نشریه علمی-تخصصی تبدیل انرژی (JEED)
دوره ۱۰، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲، ص: ۱۳- ۲۹

J. Energy Conversion
Volume: 10, Issue: 2, 2023: 13−29

DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4

بررسی تاثیر داده های آب و هوایی پیش بینی شده و قدیمی بر روی میزان مصرف انرژی یک ساختمان آموزشی در اقلیم های متفاوت

علی معبودی روشتی[۱]، عبدالسلام ابراهیم پور[۲و*] و جعفر رزم آرا[۳]

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز ، تبریز ،ایران
Amaboudir@gmail.com
*۲- استادیار، گروه مهندسی مکانیک، دانشکده فنی و مهندسی ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز ، تبریز ،ایران
Salam_ebr@iaut.ac.ir
۳- دانشیار، گروه علوم کامپیوتر، دانشکده علوم کامپیوتر ، دانشگاه تبریز ، تبریز ، ایران
Razmaraj@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۱/۰۸/۲۸، بازنگری: ۱۴۰۱/۱۱/۰۷، پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۲۲

چکیده

مطالعات حوزه انرژی و محاسبه آن برای سالهای آتی در ساختمانها نشان میدهد که اثرات تغییرات اقلیمی خصوصا مسئله گرمایش جهانی نقش اساسی دارند.در این پژوهش برای دو شهر تبریز و اهواز با دو اقلیم متفاوت و یک ساختمان مشابه تحت سناریو A2 و دو دوره داده اقلیمی استفاده شد.هدف ارزیابی تاثیر داده های جدید و قدیمی بر روی مصرف انرژی در سالهای آتی میباشد.بمنظور پیش بینی داده های اقلیمی نظیر دما،تابش،رطوبت و ... از نرم افزار CCWorldWeathergen و نیز برای مهیا کردن فایل TMY۲ از نرم افزار TMY Creator استفاده شد. برای شبیه سازی مصرف انرژی از نرم افزار انرژی پلاس استفاده شده است.نتایج نشان میدهد استفاده از داده های جدیدتر برآورد دقیق تری را نسبت به داده های قدیمی در اختیار قرار میدهد. باتوجه به افزایش دما در طول سالهای آتی به سبب گرمایش جهانی در دو شهر اهواز و تبریز انرژی مصرفی برای گرمایش و سرمایش کاهش خواهند داشت. برای این منظور با در نظر گرفتن فصول گرم و سرد در سالهای تحت پیش بینی (۲۰۲۰-۲۰۵۰-۲۰۸۰) این موضوع اثبات شده است برای شهر اهواز در طول سال ۲۰۸۰ نسبت به سال ۲۰۲۰ ، ۲۴ درصد کاهش مصرف انرژی گرمایش و افزایش ۵ درصدی در قسمت سرمایش خواهیم داشت.و برای شهر تبریز در طول سال ۲۰۸۰ دارای ۱۹ درصد کاهش مصرف انرژی گرمایش و افزایش ۷ درصدی در قسمت سرمایش خواهیم داشت.

* **عهده‌دار مکاتبات:** Salam_ebr@iaut.ac.ir

کلمات کلیدی: پیش بینی، محاسبه مصرف انرژی، سرمایش ، گرمایش ، داده های آب و هوایی

۱- مقدمه

انرژی یک منبع گرانبها در جهان است.برای محاسبه میزان مصرف انرژی احتیاج به استفاده از نرم افزارهای شبیه سازی می باشد. داده های آب و هوائی یک قسمت مهم در شبیه سازی کامپیوتری می باشند.نرم افزارهای شبیه سازی کامپیوتری به داده های آب و هوایی ساعتی مانند دمای هوای خشک،تابش خورشیدی،سرعت باد و جهت آن و...نیازمندند.وچون داده های آب و هوایی بصورت معناداری بطور سالانه تغییر پیدا میکنند ،احتیاج به داده های آب و هوایی مشخص داریم تا بتوانیم تغییرات آب و هوایی را در طول سال نشان دهیم.اطلاعات مشخص شده داده های آب و هوایی خیلی مفید می باشند و علاوه بر استفاده در نرم افزارها برای شبیه سازی میتوانند قابل استفاده برای طراحان و مهندسان ساختمان برای بررسی مصرف انرژی در سازه های

نحوه استناد به این مقاله: علی معبودی روشتی، عبدالسلام ابراهیم پور و جعفر رزم آرا. بررسی تاثیر داده های آب و هوایی پیش بینی شده و قدیمی بر روی میزان مصرف انرژی یک ساختمان آموزشی در اقلیم های متفاوت. مهندسی مکانیک تبدیل انرژی. ۱۴۰۲; ۱۰ (۲) :۱۳-۲۹. **DOR:** 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

مذکور باشند[1].پیشرفت زیاد نرم افزارهای کامپیوتری و استفاده از آن ها در طراحی ساختمان، روش طراحی سیستم تهویه مطبوع و تاسیسات ساختمان را برای مهندسان و معماران تغییر داده است. در گذشته محاسبات طراحی سیستم تهویه مطبوع و تاسیسات بر مبنای تخمین بارهای حداکثر استوار بود که برای محاسبه این بارها از روشهای دستی و ساده استفاده می .شد امروزه ، علاوه بر محاسبه بارها، ضروری است که در مرحله طراحی ، آنالیز انرژی نیز در ساختمان مورد توجه قرار گیرد[2]. و مقادیر پارامترهای مؤثر در انرژی ساختمان محاسبه شوند به عبارت دیگر، برای کاهش مصرف انرژی، ضروری است که از برنامه های شبیه سازی مصرف انرژی قبل از ساختن ساختمان و یا ایجاد تغییرات در آن بعد از ساخت می توان استفاده نمود و هزینه مصرف انرژی را برآورد نمود . همچنین ، میتوان دید که تغییرات انجام شده در ساختمان چه تاثیری بر مصرف انرژی ساختمان داشته است. با استفاده از این برنامه ها میتوان طراحی های مختلف و همچنین مواد مختلفی را برای ساختار ساختمان قبل و یا بعد از ساخت مورد بررسی قرار داد تا بهترین حالت از لحاظ ذخیره و مصرف انرژی بدست آید .تمامی نرم افزارهای شبیه سازی کامپیوتر مورد استفاده در بررسی میزان مصرف انرژی در ساختمان و مقایسه مصرف سوخت ساختمان با استاندارد های مختلف بنوعی برنامه ریزی شده اند که برای انجام پردازش و محاسبات از بانک های اطلاعات اقلیمی قابل تبدیل به یکدیگر (فایلهای اطلاعات آماری با فرمتTMY2 یا فرمت مشابه)استفاده مینمایند[3].

برای شبیه سازی انرژی در ساختمان معمولا ۱۰تا ۱۳ پارامتر اقلیمی(میزان تابش خورشیدی،دمای‌هوا،رطوبت‌نسبی،ارتفاع از سطح دریا،سرعت باد،جهت باد،فشارهوا وغیره)مورد نیاز است.این داده های اقلیمی نباید بصورت میانگین در سال یا فقط برای قسمتی از سال باشند بلکه باید روزانه و در تمام ۸۷۶۰ساعت سال مشخص شده باشند. که از سازمان هواشناسی کشور این داده ها دریافت و طی یک فرآیند ریاضی داده های سه ساعته به داده های ساعتی تبدیل میشوند و اینگونه قابلیت استفاده در این نرم افزارها را خواهند داشت.

۲-۱-بانک های داده های آب و هوایی موجود

تمام برنامه های شبیه سازی احتیاج به تعدادی داده های آب وهوایی ورودی به برنامه برای شبیه سازی دارند.از میان بانکهای اطلاعاتی موجود میتوان بطور مثال به فایلهای TMY2[۱] که توسط مرکز NREL[۲]در سال ۱۹۹۵ و فایلهای WYEC2[۳] که توسط ASHRAEدر سال ۱۹۹۷ تهیه شده است و نوع TRY[۴] که توسط CEC[۵] در سال ۱۹۸۵ تهیه شده است اشاره نمود.

۳-۱-فرمت فایلهای TMY2

فایلهای TMY2 مجموعه ای از مقادیر ساعتی تابش آفتاب و داده های آب و هوایی هستند که بر اساس آماری دوره چند ساله جمع آوری شده اند.فایلهای TMY2 شامل آمار مربوط به داده های آب و هوایی ماههای مختلف سال است که از آمار سالهای متفاوت انتخاب شده و بمنظور تهیه آمار سالانه بهم متصل شده اند.مورد استفاده اصلی این فایلها در نرم افزارهای شبیه سازی انرژی خورشیدی و مصرف انرژی در سیستم های ساختمانی است.به لحاظ معیارهای انتخاب شده برای فایلهای TMY2 استفاده از آنها برای شبیه سازی سیستم های انرژی باد پیشنهاد نمیشود.فایلهای TMY2 داده های ساعتی استانداردی را برای انرژی خورشیدی و دیگر عناصر اقلیمی که امکان مقایسه سیستم های مختلف در نقاط متفاوت را فراهم می سازد ارائه نمایند[4]

[1] Typical Meteorological Year
[2] National Renewable Energy Laboratory
[3] Weather for energy Calculations
[4] Transys Software weather data test reference
[5] Commission Of the European Community

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

اما این فایلها نمیتوانند بصورت قطع تعیین کننده وضعیت عناصر در سال آینده یا حتی ۵ سال آینده باشند. زیرا آنها بیشتر مشخص کننده وضعیت عمومی طی یک دوره طولانی مثلا دوره ۳۰ ساله هستند و استفاده از آنها در طراحی جوابگوی شرایط بحرانی نخواهد بود. هریک از فایلهای داده های آب و هوایی اطلاعاتی شامل موارد ذیل را دارا هستند :

الف:اطلاعات کلی محل :نام محل،طول و عرض جغرافیایی ،اختلاف ساعت جهانی،ارتفاع از سطح دریا،دمای زمین و ...

ب:اطلاعات وابسته به زمان که بصورت ساعتی و هرساعت از سال ارائه شده است که شامل:دمای هوای خشک،دمای نقطه شبنم ،رطوبت نسبی ،فشار اتمسفریک یک محل ،تابش خورشیدی،سرعت و جهت بادو...

در این پژوهش برای تبدیل داده های آب و هوایی به فرمت TMY2 از روش ساندیا که توضیحات آن در ادامه آمده است بهره گرفته شده است. این روش یک روش تجربی است که داده ها را برای تک تک ماههای سال از اطلاعات اندازه گیری شده چند ساله بر حسب فرمولهای مربوطه تقسیم بندی میکند و بهترین ماه را از نظر درصد تجمعی انتخاب مینماید. همچنین برای پیش بینی داده های آب و هوایی طبق سناریو یادشده در نرم افزار CC World Weather Gen از روش مورفینگ که توضیحات آن در ادامه آمده است بهره گرفته شده است. روش مورفینگ روشی است که بوسیله آن پیشبینی هـای آب وهـوایی را برای محاسبهٔ فایلهـای داده ای آب وهـوایی جدیـد در راستای شبیه سازی انرژی ساختمانی، به دست میآورد.

۱-۴-مدلهای گردش عمومی جو

به استناد مطالعات انجام گرفته ، مدلهای سه بعدی گردش عمومی AOGCM[1] که بر پایه قوانین فیزیکی استوار میباشند از معتبرترینه ابزارها برای تولید سناریو اقلیمی در دورههای آتی میباشند. تاکنون مدلهای گردش عمومی مختلفی در مراکز گوناگون تحقیقاتی تدوین و طراحی شده است که از آن جمله میتوان به مدل HadCM3 [2] اشاره نمود.

با تدوین سناریوهای انتشار گازهای گلخانه ای توسط IPPC[3] مدلهای گردش عمومی جو با فرضیات مختلف انتشار مانند A2 اجرا شده اند. مدل گردش عمومی جو با فرضیه A2 بیانگر این مسئله با " تصور جهانی در آینده با رشد اقتصادی متوسط و نرخ آلودگی کمتر از A1" است.

سناریوی A2 در بالاترین حد سناریوهای انتشار SRES[4] قرار دارد (اما نه بالاترین) در شکل زیر گرم شدن سطح زمین در قالب سناریوهای مختلف منجمله سناریو مورد استفاده در این پژوهش (A2) نشان داده میشود[5]

به این دلیل نگاه سناریو A2 در نگاهی نسبتا بدبینانه به مسئله دارد و این مورد میتواند در طراحی های مورد مطالعه در حوزه انرژی ساختمانها یک نقطه قوت باشد[6]

۱-۵-تحقیقات پیشین

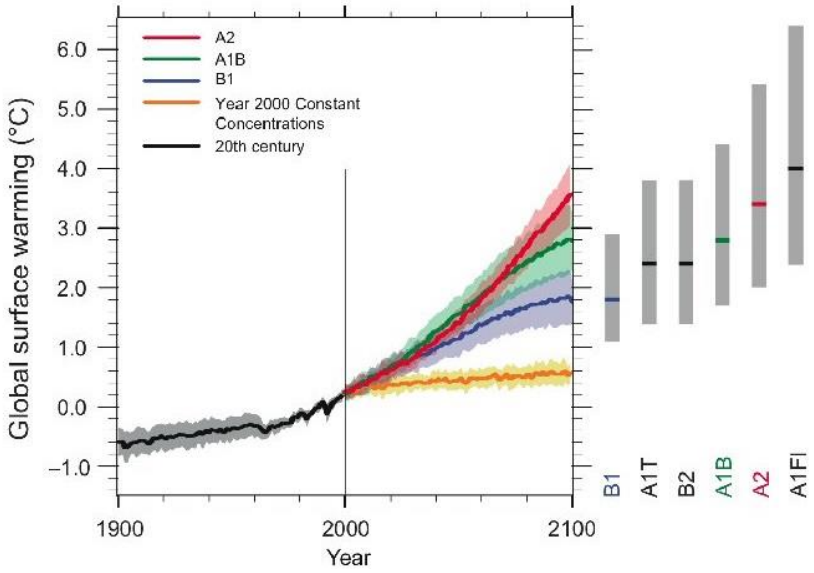
در این قسمت به مرور منتخبی از پژوهشهای انجام شده در این زمینه پرداخته شده است.در هرکدام از این تحقیقات روی یک یا چند عامل تعیین کننده میزان مصرف انرژی در ساختمانها مطالعاتی صورت گرفته است.

تحقیقات متعددی توسط محققان برای تهیه داده های آب و هوایی برای نقاط مختلف جهان انجام شده است.از سال ۱۹۷۰ تا ۱۹۸۳، اشری سه پروژه آر پی ۱۰۰،۲۳۹ و ۳۶۴[5] برای تهیه داده های آب و هوایی انجام داده و طرح جدیدی بنام تی ار ای ارائه کرد.این داده های در شبیه سازی به نام دبیلیووای ای سی شناخته میشوند و همان فرمت تی ار ای را دارد.[2]

[1] Atmosphere-Ocean General Circulation Models
[2] Hadley Center General Circulation Model
[3] Intergovernmental Panel on Climate Change
[4] Special Report on Emissions Scenarios (SRES)
[5] RP100-239 and 364

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

کریستی و همکاران در سال ۲۰۱۵ با در نظر گرفتن دمای طرح خارج،سرعت باد ،رطوبت ،تشعشع خورشیدی با استفاده از نرم افزار برنامه نویسی IDA به تخمین تغییرات آب و هوایی بر اساس سناریوهای جدید پرداخته و فرمولهایی برای چگونگی محاسبه دما ارائه دادند.[3]



شکل ۱: نمایش تغییرات گرم شدن سطح زمین در قالب سناریوهای مختلف در سالهای آتی

وحید نیک و همکاران در سال ۲۰۱۷ در یک تحقیق به بررسی تغیررات اقلیمی در طول بازه سالهای ۲۰۱۰ تا ۲۱۰۰ پرداخته و با بررسی تغییرات دمایی،تغییرات ساعتی،یک مدل سه بعدی از ساختمانهای مفروض را در نظر گرفتند.آنها با استفاده از نرم افزارهای موجود شبیه سازی انرژی در ساختمان این تغییرات را در بازه ۹۰ ساله بررسی کردند.[4]

یانگ و همکاران در سال ۲۰۰۸ با استفاده از تغییرات اقلیمی در بازه سالهای ۱۹۷۱ تا ۲۰۰۰ شبیه سازی برای ساختمانهای اداری برای ۵ منطقه با اقلیم متفاوت در کشور چین را انجام دادند.[5]

چان و همکاران در سال ۲۰۰۶ با بررسی یک ساختمان اداری با مشخصات فنی و با در نظر گرفتن شرایط آب و هوایی در ۵ شهر چین و با استفاده از مدلهای رگرسیون مطالعاتی در زمینه مصرف انرژی داشته اند .ایشان با استفاده از نرم افزارهای انرژی در این زمینه اقداماتی انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که مصرف انرژی در ساختمان مفروض وابسته به تغییرات اقلیمی خواهد بود.[6]

آریما و همکاران در سال ۲۰۱۶ در توکیو ژاپن پس از بررسی ساختمانهای با سایز متغییر با استفاده از نرم افزار TRNSYS به تحلیل انرژی در ساختمانهای با سایز متفاوت نمودند.[7]

بای و وانگ در سال ۲۰۱۹ در مقاله ای باعنوان معرفی فایل داده های آب و هوایی جدید بررسی شبیه سازی مصرف انرژی و بررسی تغییرات آب و هوایی بر شبیه سازی مصرف انرژی در کشور چین پرداختند .آنها با در نظر گرفتن یک ساختمان اداری بلند مرتبه از داده های ۵۰ ساله اخیر استفاده کردند.آنها دریافتند استفاده از داده های جدید میتواند نتایج بهتری را برای تصمیم گیری های آینده با توجه به شرایط جدید آب و هوایی در اختیار آنها قرار بدهد.[8]

کوکس و همکاران در سال ۲۰۱۹ تعداد۳۰ ساختمان آموزشی را با استفاده از داده های آب و هوایی سالهای گذشته در شبکه عصبی بمدت ۲۴ ساعته مورد بررسی و ارزیابی قرار دادند و نشان دادند بررسی مقطعی برای و کوتاه مدت ۲۴ ساعته یا چند روزه نمیتواند نتایج مورد استنادی در اختیار پژوهشگران قرار دهد.[9]

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

در سال ۲۰۱۸ دینگ و همکاران با مطالعه بر روی چهار ساختمان اداری در چهار شهر مختلف به ارزیابی سه عامل تاثیر گذار بر روی میزان انرژی مصرفی ساختمانها در شرایط آب و هوایی ،پوشش ساختمانها و فعالیت در ساختمانها پرداختند.آنها دریافتند شرایط آب و هوایی و پوشش ساختمانها مکمل همدیگر هستند و نیز درصد این تاثیر برای شرایط آب و هوایی بیشترین مقدار است[10]

دیاس و همکاران در سال ۲۰۲۰ روش های تولید داده های آب و هوایی را برای شبیه سازی مصرف انرژی با یکدیگر مقایسه کردند.آنها ۴ ساختمان متفاوت را در شهرهای مختلف اسپانیا که دارای اقلیم مختلف بود در نظر گرفتند. سپس با استفاده از روش مورفینگ اقدام به پیش بینی داده های اقلیمی در دورههای مختلف نمودند. پس از تولید داده های آب و هوایی توانستند مقایسه ای را ما بین انرژی مصرفی در ساختمان های تحت مطالعه انجام دادند[11]. براردی و همکاران در سال ۲۰۲۰ به شبیه سازی ۱۶ ساختمان مختلف در طول دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۸ طی دوره پایه ۱۹۸۹-۱۹۵۹ پرداختند. آنها در یافتند که دمای میانگین هوا تا سال ۲۰۷۰ به میزان ۱۲۶-۱۵ درصد افزایش خواهد داشت [12]. حسینی و همکاران در سال ۲۰۲۰ با استفاده از یادگیری ماشین به تولید فایل های آب و هوایی موسوم به TMY پرداختند. آنها یک رابطه غیرخطی ما بین داده های آب و هوایی قدیمی و جدید (پیش بینی شده) پیدا کردند و دریافتند که یادگیری ماشین میتواند در تولید فایل های آب و هوایی در راستای محاسبه میزان مصرف انرژی ساختمانها کمک نمایند[13]. هدف از پژوهش یافتن جواب این پرسش است که تفاوت استفاده از داده های آب و هوایی قدیمی و جدید چه اندازه است؟ و اینکه آیا استفاده از داده های جدید یا قدیمی چه اثری بر روی مصرف انرژی ساختمانها در طول ادوار آتی خواهند داشت؟

۲-مواد و روشها

۲-۱-اقلیم مورد مطالعه

در این پژوهش ۲ شهر ایران با اقلیم های مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. جدول شماره ۲ به بیان مشخصات جغرافیایی این شهرها اشاره دارد.

جدول ۱ : مشخصات جغرافیایی شهرهای تحت مطالعه

ردیف	نام شهر	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریا (متر)	اقلیم
۱	تبریز	۳۸/۱	۴۶/۳	۱۳۶۴	سرد و کوهستانی
۲	اهواز	۴۸/۶۵	۳۱/۳۰	۱۲	خشک

۲-۲-ساختمان مورد مطالعه

ساختمان مورد مطالعه یک ساختمان آموزشی با مشخصات فیزیکی مصالح مورد استفاده در جدول شماره ۲ در نظر گرفته شده است.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

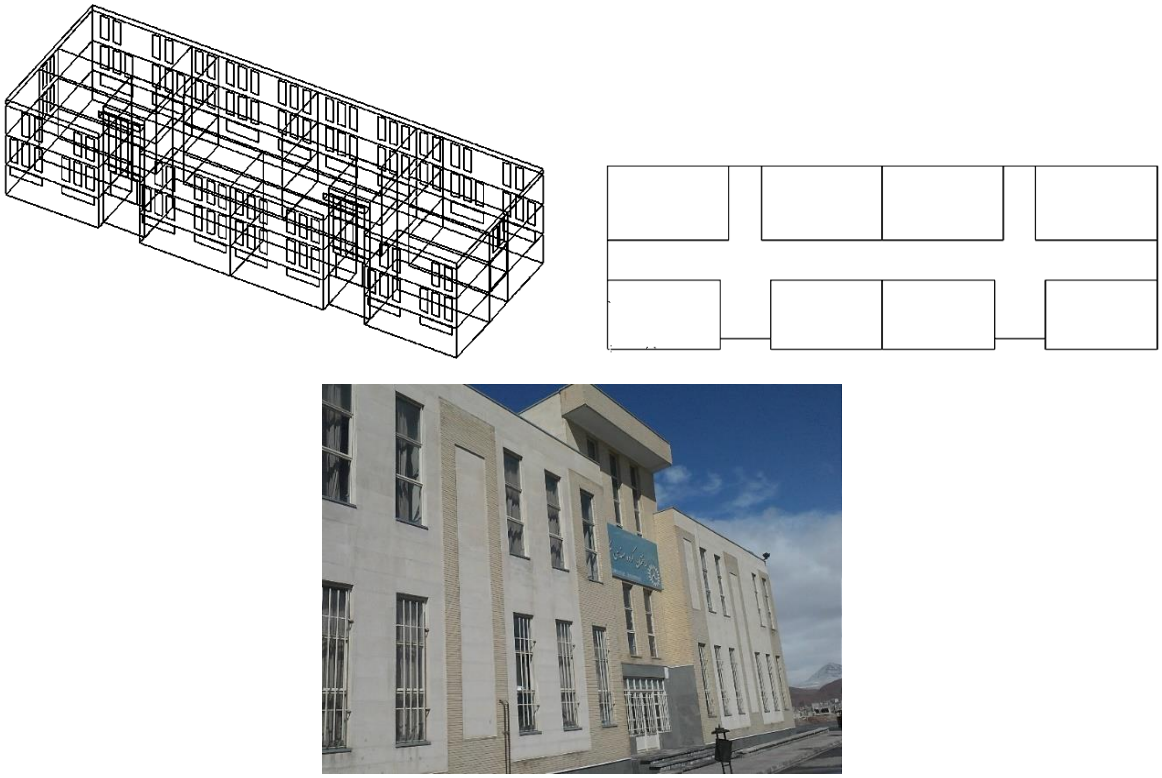
[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

جدول ۲: مشخصات فیزیکی مصالح کاربردی در ساختمان تحت مطالعه

دیوار خارجی				
جنس لایه	C_p	ρ	λ	**d**
از داخل به خارج	*J/kg. k*	*kg/m3*	*W/m. K*	*cm*
نازک کاری	780	1860	0/72	2/5
بلوک سفالی	880	2300	1/4	20
نازک کاری	780	1860	0/72	3
آجر نما	840	3000	2/2	5
دیوار داخلی				
نازک کاری	780	1860	0/72	2/5
بلوک بتنی	880	2300	1/4	10
نازک کاری	780	1860	0/72	2/5
بام				
نازک کاری	780	1860	0/72	2/5
بلوک بتنی	880	2300	1/4	25
بتن سبک	880	2300	1/4	10
ماسه سنگ(نخودی)	800	1515	0/27	2
سنگ شنی	745	2150	2/9	2
آسفالت	920	2115	0/062	2
سقف طبقات				
نازک کاری	780	1860	0/72	6
تیرچه بلوک	880	2300	1/4	25
بتن سبک	880	2300	1/4	2
ملات سیمانی	780	1860	0/72	10
موزاییک	745	2150	2/9	2/5
کف				
نازک کاری	780	1860	0/72	6
بلوک بتنی	880	2300	1/4	25
بتن سبک	880	2300	1/4	2
ملات سیمانی	780	1860	0/72	10
موزاییک	745	2150	2/9	2/5
درب فلزی	465	7833	54	5
درب شیشه‌ای	750	2500	1/4	5

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]



شکل شماره ۲: نمای پرسپکتیو،نمای از جلو و تصویر واقعی ساختمان مورد مطالعه

۳-۲- ادوار مورد مطالعه

داده های مورد مطالعه دارای تفکیک دو قسمتی خواهند بود . اول داده هایی با عنوان "داده تاریخی" و دوم "داده معاصر یا جدید" که در جدول شماره ۳ به بیان این ادوار پرداخته ایم

جدول ۳: ادوار مورد مطالعه

ردیف	نام شهر	دوره تاریخی	دوره جدید
۱	تبریز	۱۹۶۷-۱۹۹۴	۲۰۰۴-۲۰۱۸
۲	اهواز	۱۹۶۸-۱۹۹۸	۲۰۰۴-۲۰۱۸

۴-۲- مآخذ داده ها

این داده ها از سازمان هواشناسی کشور بصورت سه ساعته دریافت شده است. که پس از انجام فرآیندهای ریاضی به داده ساعتی تبدیل شده است.

۵-۲-تبدیل داده های سه ساعته به داده های ساعتی

داده های اندازه گیری شده توسط سازمان هواشناسی کشور برای هر۳ساعت گزارش شده است.اما برای ایجاد فایلهای TMY2 لازم است پس از انتخاب ماههای مورد استفاده برای یک سال،داده های ساعتی نیز تهیه شود.برای مثال برای تهیه داده های مربوط به هر دوساعت گزارش نشده ازمیانیابی لاگرانژ بین ۳ ساعت داده گزارش شده به صورت زیر استفاده میشود.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

جدول ۴: تقسیم بندی ساعات برای تشریح بهتر فرآیند لاگرانژ

ساعات	مقدار پارامتر	ساعات	مقدار پارامتر	ساعات	مقدار پارامتر
1	F1	5	F5	9	F9
2	F2	6	F6	10	F10
3	F3	7	F7	11	F11
4	F4	8	F8	12	F12

بدین منظور ،ابتدا تمام داده های موجود (داده های پررنگ)در یک جدول و بصورت ساعتی (از ۱تا ۸۷۶۰)ردیف شده ،سپس داده های غیرموجود (داده های کمرنگ)با میانیابی لاگرانژ از سه داده موجود محاسبه میگردد.بطور مثال برای تعیین مقدار داده های F4وF5 از بین داده ای F3و F6وF9 میانیابی شده یا برای پیدا کردن مقدار داده هایF7و F8 از بین داده های F6و F9و F12 و بهمین ترتیب برای کل سال استفاده میشود.

۶-۲- روش تولید فایل TMY2 از داده های آب و هوایی

در این قسمت ابتدا روش ساندیا [1](روش معمول) ایجاد فایل TMY2 شرح داده میشود. این روش روش متداول ایجاد فایل میباشد.

برای تهیه داده های مورد نیاز در فایل های TMY2 از داده های آب و هوایی اندازه گیری شده،معمولا از روش ساندیا استفاده میشود[۸] .روش Sandia روشی تجربی است که داده ها را برای تک تک ماههای سال از اطلاعات اندازه گیری شده چند ساله استفاده میکند.در ادامه به توضیح درمورد این روش می پردازیم.

الف)مراحل روش Sandia

مرحله۱: برای هریک از ماههای سال ،از میان آمار سالهای دوره بلند مدت آماری مورد نظر(مثلا دوره ۳۰ساله)۵ ماه که تابع توزیعی تجمعی (CDF[2]) شاخصهای روزانه آنها نزدیکتر به تابع توزیعی تجمعی ماه مورد نظر در دوره بلند مدت آماری است انتخاب میشود.تابع توزیعی تجمعی،نسبت مقادیری را که کمتر یا مساوی مقدار شاخص مشخص شده است تعیین میکند.

مرحله دوم:۵ ماه انتخابی،براساس میزان نزدیکی آنها به معدل و میانگین دوره بلند مدت آماری مرتب میشود.

مرحله سوم:پس از بررسی میزان درصد نزدیکی پارامترهای متغییر(پارامترهای ۱۳ گانه) به معدل و میانگین دوره بلند مدت آماری مناسبترین درصدها از بین ۵ سال برای تهیه فایل TMY2 مورد استفاده قرار میگیرند.

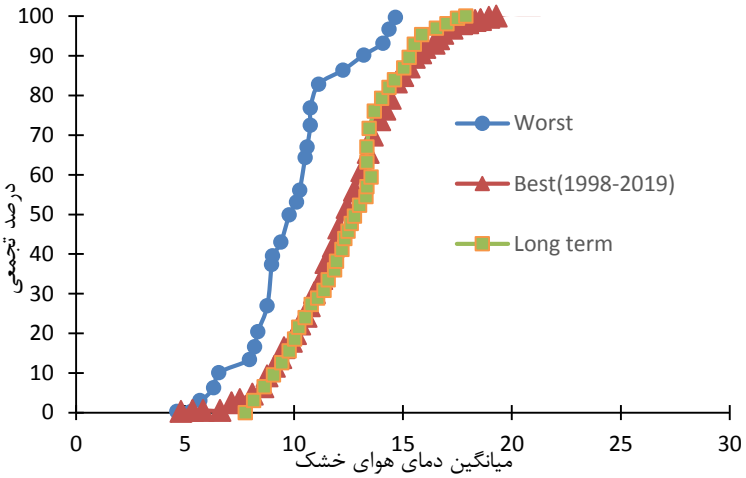
مرحله چهارم:برای تکمیل آمار سالانه هریک از پارامترهای مورد نظر،آمار ۱۲ ماهی که بصورت یادشده تعیین شده است بهم متصل میگردد.بدین صورت که بعد از انتخاب ۱۲ ماه ،بین ماههای مختلف بصورت ساعتی با استفاده از برازش منحنی یکسان سازی میشود.

۷-۲- تهیه فایل EPW[3] برای شبیه سازی انرژی

پس از تبدیل داده های مورد نیاز به فایل TMY2 با روش و نرم افزار ذکر شده ، فایل EPW بوسیله نرم افزار انرژی پلاس تولید میشود.به این ترتیب که ابتدا فایل TMY2 بعنوان فایل ورودی در اختیار نرم افزار قرار میگیرد و سپس نرم افزار این فایل را بعنوان فایل قابل استفاده برای شبیه سازی مصرف انرژی ساختمان (EPW) تولید میکند.

[1] Sandia National Laboratory
[2]cumulative distribution functions
[3] Energy Plus Weather

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]



شکل ۳: نمونه ای از استفاده از روش ساندیا بدست آمده برای دمای هوای خشک طی سالهای ۲۰۱۹-۱۹۹۸ برای شهر تهران

۲-۸-نرم افزار پیش بینی CCWORLDWEATHERGEN

برای پیش بینی مصرف انرژی در سالهای آتی تحت سناریو A2 لازم است فایل EPW این سالها (۲۰۲۰-۲۰۵۰-۲۰۸۰) تولید شود.این نرم افزار که بعنوان یک نرم افزار منبع آزاد (سورس کد) در اختیار همگان قرار دارد توسط پژوهشگران دانشگاه ساوسهمپتون انگلستان بصورت برخط در اختیار عموم قرار گرفته است.

روش محاسبات این نرم افزار که از روش مورفینگ بهره جسته است به این صورت است که ایتدا بعنوان فایل ورودی ، فایل EPW سال مد نظر در اختیار نرم افزار قرار میگیرد وپس از اعمال سناریوهای A2 ، این نرم افزار به محاسبه و تولید فایله های EPW برای سالهای ۲۰۲۰-۲۰۵۰-۲۰۸۰ مینماید.از این فایلها بعنوان ورودی نرم افزار انرژی پلاس میتوان استفاده نمود.

۲-۹- روش مورفینگ[1]

نظریه مورفینگ، میتواند به عنوان روشی برای تولید داده های اقلیم در مقیاس ساعتی باشد. نظریه "مورفینگ " یک مفهوم پایه است - که پیشبینی های آنومالی آب وهوایی را برای محاسبهٔ فایلهای داده ای آب وهوایی جدید در راستای شبیه سازی انرژی ساختمانی، به دست میآورد.

۲-۱۰- محاسبات مصرف انرژی ساختمان

پس از انجام موارد فوق الذکر ، شبیه سازی مصرف انرژی ساختمان مدنظر بوسیله دو فایل EPW و فایل ساختار ساختمان [2] انجام میشود.در این مرحله بسته به تنظیمات مربوطه نتایج شبیه سازی انرژی و مقادیر بصورت ماهانه (میلادی) در اختیار کاربر قرار میگیرد.

۳-نتایج

۳-۱- تبریز

تبریز بعنوان شهری با اقلیم سرد و کوهستانی در شمال غربی ایران قرار دارد. با توجه به اقلیم این شهر انتظار میرود این شهر دارای مصرف انرژی گرمایشی بیشتر و مصرف انرژی سرمایشی کمتری باشد.

[1] Morphing Method
[2] Idf File

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

نتایج محاسبات مصرف انرژی در طول دوره تاریخی و دوره معاصر در جدول شماره ۵ و ۶ نمایش داده شده است.

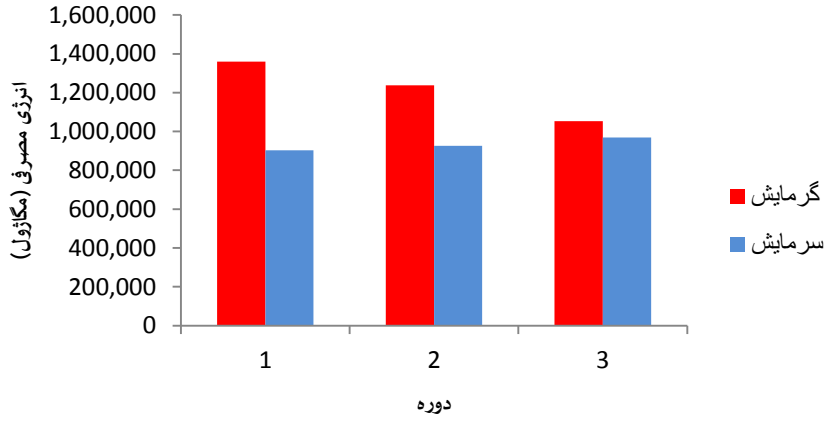
جدول ۵: انرژی مصرفی گرمایشی و سرمایشی محاسبه شده در شهر تبریز برای ادوار آتی با استفاده از داده های تاریخی بهمراه میزان درصد تغییرات روند

تبریز داده های تاریخی				
دوره	گرمایش	(درصد تغییرات)	سرمایش	(درصد تغییرات)
(1967-1998)-2020	1,359,619		903,522	
(1967-1998)-2050	1,237,255	-9%	926,853	3%
(1967-1998)-2080	1,053,551	-15%	969,432	5%

جدول ۶: انرژی مصرفی گرمایشی و سرمایشی محاسبه شده در شهر تبریز برای ادوار آتی با استفاده از داده های جدید بهمراه میزان درصد تغییرات روند

تبریز (داده های پیش بینی شده)				
دوره	گرمایش	(درصد تغییرات)	سرمایش	(درصد تغییرات)
(2004-2018)-2020	1,142,720		926,296	
(2004-2018)-2050	1,013,370	-11%	961,691	4%
(2004-2018)-2080	822,028	-19%	1,024,605	7%

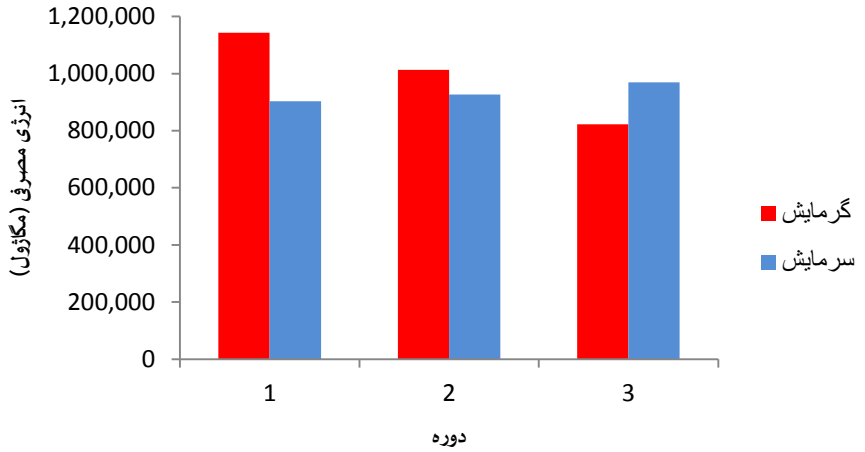
مصرف انرژی گرمایشی و سرمایشی برای پیش بینی های با استفاده از داده های تاریخی و داده های معاصر به ترتیب در اشکال شماره ۴ و۵ نشان داده شده است.



شکل ۴: انرژی مصرفی گرمایشی و سرمایشی محاسبه شده در شهر تبریز برای ادوار آتی با استفاده از داده های تاریخی

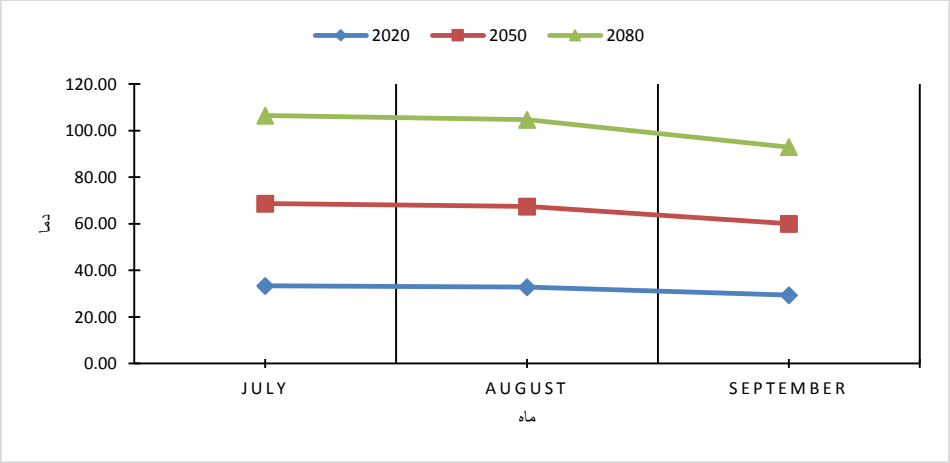
[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]



شکل ۵: انرژی مصرفی گرمایشی و سرمایشی محاسبه شده در شهر تبریز برای ادوار آتی با استفاده از داده های جدیدتر

همچنین نمودار میانگین دمای ماهانه در زمستان برای دوره های جدیدتر در شهر تبریز (ژانویه ،فوریه ،مارس) و نیز برای فصول گرم سال (ژولای،آگوست،سپتامبر) در اشکال ... و ... نمایش داده شده است



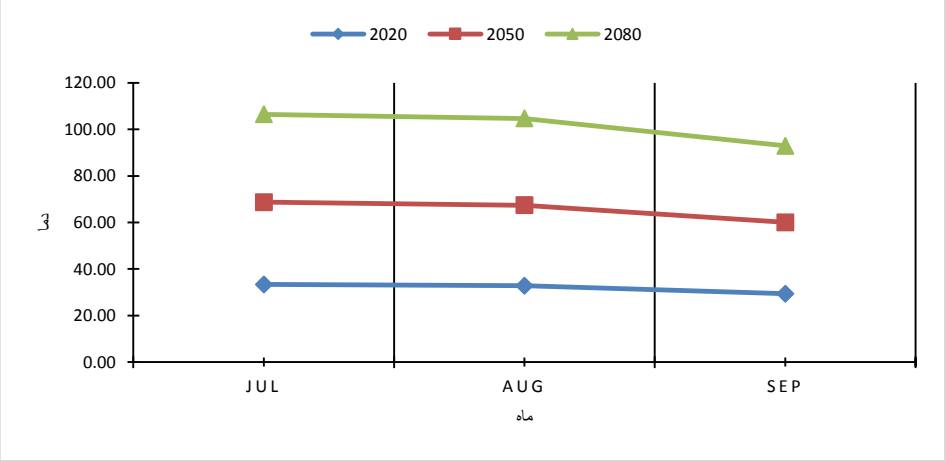
شکل ۶: دمای میانگین ماهانه در سه ماه سرد سال برای شهر تبریز در طول دورههای پیش بینی شده

جدول ۷: میانگین دمای ماهانه برای فصول سرد سال برای شهر تبریز در ادوار پیش بینی شده با استفاده از داده های جدید

Month	(2004-2018)-2020	(2004-2018)-2050	(2004-2018)-2080
January	0.77	2.4	3.9
February	3.89	4.9	6.9
March	8.41	9.5	11.3

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]



شکل ۷ :دمای میانگین ماهانه در سه ماه گرم سال برای شهر تبریز در طول دورههای پیش بینی شده

جدول ۸: میانگین دمای ماهانه برای فصول گرم سال برای شهر تبریز در ادوار پیش بینی شده با استفاده از داده های جدید

Month	(2004-2018)-2020	(2004-2018)-2050	(2004-2018)-2080
July	28.8	31.2	31.2
august	28.6	30.7	30.7
September	25.0	26.7	26.7

۲-۳- اهواز

اهواز بعنوان شهری دارای اقلیم خشک میباشد. با توجه به اقلیم این شهر انتظار میرود این شهر دارای مصرف انرژی گرمایشی کمتر و مصرف انرژی سرمایشی بیشتری باشد.

نتایج محاسبات مصرف انرژی در طول دوره تاریخی و دوره معاصر در جدول شماره ۹ و ۱۰ نمایش داده شده است.

جدول ۹: انرژی مصرفی گرمایشی و سرمایشی محاسبه شده در شهر اهواز برای ادوار آتی با استفاده از داده های تاریخی بهمراه میزان درصد تغییرات روند

اهواز (داده های تاریخی)				
دوره	گرمایش	(درصد تغییرات)	سرمایش	(درصد تغییرات)
(1968-1998)-2020	480,986		836,492	
(1968-1998)-2050	420,989	-12.47%	876,529	5%
(1968-1998)-2080	323,590	-23.14%	936,494	7%

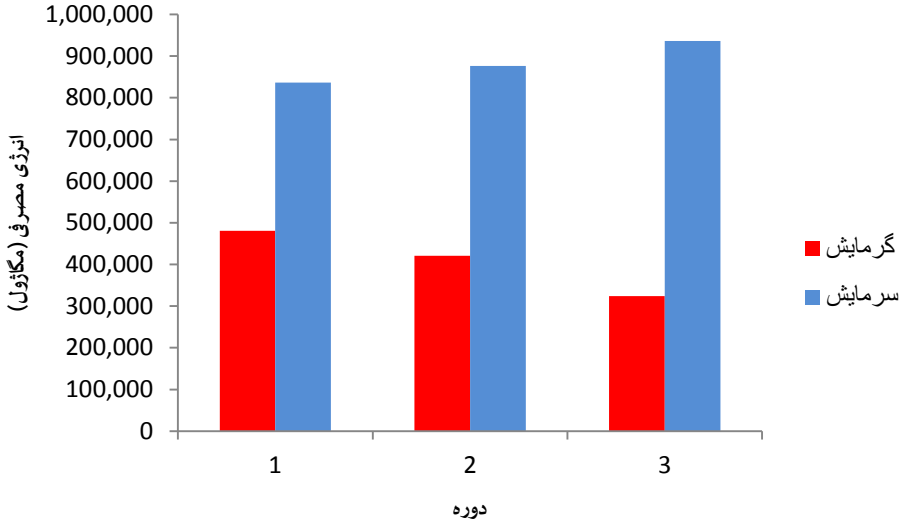
جدول ۱۰: انرژی مصرفی گرمایشی و سرمایشی محاسبه شده در شهر تهران برای ادوار آتی با استفاده از داده های جدید بهمراه میزان درصد تغییرات روند

اهواز (داده های پیش بینی شده)				
دوره	گرمایش	(درصد تغییرات)	سرمایش	(درصد تغییرات)
(2004-2018)-2020	604,058		845,951	

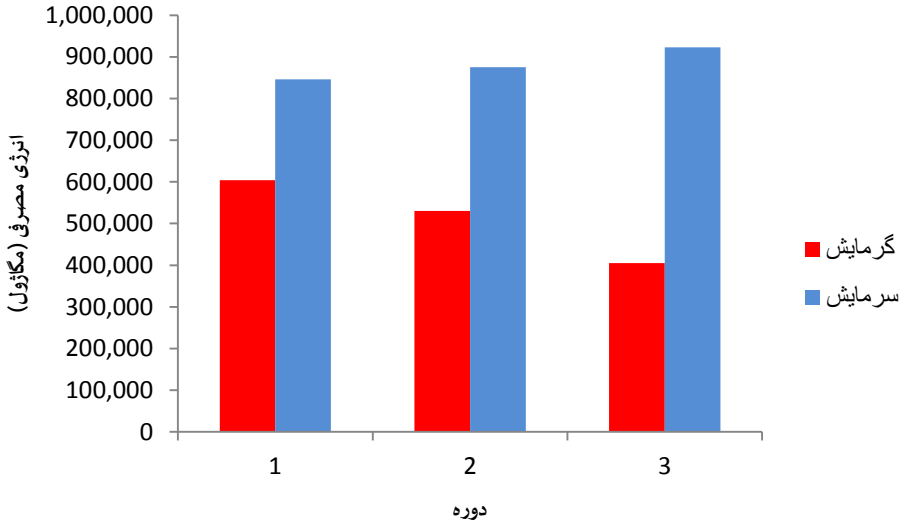
[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

(2004-2018)-2050	530,374	-12%	875,242	3%
(2004-2018)-2080	404,965	-24%	922,831	5%



شکل ۸: انرژی مصرفی گرمایشی و سرمایشی محاسبه شده در شهر اهواز برای ادوار آتی با استفاده از داده های تاریخی

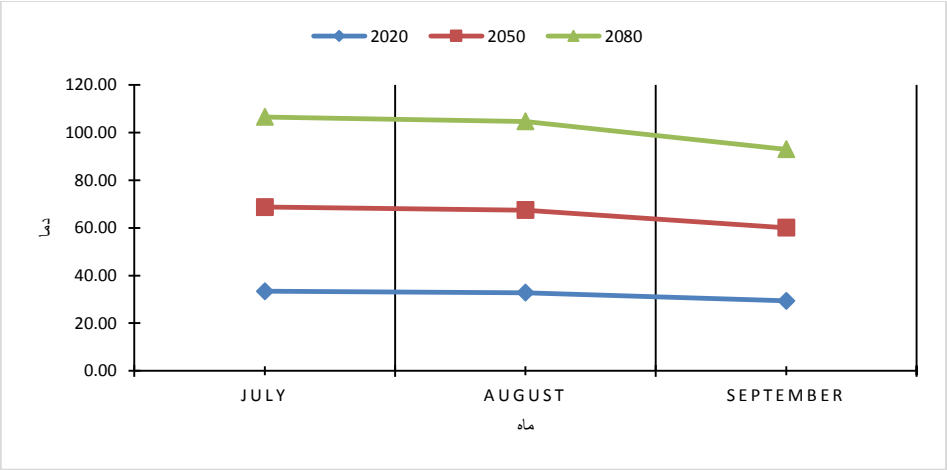


شکل ۹: انرژی مصرفی گرمایشی و سرمایشی محاسبه شده در شهر اهواز برای ادوار آتی با استفاده از داده های جدیدتر

همچنین نمودار میانگین دمای ماهانه در زمستان برای دوره های جدیدتر در شهر اهواز (ژانویه ،فوریه ،مارس) و نیز برای فصول گرم سال (ژولای،آگوست،سپتامبر) در اشکال ... و ... نمایش داده شده است

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

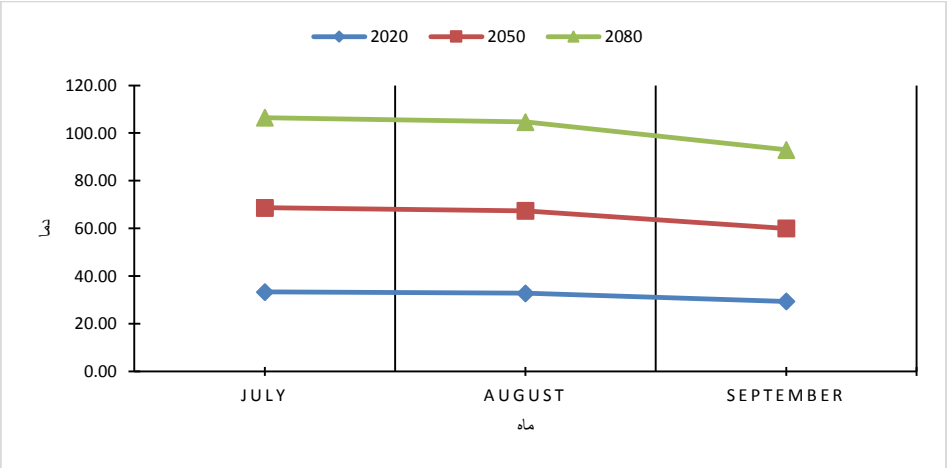
[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]



شکل ۱۰:دمای میانگین ماهانه در سه ماه سرد سال برای شهر اهواز در طول دورههای پیش بینی شده

جدول ۱۱: میانگین دمای ماهانه برای فصول سرد سال برای شهر تهران در ادوار پیش بینی شده با استفاده از داده های جدید

Month	(2004-2018)-2020	(2004-2018)-2050	(2004-2018)-2080
January	5.7	6.9	8.3
February	9.3	10.0	11.6
March	14.7	15.8	17.5



شکل ۱۱:دمای میانگین ماهانه در سه ماه گرم سال برای شهر اهواز در طول دورههای پیش بینی شده

جدول ۱۲: میانگین دمای ماهانه برای فصول گرم سال برای شهر اهواز در ادوار پیش بینی شده با استفاده از داده های جدید

Month	(2004-2018)-2020	(2004-2018)-2050	(2004-2018)-2080
July	33.37	35.31	37.82
August	32.78	34.63	37.25
September	29.36	30.66	32.93

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

۴-نتیجه گیری

در این پژوهش برای دو شهر تبریز و اهواز با دو اقلیم متفاوت و یک ساختمان مشابه تحت سناریو A2 و دو دوره داده اقلیمی استفاده شد.هدف ارزیابی تاثیر داده های جدید و قدیمی بر روی مصرف انرژی در سالهای آتی میباشد. نتایج نشان میدهد میزان مصرف انرژی سرمایشی و گرمایشی به اقلیم شهر مورد نظر بستگی دارد همچنین استفاده از داده های جدیدتر ، میزان دقت در محاسبات و شبیه سازی انرژی ساختمانها را افزایش میدهد. بطوری که نتایج نشان میدهد برای شهر تبریز با استفاده از دورههای جدیدتر ، مصرف انرژی گرمایشی در طول ادوار مورد مطالعه کاهش یافته و در عوض مصرف انرژی سرمایشی افزایش پیدا میکند. یعنی روند افزایش دما در طول زمستان و تابستان برای شهر تبریز افزایش خواهد داشت. همچنین برای شهر اهواز با استفاده از دورههای جدیدتر ، مصرف انرژی گرمایشی در طول ادوار مورد مطالعه کاهش یافته و در عوض مصرف انرژی سرمایشی افزایش پیدا میکند. یعنی روند افزایش دما در طول زمستان و تابستان برای شهر اهواز افزایش خواهد داشت. در بررسی دمای میانگین ماهانه برای سه فصل سرد سال و نیز برای سه فصل گرم سال در شهرهای تبریز و اهواز نتایج نشان میدهند روند دما افزایشی میباشد.از این رو نیز میتوان اثبات نمود در طول ادوار پیش بینی شده تابستانهای گرمتر و نیز زمستانهای گرمتری خواهد بود.همچنین درصد میانگین تغییرات ماهانه در سه ماه گرم سال برای شهرهای تبریز و اهواز در سالهای ۲۰۸۰-۲۰۵۰-۲۰۲۰ تفاوتی به ترتیب ۲۲-۱۴-۱۶ درصدی را بهمراه داشته که این درصد تغییرات برای این دو شهر نشان دهنده روند افزایشی گرمای هوا میباشد.

۵-مراجع

[1] Y. H. Yau and S. Hasbi, "A review of climate change impacts on commercial buildings and their technical services in the tropics," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 18, pp. 430–441, Feb. 2013, doi: 10.1016/J.RSER.2012.10.035.

[2] CIBSE, "Design Summer Years for London," *Tech. Memo. 49*, no. September, pp. 1–29, 2014.

[3] K. Jylhä *et al.*, "Hourly test reference weather data in the changing climate of Finland for building energy simulations," *Data Br.*, vol. 4, pp. 162–169, Sep. 2015, doi: 10.1016/J.DIB.2015.04.026.

[4] V. M. Nik and J. Arfvidsson, "Using Typical and Extreme Weather Files for Impact Assessment of Climate Change on Buildings," in *Energy Procedia*, Oct. 2017, vol. 132, pp. 616–621, doi: 10.1016/j.egypro.2017.09.686.

[5] L. Yang, J. C. Lam, J. Liu, and C. L. Tsang, "Building energy simulation using multi-years and typical meteorological years in different climates," *Energy Convers. Manag.*, vol. 49, no. 1, pp. 113–124, Jan. 2008, doi: 10.1016/j.enconman.2007.05.004.

[6] A. L. S. Chan, T. T. Chow, S. K. F. Fong, and J. Z. Lin, "Generation of a typical meteorological year for Hong Kong," *Energy Convers. Manag.*, vol. 47, no. 1, pp. 87–96, Jan. 2006, doi: 10.1016/j.enconman.2005.02.010.

[7] Y. Arima, R. Ooka, and H. Kikumoto, "Proposal of typical and design weather year for building energy simulation," *Energy Build.*, vol. 139, pp. 517–524, 2017, doi: 10.1016/j.enbuild.2017.01.056.

[8] L. Bai and S. Wang, "Definition of new thermal climate zones for building energy efficiency response to the climate change during the past decades in China," *Energy*, vol. 170, pp. 709–719, Mar. 2019, doi: 10.1016/j.energy.2018.12.187.

[9] S. J. Cox, D. Kim, H. Cho, and P. Mago, "Real time optimal control of district cooling system with thermal energy storage using neural networks," *Appl. Energy*, vol. 238, pp. 466–480, Mar. 2019, doi: 10.1016/J.APENERGY.2019.01.093.

[10] Y. Ding, Q. Zhang, T. Yuan, and K. Yang, "Model input selection for building heating load prediction: A case study for an office building in Tianjin," *undefined*, vol. 159, pp. 254–270, Jan. 2018, doi: 10.1016/J.ENBUILD.2017.11.002.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

[11] J. Bravo Dias, G. Carrilho da Graça, and P. M. M. Soares, "Comparison of methodologies for generation of future weather data for building thermal energy simulation," *Energy Build.*, vol. 206, p. 109556, 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2019.109556.

[12] U. Berardi and P. Jafarpur, "Assessing the impact of climate change on building heating and cooling energy demand in Canada," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 121, no. December 2019, p. 109681, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.rser.2019.109681.

[13] M. Hosseini, A. Bigtashi, and B. Lee, "A systematic approach in constructing typical meteorological year weather files using machine learning," *Energy Build.*, vol. 226, p. 110375, Nov. 2020, doi: 10.1016/j.enbuild.2020.110375.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]

چکیده انگلیسی:

Investigating the impact of forecasted and old weather data on the energy consumption of an educational building in different climates

Ali Maboudi Reveshti[1], Abdulsalam Ebrahimpour[1, *], Jafar Razmara[2]

[1]Department of Mechanical Engineering, Tabriz Branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran
[2]Department of Computer Science, Computer Science, Tabriz University, Tabriz, Iran

Received: November 2023 Accepted: February 2023

Abstract

Energy field studies and its calculation for the coming years in buildings show that the effects of climate change, especially the problem of global warming, play an essential role. In this research, for two cities of Tabriz and Ahvaz with two different climates and a similar building under scenario A2 and two climatic data periods. It was used. The goal is to evaluate the impact of new and old data on energy consumption in the coming years. In order to predict climate data such as temperature, radiation, humidity, etc., from the CCWorldWeathergen software and also to prepare the 2TMY file from the TMY Creator software. used. Energy Plus software has been used to simulate energy consumption. The results show that the use of newer data provides a more accurate estimate than the old data. Due to the increase in temperature in the coming years due to global warming in the two cities of Ahvaz and Tabriz, energy consumption for heating and cooling will decrease. For this purpose, taking into account the hot and cold seasons in the forecast years (2080-2050-2020), it has been proven that for the city of Ahvaz during the year 2080 compared to 2020, a 24% reduction in heating energy consumption and a 5% increase in the cooling part, we will have a 19% decrease in heating energy consumption and a 7% increase in the cooling part for the city of Tabriz during the year 2080.

Key words: Forecasting, calculating energy consumption, cooling, heating, weather data.

*corresponding author: **Salam_ebr@iaut.ac.ir**

Cite this article as: Ali Maboudi Reveshti, Abdulsalam Ebrahimpour, Jafar Razmara, Investigating the impact of forecasted and old weather data on the energy consumption of an educational building in different climates. Journal of Energy Conversion, 2023, 10(2), 13-29. **DOR:** 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1402.10.2.4.4]