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

غلامرضا شهریاری محمد کبیریان محمدرضا نبی فر رسول آخرتی علی نوروزی منش

آدرس: تهران، میدان رسالت، خیابان هنگام، دانشگاه علم و صنعت ایران، آزمایشگاه تحقیقاتی تأسیسات
Shahriari@iust.ac.ir

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 شده‌است.*

نتایج بدست آمده نشان می‌دهد با درزگیری می توان 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 صرفه جوئی ناشی از بهینه سازی مصرف سوخت و جلوگیری از هدر رفتن انرژی حاصل می‌گردد.

لغات کلیدی : درزگیری ساختمان، میزان نفوذ ، بار سرمایشی و گرمایشی، بار محسوس و نهان

۱. مقدمه :

امروزه بجهت مواجه شدن انسانها با کمبود سوخت، دانشمندان و محققان مطالعات گسترده‌ای جهت جایگزینی انرژی های نو با سوختهای فسیلی و نیز پیدا کردن روشهایی برای صرفه جوئی مصرف سوخت انجام داده‌اند. ساختمانها و منازل از اصلی ترین مراکز سکونت انسان ها می‌باشند که فراهم کردن شرایط مطلوب در این اماکن یکی از مهمترین وظایف کارشناسان مربوطه می‌باشد. بر اساس آمار ارائه شده توسط وزارت نیروی آمریکا [3]، ۴۴درصد انرژی مصرفی خانوار مربوط به سرمایش و گرمایش می‌باشد.

تحقیقات در این خصوص نشان داده است که تمام ساختمانها اگرچه عایقکاری بسیار خوبی هم داشته باشند از آنجا که یک شکاف کوچک می تواند باعث اتلاف حرارتی زیادی شود، می‌بایست درزگیری هم بشوند. طبق مقاله ارائه شده در سایت سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور [۶]، 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 اندازه گیری 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 اندازه گیری 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- ارزیابی‌های اقتصادی و نتیجه گیری
۶- ارائه راهکار بر اساس تعمیم محاسبات انجام شده برای شهرهای مختلف کشور ایران در اقلیمهای گوناگون

۲. محاسبات

۲-۱. نحوه محاسبه میزان نفوذ هوا

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

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

که در رابطه بالا، Q، میزان نفوذ هوا، A_L، سطح مؤثر نفوذ هوا[2]، C_S، ضریب توده[3]، ΔT، قدرمطلق اختلاف دمای متوسط طرح داخل و خارج در زمان محاسبه، C_W، ضریب باد[4] و V سرعت متوسط باد که توسط ایستگاه هواشناسی محل مورد نظر اندازه‌گیری شده‌است، می‌باشند.

۲-۱-۱. 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 بهمراه میزان درصد کاهش نفوذ هوا در جدول ۱ ارائه شده‌است.

۲-۲. تعیین سهم نفوذ در انرژی مصرفی خانوار

بمنظور 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.

۲-۲-۱. نحوه محاسبه تلفات حرارتی محسوس ناشی از نفوذ هوا

بمنظور 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:

$$q_s = Q \ \rho \ c_p \ \Delta t \qquad (۲)$$

1 ASHRAE (American Society of Heating , Refrigerating and Air-conditioning Engineers)
2 Effective air leakage area
3 Stack coefficient
4 Wind coefficient

که در رابطه قبل، q_s، بار حرارتی محسوس ناشی از نفوذ هوا[5] ، Q میزان نفوذ هوا، ρ، چگالی هوا ، c_p، گرمای ویژه هوا وΔt ، اختلاف دمای متوسط طرح داخل با محیط خارج می‌باشد.

جدول ۱: 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)		درصد کاهش نفوذ
۱۰ اسفند ۸۳ لغایت ۱۲ خرداد ۸۴ (۲۲۷۴ داده)	واحد درزگیری نشده	۲۹/۴۹	٪۳۸/۵۷
	واحد درزگیری شده	۱۸/۱۱	

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
بار گرمایشی(kcal/h)	۰	۶۷۴/۱۹	۱۸۸/۰۶	۰	۴۵۳/۴	۱۲۲/۶۶
بار سرمایشی (kcal/h)	۰	-۹۹/۹۷	-۲۳/۱۶	۰	-۶۲/۷۱	-۱۶/۴۷

۲-۲-۲. نحوه محاسبه تلفات حرارتی نهان ناشی از نفوذ هوا

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

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

که در رابطه بالا، q_l، بار حرارتی نهان ناشی از نفوذ هوا[6] ، Q، میزان نفوذ هوا ، ρ، چگالی هوا، h_{fg}، گرمای نهان بخار آب [7] وΔW، اختلاف نسبت رطوبت هوای داخل و خارج[8] می‌باشد.

جدول ۳: خلاصه نتایج محاسبات میزان تلفات بار حرارتی نهان ناشی از نفوذ

	طبقه سوم (واحد درزگیری نشده)			طبقه دوم (واحد درزگیری شده)		
	کمینه	بیشینه	متوسط	کمینه	بیشینه	متوسط
بار گرمایشی(kcal/h)	۱۱۴/۰۸	۳۸۵/۵۶	۲۳۴/۹۱	۷۴/۵	۲۳۵/۹۸	۱۴۴/۳۴
بار سرمایشی (kcal/h)	-	-	-	-	-	-

۲-۲-۳. 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 موردنظر پرداخته می‌شود. بدین منظور تلفـــات حرارتی از جداره های اتاق، درها و پنجره ها از فرمول ذیل محاسبه می‌گردد که نتایج محاسبات در جدول ۴ ارائه شده‌است:

$$q_c = A\ U\ (t_i - t_o) \qquad (۴)$$

[5] Infiltration sensible heat load
[6] Infiltration latent heat load
[7] Latent heat of vapor
[8] Humidity ratio of indoor air minus humidity ratio of outdoor air

که در رابطه بالا، q_c، بار حرارتی اتلافی از جداره های اتاق، در و پنجره ها، A، مساحت جـــداره های اتاق، در و پنجره ها ، U، ضریب انتقال حرارت، t_i ، دمای متوسط طرح داخل و t_o ، دمای طرح خارج می‌باشد.

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

با توجه به جداول ۲، ۳و 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.

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
بار گرمایشی(kcal/h)	۵/۲۱	۴۸۵۱/۲۷	۱۷۷۷/۲۸	۱/۱۵	۴۷۸۸/۱۷	۱۷۲۸/۵۱
بار سرمایشی (kcal/h)	-۱/۴۸	-۸۷۰/۶	-۲۲۹/۶۳	-۲/۳۱	-۹۳۵/۲۴	-۲۷۶/۲۱

جدول ۵: 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)	۴۲۲/۹۷	۱۷۷۷/۲۸	٪ ۲۳/۸
طبقه دوم (واحد درزگیری شده)	۲۶۷/۰۰	۱۷۲۸/۵۱	٪ ۱۵/۴

۳. ارزیابی‌های اقتصادی و نتیجه گیری :

پس از محاسبه میزان نفوذ و تعیین سهم آن در انرژی مصرفی خـــانوار، 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 مورد نظر پس از انجام درزگیری، ۳۸/۵۷ 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 بوده‌است.

بر اساس گزارش اقتصادی خبرگزاری فارس [۴] از شرکت های گاز ۲۵ استان کشور مورخ ۸۴/۳/۲۱، میزان مصرف گاز در کشور در سال ۱۳۸۳، ۸۶ میلیارد و ۷۷۵ میلیون متر مکعب محاسبه شده‌است. همچنین بر اساس گزارشی از سخنرانی مهندس ملاکی (مدیر عامل وقت شرکت ملی گاز) در نخستین همایش صادرات گاز در پایگاه اینترنتی ندای گاز [۵]، سهم بخش‌های مختلف خانگی، تجاری، صنعت و نیروگاه در مصرف گاز کشور به ترتیب در حدود ۳۴ درصد، ۲۸ درصد و ۳۸ درصد می‌باشد.

با توجه به آمار ذکر شده، حداقل صرفه جویی سالیانه حاصله از درزگیری در سطح کشور، با درنظر گرفتن قیمت ۵ سنت برای هر متر مکعب گاز که طبق نظر کارشناسان سـازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور در ارزیابی‌های اقتـــصادی در نظر گرفته می‌شود، مطابق جدول ۶، در حدود ۵۳۶/۲ میلیارد ریال برآورد می‌شود.

جدول۶ ارزیابی‌های اقتصادی درزگیری در کشور

میزان گاز قابل صرف جویی توسط درزگیری در سال (میلیون متر مکعب)		میزان کاهش نفوذ هوا		سهم نفوذ درکل 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 متر مکعب)
۱۱۹۱/۶۶	=	٪ ۳۸/۵۷	×	٪ ۲۳/۸	×	٪۴۴	×	٪۳۴	×	۸۶,۷۷۵

با احتساب ۰/۰۵ دلار به ازای هر متر مکعب گاز و نرخ تبدیل ۹۰۰۰ ریال به ازای هر دلار، ارزش گاز صرفه جویی شده برابر است با :۱,۱۹۱,۶۶۱,۲۳۴×۰/۰۵ = ۵۹,۵۸۳,۰۶۱ دلار = ۵۳۶,۲۴۷,۵۵۵,۶۴۲ ریال

میزان صرفه جویی حاصله از درزگیری در یکسال= میلیارد ریال ۵۳۶/۲

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 یکسال صرفه جویی نمود که این میزان حداقل صرفه جویی می‌باشد، زیرا اولاً واحد مسکونی ارزیابی شده در منطقه شمال شهر تهران می باشد 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 خرداد) در شهر تهران می‌باشد که آب و هوای بسیار سردی ندارد. ثالثاً مصرف گاز هرساله رو به افزایش است. با توجه به دلایل مذکور می توان صرفه جویی۵۳۶/۲ میلیارد ریالی را حداقل صرفه جویی سالیانه در کشور دانست. با در نظر گرفتن هزینه متوسط ۶۰,۰۰۰ ریالی جهت درزگیری یک منزل، با استفاده از این میزان صرفه جویی سالیانه، هزینه درزگیری ۹ میلیون واحد مسکونی بازگردانده می‌شود. این بدان معناست که حداکثر طی دو سال تمام هزینه ها جهت درزگیری منازل در سطح کشور توسط صرفه جویی حاصله جبران خواهد شد.

۴. ارائه راهکار

با توجه به نتایج این مطالعه، در انتها می‌بایست راهی پیش پای کارشناسان ذیربط قرار گیرد تا درصورت موافقت سازمان محترم بهینه سازی درخصوص شروع درزگیری خانه های مسکونی درسطح 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 سانتی گراد و رطوبت نسبی طرح داخل۵۰ درصد درنظر گرفته شده‌است. با استفاده از این جدول که شهرهای کشور بر اساس میزان تلفات بار گرمایشی ناشی از نفوذ به ترتیب آورده شده‌اند، می توان جایگاه شروع پروژه درزگیری در سطح کشور را مشخص نمود تا شهرهایی که قابلیت صرفه جویی انرژی بیشتری دارند در اولویت قرار گیرند.

جدول ۷: اولویت بندی 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	-	۸۸۱/۳۳
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 بختیاری	-	۱۲۱۶/۰۷	۴۵	میانه	آذربایجان شرقی	-۲۲۰/۳۱	۸۴۸/۳۹
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	۸۴۱/۶۰
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	پارس آباد مغان	اردبیل	-۳۳۵/۸۱	۸۲۰/۷۹
۱۲	میمه	اصفهان	-	۱۱۴۵/۲۱	۵۲	نطنز	اصفهان	-	۸۱۳/۳۳
۱۳	داران	اصفهان	-	۱۱۳۰/۴۶	۵۳	گلپایگان	اصفهان	-	۸۱۳/۲۶
۱۴	خلخال	اردبیل	-	۱۱۲۷/۹۱	۵۴	سنندج	کردستان	-	۸۰۲/۸۸
۱۵	مشگین 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	کبودر آهنگ	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 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	شهر بابک	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	نایین	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	بافق	یزد	-۳۲۷/۴۰	۷۵۳/۹۸
۳۵	شهر رضا	اصفهان	-	۹۲۶/۱۸	۷۵	نیشابور	خراسان	-	۷۴۹/۹۰
۳۶	آباده	فارس	-	۹۰۹/۸۴	۷۶	کرمانشاه	کرمانشاه	-	۷۳۹/۳۵
۳۷	ملایر	همدان	-	۸۹۸/۷۹	۷۷	ایلام	ایلام	-۳۷/۵۹	۷۳۷/۵۸
۳۸	شهر کرد	چهارمحال بختیاری	-	۸۹۰/۵۵	۷۸	یاسوج	کهگیلویه و بویراحمد	-	۷۳۴/۷۸
۳۹	تهران -شمال	تهران	-۵۷/۷۱	۸۸۶/۹۹	۷۹	اردستان	اصفهان	-۶۳/۲۹	۷۲۹/۲۳
۴۰	تربت جام	خراسان	-۶۷/۳۶	۸۸۴/۴۲	۸۰	قائم شهر	مازندران	-۴۱۵/۳۵	۷۲۶/۳۱

ادامه جدول ۷ : اولویت بندی 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 بارسرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)	ردیف	نام شهر	استان	میزان متوسط تلفات بار گرمایشی کلی ناشی از نفوذ (kcal/hr)
۸۱	تهران - ژئوفیزیک	تهران	۷۲۳/۷۹	-۹۹/۲۶	۱۲۱	سراوان	سیستان و بلوچستان	-۱۷۱/۷۰	۵۱۴/۰۶
۸۲	نوشهر	مازندران	۷۲۱/۹۷	-۴۱۹/۱۹	۱۲۲	پل دختر	لرستان	-۱۴۰/۸۱	۴۴۳/۷۸
۸۳	فردوس	خراسان	۷۱۱/۳۹	-۱۱۷/۳۶	۱۲۳	زاهک	سیستان و بلوچستان	-۹۹/۴۴	۴۳۴/۶۸
۸۴	رشت	گیلان	۷۰۳/۹۶	-۳۰۱/۷۲	۱۲۴	لار	فارس	-۳۹۸/۰۴	۴۲۹/۷۹
۸۵	رفسنجان	کرمان	۷۰۳/۲۱	-۲۱/۷۰	۱۲۵	دوگنبندان	کهگیلویه	-۲۰۰/۰۸	۴۲۵/۶۰
۸۶	خرم آباد	لرستان	۶۹۸/۲۲	-۸۸/۸۱	۱۲۶	داراب	فارس	-۱۹۸/۲۴	۴۱۵/۷۸
۸۷	مرودشت	فارس	۶۹۲/۸۰	-	۱۲۷	مسجد سلیمان	خوزستان	-۲۰۱/۰۲	۴۱۲/۵۵
۸۸	ایوان غرب	ایلام	۶۹۱/۵۱	-۴/۸۶	۱۲۸	بم	کرمان	-۱۶۵/۲۵	۴۰۲/۰۵
۸۹	قم	قم	۶۸۴/۸۷	-۱۴۸/۷۳	۱۲۹	امیدیه - آغاجاری	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	هرمزگان	هرمزگان	-۲۹۰/۰۴	۳۵۱/۵۹
۹۳	کوهدشت	لرستان	۶۶۹/۷۹	-	۱۳۳	بستان	خوزستان	-۳۴۸/۴۸	۳۳۵/۷۶
۹۴	گرمسار	سمنان	۶۶۲/۱۰	-۱۵۲/۰۴	۱۳۴	دزفول	خوزستان	-۵۹۶/۳۱	۳۳۱/۶۱
۹۵	زرقان	فارس	۶۶۰/۲۰	-۴۶/۲۶	۱۳۵	ایرانشهر	سیستان و بلوچستان	-۳۳۱/۹۳	۳۲۸/۴۵
۹۶	لردگان	چهارمحال بختیاری	۶۵۲/۱۳	-	۱۳۶	کنگان جم	بوشهر	-۴۲۳/۰۰	۳۲۱/۴۲
۹۷	مراوه تپه	گلستان	۶۴۸/۷۸	-۳۱۶/۲۲	۱۳۷	آبادان	آبادان	-۴۲۸/۳۴	۳۱۸/۸۹
۹۸	رامسر	مازندران	۶۴۷/۴۵	-۳۸۶/۱۸	۱۳۸	اهواز	خوزستان	-۳۴۳/۴۵	۳۱۰/۳۴
۹۹	بیرجند	خراسان	۶۴۱/۹۸	-	۱۳۹	شوشتر	خوزستان	-۲۸۵/۷۷	۲۸۷/۱۹
۱۰۰	بیرجند - خور	خراسان	۶۳۷/۷۹	-۶۵/۷۹	۱۴۰	جیرفت	کرمان	-۳۸۷/۹۳	۲۶۸/۲۲
۱۰۱	بندر انزلی	گیلان	۶۳۶/۶۳	-۳۹۳/۲۱	۱۴۱	دهلران	ایلام	-۳۷۱/۰۸	۲۵۸/۴۸
۱۰۲	خور بیابانک	اصفهان	۶۳۲/۵۴	-۱۶۶/۲۹	۱۴۲	کهنوج	کرمان	-۵۲۸/۸۰	۲۵۶/۵۹
۱۰۳	سد درودزن	فارس	۶۲۷/۱۲	-۵۴/۴۸	۱۴۳	بهمهان	خوزستان	-۲۴۳/۳۴	۲۵۳/۰۷
۱۰۴	گنبد کاووس	گلستان	۶۲۰/۱۲	-۳۵۸/۳۹	۱۴۴	چابهار -کنارک	سیستان و بلوچستان	-۷۶۵/۲۶	۲۳۹/۵۸
۱۰۵	گناباد	خراسان	۶۱۹/۶۷	-۲۳/۲۱	۱۴۵	رامهرمز	خوزستان	-۲۵۹/۲۳	۲۳۸/۵۵
۱۰۶	رباط پشت بادام	یزد	۶۱۰/۴۲	-۱۵/۶۱	۱۴۶	امیدیه - پایگاه	خوزستان	-۱۱۳۲/۳۸	۲۰۰/۶۰
۱۰۷	یزد	یزد	۶۰۷/۱۸	-۸۵/۱۴	۱۴۷	لامرد	فارس	-۳۷۹/۸۳	۱۹۲/۴۸
۱۰۸	شیراز	فارس	۶۰۶/۲۹	-۲۰۸/۸۶	۱۴۸	بندر دیر	بوشهر	-۸۴۰/۰۶	۱۳۹/۰۵
۱۰۹	بشرویه	خراسان	۵۹۰/۴۵	-۶۴/۱۶	۱۴۹	جزیره قشم	هرمزگان	-۸۶۹/۹۲	۱۳۱/۴۲
۱۱۰	خاش	سیستان و بلوچستان	۵۸۸/۶۱	-۱۱۴/۸۷	۱۵۰	بندر عباس	هرمزگان	-۸۵۴/۸۷	۱۷۳/۷۷
۱۱۱	سرخس	خراسان	۵۸۴/۴۱	-۴۲/۴۸	۱۵۱	میناب	هرمزگان	-۵۶۶/۸۵	۱۳۳/۷۷
۱۱۲	گرگان	گلستان	۵۷۹/۳۶	-۲۸۴/۳۷	۱۵۲	سواحل بوشهر	بوشهر	-۱۰۱۷/۳۸	۸۸/۷۰
۱۱۳	کاشان	کاشان	۵۷۵/۹۴	-۱۱۹/۷۰	۱۵۳	بوشهر	بوشهر	-۷۹۳/۸۶	۵۷/۸۳
۱۱۴	کاشمر	خراسان	۵۷۴/۸۶	-۲۶/۳۷	۱۵۴	بندر لنگه	هرمزگان	-۸۲۶/۹۵	۲۵/۵۰
۱۱۵	زابل	سیستان و بلوچستان	۵۶۸/۶۸	-۳۳۹/۶۵	۱۵۵	جاسک	هرمزگان	-۸۸۶/۹۹	۰/۱۷
۱۱۶	فسا	فارس	۵۶۵/۰۵	-۸۸/۹۲	۱۵۶	چابهار	سیستان و بلوچستان	-۹۲۷/۸۲	-
۱۱۷	طبس	خراسان	۵۵۷/۲۸	-۲۰۷/۹۸	۱۵۷	جزیره کیش	هرمزگان	-۹۴۰/۱۱	-
۱۱۸	سر پل ذهاب	کرمانشاه	۵۴۹/۱۷	-۱۳۷/۸۰	۱۵۸	جزیره ابوموسی	هرمزگان	-۹۴۷/۴۱	-
۱۱۹	بابلسر	مازندران	۵۳۰/۳۸	-۴۴۱/۴۲	۱۵۹	جزیره سیری	هرمزگان	-۹۶۲/۰۵	-
۱۲۰	نهبندان	خراسان	۵۲۶/۵۴	-۱۱۳/۴۷					

۵. تشکر و قدردانی:

این مقاله برگرفته‌از پروژه «بررسی تاثیر درزگیرها بر بارحرارتی و برودتی ساختمان و ارائه دستوالعملهای اجرایی آن» بوده که به سفارش سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور در مردادماه ۱۳۸۴ در آزمایشگاه تحقیقاتی تاسیسات دانشگاه علم و صنعت ایران به اتمام رسیده است. لذا بر خود لازم میدانیم مراتب تشکر و قدردانی خود را از مدیریت محترم عامل و مدیریت و کارشناسان محترم بهینه‌سازی در بخش ساختمان اعلام داریم.

۶. منابع

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

[۲] آزمایشگاه تحقیقاتی تاسیسات دانشگاه علم و صنعت ایران، پروژه بررسی تاثیر درزگیرها بر بارحرارتی و برودتی ساختمان و ارائه دستوالعملهای اجرایی آن، ،مجلد ۱و۲، کارفرما: سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور، مدیریت طرح: شرکت سبزانگاره، ۱۳۸۴

[۳] اطلاعات سازمان هواشناسی ، سالهای ۲۰۰۰و ۲۰۰۳

[۴] پایگاه اینترنتی خبرگذاری فارس، http://www.farsnews.ir/

[۵] پایگاه اینترنتی ندای گاز، http://www.nedayegaz.com/

[۶] پایگاه اینترنتی سازمان بهینه سازی مصرف سوخت کشور، http://www.ifco.ir/

[1] American society of heating, refrigerating and air conditioning engineers Inc., The ASHREA Hand book CD, Millstar 1997 , 25 electronic publishing group Inc., Fundamentals, Chapter

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

[3] U.S. Department of energy website, http://www.eere.energy.gov/weatherization