



## معاونت پژوهشی

کد سند: RO-S-F-27-02

تاریخ صدور: ۱۳۹۹/۴/۲۲

تاریخ ویرایش: ۱۳۹۹/۵/۱۵

## فرم خلاصه فارسی طرح / پروژه

**عنوان طرح / پروژه:** تهیه اطلس جامع گرمایش و گرمایش خورشیدی کشور در حوزه ساختمان

واحد مجری:	طرح فناوریهای پربازده تجهیزات گرمایشی در ساختمان	کارفرما:	پژوهشگاه نیرو
مدیر طرح / پروژه:	رامین حاجیان	مجری:	سعید محقق
کد مالی پروژه:	۱۴۲۱۰۱	کد کیفی پروژه:	PMEBPN01
نوع طرح / پروژه:	پیمانی	معاونت:	فناوری

**همکاران:** رامین حاجیان - سعید محقق دولت آبادی - مصطفی سفید گر - پوریا عروجی - کامران کی نژاد - مژگان مرادی - مهران سعادت نسب - نارک بابایان - مریم رضایی

### ضرورت انجام پروژه / طرح:

به منظور تعیین سیاست‌های مربوط به گرمایش ساختمان (اعم از تعرفه‌گذاری انرژی، توسعه و حمایت از فناوری‌های نوین مانند گرمایش خورشیدی و بهینه‌سازی مصرف انرژی) ضرورت دارد ابتدا شناختی جامع از وضعیت موجود (اعم از شاخص‌های مصرف انرژی، وضعیت آماری ساختمانها، وضعیت پتانسیل خورشید و سایر موارد مرتبط) ایجاد شود. به این منظور یک اطلس جامع در زمینه گرمایش و گرمایش خورشیدی باید تدوین شود.

### اهداف پروژه / طرح:

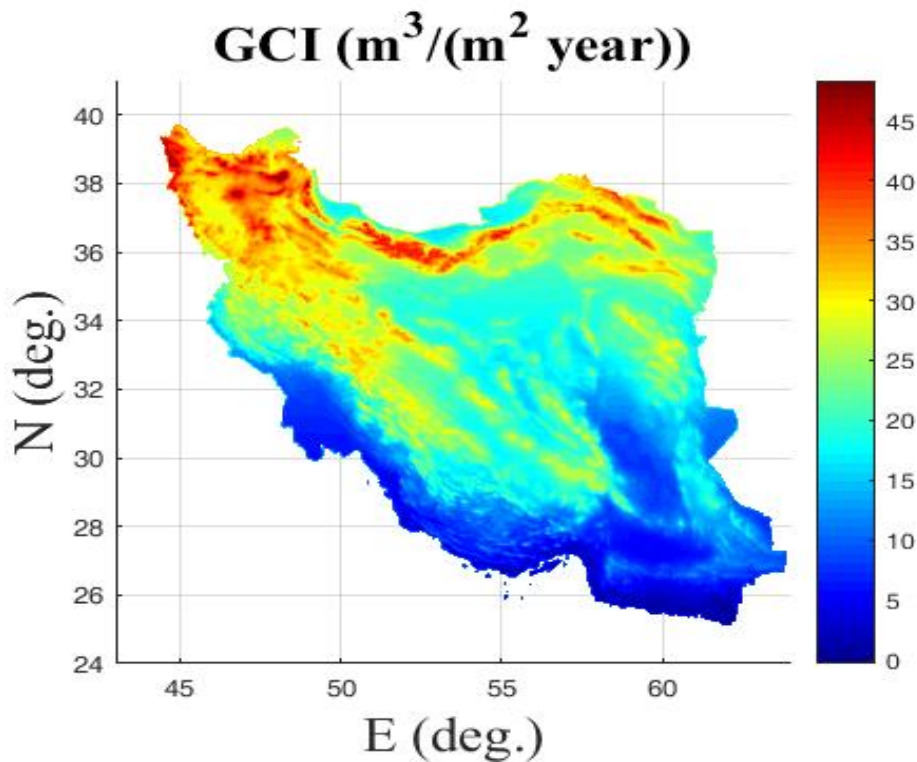
هدف از این پروژه "تهیه اطلس جامع گرمایش و گرمایش خورشیدی کشور در حوزه ساختمان" می باشد. به عبارت دیگر، تعیین وضعیت مصرف حامل‌های انرژی در ساختمان‌های کشور در جهت تامین گرمایش (گرمایش فضای داخلی ساختمان‌های مسکونی و غیر مسکونی، تامین آب گرم بهداشتی و طبخ غذا) و در ادامه امکان‌سنجی تامین بخشی از این حامل‌های انرژی توسط سیستم‌های گرمایش خورشیدی می باشد. با توجه به تنوع اقلیم و تنوع وضعیت ساختمان‌ها، در این پروژه به کمک داده‌برداری میدانی، تحلیل آمارهای رسمی و شبیه‌سازی مصرف انرژی ساختمان، اطلس مذکور استخراج و تدوین می‌شود.

### چکیده پروژه / طرح:

قرارگیری در عرض‌های جغرافیایی متفاوت و تنوع ناهمواری‌ها در کشور ایران سبب شده است تا شرایط اقلیمی ایران به گونه‌ای باشد که تغییرات روز درجات گرمایش مطابق با نتایج بدست آمده در این تحقیق در مناطق مسکونی کشور در محدوده ۶۰ تا ۳۰۰۰ روز درجه باشد. این تنوع اقلیمی در کنار الگوهای مختلف ساخت و ساز و همچنین عدم نظارت مناسب در اجرایی شدن قوانین و استانداردهای حاکم در فرآیند طراحی و ساخت ساختمانها سبب شده است تا شناسایی وضعیت کنونی شاخصهای مصرف انرژی در بخش ساختمان به منظور اتخاذ برنامه‌های جدید از اهمیت خاصی برخوردار باشد. از همین رو در این مطالعه و در بخش تدوین اطلس گرمایش کشور در حوزه ساختمان به بررسی شاخصهای مصرف انرژی ساختمان‌های مسکونی کشور در بخش گرمایش فضا و تامین آب گرم مصرفی پرداخته شده و با استفاده از تلفیق نتایج تحلیل اطلاعات آماری، پرسشنامه‌های تکمیل شده از تعداد ۵۰۰ ساختمان و نتایج شبیه‌سازی ساختمان مرجع در اقلیم‌های مختلف آب و هوایی اطلس گرمایش ساختمانهای مسکونی کشور تهیه گردید. مطابق با نتایج بدست آمده متوسط شاخص مصرف انرژی گرمایشی ساختمانها در گستره ایران می‌تواند از کمتر از  $1 \frac{m^3 N.G}{m^2.Yr}$  تا بالاتر از  $41,3 \frac{m^3 N.G}{m^2.Yr}$  متغیر باشد، حال آنکه در سردترین مرکز استان کشور ایران متوسط این شاخص به  $26,3 \frac{m^3 N.G}{m^2.Yr}$  و در گرمترین مرکز استان برابر با  $2,2 \frac{m^3 N.G}{m^2.Yr}$  می باشد.

در بخش انجام مطالعات تدوین اطلس جامع خورشیدی نیز در گام اول به الزامات طراحی، شبیه سازی و نحوه ی چیدمان سیستم های آبرگرمکن خورشیدی پرداخته شد. پس از بررسی حالت های کلی در به کارگیری کلکتورها در تامین آبرگرم مصرفی طبقات مختلف یک ساختمان آپارتمانی، یکی از رایج ترین حالت های به کارگیری آبرگرمکن های خورشیدی یعنی سیستمی با کلکتور مرکزی، مخزن آبرگرم (خورشیدی و ذخیره) مرکزی، سیستم گرمایش کمکی، به همراه لوله کشی به طبقات جهت انجام شبیه سازی ها انتخاب شد. یکی از مهم ترین پارامترهای ورودی در طراحی سیستم، بار آبرگرم مصرفی است. بنابراین دو سناریوی آبرگرم مصرفی، یکی ۱۵۰ لیتر در روز به ازای هر نفر و دیگری بر اساس نتایج حاصل از اطلس بار پایه در استان های مختلف در نظر گرفته شد. زاویه ی شیب بهینه ی نصب کلکتورها جهت دریافت بیشترین تابش خورشیدی نیز از جمله مواردی است که باید به تناسب هر مکان تعیین شود. بنابراین، زوایای شیب بهینه در ۵۳ شهر مختلف کشور در بازه های زمانی سالانه، تابستان (آوریل تا سپتامبر)، و زمستان (اکتبر تا مارس) بررسی و در قالب اطلس ارائه گردید. نتایج حاصل از بررسی زوایای شیب بهینه نشان دادند که این عدد به صورت سالانه عددی نزدیک به عرض جغرافیایی آن مکان است و به آن وابستگی زیادی دارد. همچنین، بررسی پتانسیل تابش خورشیدی بر روی صفحاتی با شیب بهینه در شهرهای مختلف کشور بار دیگر نشان داد که از پتانسیل خوبی بهره مند هستیم؛ به طوری که تقریباً تمامی شهرها به طور میانگین از تابش روزانه ۴ ساعت برخوردار می باشند. نتایج حاصل از این بخش، یعنی میزان تابش خورشیدی بر روی صفحات با شیب بهینه در سه بازه ی زمانی سالانه، تابستان، و زمستان در قالب اطلس ارائه شد. در نهایت، با توجه به موارد ذکر شده و داشتن دو نوع کلکتور، یعنی صفحه تخت و لوله خلا، و در نظر گرفتن دو سناریوی آبرگرم مصرفی، شبیه سازی آبرگرمکن های خورشیدی در شهرهای مختلف کشور، از جمله مراکز استان ها صورت پذیرفت. بدیهی است که با توجه به راندمان بیشتر کلکتورهای لوله خلا، مساحت مورد نیاز به ازای یک سهم خورشیدی ثابت نسبت به کلکتورهای صفحه تخت کمتر خواهد بود. نتایج حاصل از این بخش نیز در قالب اطلس ارائه شده است.

ارائه اطلس جامع گرمایش و گرمایش خورشیدی در ساختمان از نتایج اصلی این مطالعه بوده اند. در اطلس جامع گرمایش کشور در حوزه ساختمان، میزان معادل مصرف گاز طبیعی که برای گرمایش فضاها در ساختمانهای مسکونی کشور مورد استفاده قرار می گیرد نمایش داده شده است.



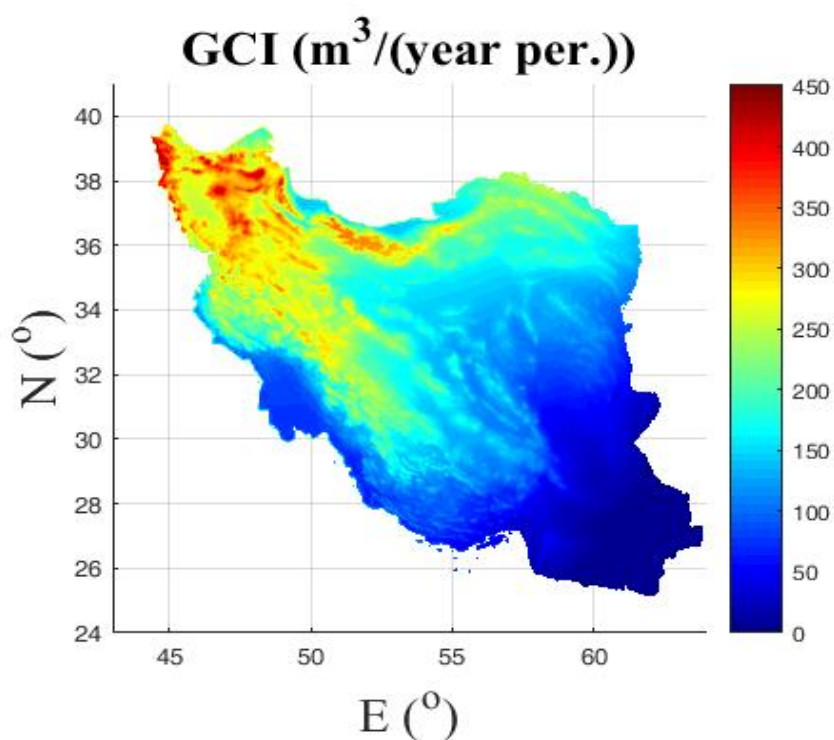
شکل ۱: اطلس شاخص انرژی دوره گرمایش ساختمانهای مسکونی در گستره ایران

بر اساس این اطلس، در جدول زیر نیز درصد مساحت ایران و شاخص مصرف انرژی کنونی دوره گرمایش ساختمانهای مسکونی کشور (معادل متر مکعب گاز طبیعی) بیان شده است.

جدول ۱: درصد مساحت ایران در شاخص های مصرف گاز مختلف (مترمکعب بر مترمربع در سال)

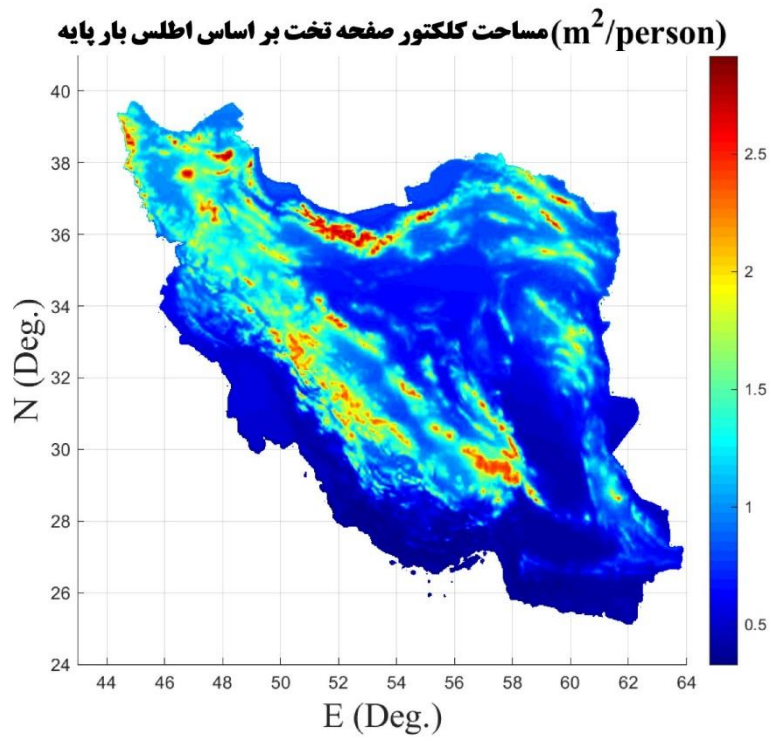
ردیف	از	تا	درصد مساحت ایران
۱	>	۶,۷	۴,۲
۲	۶,۷	۱۳,۶	۱۰,۳
۳	۱۳,۶	۲۰,۵	۱۴,۶
۴	۲۰,۵	۲۷,۵	۱۴,۶
۵	۲۷,۵	۳۴,۴	۹,۴
۶	۳۴,۴	۴۱,۴	۲,۷
۷	۴۱,۴	<	۰,۳

در شکل زیر میزان معادل مصرف گاز طبیعی که در گستره ایران برای تامین آب گرم بهداشتی مورد استفاده قرار می گیرد نمایش داده شده است.

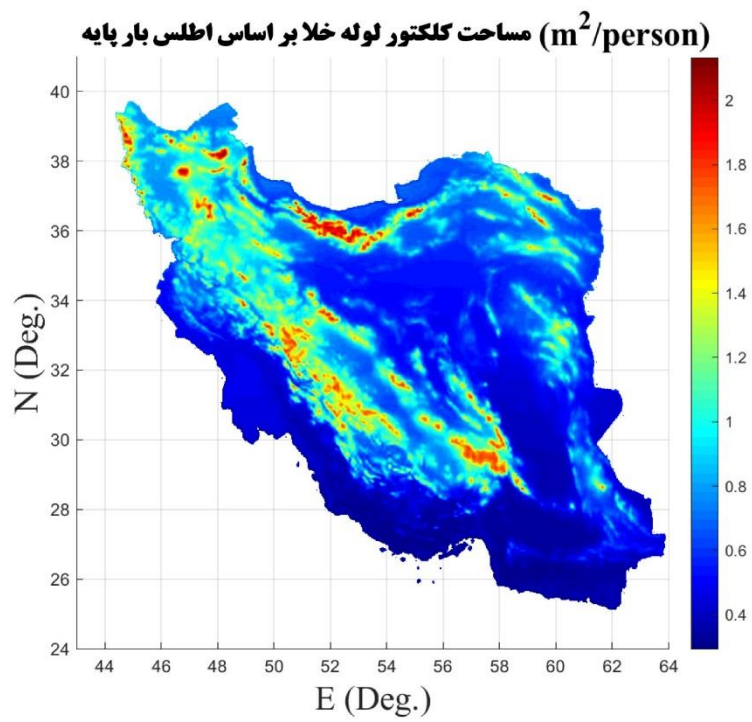


شکل ۲: اطلس شاخص مصرف گاز پایه در گستره ایران

در بخش مطالعات تدوین اطلس گرمایش خور شیدی کشور در حوزه ساختمان، اطلس برآورد مساحت کلکتور صفحه تخت و لوله خلا برای تامین بار پایه ساختمانها و یا تامین ۱۵۰ لیتر در روز آب گرم بهداشتی از نتایج اصلی پروژه می باشند.

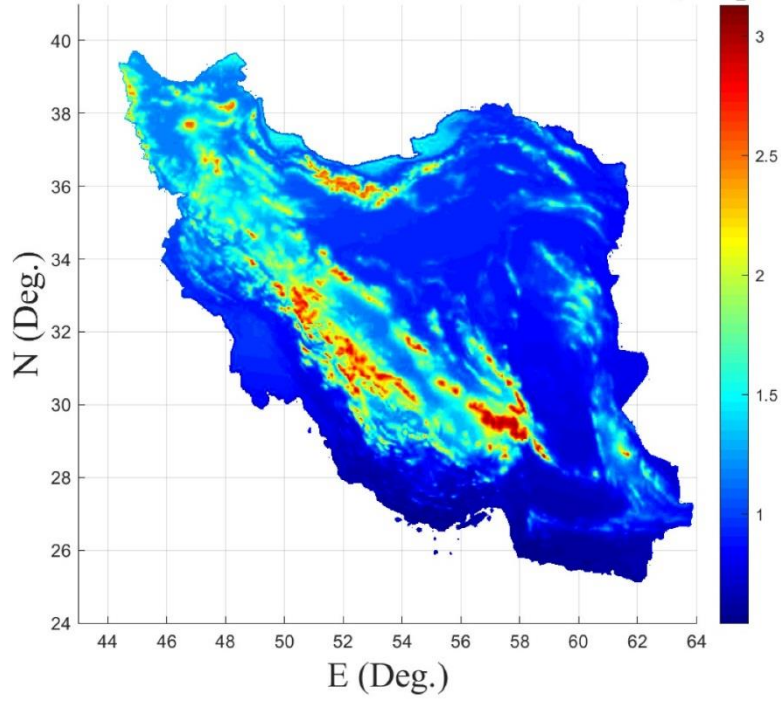


شکل ۳: مساحت کلکتور صفحه تخت بر اساس میزان آبگرم مصرفی اطلس بار پایه ( $m^2/person$ )



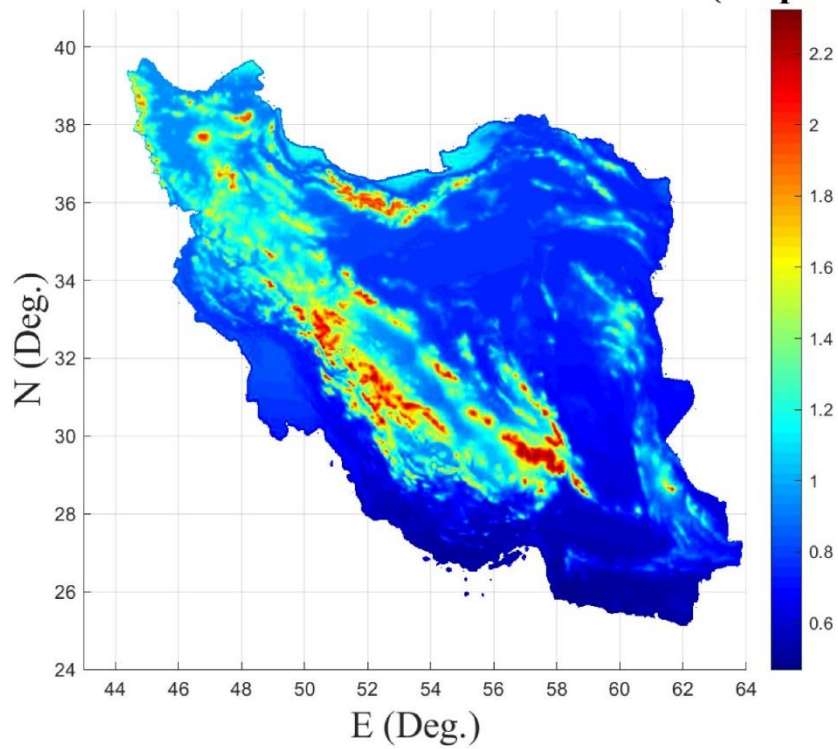
شکل ۴: مساحت کلکتور لوله خلا بر اساس میزان آبگرم مصرفی اطلس بار پایه ( $m^2/person$ )

مساحت کلکتور صفحه تخت بر اساس مصرف ۱۵۰ لیتر آبگرم بهداشتی ( $m^2/person$ )



شکل ۵: مساحت کلکتور صفحه تخت بر اساس مصرف ۱۵۰ لیتر آبگرم بهداشتی ( $m^2/person$ )

مساحت کلکتور لوله خلا بر اساس مصرف ۱۵۰ لیتر آبگرم بهداشتی ( $m^2/person$ )



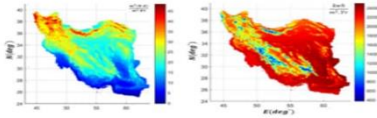
شکل ۶: مساحت کلکتور لوله خلا بر اساس مصرف ۱۵۰ لیتر آبگرم بهداشتی ( $m^2/person$ )



نرم افزار نسخه اندروید اطلس جامع گرمایش و گرمایش خورشیدی کشور دارای بانک کامل موقعیت جغرافیایی شهرها و استانهای کشور می باشد و این امکان را فراهم می آورد که کاربر با انتخاب شهر دلخواه به نتایج تحلیل شاخصهای مصرف انرژی دوره گرمایش ساختمان مسکونی در آن ناحیه دست نماید. همچنین این امکان در نرم افزار فراهم گردیده است تا با وارد نمودن مختصات جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا منطقه ای مشخص که در بانک اطلاعات شهرهای کشور موجود نبوده است، به نتایج شاخصهای مصرف انرژی دوره گرمایش و همچنین نتایج تحلیلهای سیستم های آبگرمکن خورشیدی در آن منطقه دست یافت.

نرم افزار

اطلس جامع گرمایش و گرمایش خورشیدی کشور در حوزه ساختمان



## مراحل و روش های انجام پروژه/طرح:

مراحل پروژه:

- ۱- تعیین میزان تقاضا، مصرف فعلی و هزینه انرژی گرمایشی
- ۲- مقایسه میزان مصرف انرژی گرمایشی با استاندارد و بررسی بازار مصرف گرمایشی خورشیدی
- ۳- تعیین پتانسیل گرمایش خورشیدی، پیشنهادات اجرایی و تهیه اطلس

روش های مورد استفاده:

- داده برداری میدانی از ۵۰۰ ساختمان
- تحلیل آمارهای رسمی مصرف انرژی و آمارهای مربوط به ساختمان
- شبیه سازی مصرف انرژی ساختمان با استفاده از نرم افزار
- جمع داده ها و تدوین نرم افزار اطلس به صورت عددی و گرافیکی

**اهم نتایج به دست آمده از انجام پروژه/طرح (خروجی های فنی، ثبت اختراع، مقالات، کتب، گزارش های فنی و ...):**

- ✓ چهار گزارش فنی به علاوه یک خلاصه گزارش
- ✓ یک سمینار در سطح پژوهشگاه و چند ارائه تفصیلی در جلسات مختلف
- ✓ نرم افزار اطلس گرمایش و گرمایش خورشیدی در دو نسخه دسکتاپ و اندروید
- ✓ یک مقاله ISI در وضعیت under review
- ✓ یک مقاله در حال تدوین