پتانسیل انرژی خورشیدی در ایران

جلال صمیمی
دانشیار دانشکدهٔ فیزیک
دانشگاه صنعتی شریف

مقدمه

ایران از لحاظ انرژی خورشیدی، پتانسیل بالایی را داراست. در این زمینه، اظهار نظر کمّی باید به دو روش صورت گیرد: الف) بر پایهٔ اندازه‌گیریها و آمار مبتنی باشد و ب) بر پایهٔ برآوردی صحیح و معقول انجام پذیرد. قبل از ورود به این بحث، ابتدا لازم است تا مختصری دربارهٔ اهمیت توجه به انرژی خورشیدی در ایران گفته شود. عموماً دو ویژگی اصلی را به عنوان وجه تمایز انرژی خورشیدی ذکر می‌کنند: ۱ـ لایزال بودن و ۲ـ آلوده نساختن محیط زیست

منابع انرژیهای فسیلی (زغال سنگ، نفت، گاز و...) و نیز انرژی هسته‌ای، محدودند و رو به زوال. از طرف دیگر، این انرژیها محیط‌زیست را آلوده می‌کنند. باتوجه به اینکه ایران در پیچ و خم مرحلهٔ توسعهٔ صنعتی به سر می‌برد و در این مرحله، عموماً به حفظ محیط‌زیست کمتر توجه می‌شود، طبیعی است که ویژگی دوم انرژی خورشیدی (آلوده نساختن محیط زیست) در ایران در اذهان ـ و بعضاً در اذهان برنامه‌ریزان و سیاستگذاران ـ کم‌رنگ جلوه می‌کند. ویژگی لایزال بودن انرژی خورشیدی نیز به علت اینکه ایران در زمرهٔ غنی‌ترین کشورهای جهان از لحاظ ذخایر نفت و گاز است، جلوه‌ای ندارد. ولی باید توجه داشت که لایزال بودن منبع انرژی خورشیدی با این حقیقت همراه است که انرژی دریافتی سالانه‌ای را که به مصرف دلخواه نرسیده باشد، نمی‌توان در سالهای آتی مصرف کرد. حال آنکه، انرژی فسیلی و هسته‌ای مصرف نشده، نه تنها در ذخایر خود برای آینده ـ البته، برای آیندگان ـ باقی می‌ماند بلکه به ارزش نسبی آن نیز افزوده می‌شود. افزایش ارزش نسبی این گونه انرژیها بدان علت است که برای نمونه درخصوص نفت و گاز، با توسعهٔ صنایع پتروشیمی، دارویی، غذایی و غیره، موارد مصرف باارزش‌تری برای این فرآورده‌ها به وجود می‌آید. باید توجه داشت که رابطهٔ ارزش یک کالا با قیمت آن ـ تا زمانی که فشارهای سیاسی و ناعادلانه بر بازار مسلط باشد ـ بسیار ضعیف است. امروزه، قیمت فرآورده‌های نفتی در بازار بین‌المللی بسیار کمتر از ارزش آن نسبت به سایر کالاهاست. جایگزین کردن آن بخش از مصارف این فرآورده با انرژی خورشیدی ـ که امروزه به آسانی قابل جانشینی است ـ به معنای حفظ کالایی است که هم ارزش نسبی آن رو به افزایش است و هم، قیمت آن لاجرم افزایش خواهد یافت.

ویژگی دیگر انرژی خورشیدی آن است که در بسیاری از موارد، مصرف آن نیازی به شبکهٔ توزیع و انتقال ندارد. عموماً، بیش از پنجاه درصد هزینهٔ نفت و گاز و الکتریسیته‌ای که به دست مصرف‌کننده می‌رسد، مربوط به هزینه‌های انتقال و توزیع است. برای بسیاری از مصارف، انتقال و توزیع انرژی خورشیدی برای هر مترمربع از مساحت کشور ـ حتی به صعب‌العبورترین نقاط ـ هر روزه به طور طبیعی و رایگان صورت می‌گیرد! اهمیت این ویژگی بدیهی، زمانی بهتر درک می‌شود که توجه کنیم

در ایران، روستاهای بسیاری وجود دارند که از نعمت آب شیرین، آب گرم دائم برای استحمام و شست و شو و یا از روش بهداشتی برای خشک کردن محصولات کشاورزی و دیگر نعماتی که به آسانی با انرژی خورشیدی قابل حصول است، محروم هستند. انرژی خورشیدی برای ایران ـ از آن جهت که از نظر صنعتی توسعهٔ کامل نیافته است و عملاً فاقد صنایع و تکنولوژی پیشرفته است ـ مزیت دیگری نیز دارد. انرژی خورشیدی، واجد این ویژگی است که در بسیاری از موارد، مصرف آن نیازی به وجود صنایع پیچیده و تکنولوژی برتر ندارد. صنایع موجود ایران، توانایی تولید وسایلی از قبیل آب گرمکن خورشیدی، آب شیرین‌کن خورشیدی، اجاق خورشیدی و... را دارند. همچنین، ساخت نیروگاههای حرارتی خورشیدی نیز عملی است و با افتتاح کارخانهٔ فیبر نوری و سلولهای خورشیدی در بهار امسال، ساخت سلولهای خورشیدی نیز عملی شده است.

باوجود این، جز در موارد استفاده‌های اختصاصی، جایگزین کردن فرآورده‌های نفتی با انرژی خورشیدی، در گرو اقتصادی بودن مصرف انرژی خورشیدی است و این امر باتوجه به قیمت کاذب فرآورده‌های نفتی، در مقیاس وسیع در ایران به خودی خود میسر نخواهد بود. در صورتی که سیاستهایی در جهت تشویق و پرداخت پاداش اقتصادی برای جایگزین کردن مصرف فرآورده‌های نفتی با انرژی خورشیدی اتخاذ شود، این امر ممکن است در مقیاس وسیعی عملی شود و علاوه بر آن در بلندمدت، از طریق حفظ بخشی از ذخایر نفتی و همچنین حفاظت از محیط‌زیست، سود بیشتری برای کشور ما به ارمغان بیاورد.

برای هرگونه استفاده از انرژی خورشیدی و خصوصاً برای استفاده‌هایی که مستلزم برنامه‌ریزی درمقیاس بزرگ است (مثلاً، احداث نیروگاهها) داشتن اطلاعات کمّی در مورد پتانسیل انرژی خورشیدی ضروری است. آنچه در زیر ارائه می‌شود، خلاصه‌ای است از نتایج یک بررسی کمّی که نگارنده در مورد پتانسیل انرژی خورشیدی در ایران به عمل آورده است و مقالهٔ تفصیلی آن در سال جاری در مجلهٔ Solar Energy (امریکا) و مجلهٔ فیزیک (ایران) به چاپ می‌رسد.

روش بررسی پتانسیل خورشیدی ایران

بهترین روش بررسی پتانسیل انرژی خورشیدی، اندازه‌گیری مستقیم میزان انرژی خورشیدی در هر نقطه است. مقدار انرژی خورشیدی در واحد زمان که به هر سطحی می‌تابد (تابش خورشیدی)، در ساعات شبانه‌روز و نیز روزهای سال متغیر است و علاوه بر عرض جغرافیایی محل و ارتفاع آن از سطح دریا، به عوامل دیگری نیز بستگی دارد که مهم‌ترین آنها، عامل ابرناکی است که در فصول و سالهای مختلف متفاوت است. باتوجه به امر، اندازه‌گیری در هر محل، می‌بایست به طور مستمر و در سالهای متمادی صورت بگیرد تا از میانگین آماری آنها در بررسی پتانسیل انرژی خورشیدی استفاده شود. در ایران، اندازه‌گیری تابش خورشیدی در ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران از ۱۸ سال پیش انجام شده است و تنها در چند ایستگاه هواشناسی دیگر، این اندازه‌گیری باسابقه‌ای نه چندان طولانی صورت می‌گیرد. در کشورهای صنعتی، چنین اندازه‌گیریهایی از سالها پیش در اکثر ایستگاههای هواشناسی انجام می‌شود. باوجود این، حتی در کشورهای صنعتی، ایستگاههای هواشناسی از یکدیگر فاصله دارند و چنین اندازه‌گیریهایی برای هر نقطهٔ دلخواه موجود نیست و بنابراین، برای بررسی پتانسیل انرژی خورشیدی از روشهای برآورد کمّی نیز استفاده می‌شود.

روشهای کمّی برآورد انرژی خورشیدی بر این پایه مبتنی است که تابش خورشیدی بر سطحی عمود بر پرتو آفتاب در خارج از جوّ، مقداری است مشخص (معروف به «ثابت خورشیدی») و با تغییرات اندکی در عرض سال. اندازه‌گیریهایی که اخیراً توسط ماهواره صورت گرفته است نشان می‌دهد که میانگین این مقدار، ۱/۳۶۳ کیلووات بر مترمربع است. تغییرات اندک این مقدار به علت تغییر اندک فاصلهٔ زمین تا خورشید است (متناسب با معکوس مجذور فاصله). به عبارت دیگر، تابش خورشیدی در خارج از جوّ در اول دیماه، حدود ۶ درصد بیشتر از اول تیر ماه است زیرا که فاصلهٔ زمین تا خورشید در اول زمستان، حدود ۳ درصد کمتر از اول تابستان است. باتوجه به حرکت وضعی و انتقالی زمین و زاویهٔ بین صفحهٔ استوا و صفحهٔ مدار زمین به دور خورشید (حدود $23/5^{\circ}$)، انرژی خورشیدی روزانه در واحد سطحی افقی در خارج از جوّ برای هر محل به سادگی قابل محاسبه است. تحقیقات نشان داده است که میانگین آماری اندازه‌گیریهای به عمل آمده از تابش کلی خورشیدی روزانه در سطحی افقی در هر محل، با مقدار مربوط در بالای جوّ برای همان محل و درصد ساعات آفتابی روز، رابطه‌ای خطی دارد. دو ضریب ثابت این رابطهٔ خطی، به ضرایب آنگستروم مشهورند. همچنین، معلوم شده است که ضرایب آنگستروم یک محل با ضرایب محل دیگری که اقلیم مشابهی دارد، تقریباً یکسان است. متداول‌ترین روش برآورد تابش خورشیدی برای محلهایی که در آنجا اندازه‌گیری وجود ندارد، استفاده از رابطهٔ خطی همراه با ضرایب آنگستروم اقلیم مشابهی که اندازه‌گیری با سابقهٔ طولانی برای آن وجود دارد، است. این روش، برای کشورهای صنعتی ـ که در آنها فواصل ایستگاههای اندازه‌گیری کم است و در نتیجه برای هر محل فاقد اندازه‌گیری، یافتن ایستگاهی با اقلیم مشابه آسان است ـ با ارزش است. با این حال، کاربرد ضرایب آنگستروم یک محل در یک کشور، برای محلی در کشور دیگر و یا در فاصلهٔ بسیار دور، تنها می‌تواند به نتایجی بسیار تقریبی منجر شود. در اکثر کشورهای همسایه و نیز کشورهای توسعه نیافته، از همین روش برای برآورد

پتانسیل انرژی خورشیدی استفاده شده است.

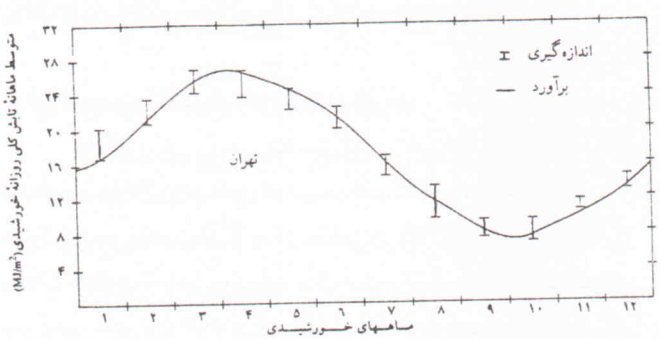
در روش فوق، بستگی تابش خورشیدی به ارتفاع از سطح دریا به طور صریح وارد نمی‌شود. نگارنده در بررسی خود، روش دیگری را به کار گرفته است. این روش، بر این پایه مبتنی است که تابش مستقیم خورشیدی بر سطحی عمود بر آفتاب در هر محل، در درجهٔ اول تنها به «ثابت خورشیدی» و مقدار جوّی که آفتاب از آن عبور کرده است بستگی دارد. مقدار جوّ هم به زاویهٔ سمت‌الرأس خورشید و ارتفاع محل از سطح دریا بستگی دارد. عوامل دیگری از قبیل میزان بخار آب، گرد و غبار و آلودگی، عوامل ثانویه هستند و تنها در صورت یک بررسی دقیق‌تر، توجه به آنها ضروری است.

از طرفی دیگر، میزان تابشی که به صورت پخشی از آسمان صاف و یا در یک روز کاملاً ابری از طریق ابرها دریافت می‌شود، با میزان تابش مستقیم خورشیدی در آن محل متناسب است. ضرایب این تناسبها و همچنین پارامترهای بستگی تابش مستقیم خورشیدی به زاویهٔ سمت‌الرأس و ارتفاع از سطح دریا، کمیات ثابتی هستند و به شرایط اقلیمی بستگی ندارند. برای برآورد پتانسیل انرژی خورشیدی ایران، از کمیتهای غیروابسته به اقلیم استفاده شده است. برای مثال، اطلاعات به دست آمده از اندازه‌گیریهای مستمر در نقاط مختلف جهان نشان می‌دهد که در یک نگاه آماری، میزان تابش پخشی از آسمان صاف، تقریباً ۱۰ درصد میزان تابش مستقیم خورشیدی است و میزان تابش پخشی که از طریق ابر در یک روز کاملاً ابری دریافت می‌شود، تقریباً ۳۰ درصد میزان تابش مستقیم خورشیدی است و این در شرایطی است که آن روز آسمان کاملاً صاف باشد.

زاویهٔ سمت‌الرأس خورشید در هر لحظه از روز، باتوجه به تغییرات سالانهٔ زاویهٔ میل خورشید (ناشی از حرکت انتقالی زمین)، با دانستن عرض جغرافیایی هر محل به سادگی قابل محاسبه است. با توجه به این امر، ابتدا برای بیش از ۳۵۰ نقطهٔ ایران با استفاده از عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، تابش مستقیم خورشید در هر ربع ساعت از روز محاسبه شده است و از طریق انتگرال‌گیری از این کمیت محاسبه شده، از طلوع تا غروب آفتاب، انرژی خورشیدی روزانهٔ دریافتی در واحد سطح از آفتاب (تابش مستقیم خوشید) محاسبه شده است. این محاسبات برای سه سطح مختلف تکرار شده است: الف) سطح دنبالگری که دایم عمود بر پرتو آفتاب است. ب) سطح افقی و ج) سطح عمودی که رو به جنوب قرار داشته باشد مانند، پنجره و دیوارهای رو به جنوب. پس از این مرحله، با استفاده از میانگین ماهانهٔ تمامی آمار موجود در هواشناسی ایران در مورد ساعات آفتاب ـ یا آمار مربوط به روزهای صاف و روزهای اندکی تا تماماً ابری ـ و استفاده از ضرایب تناسب ۱۰ درصد و ۳۰ درصد مذکور در فوق در مورد تابش پخشی از آسمان صاف و از طریق ابر، میانگین ماهانهٔ انرژی خورشیدی روزانهٔ کلی (مستقیم به علاوهٔ پخشی از آسمان صاف یا از طریق ابرها) در سطح افقی برای ۴۳ ایستگاه هواشناسی اصلی ایران ـ که حاوی آماری به مدت بیش از ۱۰ سال بوده‌اند ـ محاسبه شده است.

صحت و درجهٔ اعتبار نتایج این محاسبات مفصل و نسبتاً پیچیده، درگرو مقایسهٔ آن با میانگین آماری اندازه‌گیریهای به عمل آمده است. همان‌طور که قبلاً متذکر شدیم، چنین اندازه‌گیریهایی تنها در ایستگاه هواشناسی مهرآباد تهران از قریب ۲۰ سال پیش انجام شده است که از نظر آماری، این مدت به حد کافی طولانی است. مدت اندازه‌گیریهای به عمل آمده در ایستگاههای دیگر، کمتر از پنج سال است که از نظر آماری به حد کافی طولانی نیست. در شکل ۱، میانگین ماهانهٔ انرژی خورشیدی روزانهٔ کلی در سطح افقی برای مهرآباد نشان داده شده است. در این شکل، وسط میله‌های عمودی، مقدار میانگین اندازه‌گیریها را نشان می‌دهد و طول میله، تنها خطای آماری اندازه‌گیریهاست و خط منحنی، نتیجهٔ برآورد به روش فوق است.

به نظر نگارنده، بهترین تقویم برای مطالعات انرژی خورشیدی ـ و همچنین مطالعات نجومی و اقلیم‌شناسی ـ تقویم خورشیدی ایران است که اولین روز آن منطبق با اعتدال بهاری، روز اول ماه هفتم آن منطبق با اعتدال پاییزی و روز اول ماههای چهارم و دهم آن منطبق با انقلابین تابستانی و زمستانی است. در شکل ۱، شمارهٔ ۱ تا ۱۲، به ترتیب به ماههای فروردین تا اسفند مربوط می‌شود. تطابق نسبتاً خوب نتایج برآورد از طریق میانگین اندازه‌گیریها، حاکی از صحت روش برآورد است. جذر میانگین مربع اختلاف نسبی اندازه‌گیریها با برآورد، ۴/۱ درصد است که معیاری از درجهٔ اعتبار این محاسبات به دست می‌دهد. باید توجه داشت که در این محاسبات، هیچ پارامتر شناوری وجود نداشته که با اندازه‌گیریهای موجود برای تهران، برازش شده باشد و تطابق حاصل، ناشی از چنین برازشی نیست. از همین رو، انتظار می‌رود که نتایج



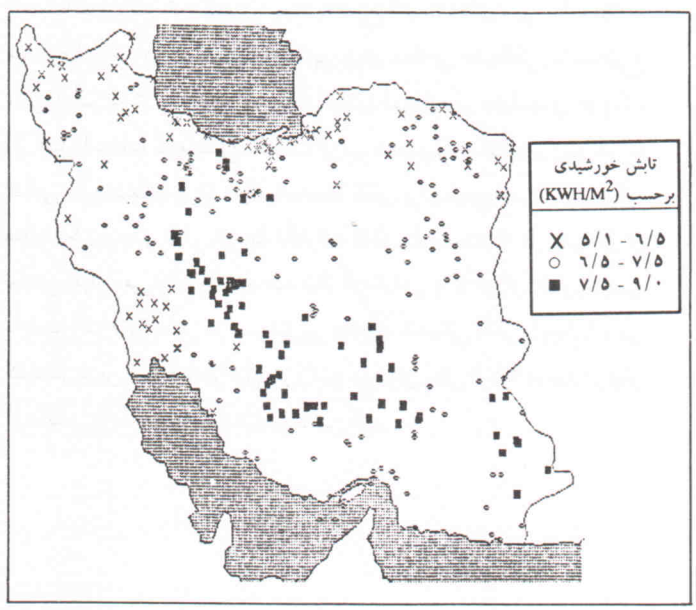
شکل ۱ـ میانگین ماهانهٔ انرژی خورشیدی روزانهٔ کلی در سطح افقی در تهران و مقایسهٔ آن با مقادیر برآورد شده به روش مذکور در متن

محاسبات با این روش آماری، برای هر نقطه‌ای تا مرتبهٔ خطای حدود ۴ درصد معتبر باشد.

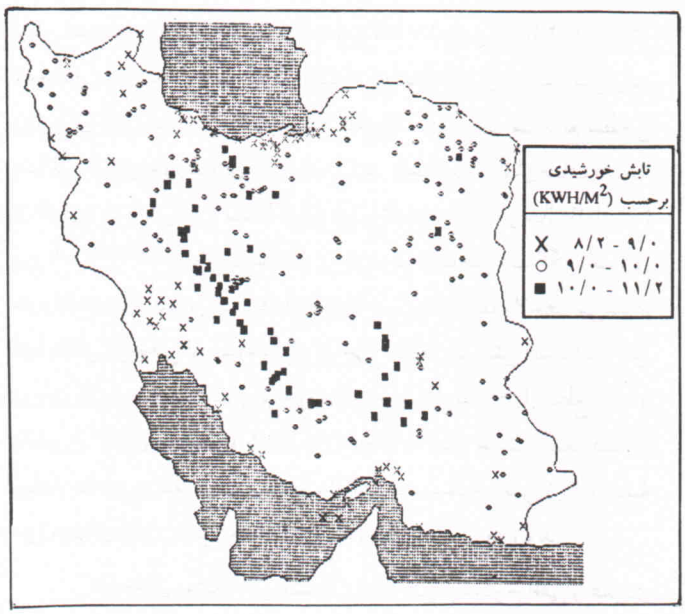
این شکل نشان می‌دهد که میانگین ماهانهٔ انرژی خورشیدی روزانهٔ کلی در سطحی افقی در تهران، بین حداقل حدود ۸ مگاژول بر مترمربع در ماههای دی و بهمن تا حداکثر حدود ۲۶ مگاژول بر مترمربع در ماههای خرداد و تیر (بین ۲/۲ تا ۷/۲ کیلووات ساعت بر مترمربع) است و میانگین سالانهٔ این کمیت، حدود ۵ کیلووات ساعت بر مترمربع سطح افقی است. برای مقایسه، مقدار کمیت اخیر برای دو شهر توکیو و بروکسل، به ترتیب ۳ و ۲/۸ است. ملاحظه می‌شود که پتانسیل انرژی خورشیدی این دو شهر بسیار کمتر از پتانسیل انرژی خورشیدی تهران است در حالی که، استفاده از انرژی خورشیدی در این دو شهر صدها برابر رایج‌تر از تهران است.

پتانسیل انرژی خورشیدی در کشور

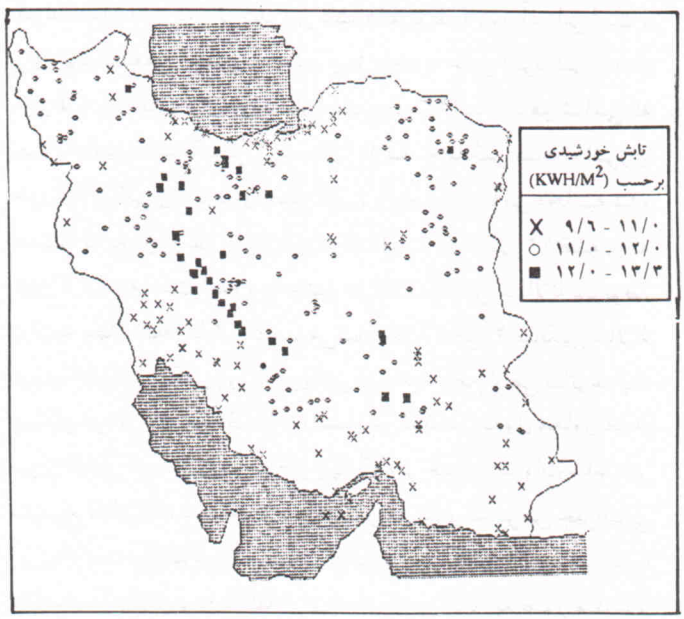
تابش کلی خورشیدی بر سطحی که عمود بر پرتو آفتاب باشد (سطح دنبالگر) برای ۳۵۰ نقطه در کشور برای روزهای اول دی، نوروز و اول تیر، در نقشه‌های شکل ۲ نشان داده شده است. نقشهٔ روز اول مهر، مشابه نقشهٔ نوروز است. این نقشه‌ها مربوط به آسمان صاف (روز کاملاً آفتابی) است. ایران از نظر تابش خورشیدی، در این نقشه‌ها به سه منطقه تقسیم شده است. منطقه‌های تابش زیاد، متوسط و کم. میزان انرژی خورشیدی دریافت شده بر حسب کیلووات ساعت بر مترمربع برای هر



شکل ۲ـ الف



شکل ۲ـ ب



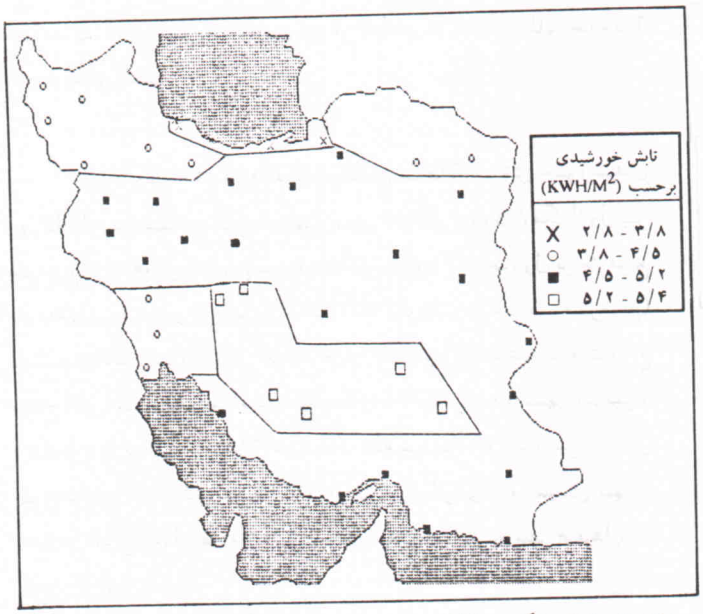
شکل ۲ـ ج

شکل ۲ـ نقشه‌های تابش مستقیم خورشیدی بر سطح دنبالگر (سطح عمود بر پرتو آفتاب) در یک روز کاملاً آفتابی : الف) روز اول دی ب) نوروز و ج) روز اول تیر

یک از این سه منطقه، در جدول مجاور هر نقشه نشان داده شده است. برای مثال، در جدول دیده می‌شود که در نوروز، منطقهٔ تابش کم، بین ۸/۲ تا ۹ کیلووات ساعت بر مترمربع انرژی دریافت می‌کند. این ارقام برای مناطق

تابش متوسط و تابش زیاد، به ترتیب بین ۹ تا ۱۰ و بین ۱۰ تا ۱۱/۲ است. همچنین، مشاهده می‌شود که کم تابش‌ترین منطقهٔ ایران در کم‌تابش‌ترین روز سال (اول دی) بین ۵/۱ تا ۶/۵ کیلووات ساعت بر مترمربع سطحی دنبالگر، انرژی خورشیدی دریافت می‌کند (چنانچه آسمان صاف باشد). از طرفی، پرتابش‌ترین منطقهٔ ایران در پرتابش‌ترین روز سال (اول تیر) بین ۱۲ تا ۱۳/۳ کیلووات ساعت بر مترمربع سطحی دنبالگر، انرژی خورشیدی دریافت می‌کند. همان‌طور که در این نقشه‌ها ملاحظه می‌شود، تنها بخش کوچکی از مساحت ایران جزو منطقهٔ کم‌تابش است (سواحل دریای خزر، سواحل جنوبی و خوزستان به علت ارتفاع کم از سطح دریا و بخشی از شمال خراسان و شمال آذربایجان به علت عرض جغرافیایی زیاد). مناطق مرتفع غرب و جنوب ایران، جزو منطقهٔ تابش زیاد و بقیهٔ سرزمینهای کشور، جزو منطقهٔ تابش متوسط به شمار می‌روند.

نقشه‌هایی مشابه این نقشه‌ها برای تابش بر سطوح افقی و عمودی رو به جنوب نیز تهیه شده است که در مقالات دیگری ارائه شده‌اند. برای بسیاری از مقاصد، باید نقشه‌های مربوط به سطح افقی، مورد استفاده قرار گیرند. همان طور که ذکر شد، این نقشه‌ها مربوط به روز آفتابی است و برای تهیهٔ نقشه‌های تابش خورشیدی با توجه به عامل ابرناکی، آمار مربوط به روزهای ابری مورد نیاز است. برای ۴۳ ایستگاه هواشناسی که چنین آماری (باسابقهٔ بیش از ده سال) دارند، میانگین ماهانهٔ انرژی خورشیدی کلی روزانه برای سطح افقی، باتوجه به ابرناکی محاسبه شده است که نتایج آن در نقشهٔ ایران آورده شده است. در تمامی ۱۲ نقشه‌ای که بدین ترتیب به دست آمده و همچنین در نقشهٔ میانگین سالانهٔ مربوط، ایران به چهار منطقهٔ تابشی تقسیم می‌شود. نقشهٔ شکل ۳، میانگین سالانهٔ انرژی خورشیدی کلی روزانهٔ دریافتی در واحد سطح افقی باتوجه به پوشش ابر در نقاط مختلف ایران را نشان می‌دهد. در جدول مجاور نقشه، میزان تابش خورشیدی در مناطق چهارگانه بر حسب کیلووات ساعت بر مترمربع نشان داده شده است. سواحل دریای خزر که عرض جغرافیایی آن زیاد است و ارتفاعی از سطح دریا ندارد و نیز، بیشترین پوشش ابر را داراست ـ کم‌تابش‌ترین منطقهٔ ایران است. ضمن آنکه، به طور متوسط روزانه ۲/۸ تا ۳/۸ کیلووات ساعت بر مترمربع سطح افقی انرژی خورشیدی دریافت می‌کند (بیش از بروکسل و توکیو). دومین منطقهٔ تابشی با رقمی بین ۳/۸ تا ۴/۵، شامل آذربایجان، شمال خراسان و خوزستان است. بالاترین منطقهٔ تابشی با رقمی بین ۵/۲ تا ۵/۴، شامل نواحی مرتفع جنوب مرکزی ایران است (از شهرکرد تا جنوب استان فارس و استان کرمان). بقیهٔ نقاط کشور، منطقهٔ سوم تابشی هستند که از نظر مساحت، بزرگترین منطقه محسوب می‌شوند و به طور متوسط، روزانه ۴/۵ تا ۵/۲ کیلووات ساعت بر مترمربع سطح افقی انرژی خورشیدی دریافت می‌کنند.



شکل ۳ـ نقشهٔ میانگین سالانهٔ انرژی خورشیدی روزانهٔ کلی در سطح افقی باتوجه به پوشش ابر

باتوجه به ارقام جدول این نقشه، ایران از نظر انرژی خورشیدی از پتانسیل بسیار بالایی برخوردار است. رقم متوسط بیش از ۵ کیلووات ساعت بر مترمربع سطح افقی برای بیشتر سرزمینهای کشور، رقم بسیار بالایی است که تنها معدودی از کشورها، رقمی بالاتر از آن دارند. برای تأسیس نیروگاههای برق خورشیدی و یا کوره‌های بزرگ خورشیدی، طبیعتاً بالاترین منطقهٔ تابشی ایران با بیش از ۵/۳ کیلووات ساعت بر مترمربع، از استعداد کافی برخوردار است. البته، تعیین بهترین محلها برای تأسیسات بزرگ خورشیدی، بسته به نوع گیرنده‌های مورد استفاده، مستلزم انجام دادن محاسبات مشابهی برای سطحی دنبالگر یا سطوح مایل دیگر است. به غیر از آن، برای موارد استفاده در مقیاسهای کوچک (از قبیل استفادهٔ گرمایشی، خشک کردن محصولات کشاورزی و غیره) تمامی سرزمینهای ایران دارای استعداد کافی برای این امر است. برای مثال، یک بررسی کمّی توسط نگارنده نشان داده است که در بسیاری از نواحی ایران، می‌توان صد در صد نیاز گرمایشی را با انرژی خورشیدی تأمین کرد و حتی در سردترین منطقهٔ شمالی (آذربایجان) و در کم‌تابش‌ترین منطقه (سواحل خزر) نیز می‌توان بیش از ۳۵ درصد از نیاز گرمایشی را با انرژی خورشیدی تأمین کرد.