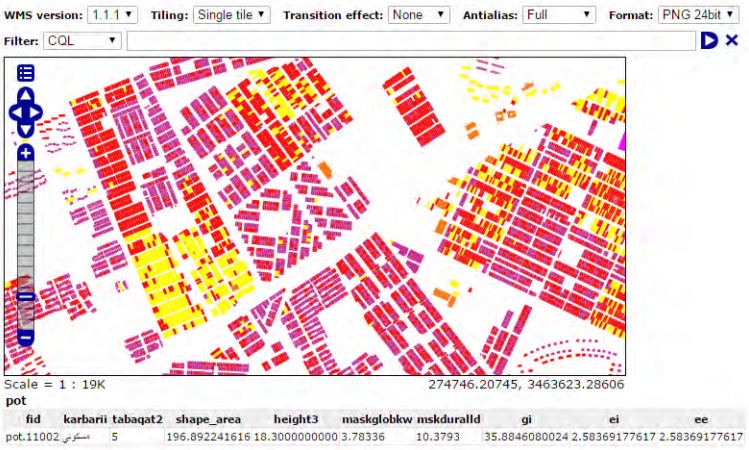
www.SID.ir



نگاره ۱۱: معماری سامانه



نگاره ۱۲: پیاده‌سازی سامانه



نگاره ۱۳: پیش نمایش لایه پتانسیل تکنیکی سیستم‌های فتوولتاییک منطقه با فرمت Open Layer

منابع GIS را دارد، تولید گردید. برای طراحی واسط کاربری از کتابخانه OpenLayer API استفاده شده است. این کتابخانه قابلیت پشتیبانی از توابع مکانی مختلف را دارد و معمولاً به صورت یک بسته نرم‌افزاری با GeoServer بکار می‌روند. تمام کدهای مورد نیاز در محیط نرم‌افزار Notepad++ نوشته و ویرایش شدند.

در واقع این واسط کاربری طراحی شده قابلیت روشن و خاموش کردن لایه‌های مختلف را به کاربر می‌دهد. جهت تعامل راحت‌تر کاربر با نقشه، امکاناتی همچون بزرگ-نمایی، کوچک‌نمایی و جابجایی در نظر گرفته شده است. همانگونه که در قسمت اهداف پژوهش گفته شد کاربر سامانه باید بتواند که از امکان استفاده خود از سیستم‌های تبدیل انرژی خورشیدی آگاهی داشته باشد.

در این سامانه کاربر با کلیک بر روی سقف ساختمانی

www.SID.ir

نگاره ۱۴: الف) ارائه لایه‌های شبکه معابر شهری، ترانسفورماتورها و شبکه فشار متوسط برق منطقه ب) لایه اولویت‌بندی منطقه برای پتانسیل توسعه سیستم‌های فتوولتاییک در منطقه پ) نمایش نمودار تابش مستقیم ماهیانه به تفکیک ماه‌های سال برحسب کیلو وات ساعت بر متر مربع در ماه ت) لایه میانگین تابش پراکنده منطقه ث) نحوه نمایش داده‌های توصیفی با کلیک بر روی آنها

خود از پتانسیل آن برای راه‌اندازی سیستم‌های فتوولتاییک مطلع خواهد شد. در بخش نقشه‌های مدلسازی که در واقع هدف اصلی طراحی و پیاده‌سازی سامانه به شمار می‌رود، می‌توان از این قابلیت‌های سامانه استفاده کرد. یکی دیگر از امکانات موجود در این سامانه، ارائه اطلاعات تابشی منطقه به صورت نمودارهای دینامیکی می‌باشد. این نمودارها مقادیر میانگین تابش‌های کل، مستقیم و پراکنده را به صورت ماهیانه ارائه می‌دهند. همچنین نمودار میانگین تعداد ساعات آفتابی در ماه را می‌توان در این بخش مشاهده کرد. نتایج حاصل از انجام آنالیزها در محیط مرورگرهای وب در نگاره ۱۴ ارائه شده است.

www.SID.ir

٦- نتیجه‌گیری

در این مطالعه تلاش شد تا روشی کاربردی برای شناسایی پتانسیل انرژی خورشیدی منطقه ٤ اهواز ارائه شود. با وجود اینکه اکثر مناطق مورد مطالعه برای بهره‌گیری از انرژی خورشیدی از پتانسیل خوبی برخوردارند، ولی شناسایی مناطقی که پتانسیل بالاتری دارند، می‌تواند در افزایش بازدهی تولید الکتریسیته و مقرون به صرفه شدن الکتریسیتهٔ تولیدی از این فناوری، بسیار مؤثر باشند. در کنار مزایای زیاد فناوری فتوولتائیک، یکی از معضلات استفاده از آن، سرمایهٔ اولیهٔ فوق‌العاده زیاد برای راه‌اندازی این نوع نیروگاه‌ها است. بنابراین شناسایی بهترین مناطق برای نصب تجهیزات فتوولتائیک، می‌تواند مهمترین گام برای این منظور باشد. برآورد تابش کل دریافت شده در منطقه مورد مطالعه با استفاده از روش تحلیلی مدل Solar Analyst، میزان مجموع تابش کل خورشید را از ۰/٤ تا ١٤٦١ کیلو وات ساعت بر متر مربع در سال نشان داد. همچنین محاسبه پتانسیل جغرافیایی منطقه و بطور خاص محاسبه پتانسیل جغرافیایی سقف‌های ساختمانی با استفاده از مدل رقومی سطح انجام شد و نتایج نشان داد که بخش عمده‌ی منطقه دارای پتانسیل ۱ تا ٤۹ کیلو وات در روز است.

پتانسیل تکنیکی (Ei) خورشید برای سقف‌های ساختمانی با استفاده از پتانسیل جفرافیایی محاسبه شد و مقدار آن از ۰/۱ تا ۱۳۸ کیلو وات در روز تغییر را نشان داد. همچنین نتایج حاصل از سیستم استنتاج فازی نشان می‌دهد که ۱۰ کیلومتر مربع از مساحت کل منطقه دارای اولویت توسعه متوسط و ۰/۷ کیلومترمربع به اولویت توسعه خیلی زیاد اختصاص دارد که به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را تشکیل می‌دهند.

پژوهش حاضر ضمن تأکید بر موفقیت آمیز بودن بهره‌گیری از فناوری Web GIS در حوزه انرژی تجدیدپذیر خورشید، استفاده از این فناوری را به عنوان راهکاری نوین و کارآمد جهت مدیریت مؤثر و برنامه‌ریزی در این زمینه مورد تأکید قرار می‌دهد.

در این پژوهش، طراحی سامانه مکانی تحت وب، به طور کامل با نرم‌افزارهای منبع باز انجام شده است، بنابراین مشکلاتی مانند داشتن مجوز و در دسترس نبودن کدهای منبع را نداشته و افراد می‌توانند به‌راحتی به کدهای منبع این نرم‌افزارها دسترسی داشته و آنها را تغییر دهند. نتایج حاصل از پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از نرم‌افزارهای منبع باز مکانی برای انجام آنالیزهای مکانی مناسب بوده و دارای سرعت، دقت و امنیت لازم هستند. همچنین نتایج نشان می‌دهند که پایگاه داده‌ی Post GIS به خوبی توانایی ذخیره سازی و مدیریت داده‌های مکانی و توصیفی را داراست. نتیجه‌ی پژوهش، سامانه‌ی Web GIS انرژی خورشیدی شهر اهواز است که دارای کلیه لایه‌ها و اطلاعات مربوطه بوده و قابلیت به‌روز رسانی را دارا می‌باشد.

منابع و مآخذ

۱- احمدی‌زاده، س. (۱۳۸۲). تعیین و به کارگیری مدل‌های کمی اکولوژیک در محیط GIS، (رساله دکترا)، دانشگاه تربیت مدرس.

۲- سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی خوزستان، ۱۳۹۰

۳- سبزی‌پرور، ع. ختار، ب. و محب‌زاده، ح. (١٣٩٤). بررسی و مقایسه توانایی GIS در پهنه‌بندی توزیع فصلی و سالانه تابش خورشیدی کل (بررسی موردی: استان‌های مرکزی ایران). مجله ژئوفیزیک ایران، ۹(۲)، ۲۹-١٤.

٤- عصاره‌زادگان، مهشید (۱۳۹۳). طراحی و اجرای Web-GIS آتش نشانی با تأکید برمسیریابی بهینه به محل حادثه، پایان‌نامه کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، به راهنمایی کاظم رنگزن ، دانشکده علوم زمین، دانشگاه شهید چمران اهواز.

٥- غفاری‌زاده دیزجی، هما. (۱۳۸۸). دسته‌بندی زیردریایی‌ها با استفاده از سیستم استنتاج فازی، (پایانامه کارشناسی ارشد)، دانشگاه اراک.

٦- کابلی‌زاده، م. (۱۳۹۲). بازسازی سه بعدی اتوماتیک ساختمان در مناطق شهری با استفاده از منطق فازی

Archive of SID

www.SID.ir

و منحنی‌های فعال هندسی، (رساله دکتری گرایش فتوگرامتری)، دانشگاه صنعتی خواجه نصیر الدین طوسی، تهران.

۷- کوره‌پزان دزفولی، ا. (۱۳۸۷)، اصول تئوری مجموعه‌های فازی و کاربرد آن در مدل سازی مسائل مهندسی آب،: انتشارات جهاد دانشگاهی واحد صنعتی امیرکبیر.

8- Agugiaro, G., Nex, F., Remondino, F., De Filippi, R., Droghetti, S., & Furlanello, C. (2012). Solar Radiation Estimation on Building Roofs and Web-Based Solar Cadaster, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, I-2, 177-182.

9- Brumen, M., Luka, N., & Zalik, B. (2014). GIS Application for Solar Potential Estimation on Buildings Roofs. Paper presented at the The Second International Conference on Building and Exploring Web Based Environments.

10- Carl, C. (2014). Calculating solar Photovoltaic Potential on Residental Rooftops in Kailua Kona, Hawaii. (Master of Science Geographic Information Science and Technology), Faculty of the USC Graduate School University of Southern California.

11- ESRI. (2014). How solar radiation is calculated. Retrieved from http://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-solar-radiation-is-calculated.htm.

12- Foong, K. C., Chee, C. T., & Wei, L. S. (2010). Adaptive network fuzzy inference system (ANFIS) handoff algorithm. Paper presented at the International Conference on Future Computer and Communication.

13- Fu, P., & Rich, P. M. (1999). Design and implementation of the Solar Analyst: an ArcView extension for modeling solar radiation at landscape scales. Paper presented at the Proceedings of the Nineteenth Annual ESRI User Conference.

14- Fu, P., & Rich, P. M. (2000). A geometric solar radiation model with applications in agriculture and forestry. Computers and electronics in agriculture, 37(1), 25-35.

15- Gillavry, E.M. (2000). Cartographic aspects of web GIS – Software, Department of Cartography Utrecht University.

16- Holstein, B. (2015). Analysing Photovoltaic Potential Using a Geographic Information System: a Case Study of Prince William County Public Schools (Master of Environmental Science and Policy), Faculty of the USC Graduate School University of George Mason University.

17- Hoogwijk, M. M. (2004). On the global and regional potential of renewable energy sources, Universiteit Utrecht, Faculteit Scheikunde.

18- Kauria, L. (2016). Developing a Global Location Optimization Model for Utility-Scale Solar Power Plants. (Master's thesis Geography Geoinformatics), University of Helsinki Faculty of Science.

19- Li, D. (2013). Using GIS and Remote Sensing Techniques for Solar Panel Installation Site Selection (Master of Science in Geography), University of Waterloo.

20- Mahtta, R., Joshi, P., & Jindal, A. K. (2014). Solar power potential mapping in India using remote sensing inputs and environmental parameters. Renewable Energy, 71, 255-262.

21- Ramachandra, T., Jain, R., & Krishnadas, G. (2011). Hotspots of solar potential in India. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 15(6), 3178-3186.

22- Šúri, M., & Hofierka, J. (2004). A new GIS based solar radiation model and its application to photovoltaic assessments. Transactions in GIS, 8(2), 175-190.

23- Šúri, M., Huld, T. A., & Dunlop, E. D. (2005). PV-GIS: a web-based solar radiation database for the calculation of PV potential in Europe. International Journal of Sustainable Energy, 24(2), 55-67.

Archive of SID

www.SID.ir