

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 صرفه‌جویی 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، صرفه‌جویی 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، ۴۴ 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 ۶ 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 ۲۲۷۴ داده ثبت شده توسط ابزار اندازه‌گیری در بازه زمانی ۱۰ اسفند ۱۳۸۳ لغایت ۱۲ خرداد ۱۳۸۴
- ۴- محاسبه بار حرارتی و برودتی ناشی از نفوذ و تعیین سهم آن در انرژی مصرفی خانوار
- ۵- ارزیابی های اقتصادی و نتیجه گیری
- ۶- ارائه راهکار براساس تعمیم محاسبات انجام شده برای شهرهای مختلف کشور ایران در اقلیمهای گوناگون

محاسبات

۱- نحوه محاسبه میزان نفوذ هوا

بمنظور محاسبه میزان نفوذ، از فرمول ارائه شده توسط انجمن مهندسان تأسیسات و تهویه مطبوع آمریکا^۱ بشرح ذیل استفاده می‌گردد:

$$Q = A_L \sqrt{C_S \Delta t + C_W V^2} \quad (1)$$

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^۱، C_S ، ضریب توده^۲، ΔT ، قدر مطلق اختلاف دمای متوسط طرح داخل و خارج در زمان محاسبه، C_W ، ضریب باد^۳ و V سرعت متوسط باد که توسط ایستگاه هواشناسی محل مورد نظر اندازه‌گیری شده است، می‌باشند.

۱-۱- 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.

۲- 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.

۱-۲- 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:

$$q_s = Q \rho C_p \Delta T \quad (2)$$

که در رابطه قبل، q_s ، بار حرارتی محسوس ناشی از نفوذ هوا^۴، Q میزان نفوذ هوا، ρ ، چگالی هوا، C_p ، گرمای ویژه هوا و ΔT ، اختلاف دمای متوسط طرح داخل با محیط خارج می‌باشد.

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

در صد کاهش نفوذ	میزان متوسط نرخ هوای نفوذی ($\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)		بازه زمانی
۳۸/۵۷٪	۲۹/۴۹	واحد درزگیری نشده	۱۰ اسفند ۸۳ لغایت ۱۲ خرداد ۸۴ (۲۲۷۴ داده)
	۱۸/۱۱	واحد درزگیری شده	

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

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

طبقه سوم (واحد درزگیری نشده)		طبقه دوم (واحد درزگیری شده)			
کمینه	بیشینه	متوسط	کمینه	بیشینه	متوسط
۰	۶۷۴/۱۹	۱۸۸/۰۶	۰	۴۵۳/۴	۱۲۲/۶۶
۰	-۹۹/۹۷	-۲۳/۱۶	۰	-۶۲/۷۱	-۱۶/۴۷
بار گرمایشی (kcal/h)					
بار سرمایشی (kcal/h)					

۲-۲- 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:

$$q_1 = Q \rho h_{fg} \Delta W \quad (3)$$

که در رابطه بالا، q_1 بار حرارتی نهان ناشی از نفوذ هوا^۱، Q ، میزان نفوذ هوا، ρ ، چگالی هوا، h_{fg} ، گرمای نهان بخار آب^۲ و ΔW ، اختلاف نسبت رطوبت هوای داخل و خارج^۳

۳-۲- 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 ۴ ارائه شده است:

$$q_c = AU(t_i - t_o) \quad (4)$$

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.

۴-۲- محاسبه میزان سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار

با توجه به جداول ۲، ۳ و ۴ 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 ۵ 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 ۴- 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
۵/۲۱	۴۸۵۱/۲۷	۱۷۷۷/۲۸	۱/۱۵	۴۷۸۸/۱۷	۱۷۲۸/۵۱
-۱/۴۸	-۸۷۰/۶	-۲۲۹/۶۳	-۲/۳۱	-۹۳۵/۲۴	-۲۷۶/۲۱

جدول ۵- محاسبه میزان سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار

طبقه سوم (واحد درزگیری نشده)	میزان تلفات بار حرارتی کلی ناشی از نفوذ (kcal/h)	میزان تلفات بار حرارتی کلی ساختمان (kcal/h)	سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار
۴۲۲/۹۷	۱۷۷۷/۲۸	۱۷۲۸/۵۱	۲۳/۸٪
۲۶۷/۰۰	۱۷۲۸/۵۱	۱۷۲۸/۵۱	۱۵/۴٪

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 ۸۴ و با استفاده از ۲۲۷۴ داده ثبت شده، میزان نفوذ هوا به ساختمان موردنظر پس از انجام درزگیری، ۲۸/۵۷ درصد کاهش داده شد. همچنین مطابق جدول ۵ 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 ۸۴/۳/۲۱، میزان مصرف گاز در کشور در سال ۱۳۸۳، ۸۶ میلیارد و ۷۷۵ 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 بخش‌های مختلف خانگی، تجاری، صنعت و نیروگاه در مصرف گاز کشور به ترتیب در حدود ۳۴ درصد، ۲۸ درصد و ۲۸ درصد می‌باشد.

جدول ۶-ارزیابی‌های اقتصادی درزگیری در کشور

میزان مصرف گاز در سال ۸۳ در کل کشور (میلیون مترمکعب)	سهم بخش خانگی در مصرف گاز کشور	×	سهم سرمایش و گرمایش در انرژی مصرفی خانوار	×	سهم نفوذ در کل انرژی سرمایشی و گرمایشی خانوار	×	میزان کاهش نفوذ هوا	=	میزان گاز قابل صرفه‌جویی توسط درزگیری در سال (میلیون مترمکعب)
۸۶/۷۷۵	٪۲۴	×	٪۴۴	×	٪۲۳/۸	×	٪۲۸/۵۷	=	۱۹۹/۶۶

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:

$$۱/۱۹۹۱/۶۶۱/۲۳۴ \times ۰/۰۵ = ۵۹/۵۸۳/۰۶۱ = ۵۳۶/۲۴۷/۵۵۵/۶۴۲ \text{ دلار} = ۵۳۶/۲۴۷/۵۵۵/۶۴۲ \text{ ریال}$$

۵۳۶/۲ میلیارد ریال = میزان صرفه‌جویی 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 ۵۳۶/۲ میلیارد ریال در یک سال صرفه‌جویی نمود که این میزان حداقل صرفه‌جویی 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 ۵۳۶/۲ میلیارد ریالی را حداقل صرفه‌جویی سالیانه در کشور دانست. با در نظر گرفتن هزینه متوسط ۶۰/۰۰۰ 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.

۴- ارائه راهکار

با توجه به نتایج این مطالعه، در انتها می‌بایست راهی پیش پای کارشناسان ذریبط 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 سرمایه‌ش 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 سرمایه‌ش 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 ۷- اولویت‌بندی شهرها و استانهای کشور جهت انجام پروژه درزگیری

ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی 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 گرمایشی 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	—	۸۸۸۱/۲۳
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 ۷-

ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کللی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کللی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کللی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کللی ناشی از نفوذ (kcal/hr)
۱۲	میمه	اصفهان	—	۱۱۴۵/۲۱	۵۲	نطنز	اصفهان	—	۸۱۳/۳۳
۱۳	داران	اصفهان	—	۱۱۳۰/۴۶	۵۳	گلپایگان	اصفهان	—	۸۱۳/۳۳
۱۴	خلخال	اردبیل	—	۱۱۲۷/۹۱	۵۴	سنندج	کردستان	—	۸۰۲/۸۸
۱۵	مشکین شهر	اردبیل	-۱۹۲/۲۱	۱۱۲۴/۱۶	۵۵	مریوان	کردستان	—	۸۰۰/۷۸
۱۶	همدان - نوژه	همدان	—	۱۱۲۳/۰۲	۵۶	آستارا	گیلان	-۴۳۱/۹۸	۷۹۷/۷۹
۱۷	بیجار	کردستان	—	۱۱۱۴/۶۹	۵۷	کیودرآهنگ	همدان	-۱۳۱/۸۳	۷۹۴/۹۲
۱۸	سقز	کردستان	—	۱۱۰۴/۷۵	۵۸	اراک	مرکزی	—	۷۸۶/۱۰
۱۹	سهند	آذربایجان شرقی	-۱۸/۷۴	۱۱۰۲/۳۷	۵۹	بافت	کرمان	-۱۲۹/۸۱	۷۸۱/۴۲
۲۰	الیگودرز	لرستان	—	۱۰۸۹/۶۰	۶۰	مشهد	خراسان	-۱۳۰/۸۰	۷۷۸/۸۴
۲۱	خوی	آذربایجان غربی	-۱۷۲/۹۳	۱۰۸۶/۳۰	۶۱	شاهرود	سمنان	-۲۱/۳۴	۷۷۸/۰۴
۲۲	بروجن	چهارمحال و بختیاری	—	۱۰۶۵/۹۱	۶۲	اسلام آباد غرب	کرمانشاه	—	۷۷۰/۸۹
۲۳	اهر	آذربایجان شرقی	-۱۳۹/۶۲	۱۰۳۶/۲۹	۶۳	سردشت	آذربایجان غربی	—	۷۶۳/۵۲
۲۴	جلفا	آذربایجان شرقی	-۲۱۴/۶۸	۱۰۲۹/۶۹	۶۴	قائن	خراسان	—	۷۶۳/۰۷
۲۵	تبریز	آذربایجان شرقی	-۶۲/۵۰	۱۰۱۸/۷۲	۶۵	کرمان	کرمان	—	۷۶۲/۶۵
۲۶	تربت حیدریه	خراسان	۳۷/۲۴	۱۰۰۰/۸۶	۶۶	شهریابک	کرمان	—	۸۶۲/۰۷
۲۷	بجنورد	خراسان	-۶۳/۴۷	۹۷۵/۳۵	۶۷	منجیل	گیلان	-۴۷۰/۹۶	۷۵۳/۹۴
۲۸	زنجان	زنجان	—	۹۶۶/۱۱	۶۸	قوچان	خراسان	—	۷۵۳/۸۱
۲۹	همدان فرودگاه	همدان	—	۹۵۷/۶۳	۶۹	سیرجان	کرمان	-۴۴/۵۴	۸۵۳/۰۲
۳۰	خرم دره	زنجان	—	۹۵۰/۵۸	۷۰	تهران - مهرآباد	تهران	-۱۰۹/۰۴	۷۹۷/۸۶
۳۱	ارومیه	آذربایجان غربی	-۹۸/۱۹	۹۴۵/۴۷	۷۱	نائین	اصفهان	—	۷۸۱/۱۳
۳۲	مهاباد	آذربایجان غربی	-۳۸/۵۲	۹۴۵/۴۴	۷۲	ساوه	مرکزی	-۳۶/۹۶	۷۶۱/۸۴
۳۳	سمنان	سمنان	-۱۷۹/۸۹	۹۳۸/۵۷	۷۳	سبزوار	خراسان	-۶۵/۰۶	۷۵۴/۹۸
۳۴	روانسر	کرمانشاه	—	۹۳۲/۸۸	۷۴	یافق	یزد	-۳۲۷/۴۰	۷۵۳/۹۸
۳۵	شهررضا	اصفهان	—	۹۳۶/۱۸	۷۵	نیشابور	خراسان	—	۷۴۹/۹۰
۳۶	آباده	فارس	—	۹۰۹/۸۴	۷۶	کرمانشاه	کرمانشاه	—	۷۳۹/۳۵

بررسی تاثیر درزگیری بر ... / غلامرضا شهریاری، ... / نشریه انرژی ایران / سال نهم / شماره ۲۵ / بهمن ۱۳۸۴

ادامه جدول ۷-

ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار سرمايشی 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 سرمايشی 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	-۳۷/۵۹	۷۳۷/۵۸
۳۸	شهرکرد	چهارمحال و بختیاری	—	۸۹۰/۵۵	۷۸	یاسوج	کهگیلویه و بویراحمد	—	۷۳۴/۷۸
۳۹	تهران - شمال	تهران	-۵۷/۷۱	۸۸۶/۹۹	۷۹	اردستان	اصفهان	-۶۲/۲۹	۷۲۹/۲۳
۴۰	ترت جام	خراسان	-۶۷/۳۶	۸۸۴/۴۲	۸۰	قائم شهر	مازندران	-۴۱۵/۳۵	۷۲۶/۳۱
۸۱	تهران - ژئوفیزیک	تهران	-۹۹/۲۶	۷۲۳/۷۹	۱۲۱	سراوان	سیستان و بلوچستان	-۱۷۱/۷۰	۱۴/۰۶
۸۲	نوشهر	مازندران	-۴۱۹/۱۹	۷۲۱/۹۷	۱۲۲	پل دختر	لرستان	-۱۴۰/۸۱	۴۴۳/۷۸
۸۳	فردوس	خراسان	-۱۱۷/۳۶	۷۱۱/۳۹	۱۲۳	زاهک	سیستان و بلوچستان	-۹۹/۴۴	۴۳۴/۶۸
۸۴	رشت	گیلان	-۳۰۱/۷۲	۷۰۳/۹۶	۱۲۴	لار	فارس	-۳۹۸/۰۴	۴۲۹/۷۹
۸۵	رفسنجان	کرمان	-۲۱/۷۰	۷۰۳/۲۱	۱۲۵	دوکنبدان	کهگیلویه	-۲۰۰/۰۸	۴۲۵/۶۰
۸۶	خرم آباد	لرستان	-۸۸/۸۱	۶۹۸/۲۲	۱۲۶	داراب	فارس	-۱۹۸/۲۴	۴۱۵/۷۸
۸۷	مرودشت	فارس	—	۶۹۲/۸۰	۱۲۷	مسجدسلیمان	خوزستان	-۲۰۱/۰۲	۴۱۲/۵۵
۸۸	ایوان غرب	ایلام	-۴/۸۶	۶۹۱/۵۱	۱۲۸	بم	کرمان	-۱۶۵/۳۵	۴۰۲/۰۵
۸۹	قم	قم	-۱۴۸/۷۳	۶۸۴/۸۷	۱۲۹	امیدیه- آغاچاری	خوزستان	-۴۵۴/۴۱	۳۶۰/۷۵
۹۰	اصفهان	اصفهان	—	۶۸۳/۰۹	۱۳۰	بندر ماهشهر	خوزستان	-۴۸۰/۳۱	۳۵۹/۴۳
۹۱	زاهدان	سیستان و بلوچستان	—	۶۸۲/۴۷	۱۳۱	ایزه	خوزستان	-۲۶۳/۲۳	۳۵۸/۰۷
۹۲	انار	کرمان	—	۶۷۵/۳۴	۱۳۲	هزمزگان	هزمزگان	-۲۹۰/۰۴	۳۵۱/۵۹
۹۳	کوهدشت	لرستان	—	۶۶۹/۷۹	۱۳۳	بستان	خوزستان	-۳۴۸/۴۸	۳۳۵/۷۶
۹۴	گرمسار	سمنان	-۱۵۲/۰۴	۶۶۲/۱۰	۱۳۴	دزفول	خوزستان	-۵۹۶/۳۱	۳۳۱/۶۱
۹۵	زرقان	فارس	-۴۶/۲۶	۶۶۰/۲۰	۱۳۵	ایرانشهر	سیستان و بلوچستان	-۳۳۱/۹۳	۳۲۸/۴۵
۹۶	لردگان	چهارمحال و بختیاری	—	۶۵۲/۱۳	۱۳۶	کنگان جم	بوشهر	-۴۲۳/۰۰	۳۲۱/۴۲
۹۷	مراوه تپه	گلستان	-۳۱۶/۲۲	۶۴۸/۷۸	۱۳۷	آبادان	آبادان	-۴۲۸/۳۴	۳۱۸/۸۹
۹۸	رامسر	مازندران	-۳۸۶/۱۸	۶۴۷/۴۵	۱۳۸	اهواز	خوزستان	-۳۴۳/۴۵	۳۱۰/۳۴
۹۹	بیرجند	خراسان	—	۶۴۱/۹۸	۱۳۹	شوشتر	خوزستان	-۲۸۵/۷۷	۲۸۷/۱۹
۱۰۰	بیرجند - خور	خراسان	-۶۵/۷۹	۶۳۷/۷۹	۱۴۰	جیرفت	کرمان	-۳۸۷/۹۳	۲۶۸/۲۲
۱۰۱	بندرانزلی	گیلان	-۳۹۲/۲۱	۶۳۶/۶۲	۱۴۱	دهلران	ایلام	-۳۷۱/۰۸	۲۵۸/۴۸
۱۰۲	خور بیابانک	اصفهان	-۱۶۶/۲۹	۶۳۲/۵۴	۱۴۲	کهنوج	کرمان	-۵۲۸/۸۰	۲۵۶/۵۹
۱۰۳	سد درودزن	فارس	-۵۴/۴۸	۶۲۷/۱۲	۱۴۳	بهبهان	خوزستان	-۲۴۳/۳۴	۲۵۳/۰۷
۱۰۴	گنبد کاووس	گلستان	-۳۵۸/۳۹	۶۲۰/۱۲	۱۴۴	چابهار- نارک	سیستان و بلوچستان	-۷۶۵/۲۶	۲۳۹/۵۸

بررسی تاثیر درگیری بر ... / غلامرضا شهریارى، ... / نشریه انرژی ایران / سال نهم / شماره ۲۵ / بهمن ۱۳۸۴

ادامه جدول ۷-

ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی 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 گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)
۱۰۵	گناباد	خراسان	-۲۳/۲۱	۶۱۹/۶۷	۱۴۵	رامهرمز	خوزستان	-۲۵۹/۲۳	۲۳۸/۵۵
۱۰۶	رباط پشت بادام	یزد	-۱۵/۶۱	۶۱۰/۴۲	۱۴۶	امیدیه - پایگاه	خوزستان	-۱۱۳۲/۳۸	۲۰۰/۶۰
۱۰۷	یزد	یزد	-۸۵/۱۴	۶۰۷/۱۸	۱۴۷	لامرد	فارس	-۳۷۹/۸۳	۱۹۲/۴۸
۱۰۸	شیراز	فارس	-۲۰۸/۸۶	۶۰۶/۲۹	۱۴۸	بندر دیر	بوشهر	-۸۴۰/۰۶	۱۳۹/۰۵
۱۰۹	بشرویه	خراسان	-۶۴/۱۶	۵۹۰/۴۵	۱۴۹	جزیره قشم	هرمزگان	-۸۶۹/۹۲	۱۳۱/۴۲
۱۱۰	خاش	سیستان و بلوچستان	-۱۱۴/۸۷	۵۸۸/۶۱	۱۵۰	بندرعباس	هرمزگان	-۸۵۴/۸۷	۱۷۳/۷۷
۱۱۱	سرخس	خراسان	-۴۲/۴۸	۵۸۴/۴۱	۱۵۱	میناب	هرمزگان	-۵۶۶/۸۵	۱۳۳/۷۷
۱۱۲	گرگان	گلستان	-۲۸۴/۳۷	۵۷۹/۳۶	۱۵۲	سواحل بوشهر	بوشهر	-۱۰۱۷/۴۸	۸۸/۷۰
۱۱۳	کاشان	کاشان	-۱۱۹/۷۰	۵۷۵/۹۴	۱۵۳	بوشهر	بوشهر	-۷۹۳/۸۶	۵۷/۸۳
۱۱۴	کاشمر	خراسان	-۲۶/۳۷	۵۷۴/۸۶	۱۵۴	بندرلنگه	هرزگان	-۸۲۶/۹۵	۲۵/۵۰
۱۱۵	زابل	سیستان و بلوچستان	-۳۳۹/۶۵	۵۶۸/۶۸	۱۵۵	جاسک	هرمزگان	-۸۸۶/۹۹	۰/۱۷
۱۱۶	فسا	فارس	-۸۸/۹۲	۵۶۵/۰۵	۱۵۶	چابهار	سیستان و بلوچستان	-۹۲۷/۸۲	—
۱۱۷	طیس	خراسان	-۲۹۷/۹۸	۵۵۷/۲۸	۱۵۷	جزیره کیش	هرمزگان	-۹۴۰/۱۱	—
۱۱۸	سرپل ذهاب	کرمانشاه	-۱۳۷/۸۰	۵۴۹/۱۷	۱۵۸	جزیره ابوموسی	هرمزگان	-۹۴۷/۴۱	—
۱۱۹	بابلسر	مازندران	-۴۴۱/۴۲	۵۳۰/۳۸	۱۵۹	جزیره سیری	هرمزگان	-۹۶۲/۰۵	—
۱۲۰	نهبندان	خراسان	-۱۱۳/۴۷	۵۲۶/۵۴					

بررسی تأثیر درزگیری بر ... / غلامرضا شهریار، ... / نشریه انرژی ایران / سال نهم / شماره ۲۵ / بهمن ۱۳۸۴

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 سبزآنگاره، ۱۳۸۴.
- ۳- اطلاعات سازمان هواشناسی، سالهای ۲۰۰۰ و ۲۰۰۳.
- ۴- پایگاه اینترنتی خبرگزاری فارس، <http://www.farsnews.ir/>
- ۵- پایگاه اینترنتی ندای گاز، <http://www.nedayegaz.com/>
- ۶- پایگاه اینترنتی سازمان بهینه‌سازی 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>

