بررسی شناسه‌های حرارتی جداره‌های پوسته خارجی بنا

مطالعه موردی: مناطق روستایی اردبیل

شهرام پوردیهیمی*، بهرام گسیلی**

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۱/۰۵/۰٤
تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۳/۰٤/۱۰

چکیده

بحران محیط زیست در نیم قرن گذشته و سالیان اخیر، زندگی بشر بر روی کره زمین را با چالش‌های جدیدی روبرو ساخته است. پیامدهای ناشی از روش‌های زندگی ماشینی و صنعتی و استفاده روزافزون از سوخت‌های فسیلی به‌منظور دستیابی به آسایش بیشتر در زندگی روزمره، روز به روز توجه به مسائل زیست محیطی و مصرف بهینه سوخت را در کانون توجه اندیشمندان قرار داده است.در طراحی معماری، آسایش حرارتی[1] از مقوله‌های بسیار مهم بوده و تأمین آسایش حرارتی ساکنین یک بنا از دغدغه‌های اصلی در طراحی فضاهای زیستی می‌باشد، امروزه در کشور ما، به‌منظور دستیابی به این آسایش، میزان مصرف انرژی در بخش ساختمان به نسبت استانداردهای جهانی، در حد بالایی قرار دارد. بالا بودن این میزان، مسلماً با عوامل و فاکتورهای تأثیرگذار مختلفی درارتباط است که در این میان نباید نقش جداره‌ها و پوسته‌های خارجی بنا، نادیده گرفته شود. در این مقاله سعی بر این بوده است که با بررسی جداره‌های متداول در معماری بومی و مناطق روستایی اقلیم سرد، نقش پوسته‌های خارجی بنا در انتقال و اتلاف انرژی حرارتی مورد بررسی قرار گیرد، در این راستا و به‌منظور دستیابی به نتایج قابل قبول در این پژوهش مراحل زیر طی شده است:

۱ـ نقش و وظیفه پوسته خارجی بنا در یک ساختمان و بنا، بررسی و تجزیه و تحلیل شده است.۲- با نگاهی به مفاهیم آسایش حرارتی، محدوده آسایش حرارتی افراد در فضاهای بسته مورد بررسی قرار گرفته و این دامنه استخراج و مشخص گردیده است.۳ـ داده‌های هواشناسی، ویژگی‌های اقلیمی و اقلیم منطقه اردبیل استخراج و بررسی گردیده و با مشخص شدن نوع اقلیم این مناطق (جزو مناطق سرد ایران) و مقایسه ویژگی‌های اقلیمی این مناطق با دامنه تغییرات دمایی در محدوده آسایش حرارتی، مسیر حرکت و جریان و نحوه انتقال انرژی حرارتی توسط پوسته‌های خارجی بنا ، مشخص گردیده است.٤- روش‌های انتقال انرژی حرارتی در جداره‌ها، روش‌های محاسبه میزان تبادل انرژی حرارتی و شناسه‌های حرارتی جریان انتقال ناپایدار مورد بررسی قرار گرفته و به‌منظور سهولت محاسبات و افزایش دقت در محاسبات مربوط به شناسه‌های حرارتی، نرم افزار مورد نیاز تهیه گردیده است. ۵ـ مشخصات انواع جداره‌های متداول در مناطق مورد بحث، جمع‌آوری گردیده و در این برداشت‌ها ، جزئیات جداره‌ها ، مصالح متداول بومی در پوسته خارجی بناها و ویژگی‌های پوسته های خارجی ، گردآوری شده است. ٦ـ شناسه‌های حرارتی جداره‌های پوسته خارجی بناها در مناطق مورد بحث، محاسبه شده، سپس این شناسه‌ها بترتیب اولویت آن‌ها ، در نمودارهای مورد نیاز ، باهم مقایسه شده‌اند.۷- با توجه به نتایج حاصل از مطالعات و محاسبات صورت گرفته ، ویژگی‌ها و مشخصات هر یک از مصالح متداول در معماری بومی منطقه، جمع بندی شده است. امید است این پژوهش، گامی مثبت به سمت شناخت بهتر و دقیق‌تر مشخصات و ویژگی‌های مصالح متداول در پوسته خارجی بناهای بومی مناطق سرد ایران باشد.

واژگان کلیدی: پوسته خارجی بنا، آسایش حرارتی، شناسه‌های حرارتی انتقال انرژی حرارتی، مناطق روستایی اقلیم سرد.

* استاد گروه دکترای دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی.
**دانشجوی دکترای دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه شهید بهشتی و مربی گروه آموزشی معماری دانشگاه محقق اردبیلی.
bahramgosili@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

دراقلیم‌های با شرایط آب و هوایی حاد همچون اقلیم‌های سرد و اقلیم‌های گرم، گرمایش یا سرمایش فضاهای زیستی، نقش بسیار مهمی را در تأمین آسایش حرارتی ساکنین ایفا می‌کند .

در کشور ایران بنا به آمار و ارقام موجود، در حدود ٤٠ درصد از کل حامل‌های انرژی در بخش خانگی و تجاری مصرف می‌شود. این میزان مصرف از نظر ارزش انرژی مصرفی، حدود ۳۸ درصد از کل درآمدهای حاصل از فروش سوخت‌های فسیلی را به خود اختصاص می‌دهد که از این مقدار، در حدود ۷۰ در صد از مصرف، صرفاً به‌منظور گرمایش و سرمایش فضاها استفاده می‌شود. اگر این میزان مصرف را با سایر کشورها و متوسط مصرف در کل دنیا، مقایسه کنیم، این واقعیت بر ما آشکار می‌گردد که در ایران، وضعیت مصرف انرژی در این بخش، وضعیت به سامانی را ندارد[۲].

بالا بودن میزان مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری، مسلماً با عوامل و فاکتورهای تأثیرگذار مختلفی در ارتباط است که در این میان، نباید نقش جداره‌ها و پوسته‌های خارجی بنا، نادیده گرفته شود.

به‌منظور آشنایی بهتر با کارکرد جداره‌های خارجی در مقوله تبادل و اتلاف انرژی حرارتی از طریق جداره‌ها و پوسته‌های خارجی یک بنا و بررسی نقش جداره‌ها در این زمینه، پرسش‌های مختلفی قابل طرح بوده و هستند، از جمله پرسش‌های مطرح در این بحث، می‌توان به موارد زیر اشاره نمود :

پرسش‌های تحقیق

پرسش‌های مورد نظر در این پژوهش عبارتند از:

۱ـ چه عواملی بر تبادل و اتلاف انرژی حرارتی از طریق جداره‌ها تأثیرگذار هستند و کدام عوامل تأثیرگذار بر تبادل و اتلاف انرژی حرارتی از طریق جداره‌ها ، قابل کنترل هستند؟

۲ـ نحوه عملکرد هر یک از عوامل تأثیرگذار بر تبادل و اتلاف انرژی حرارتی در پوسته‌های خارجی بناها در معماری بومی مناطق سرد چگونه است و ویژگی‌ها و مشخصات هر یک از مصالح متداول در این مناطق، چیست ؟

۳- آیا با شناخت عوامل تأثیرگذار بر تبادل و اتلاف انرژی حرارتی ، می‌توان میزان تبادل و اتلاف انرژی حرارتی از طریق پوسته‌ها در مناطق سرد را کنترل کرد؟

در این مقاله و پژوهش به‌منظور پی بردن به پاسخ این سوالات، سعی خواهد شد پس از آشنایی و مرور ادبیات مرتبط با موضوع پژوهش، با روش عملیات میدانی، به جمع‌آوری و برداشت نمونه‌های مناسب از پوسته‌های متداول در اقلیم سرد و مرتبط با موضوع پژوهش، پرداخته شود تا با بررسی نمونه‌های گردآوری شده و با شناخت بهتر و دقیق‌تر از مشخصات و جزئیات متداول در این جداره‌ها ، شناسه‌های حرارتی هر یک از مصالح متداول در این جداره‌ها محاسبه و تعیین گردند. با مشخص شدن شناسه‌های حرارتی مذکور و با مقایسه آن‌ها با همدیگر، امید است بتوانیم به یکسری نتایجی دست پیدا کنیم که ما را در طراحی بهتر و انتخاب مصالح مناسب‌تر برای اقلیم‌های سرد راهنمایی کنند.

فرضیه تحقیق

با انتخاب صحیح مواد، مصالح و جزئیات برای پوسته‌های خارجی بنا، در مناطق سرد می‌توانیم موجبات آسایش حرارتی ساکنین بنا را با حداقل مصرف انرژی تأمین کنیم.

پوسته خارجی بنا[۳]

جداره‌هایی که در بدنه خارجی یک فضا واقع می‌شوند، (اعم از جرزهای خارجی، سقف‌ها، بازشوها و .....)

Archive of SID

www.SID.ir

حکم پوسته‌ای را دارند که فضاهای داخلی را احاطه کرده و آن‌ها را از محیط پیرامون جدا می‌سازند، این جداسازی برای رسیدن به اهداف مختلفی از جمله تأمین امنیت جسمی و روانی در مقابل عوامل مزاحم خارجی ، کنترل عوامل اقلیمی (دمای هوا، بارندگی تابش آفتاب ، باد ....) تعریف فضای بسته معماری، ایجاد حریم‌های خصوصی افراد، و ..... صورت می‌گیرد (اهدافی که در شکل‌گیری فضاهای بسته تأثیرگذار می‌باشند)، بدیهی است که نوع و جنس پوسته خارجی فضاها ، جهت قرارگیری جداره‌ها و پوسته‌ها ، رنگ و بافت سطح جداره‌ها ، ..... نقش اساسی در رسیدن به این اهداف را به‌عهده دارند.

در داخل یک فضای بسته تحت کنترل ، ساکنین یک بنا سعی می‌کنند با کنترل و تنظیم عواملی همچون: دمای هوا رطوبت نسبی هوا، سرعت حرکت هوا و..... ، به یک آسایش[4] نسبی دست پیدا کنند. آسایشی که شاید در محیط باز بیرون ، قابل دسترس نباشد (به‌خصوص در مناطقی که شرایط حاد اقلیمی بر آن‌ها حاکم است). به بیان دیگر در مناطق زیستی با شرایط اقلیمی حاد، از جمله کارکردهای بنا، ایجاد خرد اقلیمی در داخل بنا، متفاوت از اقلیم حاکم در خارج از بنا می باشد که این امر به‌منظور تأمین آسایش ساکنین بنا صورت می گیرد. با این نگرش، در این حالت، ما شاهد دو اقلیم متفاوت در مجاورت همدیگر هستیم. دو اقلیمی که مرز بین آن دو، تنها پوسته خارجی بنا است. با این دیدگاه، جداره‌های خارجی بنا، در حکم مرز و لایه ما بین شرایط محیطی داخل و خارج می‌باشند که شرایط حاکم در دو طرف آن‌ها کاملاً متفاوت از همدیگر می‌باشند، همان‌گونه که ذکر گردید شدت اختلاف این شرایط در اقلیم‌های حاد، همچون اقلیم سرد، بسیار بالا است و دائماً جداره‌ها را با یک تنشی که از وجود اختلاف زیاد شرایط اقلیمی حاکم در دو طرف جداره حاصل می‌گردد، روبرو می‌کند. بدیهی است با وجود این تنش‌ها، نحوه رفتار جداره در این میان بسیار حائز اهمیت خواهد بود.

مفهوم آسایش حرارتی[5]

هدف اصلی انسان در بحث آسایش حرارتی، رسیدن به تعادل حرارتی[6] است. انسان برای رسیدن به آسایش حرارتی، به **روش‌های** مختلف به مقابله با محیط می‌پردازد، پوشیدن لباس ضخیم در هوای سرد و لباس گشاد در هوای گرم، استفاده از جریان هوا به‌منظور خنک شدن و قرار گرفتن در مقابل تابش آفتاب به منظورگرم شدن و..... از جمله رفتارهای مقابله و تطابق با شرایط محیطی است.

در بحث تعادل و آسایش حرارتی، چهار عامل محیطی در تبادل گرمای بدن با محیط مؤثر می‌باشند، این عوامل عبارتند از:

دمای هوا، رطوبت موجود در هوا، میزان جریان هوا و میزان تابش آفتاب (رازجویان ، ۱۳۶۷ و ۱۳۸۸).

از جمله افرادی که در زمینه تعادل و آسایش حرارتی، تحقیقات و مطالعاتی را انجام داده‌اند، می‌توان به اولگی[7] (Olgay , 1963)، نیکول[8] (Nicol , 1966) گیوانی[9] (Givony , 1969) و فنگر[10] (Fanger , 1970) اشاره نمود. (رازجویان ، ۱۳۶۷ و ۱۳۸۸).

در بین مطالعات فوق الذکر و سایر مطالعات صورت گرفته، مطالعات پر ارجاع عبارتند از:

۱. پاول اوله فنگر: آقای فنگر در بیان مفهوم آسایش حرارتی، چنین بیان می‌کند:

آسایش حرارتی، محدوده‌ای از عوامل و شرایط محیطی هست که « عدم احساس نارضایتی حرارتی حداقل ۸۰ درصد از ساکنین یک فضا » را مهیا می سازد. (رازجویان ، ۱۳۶۷ و ۱۳۸۸).

۲. **سی آی بی اس ای**[11] : این موسسه مطالعاتی انگلیسی، مفهوم آسایش حرارتی را جدا از محیط زندگی

Archive of SID
www.SID.ir

افراد ندانسته و آن دو را در ارتباط با همدیگر مطرح می‌کند.

بنا به مفاهیم آسایش حرارتی در مطالعات موسسه «سی آی بی اس ای» اگر محیط زندگی افراد، واجد ویژگی‌هایی همچون آرامش بخش بودن، متناسب با عملکرد بودن، خوشایند ساکنان فضا بودن، عامل سلامتی بودن، مولد بودن و تأمین‌کننده آسایش اشخاص باشد، در این صورت شرایط آسایش حرارتی در چنین فضایی تأمین و تعبیه شده است(رازجویان ، ۱۳٦۷ و ۱۳۸۸).

۳. **اشری**[۱۲]: انجمن مهندسی آمریکایی اشری، در استاندارد شماره ۵۵ (ASHRAE , 2001 , St. No : 55-74) خود، مفهوم آسایش حرارتی را بیشتر یک شرایط ذهنی می‌داند و در بیان مفهوم آن، این عبارت را مطرح می‌کند: آسایش حرارتی، در واقع شرایطی ذهنی می‌باشد که آن شرایط، عامل تبیین رضایت فرد از محیط است (رازجویان ، ۱۳٦۷ و ۱۳۸۸) .

چنانکه ملاحظه می‌گردد، در خصوص آسایش حرارتی مطالعات مختلفی صورت گرفته است. در این پژوهش، مطالعات صورت گرفته توسط « سی آی بی اس ای » به‌عنوان مرجع و منبع مورد استفاده قرار گرفته است.

برخی شاخص‌های تعیین آسایش حرارتی[۱۳]

برای تعیین آسایش حرارتی و مشخص کردن محدوده آسایش حرارتی[۱٤] از شاخص‌هایی استفاده می‌شود که به چند نمونه از آن‌ها اشاره می‌گردد:

۱. شاخص دمای مؤثر (ET)[۱۵]

یکی از قدیمی‌ترین و در عین حال رایج‌ترین شاخص‌های وضعیت گرمایی، شاخص دمای مؤثر است که ابتدا انجمن مهندسان تاسیسات آمریکا اشری، آن‌را در دهه دوم قرن بیستم میلادی معرفی کرد، مطابق این شاخص، دامنه تغییرات دمای هوا در منطقه آسایش حرارتی از ۱۷ الی ۲۱ درجه سانتیگراد و دامنه تغییرات رطوبت نسبی ٤۰ الی ۷۰ درصد می‌باشد (رازجویان ، ۱۳٦۷ و ۱۳۸۸).

۲. شاخص دمای مؤثر نوین (* ET) [۱۵]

این شاخص همان شاخص دمای مؤثر می‌باشد که بعد از رفع نواقص و نقاط ضعف آن بعد از نیم قرن کارکرد مجدداً به‌نام شاخص دمای مؤثر نوین، ارائه شده است، مطابق این شاخص، دامنه تغییرات دمای هوا در منطقه آسایش حرارتی از ۲۲/۲ الی ۲۵/٦ درجه سانتیگراد و دامنه تغییرات رطوبت نسبی به‌طور متوسط ۵۰ درصد می‌باشد.

عوامل تأثیرگذار و اطلاعات اولیه مورد نیاز برای تهیه منطقه آسایش در شاخص‌های دمای مؤثر عبارتند از:

دمای خشک[۱٦] و دمای تر هوا[۱۷] با واحد اندازه‌گیری درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی هوا[۱۸] با واحد اندازه‌گیری بر حسب درصد و سرعت جریان هوا[۱۹] با واحد اندازه‌گیری متر بر ثانیه (رازجویان ، ۱۳٦۷ و ۱۳۸۸).

۳. شاخص زیست ـ اقلیمی[۲۰]

مطابق این شاخص که در دهه شصت میلادی، توسط اولگی[۲۱] ارایه گردیده است، دامنه تغییرات دمای هوا در منطقه آسایش حرارتی از ۱۸ الی ۲۷ درجه سانتیگراد (توأمان در شرایط تابستان و زمستان) و دامنه تغییرات رطوبت نسبی بطور متوسط ۱۸ الی ۷۸ درصد می‌باشد(رازجویان ، ۱۳٦۷ و ۱۳۸۸).

٤. شاخص زیست ـ اقلیمی ساختمانی[۲۲]

شاخص زیست ـ اقلیمی ساختمانی در دهه شصت میلادی، توسط گیوانی[۲۳] مطرح گردیده است (رازجویان ، ۱۳٦۷ و ۱۳۸۸).

۵. شاخص اوانز[۲٤]

این شاخص در اواخر دهه هفتاد میلادی، از طرف اوانز مطرح گردیده است (رازجویان ، ۱۳٦۷ و ۱۳۸۸).

Archive of SID

www.SID.ir

٦. مدل تطبیقی[۲۵]

این مدل که در سال‌های اخیر مطرح شده است و این موضوع را مطرح می‌کند که انسان با سازگاری فیزیولوژیکی رفتاری و روانی با محیط، به آسایش حرارتی بیشتری می‌تواند در محیطی که در آن قرار دارد، دست یابد(رازجویان ، ۱۳٦۷ و ۱۳۸۸).

۷. شاخص«آرای میانگین پیش‌بینی شده»(PMV)[۲٦]

این شاخص در دهه هفتاد میلادی، توسط فنگر[۲۷] ارایه گردیده است و درتبیین مفهوم آسایش حرارتی، برای اولین بار پارامترهای مختلفی را مطرح می‌کند. (رازجویان ، ۱۳٦۷ و ۱۳۸۸) و (صابری ، ۱۳۸۲) و (فرخ‌زاد ، ۱۳۸۳).

شاخص «آرای میانگین پیش بینی شده» به‌عنوان آخرین شاخص در این تحقیق مطرح می‌گردد.

با توجه به نمودارهای شرایط آسایش دمایی بر حسب رطوبت نسبی و فشار بخار آب، دامنه تغییرات عوامل محیطی چهارگانه (مؤثر در تبادل گرمای بدن با محیط)، در منطقه آسایش حرارتی انسان در محیط‌های بسته را می‌توان به‌صورت جدول شماره ۱ دسته‌بندی نمود:

عامل مؤثر	دامنه تغییرات	واحد
دمای هوا (تابستان)	۲٦ – ۲۲	°C
دمای هوا (زمستان)	۲۲ - ۱۸	°C
دمای متوسط تشعشعی	۳۲ - ۱۸	°C
سرعت جریان هوا	۱/۵ – ۰	m/s
رطوبت نسبی(تابستان)	۸۰ - ۳۵	٪
رطوبت نسبی (زمستان)	۷۰ - ۲۵	٪

ج ۱. دامنه تغییرات عوامل محیطی چهارگانه.
مأخذ: حیدری‌نژاد، ۱۳۸۸.

در این تحقیق، دامنه تغییرات دمای هوا و رطوبت نسبی (در شرایط زمانی زمستان) برمبنای جدول فوق، مورد بررسی و ارزیابی قرارگرفته‌اند. برای دسترسی به دامنه‌های این جدول در مناطق با شرایط اقلیمی سرد، نیاز به مصرف انرژی (به‌منظور افزایش شرایط اقلیمی حاکم) می‌باشد، لذا بررسی میزان مصرف انرژی جهت دستیابی به آسایش حرارتی افراد امری ضروری می‌نماید.

مصرف اولیه انرژی[۲۸]

بخش‌های مصرف کننده انرژی، معمولاً در گروه‌های ساختمان، حمل و نقل، صنعت، کشاورزی و برخی بخش‌های دیگر مورد مطالعه قرارمی‌گیرند، به‌منظور بررسی میزان بهره‌وری در مصرف انرژی، از شاخص «میزان شدت مصرف انرژی»[۲۹] که از رابطه ذیل قابل محاسبه می‌باشد بهره گرفته می‌شود(حیدری‌نژاد، ۱۳۸۸):

میزان تولید ناخالص ملی/ مصرف نهایی انرژی= میزان شدت مصرف انرژی

در رابطه فوق، مصرف نهایی انرژی در واقع کل انرژی مصرف شده به تن معادل نفت خام بوده و میزان تولید ناخالص ملی بر حسب هزار دلار آمریکا می باشد.

در جداول شماره ۲ الی ۵، به‌ترتیب میزان شدت مصرف انرژی، میزان مصرف اولیه انرژی در بخش خانگی، میزان متوسط سرانه مصرف انرژی در بخش خانگی و میزان متوسط مصرف انرژی در ساختمان به ازای هر متر مربع، در کشور ایران و چند کشور مختلف جهان آورده شده است، با مقایسه اعداد و ارقام این جداول، به‌راحتی نتایج اولیه زیر قابل استخراج می‌باشد.

با توجه به جداول شماره ۲ الی ۵، به‌ترتیب میزان شدت مصرف انرژی در ایران، نزدیک به ۹ برابر متوسط مصرف در دنیا و نزدیک به ۲۱ برابر کشوری مثل انگلستان است، میزان مصرف اولیه انرژی در بخش خانگی در ایران نزدیک به ۱/۷ برابر متوسط مصرف در دنیا و نزدیک به ۳ برابر کشور انگلستان و همچنین، میزان متوسط سرانه مصرف انرژی در بخش خانگی در ایران، نزدیک به ۲/۲ برابر متوسط مصرف در دنیا و نزدیک به ٤/۱ برابر کشور انگلستان است. علاوه بر موارد فوق، میزان متوسط مصرف انرژی در ساختمان به ازای هر متر

Archive of SID
www.SID.ir

مربع در ایران، نزدیک به ۲/۳۵ برابر متوسط مصرف در دنیا و نزدیک به ۵/۸۸ برابر کشور انگلستان است[۳۰].

نام کشور	آمریکا	ژاپن	انگلستان	آلمان	کره جنوبی	ترکیه	کل جهان	ایران
شدت مصرف	۰/۱۲	۰/۰۶	۰/۰۸	۰/۱۰	۰/۱۶	۰/۱۹	۰/۱۹	۱/۷۱

ج ۲. میزان شدت مصرف انرژی در ایران و چند کشور جهان.

بخش / محل	خانگی	صنعت	حمل و نقل	جمع کل	درصد بخش خانگی از کل	درصد بخش صنعت از کل	درصد بخش حمل و نقل از کل
آمریکا	۱۹۰٤	۷۸۳	٤۱۹۵	٦۸۸۲	٪۲۷/٦۷	٪۱۱/۳۸	٪٦۰/۹۵
ژاپن	۵۹۹	٤۱۳	۵۷٤	۱۵۸٦	٪۳۷/۷٦	٪۲٦/۰٤	٪۳٦/۲۰
انگلستان	۱۵٤	٦۰۵	۳۱۵	۱۰۷٤	٪۱٤/۳٤	٪۵٦/۳۳	٪۲۹/۳۳
آلمان	۲٦۹	۱۷۰	۳٦۲	۸۰۱	٪۳۳/۵۹	٪۲۱/۲۲	٪٤۵/۱۹
کره جنوبی	۱۵۳	۱۷۱	۲۰٦	۵۳۰	٪۲۸/۸۷	٪۳۲/۲٦	٪۳۸/۸۷
ترکیه	۵۸	۵۳	۱۱۲	۲۲۳	٪۲٦	٪۲۳/۷۷	٪۵۰/۲۳
کل جهان	۷۱٦۷	٦٤۷۵	۱۵۳۷۹	۲۹۰۲۱	٪۲٤/۷۰	٪۲۲/۳۱	٪۵۲/۹۹
ایران	۳٦۰	۲۵٤	۲۸۳	۸۹۷	٪٤۰/۱٤	٪۲۸/۳۱	٪۳۱/۵۵

ج۳. میزان مصرف اولیه انرژی در بخش خانگی، درایران و چند کشور جهان.(انرژی مصرفی معادل میلیون بشکه نفت خام در سال)

نام کشور	آمریکا	ژاپن	انگلستان	آلمان	کره جنوبی	ترکیه	کل جهان	ایران
شدت مصرف	۰/۳٤	۰/۲۳	۰/۲٤	۰/۳٤	۰/٤۷	۰/۵۰	۰/٤۸	۱/۰۱

ج ٤. میزان متوسط سرانه مصرف انرژی در بخش خانگی. (انرژی مصرفی بر حسب تن معادل نفت خام در سال)

نام کشور	آمریکا	ژاپن	انگلستان	آلمان	کره جنوبی	ترکیه	کل جهان	ایران
شدت مصرف	۱۳۲	۹۲	٦۸	۱۸۰	۱٦۷	۱۷۸	۱۷۰	٤۰۰

ج ۵. میزان متوسط مصرف انرژی در ساختمان به ازای هر متر مربع در ایران و چند کشور جهان.
(انرژی مصرفی بر حسب کیلو وات ساعت در سال)

با توجه به نتایج حاصل از جداول شماره ۲ الی ۵، این واقعیت آشکار می‌گردد که وضعیت مصرف انرژی در ایران وضعیت به سامانی را ندارد و بخشی از این نابسامانی احتمالاً مربوط به کیفیت ساخت و ساز و جزئیات متداول در پوسته خارجی بناها می‌باشد. در این پژوهش سعی بر این خواهد بود با توجه به میزان مصرف انرژی در اقلیم سرد جهت دستیابی به آسایش حرارتی، ویژگی‌های این اقلیم نیز مورد بررسی و شناخت بهتر قرار گیرد.

شناخت ویژگی‌های اقلیمی[۳۱]

واژه اقلیم[۳۲]، عمدتاً معادل «آب و هوا» بکار می‌رود و بیشتر یک مفهوم احساسی است و بیانگر متوسط وضعیت هوا در یک منطقه می‌باشد، اقلیم به شرایط آب و هوایی یک منطقه جغرافیایی نظیر دما، رطوبت، باد، بارش، فشار اتمسفر و سایر مشخصه‌های هواشناسی در مدت زمانی نسبتاً طولانی نسبت داده می‌شود. در علم هواشناسی[۳۳] معمولاً شرایط حال حاضر آب و هوا مورد بررسی قرار می‌گیرد و در علم اقلیم‌شناسی[۳٤] مشخصه‌های دراز مدت آب و هوا در منطقه مورد نظر، مورد توجه است (جعفر پور ، ۱۳۸۱). در مطالعه اقلیمی، داده‌های لازم در خصوص عناصر

Archive of SID

www.SID.ir

اقلیمی مانند دما، بارش و سایر عوامل اقلیمی جمع‌آوری شده و بعد از پردازش و در جهت شناسایی استعدادها و توان‌های اقلیم‌های روی زمین و عملکرد این اقلیم ها در چرخه حیات برای زندگی انسان بکار می‌رود (علیزاده، ۱۳۸۳).

چهار عامل مهم اقلیمی

در مباحث مربوط به اقلیم و اقلیم‌شناسی، چهار عامل دما رطوبت (بارندگی)، جریان هوا (باد) و تابش آفتاب، عمدتاً مورد بررسی و تجزیه تحلیل قرار می‌گیرند، به‌نظر می‌رسد در بررسی نقش پوسته‌های خارجی بنا، در تأمین آسایش افراد نیز، چهارعامل فوق‌الذکر تأثیرگذار باشند، لذا حتی المقدور می‌بایست نقش تک تک این عوامل در پوسته‌های خارجی مورد بررسی قرار گیرند، در این مقاله نیز نقش دما و رطوبت نسبی در تعیین نوع اقلیم اردبیل مورد استفاده قرار می‌گیرد (جعفر پور ، ۱۳۸۱) و (علیزاده، ۱۳۸۳).

شناخت نوع اقلیم اردبیل

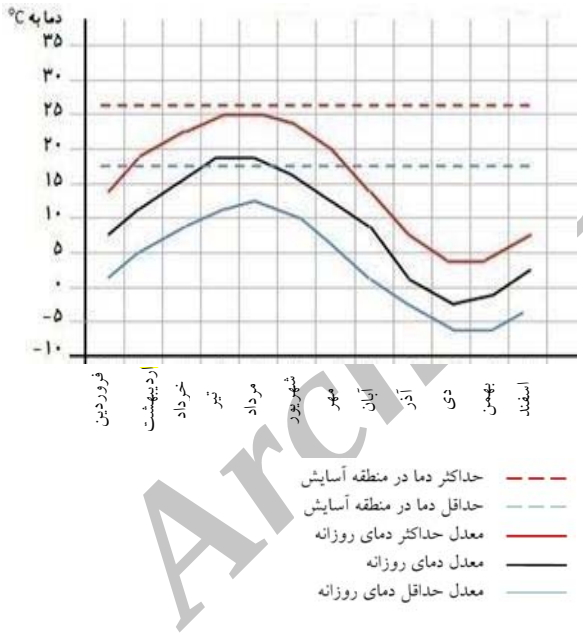
به‌منظور شناخت نوع اقلیم منطقه اردبیل، نخست نمودار اقلیمی براساس میانگین درجه حرارت ماهیانه (منحنی آمبروترمیک)[۳۵] و در ادامه میزان رطوبت نسبی ماهانه، تهیه می‌گردد (جعفر پور، ۱۳۸۱) و (علیزاده ، ۱۳۸۳). برای این منظور داده‌های هواشناسی از ایستگاه هواشناسی سینوپتیک[۳۶] اردبیل، جمع‌آوری شده است.

نمودار اقلیمی آمبروترمیک اردبیل

به‌منظور تهیه منحنی آمبروترمیک (نمودار شماره ۱)، آمار و اطلاعات مربوط به معدل حداکثر، معدل حداقل و معدل متوسط دمای ماهیانه (جدول شماره ٦) شهرستان اردبیل از سال ۱۳۵۵ لغایت ۱۳۸۸ (براساس ۳۳ سال)، به‌استناد آمار و اطلاعات سازمان هواشناسی اردبیل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

معدل دما ماه	حداکثر دمای ماهیانه	حداقل دمای ماهیانه	متوسط دمای ماهیانه
فروردین	۱٤/۷	۱/۲	۷/۹
اردیبهشت	۱۸/۹	۵/۲	۱۱/۹
خرداد	۲۲/۵	۸/۳	۱۵/٤
تیر	۲٤/٦	۱۱/۱	۱۷/۹
مرداد	۲۵/۲	۱۱/۹	۱۸/۵
شهریور	۲۳/٤	۱۰/۰	۱٦/۷
مهر	۱۹/۰	٦/۰	۱۲/۵
آبان	۱۳/٤	۲/۳	۷/۹
آذر	۷/۰	-۳/۱	۱/۹
دی	۳/٦	-٦/۳	-۱/۳
بهمن	۳/۷	-٦/۸	-۱/٦
اسفند	۷/٦	۲/۲	٤/۲

ج ٦. معدل حداکثر، معدل حداقل و معدل متوسط دمای ماهیانه شهرستان اردبیل از سال ۱۳۵۵ لغایت۱۳۸۸ (برحسب درجه سانتیگراد).



ن ۱. منحنی آمبروترمیک شهرستان اردبیل.

نتیجه‌گیری از منحنی آمبروترمیک شهرستان اردبیل

در جدول شماره ۷، احساس دمایی نسبت به دمای محیط آورده شده است:

Archive of SID
www.SID.ir

احساس دمایی	خیلی گرم	گرم	کمی گرم	آسایش (سالیانه)	کمی سرد	سرد	خیلی سرد
میزان دما	۳٤ ببالا	۳٤ الی ۲۹	۲۹ الی ۲٦	۲٦ الی ۱۸	۱۸ الی ۱۲	۱۲ الی ۰	۰ به پایین

ج ۷. جدول احساس دمایی نسبت به دمای محیط (بر حسب درجه سانتیگراد)[۳۷].

مأخذ : The AIA Research Corporation,(1978).

با استناد به نمودار شماره ۱ و جدول شماره ۷، تعداد ماه‌های واقع در محدوده‌های دمایی مختلف، در جدول شماره ۸ جمع‌بندی شده است. با توجه به این جدول، در اقلیم منطقه اردبیل در حدود ۸۳/۳ درصد از ماه‌های سال در محدوده پایین‌تر از منطقه آسایش و تنها ۱٦/۷ درصد از ماه‌های سال در محدوده آسایش واقع شده‌اند و در هیچ موقع از سال شرایط دمایی محیط بالاتر از منطقه آسایش نمی‌باشد.

ردیف	محدوده و احساس دمایی	میزان دما	تعداد ماه	در صد
۱	بالاتر از حداکثر دما در منطقه آسایش	۲٦ به بالا	صفر	صفر
۲	منطقه آسایش	۲٦ الی ۱۸	۲	۱٦/۷
۳	پایین تر از حداقل دما در منطقه آسایش	۱۸ به پایین	۱۰	۸۳/۳
٤	خیلی گرم	۳٤ به بالا	صفر	صفر
۵	گرم	۳٤ الی ۲۹	صفر	صفر
٦	کمی گرم	۲۹ الی ۲٦	صفر	صفر
۷	آسایش	۲٦ الی ۱۸	۲	۱٦/۷
۸	کمی سرد	۱۸ الی ۱۲	٤	۳۳/۳
۹	سرد	۱۲ الی صفر	۳	۲۵
۱۰	خیلی سرد	صفر به پایین	۳	۲۵

ج ۸. نتایج حاصل از مقایسه جدول احساس دمایی نسبت به دمای محیط و نمودار اقلیمی آمبروترمیک در شهرستان اردبیل.

بررسی میزان رطوبت نسبی ماهیانه شهرستان اردبیل

به‌منظور بررسی میزان رطوبت نسبی، معدل حداکثر، معدل حداقل و معدل متوسط رطوبت نسبی ماهیانه شهرستان اردبیل از سال ۱۳۵۵ لغایت ۱۳۸۸ (براساس ۳۳ سال)، به‌استناد آمار و اطلاعات سازمان هواشناسی اردبیل در جدول شماره ۹ آورده شده است.

معدل رطوبت نسبی ماه	حداکثر رطوبت نسبی ماهیانه	حداقل رطوبت نسبی ماهیانه	متوسط رطوبت نسبی ماهیانه
فروردین	۸۹	٤٤	٦۷
اردیبهشت	۹۰	٤۷	٦۸
خرداد	۹۲	٤۸	۷۰
تیر	۸۹	۵۰	۷۰
مرداد	۸۹	٤۹	٦۹
شهریور	۹۲	۵۰	۷۱
مهر	۹۲	۵۰	۷۱
آبان	۹۱	۵۳	۷۲
آذر	۹۰	۵۸	۷٤
دی	۸۹	٦۰	۷٤
بهمن	۸۹	٦۰	۷٤
اسفند	۹۰	۵۵	۷۲

ج ۹. معدل حداکثر، معدل حداقل و معدل متوسط رطوبت نسبی ماهیانه شهرستان اردبیل از سال ۱۳۵۵ لغایت ۱۳۸۸ (بر حسب درصد).

با توجه به جدول فوق، می‌توان به جدول شماره ۱۰ دست یافت:

محدوده رطوبت نسبی	درصد رطوبت نسبی	تعداد ماه (در محدوده رطوبتی)	درصد
بالاتر از حداکثر رطوبت نسبی در منطقه آسایش	۸۰ ببالا	صفر	صفر
منطقه آسایش	۲۵ الی ۸۰	۱۲	۱۰۰
پایین تر از حداقل رطوبت نسبی در منطقه آسایش	۲۵ پایین	صفر	صفر

ج ۱۰. نتایج حاصل از میزان رطوبت‌نسبی در شهرستان اردبیل.

به‌عبارت دیگر در شهرستان اردبیل، معدل رطوبت نسبی ماهیانه کلیه ماه‌ها، در منطقه آسایش واقع شده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به اطلاعات هواشناسی شهرستان اردبیل و با توجه به منحنی‌های اقلیمی این منطقه و براساس سیستم

Archive of SID

www.SID.ir

طبقه‌بندی دو مارتن[۳۸] ، که بنا به گفته کارشناسان سازمان هواشناسی استان اردبیل[۳۹] مطابقت بیشتری با منطقه ایران و مشخصات جغرافیایی این منطقه دارد، احتمالاً بتوان چنین نتیجه‌گیری کرد که اقلیم شهرستان اردبیل، در طبقه‌بندی اقلیمی، بصورت زیر، قابل بیان است: اقلیم «نیمه خشک با شدت کم» با تابستان معتدل و زمستان خیلی سرد.

انتقال انرژی حرارتی[۴۰]

روش‌های انتقال انرژی حرارتی

انتقال انرژی حرارتی از یک جداره، در صورت وجود اختلاف دما بین دو طرف جداره اتفاق میافتد. راه‌های انتقال انرژی حرارتی از نقطه‌ای به نقطه‌ای دیگر عبارتند از هدایت[۴۱] ، همرفت[۴۲] و تابش[۴۳].

در بحث محاسبات انتقال انرژی حرارتی، دو حالت کلی زیر فرض می‌شود:

جریان انتقال پایدار[۴۴] و جریان انتقال ناپایدار[۴۵]

الف. جریان انتقال پایدار

در جریان انتقال پایدار، شرایط محیطی داخل وخارج فضا به‌صورت فرضی، ثابت در نظرگرفته می‌شود و فرض بر این است که شرایط دمایی حاکم و سایر عوامل تأثیرگذار بر انتقال انرژی حرارتی، در طول زمان مورد نظر وضعیت ثابتی را دارا هستند و به مرور زمان تغییر نمی‌کنند، (بهادری نژاد، مهدی، ۱۳۸۲) و (پوردیهیمی، بهار و تابستان ۱۳۷۲) و (CIBSE , Guide A , 1978 & 1999 & 2006) قابل ذکر است، عوامل مؤثر در جریان انتقال پایدار، متفاوت بوده و در این مقاله به‌دلیل ماهیت مطالعات، به آن‌ها پرداخته نشده است.

ب. جریان انتقال ناپایدار

در شرایط فرضی جریان انتقال ناپایدار، شرایط محیطی داخل و خارج فضا و نحوه انتشار انرژی حرارتی در **جداره** خطی و ثابت در نظر گرفته نمی‌شوند و فرض بر این است که شرایط دمایی حاکم و سایر عوامل تأثیرگذار بر انتقال انرژی حرارتی ، به مرور زمان تغییر می‌کنند. (بهادری نژاد ، ۱۳۸۲) و (پوردیهیمی ، بهار و تابستان ۱۳۷۲) و (CIBSE , Guide A , 1978 & 2006 & 1999) **و (فرخزاد ، ۱۳۸۲) و (ریاضی ، ۱۳۸۸).**

عوامل مؤثر در جریان انتقال ناپایدار

عوامل مؤثر در این روش (شناسه‌های حرارتی هشت‌گانه) عبارتند از (پوردیهیمی، بهار و تابستان ۱۳۷۲) :

۱. ضریب انتشار حرارت[۴۶]

این ضریب در واقع بیانگر سرعت پخش حرارت از سطح جداره به هوای بیرون می‌باشد.

۲. گرمای ویژه حجمی[۴۷]

گرمای ویژه حجمی، نماد ذخیره حرارت در مصالح مورد استفاده در جداره می‌باشد.

۳. پذیرش حرارتی[۴۸]

پذیرش حرارتی در واقع، توانایی انتقال انرژی گرمایی از جداره به هوای محیط داخل بروش همرفت را بیان می‌کند.

٤. زمان انتقال حرارت به هوای داخل[۴۹]

این عامل بیانگر مدت زمانی است که برای انتقال انرژی حرارتی به هوای داخل صرف می‌شود.

۵. ضریب کاهش[۵۰]

ضریب کاهش، نشانگر میزان انرژی منتقل شده به روش هدایت در شرایط ناپایدار به جداره داخل می‌باشد.

٦. زمان تأخیر[۵۱]

این شناسه، زمان لازم برای انتقال انرژی از یک سطح به سطح دیگر جداره را بیان می کند، و بیانگر مدت زمان لازم برای این انتقال است.

۷. ضریب سطح[۵۲]

ضریب سطح نیز نماینده میزان توانایی سطح در انتقال حرارت به روش تابش از جداره به هوای محیط است.

Archive of SID

www.SID.ir

۸. زمان بازتابش[۵۳]

این عامل نیز بیانگر زمان لازم برای انتقال تمامی انرژی از جداره به روش تابش به هوای محیط می‌باشد.

در این تحقیق نیز بررسی شناسه‌های حرارتی جداره‌های پوسته خارجی بنا در اقلیم سرد مد نظر بوده که بعد از محاسبه آن‌ها برای مصالح متداول در معماری بومی مورد تجزیه و تحلیل قرار خواهند گرفت، شایان ذکر است در بحث انتقال انرژی حرارتی و جریان انتقال ناپایدار در پوسته‌ها شناسه‌های حرارتی از نظر درجه اهمیت و تأثیر در رفتار حرارتی به ترتیب زیر اولویت‌بندی می‌گردند (پوردیهیمی ، بهار و تابستان ۱۳۷۲): ضریب انتشار حرارتی، گرمای ویژه حجمی پذیرش حرارتی، ضریب کاهش زمان تأخیر، ضریب سطح، زمان انتقال حرارت به هوای داخل و زمان بازتابش که می‌بایست در نتیجه‌گیری نهایی مد نظر قرار گیرند.

محاسبه رفتار حرارتی جداره‌ها (معماری بومی مناطق روستایی اردبیل)

به‌منظور بررسی شناسه‌های حرارتی جداره‌های موضوع پژوهش، طی یک برداشت وسیع میدانی، خصوصیات و جزئیات بیش از یکصد نمونه مختلف از پوسته های بومی متداول در مناطق روستایی این اقلیم که با دانش بومی و درگذر زمان اجرا شده‌اند، گردآوری گردیدند، بدیهی است که در انتخاب این نمونه ها متغیرهای مختلف پژوهش از جمله: متغیر مستقل[۵۴] متغیر وابسته[۵۵] متغیر مداخله گر[۵۶] و متغیر تعدیل کننده[۵۷] دقیقاً مد نظر قرار خواهند داشت تا نمونه های صحیح و مناسب مورد مطالعه و تجزیه تحلیل قرارگیرند. به‌عنوان نمونه در «تصویر شماره ۱»، گونه متداول خانه‌های روستایی با استفاده از مصالح سنگی دیده می‌شود.

ت ۱. شهرنیر، گونه متداول خانه‌های روستایی، سنگی.
مأخذ : نگارنده.

گونه متداول دیگر در منطقه مورد مطالعه، استفاده از گل به‌صورت دیوارهای چینه‌ای در جداره‌های خارجی بناها در این مناطق می‌باشد. در این گونه موارد معمولاً با استفاده از یک لایه کاهگل به‌صورت اندود بر روی سطوح داخلی و خارجی جداره، سطح جداره‌ها اندود کاری می‌گردد، استفاده از این گونه جداره‌سازی در ساخت جداره‌های خارجی به نسبت سایر گونه‌ها بیشتر دیده می‌شود. در تصویر شماره ۲ نمونه‌ای از گونه‌های متداول خانه‌های روستایی با استفاده از مصالح گلی دیده می‌شود.

ت ۲ : شهرنیر، گونه متداول خانه‌های روستایی، گلی.
مأخذ : نگارنده.

Archive of SID

www.SID.ir

گونه دیگر جداره‌های خارجی متداول در این مناطق، استفاده از خشت خام در جداره‌ها می‌باشد. در این گونه با استفاده از خشت خام و اندود کاهگل از داخل و خارج، جداره‌های خارجی نقش خود را به‌عنوان پوسته خارجی بنا ایفا می‌کنند. در تصویر شماره ۳ نمونه‌ای از جداره‌هایی که با استفاده از خشت خام اجرا شده‌اند دیده می‌شود.

ت ۳. شهر کوثر، روستای فاراب، گونه خشت خام.
مأخذ: نگارنده.

استفاده از جداره‌های ترکیبی با استفاده از مصالح سنگی و خشت خام و همچنین آجر و خشت خام، از دیگر گونه‌های متداول در منطقه می‌باشد، در گونه اول، معمولاً از مصالح سنگی در پایین جداره و حداکثر تا ارتفاع یک سوم جداره استفاده می‌گردد و ادامه جداره با استفاده از خشت خام کامل می گردد، در گونه دوم نیز معمولاً از خشت خام در قسمت داخلی جداره و آجر به‌عنوان مصالح سطح خارجی جداره استفاده می‌گردد. در تصویر شماره ٤ نمونه‌ای از گونه‌های متداول خانه‌های روستایی با استفاده از مصالح سنگ و خشت خام دیده می‌شود.

گام بعدی در این پژوهش، محاسبه و ارائه شناسه‌های حرارتی انواع پوسته‌های متداول در مناطق با اقلیم سرد می‌باشد با عنایت به اینکه در محاسبات مربوط به شناسه‌های حرارتی (به‌خصوص در جریان انتقال ناپایدار) با مراحل طولانی محاسبات ریاضی روبرو هستیم و این امر احتمال خطای انسانی را در محاسبات ریاضی افزایش می‌دهد لذا به‌منظور پرهیز از تمامی خطاهای فوق الذکر، برنامه مناسب این محاسبات، در محیط Excel طراحی و نوشته شد که نتایج این محاسبات و پژوهش، در ادامه ارائه گردیده است.

ت ٤. مشکین‌شهر، روستای پریخان، گونه سنگ و خشت خام.
مأخذ: نگارنده.

مشخصات و جزئیات انواع جداره‌های متداول در منطقه(معماری بومی مناطق روستایی اردبیل)

باتوجه به مطالعات صورت گرفته و نمونه‌های جمع‌آوری شده توسط نگارنده، انواع جداره‌های **پوسته** خارجی بناها در مناطق روستایی این منطقه را می‌توان مطابق جدول شماره ۱۱، به شش گروه کلی دسته‌بندی نمود:

به‌منظور انجام محاسبات شناسه‌های حرارتی، با در نظر گرفتن متغییرهای مورد نظر و اشاره شده، انواع جداره‌های پوسته خارجی بناها در این منطقه را می‌توان مطابق جدول شماره ۱۲، به شش گروه کلی«حالت الف» (جداره‌ها به همراه لایه کاهگل)دسته‌بندی کرد.

در انجام محاسبات شناسه‌های حرارتی، با در نظر گرفتن متغیرهای مورد نظر، در حالت «الف»، کاهگل می‌تواند

Archive of SID

www.SID.ir

به‌عنوان یک عامل مداخله‌گر عمل نماید، بنابراین انواع جداره‌های پوسته خارجی بناها در این منطقه را می‌توان مطابق جدول شماره ۱۳، به شش گروه کلی «حالت ب» (جداره‌ها بدون لایه کاهگل) دسته‌بندی کرد.

ردیف	نوع جداره	دامنه ضخامت متداول (Cm)	جنس لایه های جداره از داخل به بیرون
۱	دیوارهای چینه ای	۳۰ (در بالا) ۸۰ (در پایین)	لایه نازک پوشش داخلی + کاهگل
۲	خشت خام	٦٥ – ٤٥	لایه نازک پوشش داخلی + کاهگل + خشت خام + کاهگل
۳	خشت خام و آجر (آجر بصورت کله و راسته برای نماسازی خارجی)	٦٥ – ٤٥	لایه نازک پوشش داخلی + کاهگل + خشت خام + آجر (آجر بصورت کله و راسته ، برای نماسازی خارجی)
٤	آجری	٦٥ – ٣٥	لایه نازک پوشش داخلی + کاهگل + آجر
٥	سنگی	٨٠ – ٤٥	لایه نازک پوشش داخلی + کاهگل + سنگ
٦	سنگ (۱/۳ ارتفاع ، پایین دیوار) + خشت خام (۲/۳ ارتفاع ، در بالای دیوار)	٦٥ – ٥٥ (در قسمت سنگی) ٥٥ – ٤٥(در قسمت خشتی)	لایه نازک پوشش داخلی + کاهگل + سنگ (در پایین دیوار) لایه نازک پوشش داخلی + کاهگل + خشت خام + کاهگل(در بالای دیوار)

ج ۱۱. انواع جداره‌های پوسته خارجی بناها در منطقه اردبیل، مشخصات موجود. مأخذ: نگارنده.

ردیف	نوع جداره	ضخامت مورد محاسبه (Cm)	جنس لایه‌های جداره از داخل به بیرون
۱	دیوارهای چینه ای	٥٥	کاهگل
۲	خشت خام	٥٨ = ٣ + ٥٥	کاهگل + گل
۳	خشت خام و آجر (آجر به‌صورت کله و راسته ، برای نماسازی خارجی)	٥٨ = ٣ + ٤١/٦ + ١٣/٤	کاهگل + خشت خام + آجر
٤	آجری	٥٨ = ٣ + ٥٥	کاهگل + آجر
٥	سنگی	٥٨ = ٣ + ٥٥	کاهگل + سنگ
٦	سنگ (۱/۳ ارتفاع ، پایین دیوار) + خشت خام (۲/۳ ارتفاع ، در بالای دیوار)	٥٨ = ٣ + ٥٥ (در قسمت سنگی) ٥٨ = ٣ + ٥٥(در قسمت خشتی)	کاهگل + سنگ (در پایین دیوار) کاهگل + خشت خام (در بالای دیوار)

ج۱۲. انواع جداره‌های پوسته خارجی بناها در منطقه اردبیل، در حالت« الف» (جداره‌ها به‌همراه لایه کاهگل) مأخذ: نگارنده.

ردیف	نوع جداره	ضخامت مورد محاسبه (Cm)	جنس لایه های جداره از داخل به بیرون
۱	دیوارهای چینه ای	٥٥	کاهگل
۲	خشت خام	٥٥	گل
۳	خشت خام و آجر (آجر به‌صورت کله و راسته برای نماسازی خارجی)	٥٥ = ٤١/٦ + ١٣/٤	خشت خام + آجر
٤	آجری	٥٥	آجر
٥	سنگی	٥٥	سنگ
٦	سنگ (۱/۳ ارتفاع ، پایین دیوار) + خشت خام (۲/۳ ارتفاع ، در بالای دیوار)	٥٥ (در قسمت سنگی) ٥٥ (در قسمت خشتی)	سنگ (در پایین دیوار) خشت خام (در بالای دیوار)

ج ۱۳. انواع جداره‌های پوسته خارجی بناها در منطقه اردبیل، مشخصات مورد محاسبه در حالت « ب »
(جداره‌ها بدون لایه کاهگل). مأخذ : نگارنده.

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه شناسه‌های حرارتی انواع جداره‌های متداول در منطقه (معماری بومی مناطق روستایی اردبیل)

الف) مشخصات مصالح متداول مصرفی درجداره‌ها

مشخصات مصالح مصرفی در جداره‌ها با توجه به مواد و مصالح موجـود در منطقه، به قرار جدول شماره ۱٤ می‌باشند (CIBSE , Guide A ,(1978 & 1999 & 2006) و (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن)، در استخراج مشخصات سعی گردیده است با توجه به نوع خاک و سنگ موجود در منطقه، اعداد و ارقام صحیح انتخاب‌گردند.

ب) شناسه‌های حرارتی انواع جداره‌هـای متـداول در منطقه (معماری بومی مناطق روستایی اردبیل)

در جداول شماره ۱۵ الی ۲۰، شناسه‌های حرارتی شش گروه از جداره‌های متداول در منطقه در «حالت ب» (جداره‌ها بدون لایه کاهگل) محاسبه و آورده شده‌اند.

ردیف	نوع مصالح	قابلیت هدایت حرارتی(W/m.°K) ↷	وزن مخصوص(Kg/m^3) ×	ظرفیت گرمایی(J/Kg.oK) C
۱	گل یا خشت خام (Brick & Mud)	۰/۷۵	۱۷۳۰	۸۸۰
۲	آجر (Brick)	۰/۸٤	۱۷۰۰	۸۰۰
۳	سنگ (نوع سنگ) (Hrd Stone)	۳/٤۹	۲۸۸۰	۸٤۰
٤	کاهگل (Straw)	۰/۲۳	۷۲۰	۸٤۰

ج ۱٤ : مشخصات مصالح متداول مصرفی در جداره‌ها.

مأخذ:(CIBSE , Guide A ,(1978 & 1999 & 2006) و (مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن).

$U_{(W/m^2 \cdot ^oK)}$	$VSH_{(KJ/m^3 \cdot ^oK)}$	$Y_{(W/m^2 \cdot ^oK)}$	$\omega_{(h)}$	$F_{(\%)}$	$\blacktriangleleft_{(h)}$	$F_{(\%)}$	$\blacktriangleleft_{(h)}$
۰/۳۸۸۹	٦۰٤/۸	۲/٤٤۹۹	۲/۲۰۰۲	۰/۰۵۰۹	۵/۲۰۵٦	۰/۷۷۰۳	۰/۷۹۹۹

ج ۱۵ : جدول شناسه‌های حرارتی دیوارهای چینه‌ای. مأخذ: نگارنده.

U(W/m2.oK)	VSH(KJ/m3.oK)	Y(W/m2.oK)	(h)ω	F(%)	◄(h)	F(%)	◄(h)
۱/۰۹٤۹	۱۵۲۲/٤	٤/۷۱۰۵	۱/٤۲۹۵	۰/۰۵۳	٦/۳٤۲۱	۰/۵۱۷	۱/۵۷۰۷

ج ۱٦ : جدول شناسه‌های حرارتی دیوارهای خشت خام. مأخذ: نگارنده.

U(W/m2.oK)	VSH(KJ/m3.oK)	Y(W/m2.oK)	(h)ω	F(%)	◄(h)	F(%)	◄(h)
۱/۱۱۸۳	۱٤۸۲/۸۳۳۵	٤/۷۱۰٤	۱/٤۲۹۵	۰/۰۵۸۷	٦/۸۱۲	۰/۵۱۷	۱/٦۷۰۷

ج ۱۷. جدول شناسه‌های حرارتی دیوارهای خشت خام و آجر(آجر به‌صورت کله و راسته، برای نماسازی خارجی) مأخذ: نگارنده.

U(W/m2.oK)	VSH(KJ/m3.oK)	Y(W/m2.oK)	(h)ω	F(%)	◄(h)	F(%)	◄(h)
۱/۱۹۷۹	۱۳٦۰	٤/۷۱۰٦	۱/٤۲۹۳	۰/۰۸۰۳	۸/۲۷۱٤	۰/۵۱٦۹	۱/۵۷۰٦

ج ۱۸. جدول شناسه‌های حرارتی دیوارهای آجری. مأخذ: نگارنده.

U(W/m2.oK)	VSH(KJ/m3.oK)	Y(W/m2.oK)	(h)ω	F(%)	◄(h)	F(%)	◄(h)
۲/۹٦۲۱	۲٤۱۹/۲	٦/٦۰۹۲	۰/۷۲۱۵	۰/۱۲۲۳	۱۱/٦۲۷۹	۰/۲٦٦۵	۲/۲٦٤۹

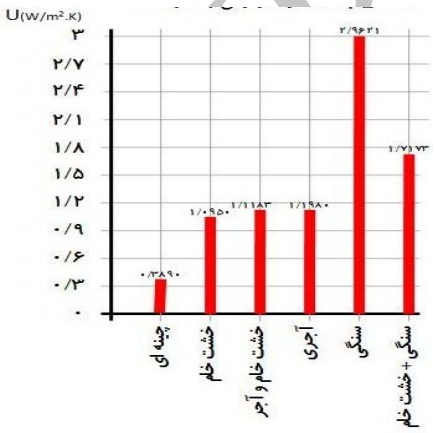
ج ۱۹. جدول شناسه‌های حرارتی دیوارهای سنگی. مأخذ: نگارنده.

Archive of SID
www.SID.ir

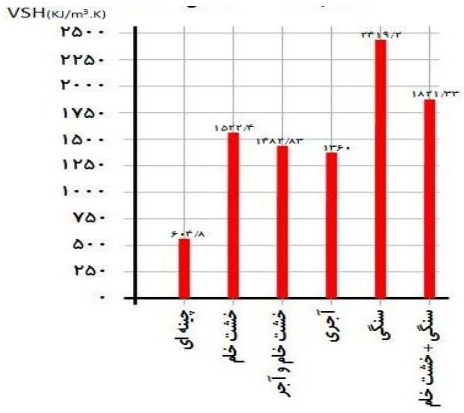
U(W/m2.oK)	VSH(KJ/m3.oK)	Y(W/m2.oK)	(h)ω	F(%)	φ (h)	F(%)	φ (h)
۱/۷۱۷۳	۱۸۲۱/۳۳	۵/۳٤۳٤	۱/۱۹۳۵	۰/۰۷٦۱	۸/۱۰٤۰	۰/٤۳۳۵	۱/۸۰۲۱

ج ۲۰ : جدول شناسه‌های حرارتی دیوارهای : سنگی(۱/۳ ارتفاع، در پایین دیوار)+ خشت خام (۲/۳ ارتفاع، در بالای دیوار).
مأخذ: نگارنده.

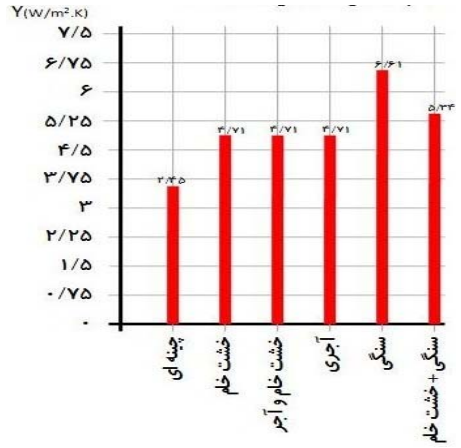
با توجه بـه نتایج حاصل از جـداول فوق، شنـاسه‌هـای حرارتی بدست آمده برای هر یک از جداره‌ها، می‌بایست مجدداً مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. برای این منظور نمـودارهـای میلـه‌ای هـر گـروه از شنـاسه‌هـای حرارتی جداره‌هـای متداول در منطقـه در «حالت ب» (جداره‌ها بدون لایه کاهـگل) تهیـه و با توجه به مقـایسه نمودارهـا، نتـایج حـاصل در ادامـه آورده شـده است.



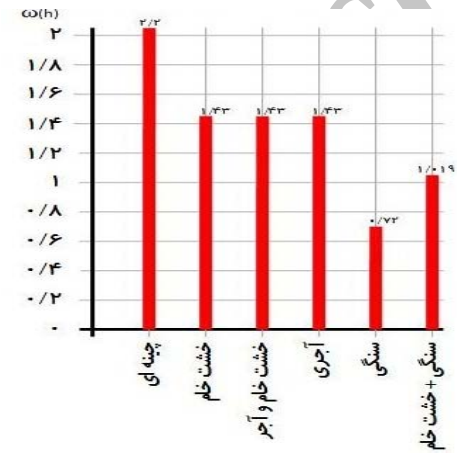
۱. ضریب انتشار حرارتی جداره‌ها.



۲. گرمای ویژه حجمی جداره‌ها.

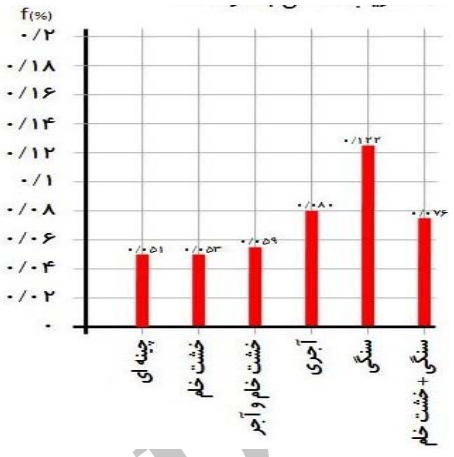


۳. پذیرش حرارتی جداره‌ها.

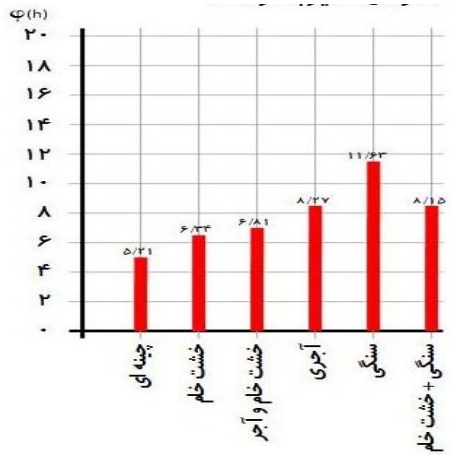


٤. زمان انتقال حرارت به داخل جداره‌ها.

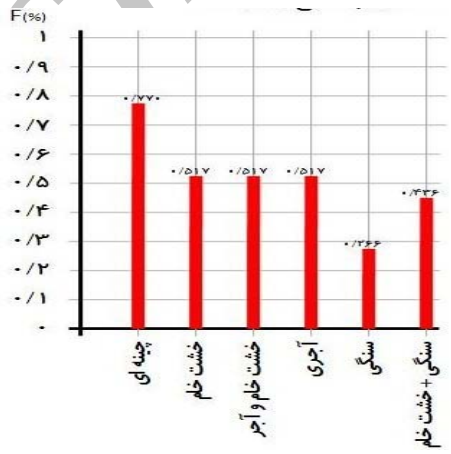
Archive of SID
www.SID.ir



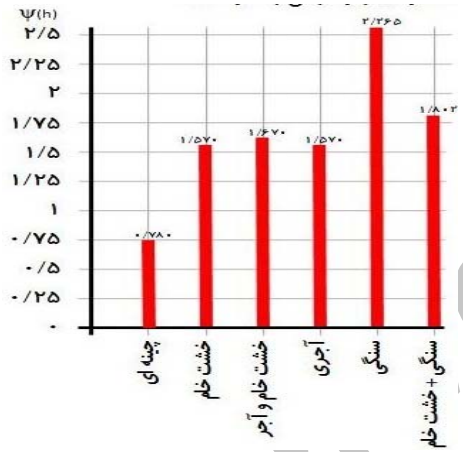
۵. ضریب کاهش جداره‌ها.



۶. زمان تأخیر جداره‌ها.



۷. ضریب سطح جداره‌ها.



۸. زمان بازتابش جداره‌ها.

نتایج حاصل از نمودارهای میله‌ای شناسه‌های حرارتی

۱. نتایج حاصل از مقایسه ضریب انتشارحرارتی جداره‌ها

ـ **کمترین مقـدار:** دیوارهای چینه ای

ـ **بیشترین مقـدار:** دیوارهای سنگی

ـ **مقادیر نزدیک به هم:** دیوارهای خشت خام

دیوارهای خشت خام وآجر

دیوارهای آجری

ـ **دامنه تغییرات مقادیر:** ۰/۳۸۹ الی ۲/۹۶۲ (W/m2.K)

ـ **جـــــداره مناسب:** دیوارهای چینه‌ای (جداره ای با کمترین مقدار)

۲. نتایج حاصل از مقایسه گرمای ویژه حجمی جداره‌ها

ـ **کمترین مقـدار:** دیوارهای چینه‌ای

ـ **بیشترین مقـدار:** دیوارهای خشت خام

دیوارهای سنگی + خشت خام

ـ **مقادیر نزدیک به‌هم:** دیوارهای خشت خام وآجر

دیوارهای آجری

دیوارهای سنگی + خشت خام

ـ **دامنه تغییرات مقادیر:** ۱۲۰۹/٦ الی ۱۵۲۲/٤ (KJ/m3.K)

Archive of SID

www.SID.ir

ـ **جداره مناسب** : دیوارهای خشت خام
(جداره‌ای با بیشترین مقدار) دیوارهای سنگی + خشت خام

۳. نتایج حاصل از مقایسه پذیرش حرارتی جداره‌ها
ـ **کمترین مقـدار**: دیوارهای چینه‌ای
ـ **بیشترین مقـدار**: دیوارهای سنگی
دیوارهای سنگی + خشت خام
ـ **مقادیر نزدیک به هم**: دیوارهای خشت خام
دیوارهای خشت خام وآجر
دیوارهای آجری
ـ **دامنه تغییرات مقادیر**: ٤/٧١ الی ٦/٦١ (W/m2.K)
ـ **جداره مناسب**: دیوارهای سنگی
(جداره ای با بیشترین مقدار)

٤. نتایج حاصل ازمقایسه زمان انتقال حرارت به هوای داخل جداره‌ها
ـ **کمترین مقـدار**: دیوارهای سنگی
ـ **بیشترین مقـدار**: دیوارهای چینه‌ای
ـ **مقادیر نزدیک به‌هم**: دیوارهای خشت خام
دیوارهای خشت خام وآجر
دیوارهای آجری
ـ **دامنه تغییرات مقادیر**: ۰/۷۲ الی ۲/۲ (h)
ـ **جداره مناسب**: دیوارهای چینه‌ای
(جداره‌ای با بیشترین مقدار)

۵. نتایج حاصل از مقایسه ضریب کاهش جداره‌ها
ـ **کمترین مقـدار**: دیوارهای چینه‌ای
دیوارهای خشت خام
دیوارهای خشت خام و آجر
ـ **بیشترین مقـدار**:دیوارهای سنگی
ـ **مقادیر نزدیک به‌هم**: دیوارهای چینه‌ای
دیوارهای خشت خام
دیوارهای خشت خام و آجر
ـ **دامنه تغییرات مقادیر**:۰/۰۵۱ الی ۰/۱۲۲ درصد (٪)
ـ **جداره مناسب**: دیوارهای چینه‌ای
(جداره‌ای با کمترین مقدار) دیوارهای خشت خام
دیوارهای خشت خام و آجر

٦. نتایج حاصل از مقایسه زمان تأخیر جداره‌ها
ـ **کمترین مقـدار**: دیوارهای چینه‌ای
ـ **بیشترین مقـدار**: دیوارهای سنگی
ـ **مقادیر نزدیک به‌هم** : دیوارهای خشت خام
دیوارهای خشت خام و آجر
ـ **دامنه تغییرات مقادیر**: ۵/۳۱ الی ۱۱/٦۳ (h)
ـ **جداره مناسب**: دیوارهای سنگی
(جداره‌ای با بیشترین مقدار)

۷. نتایج حاصل از مقایسه ضریب سطح جداره‌ها
ـ **کمترین مقـدار**: دیوارهای سنگی
ـ **بیشترین مقـدار**: دیوارهای چینه‌ای
ـ مقادیر نزدیک به‌هم: دیوارهای خشت خام
دیوارهای خشت خام وآجر
دیوارهای آجری
ـ **دامنه تغییرات مقادیر**: ۰/۲٦۷ الی ۰/۷۷۰ درصد (٪)
– **جداره مناسب**: دیوارهای سنگی
(جداره ای با کمترین مقدار)

۸. نتایج حاصل از مقایسه زمان باز تابش جداره‌ها
ـ **کمترین مقـدار**: دیوارهای چینه‌ای
ـ **بیشترین مقـدار**: دیوارهای سنگی
ـ مقادیر نزدیک به‌هم: دیوارهای خشت خام
دیوارهای خشت خام وآجر
دیوارهای آجری
ـ **دامنه تغییرات مقادیر**: ۰/۷۸۰ الی ۲/۲۷ (h)
– **جداره مناسب**: دیوارهای سنگی
(جداره‌ای با بیشترین مقدار)

Archive of SID

www.SID.ir

نتیجه

هدف از این پژوهش، بررسی ویژگی‌های مصالح متداول در معماری بومی مناطق روستایی و اقلیم سرد در ایران است. به‌عبارت دیگر از جمله اهداف مورد نظر در این مطالعات، بررسی و شناخت دقیق‌تر ویژگی‌های مصالح متداول مصرفی در جداره‌های اقلیم سرد هستند. (هدف از این تحقیق، توصیه بکارگیری مصالح در پوسته‌های خارجی بنا در اقلیم سرد نمی‌باشد).

بدیهی است شناسه‌های حرارتی جداره‌های متداول در اقلیم سرد (معماری بومی مناطق روستایی اردبیل)، می بایست از جهات مختلف مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گیرند و مزایا و محاسب هر کدام از مصالح متداول در پوسته‌های خارجی دقیقاً مورد مطالعه قرار گیرد، به‌هرحال به‌نظر می‌رسد با توجه به نتایج اولیه حاصل از مقایسه شناسه‌های حرارتی جداره‌های متداول در اقلیم سرد (جداول ۱۵ الی ۲۰ و نمودارهای میله‌ای مربوط به آن‌ها) و با توجه به اولویت‌بندی شناسه‌های حرارتی می‌توان به نتیجه زیر دست یافت.

در اقلیم سرد (معماری بومی مناطق روستایی اردبیل)، جداره‌های با مصالح سنگی، از نظر گرمای ویژه حجمی پذیرش حرارتی، زمان **تأخیر**، ضریب سطح و زمان باز تابش، کارایی بالایی را نشان می‌دهند و احتمالاً مناسب‌ترین جداره‌ها هستند اما این مصالح از نظر ضریب انتشار حرارتی، زمان انتقال حرارت به هوای داخل و ضریب کاهش، کارآیی پایینی را از خود نشان می‌دهند و دیوارهای چینه‌ای، دیوارهای خشت خام، دیوارهای خشت خام و آجر و دیوارهای آجری، از نظر ضریب انتشار حرارتی، زمان انتقال حرارت به هوای داخل و ضریب کاهش، کارایی بالایی را از خود نشان می‌دهند و احتمالاً از این نظر به‌عنوان مناسب‌ترین جداره‌ها نمود پیدا می‌کنند اما از نظر گرمای ویژه حجمی، زمان تأخیر، ضریب سطح و زمان باز تابش کارآیی مناسبی را از خود نشان نمی‌دهند لذا با این دید و با یک جمع‌بندی اولیه، شاید بتوان چنین اظهار نظر کرد: دیوارهای با مصالح سنگی، کارایی و پتانسیل بیشتری برای استفاده در جداره و پوسته‌های خارجی اقلیم سرد دارند و احتمالاً می‌توان آن‌را به‌عنوان مصالح مناسب برای این اقلیم مطرح نمود.

پی نوشت

1. Thermal Comfort

۲.جمهوری اسلامی ایران، وزارت نفت، معاونت امور برنامه ریزی ، (۱۳۸۷)، ترازنامه هیدروکربوری کشور، ایران، تهران.

– جمهوری اسلامی ایران، وزارت نیرو، دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی، (۱۳۸۷) آمارها و نمودارهای انرژی ایران و جهان، ایران، تهران.

– جمهوری اسلامی ایران، شرکت ملی نفت ایران، شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، (۱۳۸۳ و ۱۳۸۷) آمارها و نمودارهای مصرف انرژی، ایران، تهران.

3. Building Fabric
4. Comfort
5. Thermal Comfort
6. Heat Balance
7. Olgyay , Victor
8. Nicol.j , Fergus
9. Givony , Emeritus Baruch
10. Fanger, P. Ole
11. CIBSE (The Chartered Institution of Building Services Engineers)
12.ASHRAE (American Society of Heating , Refrigerating and Air - Conditioning Engineers)
13. Thermal Comfort Indices
14. Comfort Zone
15. Effective Temperature
16. Dry Bulb Temperature
17. Wet Bulb Temperature
18. Relative Humidity
19. Air Velocity
20. Bioclimatic Chart
21.Olgyay , Victor
22. Building Bioclimatic Chart
23. Givony , Emeritus Baruch
24. Evans, Martin
25. Adaptive Model
26. Predicted Mean Vote
27. Fanger , P. ole
28. Primary Consumption of Energy
29. Intensity Consumption of Energy

Archive of SID

www.SID.ir

۳۰. اعداد و ارقام مندرج در جداول شماره ۲ الی ۵، از آمار و اعداد و ارقام منتشره در گزارشات سالیانه منابع رسمی ذکر شده در شماره‌های یک و دو سه پی نوشت گردآوری شده است.

31. Climate Circumstance
32. Climate
33. Meteorology
34. Climatology
35. Embrothermic
36. Synoptic

۳۷. در جدول شماره ۷، به‌دلیل در نظر گرفتن توامان محدوده آسایش تابستان و زمستان دامنه تغییرات دما در محدوده آسایش، از ۱۸ الی ۲۶ درجه سانتیگراد لحاظ گردیده است.

38) De Martonne

۳۹. جمهوری اسلامی ایران، سازمان هواشناسی کشور، اداره کل هواشناسی استان اردبیل، کارشناس ارشد هواشناسی، مهندس رسول همتی، ۱۳۸۹.

40.Thermal Transmittance
41. Conduction
42. Convection
43. Radiation
44. Steady State Condition
45. None-Steady State Condition
46. Thermal Diffusivity
47. Volumetric Specific Heat
48. Thermal Admittance (Y-Value)
49. Time Lead
50. Decrement Factor
51. Decrement Factor Time Lag
52. Surface Factor
53. Surface Factor Time Lag
54. Independent Variable
55. Dependent Variable
56.Intervening Variable
57) Moderating Variable

فهرست منابع

-دکتر پوردیهیمی، شهرام، (بهار و تابستان ۱۳۷۲)، جریان انتقال ناپایدار، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده معماری و شهرسازی، نشریه صفه، شماره نهم و دهم، ایران، تهران.

-دکتر رازجویان، محمود،(۱۳۶۷، ۱۳۸۸)، آسایش بوسیله معماری همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ایران، تهران.

-صابری، امید، (۱۳۸۲)، مقدمه‌ای بر آسایش حرارتی، درس ویژه سه، زیر نظر دکتر پور دیهیمی، گروه دکترای دانشگاه شهید بهشتی،ایران،تهران.

-فرخ‌زاد، محمد، (۱۳۸۳)، شاخص آسایش حرارتی درس ویژه سه، زیر نظر دکتر پور دیهیمی، گروه دکترای دانشگاه شهید بهشتی، ایران، تهران.

-دکتر حیدری نژاد، قاسم، (۱۳۸۸)، آسایش حرارتی، وزارت مسکن و شهر سازی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، ایران، تهران.

-دکتر جعفر پور، ابراهیم، (۱۳۸۱)، اقلیم شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، ایران، تهران.

-دکتر علیزاده، امین، (۱۳۸۳)، هوا و اقلیم شناسی، دانشگاه فردوسی مشهد، ایران، مشهد.

-دکتر بهادری نژاد، مهدی، (۱۳۸۲)، جزوه ترمودینامیک دانشگاه صنعتی شریف، دانشکده مهندسی مکانیک، ایران، تهران.

-جمهوری اسلامی ایران، وزارت نفت، معاونت امور برنامه‌ریزی،(۱۳۸۷)، ترازنامه هیدروکربوری کشور ایران، تهران.

-جمهوری اسلامی ایران، وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی کلان برق و انرژی، (۱۳۸۷)، آمارها و نمودارهای انرژی ایران و جهان، ایران، تهران.

-جمهوری اسلامی ایران، شرکت ملی نفت ایران، شرکت بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور، (۱۳۸۳ و ۱۳۸۷)، آمارها و نمودارهای مصرف انرژی، ایران، تهران.

-جمهوری اسلامی ایران، سازمان هواشناسی کشور، اداره کل هواشناسی استان اردبیل.

-برداشت‌های صورت گرفته توسط نگارنده مقاله طی عملیات میدانی در منطقه، ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰.

- Olgyay , Victor,(1963), "Design with climate", Princeton University Press,New Jersey,USA.

- Nicol.j , Fergus , (1966) , "Thermal comfort at building", Oxford Brookes and London Metropolitan Universities, England.

- Givony , Emeritus Baruch,(1969) , "Man , Climate and Architecture", Elsevier, Amsterdam ,Netherland.

- Fanger, P. O, (1970) ," Thermal Comfort " , Danish Technical Press , Syracuse University Denmark .

- ASHRAE ,(2001) , "Hand book of Fundamentals" , American Society of Heating Refrigerating and Air
- Conditioning Engineers Inc Atlanta, St.No : 55-74 .

-The AIA Research Corporation,(1978) , Regional Guidelines for Building Passive Energy Conserving Homes , Washington ,DC, USA.

- CIBSE , Guide A , (1978 & 1999 & 2006) , "Environmental design" , The Chartered Institution of Building Services Engineers, Yale Press, London, England .

Archive of SID

www.SID.ir