http://mechanics.journals.modares.ac.ir

مجله علمی پژوهشی
مهندسی مکانیک مدرس
دوره ۱۱ شماره ۲ تابستان ۱۳۹۰ ص‌ص ۷۷-۹۱

تاریخچه مقاله:
دریافت ۸۹/۱۰/۱۸
پذیرش ۹۰/۵/۲
ارائه در سایت ۹۰/۶/۱۶

اصلاح روشی جهت تولید داده‌های اقلیمی TMY برای شهر تهران

عبدالسلام ابراهیم پور[۱*]، مهدی معرفت[۲]

۱- استادیار، گروه مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، تبریز
۲- دانشیار، گروه مکانیک، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
*تبریز صندوق پستی ۵۱۵۸۹. salam_ebr@yahoo.com

چکیده- انتخاب صحیح داده‌های هوایی، عامل مهمی در محاسبه و شبیه‌سازی مصرف انرژی در ساختمان‌ها است. در این تحقیق، با استفاده از روش ساندیا[۱] داده‌های نمونهٔ هوایی ت ام وای[۲] از داده‌های اندازه‌گیری شده برای دوره‌ای ۱۴ ساله (۱۹۹۲ تا ۲۰۰۵)، برای شهر تهران تولید شده است. سپس این داده‌ها با استفاده از نرم‌افزارهای متونورم[۳] و ودرجنرتور[۴] نیز تولید شده و نتایج روش ساندیا و این دو نرم‌افزار با مقدار میانگین کل دوره مقایسه شده است. نتایج نشان می‌دهد که روش ساندیا انطباق بهتری با داده‌های میانگین کل دوره دارد اما داده‌های ت ام وای حاصل از نرم‌افزارهای متونورم و ودرجنرتور انطباق خوبی با داده‌های میانگین کل دوره ندارند.

کلید واژگان: داده‌های نمونهٔ هوایی، شبیه‌سازی، مصرف انرژی، ساختمان.

Generation of Typical Meteorological Year for Tehran

A. Ebrahimpour[1*], M. Maerefat[2]

1- Assist. Prof., Department of Mechanical Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
2- Assoc. Prof., Department of Mechanical Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
*P.O.B. 51589, Tabriz Iran. Salam_ebr@yahoo.com

Abstract- The correct selection of typical meteorological year is an important factor for accurate building energy simulation. In this study, the Sandia method has been applied to analyze the measured weather data of a 14-year period (1992–2005) in Tehran and to select the proper data for the typical meteorological year. Also, typical meteorological year has been generated by using the Meteonorm and Weathergenrator softwares. Then the results of the Sandia method and the two mentioned softwares have been compared with long term average measured data for main parameters in the weather data file. It was found that, the results of the Sandia method has good agreement with the long term average measured data but the created TMY data by the Weathergenrator and Meteonorm softwares have not good agreement with the long term average measured data.

Keywords: Typical Meteorological Year; Simulation; Energy Consumption; Building.

1. Sandia
2. Tmy
3. Meteonorm
4. Weathergenrator

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

۱- مقدمه

پیش از شبیه‌سازی در زمینه مصرف انرژی در ساختمان، باید اطلاعاتی درباره شرایط اقلیمی و همچنین روش طراحی خود ساختمان مانند سیستم تهویهٔ مطبوع و تجهیزات آن و روش کنترل دما در آن در دست باشد. شرایط اقلیمی در بیرون ساختمان در طول سال، بخش مهمی از داده‌های موردنظر بوده و مطلوب آن است که این داده‌ها به‌صورت ساعتی برای کل سال تهیه شود. برای شبیه‌سازی تبادل انرژی در ساختمان معمولا ۱۰ تا ۱۳ پارامتر اقلیمی (مانند میزان تابش خورشیدی، دما، درصد رطوبت و ارتفاع از سطح دریا، سرعت و جهت باد و فشار) مورد نیاز است. این داده‌های اقلیمی نباید به‌صورت میانگین در سال یا فقط برای قسمتی از سال باشند، بلکه باید به‌صورت روزانه و در کل ۸۷۶۰ ساعت سال مشخص شوند.

تمامی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی، به تعدادی داده‌های اقلیمی ورودی برای شبیه‌سازی نیاز دارند. مانند نرم‌افزار رادیانس[1] که به شرایط آسمان و میزان روشنایی محیط بیرونی نیاز دارد تا بتواند نحوهٔ پخش روشنایی تابشی را از طریق پنجره‌ها یا در فضای داخل اتاق تعیین کند. سه نرم‌افزاری که به طور گسترده‌ای در امریکا و انگلیس استفاده می‌شوند، عبارتند از دی او ای[2]، بلاست[3] و ای اس پی آر[4] که از داده‌های آب و هوایی برای بررسی شرایط ساختمان‌ها و شبیه سازی مصرف انرژی استفاده می‌کنند. در طول ۳۰ سال گذشته به قابلیت‌ها و دقت این نرم‌افزارها افزوده شده است. البته این داده‌های آب و هوایی به‌صورت نمونه‌ای و از میان چند سال مورد اندازه‌گیری هواشناسی انتخاب شده‌اند. برای مثال می‌توان به ت ام وای که توسط مرکز ان ار ای ال[5] در سال ۱۹۹۵، دبلیو وای ای سی[6] نسخه ۲ که توسط اشری[7] در سال ۱۹۹۷ و تی ار ای[8] توسط سیک[9] در سال ۱۹۸۵ اشاره کرد. در داخل فایل داده‌های اقلیمی نوع دبلیو وای ای سی و تی ام وای نسخه ۲ داده‌های تابش خورشیدی(کل، عمود و پراکنده) و روشنایی نیز نسبت به نوع‌های دبلیو وای ای سی(نسخه اول سال ۱۹۸۵)، تی ام وای(نسخه اول سال ۱۹۸۳) و تی ار ای(سال ۱۹۸۱) آورده شده است[۱ تا ۴].

تحقیقات متعددی توسط محققان برای تهیهٔ داده‌های آب و هوایی برای نقاط مختلف جهان انجام شده است. از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۳، اشری سه پروژه آر پی ۱۰۰، ۲۳۹ و ۳۶۴[10] را برای تهیهٔ داده‌های آب و هوایی انجام داد و طرح جدیدی به نام تی ار ای را ارائه کرد این داده‌ها در شبیه‌سازی با نام دبلیو وای ای سی شناخته می‌شوند و همان فرمت تی ار ای را دارد. با این تفاوت که در آن داده‌های تابش خورشیدی (اندازه‌گیری و یا محاسبه شده بر اساس میزان ابری بودن و نوع آن) نیز وجود دارند. در اوایل سال ۱۹۹۰، اشری به روز کردن داده‌های دبلیو وای ای سی را شروع کرد و نسخهٔ جدید آن را - که دارای فرمت ت ام وای بوده و داده‌های محاسبه شده میزان روشنایی[11] را نیز داشت - ارائه کرد. به روزآوری‌های بعدی شامل محاسبهٔ داده‌های تابشی بوده است. نسخه به روز شده دبلیو وای ای سی امروز با نام دبلیو وای ای سی ۲(نسخه ۲) شناخته می‌شود و تا اکنون ۷۷ نسخه از آن ایجاد شده است. در سال ۱۹۹۷ ، اشری، برای توسعهٔ جهانی دبلیو وای ای سی پروژه دیگری به نام آر پی[12] را انجام داد که در سال ۲۰۰۱ به اتمام رسیده و در آن داده‌های آب و هوایی برای ۲۲۷ ایستگاه در امریکا و اروپا تهیه شد. البته نوع فایل داده در نرم‌افزارهای مختلف متفاوت است. برای مثال، برنامه انرژی پلاس[13] داده‌های داده‌های ورودی را در شکل ای پی دبلیو[14] می‌پذیرد. بعضی از مهمترین فرمت‌های مورد استفاده در برنامه‌های شبیه‌سازی عبارتند از [۱، ۵ تا ۱۲] :

TMY Climate Data -TRNSYS Variant (TRY) - CSIRO Weather Data (DAT) - IWEC - SAMSON (*.dat) -ASHRAE WYEC Data -Aus. BOM Hourly Data (LST)

1. Radiance
2. Doe
3. Blast
4. Esp-r
5. Nrel
6. WYEC2
7. Ashrae
8. TRY
9. Cec
10. RP-100, RP-239 and RP-364
11. Luminance data
12. RP-1015
13. Energyplus
14. EPW(*.epw)

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

بنابراین، برای برآورد صحیح مصرف انرژی در ساختمان‌ها، تهیه بانک داده‌های آب و هوایی در شهرهای مختلف ایران ضروری به‌نظر می‌رسد. در این تحقیق داده‌های آب و هوایی با فرمت ت ام وای از روش ساندیا و همچنین دو نرم‌افزار برای شهر تهران ایجاد و مقایسه شده است. با توجه به اینکه در وب سایت ای پلاس[1] داده‌های ت ام وای برای تهران نیز ارائه شده، نتایج با داده‌های این سایت نیز مقایسه شد.

۲- فرمت فایل‌های ت ام وای و پارامترهای اقلیمی آن

داده‌های آب و هوایی به‌صورت ساعتی در فایل اطلاعاتی معمولاً شامل اطلاعات زیر است:

الف) اطلاعات کلی محل مانند: نام، طول و عرض جغرافیایی، اختلاف با ساعت جهانی، ارتفاع، شرایط طراحی حداکثر، روزهای تعطیل، دوره تغییر ساعت برای ذخیره‌سازی انرژی و دمای زمین

ب) اطلاعات وابسته به زمان و ساعتی مانند دمای هوای خشک، دمای نقطهٔ شبنم، رطوبت نسبی، فشار اتمسفری محل، تابش خورشیدی (شامل سه قسمت مجزای خارج از جو، مستقیم و پراکنده)، میزان روشنایی، سرعت و جهت باد، میزان ابری بودن و حالت بارندگی و برفی بودن [۱و ۱۳].

۳- روش‌های انتخاب داده‌ها

داده‌های اندازه‌گیری شده برای هر یک از ماه‌ها از میان اطلاعات اندازه‌گیری شده در طی چند سال انتخاب می‌شود. برای ۱۲ ماه از بررسی آماری داده‌های اندازه‌گیری شده، پنج مشخصهٔ: کل تابش خورشیدی، تابش خورشیدی مستقیم، دمای هوای خشک، دمای نقطهٔ شبنم(یا رطوبت نسبی) و سرعت باد انتخاب می‌شوند. انتخاب صحیح این داده‌ها برای محاسبهٔ شبیه‌سازی مصرف انرژی حیاتی است. برای سایر داده‌ها می‌توان از اطلاعات ماه انتخابی یا از میانگین کل دوره استفاده کرد.

۳-۱- روش ساندیا

برای ایجاد داده‌های آب و هوایی ت ام وای از روی داده‌های آب و هوایی اندازه‌گیری شده یک دوره، معمولاً از روش هال(ساندیا)[2] (سال ۱۹۷۸) استفاده می‌شود[۱۴]. روش ساندیا روشی تجربی است که داده‌ها را برای هر یک از ماه‌ها از درون اطلاعات اندازه‌گیری چند سال انتخاب می‌کند. مثلاً اگر اطلاعات ۳۰ ساله را برای ماه ژوئن داشته باشیم، تمامی اطلاعات را مقایسه کرده و داده‌های یک ماه از کل دوره را با استفاده از روشی آماری به عنوان داده‌های ماه ژوئن در فایل ت ام وای انتخاب می‌کنیم. از آنجا که اطلاعات ماه‌ها در فایل ت ام وای ممکن است از سال‌های مختلفی برداشت شده باشد، بین دو ماه مختلف برای شش ساعت در هر طرف یکسان‌سازی انجام می‌شود. روش ساندیا هر ماه را بر اساس نه پارامتر روزانه شامل بیشینه، کمینه و متوسط دمای هوای خشک و شبنم، بیشینه و متوسط سرعت باد و میزان کل تابش رسیده به صفحه‌ای افقی[3]، انتخاب می‌کند. در ادامه این روش توضیح داده می‌شود.

الف) مراحل روش ساندیا

مرحلهٔ ۱: برای هریک از ماه‌های سال، از میان آمار سال‌های دوره بلند مدت مورد نظر (مثلاً دوره ۳۰ ساله) پنج ماه که تابع توزیعی تجمعی[4] شاخص‌های روزانه آنها به تابع توزیعی تجمعی ماه مورد نظر در دوره بلند مدت آماری نزدیک‌تر است، انتخاب می‌شود. برای هر ماه از دورهٔ بلند مدت آماری، تابع توزیع تجمعی برای هر یک از نه پارامتر بالا به‌صورت روزانه و همچنین برای کل دوره محاسبه می‌شود. روش محاسبهٔ تابع توزیع تجمعی چنین است:

$$S_n(x)=\begin{cases}0 & x<x_1\\ (k-0.5)/n & x_k\le x\le x_{k+1}\\ 1 & x\ge x_n\end{cases} \qquad (1)$$

که در آن x متغیر دادهٔ هوایی(نه داده) و $S_n(x)$ مقدار تابع توزیعی تجمعی برای متغیر x، n تعداد عناصر و

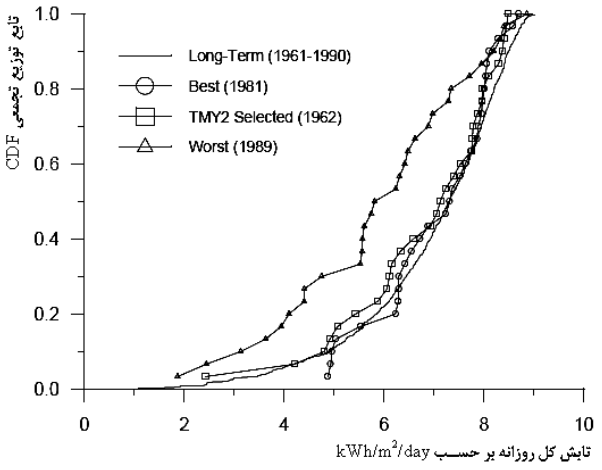
1. http://www.energyplus.com

2. HALL, Sandia National Laboratories
3. Global Horizontal Radiation
4. Cumulative Distribution Functions(CDF)

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

$k=1,2,3,\ldots,n-1$ است (تابع توزیع تجمعی بین صفر و یک است).

مقایسهٔ توابع توزیعی تجمعی ماه‌های انتخاب شده و تابع توزیعی تجمعی دورهٔ آماری بلندمدت با استفاده از روش آماری اف اس[1] انجام می‌شود[۱۵]. برای مثال، در شکل ۱ چهار تابع توزیعی تجمعی برای پارامتر تابش کل رسیده به سطح افقی برای ماه ژوئن در شهر بادلر ایالت کلورادو نشان داده شده است. در این شکل با استفاده از روش آماری اف اس، پارامتر مورد نظر در سال‌های انتخاب شده با این پارمتر در دورهٔ آماری بلندمدت مقایسه شده است. همان‌طور که دیده می‌شود، تابع توزیعی تجمعی ماه ژوئن در سال ۱۹۸۱ بهترین انطباق و تابع توزیعی تجمعی ماه ژوئن در سال ۱۹۸۹ بدترین انطباق را با دورهٔ بلند مدت داشته است. اما با وجود آنکه تابع توزیعی تجمعی ماه ژوئن در سال ۱۹۶۲ بهترین انطباق را با تابع توزیعی تجمعی دوره بلند مدت نداشته، آمار این سال برای فایل ت ام وای انتخاب شده است.



شکل ۱ تابع توزیع تجمعی تابش کل رسیده به سطح افقی برای ماه ژوئن در کلرادو

این انتخاب حاصل نتایج مراحل دیگری است که در زیر توضیح داده می‌شود. لازم است یادآوری شود که چون بعضی شاخص‌ها مهم‌تر از بقیه هستند، در روش آماری اف اس از ضریب وزنی (WS) برای انتخاب پتج ماه مورد نظر استفاده می‌شود و داریم:

$$FS = (1/n)\sum_{i=1}^{n}\delta_i \qquad (۲)$$

δ_i قدرمطلق اختلاف بین تابع توزیعی تجمعی کل دوره و تابع توزیعی تجمعی یک دوره برای پارامتر x_i در یک روز بوده و n تعداد روزها در ماه است. بنابراین مقدار اف اس برای هر ماه در سال‌های مختلف از این رابطه به‌دست می‌آید.

مرحلهٔ ۲: به خاطر اینکه بعضی از پارامترها نسبت به سایر پارامترها دارای اهمیت بیشتری می‌باشند، یک فاکتور وزنی به‌صورت زیر استفاده می‌شود.

$$WS = \sum w_i FS_i \qquad (۳)$$

در این رابطه w_i ضریب وزنی پارامتر موردنظر و i نیز برابر نه پارامتر است.

اکنون برای هر ماه از سال‌های مختلف، ماهی که کمترین WS را داشته باشد به‌عنوان ماه منتخب (پنج ماه) برای مقایسه انتخاب می‌شود.

مرحلهٔ ۳: پنج ماه انتخابی، براساس میزان نزدیکی (انطباق) آنها به معدل و میانگین دورهٔ آماری بلند مدت مرتب‌سازی می‌شوند.

مرحلهٔ ۴: میزان دوام و ماندگاری دو پارامتر متوسط دمای خشک و انرژی تابیده شده بر سطوح افقی، براساس درصد بالاتر یا پایین‌تر بودن تکرار و انطباق آنها نسبت به درصد دوره آماری بلند مدت[2] ارزیابی می‌شود. برای متوسط روزانهٔ دمای خشک، تکرار و انطباق بالاتر از ۶۷ درصد (روزهای متوالی گرم) و تکرار و انطباق کمتر از ۳۳ درصد (روزهای متوالی سرد) تعیین می شود. برای انرژی تابیده شده بر سطوح افقی، تکرار و انطباق کمتر از ۳۳ درصد (روزهای متوالی با انرژی خورشیدی پایین) تعیین می‌شود. درصدهای تعیین شده برای انتخاب

1. Finkelstein-Schafer

2. Longterm

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

مناسب‌ترین سال از میان پنج سال انتخاب شده (برای آمار ماه مورد نظر) برای استفاده در فایل ت ام وای استفاده می‌شود(درصدهای بالا مربوط به روش ساندیا است). آمار ماه مورد نظر در سالی که براساس نتایج به‌دست آمده در مرحلهٔ ۲ نزدیک‌ترین درصد را به معیار ماندگاری داشته، به عنوان آمار قابل استفاده در فایل ت ام وای انتخاب می‌شود. این قسمت را برای مثال می‌توان برای متوسط دمای هوای خشک روزانه به‌صورت زیر خلاصه‌سازی کرد:

الف- کل داده‌های متوسط دمای هوای خشک روزانه در هر ماه به‌صورت دورهٔ آماری بلند مدت (کل دوره، برای مثال اگر برای ده سال باشد) مرتب‌سازی شده و به کمترین مقدار آن عدد صفر و به بیشترین مقدار عدد ۱۰۰ داده شود.

ب- اطلاعات متوسط دمای هوای خشک روزانه در هر ماه از پنج سال انتخابی با دورهٔ آماری بلند مدت مقایسه شده و محل قرارگیری آن در دورهٔ آماری بلند مدت و در نتیجهٔ، درصد آن مشخص شده و در صورتی که بزرگتر از ۶۷ یا کوچکتر از ۳۳ درصد باشد برای آن عدد ۱ و در غیر این صورت عدد صفر در نظر گرفته شده است.

ج- قسمت ب، برای کل داده‌های هر ماه (متوسط دمای هوای خشک روزانه) به تعداد روز، انجام شده و مجموع مقادیر ۱ در هر ماه به‌دست می‌آید. اکنون ماهی از کل دوره که مجموع اعداد ۱ آن بیشتر باشد در ت ام وای استفاده شده است.

مرحلهٔ ۵: برای تکمیل آمار سالیانه هریک از پارامترهای مورد نظر، آمار ۱۲ ماهی که به‌صورت بالا تعیین شده به هم متصل می‌شود. برای این منظور، پس از انتخاب ۱۲ ماه، بین ماههای مختلف برای ۶ ساعت با استفاده از برازش منحنی یکسان سازی انجام می‌شود.

ب) ضریب‌های وزنی

ضریب‌های وزنی برای هر داده نقش مهمی در انتخاب داده‌های فایل ت ام وای دارند. ضریب‌های وزنی، درجهٔ اهمیت و حساسیت هر یک از داده‌ها را در انتخاب داده‌های ت ام وای نشان می‌دهند. مقدار ضریب‌های وزنی برای روش ساندیا در جدول ۱ آورده شده است.

جدول ۱ ضریب‌های وزنی برای روش ساندیا

نام پارامتر هوایی	مقدار ضریب وزنی در روش ساندیا
بیشینه دمای خشک	۱/۲۴
کمینه دمای خشک	۱/۲۴
متوسط دمای خشک	۲/۲۴
بیشینه دمای شبنم	۱/۲۴
کمینه دمای شبنم	۱/۲۴
متوسط دمای شبنم	۲/۲۴
بیشینه سرعت باد	۲/۲۴
متوسط سرعت باد	۲/۲۴
کل تابش[1]	۱۲/۲۴
کل تابش عمود[2]	-

ج) داده‌های بین دو ماه منتخب

برای دو ماهی که از میان سال‌های مختلف انتخاب شده، برای شش ساعت در هر طرف داده‌های دمای هوای خشک، دمای شبنم(یا درصد رطوبت)، سرعت باد، جهت باد، فشار اتمسفری، درصد آب موجود در هوا[3] ، از برازش منحنی استفاده می‌شود. همچنین درصد رطوبت را می‌توان پس از محاسبه دمای هوای خشک و شبنم از روی روابط موجود محاسبه کرد.

د) داده‌های گزارش نشده[4]

داده‌های اندازه‌گیری شده ممکن است برای بعضی از ماهها و ساعت‌ها گزارش نشده باشند. بنابراین در هنگام انتخاب داده‌های ت ام وای این مقادیر گزارش نشده باید محاسبه و به‌روزآوری شوند.

۴- نرم‌افزارهای موجود

۴-۱- نرم‌افزار ودرجنرتور

در این نرم‌افزار(تحت سیستم عامل داس[5])، داده‌های آب و هوایی ساعتی از روی داده‌های آب و هوایی ماهیانه تولید می‌شود. [۱۸،۱۷،۱۶] داده‌های آب و هوایی ساعتی که این

1. Total horizontal solar radiation
2. Direct normal solar radiation
3. perceptible water
4. Missing Data
5. Dos

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

نرم‌افزار تولید می‌کند عبارتند از: دمای خشک، دمای شبنم و مرطوب، رطوبت نسبی، جهت و سرعت باد، تابش خورشیدی(مستقیم، پراکنده و نرمال)، فشار اتمسفری، زاویه‌های فراز[1] و سمت[2] خورشیدی و میزان ابری بودن.

داده‌های ورودی این نرم‌افزار عبارتند از:

الف) داده‌های عمومی شامل: نام محل، شماره ایستگاه[3]، طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و زمان ظهر محلی[4](که برابر است با اختلاف ساعت[5] برحسب درجه و هرساعت ۱۵ درجه محسوب می‌شود)

ب) داده‌های ماهانه که عبارتند از:

۱- میانگین ماهیانهٔ دمای هوای خشک و میزان انحراف معیار آن از داده‌های میانگین روزانه

۲- میانگین ماهیانهٔ بیشینه دمای هوای خشک روزانه و انحراف معیار آن از بیشینه‌های روزانه

۳- میانگین ماهیانهٔ دمای نقطهٔ شبنم و میزان انحراف معیار آن از داده‌های میانگین روزانه

۴- میانگین ماهیانهٔ تابش خورشیدی رسیده به سطح افقی(شامل مستقیم وپراکنده)

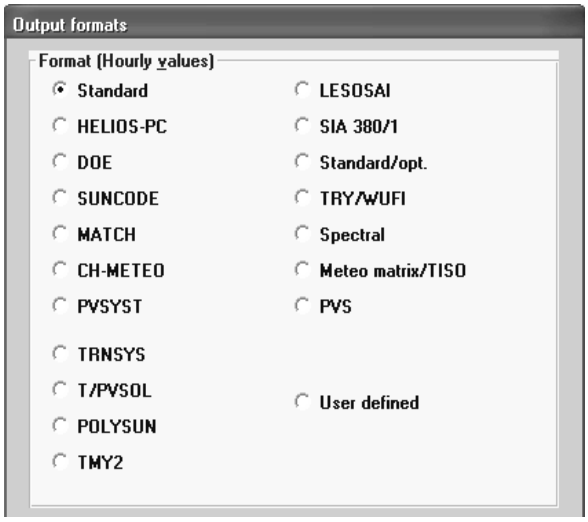
۵- میانگین ماهیانهٔ سرعت باد

در این نرم‌افزار داده‌های ساعتی یا داده‌های ۲۱، ۱۴ و ۷ روزه به‌صورت ت ام وای ، تی ار ای یا به شکل دلخواه کاربر ایجاد می‌شود. این نرم‌افزار همچنین اطلاعات ماهیانهٔ محاسبه شده را به شکل خلاصه در یک فایل به‌دست می‌دهد. در این نرم‌افزار داده‌های ساعتی از روی گروهی از منحنی‌های پخش تجربی و همچنین روابط میان‌یابی به‌دست می‌آید. ۳۱ منحنی برای هر روز ماه در داخل برنامه ذخیره‌سازی شده و سپس مقدار آنها در میزان انحراف معیار وارد شده ضرب شده و هر منحنی تغییرات را برای هر روز ارائه می‌کند. متاسفانه روابط و روش‌های به‌کار رفته در این نرم‌افزار معلوم نیست.

۴-۲- نرم‌افزار متونورم

این برنامه بر داده‌های تجربی چند ساله که برای کل کره زمین اندازه‌گیری شده، استوار است. اما در این برنامه داده‌ها فقط برای مناطقی موجود است که در آنها ایستگاه هواشناسی وجود داشته باشد. برای سایر مناطق از نوعی میان‌یابی بین نزدیکترین ایستگاه‌ها استفاده می‌شود. بیشتر داده‌ها در شعاع ۵۰ کیلومتری اندازه‌گیری شده و بین ایستگاه‌ها از میان‌یابی و برازش داده‌ها استفاده می‌شود. صفحه اصلی نرم‌افزار در شکل ۲ نشان داده شده است.

شکل ۲ نمایی از نرم‌افزار متونورم



در این نرم‌افزار می‌توان با انتخاب شهر موردنظر یا واردکردن اطلاعات آن (شامل طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و غیره) داده‌های ساعتی را به شکل دلخواه موجود در این نرم‌افزار که در شکل ۳ آورده شده، به‌دست آورد [۱۹ و۲۰].

۵- روش تحقیق

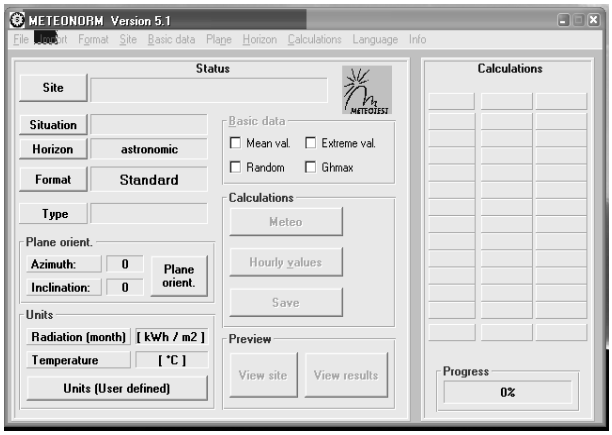
در این تحقیق هدف ما تهیهٔ فایل داده‌های اقلیمی نوع ت ام وای به روش ساندیا با استفاده از داده‌های اندازه‌گیری شده توسط سازمان هواشناسی کشور برای شهر تهران است. داده‌های ت ام وای توسط دو نرم‌افزار ودرجنرتور و متونورم نیز تولید و با نتیجه به‌دست آمده از روش ساندیا مقایسه شده است. با توجه به اینکه در وب‌سایت ای پلاس داده‌های ت ام

1. Altitude
2. Azimuth
3. WBAN
4. Local Time Meridian(STM)
5. Time zone

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

وای تولیدی برای تهران ارائه شده، نتایج را با داده‌های این سایت نیز مقایسه کرده‌ایم.



شکل ۳ فرمت داده‌های خروجی نرم‌افزار متونورم

۵-۱- داده‌های اندازه‌گیری شده

داده‌های موجود معمولاً در هر سه ساعت یک بار اندازه‌گیری شده و به طور کامل در کل سال گزارش نشده‌اند. داده‌های تابش کل خورشیدی نیز به‌صورت میانگین روزانه(یا ماهیانه) اندازه‌گیری شده و لذا کامل نیستند (در بعضی از روزهای سال گزارش نشده‌اند). دمای هوای خشک، دمای نقطهٔ شبنم(یا رطوبت نسبی)، سرعت و جهت باد و همچنین کل تابش رسیده به سطح افقی، از میان داده‌های اندازه‌گیری شده توسط سازمان هواشناسی کشور برای دورهٔ ۱۴ ساله ۱۹۹۱-۲۰۰۵ در شهر تهران استخراج شده است.

۵-۲- اصلاح داده‌های گزارش نشده

داده‌های گزارش نشده توسط سازمان هواشناسی به‌صورت ***** ثبت شده و در این تحقیق از روش زیر برای اصلاح آنها استفاده شد:

۲/(مقدار سه ساعت قبل + مقدار سه ساعت بعد) = مقدار گزارش نشده

۶- تهیهٔ فایل ت ام وای برای تهران

همچنان که گفته شد، داده‌های دمای هوای خشک، دمای نقطهٔ شبنم، سرعت و جهت باد به‌صورت هر سه ساعت یک بار در کل روز اندازه‌گیری شده است. همچنین داده‌های تابش اندازه‌گیری شده به‌صورت میانگین ماهیانه است. در این قسمت به داده‌های موجود و نحوهٔ استفاده از آنها در روش ساندیا برای تهران می‌پردازیم.

۶-۱- داده‌های انتخاب شده با استفاده از روش ساندیا

داده‌های زیر با استفاده از روش ساندیا انتخاب و با میان‌یابی لاگرانژ به‌صورت ساعتی در داخل فایل ت ام وای قرار داده شده است:

۱- دمای هوا
۲- دمای نقطهٔ شبنم
۳- فشار هوا
۴- سرعت و جهت باد
۵- رطوبت نسبی

در صورتی‌که رطوبت نسبی اندازه‌گیری شده باشد، داده‌های اندازه گیری شده مورد استفاده قرار می‌گیرد، در غیر این‌صورت، با در دست داشتن دمای هوا و دمای نقطهٔ شبنم، برای محاسبه آن از رابطهٔ زیر استفاده می‌شود:

$$RH = Exp(\frac{17.27T_{dp}}{T_{dp}+237.29}) \Big/ Exp(\frac{17.27T_{db}}{T_{db}+237.29}) \quad (۴)$$

در Tdb دمای هوا (ºC) و Tdp دمای نقطهٔ شبنم (ºC) است.

۶-۲- داده‌های تابش آفتاب

با توجه به اینکه داده‌های اندازه‌گیری شده تابش کل رسیده به سطح افقی، به‌صورت میانگین ماهیانه در دسترس است، در این تحقیق با استفاده از روش‌های زیر این داده‌ها به داده‌های ساعتی تابش تبدیل شد. برای تبدیل سایر داده‌های ماهیانه مربوط به تابش آفتاب به داده‌های ساعتی نیز از همین روش‌ها استفاده شد.

الف) محاسبهٔ میزان تابش رسیده به سطح در جهت عمود بر آن (Gen)

برای محاسبهٔ میزان تابش رسیده به سطح در جهت عمود بر آن به‌صورت روزانه از رابطهٔ زیر استفاده شده است:

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

$$G_{en} = G_{sc}\left(\begin{matrix}۱.۰۰۰۱۱۰+۰.۰۳٤۲۲۱\cos B +۰.۰۰۱۲۸۰\sin B \\ +۰.۰۰۰۷۱۹\cos ۲B +۰.۰۰۰۰۷۷\sin ۲B\end{matrix}\right) \quad (۵)$$

$$B = ٦.۲۸۳۱۸۵\frac{n-۱}{۳٦۵}$$

در این رابطه Gsc عدد ثابت خورشیدی بوده و برابر است با $1367W/m2$ (n شمارهٔ روزها از اول ژانویه).

ب) تابش خورشیدی رسیده به سطح افقی در خارج از اتمسفر (Geh)

Geh با استفاده از زاویهٔ سمت‌الرأس(θz) و رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

$$G_{eh} = G_{en}\cos\theta_z \quad (۶)$$

زاویهٔ سمت‌الراس عبارت است از زاویهٔ بین اشعهٔ خورشید و قائم بر سطح افق برحسب رادیان که با استفاده از رابطهٔ زیر (در مثلثات کروی برحسب درجه) قابل محاسبه است:

$$\cos\theta_z = \sin\delta\sin\phi + \cos\delta\cos\phi\cos\omega \quad (۷)$$

ϕعرض جغرافیایی، δ زاویهٔ انحراف و ω زاویهٔ ساعت است.

ج) تابش کل خورشیدی رسیده به سطح افقی در روی زمین (Gh)

برای محاسبهٔ Gh، نخست با در دست داشتن داده‌های واقعی اندازه‌گیری شده برای تابش خورشیدی توسط سازمان هواشناسی کشور، میزان واقعی ضریب صافی ماهیانه محاسبه می‌شود. با داشتن مقدار واقعی ضریب صافی ماهیانه، با استفاده از روش دوفی[1] که در ادامه توضیح داده می‌شود[۲۱]، مقدار ساعتی آن محاسبه شده و سپس با داشتن ضریب صافی، میزان تابش خورشیدی رسیده به سطح افقی به‌صورت ساعتی محاسبه می‌شود. البته باید توجه داشت که در روش ساندیا برای هر سال از کل دورهٔ آماری، نیاز به دانستن کل تابش خورشیدی رسیده به سطح افقی در روز است. بنابراین برای هر سال با استفاده از داده‌های ماهیانه تابش و روش دوفی، مقدار کل تابش خورشیدی روزانه رسیده به سطح افقی محاسبه شده و برای انتخاب ماه مناسب توسط روش ساندیا استفاده می‌شود و پس از انتخاب ماه‌های موردنظر به روش ساندیا تابش خورشیدی رسیده به سطح نیز انتخاب شده و به‌صورت ساعتی در داده‌های ت ام وای قرار داده می‌شود.

ضریب صافی هوا در هر نقطه از سطح زمین با طول و عرض جغرافیایی معّین عبارت است از نسبت انرژی دریافت شده توسط صفحهٔ افقی در همان نقطه در طول زمان موردنظر (روزانه، ماهیانه یا ساعتی) به مقدار تابش دریافتی همین صفحه افقی در طول همان زمان اگر این نقطه در خارج از جو زمین قرار داشته باشد. ضریب صافی هوا را می‌توان برای هر روز، ساعت یا ماه محاسبه کرد:

$$K_{th} = \frac{G_h}{G_{eh}} \quad (۸)$$

در این رابطه Gh کل تابش رسیده به سطح افقی در سطح زمین و Geh کل تابش رسیده به سطح افقی خارج از جو زمین است. اگر ضریب صافی هوا و Geh به‌درستی محاسبه شود، می‌توان گفت که میزان تابش رسیده به سطح افقی در سطح زمین نیز به‌درستی محاسبه می‌شود[۲۰].

دوفی در سال ۱۹۸۰، رابطهٔ زیر را برای محاسبهٔ مقدار ساعتی ضریب صافی از روی مقدار ماهیانهٔ آن ارائه کرد[۲۱].

$$K_{th} = \left[a + b\cos\frac{\pi}{۱۲}\left(h - ۱۲\right)\right]\overline{K_{tm}} \quad (۹)$$

$$a = ۰.٤۰۹ + ۰.۵۰۱٦\sin(\omega_s - ٦۰)$$

$$b = ۰.٦٦۰۹ - ۰.٤۷٦۷\sin(\omega_s - ٦۰)$$

h زمان برحسب ساعت و ωs زاویهٔ ساعت برای طلوع یا غروب خورشید است. (در این روابط $(\omega s\text{-}60)$ باید به رادیان تبدیل شود).

د) تابش مستقیم خورشیدی رسیده به سطح در جهت عمود بر آن در سطح زمین(Gbn)

در صورتی‌که مقدار تابش مستقیم بر صفحهٔ افقی محاسبه شده باشد، Gbn با استفاده از رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

1. Duffie

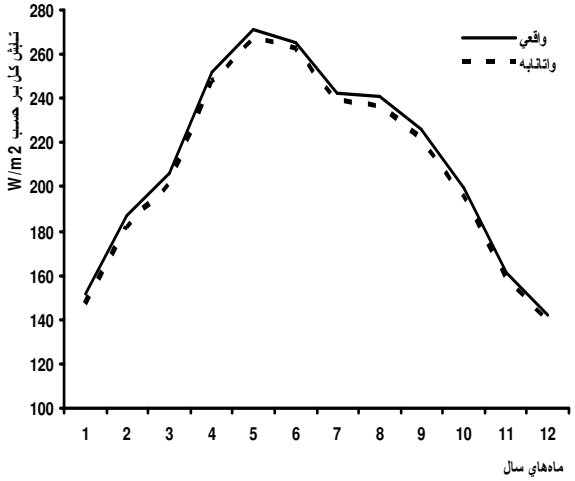
[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

$$G_{bh} = G_{bn}\cos\theta_z \qquad (۱۰)$$

در این رابطه زاویهٔ سمت‌الراس برحسب رادیان است.

در صورتی‌که مقدار تابش مستقیم و پراکندهٔ رسیده به سطح افقی در دست نباشد، می‌توان برای محاسبهٔ آن از روش واتانابه[1] یا روش‌های معتبر دیگر استفاده کرد[۲۲]. در این تحقیق با توجه به در دسترس نبودن مقدار تابش مستقیم و پراکنده، برای محاسبه این داده‌ها از روش واتانابه - که برای اقلیم‌های ژاپن ارائه شده- استفاده شده است. در مطالعات گسترده‌ای که در این زمینه انجام شده و همچنین مطالعات قبلی نگارندگان، مقدار *Gh* محاسبه شده توسط این روش و نتایج اندازه گیری شده برای شهرهای مختلف ایران مقایسه شده و نتایج رضایت بخشی به‌دست آمده است. به‌عنوان نمونه نتایج این روش برای شهر بندرعباس با داده‌های میانگین اندازه‌گیری شده برای کل دوره (۱۹۹۱ تا ۲۰۰۵) در شکل ۴ ارائه شده است. با توجه به این شکل دیده می‌شود که انطباق خوبی بین داده‌های میانگین کل اندازه‌گیری شده در دورهٔ ۱۹۹۱-۲۰۰۵ و داده‌های روش واتانابه وجود دارد و لذا این روش برای اقلیم‌های ایران نیز قابل استفاده است.



شکل ۴ مقایسهٔ نتایج تابش خورشیدی کل به‌صورت ماهیانه با استفاده از روش‌های مختلف (بندرعباس)

1. Watanabe

در این قسمت میزان تابش مستقیم با استفاده از روش واتانابه و با استفاده از روابط زیر برحسب W/m^2 محاسبه شده است [۲۳ و۲۴].

$$\begin{aligned}
&K_{TC} = ۰.٤۲٦۸ + ۰.۱۹۳٤\sin\alpha_s \\
&K_{DS} = K_{th} - (۱.۱۰۷ + ۰.۰۳٥٦۹\sin\alpha_s + \\
&+۱.٦۸۱\sin^۲\alpha_s)(۱-K_{th})^۲ \quad if \quad K_{th} \ge K_{TC} \\
&K_{DS} = (۳.۹۹٦ - ۳.۸٦۲\sin\alpha_s + \\
&+۱.٥٤\sin^۲\alpha_s)K_{th}^{\ ۳} \quad if \quad K_{th} < K_{TC} \\
&G_{bh} = G_{en}K_{DS}\frac{۱-K_{th}}{۱-K_{DS}}\sin\alpha_s
\end{aligned} \qquad (۱۱)$$

Gbh تابش مستقیم، *Kth* ضریب صافی هوا به‌صورت ساعتی و αs زاویهٔ فراز برحسب رادیان است.

و) تابش پراکنده خورشیدی رسیده به سطح افقی بر روی زمین (*Gdh*)

در روش واتانابه میزان تابش پراکنده از روابط زیر برحسب W/m^2 محاسبه می‌شود[۲۳ و۲۴]:

$$G_{dh} = G_{en}\frac{K_{th} - K_{DS}}{۱-K_{DS}}\sin\alpha_s \qquad (۱۲)$$

Gbh تابش مستقیم، *Kth* ضریب صافی هوا به‌صورت ساعتی و αs زاویهٔ فراز برحسب رادیان است.

۶-۳- سایر داده‌ها در فایل اطلاعاتی ت ام وای

برای سایر داده‌های موجود در فایل ت ام وای محاسباتی انجام نشده و مقادیر جدول ۲ در نظر گرفته شده است [۲۵].

۶-۴- تولید داده‌های ساعتی

همان‌طور که گفته شد، داده‌های اندازه‌گیری شده توسط سازمان هواشناسی برای هر سه ساعت یک بار گزارش شده است. اما برای ایجاد فایل‌های ت ام وای لازم است پس از انتخاب ماه‌های مورد استفاده برای یک سال، داده‌های ساعتی نیز تهیه شود. در این تحقیق برای تهیه داده‌های مربوط به هر دو ساعت گزارش

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

نشده، از میان‌یابی لاگرانژ بین سه داده گزارش شده - به‌صورتی‌که در جدول ۳ نشان داده شده- استفاده شده است[۲۶]. بدین منظور، نخست تمامی داده‌های موجود (داده‌های پر رنگ) در یک جدول و به‌صورت ساعتی (از ۱ تا ۸۷۶۰) ردیف شده، سپس داده‌های غیر موجود (داده‌های کم رنگ) با میان‌یابی لاگرانژ از روی سه داده موجود محاسبه می‌شود. برای مثال، برای تعیین داده‌های F4 و F5 از بین داده‌های F3 ، F6 و F9 میان‌یابی شده یا برای تعیین داده‌های F7 و F8 از بین داده‌های F6، F9 و F12 و به‌همین ترتیب برای کل سال استفاده می‌شود. همچنین برای محاسبه داده‌های F1 و F2 از بین داده‌های F3 ، F6 و F8760 میان‌یابی انجام شده است. روش میان‌یابی لاگرانژ برای سه داده چنین است:

جدول ۲ مقدار سایر داده‌ها در فایل ت ام وای

کل روشنایی رسیده به سطح افقی[1]	۹۹۹۹۹۹
روشنایی رسیده در جهت عمود بر سطح[2]	۹۹۹۹۹۹
روشنایی رسیده به‌صورت پراکنده[3]	۹۹۹۹۹۹
روشنایی رسیده در جهت زاویه سمت‌الرأس[4]	۹۹۹۹
کل پوشش آسمان[5]	۵
ارتفاع سقف[6]	۷۷۷۷۷
مدل آب و هوایی[7]	۹
کد مدل آب و هوایی[8]	'۹۹۹۹۹۹۹۹۹
شدت آب[9]	۰
عمق روشنایی[10]	۰
کل پوشش کدر آسمان[11]	۵
روشنایی دید[12]	۷۷۷/۷
عمق بارش برف[13]	۰
تعداد روز پس از آخرین بارش برف[14]	۸۸

1. Global Horizontal Illuminance {lux}
2. Direct Normal Illuminance {lux}
3. Diffuse Horizontal Illuminance {lux}
4. Zenith Luminance {Cd/m2}
5. Total Sky Cover {.1}
6. Ceiling Height {m}
7. Present Weather Observation
8. Present Weather Codes
9. Perceptible Water {mm}
10. Aerosol Optical Depth {.001}
11. Opaque Sky Cover {.1}
12. Visibility {km}
13. Snow Depth {cm}
14. Days Since Last Snow

۹۹۹۹۹۹، ۹۹۹۹ و ۹۹۹۹۹۹۹۹۹ به‌معنای در نظر نگرفتن مقداری برای داده است. مقادیر سایر داده‌های مورد نیاز از [۲۵] استخراج شده است.

$$p(x)=L_0F_0+L_1F_1+L_2F_2$$
$$L_0(x)=\frac{(x-x_1)(x-x_2)}{(x_0-x_1)(x_0-x_2)}$$
$$L_1(x)=\frac{(x-x_0)(x-x_2)}{(x_1-x_0)(x_1-x_2)} \qquad (۱۳)$$
$$L_2(x)=\frac{(x-x_0)(x-x_1)}{(x_2-x_0)(x_2-x_1)}$$

جدول ۳ روش تهیه داده‌های مربوط به هر دو ساعت گزارش نشده از میان‌یابی لاگرانژ

مقدار پارامتر	ساعت‌ها	مقدار پارامتر	ساعت‌ها	مقدار پارامتر	ساعت (از روز اول)
F9	۹	F5	۵	F1	۱
F10	۱۰	F6	۶	F2	۲
F11	۱۱	F7	۷	F3	۳
F12	۱۲	F8	۸	F4	۴

۷- نتایج

در این بخش فایل داده‌های اقلیمی از نوع ت ام وای برای شهر تهران با توجه به داده‌های اندازه‌گیری شده توسط سازمان هواشناسی برای دوره ۱۴ ساله ۱۹۹۱-۲۰۰۵ تهیه شده که روش انجام این کار به‌صورت زیر خلاصه شده است.

۱- داده‌های هوایی دمای هوای خشک، دمای شبنم، رطوبت نسبی، سرعت باد، جهت باد و فشار اتمسفری -که به‌صورت هر سه ساعت یک بار اندازه‌گیری شده- از روش ساندیا برای کل سال انتخاب شده و سپس با استفاده از روش لاگرانژ به ساعتی تبدیل شده است.

۲- از آنجا که داده‌های تابش کل اندازه‌گیری شده به‌صورت ماهیانه در دسترس است، ضریب صافی هوا و همچنین

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

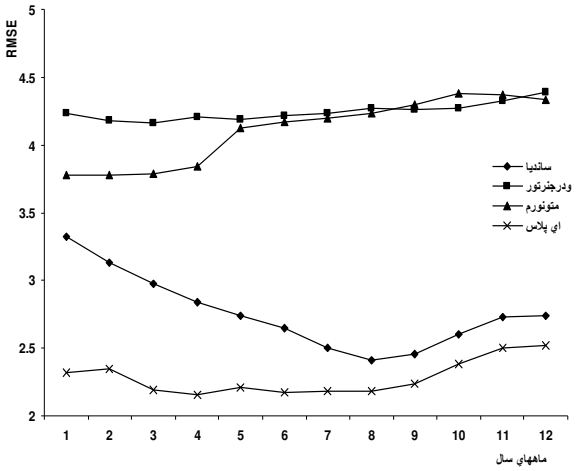
داده‌های ساعتی تابش خورشیدی از روش دوفی به‌دست آمده و برای انتخاب داده‌های ت ام وای در روش ساندیا (تابش کل در یک روز) از این اطلاعات استفاده شده است.

۳- در داخل فایل داده‌های آب و هوایی برای محاسبهٔ میزان تابش مستقیم در جهت عمود بر سطح و همچنین تابش پراکنده از روش واتانابه استفاده شده است.

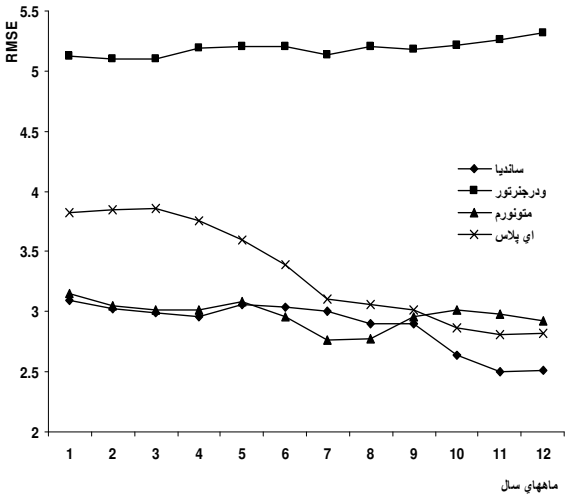
همچنین داده‌های ت ام وای با استفاده از دو نرم‌افزار متونورم و ودرجنرتور برای شهر تهران تولید شده است.

۷-۱- بررسی انطباق داده‌ها به داده‌های میانگین کل دوره

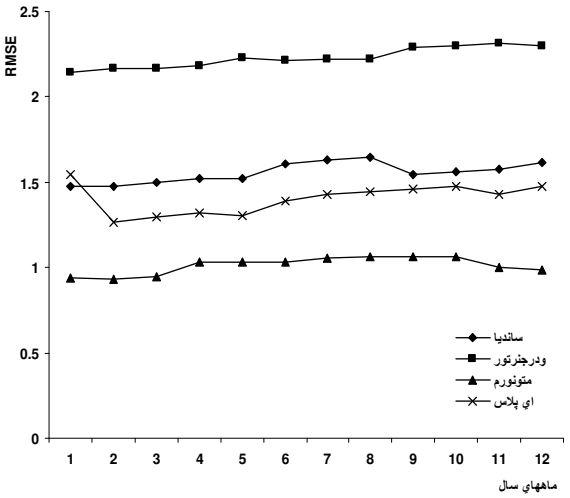
پس از تهیه‌کردن فایل ت ام وای به روش ساندیا و همچنین با دو نرم‌افزار متونورم و ودرجنرتور، میانگین روزانه سه پارامتر دمای خشک، دمای نقطهٔ شبنم و سرعت باد از این سه روش و داده‌های موجود در سایت ای پلاس با میانگین روزانه مقدار کل دورهٔ[1] آنها با استفاده از جذر میانگین مربعات خطا RMSE[2] مقایسه شده است. نتایج RMSE برای سه پارامتر اقلیمی یاد شده و برای شهر تهران در شکل‌های ۶،۵ و ۷ آورده شده است.



شکل ۵ مقایسه داده‌های ماهیانه RMSE برای دمای هوای خشک از روش‌های مختلف با داده‌های میانگین کل دورهٔ ۱۴ ساله



شکل ۶ مقایسه داده‌های ماهیانه RMSE برای دمای نقطهٔ شبنم از روش‌های مختلف با داده‌های میانگین کل دورهٔ ۱۴ ساله



شکل ۷ مقایسه داده‌های ماهیانه RMSE برای سرعت وزش باد از روش‌های مختلف با داده‌های میانگین کل دورهٔ ۱۴ ساله

۷-۲- مطالعه برآورد مصرف انرژی

در این قسمت برای ساختمان دلخواهی در شهر تهران، میزان مصرف انرژی، انتقال حرارت نفوذی از پنجره‌ها، دمای سطح خارجی پنجره‌ها و دمای سطح داخلی پنجره‌ها مقایسه شده است. برای این منظور، نخست ساختمان در نرم‌افزار انرژی‌پلاس [۲۵] طراحی شده و سپس برای چهار

1. Long-term average
2. Root Mean-Square Error

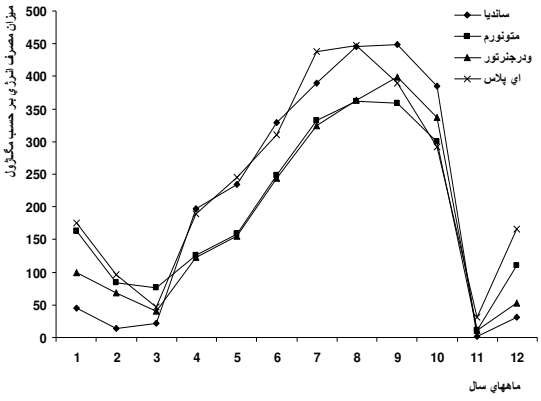
[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

نوع داده اقلیمی موجود(ساندیا، متونورم، ودرجنرتور و ای پلاس) محاسبات انجام شده است. نرم‌افزار انرژی‌پلاس، نرم‌افزار جدیدی برای شبیه‌سازی انرژی در ساختمان‌ها است که بر اساس ترکیبی از نرم‌افزارهای بلاست و دی‌اوای نوشته شده است و تغییرات مصرف انرژی در ساختمان را در زمان‌های کوتاهتر از یک ساعت انجام می‌دهد. تحلیل و محاسبات بر اساس تعادل حرارتی در کل ناحیهٔ شبیه‌سازی انجام می‌شود. این نرم‌افزار توسط سازمان انرژی امریکا در سال ۱۹۹۶ به عنوان ابزار جدید برآورد مصرف انرژی ارائه شده و هم‌اکنون در حال توسعه است[۲۵]. انرژی‌پلاس مدل‌سازی را به‌صورت ریز و دقیق انجام می‌دهد. ضعف این برنامه آن است که از سیستم گرافیکی ساده‌ای برای گرفتن داده‌های ورودی استفاده نمی‌کند و به برنامه‌هایی نیاز دارد که به کمک آنها بتوان ساختمان را در آن طراحی کرد و نتایج را بررسی کرد. در انرژی‌پلاس می‌توان با طراحی کل ساختمان در هر یک از دیوارهای مورد نظر پنجره و سایبان دلخواه را طراحی و نتایج را برای کل سال محاسبه کرد. همچنین می‌توان تحلیل را برای گام‌های مشخص زمانی - از یک ساعت تا یک سال- انجام داد که در این صورت لازم است داده‌های آب و هوایی (دما، فشار، سرعت و جهت باد، شدت تابش و غیره) مربوط به بازهٔ زمانی موردنظر به برنامه وارد شوند. انرژی‌پلاس داده‌های اقلیمی ورودی را به‌صورت ساعتی می‌پذیرد.

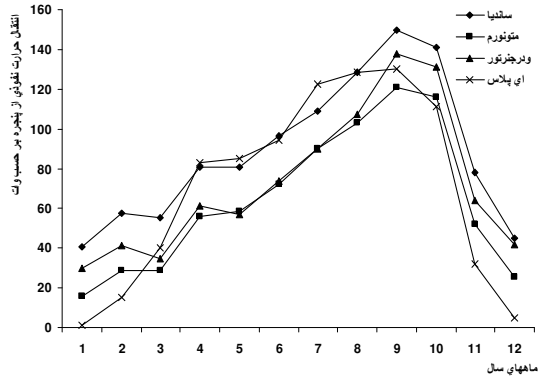
ساختمان موردنظر اتاقی (با دمای داخلی ۲۳ درجه ثابت در کل سال) با مساحت هر دیوار برابر ۹ متر مربع و ارتفاع برابر ۳ متر است. در دیوار جنوبی اتاق یک پنجره با شیشه تک جداره با مساحت یک متر مربع در وسط دیوار قرار دارد و فضای آن کنترل نشده است(جدول۴). نتایج این قسمت در شکل‌های ۸ تا ۱۱ برای میزان مصرف انرژی، انتقال حرارت نفوذی از پنجره، دمای سطح خارجی پنجره و دمای سطح داخلی پنجره به‌صورت ماهیانه(ماههای میلادی) ارائه شده است.

جدول ۴ مشخصات شیشهٔ مرجع

ضخامت شیشه به میلی متر	۳
ضریب عبور خورشیدی درتابش عمود	۰.۸۳۴
ضریب انعکاس خورشیدی درتابش عمود رو به تابش	۰.۰۷۵
ضریب انعکاس خورشیدی درتابش عمود پشت به تابش	۰.۰۷۵
ضریب عبور نور مرئی درتابش عمود	۰.۸۹۹
ضریب انعکاس نور مرئی درتابش عمود رو به تابش	۰.۰۸۳
ضریب انعکاس نور مرئی درتابش عمود پشت به تابش	۰.۰۸۳
ضریب عبور فروسرخ در تابش مستقیم	۰
ضریب گسیل نیمکروی فروسرخ رو به تابش	۰.۸۴
ضریب گسیل نیمکروی فروسرخ پشت به تابش	۰.۸۴
ضریب هدایت حرارتی به W/mK	۱
عرض شیشه به متر	۱
ارتفاع شیشه به متر	۱



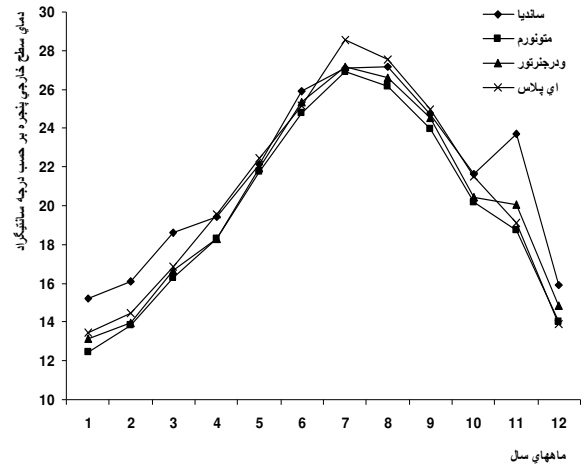
شکل ۸ مقایسهٔ میزان مصرف انرژی در ساختمان به روش‌های مختلف به‌صورت ماهیانه



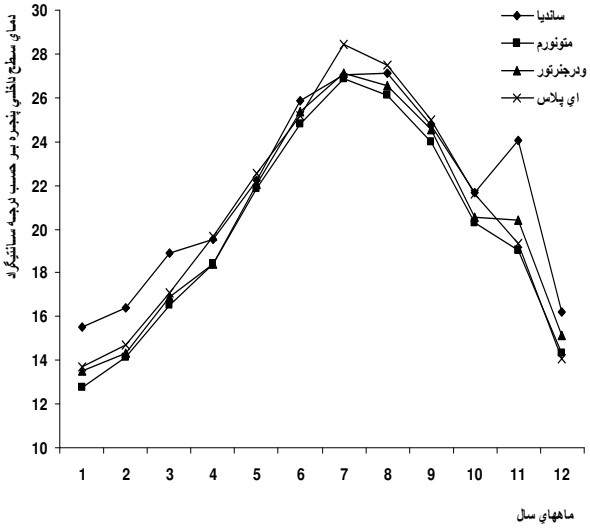
شکل ۹ مقایسهٔ میزان انتقال حرارت عبوری از پنجره به روش‌های مختلف به‌صورت ماهیانه

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]



شکل ۱۰ مقایسهٔ دمای سطح خارج پنجره به روش‌های مختلف به‌صورت ماهیانه



شکل ۱۱ مقایسهٔ دمای سطح داخلی پنجره به روش‌های مختلف به‌صورت ماهیانه

۸- بررسی نتایج برای شهر تهران

با توجه به شکل‌های ارائه شده نتایج زیر به‌دست آمده است:

۱- به دلیل در دسترس نبودن داده‌های میانگین تابش کل در دورهٔ ۱۴ ساله، مقایسه برای این پارامتر انجام نشده است. اختلاف در برآورد تابش می‌تواند ناشی از روش‌های مختلف پیش‌بینی باشد.

۲- برای سایر پارامترها یعنی دمای هوای خشک، دمای نقطهٔ شبنم و سرعت باد، نتایج روش ساندیا و همچنین داده‌های وب‌سایت ای پلاس به یکدیگر نزدیکتر بوده و همچنین به داده‌های میانگین کل دوره نزدیکتر است.

۳- برای میزان مصرف انرژی، نتایج ساندیا و ای پلاس برای ماه‌های تابستان نسبت به زمستان به یکدیگر نزدیکتر است.

۴- برای میزان انتقال حرارت عبوری از پنجره، نتایج ساندیا و ای پلاس برای ماه‌های تابستان نسبت به زمستان به یکدیگر نزدیکتر است.

با توجه به اینکه نتایج روش ساندیا و ای پلاس به داده‌های اندازه‌گیری شده نزدیک‌تر است، میزان اختلاف دو روش ساندیا و ای پلاس می‌تواند ناشی از دو مورد زیر باشد:

الف- تعداد داده‌های گزارش نشده برای شهر تهران زیاد بوده و مشخص نیست که در مراحل تهیه‌کردن فایل ت ام وای برای این شهر به روش ای پلاس، این داده‌های گزارش نشده به چه صورتی اصلاح شده است. همچنین مشخص نیست که از چه دورهٔ زمانیی استفاده شده است. همچنان که گفته شد در این تحقیق از دورهٔ ۱۴ سالهٔ اندازه‌گیری استفاده شده است.

ب- از آنجا که داده‌های تابش، سهم مهمی در انتخاب سال مناسب برای هر ماه دارند، باز هم مشخص نیست که در هنگام تهیه‌کردن فایل ت ام وای به روش ای پلاس، از داده های تابش ساعتی یا برآورد شده استفاده شده است. برای سایر داده‌ها نیز می‌توان چنین بحثی را مطرح کرد.

با توجه به مطالب گفته شده می‌توان داده‌های تولید شده به این دو روش را نسبت به سایر روشها بیشتر معتبر دانست.

همچنین فایل‌های ت ام وای ، داده‌های ساعتی استانداردی را برای انرژی خورشیدی و دیگر عناصر اقلیمی که امکان مقایسه سیستم‌های مختلف در نقاط متفاوت را فراهم می‌سازد ارائه می‌کنند. اما این فایل‌ها نمی‌توانند به‌طور قطعی تعیین کننده وضعیت این عناصر در سال آینده یا حتی پنج سال آینده باشند، زیرا آنها بیشتر مشخص کنندهٔ وضعیت عمومی در طی دوره‌ای طولانی، برای مثال دوره‌ای ۳۰ ساله هستند. در منابع مختلف حتی به‌این نکته اشاره شده که چون فایل‌های ت ام وای نشان‌دهندهٔ وضعیت نمونه و عمومی هستند

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

و نـه شـرایط و وضـعیت بحرانـی، اسـتفاده از آنهـا در طراحـی سیستم‌هایی که بایـد جوابگـوی شـرایط بحرانـی باشـند مفیـد نخواهد بود. موارد یاد شده نشانگر این واقعیت است که خروجی نرم‌افزارهای شبیه‌سازی مصرف انـرژی در سـاختمان مـی‌توانـد نشان‌دهندهٔ اعتبار یا عدم اعتبار فایل‌های ت ام وای تولید شـده باشد. با توجه به شکل‌های ۱۱ تا ۱۳ دیده می‌شـود کـه مقـدار بدست آمده برای مصرف انرژی، انتقال حرارت نفوذی از پنجره، دمای سطح خارجی پنجره و دمای سطح داخلـی پنجـره بـرای روشهای ساندیا و ای پلاس به یکدیگر نزدیکتر اسـت امـا نتـایج سایر روش‌ها به این دو روش نزدیک نیست.

۹- نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده مـی‌تـوان گفـت کـه اسـتفاده از داده‌هـای ت ام وای تولیـدی توسـط نـرم‌افزارهـای متونـورم و ودرجنرتـور بـرای شـبیه‌سـازی مصـرف انـرژی در سـاختمان نمی‌تواند معتبر باشد و پیشنهاد می‌شود که با در دست داشـتن داده‌های اندازه‌گیری شده برای دوره‌ای ۳۰ سالهٔ داده‌های ت ام وای برای شهرهای مختلف ایران به روش ساندیا تولید شود.

۱۰- مراجع

[1] L.S. Chan, T.T. Chow, K.F. Fong and J.Z. Lin, "Generation of a typical meteorological year for Hong Kong", Energy Conversion and management; Vol. 47, 2006, pp. 87–96.

[2] DOE-2 software, Weather Processor document, 2000.

[3] D. Crawley, J. Hand, and L. Lawrie, "Improving the Weather Information Available to Simulation Programs", The Building Simulation conference, September 1999.

[4] M.J. Witte and R.H. Henninger, "Testing and validation of new building energy simulation program", Proceedings, Building Simulation, International Building Performance Simulation Association (IBSPA), Rio de Janeiro, Brazil, August 2001.

[5] L.W. Crow, "Summary description of typical year weather data, Chicago midway airport", ASHRAE research project 100, 1970, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers Inc.

[6] L.W. Crow, "Development of hourly data for weather year for energy calculations (WYEC), including solar data, at 21 Weather Stations throughout the United States", ASHRAE Trans; Vol. 87(1), 1980;

[7] L.W. Crow, "Development of hourly data for weather year for energy calculations (WYEC), including solar data, at 29 stations throughout the united states and 5 stations in Canada", ASHRAE research project 364, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc, 1983.

[8] ASHRAE, "Weather year for energy calculations", ASHRAE research project, American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers, Inc, 1985.

[9] D.B. Crawley, "Which weather data should you use for energy simulations of commercial buildings", ASHRAE Trans; Vol. 104, 1998, pp. 498–515.

[10] R. Perez, P. Ineichen, R. Seals, J. Michalsky and R. Stewart, "Modeling daylight availability and irradiance componentsfrom direct and global irradiance", Solar Energy; Vol. 44, 1990, pp. 271–89.

[11] ASHRAE. "International weather for energy calculations (IWEC Weather Files) User_s Manual", Version 1.1, 2002.

[12] J. Huang, "The impact of different weather data on simulated residential heating and cooling load", ASHRAE Trans; Vol. 104, 1998, pp. 516–27.

[13] W. Marion, K. Urban, "Users manual for radiation data base TMY2s derived from the 1961–1990 national solar", National Renewable Energy Laboratory, 1995.

[14] I. Hall, R. Prairie, H. Anderson and E. Boes, "Generation of Typical Meteorological Years for 26 SOLMET Stations", SAND78-1601. Sandia National Laboratories, 1978.

[15] J.M. Finkelstein, R.E. Schafer, "Improved Goodness-of-Fit Tests", Biometrika; Vol. 58(3), 1971, pp. 641-645.

[16] L.O. Degelman, http://www.cox-internet.com/larryd/enerwin

[17] L.O. Degelman, "Examination of the concept of using typical week weather data for simulation of

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]

annualized energy use in buildings", Department of Architecture Texas A&M University College Station, TX 77843-3137.

[18] L.O. Degelman, "A statistically based hourly weather data generator for driving energy simulation and equipment design software for building", Department of Architecture Texas A&M University, U.S.A

[19] Meteonorm handbook theory part 1, 2, the Swiss federal office of energy, 2003.

[20] Meteonorm software version 5.102: http://www.meteonorm.com

[21] J.A. Duffie and W.A. Beckman, "Solar energy of thermal processes", John Wilcy, New York, 1980.

[22] T. Watanabe, "Procedures for Separating Direct and Diffuse Insolation on a Horizontal Surface and Prediction of Insolation on Tilted Surfaces", Transactions, No. 330, Architectural Institute of Japan, Tokyo, Japan, 1983.

[۲۳] ابراهیم پور عبدالسلام، پایان‌نامه دکتری مهندسی مکانیک، ارائه روابطی برای طراحی پنجره‌ها با کمترین مصرف انرژی سالیانه برای ایران، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ۱۳۸۸.

[24] A. Ebrahimpour and M. Maerefat, "A method for generation of typical meteorological year", Energy Conversation and Management; Vol. 51, 2010, pp. 410–417.

[25] Energyplus software: http://www.energyplus.com

[۲۶] مهری بهمن ، محاسبات عددی، انتشارات جهاد دانشگاهی امیر کبیر، ۱۳۸۵، صفحه ۶۷.

[Downloaded from mme.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.10275940.1390.11.2.5.5]