

بررسی تاثیر جهت گیری ساختمان های آموزشی بر بارهای حرارتی و برودتی در اقلیم های مختلف

علی اکبر عظمتی^{*۱}

ali_azemati@yahoo.com

حسین حسینی^۲

تاریخ دریافت: ۹۰/۷/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۰/۹/۱

چکیده

محدود بودن منابع انرژی و لزوم صرفه جویی در مصرف آن، طراحی بهینه و مناسب ساختمان ها را از دیدگاه مصرف انرژی ضروری می سازد. در این راستا جهت گیری مناسب ساختمان ها به منظور کاهش بارهای حرارتی و برودتی و جلوگیری از اتلاف انرژی از اهمیت خاصی برخوردار است.

هدف از این پژوهش بررسی تاثیر جهت گیری بر میزان بارهای حرارتی و برودتی در ساختمان های با کاربری آموزشی می باشد. بدین منظور ساختمان یک واحد آموزشی نمونه با شرایط هندسی و فیزیکی یکسان در اقلیم های آب و هوایی مختلف در نظر گرفته شده است. سپس با کمک نرم افزار کریر، این ساختمان مدل سازی شده و با چرخش و تغییر جهت گیری آن بصورت هر ۲۲/۵ درجه بارهای حرارتی و برودتی محاسبه شده است.

با مقایسه نتایج حاصل، جهت های مناسب از لحاظ بار حرارتی و برودتی بررسی و جهت گیری مناسب از نظر صرفه جویی مصرف انرژی سالیانه در اقلیم های مختلف توصیه شده است.

واژه های کلیدی: جهت گیری ساختمان، اقلیم، بارهای حرارتی و برودتی، ساختمان های آموزشی.

۱- مربی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان* (مسئول مکاتبات).

۲- استادیار، گروه مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان.

مقدمه

اقلیم یا آب و هوا، نوع هوای غالب یک محل معین در درازمدت بوده و در کوتاه مدت تغییر آن ناممکن است. ایران بین عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۵ درجه شمالی واقع شده است و با توجه به موقعیت جغرافیایی و ویژگی های آب و هوایی، دارای اقلیم های مختلفی است. این موضوع سبب شده است تا یکی از معیارهای مهم در طرح و اجرای ساختمان ها، توجه به ویژگی های آب و هوایی مناطق مختلف باشد و در نتیجه باعث تنوع در معماری و به کارگیری مصالح ساختمانی در اقلیم های مختلف شده است. همچنین در به کارگیری وسایل حرارتی و برودتی در این اقلیم ها محدودیت ها و مطلوبیت های مختلفی وجود دارد. معماری ساختمان در اقلیم های مختلف موضوع بسیاری از تحقیقات در زمینه ساختمان بوده است. اسکافیلد بارهای حرارتی و برودتی یک ساختمان نمونه را در جهت گیری های مختلف برای ۲۵ شهر مختلف ایالات متحده با استفاده از نرم افزار BLAST محاسبه نموده است. او مشاهده نموده است که در تمام شهرها وقتی جدار حاوی پنجره زیاد در جهت جنوب باشد، بارهای کل بطور قابل ملاحظه ای کم تر از حالتی است که این جداره به سمت شرق یا غرب جهت گیری شده باشد. همچنین جهت گیری شمالی نیز دارای بارهای کل کمتر از شرق یا غرب در جنوب ایالات متحده می باشد. تغییرات بار بیشینه نسبت به جهت گیری به پارامترهایی همچون ۱- سطح کل پنجره و توزیع آن ۲- اندازه سایبان های پنجره و ۳- اینرسی حرارتی بستگی دارد(۱). ماتوز و همکارش روشی ساده برای طراحان ساختمان ارائه نموده اند که بتوانند توسط آن تغییرات دمای هوا در ساختمان هایی که به صورت طبیعی تهویه می شوند و تغییرات بارهای حرارتی و برودتی محسوس در ساختمان های تهویه شده را تخمین بزنند. آن ها در این روش جهت گیری ساختمان و رنگ جداره ها را نیز مد نظر قرار داده اند(۲). نقش ویژگی های اقلیمی ساختمان های مسکونی در تامین بهینه گرمایش و سرمایش توسط براتی(۳) مورد مطالعه قرار گرفته است. وی ضمن معرفی برخی از مهم ترین ویژگی های الگوی بهینه اقلیمی مسکن در اقلیم های

گرم و مرطوب، سرد قطبی و عرض متوسط، به ارائه راهکارهای باز آفرینی و تکامل مسکن در شهرهای کوچک و روستاهای مناطق اقلیمی گرم و خشک ایران برای تامین گرمایش و سرمایش در فضای درونی ساختمان و در نتیجه صرفه جویی در مصرف سوخت های فسیلی پرداخته است. وی بر به کارگیری مصالح جدید از یک سو و سبک های بومی یا کهن از سوی دیگر تاکید نموده است.

با توجه به این که بالغ بر بیش از ۸۳۰۰۰ واحد آموزشی در سراسر کشور وجود دارد، بهینه سازی مصرف سوخت در آنها صرفه جویی زیادی را امکان پذیر می نماید(۴). صرفه جویی انرژی مصرفی مدارس، هر قدر هم اندک باشد به خاطر تعداد زیاد مدارس منجر به ذخیره انرژی فسیلی زیادی می گردد.

سبزپوشانی و همکاران(۵) تاثیر جهت گیری و مشخصات پوسته خارجی ساختمان بر انرژی اکتسابی خورشیدی ورودی به داخل ساختمان را بررسی نموده اند. آن ها با مدل سازی یک دفتر کار نمونه، انرژی برخوردی به جداره های ساختمان را به صورت تابعی از موقعیت خورشید نسبت به سطح زمین، موقعیت جغرافیایی منطقه مورد نظر روی زمین، جهت گیری جداره ها، شرایط و اقلیم آب و هوایی منطقه و ساختار زمین آن منطقه محاسبه و مقایسه نموده اند. براساس نتایج به دست آمده در اقلیم های آب و هوایی مختلف، به منظور کاهش مصرف انرژی سالیانه توصیه هایی برای جهت گیری و پوسته مناسب ارائه نموده اند.

در این تحقیق به بررسی تاثیر جهت گیری ساختمان یک واحد آموزشی نمونه با شرایط هندسی و فیزیکی یکسان در اقلیم های آب و هوایی مختلف بر میزان بارهای حرارتی و برودتی پرداخته شده است. بدین منظور با استفاده از نرم افزار کریر بارهای حرارتی و برودتی محاسبه و با مقایسه آن ها در جهت های مختلف، جهت مناسب برای هر اقلیم توصیه شده است.

روش بررسی

وابستگی شکل ساختمان به اقلیم

شکل و هندسه ساختمان می تواند تاثیر مهمی در هماهنگ نمودن ساختمان و اقلیم و همچنین در انتقال شرایط بحرانی هوای خارج به داخل ساختمان داشته باشد. برای پی بردن به تاثیر شرایط گرمایی (دمای هوا و شدت تابش خورشیدی) بر شکل و هندسه ساختمان های هر منطقه، باید اهمیت هریک از عوامل یاد شده مشخص شوند.

در تعیین مناسب ترین شکل ساختمان باید به این نکته توجه نمود که بهترین شکل ساختمان، شکلی است که در زمستان کمترین مقدار حرارت را از دست بدهد و در تابستان نیز کمترین مقدار حرارت را از خورشید و محیط اطرافش کسب نماید. با توجه به معماری پلان در این مورد، ساختمانی با پلان مربع بهترین شکل شناخته شده است، چراکه چنین شکلی کمترین سطح خارجی را در برابر بیشترین حجم آرایه می دهد. البته این نظر بیشتر در مورد ساختمان های قدیمی که عموماً پنجره هایی کوچک داشته و به همین دلیل نفوذ آفتاب به داخل آن ها قابل چشم پوشی است صادق می باشد و در مورد ساختمان های معاصر با شیشه خور زیاد نمی توان چنین نظری داشت. به نظر پروفیسور " اولگی " بهترین شکل ساختمان را باید با توجه به تاثیر دمای هوا و تابش آفتاب بر هوای داخلی ساختمان تعیین نمود. وی تاثیر این دو عامل را بر دمای سطح داخلی دیوارها از طریق محاسبه انتقال حرارت مشخص و نتیجه گیری نموده است که هنگامی که مقدار حرارت انتقال یافته از اضلاع یک ساختمان با اندازه اضلاع رابطه معکوس داشته باشد، شکل ساختمان ایده آل خواهد بود. به عبارت دیگر، در یک شکل ایده آل اضلاعی که بیشتر در معرض تاثیر تابش آفتاب و دمای هوا قرار دارند کوچک تر هستند. به طور کلی سردی هوا باعث فشردگی ساختمان و شدت زیاد تابش آفتاب باعث کشیدگی ساختمان در جهت محور شرقی- غربی می گردد (۶).

جهت گیری مناسب ساختمان

به طور کلی جهت گیری ساختمان به عواملی همچون وضعیت طبیعی زمین، میزان نیاز به فضاهای خصوصی، کنترل و کاهش صدا و نیز دو عامل باد و تابش آفتاب بستگی دارد. همچنین تلاش مهندسان معمار در طراحی پلانهای ساختمان به نحوی است که بتوانند بیشترین استفاده از نور خورشید را در خصوص شرایط گرمایی و غیره داشته باشند. همان گونه که فصول مختلف سال در نتیجه تغییر محور زمین نسبت به خورشید از یکدیگر متمایز هستند، از دید معماری نیز یک ساختمان تحت تاثیر انرژی تابیده شده به دیوارهای آن در ساعات مختلف قرار داشته و لذا بارهای حرارتی و برودتی آن تابعی از جهت گیری آن است. به عنوان مثال در عرض جغرافیایی ۴۰ درجه شمالی، در زمستان یک دیوار جنوبی سه برابر یک دیوار شرقی یا غربی انرژی خورشید را دریافت می کند. در صورتی که در تابستان مقدار کل انرژی تابیده شده به دیوارهای شمالی و جنوبی نصف انرژی تابیده شده به دیوارهای شرقی و غربی است. در عرض های جغرافیایی کم تر حتی این اختلاف شدیدتر بوده و به همین دلیل جهت گیری ساختمان به خوبی می تواند تعیین کننده شرایط ناراحت کننده یا شرایط آسایش هوای داخلی باشد.

فلیکس ماربوتین با محاسبه شدت تابش آفتاب در فصول و در جهات مختلف به نتایج ذیل دست یافت (۶):

- ۱- برای ایجاد بهترین شرایط گرمایی در داخل ساختمان، گرم در زمستان و سرد در تابستان، لازم است نمای اصلی ساختمان به طرف جنوب قرار داده شود.
- ۲- نمای جنوب شرقی و جنوب غربی گرچه نظم بهتری از نظر دریافت تابش آفتاب دارد اما در تابستان گرم تر و در زمستان سردتر از نمای جنوبی می شود.
- ۳- دیوارهای شرقی و غربی در تابستان گرم تر و در زمستان سردتر از دیوارهای جنوبی، جنوب شرقی و جنوب غربی می شود.

متر است، درصد بسیار کمی از ایران را تشکیل می‌دهد. با آن که ایران دارای دو حوزه آبی بزرگ دریای خزر و خلیج فارس می‌باشد، اما به دلیل وجود و نحوه قرارگیری رشته کوه های البرز و زاگرس اثرات این دو حوزه مربوط به نواحی نزدیک به آن ها بوده و به‌ندرت این حوزه‌ها اثری در تعدیل هوای قسمت های داخلی ایران داشته‌اند.

مبنای کار محققان در مورد تقسیمات اقلیمی در ایران روش کوپن می‌باشد. در روش کوپن منظور از تعیین مشخصات اقلیمی مشخص ساختن نقاطی است که اگر از حیث آب وهوا کاملاً با هم یکسان نیستند و با هم تطابق ندارند، اما لااقل تا حدی با هم تشابه دارند. البته به دلیل کمبود اطلاعات درباره شرایط آب و هوایی در ایران و به دلیل موقعیت استثنایی کشور، استخراج تقسیمات در پاره ای از موارد با واقعیت موجود همخوانی ندارد.

بی تردید در کشوری کوهستانی مانند ایران دو منطقه هیچ وقت با هم تطابق کامل جغرافیایی ندارند. بنابراین برای این که پایه‌ای برای تعیین مناطق اقلیمی کشور وجود داشته باشد بهترین طریقه همان روشی است که کوپن معین کرده است و باید به ناچار از آن پیروی کرد، البته باید تغییراتی در آن اعمال نمود تا منظور حقیقی تامین گردیده و مناطقی که دارای آب و هوای مشابهی هستند تحت یک فرمول مشخص قرار گیرند و معرفی شوند.

بنابراین ما در این جا تقسیمات اقلیمی در ایران را به ۶ منطقه آب و هوایی تقسیم می‌کنیم:

- ۱- اقلیم معتدل و مرطوب (سواحل جنوبی دریای خزر)
- ۲- اقلیم سرد (مناطق غرب و شمال غربی)
- ۳- اقلیم گرم و خشک (فلات مرکزی)
- ۴- اقلیم گرم و مرطوب (سواحل جنوبی ایران)
- ۵- اقلیم کوهستانی (با حداکثر ارتفاع از سطح دریا)
- ۶- اقلیم کوهپایه ای (مناطق حاشیه ای در دامنه رشته کوه ها، مناطق بیابانی و نواحی مرزی)

لازم به ذکر است که در این تقسیم بندی از موارد استثنایی که به خاطر وضعیت خاص جغرافیایی ایران، در

در کلیه نظریه‌هایی که در مورد ارتباط جهت ساختمان و تابش ارایه گردیده، جهت جنوبی بهترین جهت برای ساختمان قلمداد شده است. البته این جهت بدون شک باعث حصول بیشترین انرژی خورشیدی در زمستان و کمترین آن در تابستان می‌گردد، لیکن در این نظریه تغییر دمای هوا در ساعات مختلف روز و همچنین نیاز به گرمای آفتاب در صبح و عدم نیاز به آن در عصر مورد توجه نبوده و در انتخاب جهت ساختمان دخالت داده نشده است. از آن جا که دمای هوا و تابش آفتاب تماماً در شرایط گرمایی هوای داخل ساختمان تاثیر می‌گذارند، برای استفاده مطلوب از نور خورشید در ساختمان، باید تاثیر گرمایی نور خورشید مورد توجه قرار گرفته و تاثیر کلی از نظر تغییر دمای هوای داخل نسبت به منطقه آسایش در نظر گرفته شود.

از طرف دیگر اهمیت تابش آفتاب به نوع اقلیم منطقه و فصول مختلف سال بستگی دارد. در شرایط اقلیم سرد استفاده از حداکثر انرژی خورشیدی مورد توجه بوده و لذا ساختمان باید در جهتی قرار گیرد که بیشترین تابش را دریافت کند. برعکس، در اقلیم گرم جهت ساختمان باید به‌نحوی باشد که شدت تابش آفتاب به دیوارهای آن به حداقل رسیده و نیز امکان نفوذ مستقیم اشعه خورشید به فضاهای داخلی وجود نداشته باشد.

به‌طور کلی در مناطق سردسیر و در عرض های جغرافیایی زیاد که هوا اغلب سرد است، ساختمان باید در جهتی قرار گیرد که حداکثر انرژی خورشید را در طول سال دریافت نماید. اما در مناطق گرم و در عرض های جغرافیایی کم جهت ساختمان باید به‌نحوی باشد که کمترین انرژی خورشیدی سالانه را دریافت نماید.

تقسیمات اقلیمی در ایران

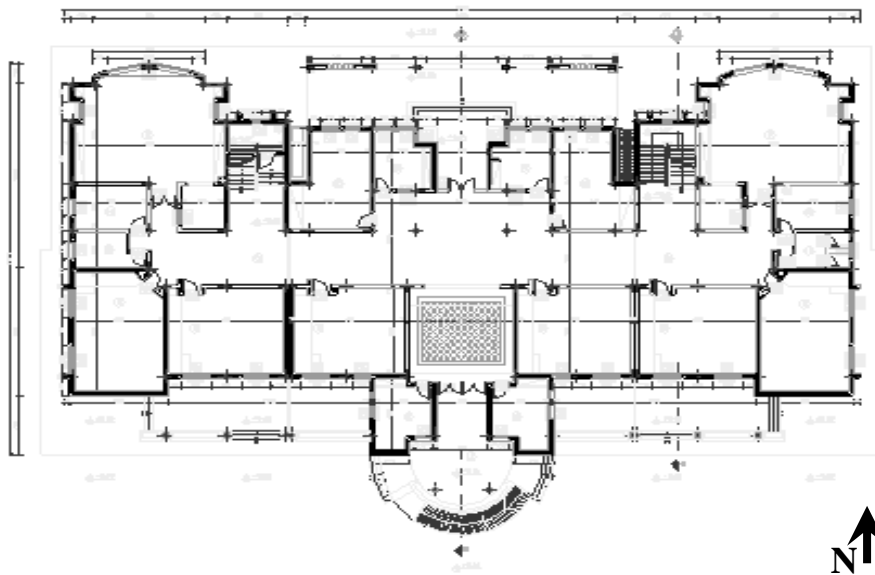
اساساً اقلیم در بسیاری از مناطق دنیا به وسیله عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا تعریف می‌شود. ایران با قرارگرفتن در بین عرض جغرافیایی ۲۵ تا ۴۵ درجه شمالی در منطقه گرم قرار گرفته و از نظر ارتفاع نیز فلاتی است مرتفع که مجموع سطوحی از آن که ارتفاعشان از سطح دریا کم تر از ۴۷۵

جهت مدل سازی در نظر گرفته شده است. ساختمان مورد نظر، ساختمان یک واحد آموزشی ۱۲ کلاسه نمونه با شرایط هندسی یکسان در اقلیم های مختلف مطابق پلان ۱ می باشد.

هرکدام از این مناطق وجود دارد صرف نظر شده است که می توان این موارد را در مطالعات دیگری مورد بررسی قرار داد.

مدل سازی ساختمان مورد نظر

به منظور بررسی تاثیر جهت گیری ساختمان بر میزان بارهای حرارتی و برودتی، ساختمانی با کاربری آموزشی



شکل ۱- پلان ساختمان واحدهای آموزشی نمونه

به عنوان نمونه در هر اقلیم در نظر گرفته شده است. مشخصات طرح خارج این شهرها در جدول ۳ ارائه شده است [۷].

مساحت و ضرایب انتقال حرارت جداره های ساختمان مورد نظر در جداول ۱ و ۲ آورده شده است. برای مدل سازی ساختمان واحدهای آموزشی در اقلیم های مختلف با توجه به تقسیمات اقلیمی ذکر شده در بخش قبل، یک شهر

جدول ۱- مساحت جداره های خارجی ساختمان مورد نظر

جهت مورد نظر	شمالی	شرقی	جنوبی	غربی
مساحت دیوار (m ²)	۲۲۴/۱	۱۷۱/۳	۳۰۴/۸	۲۰۸/۸
مساحت پنجره (m ²)	۹۲/۹	۳۳/۶	۶۶/۴	۳۳/۶

جدول ۲- مقادیر ضرایب انتقال حرارت کلی

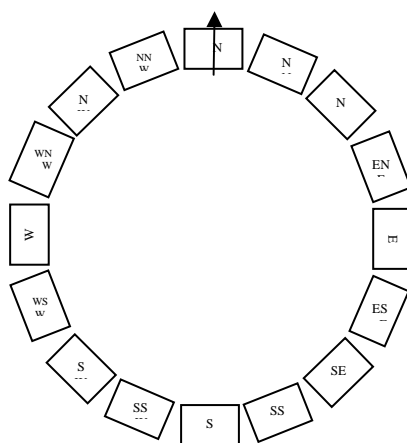
پنجره دو جداره	دیوارهای خارجی	سقف	کف	جداره مورد نظر
۰/۶۴۹	۰/۰۷۶۵	۰/۰۴۷۲	۰/۱	ضریب انتقال حرارت ($Btu/hr.ft^2.°F$)

جدول ۳- اطلاعات آب و هوایی شهرهای نمونه در اقلیم های مختلف ایران

ارتفاع از سطح دریا Ft	رطوبت نسبی RH%	طول جغرافیایی (درجه)	عرض جغرافیایی (درجه)	تابستان				شهر مورد نظر
				زمستان دمای خشک F	دمای روزانه F	دمای مرطوب F	دمای خشک F	
۷	۸۵	۱۵/۴۸	۲۲/۳۰	۳۹	۳۲	۸۲	۱۱۶	آبادان (گرم و مرطوب)
۴۳۰۰	۷۸	۴۸	۳۸	-۷/۵	۲۹	۶۸	۸۵	اردبیل (سرد)
۷۳۰۰	۸۰	۵۱	۳۱	۷	۳۷	۶۰	۹۱	بروجن (کوهستانی)
۳۱۵۰	۷۸	۵۱	۳۳	۲۴	۲۹	۸۳	۱۱۰	کاشان (گرم و خشک)
-۶۹	۹۲	۵۰	۳۶	۳۱	۱۳	۷۶	۹۰	رامسر (معتدل)
۴۰۰۰	۷۸	۵۱	۳۵	۲۲	۲۷	۷۴	۱۰۰	تهران (کوهبایه)

در ادامه با مقایسه نتایج از نظر حداقل بودن بارهای حرارتی و برودتی، جهت گیری مناسب بررسی و توصیه شده است.

به منظور تعیین کمینه بار حرارتی و برودتی در این اقلیم ها با استفاده از نرم افزار کریر (۸) و تغییر جهت گیری ساختمان بارهای حرارتی و برودتی برای ۱۶ جهت مختلف جغرافیایی با اختلاف زاویه ۲۲/۵ مطابق شکل ۲ محاسبه شده است.

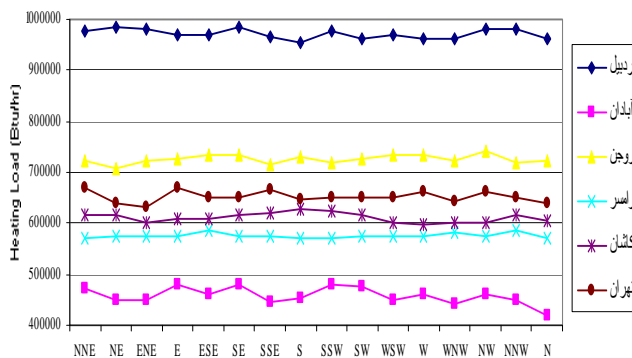


شکل ۲- شکل شماتیک ساختمان و جهت گیری های مختلف آن

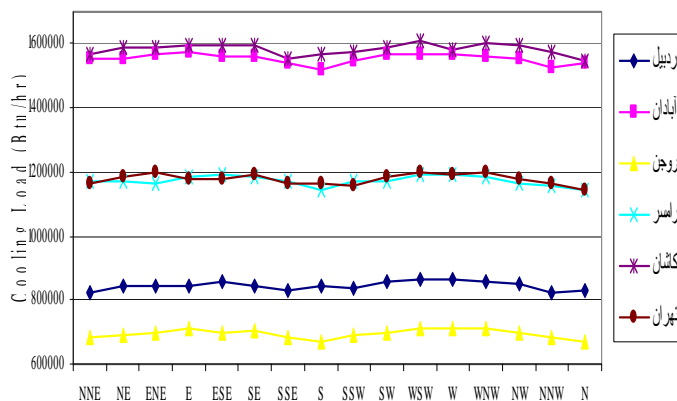
نمونه در شهرهای مختلف و جهت های مختلف در شکل ۳ مقایسه شده است. همچنین مقادیر بارهای برودتی واحد آموزشی نمونه در شهرهای مختلف و جهت های مختلف در شکل ۴ مقایسه شده است.

یافته ها و نتایج

به منظور دستیابی به جهت بهینه استقرار ساختمان در اقلیم های مختلف، نتایج حاصل از محاسبات انجام یافته با استفاده از نرم افزار برای ۶ شهر نمونه در اقلیم های مختلف مورد بررسی قرار می گیرد. مقادیر بارهای حرارتی واحد آموزشی



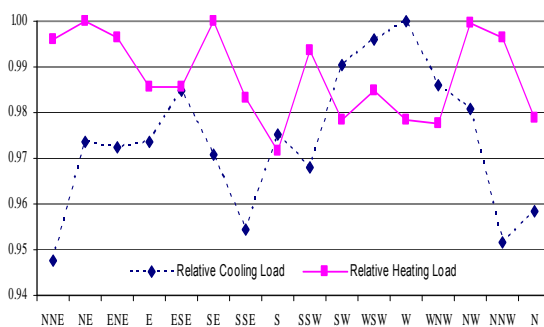
شکل ۳- مقایسه بار حرارتی در اقلیم های مختلف بر حسب جهت گیری



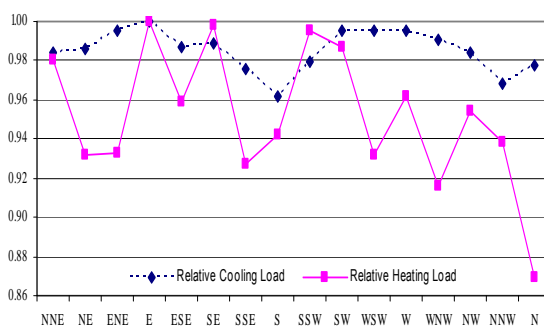
شکل ۴- مقایسه بار برودتی در اقلیم های مختلف برحسب جهت گیری

برای مقایسه نسبی بارهای حرارتی و برودتی برحسب جهت گیری ساختمان مورد نظر در هر اقلیم، مقادیر بارها به بیشترین مقدار تقسیم شده است. مقادیر نسبی بارهای حرارتی و برودتی واحد آموزشی مورد نظر در شهرهای مختلف برحسب جهت جغرافیایی در شکل های ۵ تا ۱۰ رسم و مقایسه شده است. این نمودارها در ادامه مورد بررسی قرار می گیرد.

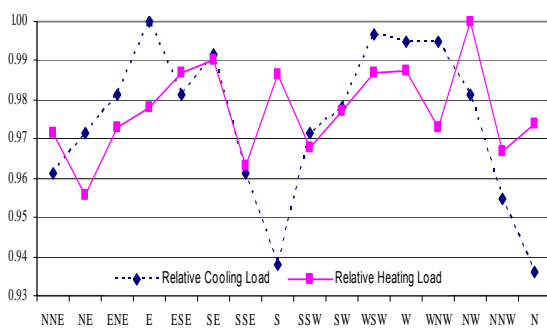
برای مقایسه نسبی بارهای حرارتی و برودتی برحسب جهت گیری ساختمان مورد نظر در هر اقلیم، مقادیر بارها به بیشترین مقدار تقسیم شده است. مقادیر نسبی بارهای حرارتی و برودتی واحد آموزشی مورد نظر در شهرهای مختلف برحسب جهت جغرافیایی در شکل های ۵ تا ۱۰ رسم و مقایسه شده است. این نمودارها در ادامه مورد بررسی قرار می گیرد.



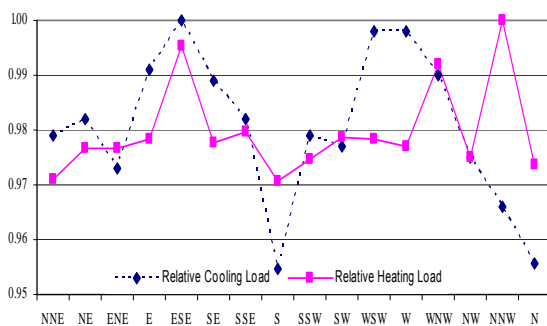
شکل ۵- مقایسه بار نسبی برودتی و حرارتی برحسب جهت گیری در اردبیل



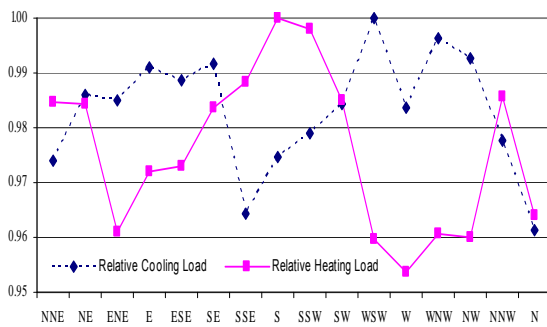
شکل ۶- مقایسه بار نسبی برودتی و حرارتی برحسب جهت گیری در آبادان



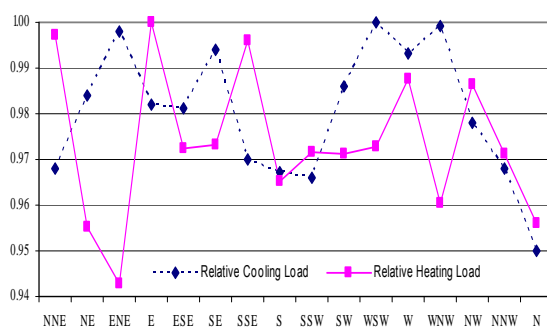
شکل ۷- مقایسه بار نسبی برودتی و حرارتی برحسب جهت گیری در بروجن



شکل ۸- مقایسه بار نسبی برودتی و حرارتی برحسب جهت گیری در رامسر



شکل ۹- مقایسه بار نسبی برودتی و حرارتی برحسب جهت گیری در کاشان



شکل ۱۰- مقایسه بار نسبی برودتی و حرارتی برحسب جهت گیری در تهران

اقلیم سرد (اردبیل)

در این اقلیم گرمایش و در نتیجه کاهش بار حرارتی اهمیت بیشتری دارد. همان طور که در شکل ۵ مشاهده می شود، جهت جغرافیایی S از لحاظ کم تر بودن بارهای حرارتی و برودتی در موقعیت مناسب تری قرار دارد. لذا در این اقلیم توصیه می شود ساختمان های آموزشی به سمت جنوب جهت گیری شود. البته جهت گیری به سمت شمال نیز در اولویت دوم قرار می گیرد.

در این اقلیم گرمایش و در نتیجه کاهش بار حرارتی اهمیت بیشتری دارد. همان طور که در شکل ۵ مشاهده می شود، جهت جغرافیایی S از لحاظ کم تر بودن بارهای حرارتی و برودتی در موقعیت مناسب تری قرار دارد. لذا در این اقلیم توصیه می شود ساختمان های آموزشی به سمت جنوب جهت گیری شود. البته جهت گیری به سمت شمال نیز در اولویت دوم قرار می گیرد.

اقلیم معتدل و مرطوب (رامسر)

در این اقلیم گرمایش و سرمایش از اهمیت یکسانی برخوردار است و در نتیجه کاهش بار حرارتی و برودتی مد نظر است. همان طور که در شکل ۸ مشاهده می شود، بارهای حرارتی و برودتی جهت جغرافیایی S در موقعیت مناسب تری قرار دارد. لذا در این اقلیم توصیه می شود ساختمان های آموزشی به سمت جنوب جهت گیری شود. البته جهت گیری به سمت شمال نیز در اولویت بعدی قرار می گیرد.

اقلیم گرم و مرطوب (آبادان)

در این اقلیم سرمایش و در نتیجه کاهش بار برودتی اهمیت بیشتری دارد. همان طور که از شکل ۶ مشاهده می شود، جهت جغرافیایی S از لحاظ کم تر بودن بارهای حرارتی و برودتی در موقعیت مناسب تری قرار دارد. لذا در این اقلیم توصیه می شود ساختمان های آموزشی به سمت جنوب جهت گیری شوند. همچنین جهت گیری به سمت شمال شمال غربی و شمال نیز در اولویت های بعدی قرار می گیرد.

اقلیم گرم و خشک (کاشان)

در این اقلیم سرمایش و در نتیجه کاهش بار برودتی اهمیت بیشتری دارد. همان طور که در شکل ۹ مشاهده می شود، جهت جغرافیایی N از لحاظ کم تر بودن بارهای حرارتی و برودتی در موقعیت مناسب تری قرار دارد. لذا در این اقلیم توصیه می شود ساختمان های آموزشی به سمت شمال جهت گیری شود. همچنین جهت گیری به سمت شمال شرقی و شمال غربی نیز در اولویت های بعدی قرار می گیرد.

اقلیم سرد و کوهستانی (بروجن)

در این اقلیم گرمایش و در نتیجه کاهش بار حرارتی اهمیت بیشتری دارد. همان طور که در شکل ۷ مشاهده می شود، جهت جغرافیایی NE دارای کم ترین بار حرارتی می باشد ولی در جهت SSE با کمی اختلاف هردوی بارهای حرارتی و برودتی در موقعیت مناسب تری قرار دارد. لذا در این اقلیم توصیه می شود ساختمان های آموزشی به سمت جنوب و

اقلیم کوهپایه ای (تهران)

منابع

1. Scofield, M. P., "The impact of building orientation on residential heating and cooling", *Energy and Buildings*, 1985, V 8, Issue 3, pp. 205-224.
2. Mathews, E. H. and Richards P. G., "A tool for predicting hourly air temperatures and sensible energy loads in buildings at sketch design stage", *Energy and Buildings*, 1989, V 14, Issue 1, pp. 61-80.
۳. براتی، غ، "نقش ویژگی های اقلیمی ساختمان های مسکونی در تامین بهینه گرمایش و سرمایش"، مجموعه مقالات سومین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان، ۱۳۸۲، ص ۲۰، ۱۳۸۲.
۴. بهزادی، ف، "ممیزی انرژی در ساختمان های آموزشی و ارایه راه حل برای کم شدن مصرف انرژی با توجه به نتیجه ممیزی"، مجموعه مقالات سومین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان، ۱۳۸۲، ص ۶۲.
۵. سبزویشانی، م، شیخزاده، ق. ع، و خراسانی زاده، ح، ۱۳۸۵، "بررسی تاثیر جهت گیری، جنس و رنگ جداره بیرونی ساختمان بر حرارت اکتسابی از خورشید"، پنجمین همایش بهینه سازی مصرف سوخت در بخش ساختمان، تهران.
۶. کسمایی، م، اقلیم و معماری، شرکت خانه سازی ایران، تهران، ۱۳۷۲، ص ۲۰۶-۲۱۳.
۷. طباطبائی، م، محاسبات تاسیسات ساختمان، چاپ خانه فاروس ایران، تهران، ۱۳۶۸، ص ۱۲-۵۰.
۸. عظمتی، ع، (طراحی سیستم های حرارت مرکزی و تهویه مطبوع با استفاده از نرم افزار کریر)، مرکز خدمات و فرهنگی نشر علوم روز، تهران، ۱۳۸۵، ص ۱-۲۰۰.

در این اقلیم نیز گرمایش و سرمایش از اهمیت یکسانی برخوردار است و در نتیجه کاهش بار حرارتی و برودتی مد نظر است. همان طور که در شکل ۱۰ مشاهده می شود، بارهای حرارتی و برودتی جهت جغرافیایی در موقعیت مناسب تری قرار دارد. لذا در این اقلیم نیز توصیه می شود ساختمان های آموزشی به سمت شمال جهت گیری شود. البته جهت گیری به سمت جنوب، شمال شمال غربی و جنوب جنوب غربی نیز در اولویت های بعدی قرار می گیرند.

نتیجه گیری

در این تحقیق به بررسی تاثیر جهت گیری ساختمان یک واحد آموزشی نمونه با شرایط هندسی و فیزیکی یکسان در اقلیم های آب و هوایی مختلف بر میزان بارهای حرارتی و برودتی پرداخته شده است. با بررسی های به عمل آمده جهت گیری ساختمان ها به سمت جنوب برای اقلیم های سرد، سرد و کوهستانی، گرم و مرطوب و معتدل و مرطوب مناسب می باشد و جهت شمالی برای اقلیم های گرم و خشک و کوهپایه ای مناسب تر می باشد.

همچنین لازم به ذکر است که علاوه بر کمینه بودن بارهای حرارتی و برودتی، وزش باد نیز از لحاظ تهویه طبیعی و کوران هوا دارای اهمیت می باشد و لذا باید اثر این دو پارامتر همزمان در نظر گرفته شود. لذا این موضوع در تحقیق جداگانه ای توسط مولفان مورد بررسی قرار گرفته است.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت دانشگاه آزاد اسلامی واحد آبادان در راستای پروژه تحقیقاتی انجام گرفته است و نویسندگان تشکر و قدردانی خود را از آن دانشگاه اعلام می دارند.