بررسی تأثیر درزگیری بر بار حرارتی و برودتی مصرفی خانوار در یک منزل مسکونی نمونه

غلامرضا شهریاری، محمد کبیریان ، محمدرضا نبی فر

دانشکده مهندسی مکانیک دانشگاه علم و صنعت ایران

چکیده

با توجه به تأثیر هوای نفوذی در میزان بار گرمایشی و سرمایشی مصرفی خانوار که موجب افزایش مصرف حاملهای انرژی بویژه گاز طبیعی می‌گردد، در این مقاله به بررسی میزان کاهش نفوذ هوا پس از اعمال درزگیری در یک واحد مسکونی نمونه و تأثیر آن بر بارهای حرارتی و برودتی مصرفی پرداخته شده است.

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد با درزگیری می‌توان حداقل ۳۸ درصد میزان نفوذ هوا را به داخل واحد مسکونی کاهش داد که اگر درزگیری به عنوان یک پروژه ملی در سطح کشور انجام شود، سالیانه ۵۳۶/۲ میلیارد ریال صرفه‌جوئی ناشی از بهینه سازی مصرف سوخت و جلوگیری از هدر رفتن انرژی حاصل می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: درزگیری ساختمان، میزان نفوذ هوا، بار سرمایشی و گرمایشی، بار محسوس و نهان، صرفه جوئی مصرف سوخت

مقدمه

امروزه به جهت مواجه شدن انسانها با کمبود سوخت، دانشمندان و محققان مطالعات گسترده‌ای جهت جایگزینی انرژی‌های نو با سوختهای فسیلی و نیز پیدا کردن روشهایی برای صرفه‌جویی مصرف سوخت انجام داده‌اند. ساختمانها و منازل از اصلی‌ترین مراکز سکونت انسان‌ها می‌باشند که فراهم کردن شرایط مطلوب در این اماکن یکی از مهمترین وظایف کارشناسان مربوطه می‌باشد. براساس آمار ارائه شده توسط وزارت نیروی آمریکا، ٤٤ درصد انرژی مصرفی خانوار مربوط به سرمایش و گرمایش می‌باشد.

تحقیقات در این خصوص نشان داده است که تمام ساختمانها اگر چه عایقکاری بسیار خوبی هم داشته باشند از آنجا که یک شکاف کوچک می‌تواند باعث اتلاف حرارتی زیادی شود، می‌بایست درزگیری هم بشوند. طبق مقاله ارائه شده در سایت سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، اگر تمام درزها و منافذ یک خانه معمولی را روی یک دیوار قرار دهیم سوراخی به اندازه یک متر در یک و نیم متر ایجاد می‌شود که بیانگر اهمیت درزگیری منافذ در ساختمانها می‌باشد.

در این مقاله هدف، بررسی میزان کاهش نفوذ هوا پس از اعمال درزگیری در یک واحد مسکونی نمونه و تأثیر آن بر بارهای حرارتی و برودتی مصرفی می‌باشد که در ٦ بخش ذیل مورد بررسی قرار می‌گیرد:

۱- انتخاب دو واحد مسکونی کاملاً مشابه و اعمال درزگیری بر روی یک واحد
۲- نصب ۳ دستگاه اندازه‌گیری دما در نقاط مختلف واحد مسکونی درزگیری شده، ۳ دستگاه در واحد مسکونی درزگیری نشده و ۱ دستگاه در محیط بیرون ساختمان
۳- محاسبه میزان نفوذ در هر دو واحد و تعیین میزان کاهش هوای نفوذی بر اساس ۲۲۷٤ داده ثبت شده توسط ابزار اندازه‌گیری در بازه زمانی ۱۰ اسفند ۱۳۸۳ لغایت ۱۲ خرداد ۱۳۸٤
٤- محاسبه بار حرارتی و برودتی ناشی از نفوذ و تعیین سهم آن در انرژی مصرفی خانوار
٥- ارزیابی های اقتصادی و نتیجه گیری
٦- ارائه راهکار براساس تعمیم محاسبات انجام شده برای شهرهای مختلف کشور ایران در اقلیمهای گوناگون

محاسبات

۱ـ نحوه محاسبهٔ میزان نفوذ هوا

بمنظور محاسبه میزان نفوذ، از فرمول ارائه شده توسط انجمن مهندسان تأسیسات و تهویه مطبوع آمریکا[1] بشرح ذیل استفاده می‌گردد:

$$Q = A_L \sqrt{C_S \Delta t + C_W V^2} \qquad (۱)$$

[1] ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air – Conditioning Engineers)

که در رابطه بالا، Q ، میزان نفوذ هوا، A_L ، سطح مؤثر نفوذ هوا[1] ، C_S ، ضریب توده[2] ، ΔT ، قدر مطلق اختلاف دمای متوسط طرح داخل و خارج در زمان محاسبه، C_W، ضریب باد[3] و V سرعت متوسط باد که توسط ایستگاه هواشناسی محل مورد نظر اندازه‌گیری شده است، می‌باشند.

۱ـ۱ـ محاسبه میزان نفوذ در دو واحد و بررسی تأثیر درزگیری در میزان کاهش نفوذ

با توجه به روش ارائه شده، میزان نفوذ در طبقه سوم ساختمان (واحد درزگیری نشده) و طبقه دوم ساختمان (واحد درزگیری شده) محاسبه گردید که نتایج به همراه میزان درصد کاهش نفوذ هوا در جدول ۱ ارائه شده است.

۲ـ تعیین سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار

به منظور محاسبه سهم بار حرارتی ناشی از نفوذ هوا در بار حرارتی کل ساختمان، ابتدا می‌بایست با توجه به میزان متوسط نفوذ که برای هر دو طبقه درزگیری شده و درزگیری نشده مشخص گردید. بار حرارتی نفوذ محاسبه و سپس بار حرارتی کل ساختمان تعیین شود. در انتها سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار براحتی قابل محاسبه خواهد بود.

۲ـ۱ـ نحوه محاسبه تلفات حرارتی محسوس ناشی از نفوذ هوا

به منظور محاسبه میزان تلفات حرارتی ناشی از نفوذ هوا، از فرمول ارائه شده توسط انجمن مهندسان تأسیسات و تهویه مطبوع آمریکا بشرح ذیل استفاده می‌گردد که نتایج در جدول ۲ آورده شده‌اند:

$$q_s = Q \rho Cp \Delta T \qquad (۲)$$

که در رابطه قبل، qs ، بار حرارتی محسوس ناشی از نفوذ هوا[4] ، Q میزان نفوذ هوا، ρ ، چگالی هوا، C_P، گرمای ویژه هوا و ΔT ، اختلاف دمای متوسط طرح داخل با محیط خارج می‌باشد.

جدول ۱ـ نتایج محاسبات نرخ هوای نفوذی و تأثیر درزگیری در کاهش نفوذ هوا

بازه زمانی	میزان متوسط نرخ هوای نفوذی ($\times 10^{-3}$ m^3/s)		در صد کاهش نفوذ
۱۰ اسفند ۸۳ لغایت ۱۲ خرداد ۸۴ (۲۲۷٤ داده)	واحد درزگیری نشده	۲۹/٤۹	٪۳۸/۵۷
	واحد درزگیری شده	۱۸/۱۱	

[1] Effective air leakage area
[2] Stack Coefficient
[3] Wind Coefficient
[4] Infiltration sensible heat load

جدول ۲ـ خلاصه نتایج محاسبات میزان تلفات بار حرارتی محسوس ناشی از نفوذ

	طبقه سوم (واحد درزگیری نشده)			طبقه دوم (واحد درزگیری شده)		
	کمینه	بیشینه	متوسط	کمیته	بیشینه	متوسط
بار گرمایشی (kcal/h)	۰	٦٧٤/١٩	١٨٨/٠٦	۰	٤٥٣/٤	١٢٢/٦٦
بار سرمایشی (kcal/h)	۰	ـ٩٩/٩٧	ـ٢٣/١٦	۰	ـ٦٢/٧١	ـ١٦/٤٧

۲ـ۲ـ نحوه محاسبه تلفات حرارتی نهان ناشی از نفوذ هوا

به منظور محاسبه میزان تلفات حرارتی نهان ناشی از نفوذ هوا، از فرمول ارائه شده توسط انجمن مهندسان تأسیسات و تهویه مطبوع آمریکا به شرح ذیل استفاده می‌گردد که نتایج در جدول ۳ ارائه شده است:

$$q_1 = Q\,\rho\,h_{fg}\,\Delta W \qquad (۳)$$

که در رابطه بالا، q1، بار حرارتی نهان ناشی از نفوذ هوا[1] ، Q ، میزان نفوذ هوا، ρ ، چگالی هوا، h_{fg} ، گرمای نهان بخار آب[2] و ΔW ، اختلاف نسبت رطوبت هوای داخل و خارج[3]

۲ـ۳ـ محاسبه میزان تلفات بار حرارتی کل در منزل مسکونی مشخص شده

در ادامه، پس از محاسبه میزان تلفات بار حرارتی ناشی از نفوذ، بمنظور محاسبه سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار، به محاسبه بار حرارتی کلی در واحد ساختمانی مورد نظر پرداخته می‌شود. بدین منظور تلفات حرارتی از جداره‌های اتاق، درها و پنجره‌ها از فرمول ذیل محاسبه می‌گردد که نتایج محاسبات در جدول ٤ ارائه شده است:

$$q_c = AU(t_1 - t_o) \qquad (٤)$$

که در رابطه بالا، q_c ، بار حرارتی اتلافی از جداره‌های اتاق، در و پنجره‌ها، A ، مساحت جداره‌های اتاق، در و پنجره‌ها، U ، ضریب انتقال حرارت، t_i ، دمای متوسط طرح داخل و t_o ، دمای طرح خارج می‌باشد.

۲ـ۴ـ محاسبه میزان سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار

با توجه به جداول ۲، ۳ و ٤ میزان تلفات بار حرارتی کلی (محسوس و نهان) ناشی از نفوذ، تلفات بار حرارتی کلی ساختمان و سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار در جدول ٥ ارائه می‌گردد.

---

[1] Infiltratio laternt heat load
[2] Latent heat of vapor
[3] Humidity ratio of indoor a air minus humidity ratio of outdoor air

جدول ۴ـ خلاصه نتایج محاسبات میزان تلفات بار حرارتی کلی ساختمان

	طبقه سوم (واحد درزگیری نشده)			طبقه دوم (واحد درزگیری شده)		
	میزان کمینه	میزان بیشینه	متوسط	میزان کمینه	میزان بیشینه	متوسط
بار گرمایشی (kcal/h)	٥/٢١	٤٨٥١/٢٧	١٧٧٧/٢٨	١/١٥	٤٧٨٨/١٧	١٧٢٨/٥١
بارسرمایشی (kcal/h)	ـ١/٤٨	ـ٨٧٠/٦	ـ٢٢٩/٦٣	ـ٢/٣١	ـ٩٣٥/٢٤	ـ٢٧٦/٢١

جدول ۵ـ محاسبه میزان سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار

	میزان تلفات بار حرارتی کلی ناشی از نفوذ (kcal/h)	میزان تلفات بار حرارتی کلی ساختمان (kcal/h)	سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار
طبقه سوم (واحد درزگیری نشده)	٤٢٢/٩٧	١٧٧٧/٢٨	٪٢٣/٨
طبقه دوم (واحد درزگیری شده)	٢٦٧/٠٠	١٧٢٨/٥١	٪١٥/٤

ارزیابی‌های اقتصادی و نتیجه گیری

پس از محاسبه میزان نفوذ و تعیین سهم آن در انرژی مصرفی خانوار، در این قسمت از نظر اقتصادی، انجام پروژه درزگیری در منازل مسکونی در سطح کشور، بررسی می‌شود. همانطور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود در بازه زمانی ۱۰ اسفند ۸۳ لغایت ۱۲ خرداد ۸٤ و با استفاده از ۲۲۷٤ داده ثبت شده، میزان نفوذ هوا به ساختمان موردنظر پس از انجام درزگیری، ۳۸/۵۷ درصد کاهش داده شد. همچنین مطابق جدول ٥ در این بازه سهم تلفات حرارتی ناشی از نفوذ، ۲۳/۸ درصد کل انرژی سرمایشی و گرمایشی مصرفی خانوار بوده است.

براساس گزارش اقتصادی خبرگزاری فارس از شرکت‌های گاز ۲۵ استان کشور مورخ ۸٤/۳/۲۱، میزان مصرف گاز در کشور در سال ۱۳۸۳ ، ۸٦ میلیارد و ۷۷٥ میلیون مترمکعب محاسبه شده است. همچنین براساس گزارشی از سخنرانی مهندس ملاکی (مدیرعامل وقت شرکت ملی گاز) در نخستین همایش صادرات گاز در پایگاه اینترنتی ندای گاز، سهم بخش های مختلف خانگی، تجاری، صنعت و نیروگاه در مصرف گاز کشور به ترتیب در حدود ۳٤ درصد، ۲۸ درصد و ۳۸ درصد می‌باشد.

جدول ۶ـ ارزیابی‌های اقتصادی درزگیری در کشور

میزان گاز قابل صرفه‌جویی توسط درزگیری در سال (میلیون مترمکعب)		میزان کاهش نفوذ هوا		سهم نفوذ در کل انرژی سرمایشی و گرمایشی خانوار		سهم سرمایش و گرمایش در انرژی مصرفی خانوار		سهم بخش خانگی در مصرف گاز کشور		میزان مصرف گاز در سال ۸۳ در کل کشور (میلیون مترمکعب)
۱۹۹/٦٦	=	٪۳۸/۵۷	×	٪۲۳/۸	×	٪٤٤	×	٪۳٤		۸٦/۷۷۵

با احتساب ۰/۰۵ دلار به ازای هر مترمکعب گاز و نرخ تبدیل ۹۰۰۰ ریال به ازای هر دلار، ارزش گاز صرفه‌جویی شده برابر است با :

۱/۱۹۱/٦٦۱/۲۳٤ × ۰/۰۵ = ۵۹/۵۸۳/۰٦۱ دلار = ۵۳٦/۲٤۷/۵۵۵/٦٤۲ ریال

۵۳٦/۲ میلیارد ریال = میزان صرفه جویی حاصله از درزگیری در یکسال

همانطور که ملاحظه گردید با استفاده از آمار بدست آمده از درزگیری در یک منزل مسکونی در شهر تهران می‌توان ۵۳٦/۲ میلیارد ریال در یک سال صرفه‌جویی نمود که این میزان حداقل صرفه جویی می‌باشد، زیرا اولاً واحد مسکونی ارزیابی شده در منطقه شمال شهر تهران می‌باشد که از لحاظ کیفیت می‌تواند فرق بسیار زیادی با یک منزل مسکونی در روستاها و یا شهرهای دیگر داشته باشد، از این رو تأثیر درزگیری و میزان کاهش نفوذ در یک خانه با کیفیت ساخت کمتر، چشمگیرتر خواهد بود. ثانیاً آمار ثبت شده در این ارزیابی مربوط به پایان فصل سرد (۱۰ اسفند) تا اوایل فصل گرم (۱۲ گرم) در شهر تهران می‌باشد که آب و هوای بسیار سردی ندارد. ثالثاً مصرف گاز هر ساله رو به افزایش است.

با توجه به دلایل مذکور می‌توان صرفه‌جویی ۵۳٦/۲ میلیارد ریالی را حداقل صرفه‌جویی سالیانه در کشور دانست. با در نظر گرفتن هزینه متوسط ٦۰/۰۰۰ ریالی جهت درزگیری یک منزل، با استفاده از این میزان صرفه‌جویی سالیانه، هزینه درزگیری ۹ میلیون واحد مسکونی بازگردانده می‌شود. این بدان معناست که حداکثر طی دو سال تمام هزینه‌ها جهت درزگیری منازل در سطح کشور توسط صرفه‌جویی حاصله جبران خواهد شد.

۴ـ ارائه راهکار

با توجه به نتایج این مطالعه، در انتها می‌بایست راهی پیش پای کارشناسان ذیربط قرار گیرد تا در صورت موافقت سازمان محترم بهینه سازی در خصوص شروع درزگیری خانه‌های مسکونی در سطح کشور، بتوانند تشخیص دهند که از کدام شهر و استان کشور، پروژه می‌بایست آغاز شود. قبل از هر چیز، توجه به این مطلب ضروری است که عمل گرمایش هوا آنتالپی بیشتری نسبت به سرمایش نیاز دارد. بنابراین عمل درزگیری از شهرهایی می‌بایست آغاز گردد که تلفات بار گرمایشی بیشتری نسبت به سایر شهرها دارند. از این رو بعنوان نمونه، میزان نفوذ و بارهای محسوس و نهان گرمایشی و سرمایشی ناشی از نفوذ مربوط به واحد طبقه سوم خانه مورد مطالعه در شهر تهران، در شرایط محیطی بیش از ۱۵۰ شهر کشور با استفاده از اطلاعات سازمان هواشناسی محاسبه شده که نتایج کلی حاصله در جدول ۷ آورده شده‌اند. ریز تمام محاسبات کاملاً مشابه محاسبات انجام شده برای واحد مسکونی نمونه در شهر تهران می‌باشد با این تفاوت که دمای طرح داخل در تمام محاسبات ۲۲ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی طرح داخل ۵۰ درصد در نظر گرفته شده است. با استفاده از این جدول که شهرهای کشور براساس میزان تلفات بار گرمایشی ناشی از نفوذ به ترتیب آورده شده‌اند. می‌توان جایگاه شروع پروژه درزگیری در سطح کشور را مشخص نمود تا شهرهایی که قابلیت صرفه‌جویی انرژی بیشتری دارند در اولویت قرار گیرند.

جدول ۷ـ اولویت‌بندی شهرها و استانهای کشور جهت انجام پروژه درزگیری

ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار سرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار سرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)
۱	پل فیروزکوه	تهران	—	۱۶۷۷/۹۷	۴۱	بروجرد	لرستان	—	۸۸۸۱/۳۳
۲	زرینه	کردستان	—	۱۴۴۶/۹۳	۴۲	مراغه	آذربایجان-شرقی	—	۸۶۰/۸۴
۳	آبعلی	تهران	—	۱۲۷۶/۲۵	۴۳	پیرانشهر	آذربایجان-غربی	—	۸۵۷/۰۹
۴	سراب	آذربایجان-شرقی	-۲/۸۱	۱۲۵۲/۸۴	۴۴	کرج	تهران	-۱۳۶/۵۱	۸۵۵/۲۲
۵	کوهرنگ	چهارمحال و بختیاری	—	۱۲۱۶/۰۷	۴۵	میانه	آذربایجان-شرقی	-۲۲۰/۳۱	۸۵۷/۳۹
۶	ماکو	آذربایجان غربی	-۳۶/۶۰	۱۱۹۱/۳۰	۴۶	قزوین	قزوین	-۹۰/۲۷	۸۴۷/۲۴
۷	فیروزکوه	تهران	—	۱۱۸۷/۵۲	۴۷	گل وکان	تهران	—	۸۴۶/۰۳
۸	اردبیل	اردبیل	-۲۰۴/۷۱	۱۱۸۴/۷۶	۴۸	نهاوند	همدان	-۲۴/۳۰	۸۴۱/۶۰۰
۹	خدابنده	زنجان	—	۱۱۵۷/۸۴	۴۹	بیارجمند	سمنان	-۵۸/۴۷	۸۳۸/۲۰
۱۰	تکاب	آذربایجان - غربی	—	۱۱۵۶/۲۱	۵۰	اصفهان - شرق	اصفهان	-۸۴/۶۴	۸۲۴/۳۷
۱۱	آوج	قزوین	—	۱۱۴۶/۵۹	۵۱	پارس‌آباد مغان	اردبیل	-۳۳۵/۸۱	۸۲۰/۷۹

ادامه جدول ۷ـ

ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار سرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار سرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)
۱۲	میمه	اصفهان	—	۱۱٤٥/۲۱	٥۲	نطنز	اصفهان	—	۸۱۳/۳۳
۱۳	داران	اصفهان	—	۱۱۳۰/٤٦	٥۳	گلپایگان	اصفهان	—	۸۱۳/۳۳
۱٤	خلخال	اردبیل	—	۱۱۲۷/۹۱	٥٤	سنندج	کردستان	—	۸۰۲/۸۸
۱٥	مشکین شهر	اردبیل	۱۹۲/۲۱ـ	۱۱۲٤/۱٦	٥٥	مریوان	کردستان	—	۸۰۰/۷۸
۱٦	همدان ـ نوژه	همدان	—	۱۱۲۳/۰۲	٥٦	آستارا	گیلان	٤۳۱/۹۸ـ	۷۹۷/۷۹
۱۷	بیجار	کردستان	—	۱۱۱٤/٦۹	٥۷	کبودرآهنگ	همدان	۱۳۱/۸۳ـ	۷۹٤/۹۲
۱۸	سقز	کردستان	—	۱۱۰٤/۷٥	٥۸	اراک	مرکزی	—	۷۸٦/۱۰
۱۹	سهند	آذربایجان شرقی	۱۸/۷٤ـ	۱۱۰۲/۳۷	٥۹	بافت	کرمان	۱۲۹/۸۱ـ	۷۸۱/٤۲
۲۰	الیگودرز	لرستان	—	۱۰۸۹/٦۰	٦۰	مشهد	خراسان	۱۳۰/۸۰ـ	۷۷۸/۸٤
۲۱	خوی	آذربایجان غربی	۱۷۲/۹۳ـ	۱۰۸٦/۳۰	٦۱	شاهرود	سمنان	۲۱/۳٤ـ	۷۷۸/۰٤
۲۲	بروجن	چهارمحال و بختیاری	—	۱۰٦٥/۹۱	٦۲	اسلام آباد غرب	کرمانشاه	—	۷۷۰/۸۹
۲۳	اهر	آذربایجان-شرقی	۱۳۹/٦۲ـ	۱۰۳٦/۲۹	٦۳	سردشت	آذربایجان غربی	—	۷٦۳/٥۲
۲٤	جلفا	آذربایجان-شرقی	۲۱٤/٦۸ـ	۱۰۲۹/٦۹	٦٤	قائن	خراسان	—	۷٦۳/۰۷
۲٥	تبریز	آذربایجان-شرقی	٦۲/٥۰ـ	۱۰۱۸/۷۲	٦٥	کرمان	کرمان	—	۷٦۲/٦٥
۲٦	تربیت حیدریه	خراسان	۳۷/۲٤ت	۱۰۰۰/۸٦	٦٦	شهربابک	کرمان	—	۸٦۲/۰۷
۲۷	بجنورد	خراسان	٦۳/٤۷ـ	۹۷٥/۳٥	٦۷	منجیل	گیلان	٤۷۰/۹٦ـ	۷٥۳/۹٤
۲۸	زنجان	زنجان	—	۹٦٦/۱۱	٦۸	قوچان	خراسان	—	۷٥۳/۸۱
۲۹	همدان فرودگاه	همدان	—	۹٥۷/٦۳	٦۹	سیرجان	کرمان	٤٤/٥٤ـ	۸٥۳/۰۲
۳۰	خرم دره	زنجان	—	۹٥۰/٥۸	۷۰	تهران ـ مهرآباد	تهران	۱۰۹/۰٤ـ	۷۹۷/۸٦
۳۱	ارومیه	آذربایجان-غربی	۹۸/۱۹ـ	۹٤٥/٤۷	۷۱	نائین	اصفهان	—	۷۸۱/۱۳
۳۲	مهاباد	آذربایجان-غربی	۳۸/٥۲ـ	۹٤٥/٤٤	۷۲	ساوه	مرکزی	۳٦/۹٦ـ	۷٦۱/۸٤
۳۳	سمنان	سمنان	۱۷۹/۸۹ـ	۹۳۸/٥۷	۷۳	سبزوار	خراسان	٦٥/۰٦ـ	۷٥٤/۹۸
۳٤	روانسر	کرمانشاه	—	۹۳۲/۸۸	۷٤	بافق	یزد	۳۲۷/٤۰ـ	۷٥۳/۹۸
۳٥	شهررضا	اصفهان	—	۹۲٦/۱۸	۷٥	نیشابور	خراسان	—	۷٤۹/۹۰
۳٦	آباده	فارس	—	۹۰۹/۸٤	۷٦	کرمانشاه	کرمانشاه	—	۷۳۹/۳٥

ادامه جدول ۷ـ

ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار سرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار سرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)
۳۷	ملایر	همدان	—	۸۹۸/۷۹	۷۷	ایلام	ایلام	ـ۳۷/۵۹	۷۳۷/۵۸
۳۸	شهرکرد	چهارمحال و بختیاری	—	۸۹۰/۵۵	۷۸	یاسوج	کهگیلویه و بویراحمد	—	۷۳۴/۷۸
۳۹	تهران ـ شمال	تهران	ـ۵۷/۷۱	۸۸۶/۹۹	۷۹	اردستان	اصفهان	ـ۶۳/۲۹	۷۲۹/۲۳
۴۰	تربت جام	خراسان	ـ۶۷/۳۶	۸۸۴/۴۲	۸۰	قائم شهر	مازندران	ـ۴۱۵/۳۵	۷۲۶/۳۱
۸۱	تهران ـ ژئوفیزیک	تهران	ـ۹۹/۲۶	۷۲۳/۷۹	۱۲۱	سراوان	سیستان و بلوچستان	ـ۱۷۱/۷۰	۱۴/۰۶
۸۲	نوشهر	مازندران	ـ۴۱۹/۱۹	۷۲۱/۹۷	۱۲۲	پل دختر	لرستان	ـ۱۴۰/۸۱	۴۴۳/۷۸
۸۳	فردوس	خراسان	ـ۱۱۷/۳۶	۷۱۱/۳۹	۱۲۳	زاهک	سیستان و بلوچستان	ـ۹۹/۴۴	۴۳۴/۶۸
۸۴	رشت	گیلان	ـ۳۰۱/۷۲	۷۰۳/۹۶	۱۲۴	لار	فارس	ـ۳۹۸/۰۴	۴۲۹/۷۹
۸۵	رفسنجان	کرمان	ـ۲۱/۷۰	۷۰۳/۲۱	۱۵	دوگنبدان	کهگیلویه	ـ۲۰۰/۰۸	۴۲۵/۶۰
۸۶	خرم اباد	لرستان	ـ۸۸/۸۱	۶۹۸/۲۲	۱۲۶	داراب	فارس	ـ۱۹۸/۲۴	۴۱۵/۷۸
۸۷	مرودشت	فارس	—	۶۹۲/۸۰	۱۲۷	مسجدسلیمان	خوزستان	ـ۲۰۱/۰۲	۴۱۲/۵۵
۸۸	ایوان غرب	ایلام	ـ۴/۸۶	۶۹۱/۵۱	۱۲۸	بم	کرمان	ـ۱۶۵/۲۵	۴۰۲/۰۵
۸۹	قم	قم	ـ۱۴۸/۷۳	۶۸۴/۸۷	۱۲۹	امیدیه- آغاجاری	خوزستان	ـ۴۵۴/۴۱	۳۶۰/۷۵
۹۰	اصفهان	اصفهان	—	۶۸۳/۰۹	۱۳۰	بندر ماهشهر	خوزستان	ـ۴۸۰/۳۱	۳۵۹/۴۳
۹۱	زاهدان	سیستان و بلوچستان	—	۶۸۲/۴۷	۱۳۱	ایزه	خوزستان	ـ۲۶۳/۲۳	۳۵۸/۰۷
۹۲	انار	کرمان	—	۶۷۵/۳۴	۱۳۲	هزمزگان	هزمزگان	ـ۲۹۰/۰۴	۳۵۱/۵۹
۹۳	کوهدشت	لرستان	—	۶۶۹/۷۹	۱۳۳	بستان	خوزستان	ـ۳۴۸/۴۸	۳۳۵/۷۶
۹۴	گرمسار	سمنان	ـ۱۵۲/۰۴	۶۶۲/۱۰	۱۳۴	دزفول	خوزستان	ـ۵۹۶/۳۱	۳۳۱/۶۱
۹۵	زرقان	فارس	ـ۴۶/۲۶	۶۶۰/۲۰	۱۳۵	ایرانشهر	سیستان و بلوچستان	ـ۳۳۱/۹۳	۳۲۸/۴۵
۹۶	لردگان	چهارمحال و بختیاری	—	۶۵۲/۱۳	۱۳۶	کنگان جم	بوشهر	ـ۴۲۳/۰۰	۳۲۱/۴۲
۹۷	مراوه تپه	گلستان	ـ۳۱۶/۲۲	۶۴۸/۷۸	۱۳۷	آبادان	آبادان	ـ۴۲۸/۳۴	۳۱۸/۸۹
۹۸	رامسر	مازندران	ـ۳۸۶/۱۸	۶۴۷/۴۵	۱۳۸	اهواز	خوزستان	ـ۳۴۳/۴۵	۳۱۰/۳۴
۹۹	بیرجند	خراسان	—	۶۴۱/۹۸	۱۳۹	شوشتر	خوزستان	ـ۲۸۵/۷۷	۲۸۷/۱۹
۱۰۰	بیرجند ـ خور	خراسان	ـ۶۵/۷۹	۶۳۷/۷۹	۱۴۰	جیرفت	کرمان	ـ۳۸۷/۹۳	۲۶۸/۲۲
۱۰۱	بندرانزلی	گیلان	ـ۳۹۳/۲۱	۶۳۶/۶۳	۱۴۱	دهلران	ایلام	ـ۳۷۱/۰۸	۲۵۸/۴۸
۱۰۲	خور بیابانک	اصفهان	ـ۱۶۶/۲۹	۶۳۲/۵۴	۱۴۲	کهنوج	کرمان	ـ۵۲۸/۸۰	۲۵۶/۵۹
۱۰۳	سد درودزن	فارس	ـ۵۴/۴۸	۶۲۷/۱۲	۱۴۳	بهبهان	خوزستان	ـ۲۴۳/۳۴	۲۵۳/۰۷
۱۰۴	گنبد کاووس	گلستان	ـ۳۵۸/۳۹	۶۲۰/۱۲	۱۴۴	چابهار- نارک	سیستان و بلوچستان	ـ۷۶۵/۲۶	۲۳۹/۵۸

ادامه جدول ۷ـ

ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار سرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار سرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)
۱۰۵	گناباد	خراسان	ـ۲۳/۲۱	٦۱۹/٦۷	۱٤٥	رامهرمز	خوزستان	ـ۲٥۹/۲۳	۲۳۸/٥٥
۱۰٦	رباط پشت بادام	یزد	ـ۱٥/٦۱	٦۱۰/٤۲	۱٤٦	امیدیه ـ پایگاه	خوزستان	ـ۱۱۳۲/۳۸	۲۰۰/٦۰
۱۰۷	یزد	یزد	ـ۸٥/۱٤	٦۰۷/۱۸	۱٤۷	لامرد	فارس	ـ۳۷۹/۸۳	۱۹۲/٤۸
۱۰۸	شیراز	فارس	ـ۲۰۸/۸٦	٦۰٦/۲۹	۱٤۸	بندر دیر	بوشهر	ـ۸٤۰/۰٦	۱۳۹/۰٥
۱۰۹	بشرویه	خراسان	ـ٦٤/۱٦	٥۹۰/٤٥	۱٤۹	جزیره قشم	هرمزگان	ـ۸٦۹/۹۲	۱۳۱/٤۲
۱۱۰	خاش	سیستان و بلوچسان	ـ۱۱٤/۸۷	٥۸۸/٦۱	۱٥۰	بندرعباس	هرمزگان	۸٥٤/۸۷ت	۱۷۳/۷۷
۱۱۱	سرخس	خراسان	ـ٤۲/٤۸	٥۸٤/٤۱	۱٥۱	میناب	هرمزگان	ـ٥٦٦/۸٥	۱۳۳/۷۷
۱۱۲	گرگان	گلستان	ـ۲۸٤/۳۷	٥۷۹/۳٦	۱٥۲	سواحل بوشهر	بوشهر	ـ۱۰۱۷/۳۸	۸۸/۷۰
۱۱۳	کاشان	کاشان	ـ۱۱۹/۷۰	٥۷٥/۹٤	۱٥۳	بوشهر	بوشهر	ـ۷۹۳/۸٦	٥۷/۸۳
۱۱٤	کاشمر	خراسان	ـ۲٦/۳۷	٥۷٤/۸٦	۱٥٤	بندرلنگه	هرزگان	۸۲٦/۹٥ت	۲٥/٥۰
۱۱٥	زابل	سیستان و بلوچستان	ـ۳۳۹/٦٥	٥٦۸/٦۸	۱٥٥	جاسک	هرمزگان	ـ۸۸٦/۹۹	۰/۱۷
۱۱٦	فسا	فارس	ـ۸۸/۹۲	٥٦٥/۰٥	۱٥٦	چابهار	سیستان و بلوچستان	ـ۹۲۷/۸۲	ـــ
۱۱۷	طبس	خراسان	ـ۲۹۷/۹۸	٥٥۷/۲۸	۱٥۷	جزیره کیش	هرمزگان	ـ۹٤۰/۱۱	ـــ
۱۱۸	سرپل ذهاب	کرمانشاه	ـ۱۳۷/۸۰	٥٤۹/۱۷	۱٥۸	جزیره ابوموسی	هرمزگان	ـ۹٤۷/٤۱	ـــ
۱۱۹	بابلسر	مازندران	ـ٤٤۱/٤۲	٥۳۰/۳۸	۱٥۹	جزیره سیری	هرمزگان	ـ۹٦۲/۰٥	ـــ
۱۲۰	نهبندان	خراسان	ـ۱۱۳/٤۷	٥۲٦/٥٤					

منابع

۱- طباطبایی، سید مجتبی، محاسبات تأسیسات ساختمان، چاپخانه کارون، تهران، صص ۱-۵۱، ۱۳۸۱.

۲- آزمایشگاه تحقیقاتی تأسیسات دانشگاه علم و صنعت ایران، پروژه بررسی تأثیر درزگیرها بر بارحرارتی و برودتی ساختمان و ارائه دستورالعملهای اجرایی آن، مجلد ۱ و ۲، کارفرما: سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، مدیریت طرح: شرکت سبزانگاره ، ۱۳۸٤.

۳- اطلاعات سازمان هواشناسی، سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۳.

٤- پایگاه اینترنتی خبرگزاری فارس، http/www.farsnews.ir/

٥- پایگاه اینترنتی ندای گاز، http://www.nedayegaz.com/

٦- پایگاه اینترنتی سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور، http://www.ifco.ir/

7- American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers inc., The ASHREA Hand book CD, Millstar electronic publishing group inc., Fundamentals, Chapter 25, 1997

8- Carrier Air Conditioning Company, Hand book of Air conditioning system design, McGraw-Hill Book company, New york, Part 1, pp, 1,,1-115 , 1965

9- U.S. Department of energy website, http:// www.eere. Energy.gov/weatherization