تطبیق معماری با اقلیم بر اساس شاخص های حرارتی
نمونه موردی: اقلیم سرد و خشک مشهد

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۹/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۱/۲۰

سعید کامیابی[۱]

ندا میرزائی[۲]

چکیده

از آغاز تاریخ، بشر تحت تأثیر اقلیم قرار داشت و به همین دلیل، انسان اولین پناهگاه را به منظور حفاظت در برابر عناصر اقلیمی بنا نمود. با گذشت زمان و پیشرفت فناوری بسیاری از کشورها، از جمله ایران، سعی نمودند با معماری همساز با اقلیم، فضای آسایش ایجاد کنند. معماری و اقلیم، دو سیستم انسان ساخت و طبیعی هستند که تأثیرگذاری تنگاتنگی بر یکدیگر دارند، به نحوی که بررسی چگونگی تأثیر عناصر اقلیمی و بازخوردهای آن بر معماری امری اجتناب ناپذیر است. به طور کلی عواملی مانند چگونگی تابش آفتاب، دمای حاصله از تابش خورشید، رطوبت هوا و میزان بارندگی و در مجموع وزش بادهای مختلف در مسائل اقلیم دخالت دارد و محیط زندگی انسان را تحت الشعاع قرار می دهد که این عناصر، محدودیت هایی را نیز در زمینه معماری به همراه دارد. در این مقاله با استفاده از روش های اقلیمی به تجزیه و تحلیل اقلیم مشهد پرداخته شده است برای این کار از آمار سازمان هواشناسی در یک دوره ۳۰ ساله (از سال ۱۹۸۴ تا ۲۰۱۴) استفاده شد. نتایج بدست آمده از نمودار آمبروترومیک و میزان دما و بارش باران نشان داد که مشهد در اقلیم سرد و خشک قرار گرفته است. هدف از این مقاله بررسی شرایط اقلیمی شهر مشهد با استفاده از شاخص های آسایش حرارتی ماهانی، اولگی، اوانز و گیونی و به تبع آن بررسی راهکارها و پیشنهادهای مناسب در زمینه سازگاری بیشتر اقلیم و معماری و توسعه پایدار می باشد. امید است تا نتایج این

۱. استادیار گروه معماری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سمنان saeidkamyabi@gmail.com

۲. دانشجوی دکتری معماری دانشگاه آزاد اسلامی، واحد سمنان، نویسنده مسؤول
mirzaie.neda@gmail.com

مقاله بتواند در زمینه معماری و ساخت بناهای جدید در این شهر مفید واقع گردد.
واژگان کلیدی: عوامل اقلیمی، روش های اقلیمی، معماری، توسعه پایدار، مشهد

مقدمه

در دانش جغرافیا و هواشناسی بین دو مفهوم هواشناسی و اقلیم شناسی تفاوت قائل اند. هواشناسی تغییرات روزانه عوامل جوی است که معمولاً سازمان هواشناسی روزانه در رسانه عمومی اعلام می کند و در علومی مثل کشاورزی، هوانوردی، کشتیرانی و امور روزانه مردم کاربرد دارد. اما اقلیم شناسی روند عمومی شرایط آب و هوایی یک منطقه در دوره ای طولانی است و کاربرد آن بیشتر در علومی مثل برنامه ریزی شهری، طراحی معماری و طراحی منظر است.

امروزه اهمیت و ضرورت توجه به شرایط اقلیمی در طراحی و ساخت کلیه ساختمان ها، به خصوص ساختمان هایی که به طور مستقیم مورد استفاده انسان و موجودات زنده قرار می گیرند ثابت شده است.

طراحی همساز با اقلیم عبارت است از نگهداری وضعیت میکروکلیمای[1] مسکن در محدوده آسایش، صرف نظر از وضعیت خارج از ساختمان است. محدوده آسایش وضعیتی است که در آن حدود ۸۰ درصد مردم احساس راحتی کنند.

بر این اساس، شش عامل اصلی آسایش عبارتند از دمای هوا، رطوبت، تشعشع، جریان هوا، پوشش و سطح فعالیت. البته عامل های دیگری از قبیل سن، جنس، شکل بدن، وضعیت سلامتی، رژیم غذایی، رنگ لباس، سازش با آب و هوای محیط و ...بر میزان آسایش تأثیرگذار می باشند. بنابراین در بحث طراحی، توجه به اقلیم مناطق مختلف و شناخت آن امری ضروری است.

توجه به خصوصیات اقلیمی و تأثیری که این خصوصیات در شکل گیری ساختمان می گذارند، از دو جهت حائز اهمیت است. از یک سو، ساختمان های هماهنگ با اقلیم یا ساختمان هایی با طراحی اقلیمی، از نظر آسایش حرارتی انسان کیفیت بهتری دارند.

1. Micro climate

شرایط محیطی این گونه ساختمان ها سالم تر و بهتر است، تنوع و تغییر روزانه و فصلی نور، حرارت و جریان هوا در این ساختمان ها، فضاهای متنوع و دلپذیری ایجاد می کند. از سوی دیگر، هماهنگی ساختمان با شرایط اقلیمی موجب صرفه جویی در مصرف سوخت مورد نیاز جهت کنترل شرایط محیطی این گونه ساختمان ها می شود (لشکری و سلکی، ۱۳۹۰: ۲۰۸).

طرح های معماری بدون توجه به ویژگی ها و عوامل اقلیمی و آب و هوایی منطقه، ناقص و پرهزینه خواهد بود و ایجاد فضاهای شهری و محیط های مسکونی و ساختمان ها و خیابان ها و ... نیازمند توجه به اقلیم و مطالعات اقلیمی است.

هماهنگ کردن ساختمان و محیط مسکونی انسان با شرایط و عوامل اقلیمی به دلیل گرانی انرژی از اهمیت زیادی برخوردار است. اقلیم و معماری یکی از علوم جدیدی است که جهت بهره برداری از مواهب طبیعی و با هدف صرفه جویی در مصرف انرژی و کاهش مصرف انرژی های تجدیدناپذیر، از جمله نفت و گاز و ایجاد شرایط رفاه و آسایش برای انسان در ساختمان و مسکن می باشد. انسان می تواند با توجه به مطالعات عوامل و عناصر مختلف اقلیمی، محیط مسکونی و ساختمان را به گونه ای طراحی و معماری نماید که بیشترین آسایش و رفاه را برای او تأمین نماید. لذا این موضوع، نشان دهنده ی تأثیر متقابل بین انسان و اقلیم و ساختمان می باشد (ملک حسینی و ملکی، ۱۳۸۹: ۱۳۵).

پیشینه تحقیق

نخستین بار در ۱۹۸۶ جلسه ای مرکب از هواشناسان، متخصصان زیست و بهداشت، معماران و مهندسین و طراحان شهری جهت بررسی اقلیم شناسی ساختمان در ژنو تشکیل گردید که هدف از آن آگاهی اثرات شهری هوا به منظور انتخاب بهترین نتیجه روی اقلیم شهری بود. هم چنین هوارد گریسفیلد[1] نیز در سال ۱۹۷۹ به انتخاب محل ساختمان اشاره می کند و شرایط خرد اقلیمی محلی را در آسایش مفید می داند و

1. Howard J. Grosfield

عوامل تابش، باد و جهت استقرار ساختمان را در کنترل حرارت فضایی داخلی توضیح می دهد (لشکری و سلکی، ۱۳۸۸: ۲۸). گیونی[1] در سال ۱۹۸۹ در کتابی تحت عنوان طراحی شهری در اقلیم مختلف، توجه به مسائل آب و هوایی در مقیاس کلان و خرد را مورد بررسی قرار داده است (کامیابی و احمدی، ۱۳۹۲).

در کشور ما نیز با توجه به کاهش ذخائر پایان پذیر نفت، آلودگی شهرها و صدمات جبران ناپذیر سوخت های فسیلی به محیط زیست، توجه به اقلیم و طراحی اقلیمی از نیمه دوم دهه ۱۳۵۰ ش. مجدداً مورد توجه واقع گردید. از اولین کارهای انجام شده در این زمینه می توان به کار تحقیقاتی عدل در سال ۱۳۳۹ اشاره نمود. وی با ایجاد تغییراتی در آستانه های حرارتی موجود در روش کوپن، شرایط اقلیمی شهرهای ایران را ارزیابی نمود و برای اولین بار نقشه بیوکلیماتیک[2] ایران را ارائه نمود.

جمشید ریاضی (۱۳۵۶) با استفاده از اطلاعات اقلیمی ۴۳ ایستگاه سینوپتیک[3] کشور نقشه تقسیمات اقلیمی را در رابطه با کارهای ساختمانی بر اساس شاخص اولگی[4] تهیه نمود. متأسفانه چون نقش عناصر ساختمانی در کنترل شرایط حرارتی فضاهای داخلی در پیشنهاد الگی مشخص نیست، کار جمشید ریاضی نتوانسته است مورد توجه کامل قرار گیرد.

مرتضی کسمائی (۱۳۶۳) با استفاده از جداول بیوکلیمای ساختمانی و با استفاده از آمار ۴۳ دستگاه سینوپتیک، اقلیم های مختلف ایران را به منظور استفاده در مسکن و معماری تهیه نموده است. وی هم چنین در سال ۱۳۷۳ با استفاده از اطلاعات اقلیمی ۵۹۱ ایستگاه هواشناسی، اولین پهنه بندی اقلیمی ایران را در رابطه با محیط های مسکونی با استفاده از روش ماهانی ارائه کرده استکه براساس آن کشور به ۲۳ گروه اقلیمی تقسیم شده است. محمود رازجویان (۱۳۶۷) هم در کتب آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم، دستورالعمل های مناسبی برای استفاده بهینه از قابلیت های اقلیمی ارائه نموده است.

1. Givoni
2. Bio climatic
3. Synoptic
4. Olgyay

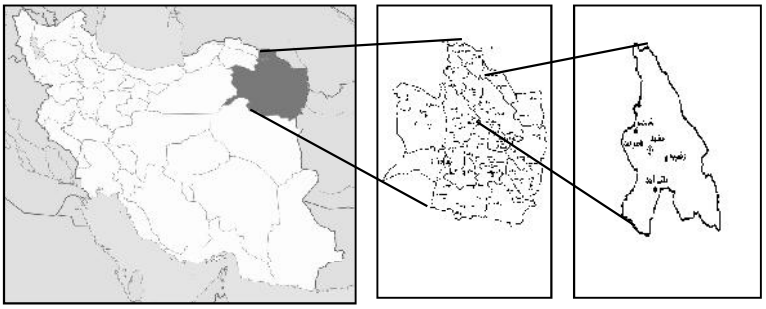
از جمله پژوهش هایی که در سال های اخیر در مورد اقلیم ایران و تغییرات آن انجام گرفته می توان به کارکسمائی (۱۳۶۳)، فرج زاده، قربانی و لشکری (۱۳۸۷)، شقاقی و مفیدی (۱۳۸۷)، صادقی روشن و طباطبائی (۱۳۸۸)، داوودی، محمدی و بای (۱۳۸۹)، پروانه، شاهرخوندی و میررضایی (۱۳۸۹)، ملک حسینی و ملکی (۱۳۸۹)، لشکری، موزومی و لطفی (۱۳۹۰)، طاووسی و سبزی (۱۳۹۰)، قویدل رحیمی و احمدی (۱۳۹۰) اشاره کرد.

در این تحقیق جهت تعیین محدوده ی آسایش حرارتی شهر مشهد، از شاخص های دمای مؤثر، اولگی، گیونی، ماهانی و اوانز[1] استفاده گردید و در نهایت پیشنهادهای لازم جهت طراحی معماری در این اقلیم ارائه گردیده است.

موقعیت جغرافیایی شهر مشهد

شهر مشهد، با ۲۸۰۷۴۶۴ نفر جمعیت در سال ۱۳۹۰، دومین کلانشهر ایران می باشد (شهرداری مشهد، ۱۳۹۳: ۶۲). این شهر در شمال شرقی ایران (در دشت مشهد)، در حد فاصل رشته کوه های کپه داغ در شمال و بینالود در جنوب قرار دارد. شهرستان مشهد بالغ بر ۱۰۳۲۹ کیلومتر مربع وسعت دارد. شهر مشهد مرکز استان خراسان رضوی است و در ۵۹ درجه و ۱۵ دقیقه تا ۶۰ درجه و ۳۶ دقیق طول جغرافیایی و ۳۵ درجه و ۴۳ دقیقه تا ۳۸ درجه و ۸ دقیقه عرض جغرافیایی واقع شده است. این شهر از جنوب به ارتفاعات بینالود، از شمال به کوه های هزار مسجد، از شرق به شهرستان سرخس و از غرب به شهرستان های نیشابور و چناران محدود می شود (همانجا؛ حسینی، ۱۳۸۷: ۴۵) (شکل ۱).

1. Evans



شکل ۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه (منبع: سایت ایران، ۱۳۹۳)

مواد و روش ها

روش بررسی در مقاله حاضر، بیشتر روش تحلیلی و توصیفی بوده و اطلاعات آن به شیوه کتابخانه ای و استفاده از منابع و اطلاعات موجود در کتب و مقالات و نیز اطلاعات موجود در سازمان های ذی ربط، از جمله اداره هواشناسی شهر مشهد جمع آوری شده است. برای انجام این پژوهش ابتدا داده های آماری ایستگاه سینوپتیک شهر مشهد در یک دوره آماری ۳۰ ساله (۱۹۸۴-۲۰۱۴) از سازمان هواشناسی دریافت شد و مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱).

جدول ۱) داده های اقلیمی مؤثر بر معماری در دوره ۳۰ ساله (۱۹۸۴-۲۰۱۴) مشهد

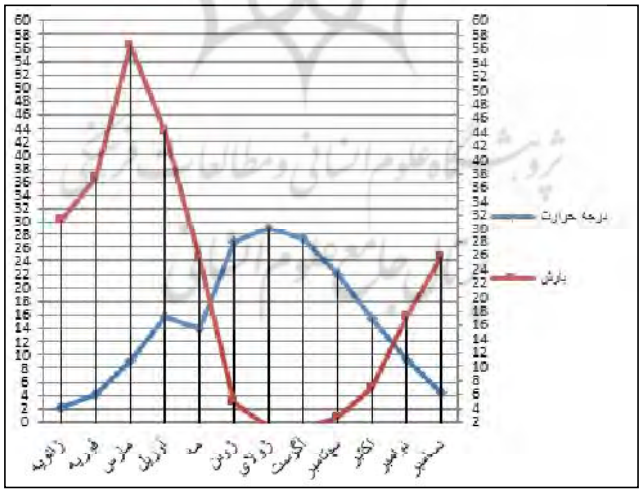
میانگین سرعت باد ماهیانه

ماه	مجموع بارش ماهیانه (میلی متر)	دما			رطوبت نسبی	رطوبت نسبی بیشینه	رطوبت نسبی کمینه	میانگین سرعت باد ماهیانه (متر بر ثانیه)
		متوسط دما	متوسط کمینه دما	متوسط بیشینه دما				
ژانویه	۳۱/۳۳	۲/۱۷	-۹/۹۶	۱۶/۶۹	۸۷/۰۷	۹۸/۰۴	۵۳/۳۴	۱/۵۷
فوریه	۳۷/۵۱	۴/۰۸	-۹/۰۱	۲۰/۲۵	۷۲/۵۹	۹۶/۶۴	۴۶/۸۹	۲/۱۷
مارس	۵۶/۳۹	۹/۰۶	-۴/۳۴	۲۶/۲۲	۶۸/۶۶	۹۰/۷۱	۴۲/۹۱	۲/۵۰
آوریل	۴۴/۱۸	۱۵/۷۴	۴/۲	۳۲/۳۵	۶۰/۸۳	۸۴/۸۰	۳۸/۶۸	۲/۵۸
مه	۲۵/۶۴	۱۳/۹۰	۷/۵۴	۳۶/۴۲	۴۹/۲۲	۷۰/۰۵	۲۹/۱۴	۲/۸۲
ژوئن	۴/۹۲	۲۶/۸۶	۱۳/۶۸	۴۰/۰۱	۳۵/۲۳	۴۸/۳۷	۲۰/۳۷	۳/۳۴

جولای	۱/۳۵	۲۸/۹۳	۱۶/۶۲	۴۰/۵۶	۳۳/۴۷	۴۴/۶۰	۲۰/۰۳	۳/۲۰
آگوست	۱/۱۴	۲۷/۲۴	۱۴/۰۸	۴۱/۸۸	۳۲/۵۸	۴۱/۹۸	۱۸/۲۷	۲/۹۶
سپتامبر	۲/۷۰	۲۲/۲۱	۸/۱۷	۳۷/۳۰	۳۴/۴۳	۵۱/۰۳	۲۱/۷۶	۲/۴۳
اکتبر	۷/۰۰۳	۱۵/۵۵	۱/۵۳	۳۲/۸۱	۴۲/۲۵	۷۱/۱۳	۲۶/۱۷	۱/۴۵
نوامبر	۱۷/۲۷	۹/۲۹	-۲/۹۰	۲۵/۶۱	۵۶/۷۱	۸۸/۹۴	۳۸/۹۳	۱/۶۴
دسامبر	۲۵/۷۸	۴/۴۴	-۷/۰۸	۱۹/۸۵	۶۷/۶۷	۹۵/۴۲	۵۰/۰۲	۱/۵۱
جمع ۳۰ سال	۲۵۵/۲۱	۱۴/۹۵	۲/۶۹	۳۰/۴۵	۶۴/۹۳	۷۳/۴۷	۳۳/۸۷	۲/۳۴

منبع: اداره کل هواشناسی استان خراسان رضوی

نمودارهای آمبروترومیک[1] برای شناخت ماه های خشک در ایستگاه های اقلیمی مورد مطالعه تهیه می شوند. شکل ۲ نشان دهنده نمودار آمبروترومیک ایستگاه مشهد برطبق آمار هواشناسی در سال های مشترک ۱۹۸۴-۲۰۱۴ است. در نمودار آمبروترمیک زیر که منحنی بارش زیر منحنی دماست، از ماه مه تا اکتبر جزء ماه های خشک شهر مشهد محسوب می شود. بنابراین مشهد شش ماه از سال کمبود بارش داشته و آب و هوایی خشک را تجربه می کند.



شکل ۲) نمودارهای آمبروترومیک ایستگاه مشهد (منبع: نگارنده)

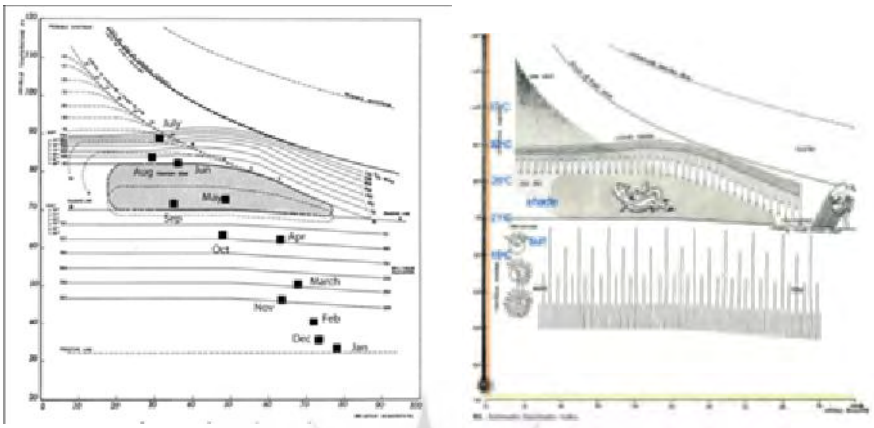
1. Ombrothermic

بررسی شاخص های آسایش حرارتی

طبق تعریف، شرایط آسایش حرارتی، محدوده ای است از دما و رطوبت که در آن ساز و کار تنظیم حرارت بدن در حداقل فعالیت باشد (Givoni, 1969: 287). تعیین محدوده آسایش حرارتی بر محاسبات حرارتی ساختمان، اندازه دستگاه های حرارتی و برودتی و ضخامت عایق و جنس مصالح و به طور کلی بر میزان مصرف و اتلاف انرژی تأثیر مستقیم دارد. با توجه به این که افراد در شرایط اقلیمی یکسان، احساس آسایش دمایی مشابهی دارند، لازم است که برای هر منطقه اقلیمی، محدوده آسایش حرارتی به طور دقیق مشخص شود (Fishman & Pimbert, 1979: 682، صادقی روشن و طباطبائی، ۱۳۸۸: ۴۰).

۱. روش اولگی

با استفاده از این جدول می توان به شرایط اقلیمی مناطق گوناگون از نظر آسایش انسان پی برد و دوام سرما و گرمای سالانه هوای شهرهای مختلف و درجه حاد بودن شرایط حرارتی و نوع سیستم های مکانیکی و نیاز به سیستم های مکانیک را با توجه به میزان رطوبت و شدت گرما و سرمای هوا بدست آورد (لشکری و سلکی، ۱۳۸۸؛ Olgyay, 1973: 23-14). در این نموار، محدوده ای مشخص شده که نشان می دهند نوع اقلیم در رابطه با دما و رطوبت است و با پیاده کردن شرایط گرمایی هوای یک منطقه در این جدول، می توان نوع اقلیم را مشخص ساخت. با انتقال دما و رطوبت ماهانه در طول یک سال روی جدول، ضمن مشخص شدن شرایط گرمایی هوای آن منطقه، می توان شرایط بحرانی هوا و یا دوام سرما و گرمای سالانه هوا را نیز به دست آورد (پروانه، شاهرخوندی و میررضایی، ۱۳۸۹: ۴۴). در نمودار بیوکلیماتیک اولگی وضعیت حرارتی ماه های شهر مشهد مشخص شده است که بر اساس آن می توان شرایط بحرانی هوا و یا دوام سرما و گرمای سالانه هوا را در آن نشان داد (شکل ۳).



شکل ۳) شکل سمت راست: منطقه آسایش (منبع: Olgyay, 1963)
شکل سمت چپ: نمودار اولگی شهر مشهد

نتایج حاصل از نمودار اولگی برای مشهد

ماه های ژوئن، جولای و آگوست در بالای منطقه آسایش قرار دارند و لازم است هم به وسیله جریان هوا و هم به وسیله تبخیر ذرات آب موجود در هوا، آسایش لازم تأمین شود.

ماه های مه و سپتامبر در منطقه آسایش قرار می گیرد. در این حالت انسان در سایه و در وضعیتی که سرعت هوا نامحسوس باشد (کمتر از یک متر بر ثانیه) احساس راحتی می کند.

ماه های مارس، آوریل، اکتبر و نوامبر در منطقه ای پائین تر از حد آسایش قرار دارند و شخص در شرایط موجود احساس آسایش نمی کند، مگر در معرض دریافت مستقیم نور خورشید قرار گیرد، در غیر این صورت با استفاده از وسایل گرمایشی، آسایش مورد نظر تأمین می گردد.

در ماه های ژانویه، فوریه و دسامبر آسایش مورد نیاز فقط با استفاده از وسایل گرمایشی تأمین می شود.

در روش اولگی نوع مصالح به لحاظ وزن و میزان عایق حرارتی در مناطق مختلف بررسی می شود که چون شهر مشهد به طور کلی جزء مناطق سرد به حساب می آید، می بایست چون شرایط بحرانی هوای خارج سردتر از دمای مطلوب می باشد، برای ثابت نگه داشتن شرایط مطلوب در فضای داخلی ساختمان، باید مقاومت حرارتی مصالح را افزایش داده و دیوارهای غربی و نیز قسمت های داخلی ساختمان را با مصالح سنگین بنا نمود.

مطابق مدل اولگی، برای تعیین مرزهای آسایش حرارتی، علاوه بر دما باید مقدار رطوبت نسبی هوا را نیز تعیین نمود .بر اساس این پیشنهاد اولگی، محدوده رطوبت نسبی مناسب ۳۰٪ -۶۵٪ است و بر اساس استاندارد ایالات متحده آمریکا، این محدوده ۲۰٪-۸۰٪ می باشد (صادقی روشن و طباطبائی، ۱۳۸۸: ۴۴) با توجه به این که رطوبت سالیانه شهر مشهد ۵۳/۸۳٪ می باشد و بالاترین میانگین رطوبت نسبی ۷۹ و ۷۵/۲۵ به ترتیب در ژانویه و دسامبر ظهور می کند و هم چنین میانگین حداقل رطوبت نسبی که ایجاد آسایش حرارتی می کند. ۳۵/۵۸٪ در ماه سپتامبر بیان می شود. بنابراین حد بالای رطوبت نسبی ۸۰٪ و حد پائین آن با توجه به مقادیر آسایش دمایی ۳۵٪ پیشنهاد می شود.

۲. روش ماهانی

جدول ماهانی منطقه، آسایش شب و روز هر ماه را با توجه به میانگین سالیانه دمای محل مورد مطالعه و میانگین رطوبت نسبی همان ماه تعیین می کند (رازجویان، ۵۴:۱۳۹۳) (جدول ۲ و ۳).

جدول ۲) جدول ماهانی برای شهر مشهد

طول جغرافیایی: ۵۹/۳۸		عرض جغرافیایی: ۳۶/۱۶				ارتفاع از سطح دریا: ۹۹۹ متر					مجموع بارش به میلی متر: ۲۵۵/۲۱	
میانگین دمای سالیانه: ۱۶/۱۱		نوسان سالیانه: ۵۲/۴۸				بیشترین دما: ۴۲/۳۵					کمترین دما: ۱۰/۱۲-	
دما به سانتیگراد		ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسابر
میانگین حداکثر دمای ماهیانه		۱۶/۶۹	۲۰/۲۵	۲۶/۲۲	۳۲/۳۵	۳۶/۴۲	۴۰/۰۱	۴۰/۵۶	۴۱/۸۷	۳۷/۳۰	۳۲/۸۱	۲۵/۶۱	۱۹/۸۵
میانگین حداقل دمای ماهیانه		۹/۹۶-	۹/۰۱-	۴/۳۴-	۴/۰۲	۷/۵۴	۱۳/۶۸	۱۶/۶۲	۱۴/۰۸	۸/۱۷	۱/۵۳	۲/۹۰-	۷/۰۸-
نوسان ماهیانه دما		۲۶/۳۸	۲۹/۲۶	۳۰/۵۴	۲۸/۳۳	۲۸/۸۸	۲۶/۳۳	۲۳/۹۴	۲۷/۷۹	۲۹/۱۳	۳۱/۲۸	۲۸/۵۱	۲۶/۹۳
رطوبت نسبی	میانگین حداکثر ماهیانه	۲۸/۰۴	۹۶/۶۴	۹۰/۷۱	۸۴/۸۰	۷۰/۰۵	۴۸/۳۷	۴۴/۶۰	۴۱/۹۸	۵۱/۰۳	۷۱/۱۳	۸۸/۹۴	۹۵/۴۲
	میانگین حداقل ماهیانه	۵۳/۳۴	۴۶/۸۹	۴۲/۹۱	۳۸/۶۸	۲۹/۱۴	۲۰/۳۷	۲۰/۰۳	۱۸/۲۷	۲۱/۷۶	۲۶/۱۷	۳۸/۹۳	۵۰/۰۲
	میانگین کل	۷۵/۹۲	۷۱/۷۶	۶۶/۸۱	۶۱/۷۴	۵۹/۴۹	۳۴/۳۷	۳۲/۴۵	۳۰	۳۶/۳۹	۴۸/۶۵	۶۳/۹۳	۷۲/۷۳
گروه رطوبت نسبی		۴	۴	۳	۳	۲	۲	۲	۱	۲	۲	۳	۴
بارندگی به میلی متر		۳۱/۳۳	۳۷/۵۱	۵۶/۳۹	۴۴/۱۸	۲۵/۶۴	۴/۹۲	۱/۳۵	۱/۱۴	۲/۷۰	۷/۰۰۳	۱۷/۲۷	۲۵/۷۸
باد	باد غالب	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
	باد نائب غالب	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
میانگین ماهیانه دمای حداکثر		۱۶/۶۹	۲۰/۲۵	۲۶/۲۲	۳۲/۳۵	۳۶/۴۲	۴۰/۰۱	۴۰/۵۶	۴۱/۸۷	۳۷/۳۰	۳۲/۸۱	۲۵/۶۱	۱۹/۸۵
منطقه	حداکثر	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۰	۳۰	۲۸	۲۵
راحت روز	حداقل	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱	۲۰

میانگین ماهیانه دمای حداقل		-۹/۹۶	-۹/۰۱	-۴/۳۴	۴/۰۲	۷/۵۴	۱۳/۶۸	۱۶/۶۲	۱۴/۰۸	۸/۱۷	۱/۵۳	-۲/۹۰	-۷/۰۸
منطقه	حداکثر	۲۰	۲۰	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱	۲۰
راحت شب	حداقل	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
تخصیص وضعیت گرمایی	روز	C	O	O	H	H	H	H	H	H	H	O	C
	شب	C	C	C	C	C	O	O	O	C	C	C	C

جدول ۳) جدول شاخص های گرمایی روش ماهانی برای شهر مشهد

شاخص های گرمایی													جمع شاخص ها
جریان هوا ضروریست H1													۰
جریان هوا مطبوع است H2		*											۱
مقابله با باران ضروریست H3													۰
انباشت گرما در جدار ساختمان ضروریست A1			*	*	*	*	*	*	*	*	*		۹
خواب شبانه در هوای آزاد A2				*	*	*	*	*	*				۶
مشکل ماههای سرد A3	*												۲

از بررسی ها مشخص می شود شهر مشهد دارای صفر ماه با شاخص های H1 تا H2، نه ماه با شاخص A1، شش ماه با شاخص A2 و دو ماه با شاخص A3 است که در ادامه جدول ۷ تکمیل شده است.

شاخص A1 نه ماه که چهار ماه آن جزو گروه ۳، چهار ماه جزو گروه ۲ و یک ماه جزو گروه ۱ با رطوبت نسبی با دمای بیش از ۱۰ درجه است.

شاخص A2 پنج ماه که چهار ماه آن جزو گروه رطوبتی ۲ و یک ماه جزو گروه رطوبتی ۱ با دمای بیش از ۱۰ درجه است.

شاخص A3 سه ماه که همه آن ها جزو گروه رطوبت ۴ با دمای بیش از ۱۰ درجه است.

جدول ۴) بررسی ویژگی های معماری ساختمان شهر مشهد بر اساس روش ماهانی

پیشنهادات		شاخص‌های وضعیت گرمائی					
۲		A_3	A_2	A_1	H_3	H_2	H_1
		۶	۹	۰	۰	۱	
شیوه استقرار ساختمان							
۱- طول ساختمان‌ها در امتداد شرق و غرب *	۱			۱۰-۰			
		۱۲-۵		۱۲و۱۱			
۲- معماری فشرده با حیاط	۲	۴-۰					
فضای بین ساختمان ها							
۳- مجموعه گسترده و باز برای استفاده از باد	۳						۱۲و۱۱
۴- مانند بالا، به شرط جلوگیری از باد سرد و گرم	۴						۱۰-۲
۵- مجموعه فشرده *	۵						۱و۰
جریان هوا در داخل ساختمان							
۶- اتاق‌های منفرد برای استفاده از کوران دائم	۶						۱۲-۳
				۵-۰			۲و۱
				۱۲-۶			
۷- اتاق‌های به هم چسبیده و پیش‌بینی جریان هوا به‌طور موقت در مواقع لازم	۷					۱۲-۲	۰
۸- عدم لزوم جریان محسوس هوا *	۸					۱و۰	
پنجره ها							
۹- پنجره‌های بزرگ ۴۰ تا ۸۰٪ دیوارهای شمالی و جنوبی	۹	۰		۱و۰			
۱۰- پنجره‌های بسیار کوچک ۱۰ تا ۲۰٪	۱۰	۱و۰		۱۲و۱۱			
۱۱- پنجره‌های متوسط ۲۰ تا ۴۰٪ *	۱۱	همه شرایط دیگر					
دیوارها							
۱۲- دیوارهای سبک، زمان تأخیر کوتاه	۱۲		۲-۰				
۱۳- دیوارهای سنگین، داخلی و خارجی *	۱۳		۱۲-۳				

سقف ها							
۱۴- سقف های سبک با عایق حرارتی	۱۴		۵-۰				
۱۵- سقف های سنگین، زمان تأخیر بیش از ۸ ساعت *	۱۵		۱۲-۶				
خواب شبانه در هوای آزاد							
۱۶- ضرورت پیش بینی فضا برای خواب شبانه *	۱۶		۱۲-۲				
حفاظت از باران							
۷- ضرورت حفاظت در برابر باران شدید	۱۷				۱۲-۳		

بر اساس جدول شماره ۴ بناهای شهر مشهد باید دارای شرایط زیر باشند: طول ساختمان در امتداد شرقی- غربی قرار گیرد و مجموعه به‌صورت متراکم و فشرده طراحی گردد. بهتر است بناها به صورت فشرده و منفرد در کنار یکدیگر قرار گیرد، از چیدمان هایی که باعث ایجاد تونل باد و یخبندان می شود باید پرهیز نمود (رازجویان، ۱۳۹۳: ۶۲).

سطوح مناسب جهت بازشوها، ۲۰ تا ۴۰٪ سطح دیوارهاست. بهتر است بازشوها در سطوحی که بیشترین تابش خورشید را دریافت می کنند (جبهه شمالی و جنوبی) قرار گیرند.

دیوارها ضخیم بوده و جنس مصالح به گونه ای باشد که گرما را در فاصله زمانی کمتر از هشت ساعت از خود عبور دهد.

با توجه به نیاز ذخیره حرارتی در طول ۱۱ ماه از سال، سقف ها باید سنگین و از مصالحی با زمان تأخیر بیش از هشت ساعت انتخاب گردد.

۳. شاخص اوانز

شاخص اوانز از مجموعه شاخص های معتبر در زمینه اقلیم آسایشی می باشد که شرایط آسایش راحتی انسان را از منظر اقلیمی در زمان ها و مکان های مختلف مورد بررسی قرار می دهد (محمدی، ۱۳۸۱: ۲۳۵)

با توجه به جدول ۵ در طراحی معماری در اقلیم مشهد:

- باید اجزای ساختمانی با ظرفیت گرمایی و زمان تأخیر زیاد مورد استفاده قرار گیرند
- ضرورت وجود وسایل مکانیکی برای سرد و گرم کردن فضای داخلی احساس می شود
- کفایت اجزای ساختمانی با قابلیت انباشت گرما در خود
- لزوم عایق بندی خوب با ساختمان با ظرفیت گرمایی متوسط یا زیاد

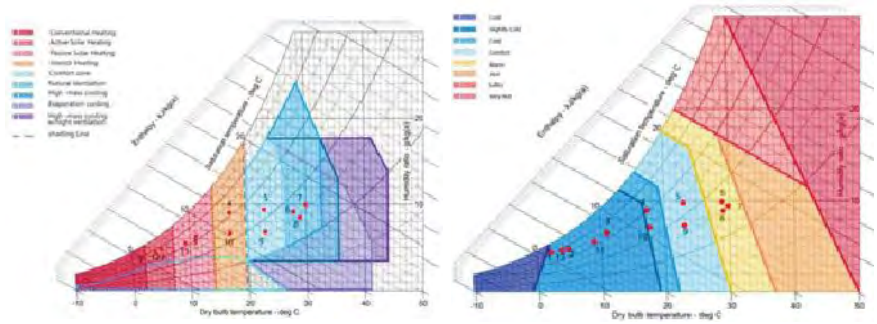
جدول ۵) بررسی ویژگی های معماری ساختمان شهر مشهد بر اساس روش اوانز

وضعیت آب و هوا		ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر	جمع
۱. دمای بالا و رطوبت زیاد														-
۲. دمای بالا و نوسان زیاد دما در شبانه روز					*	*	*	*	*	*	*			۷
۳. ناراحتی شدید					*	*	*	*	*	*	*			۷
۴. روز و شب راحت، ولی نوسان زیاد دما در شبانه روز														-
۵. آسایش روز														-
۶. دمای پایین	تازه	*											*	۲
	خنک													-
	سرد													-
۷. دمای بالا و رطوبت بالا در شب														-
۸. دمای بالا و رطوبت کم در شب														-
۹. دمای پایین در شب		*	*	*	*							*	*	۶

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۴. روش گیونی

این روش علاوه بر آن که منطقه آسایش انسان را به طور دقیق تری در رابطه با دما و رطوبت هوا نشان می دهد، حدود سودمندی عناصر متفاوت ساختمانی را هم در تنظیم شرایط حرارتی هوای داخل ساختمان، مشخص می سازد. با انتقال شرایط آب و هوایی شهرهای گوناگون بر روی نمودار بیوکلیماتیک ساختمانی، می توان ویژگی های این شهرها را بررسی و آن ها را براین اساس طبقه بندی کرد (قویدل، رحیمی و احمدی، ۱۳۹۰: ۱۷۵؛ Givoni, 1998) (شکل ۴).



	ژانویه	فوریه	مارس	آوریل	مه	ژوئن	جولای	آگوست	سپتامبر	اکتبر	نوامبر	دسامبر
شماره	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲

شکل ۴) نمودارگیونی شهر مشهد

بر اساس شکل ۴ سمت راست:

ماه های ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر در محدوده منطقه کمی سرد قرار دارند.

ماه آوریل و اکتبر در منطقه خنک واقع شده است.

ماه های مه و سپتامبر در محدوده آسایش واقع شده است.

ماه های ژوئن، جولای و آگوست دارای هوای گرم می باشند.

بر اساس شکل ۴ سمت چپ:

- ماه مه و سپتامبر در محدوده آسایش و در محدوده N قرار دارند و در این محدوده، انسان در طی روز به طور طبیعی دارای آسایش است و هوای داخل ساختمان از نظر آسایش مطبوع و مطلوب است.

- ماه های ژوئن، ژولای و آگوست در محدوده آسایش قرار گرفته اند، اما در این محدوده کم بودن رطوبت هوا باعث خارش و سوزش پوست می شود و برای جلوگیری از این امر، استفاده از وسایلی که طوبت هوا را بالا می برد ضروری است.

- ماه مارس، آوریل، اکتبر و نوامبر در منطقه H قرار دارند که این موضوع تأثیر مصالح و گرم کردن ساختمان است. یعنی مصالح مقاوم می تواند ساختمان را از مصرف انرژی برای رسیدن به حد آسایش بی نیاز سازد. استفاده از سیستم خورشیدی غیرفعال نیز

می تواند مؤثر باشد.

ماه های ژانویه، فوریه و دسامبر خارج از محدوده های مشخص شده هستند و بیانگر این مسأله است که ضرورت وسیله گرمایی احساس می شود.

تحلیل الگوهای ساختمانی بر اساس روش گیونی

در شهر مشهد عملیات زیر ضروری است:

- از نفوذ اشعه خورشید از قسمت های شفاف جدار (شیشه، پنجره و ...) به داخل جلوگیری شود.

- از جذب اشعه خورشید به قسمت کدر ساختمان (دیوار و سقف و ...) ممانعت به عمل آید. با استفاده از درختان خزان پذیر این امکان فراهم می گردد.

از شدت تابش اشعه خورشید به جدار ساختمان کم شود. در بخش شفاف جدار ساختمان، جسم حاجبی سر راه اشعه خورشید، دهانه پنجره و ... قرار داده شود. مثلاً با پرورش درختان مناسب در جلوی پنجره و یا استفاده از سایبان های متحرک و ثابت می توان از ورود اشعه خورشید به داخل اتاق جلوگیری کرد.

پوشش گیاهی به تعدیل دمای هوا و سالم سازی محیط کمک کرده و در کنترل باد نیز سهم مهمی دارد. پوشش گیاهی به صورت های مختلف درخت، درختچه، پوشش زمینی، گیاهان خزنده و غیره نه تنها به ریزاقلیم یک ساختمان، بلکه به بهبود ریزاقلیم شهر هم کمک می کند. درختان خزان دار به عنوان پناهگاه تابستانی در مقابل تابش آفتاب مناسب هستند. این درختان که برگ خود را در پاییز از دست می دهند برای جذب بهتر نور خورشید در زمستان نیز مناسب هستند (شقاقی و مفیدی،۱۱۸:۱۳۸۷)

- ساختمان را باید در جهت هایی احداث کرد که نور خورشید در ساعات گرم روز بر اتاق ها عمودی و مستقیم نتابد. هم چنین از رنگ روشن برای دیوار و پشت بام استفاده شود.

در ماه های خارج از محدوده H برای ایجاد آسایش در داخل ساختمان، حتماً باید از وسایل گرمایشی استفاده شود.

در ماه های سرد سال با کوچک کردن سطوح کم مقاومت، چون در و پنجره و... نسبت مجموع سطوح خارجی ساختمان به حجم آن را، به گرم شدن فضای داخل کمک شایانی می کند.

گاهی ایجاد پلان متراکم به دلیل نیاز به تهویه سریع مقدور نیست. در نتیجه لازم است که دیواره های خارجی ساختمان را به عایق حرارتی مجهز ساخت و بدین وسیله از مبادله دما میان دو محیط داخل و خلرج ساختمان کاست.

برای جلوگیری از اتلاف انرژی، ضمن دقت کافی در طراحی پنجره ها و درهای ساختمان، می توان اتصالات ساختمان را "درز چسبان" کرد.

در این شهر می باید سطوح خارجی بناها در خلاف جهت باد غالب منطقه قرار گیرد، پنجره های دوجداره و دیوارهای با ضخامت مناسب اجرا شوند تا تبادل حرارتی به حداقل برسد. رطوبت نیز در نحوه ساخت و ساز و انتخاب مصالح تأثیر دارند، بنابراین عوامل محیطی دقیقاً در چگونگی شکل بناها، جهت گذاری ها، خیابان ها، کوچه های شهری و انتخاب مصالح اثر می گذارد (رستگاریان، حیدری و کیانی، ۱۳۹۲).

نتیجه

شرایط اقلیمی، تأثیر مستقیمی بر شهرسازی و بافت شهر گذاشته و باعث ایجاد شرایط آسایش در شهر می شود. کار طراح و شهرساز، استفاده از عناصر اقلیمی از طریق سامان دهی عناصر شهری، مهارکردن اقلیم و استفاده از آن از طریق جهت گیری درست شریان ها، انتخاب ارتفاع مناسب جداره ساختمان ها، تعیین عرض درست خیابان ها و استفاده از گونه های مناسب گیاهی و غیره است. در اقلیم سرد استفاده از حداکثر تابش آفتاب، به دلیل سرمای شدید بسیار مهم می باشد و این تنها در صورتی ممکن است که جهت گیری ساختمان به درستی انجام پذیرد.

از مجموعه مباحث یادشده و بررسی وضعیت اقلیمی مشهد، راهکارهای زیر در جدول ۶، جهت طراحی ابنیه شهری در اقلیم سرد و خشک مشهد پیشنهاد می گردد:

جدول ۶) راهکارهای اقلیم سرد و خشک

اقلیم	خشک و سرد
جهت قرارگیری	- ساختمان ها بین ۲۰ درجه به طرف غرب و ۴۵ درجه به سمت شرق و در سایه باد یکدیگر و خارج از سایه آفتاب هم، در محورشمالی – جنوبی مستقر می شوند - در این اقلیم بهتر است سعی شود که ساختمانها بر روی هم سایه نیندازند - قرار دادن ساختمان ها در حداقل فاصله ممکن نسبت به یکدیگر - در مورد ساختمان های مجزا فرم مکعب با پلان مربع در یک یا دو طبقه مهم است - استقرار ساختمان های به هم پیوسته در بخش های میانی شیب های رو به جنوب و اجتناب از احداث ساختمان در شیب های منحنی و فرو رفتگی خیابان ها و پیاده روهایی با پهنای متوسط و خلاف جهت باد ایجاد شود.
نوع پلان	متراکم و فشرده
تراکم بنا	پر تراکم با حداقل سطوح خارجی در این اقلیم، جهت کاهش سطح پشت بام بهتر است ساختمان هایی چند طبقه احداث گردد، تا سطح پشت بام کاهش یابد. اما احداث ساختمان هایی بسیار بلند که تناسبات طول و عرض ساختمان را برهم می زند توصیه نمی شود، چرا که بر خلاف توصیه ها و راهکارها، مربوط به بادهای سرد و روزهای یخبندان می باشد.
حجم ساختمان	فرم بنا باید به گونه ای باشد که سطح تماس آن را با سرمای خارج کمتر نماید تا حرارت کمتری از درون به بیرون انتقال یابد. لذا از احجامی نظیر مکعب یا مکعب مستطیل استفاده گردد.
جدار و سطوح	- استفاده هر چه بیشتر از دیوارهای مشترک و ایجاد بافتی به هم پیوسته و متراکم در ساختمان ها - در اضلاع بزرگ مشترک و اضلاع کوچک رو به شمال و ارتباط با فضای باز - ازدیاد سطح نمای جنوبی و کم کردن جبهه شرق
ارتباط با زمین	- اغلب دارای زیرزمینی با سقف کوتاه در پائین به عنوان عایق حرارتی - بالا بودن نسبت به سطح حیاط و پائین تر بودن سطح حیاط از سطح خیابان
بازشوها	- در این مناطق برای جلوگیری از تبادل حرارتی بین داخل و خارج بنا از بازشوهای کوچک و به تعداد کم استفاده می کنند. در صورت بزرگ بودن پنجره ها، استفاده از سایبان الزامی است - اجتناب از پیش بینی پنجره های بزرگ به خصوص در نماهای شمالی - باید با استفاده از زاویه و جهت تابش خورشید در زمستان و تابستان، سایه بان های مناسب برای پنجره ها، خصوصاً پنجره های جنوبی طراحی گردد تا مانع نفوذ نور خورشید تابستان به داخل شده و در زمستان اجازه نورگیری بهینه را به ساختمان بدهد.

نوع ورودی	- به حداقل رساندن تعداد درهای ورودی ساختمان و قرار دادن ورودی اصلی در جبهه پشت به باد - طراحی دو درب در فیلتر ورودی برای جلوگیری از ورود سرما
نوع سقف	مسطح، در این مناطق ارتفاع سقف اتاق ها را پائین تر از اتاق های مشابه در سایر حوزه های اقلیمی در نظر می گیرند
نوع مصالح	در مشهد نوسان حرارتی روزانه زیاد می باشد و می توان از تفاوت های دمای شب و روز بیرون و داخل ساختمان جهت ذخیره انرژی در دیوار ها استفاده نمود. لذا استفاده از مصالح سنگین توصیه می شود - ظرفیت حرارتی بالا و مقاومت در برابر رطوبت آجر و بتن
رنگ مصالح	حد واسط تیره و روشن و سطوح غیر صیقلی در بدنه ها و شریان های شهری، جهت جذب بیشتر نور خورشید توصیه می گردد.
گرمایش و سرمایش	- در طراحی اقلیمی ساختمان مشهد استفاده از کولر و سایر وسایل سردکننده در شب ها غیر ضروری است - پیش بینی فضاهای خارجی قابل استفاده در تابستان - پیش بینی فضاهای گرما در مرکز پلان
کاهش جریان باد	- در این مناطق، جهت کاهش تأثیر بادهای سرد بر ساختمان ها، می توان از کاشت گیاهان سوزنی برگ و همیشه سبز در مقابل این بادها بهره جست و عموماً از وزش باد بر ساختمان باید جلوگیری شود. - در این اقلیم بهتر است نحوه استقرار ساختمان ها و کاشت گیاهان به صورت متناوب بوده و از استقرار ردیفی که تشدید کننده جریان باد است، اجتناب گردد.
بالکن	ساختمان ها در این اقلیم دارای ایوان اند با عمق کمتر نسبت به ایوان های مناطق جنوبی کشور

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

- پروانه، بهروز؛ شاهرخوندی، منصور؛ میررضایی، داریوش (۱۳۸۹). "بررسی میزان سازگاری خانه های روستایی دشت خرم آباد با طراحی های اقلیمی". *مجله رشد آموزش جغرافیا*، دوره بیست و چهارم، ش۴ (تابستان): ۴۲-۵۱.

- حسینی، علی (۱۳۸۷). "بررسی گسترش افقی شهر مشهد در چند دهه اخیر و تأثیر آن بر منابع آب و خاک". پایان نامه کارشناسی ارشد جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشکده جغرافیا، دانشگاه تهران.

- داوودی، محمود؛ محمدی، حسین مراد؛ بای، ناصر (۱۳۸۹). "تجزیه و تحلیل و پیش بینی برخی عناصر اقلیمی مشهد". *مجله علمی و فنی نیوار*، ش ۷۰ و ۷۱ (پائیز و زمستان): ۳۵-۴۶.

- رازجویان، محمود (۱۳۶۷). *آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم*. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

- ------ (۱۳۹۳). *آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم*. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

- رستگاریان، زینب؛ حیدری، فاطمه؛ کیانی، اکبر (۱۳۹۲). *"ارزیابی اقلیم و معماری پایدار مناطق سرد، نمونه موردی: شهر کلات نادری"*. در: همایش معماری و شهرسازی و توسعه پایدار با محوریت از معماری بومی تا شهر پایدار. گردآورنده مؤسسه آموزش عالی خاوران. مشهد: مؤسسه آموزش عالی خاوران.

- ریاضی، جمشید (۱۳۵۶). *اقلیم و آسایش در ساختمان*. تهران: مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.

- شقاقی، شهریار؛ مفیدی، مجید (۱۳۸۷). "رابطه توسعه پایدار و طراحی اقلیمی بناهای منطقه سرد و خشک، مورد مطالعاتی: تبریز". *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره دهم، ش ۳ (پاییز): ۱۰۶-۱۲۰.

- شهرداری مشهد (۱۳۹۳). آمارنامه شهر مشهد. مشهد: شهرداری مشهد، سازمان آمار و اطلاعات و خدمات کامپیوتری.

- صادقی روشن، محمدحسن؛ طباطبائی، مهدی (۱۳۸۸). "تعیین محدوده آسایش حرارتی در شرایط آب و هوایی خشک". *نشریه هویت شهر*، سال سوم، ش ۴ (بهار و تابستان): ۳۹-۴۶.

- طاووسی، تقی؛ سبزی، برزو (۱۳۹۰). "تعیین گستره منطقه آسایش زیست اقلیمی استان ایلام با استفاده از شاخص اوانز". *نشریه جغرافیا و آمایش شهر*، ش ۷ (تابستان):۲۱-۳۴

- طاهباز، منصوره (۱۳۹۲). *دانش اقلیمی، طراحی معماری*. تهران: دانشگاه شهید بهشتی.

- عدل، احمدحسین (۱۳۳۹). *تقسیمات اقلیمی و رستنی‌های ایران*. تهران: دانشگاه تهران.

- فرج‌زاده اصل، منوچهر؛ قربانی، احمد؛ لشکری، حسن (۱۳۸۷). "بررسی انطباق معماری ساختمان‌های شهر سنندج با شرایط زیست اقلیمی آن به روش ماهانی". *فصلنامه مدرس علوم انسانی*، دوره دوم، ش ۱۲ (تابستان): ۱۶۱-۱۸۰.

- قویدل رحیمی، یوسف؛ احمدی، محمود (۱۳۹۰). "برآورد و تحلیل زمانی آسایش اقلیمی شهر تبریز". *جغرافیا و توسعه*، ش ۳۳ (زمستان): ۱۷۳-۱۸۲.

- کامیابی، سعید؛ احمدی، افرا (۱۳۹۲). "بررسی شاخص‌های آسایش حرارتی ساختمان در شهر مشهد". در: همایش معماری و شهرسازی و توسعه پایدار با محوریت از معماری بومی تا شهر پایدار. گردآورنده موسسه آموزش عالی خاوران. مشهد: موسسه آموزش عالی خاوران.

- کسمایی، مرتضی (۱۳۶۳). *اقلیم و معماری*. تهران: شرکت خانه سازی ایران.

- ------ (۱۳۷۸). *اقلیم و معماری*. تهران: نشر بازتاب.

- لشکری، حسین؛ سلکی، هیوا (۱۳۸۸). "بهینه سازی جهت گیری فضاهای آزاد در شهر سقز بر اساس شرایط اقلیمی". *جغرافیای طبیعی*، سال اول، ش ۳ (بهار): ۲۷-۴۱.

- لشکری، حسن؛ موزرمی، سارا؛ لطفی، کورش (۱۳۹۰). "آسایش در خارج و داخل بنا براساس شاخص پن واردن و ماهانی، نمونه موردی: شهر اهواز". *فصلنامه علمی* -

پژوهشی جغرافیای انسانی، سال سوم، ش ۲ (تابستان): ۲۰۷-۲۲۰.

- محمدی، م. (۱۳۸۱). "*نقش ضوابط و مقررات ساختمان در بهینه سازی مصرف سوخت در ساختمان*". در: مجموعه مقالات دومین همایش بهینه سازی مصرف سوخت. تهران: وزارت نفت.

- ملک حسینی، عباس؛ ملکی، علیرضا (۱۳۸۹). "اثرات اقلیم بر معماری سنتّی و مدرن شهر اراک". *فصلنامه جغرافیایی آمایش محیط*، دوره سوم، ش۱۱(زمستان): ۱۳۳-۱۵۳.

- Fishman, D. S.; Pimbert, S. L. (1979). "Survey of Subjective Responses to the Termal Environment in Offices Indoor Climate". Danish Building Reserch Institute Copenhagen, Denmark, 677 - 692.

- Givoni, B. (1998). Climate Consideration in Building and Urban Design. New York: Van Nostrand Reinhold.

- Givoni, B. A. (1969). Man, Climate and Architecture. Editor Henry J. Cowan. Sydney: University of Sydney.

- Olgyay, Victor (1973). Design with Climate. Princeton: Princeton University.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی