

# ارزیابی سازگاری معماری بناهای سنتی با اقلیم در شهر آباده

امیرحسین حلییان<sup>۱\*</sup>

گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

محمد مهدی تقی زاده

گروه جغرافیا، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران

ساناز شفیعی

کارشناسی ارشد آب و هواشناسی کاربردی، دانشگاه پیام نور

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۲/۲۵

## چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در معماری مسکن سنتی آباده و تعیین مرزهای آسایش حرارتی در آن‌ها با بهره‌گیری از روش‌های تجربی گیونی و اوانز انجام گردید. با استفاده از روش کوکران، تعداد ۱۲۰ بنای سنتی به عنوان نمونه برگزیده و سازگاری آن‌ها با شرایط آسایش زیست اقلیم منطقه با توجه به جهت قرارگیری، شکل و فرم بنا، مصالح کاربردی، وجود عناصر معماری و طراحی متناسب با جریان هوا و تابش بررسی شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که به دلیل استیلای سرما در ماه‌های آبان تا اردیبهشت، اقلیم شهر آباده خارج از منطقه‌ی آسایش قرار دارد و نیاز حرارتی و استفاده از وسایل مکانیکی گرمازا برای این بازه‌ی زمانی احساس می‌شود. هوا در ماه‌های تیر و مرداد در روز گرم است و به سبب عدم شرایط آسایش باید از سیستم‌های مکانیکی خنک کننده استفاده شود. بررسی مسکن سنتی آباده آشکار ساخت که این بناها دارای هویت خاص متناسب با ویژگی‌های اقلیمی منطقه می‌باشند. این هویت ناشی از الگوهای معمارانه‌ای هم‌چون وجود پلان متراکم، دیوارهایی از جنس خشت و گل با ضخامت زیاد و ظرفیت حرارتی بالا، حیاط مرکزی، وجود دالان و دو نوع سقف مسطح و طاقی برای فضاهای مختلف، ارتفاع از کف ۱-، تعداد کم پنجره‌ها در دیوارهای رو به بادهای غالب زمستانی و طراحی بازشوها به سمت باد غالب فصل تابستان است که شرایط آسایش را در تمامی اوقات سال فراهم می‌آورد؛ به گونه‌ای که می‌توان از تجارب ساخت آنها در بناهای جدید بهره جست.

کلیدواژگان: آسایش اقلیمی، بناهای سنتی، گیونی، اوانز، آباده.

## مقدمه

در شکل‌گیری سیمای جغرافیایی یک مکان، فاکتورهای متعددی تأثیرگذارند. یکی از این عوامل که جغرافی‌دانان آن را به عنوان عنصر اصلی و مهم چشم‌انداز برشمرده‌اند؛ اقلیم است. لذا شناخت این عامل و تأثیر آن در بررسی فعالیت‌های مختلف انسان، هم‌چون معماری، شهرسازی، محیط زیست، حمل و نقل و ... بسیار ضروری است (محمدی، ۱۳۸۵: ۵). به عنوان مثال مساعدت یا عدم مساعدت آب و هوا بیش از سایر عوامل طبیعی در زمینه‌ی شکل‌گیری و گسترش اماکن مؤثر است؛ چنان که خالی بودن فضاهای وسیع در نقاط مختلف دنیا از نظر پراکندگی اجتماعات انسانی در مناطق ویژه‌ی جغرافیایی ناشی از شرایط اقلیمی حاکم بر آن‌ها می‌باشد. از دیگر سو انواع آب و هوا و تغییرات سالیانه و فصلی آن، انسان‌ها را در جهت ساختن و به وجود آوردن فضای زیستی خود، به ایجاد نقاط مسکونی در رابطه با نوع اقلیم محیطی، که در آن زندگی می‌کنند؛ ملزم ساخته است (شیعه، ۱۳۸۳: ۱۹۸). برنامه‌ریزی هماهنگ برای ساخت سازه‌هایی سازگار با اقلیم نیز منجر به رشد اصولی بافت شهری می‌شود (ارزانی و همکاران، ۱۴۰۱: ۱۱۷). از آن‌جا که اقلیم بر زندگی، آسایش و سلامت بشر تأثیرگذار است و انسان، نیز بخشی از طبیعت محسوب می‌گردد؛ می‌بایست به جهت همسوسازی خود با محیط از قانون‌مندی آن آگاه باشد، که در این رویکرد، اقلیم و معماری یکی از عواملی است که جهت بهره‌برداری از مواهب طبیعی و با هدف صرفه‌جویی در مصرف انرژی و ایجاد شرایط رفاه و آسایش برای انسان، استفاده‌ی صحیح از عناصر اقلیمی را در جهت طراحی اصولی بنا به کار می‌بندد و در این راستا فراهم آوردن محیطی مطلوب در ساختمان به دور از شرایط نامساعد اقلیمی از اصول اصلی طراحی اقلیمی است (عطایی و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۰). همگونی مسکن با محیط می‌تواند گام ارزنده‌ای در جهت تعدیل چالش‌های زیست محیطی باشد (اینانلو و محمدی، ۱۳۹۳: ۲۶-۱۵). بنابراین با توجه به اهمیت استفاده از عوامل طبیعی در معماری و شهرسازی امروز و نیاز به ایجاد پایداری اکولوژیک میان طبیعت و مصنوعات بشری (منشی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۰۹)، یکی از راهبردهای مهم در معماری پایدار توجه به اقلیم منطقه و راهکارهای مطابق با شرایط اقلیمی است (یاران و مهران‌فر، ۱۳۹۲: ۱۴-۳). زیرا از یک سو با رشد جمعیت، توسعه‌ی زیستگاه‌های مسکونی گریزناپذیر است، و از سوی دیگر، این توسعه، تحت تأثیر عوامل گوناگونی مانند گسترش دانش بشر، تغییر سبک زندگی و ... به صورتی ناهماهنگ و ناموزون و بدون توجه به خصوصیات اقلیمی هر محل شکل گرفته و زمینه‌ساز ایجاد مسکنی شده که نه تنها آسایش روحی و جسمی افراد را تأمین نمی‌کند، بلکه بخش مهمی از مصرف انرژی سالیانه کشورها، نیز مربوط به آن، یعنی بخش ساختمان است. بر این اساس طراحی مسکن هم‌ساز با محیط جغرافیایی، برای بهره‌وری بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر، مصرف کمتر سوخت‌های فسیلی و کاهش ناپایداری محیط مورد توجه قرار گرفته است (میرلطفی و همکاران، ۱۳۹۱: ۴۰). مبانی معماری ایران از طبیعت و نیروهای آن (آب، نور، خاک و باد) گرفته شده و قویا متن‌گرا، زمین‌مدار و جز لاینفک محیط است (خیری و رضائی‌زاده مهابادی، ۱۴۰۰: ۲۱۶). در این راستا در معماری سنتی ایران، ساختمان، بر اساس موقعیت جغرافیایی‌اش، از طریق سقف‌ها، کاهش سطوح خارجی در برابر تابش مستقیم آفتاب، حیاط مرکزی، جان‌پناه‌ها، پنجره‌های رو به آفتاب، زیرزمین، بادگیر و ... چنان، با محیط خارج مقابله می‌کند که بهترین آسایش فضای داخلی را بدون استفاده از دستگاه‌های انرژی‌بر و آلوده کننده امکان‌پذیر می‌سازد (کسمایی، ۱۳۸۲: ۱۱). در حالی که معماری مدرن، نمونه‌ای از

نابسامانی در طرح‌ها، اجزا، عناصر عملکردی، کیفیت و ... است که این ناموزونی‌ها در زمان بهره‌برداری و سکونت بهتر و بیشتر نمایان می‌شود. از این رو با توجه به این نکته که ویژگی‌های متفاوت هر اقلیم تأثیر فراوانی در شکل‌گیری شهرها و ترکیب معماری مناطق دارد؛ بنابراین، تعیین دقیق حوزه‌های اقلیمی در سطح کشور، و دستیابی به مشخصات اقلیمی مناطق مختلف می‌تواند به عنوان مبنایی جهت بهبود و هماهنگی ساخت و سازهای عمومی و خصوصی با ویژگی‌های اقلیمی شهرها قرار گیرد (عطایی و همکاران، ۱۳۹۳: ۶۰). در این راستا با استفاده از انواع شاخص‌های زیست‌اقلیمی و تحلیل نتایج آن، می‌توان به بررسی وضعیت آسایش اقلیمی و معماری هم‌ساز با آن پرداخت و با تجزیه و تحلیل وضعیت اقلیمی هر ماه از سال و چگونگی آسایش انسان با توجه به ضرایب راحتی مندرج در شاخص‌ها، می‌توان به پیشنهادها و راهکارهای لازم جهت طراحی اقلیمی دست یافت.

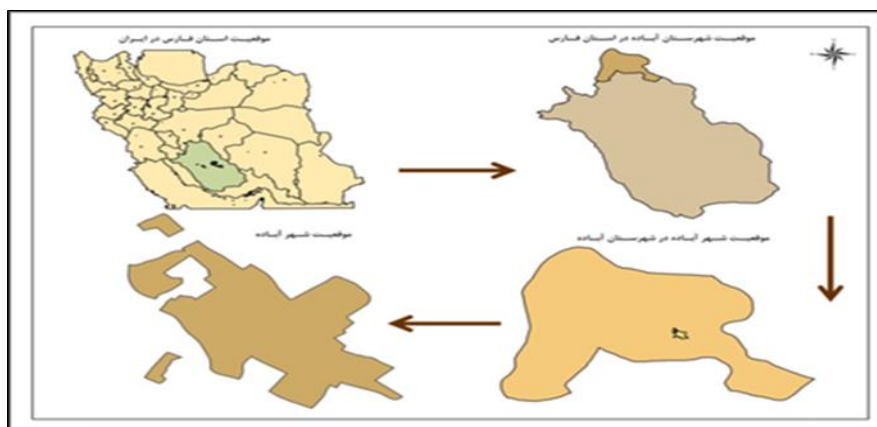
به دلیل تأثیر عوامل آب و هوایی و محیطی در ایجاد سکونتگاه‌ها و فضاهای مسکونی، سابقه‌ی فعالیت‌های علمی در زمینه‌ی طراحی اقلیمی متعدد است. از جمله پژوهش‌های انجام شده در این زمینه در سطح جهانی می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

اولگی (۱۹۵۷)، نموداری را پیشنهاد داد که در آن نقش پدیده‌های جوی در آسایش انسان به تفکیک روشن است. دما و رطوبت نسبی مهم‌ترین فاکتورهایی بودند که به جهت اثر مستقیم آن‌ها بر روی آسایش انسان، در جدول بیوکلیماتیک اولگی بر آن‌ها تأکید شده است. گیونی (۱۹۶۹)، منطقه‌ی آسایش و شرایط زیست‌اقلیمی را در ارتباط با دو عنصر دما و رطوبت نسبی مشخص نمود. کلارک و باخ (۱۹۷۱)، ضمن بررسی شرایط آسایش اقلیمی شهر سینسیناتی مشاهده نمودند که در طول شب، نواحی حومه‌ی شهری، آسایش بیشتری به لحاظ اقلیمی برای ساکنان فراهم می‌کند. امانوئل (۲۰۰۵)، با بررسی تأثیر تغییرات پوشش زمین در آسایش حرارتی شهر کلمبو سریلانکا نتیجه گرفت که روند افزایش آسایش حرارتی ناشی از تغییرات پوشش زمین به ویژه ساختمان‌ها و جاده‌ها می‌باشد. توی و دیگران (۲۰۰۷)، ضمن مطالعه و تعیین شرایط آسایش بیوکلیماتیک در شهر ارزروم در سه منطقه‌ی روستایی، شهری و منطقه‌ی جنگلی ترکیه نتیجه گرفتند که مناطق شهری جنگلی سازگاری بیشتری با شاخص آسایش حرارتی مورد استفاده دارد. آل اجمی و لاودی (۲۰۱۰)، در پژوهشی به بررسی شرایط محیطی ساختمان خانگی کویت، همراه با تجزیه و تحلیل سرنشینان از احساس حرارتی داخلی پرداختند. بوداچ و همکاران (۲۰۱۴)، به این نتیجه رسیدند که معماری بومی در نتیجه‌ی صدها سال، بهینه‌سازی، یک سرپناه راحتی را با توجه به شرایط آب و هوای محلی و با استفاده از مواد در دسترس و فن آوری ساخت و ساز در نپال ارائه کرده است. اولا و همکاران (۲۰۱۵)، نیز در پژوهشی راهکارهای مختلف استفاده شده نظیر سایه‌بانها را برای بهبود آسایش حرارتی تابستانه در ساختمان‌های سنگین وزن سنتی جنوب ایتالیا مورد بررسی قرار دادند. کسکین و اربای (۲۰۱۶)، معتقدند که ویژگی‌های مشترک معماری پایدار بناهای سنتی آناتولی باید در طراحی بناهای جدید در نظر گرفته شود. در ایران عدل (۱۳۳۹) با ایجاد تغییراتی در آستانه‌های حرارتی موجود در روش کوپن، شرایط اقلیمی شهرهای ایرانی را ارزیابی کرد و برای اولین بار نقشه‌ی بیوکلیماتیک ایران را ارائه نمود. ریاضی (۱۳۵۶)، نقشه‌ی تقسیمات اقلیمی موجود در رابطه با کارهای ساختمانی را پیشنهاد نمود. موحدی و مصیبی (۱۳۷۵)، در ارتباط با بهره‌گیری از خاصیت گرمایی مصالح، در

رابطه با شرایط آسایش، طول روزهای موجود در محدوده‌ی آسایش خارج از محدودی آسایش استان چهار محال و بختیاری را محاسبه و چگونگی افزایش محدوده‌ی آسایش با استفاده از مصالح مناسب را توضیح دادند. مولانایی و سلیمانی (۱۳۹۳)، معماری بومی در منطقه‌ی سیستان را از منظر مسائل اقلیمی، تکنیک‌های به کار رفته در اجرای ساختمان و نوع برخورد با شرایط سخت و دشوار محیطی (اقلیمی) مورد بررسی قرار دادند. کامیابی و سعیدی (۱۳۹۵)، با توجه به شاخص‌های آسایش حرارتی وضعیت هر ماه نسبت به محدوده‌ی آسایش را در دوره‌ی آماری (۲۰۱۰-۱۹۵۲) بر طبق شاخص‌های ماهونی و اوانز در گرگان تعیین و جداول مربوط به نیازمندی‌های داخل ساختمان برای رسیدن به شرایط آسایش انسانی را تهیه و راهکارهایی جهت طراحی پیشنهاد کردند. از آن جایی که استفاده از شاخص‌های مناسب طراحی و انتخاب جهت مناسب و همساز با اقلیم منطقه منجر به کاهش قابل توجه هزینه‌های ساختمان، ایجاد آسایش زیستی ساکنان و بهداشت عمومی و روانی آنان می‌شود (کریم‌زاده و همکاران، ۱۴۰۰: ۱۸۵)، پژوهش حاضر با هدف تحلیل میزان انطباق اقلیم و معماری مسکن سنتی شهر آباد به نظر تعیین درجه‌ی آسایش حرارتی انجام شده که در این ارتباط به مقایسه‌ی کارکرد و تحلیل نقاط قوت معماری مسکن سنتی در رابطه با تعیین مرزهای آسایش حرارتی و انطباق آن با نتایج شاخص‌های زیست‌اقلیمی گیونی و اوانز پرداخته شده است. در این پژوهش قصد بر آن است که با پاسخ‌گویی به سؤال زیر به هدف پژوهش دست یافت. آیا اقلیم عاملی موثر در معماری و ایجاد شرایط آسایش مسکن سنتی شهر آباد به شمار می‌رود؟

#### محدوده‌ی جغرافیایی پژوهش

منطقه‌ی مورد مطالعه که شهر آباد و شمالی‌ترین نقطه‌ی استان فارس است، در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه و ۱۱ دقیقه‌ی شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۴۰ دقیقه‌ی شرقی واقع شده و از شمال به شهر ایزدخواست، از جنوب به شهر خرمید، از غرب به شهرهای اقلید و سمیرم و از شرق به شهر ابرکوه منتهی می‌شود. ارتفاع این شهر به طور متوسط ۲۰۳۰ متر از سطح دریا است. اقلیم شهر آباد تحت تأثیر شرایط توپوگرافیک منطقه، یعنی واقع شدن، در حد فاصل کوه-پایه‌های شرقی زاگرس و کویر بزرگ داخلی ایران، و همچنین دوری از بادهای باران آور غربی، است. این شرایط در نهایت، سبب کمبود منابع آب سطحی و به تبع آن کمبود رطوبت و کاهش بارندگی از سمت غرب و جنوب غربی به طرف شرق و جنوب شرقی شده و در نهایت، نحوه‌ی شکل‌گیری سکونتگاه‌های انسانی، را نیز تغییر داده است.



شکل ۱. موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

## مواد و روش‌ها

در این پژوهش که توصیفی-تحلیلی و از نظر نوع پژوهش، کاربردی محسوب می‌شود، داده‌های مورد استفاده به منظور مطالعه‌ی شرایط زیست اقلیم بهینه‌ی مسکن سنتی شهر آباءه، شامل دو بخش است:

الف) عناصر اقلیمی: برای شناسایی تیپ اقلیمی شهر آباءه آمار ایستگاه سینوپتیک این شهر در دوره‌ی آماری (۱۳۶۳ تا ۱۳۹۲) مورد بررسی قرار گرفته است. عناصر اقلیمی مورد استفاده شامل دما (متوسط دمای ماهانه، متوسط حداکثر و حداقل دمای ماهانه)، رطوبت (متوسط رطوبت نسبی ماهانه، متوسط حداکثر و حداقل رطوبت نسبی ماهانه)، باد (سرعت و جهت باد) و متوسط ماهانه‌ی ساعات آفتابی است. در ادامه نوع اقلیم منطقه‌ی مورد مطالعه با استفاده از روش آمبرژه مشخص شد. سپس شرایط آسایش زیست-اقلیمی در فضای داخلی مسکن سنتی با روش گیونی با استفاده از جداول داده‌ها و کلیموگرام تعیین گردیده است. از روش کاربردی اوانز نیز به دلیل همبستگی بیشتر برای شناخت آسایش زیست اقلیمی مسکن سنتی، محدوده‌های مجاز آسایش و راحتی بافت، در سایه و آفتاب و شب و روز استفاده شد و جداول معیار مربوط به الگوی اوانز به تفصیل محاسبه و ارائه گردیده است.

ب) داده‌های معماری: در بخش معماری، به منظور بررسی الگوی ساخت مسکن سنتی به روش پیمایشی، ابتدا با استفاده از روش کوکران (رابطه‌ی ۱)، تعداد ۱۲۰ بنای سنتی به عنوان نمونه در محلات دارای بافت سنتی (۱۲ محله) تعیین گردید؛ لازم به ذکر است که تعیین تعداد خانه‌ها در هر محله با در نظر داشتن مساحت هر محله نسبت به کل مساحت بافت سنتی مشخص شده است؛ سپس در ادامه با شروع مطالعات میدانی و با استفاده از فهرست کنترل، اطلاعات مورد نیاز در رابطه با خصوصیات معماری مسکن مانند جهت قرارگیری بنا، شکل و فرم بنا، مصالح به کار رفته در بنا، نوع سقف، پوشش سقف، ابعاد پنجره، اندازه‌ی پنجره، مصالح پنجره، ضخامت دیوار، تعداد طبقات، ارتفاع از کف، رنگ مصالح، عناصر معماری (حیاط مرکزی، دالان، ایوان، حوض و باغچه)، محل استراحت، جابجایی فصلی و زیرزمین جمع‌آوری گردیده است. در نهایت، رابطه‌ی بین عناصر اقلیمی و داده‌های معماری، به کمک شاخص‌های زیست اقلیمی گیونی و اوانز مورد بررسی قرار گرفته است.

$$N = \frac{\frac{t^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{n} \left( \frac{t^2 pq}{d^2} - 1 \right)} = 120$$

$$N = \frac{\frac{(1.96)^2 (.0914) (.086)}{(.05)^2}}{1 + \frac{1}{3600} \left[ \frac{(1.96)^2 (.914) (.086)}{(.05)^2} - 1 \right]} = 119/78$$

t=سطح اطمینان؛ p=درصد توزیع صفت در جامعه؛ q=درصد افرادی که فاقد آن صفت هستند؛ d=تفاضل نسبت صفت واقعی در جامعه

## تعیین محدوده‌ی آسایش

شرایط آسایش انسان، با عنایت به فراهم بودن هوای مناسب در حد صفر متابولیکی تعریف می‌شود. بدین معنا وقتی شرایط جوی به گونه‌ای باشد که برآیند رابطه‌ی (۲) در ارتباط با انسان صفر باشد، شرایط آسایش از نظر هوا شناختی و اقلیمی فراهم است (آروین، ۱۳۹۳: ۵۶). آسایش حرارتی شرایطی از ادراک است که در آن، محیط پیرامون از لحاظ حرارت، رضایت بخش است (قیابکلو، ۱۳۸۰: ۶۸-۷۴)؛ یعنی حداقل ۸۰ درصد از انسان‌ها در این شرایط، نه احساس

سرما و نه احساس گرما می‌کنند. از این رو تحلیل شرایط اقلیمی هر مکان، نقطه‌ی شروع به قاعده در آوردن ساختمان‌سازی و مفاهیم طراحی شهری با هدف حداکثر کردن راحتی و به حداقل رساندن استفاده از انرژی برای سرمازایی و گرمزایی است (گیونی، ۱۹۷۷: ۳).

$$\text{Met} - \text{Evp} \pm \text{Cnv} \pm \text{Rad} = 0 \quad (\text{رابطه ی ۲})$$

	Met	سوخت و ساز (اصلی و عضلانی)
جذب حرارت	Cn d	هدایت (تماس مستقیم با اجسام گرم)
	Cn v	همرفت (در صورتی که هوا از بدن گرم‌تر باشد)
	Rad	تابش (از خورشید، آسمان یا اجسام گرم)
دفع حرارت	Cn d	هدایت (تماس مستقیم با اجسام سرد)
	Cn v	همرفت (در صورتی که هوا از بدن سردتر باشد)
	Rad	تابش (به آسمان در شب یا به سطوح سرد)
	Evp	تبخیر (تبخیر رطوبت یا عرق)

### جدول ۱. عوامل مختلف جذب و دفع حرارت بدن انسان

منبع: (کونینگز برگر و دیگران، ۱۳۶۸: ۶۹)

#### شاخص‌های مورد بررسی در پژوهش

تعیین شاخص‌ها مهم‌ترین مرحله در مطالعات توسعه‌ی ناحیه‌ای است. تعیین محدوده‌ی آسایش حرارتی ساختمان، اندازه‌ی دستگاه‌های حرارتی و برودتی، ضخامت عایق و جنس مصالح به طور کلی بر میزان مصرف و اتلاف انرژی تأثیر مستقیم دارد (Fishman & pimbert, 1979:682). به نقل از صادقی‌روش و طباطبایی، (۱۳۸۸: ۴۰).

#### شاخص گیونی

در سال ۱۹۶۹ گیونی، جدولی ارائه نمود که شرایط زیست‌اقلیمی، را در رابطه با عناصر و اجزای ساختمان تفکیک و نیازهای حرارتی ساختمان را تعیین می‌کرد (آروین، ۱۳۹۳: ۷۲). او با ترسیم منحنی‌هایی بر روی جدول سایکرومتریک (که رابطه‌ی آسایش انسان و شرایط گرمایی محیط اطرافش را با دقتی مناسب مشخص می‌نماید)، میزان سودمندی و حدود استفاده از تهویه‌ی طبیعی، خصوصیات مصالح ساختمانی، افزودن رطوبت به هوای داخلی و هم‌چنین ضرورت استفاده از دستگاه‌های مکانیکی، را در رابطه با شرایط گرمایی گوناگون هوای پیرامون ساختمان مشخص می‌نماید (امیدوار و دیگران، ۱۳۹۰: ۱۰۵).

#### شاخص اوانز

جهت ارزشیابی وضعیت گرمایی محیط خارج از ساختمان، از معیارهای آسایش و راحتی بافت استفاده می‌شود، که عموماً رفتار غالب انسان در محیط بافت (نظیر قدم زدن)، را شامل می‌گردد. یکی از الگوهایی که در این ارتباط مورد استفاده قرار می‌گیرد، الگوی اوانز است (شاهکار و شقاقی، ۱۳۹۳: ۶). اوانز در کتاب خانه‌سازی، اقلیم و آسایش برای تعیین منطقه‌ی آسایش، رابطه‌ی دمای خشک هوا را با:

- ۱- «رطوبت نسبی»، در چهار گروه «۳۰-۰ درصد»، «۵۰-۳۰ درصد»، «۷۰-۵۰ درصد»، «۱۰۰-۷۰ درصد»
- ۲- «جریان هوا»، از غیر محسوس (۱/۰ متر در ثانیه) تا محسوس (۱ متر در ثانیه)
- ۳- «فعالیت»، استراحت یا کارهای سبک خانگی
- ۴- «پوشاک»، لباس سبک تابستانی تا لباس زمستانی درون خانه مشخص می‌کند (خوش اخلاق و دیگران، ۱۳۸۹: ۱۸۱-۱۶۷).

### جدول ۲. مقیاس‌های روش اوانز برای منطقه‌ی آسایش شب و روز

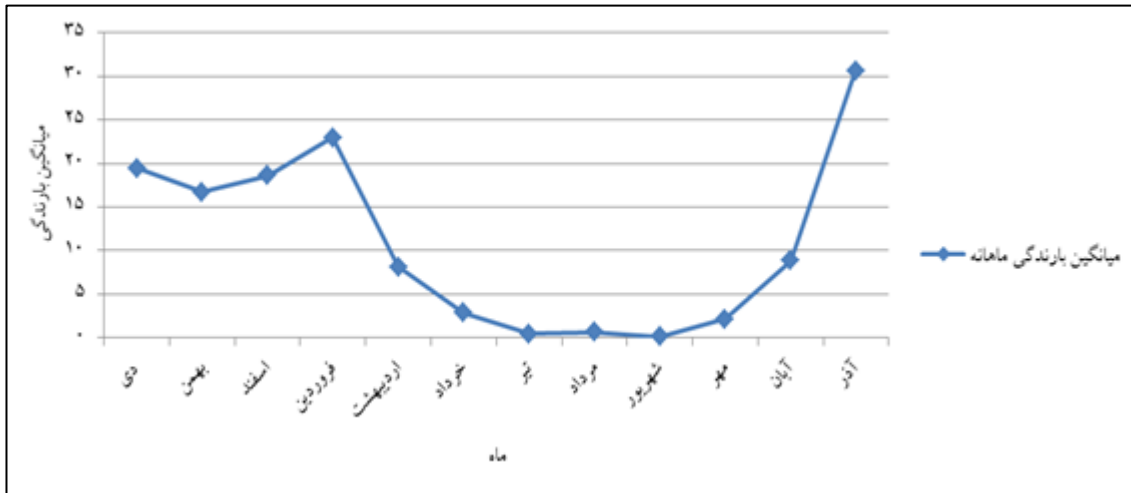
مقیاس	شرایط گرمایی	رطوبت نسبی	دمای روزانه	دمای شبانه
		۰ - ۳۰	۲۹/۳۲-۵/۵	۲۷/۲۹-۵/۵
الف	محدوده منطقه آسایش دمایی با	۳۰ - ۵۰	۲۸/۳۰-۵/۵	۲۶/۵ - ۲۹
	جریان هوای ۱ متر در ثانیه	۵۰ - ۷۰	۲۷/۲۹-۵/۵	۲۶ - ۲۸/۵
		۷۰ - ۱۰۰	۲۶ - ۲۹	۲۵/۵ - ۲۸
ب	محدوده منطقه آسایش دمایی با	۰ - ۳۰	۲۲/۳۰-۵	۲۰ - ۲۷/۵
	لباس سبک تابستانی و رو انداز	۳۰ - ۵۰	۲۲/۲۸-۵	۲۶-۲۰/۵
	سبک در شب با جریان نامحسوس	۵۰ - ۷۰	۲۲/۲۷-۵/۵	۲۰ - ۲۶
	هوا (۱/۰ متر در ثانیه)	۷۰ - ۱۰۰	۲۲/۲۷-۵	۲۰ - ۲۵/۵
ج	محدوده منطقه آسایش دمایی با	۰ - ۳۰	۲۰-۱۸	۲۰-۱۶
	لباس معمولی و گرم و رو انداز	۳۰ - ۵۰	۲۰-۱۸	۲۰-۱۶
	ضخیم در شب	۵۰ - ۷۰	۲۰-۱۸	۲۰-۱۶
		۷۰-۱۰۰	۲۰-۱۸	۲۰-۱۶

منبع: (طاوسی و عبدالهی، ۱۳۸۹: ۱۳۱)

### یافته‌های پژوهش

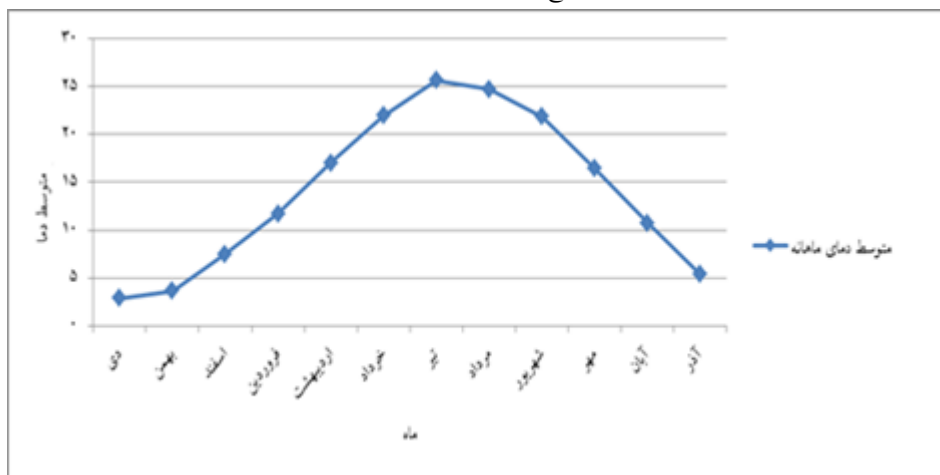
#### مطالعه‌ی عناصر اقلیمی قلمرو مطالعاتی

- دما: میانگین متوسط دمای هوای منطقه‌ی مورد مطالعه برابر با ۱۴/۱۲ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد. در رابطه با تغییر ماهانه‌ی متوسط دما در شهر آباءه، اختلاف فاحشی بین سردترین و گرم‌ترین ماه‌های سال وجود دارد (شکل ۲).



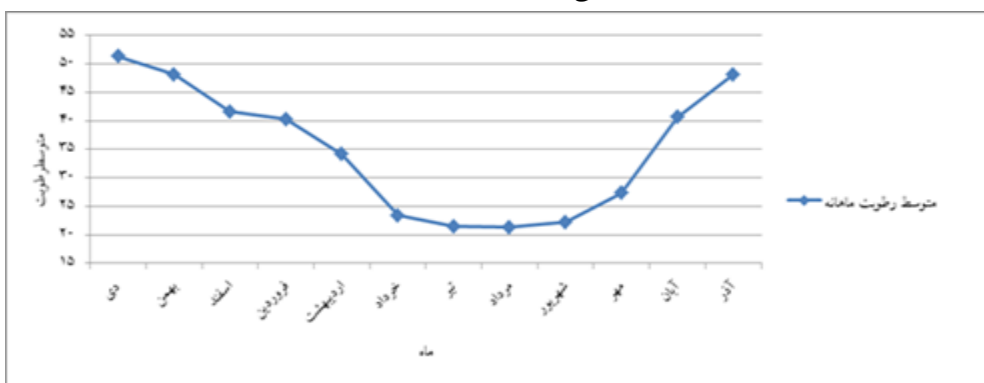
شکل ۲. میانگین بارندگی ماهانه آباده

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۵)



شکل ۳. میانگین دمای ماهانه آباده

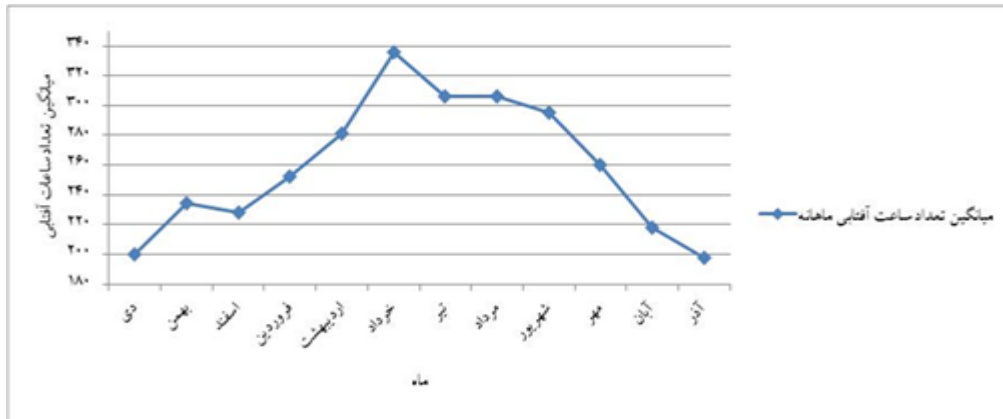
منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۵)



شکل ۴. میانگین رطوبت ماهانه آباده

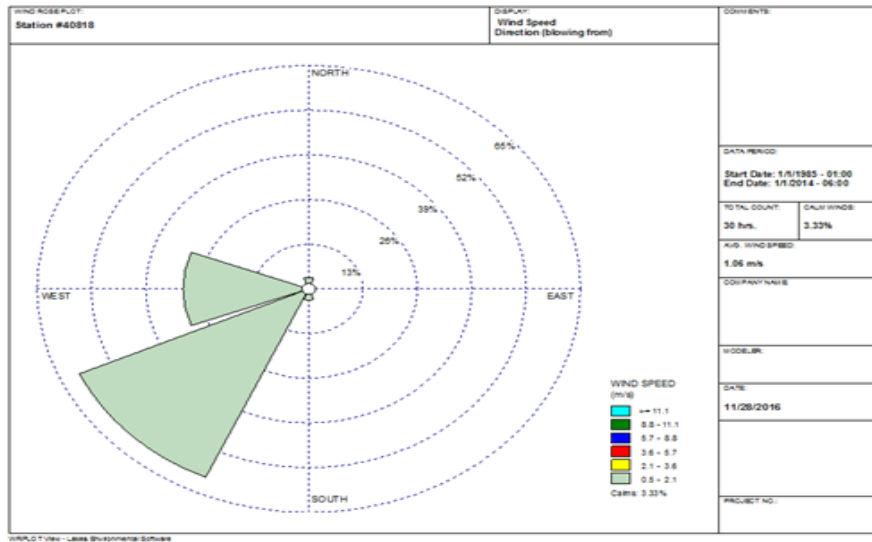
منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۵)





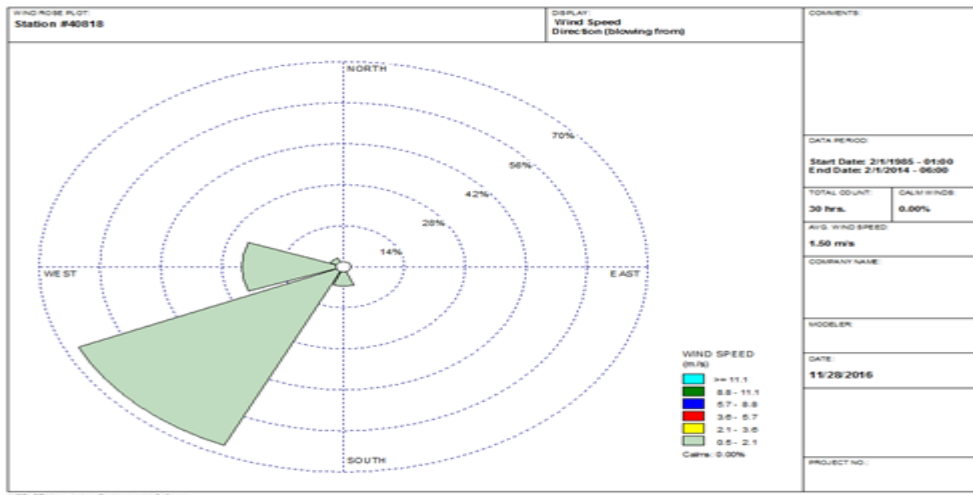
شکل ۵. میانگین ساعت آفتابی ماهانه آباده

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۵)



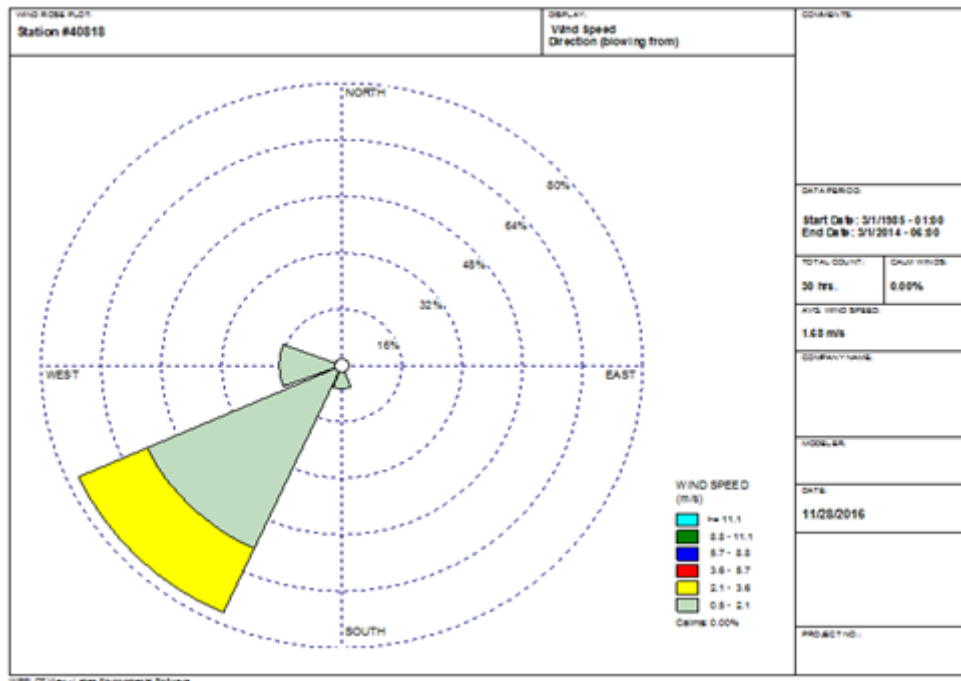
شکل ۶. گلباد ماه دی منطقه‌ی مورد مطالعه

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۵)



شکل ۷: گلباد ماه بهمن منطقه‌ی مورد مطالعه

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۵)



شکل ۸: گلباد ماه اسفند منطقه‌ی مورد مطالعه

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۵)

- بارش: سیر نزولی بارندگی در منطقه از اواسط ماه فروردین تا اواسط ماه آبان و سیر صعودی آن نیز از اواخر ماه آبان و اوایل ماه آذر است.

- رطوبت: میزان متوسط رطوبت ماهانه منطقه در بهترین حالت در ماه دی ۵۱/۳۰ درصد بوده و از اواخر ماه دی سیر نزولی آن شروع شده، به نحوی که در ماه‌های تیر و مرداد به کم‌ترین میزان خود می‌رسد (شکل ۴).

- تابش و ساعات آفتابی: در شهر آباد به بیشترین ساعت‌های آفتابی در بین ماه‌های سال متعلق به خرداد ماه و کم‌ترین آن مربوط به ماه آذر است (شکل ۵).

- باد: در محدوده‌ی مورد مطالعه بادهایی که از سمت جنوب غربی و غرب به طرف شهر آباد می‌وزند، بادهای غالب و نائب-غالب در فصل سرد هستند که با توجه به استیلای سرما در بیشتر ایام سال، این عامل دارای تأثیر بسیار زیاد بر معماری همساز با اقلیم منطقه است (اشکال ۶ تا ۸).

#### تعیین اقلیم منطقه بر اساس روش آمبرژه

با توجه به نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل عناصر اقلیمی منطقه‌ی مورد مطالعه، در طول دوره‌ی آماری ۳۰ ساله، نوع آب و هوای شهر آباد به استفاده از رابطه‌ی شماره‌ی (۳)، محاسبه گردیده است. در منطقه‌ی مورد مطالعه طی سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۹۲ میانگین بارندگی سالیانه ۱۳۱/۶۸ میلی‌متر و متوسط حداکثر دما در گرم‌ترین ماه سال ۳۴/۱۵ درجه‌ی سانتی‌گراد و متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال ۳/۷- درجه‌ی سانتی‌گراد است. بدین ترتیب

ضریب اقلیمی آمبرژه ۱۲/۰۶ و m برابر با ۳/۷- درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد، در نتیجه طبق اقلیم‌نمای آمبرژه شهر آباد در منطقه‌ی خشک سرد قرار می‌گیرد.

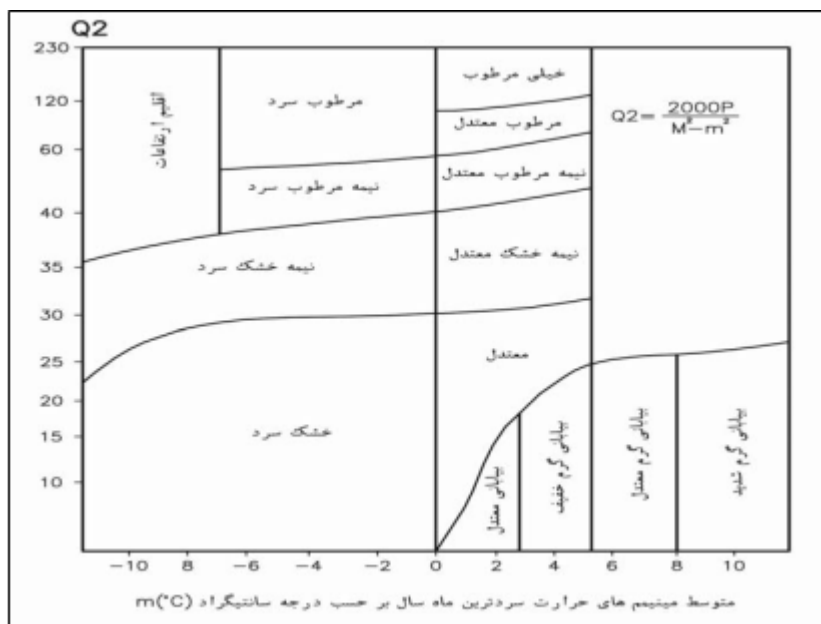
$$Q_2 = \frac{1000P}{M^2 - m^2}$$

= Q2 = ضریب اقلیمی آمبرژه؛

Q2 = ضریب اقلیمی آمبرژه؛ p = بارندگی سالانه (میلی‌متر)؛

M 2 = متوسط حداکثرهای دما در گرم‌ترین ماه سال (کلوین)؛

m 2 = متوسط حداقل‌های دما در سردترین ماه سال (کلوین) (علیزاده، ۱۳۹۱: ۲۷۴).

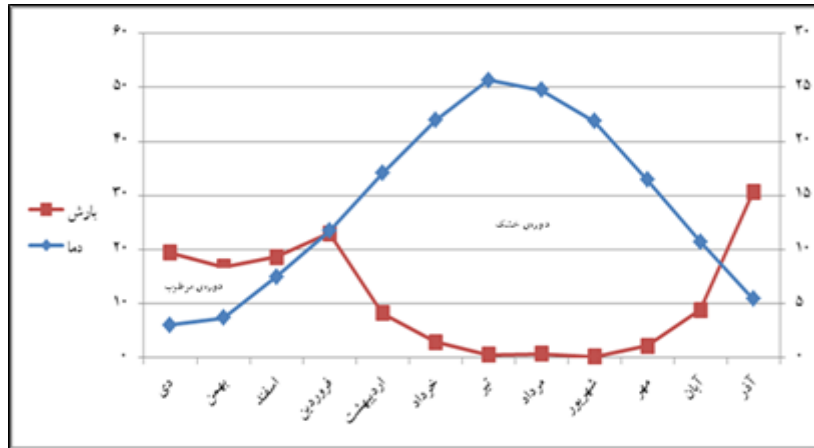


شکل ۹. موقعیت منطقه‌ی مورد مطالعه در اقلیم‌نمای آمبرژه

منبع: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

### تعیین دوره‌های خشک و مرطوب شهر آباد

نمودار آمبروترمیک برای شناخت ماه‌های خشک تهیه می‌شود. بر اساس آمار بارندگی و درجه حرارت ایستگاه سینوپتیک شهر آباد، منحنی آمبروترمیک در شکل شماره ۵ (۵)، ارائه گردیده است. بر این اساس دوره‌ی مرطوب در منطقه از دی ماه تا اواسط فروردین ماه است؛ بنابراین شهر آباد ۸ ماه از سال کمبود بارش داشته و آب و هوای خشک را تجربه می‌کند.



شکل ۱۰. نمودار آمبروترمیک منطقه‌ی مورد مطالعه دوره‌ی آماری (۱۳۶۳ تا ۱۳۹۲)

منبع: (نگارندگان، ۱۳۹۵)

تعیین محدوده‌ی آسایش در شهر آباد به روش گیونی

برای ارزیابی شرایط آسایش شهر آباد ابتدا آمار و اطلاعات مربوط به دما (متوسط حداقل و حداکثر)، و رطوبت نسبی (متوسط حداقل و حداکثر)، برای ماه‌های مختلف سال در بازه‌ی زمانی (۱۳۶۳ تا ۱۳۹۲) در جدول شماره‌ی (۳) تنظیم و سپس این آمار روی نمودار زیست‌اقلیم ساختمانی گیونی (شکل شماره‌ی ۱۱) انتقال داده شده است؛ به نحوی که برای شرایط روزانه (گرم)، متوسط حداکثر دما و متوسط حداقل رطوبت نسبی و برای شرایط شبانه (سرد)، متوسط حداقل دما و متوسط حداکثر رطوبت نسبی محاسبه گردیده است.

جدول ۳. حداقل و حداکثر دمای ماهانه و حداقل و حداکثر رطوبت نسبی ماهانه

ماه	میانگین حداقل دما	میانگین حداکثر دما	میانگین حداقل رطوبت نسبی	میانگین حداکثر رطوبت نسبی
۱ دی (زانویه)	-۳/۷۱	۹/۴۶	۲۸/۷۳	۷۳/۶۳
۲ بهمن (فوریه)	-۲/۷۴	۱۰/۰۳	۲۴/۹۰	۷۱/۱۳
۳ اسفند (مارس)	۰/۶۴	۱۴/۳۱	۱۹/۲۶	۶۳/۹۰
۴ فروردین (آوریل)	۴/۷۰	۱۸/۷۳	۱۸/۰۶	۶۲/۵۶
۵ اردیبهشت (می)	۹/۳۱	۲۴/۷۸	۱۴/۵۶	۵۳/۶۳
۶ خرداد (ژوئن)	۱۳/۲۵	۳۰/۶۸	۱۰	۳۶/۷۶
۷ تیر (جولای)	۱۷/۱۵	۳۴/۱۵	۱۰/۶۰	۳۲/۳۶
۸ مرداد (اوت)	۱۶/۱۸	۳۳/۲۸	۱۰/۷۳	۳۲/۰۳
۹ شهریور (سپتامبر)	۱۲/۹	۳۰/۸۷	۱۰/۶۰	۳۳/۸۰
۱۰ مهر (اکتبر)	۷/۵۸	۲۵/۲۸	۱۲/۹۰	۴۱/۸۳
۱۱ آبان (نوامبر)	۲/۸۳	۱۸/۶۱	۲۰/۴۰	۶۱/۰۳
۱۲ آذر (دسامبر)	-۱/۴۱	۱۲/۱۹	۲۶/۲۰	۷۰/۱۶

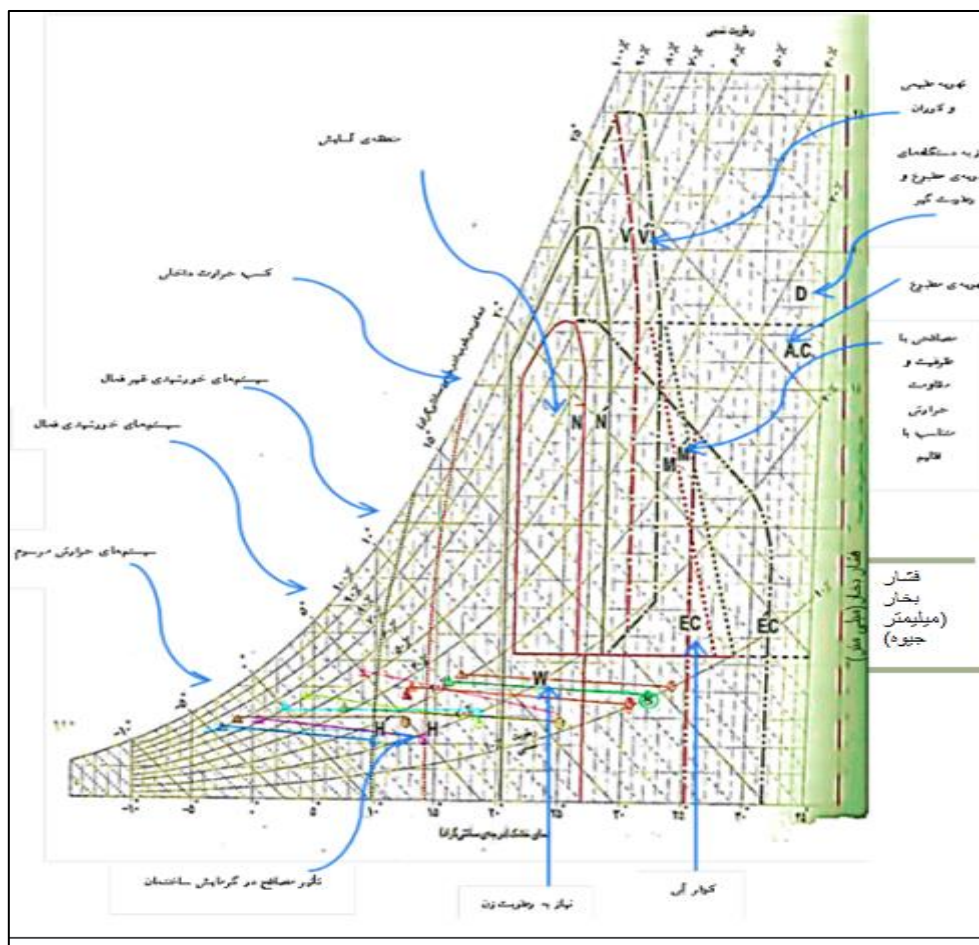
منبع: (سازمان هواشناسی کشور)

بر اساس نمودار بیوکلیماتیک گیونی، هوای منطقه در اکثر ماه‌های سال، سرد و خارج از منطقه‌ی آسایش (منطقه‌ی N، منطقه‌ای که تقریباً بین دمای ۲۰ تا ۲۸ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۸ تا ۸۵ درصد واقع شده)، قرار دارد. در

ماه‌های دی و بهمن شرایط اقلیم منطقه از ساعات ابتدایی روز خارج از محدوده‌ی  $H$  و  $H'$  قرار داشته، از این رو استفاده از مصالح سنگین (خصوصیت ظرفیت و مقاومت حرارتی مصالح)، برای ایجاد آسایش در روز و استفاده از وسایل گرمازا به منظور ایجاد آسایش در داخل ساختمان ضروری است. در ماه اسفند شرایط هوای خارج ساختمان به گونه‌ای است که در ساعت‌های اولیه‌ی روز خارج از محدوده‌ی  $H$  و در ادامه و با گذشت زمان و نزدیک شدن به ساعات پایانی روز دمای هوا خارج از محدوده‌ی  $H'$  قرار می‌گیرد که با توجه به این شرایط در طی روز استفاده از خصوصیت مصالح سنگین (ظرفیت و مقاومت حرارتی مصالح)، و در شب بهره‌گیری از وسایل گرمازا برای تأمین آسایش ساکنین بنا ضروری می‌باشد. در ماه‌های فروردین و آبان، بیش‌تر ساعات روز دمای هوا در شرایط منطقه- $H$  و  $H'$ ، نزدیک به محدوده‌ی  $W$  است و با نزدیک شدن به ساعات انتهایی روز در خارج از منطقه‌ی  $H'$  قرار دارد. این موضوع نشان دهنده‌ی تأثیر مصالح در گرم کردن ساختمان است. یعنی در روز مصالح مقاوم می‌توانند ساختمان را از مصرف انرژی، برای رسیدن به حد آسایش بی‌نیاز کنند؛ اما در شب استفاده از سیستم‌های حرارتی مرسوم جهت رسیدن به آسایش لازم است. ماه‌های اردیبهشت و مهر در ساعات ابتدایی روز دمای هوا در محدوده‌ی  $W$  قرار می‌گیرد. محدوده‌ای که فشار بخار آب زیر ۵ میلی‌متر جیوه و دما ۲۰ تا ۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد است و به دلیل کم بودن رطوبت در این محدوده به جهت ایجاد آسایش لازم است که رطوبت بیش‌تری به هوا اضافه شود. با نزدیک شدن به ساعات میانی روز دمای هوا نزدیک به شرایط محدوده‌ی  $H$  و  $H'$  قرار می‌گیرد. در این حالت شرایط دمای هوای خارج ساختمان در حدی است که نیازی به گرم کردن هوای داخل بنا نیست. به عبارت دیگر دمای حداقل داخل ساختمان بالاتر از دمای خارج بنا است. البته لازم به ذکر است که این شرایط به ویژگی ساختمان و دمای پایین قابل قبول هنگام افت فشار بستگی دارد. در ساعات انتهایی روز دمای هوا خارج از محدوده‌ی  $H'$  قرار می‌گیرد. به بیان ساده در ماه‌های مذکور در طی ساعات روز با استفاده از سیستم‌های خورشیدی غیرفعال می‌توان به آسایش رسید؛ اما در طی ساعات شب در ماه اردیبهشت با استفاده از سیستم‌های خورشیدی فعال و در ماه مهر با بهره‌گیری از سیستم‌های حرارتی مرسوم می‌توان شرایط آسایش را فراهم نمود. ماه‌های خرداد و شهریور، در ساعات اولیه‌ی روز، دمای هوا خارج از منطقه‌ی  $W$  و نزدیک به محدوده‌ی  $EC$  قرار دارد و با گذشت زمان و در ساعات میانی روز در محدوده‌ی  $W$  و  $H$  و در ساعات پایانی روز در محدوده‌ی  $H'$  قرار می‌گیرد. در نتیجه در شرایط سرد شبانه به سیستم‌های خورشیدی فعال نیاز است؛ در صورتی که در طول روز می‌توان با استفاده از سیستم‌های خورشیدی غیرفعال به آسایش رسید. ماه مرداد و مخصوصاً ماه تیر دمای هوا در ساعات اولیه‌ی روز خارج از محدوده‌ی  $W$  و بسیار نزدیک محدوده‌ی  $EC$  قرار دارد و با گذشت زمان در محدوده‌ی  $W$  قرار گرفته و در ساعات انتهایی روز در محدوده‌ی  $H$  و  $H'$  قرار می‌گیرد و لازم است برای ایجاد شرایط آسایش، گرمای خورشیدی مؤثر بر ساختمان به حداقل ممکن رسانده شود، از ورود آفتاب به داخل ساختمان جلوگیری کرده، از مصالح سنگین با ظرفیت حرارتی بالا، عایق‌کاری جدارها و بام، و از برودت حاصل از تشعشع موج بلند گرمای جدار ساختمان و سیستم سردکننده‌ی مکانیکی استفاده شود. در ماه‌های تیر و مرداد به دلیل این که شرایط دمای هوای خارج بنا در بیش‌تر ساعات روز در محدوده‌ی  $W$  و خارج از آن یعنی نزدیک به محدوده‌ی  $EC$  قرار دارد؛ در نتیجه کم بودن

رطوبت هوا باعث خارش و سوزش پوست شده از این رو مهم‌ترین عامل برای جلوگیری از این شرایط و ایجاد آرامش، افزایش رطوبت هوا و بهره‌گیری از وسایل مکانیکی سرمایشی یعنی کولر آبی است. در ماه آذر ساعت‌های ابتدایی روز شرایط دمای هوای خارج ساختمان بیرون محدوده‌ی  $H$  و نزدیک محدوده‌ی  $H'$  بوده و در طول روز خارج از این محدوده قرار دارد. در حقیقت می‌توان گفت در طول ماه آذر، حداقل دمای هوا پایین و حداکثر رطوبت بالا است. این بدان معنی است که میزان تغییرات دما و رطوبت در حدی است که شرایط اقلیم منطقه خارج از محدوده‌ی  $H$  و  $H'$  که محدوده‌ی استفاده از مصالح متناسب با اقلیم در گرمایش ساختمان است، قرار داشته؛ در نتیجه استفاده از سیستم‌های مکانیکی گرمازا در شب و مصالح متناسب با اقلیم در روز در گرمایش ساختمان بسیار مؤثر خواهد بود و بدون بهره‌گیری از این وسایل و مصالح نمی‌توان هوای داخل ساختمان را در منطقه‌ی آسایش قرار داد.

شکل ۱۱. نمودار زیست اقلیمی ساختمانی منطقه‌ی مورد مطالعه



منبع: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

تعیین منطقه‌ی آسایش آبنده با شاخص اوانز:

با انطباق میانگین ماهانه‌ی کمینه‌ی رطوبت نسبی و بیشینه‌ی دمای هوای شهر آبنده با دامنه‌ی شاخص اوانز در جدول شماره‌ی (۲)، شرایط دمای هوای روزانه در هر سه حالت تعیین می‌گردد (جدول شماره‌ی ۴). مقایسه‌ی بیشینه‌ی دمای هوا با دامنه‌ی گرمایی آسایش اوانز بیان‌گر «شرایط هوای سرد»، در حالت «الف»، ۸ ماه (ماه‌های دی، بهمن، اسفند، فروردین، اردیبهشت، مهر، آبان و آذر)، در حالت «ب»، ۶ ماه (ماه‌های دی، بهمن، اسفند، فروردین، آبان و آذر)، و در

حالت «ج»، ۴ ماه از سال (ماه‌های دی، بهمن، اسفند و آذر) است. در صورتی که «شرایط هوای گرم»، در حالت «الف»، ۲ ماه (ماه‌های تیر و مرداد)، حالت «ب»، ۴ ماه (ماه‌های خرداد، تیر، مرداد و شهریور)، و حالت «ج»، ۶ ماه (اردیبهشت، خرداد، تیر، مرداد، شهریور و مهر) را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که شرایط آسایش دمایی در حالت «الف»، در ۲ ماه (ماه‌های خرداد و شهریور)، در حالت «ب»، ۲ ماه (ماه‌های اردیبهشت و مهر)، و در حالت «ج»، نیز در ۲ ماه از سال (ماه‌های فروردین و آبان)، وجود دارد.

جدول ۴. شرایط دمایی روزانه بر پایه‌ی دامنه‌ی آسایش شاخص اوانز در شهر آباد

ماه	میانگین			دامنه گرمایی آسایش اوانز			میانگین		
	کمینه	الف	ب	مقیاس	مقیاس	مقیاس	بیشینه	مقیاس	مقیاس
رطوبت نسبی	ج	الف	ب	ج	ب	الف	دمای هوا	ج	ب
ژانویه (دی)	۲۸/۷۳	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۹/۴۶	سرد	سرد	سرد
فوریه (بهمن)	۲۴/۹۰	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۱۰/۷۳	سرد	سرد	سرد
مارس (اسفند)	۱۹/۶۶	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۱۴/۳۱	سرد	سرد	سرد
آوریل (فروردین)	۱۸/۰۶	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۱۸/۷۳	واحت	سرد	واحت
می (اردیبهشت)	۱۴/۵۶	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۲۴/۷۸	گرم	واحت	سرد
ژوئن (خرداد)	۱۰	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۳۰/۶۸	گرم	گرم	واحت
جولای (تیر)	۱۰/۶۰	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۳۴/۱۵	گرم	گرم	گرم
اوت (مرداد)	۱۰/۷۳	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۳۳/۲۸	گرم	گرم	گرم
سپتامبر (شهریور)	۱۰/۶۰	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۳۰/۸۷	گرم	گرم	واحت
اکتبر (مهر)	۱۲/۹۰	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۲۵/۲۸	گرم	واحت	سرد
نوامبر (آبان)	۲۰/۴۰	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۱۸/۶۱	واحت	سرد	سرد
دسامبر (آذر)	۲۶/۲۰	-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۰	۱۸-۲۲/۵	۱۸-۲۲/۵	۱۲/۱۹	سرد	سرد	سرد

منبع: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۵)

برای تعیین شرایط دمایی هوای شبانه، میانگین‌های ماهانه‌ی بیشینه‌ی رطوبت نسبی و کمینه‌ی دمای هوای شهر آباد نیز با دامنه‌ی شاخص اوانز سنجیده شد و شرایط دمایی هوای شبانه در هر سه حالت مشخص شد (جدول شماره-۵). مقایسه‌ی کمینه‌ی دمای هوا با دامنه‌ی گرمایی آسایش اوانز نشان دهنده‌ی وجود «شرایط هوای سرد»، در ۱۲ ماه سال در حالت‌های «الف» و «ب»، است؛ در صورتی که این شرایط در حالت «ج»، ۱۰ ماه از سال را در بر می-

گیرد. «شرایط هوای گرم»، در حالت‌های «الف»، «ب» و «ج»، وجود ندارد و «شرایط آسایش» در حالت «ج» در ماه‌های تیر و مرداد برقرار است. هوای روز و شب ماه‌های دی، بهمن، اسفند و آذر مطابق با مقیاس (ج) با وجود لباس گرم، سرد است؛ پس هوا در مقیاس (الف) و (ب) به معنای حقیقی سرد است. هوای روزهای فروردین و آبان مطابق مقیاس (ج) و در ماه‌های اردیبهشت و مهر مطابق مقیاس (ب) راحت به نظر می‌رسد، هوای سایر روزهای سال با وجود جریان محسوس هوا یعنی وزش باد با سرعت یک متر در ثانیه (شرایط مقیاس الف)، سرد خواهد بود. هوای روز ماه‌های خرداد و شهریور مطابق با مقیاس (ج) و (ب)، گرم بوده در نتیجه در صورت وزش بادی با سرعت ۱ متر بر ثانیه می‌توان شرایط آسایش مطلوب‌تر را فراهم کرد. ماه‌های تیر و مرداد نیز در روز و شب در مقیاس (الف)، گرم بوده؛ پس هوا در مقیاس (ب) و (ج)، به حدی گرم است که شرایط آسایش و راحتی وجود ندارد. در نتیجه باید تمهیداتی برای ایجاد آسایش ساکنین بنا اندیشیده شود که بارزترین آن استفاده از دستگاه خنک کننده و سرمایشی است.

جدول ۵. شرایط دمایی شبانه بر پایه‌ی دامنه‌ی آسایش شاخص اوانز در شهر آبان

ماه	میانگین بیشینه رطوبت نسبی	دفعه‌ی گرمایی آسایش اوانز			میانگین کمینه‌ی نمای هوا	شرایط دمایی هوای شبانه		
		مقیاس الف	مقیاس ب	مقیاس ج		مقیاس س	مقیاس ب	مقیاس ج
ژانویه (دی)	۷۳/۶۳	۲۵/۵-۲۸	۲-۲۵/۵	-۲۰	-۲۷/۱	سرد	سرد	سرد
فوریه (بهمن)	۷۷/۱۳	۲۵/۵-۲۸	۲-۲۵/۵	-۲۰	-۲۷/۴	سرد	سرد	سرد
مارس (اسفند)	۶۳/۹۰	۳-۲۷/۵	۲-۲۶	-۲۰	۰/۶۴	سرد	سرد	سرد
آوریل (فروردین)	۶۲/۵۶	۳-۲۷/۵	۲-۲۶	-۲۰	۴/۷۰	سرد	سرد	سرد
می (اردیبهشت)	۵۳/۶۳	۳-۲۷/۵	۲-۲۶	-۲۰	۹/۳۱	سرد	سرد	سرد
ژوئن (خرداد)	۳۶/۷۶	۳/۵-۲۹	۲-۳۶/۵	-۲۰	۱۳/۲۵	سرد	سرد	سرد
جولای (تیر)	۳۲/۳۶	۳/۵-۲۹	۲-۳۶/۵	-۲۰	۱۷/۱۵	سرد	سرد	راحت
اوت (مرداد)	۳۲/۰۳	۳/۵-۲۹	۲-۳۶/۵	-۲۰	۱۶/۱۸	سرد	سرد	راحت
سپتامبر (شهریور)	۳۳/۸۰	۳/۵-۲۹	۲-۳۶/۵	-۲۰	۱۳/۹	سرد	سرد	سرد
اکتبر (مهر)	۴۱/۸۳	۳/۵-۲۹	۲-۳۶/۵	-۲۰	۷/۵۸	سرد	سرد	سرد
نوامبر (آبان)	۶۱/۰۳	۳-۲۷/۵	۲-۲۶	-۲۰	۲/۸۳	سرد	سرد	سرد
دسامبر (آذر)	۷۰/۱۶	۲۵/۵-۲۸	۲-۲۵/۵	-۲۰	-۱/۴۱	سرد	سرد	سرد



برای تعیین شرایط دمای هوای شبانه، میانگین‌های ماهانه‌ی بیشینه‌ی رطوبت نسبی و کمینه‌ی دمای هوای شهر آباد نیز با دامنه‌ی شاخص اوانز سنجیده شد و شرایط دمای هوای شبانه در هر سه حالت مشخص شد (جدول شماره- ۵). مقایسه‌ی کمینه‌ی دمای هوا با دامنه‌ی گرمایی آسایش اوانز نشان دهنده‌ی وجود «شرایط هوای سرد»، در ۱۲ ماه سال در حالت‌های «الف» و «ب»، است؛ در صورتی که این شرایط در حالت «ج»، ۱۰ ماه از سال را در بر می‌گیرد. «شرایط هوای گرم»، در حالت‌های «الف»، «ب» و «ج»، وجود ندارد و «شرایط آسایش» در حالت «ج» در ماه‌های تیر و مرداد برقرار است. هوای روز و شب ماه‌های دی، بهمن، اسفند و آذر مطابق با مقیاس (ج) با وجود لباس گرم، سرد است؛ پس هوا در مقیاس (الف) و (ب) به معنای حقیقی سرد است. هوای روزهای فروردین و آبان مطابق مقیاس (ج) و در ماه‌های اردیبهشت و مهر مطابق مقیاس (ب) راحت به نظر می‌رسد، هوای سایر روزهای سال با وجود جریان محسوس هوا یعنی وزش باد با سرعت یک متر در ثانیه (شرایط مقیاس الف)، سرد خواهد بود. هوای روز ماه‌های خرداد و شهریور مطابق با مقیاس (ج) و (ب)، گرم بوده در نتیجه در صورت وزش بادی با سرعت ۱ متر بر ثانیه می‌توان شرایط آسایش مطلوب‌تر را فراهم کرد. ماه‌های تیر و مرداد نیز در روز و شب در مقیاس (الف)، گرم بوده؛ پس هوا در مقیاس (ب) و (ج)، به حدی گرم است که شرایط آسایش و راحتی وجود ندارد. در نتیجه باید تمهیداتی برای ایجاد آسایش ساکنین بنا اندیشیده شود که بارزترین آن استفاده از دستگاه خنک کننده و سرمایشی است.

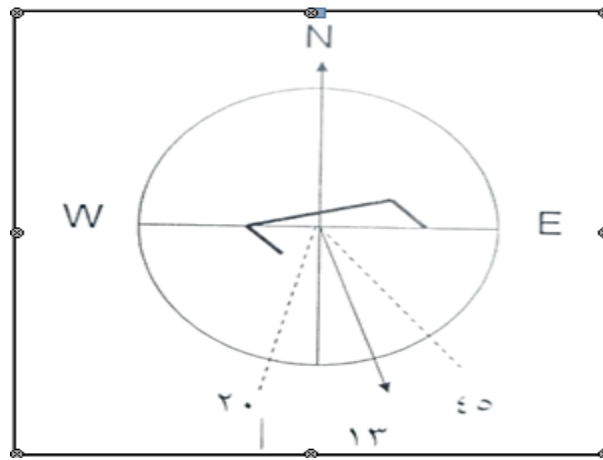
#### الگوی معماری همساز با اقلیم در مسکن سنتی آباد

شرایط اقلیمی، تأثیر مستقیمی بر معماری و بافت شهر دارد و باعث ایجاد شرایط آسایش در شهر می‌شود. کار طراح و شهرساز، استفاده از عناصر اقلیمی از طریق سامان‌دهی عناصر شهری، مهار کردن اقلیم و استفاده از آن از طریق جهت‌گیری درست شریان‌ها، انتخاب ارتفاع مناسب جداره‌ی ساختمان‌ها، تعیین عرض درست خیابان‌ها و استفاده از گونه‌های مناسب گیاهی و ... است (کامیابی و میرزائی، ۱۳۹۴: ۱۳۶). در این میان نکته‌ی مهم طراحی مسکن در اقلیم سرد، استفاده از حداکثر تابش آفتاب، به دلیل سرمای شدید است و این تنها در صورتی ممکن است که جهت‌گیری ساختمان به درستی انجام پذیرد.

#### جهت قرارگیری بنا

از آن جا که شهر آباد در حد فاصل ۳۰ درجه و ۴۹ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۹ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی واقع شده و با استفاده از دیاگرام سن پات، زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی جهت تابش اول تیر ماه (انقلاب تابستانی) به ترتیب برابر با ۸۱/۸۶ و ۱۷۴/۷۵ و زاویه‌ی تابش و زاویه‌ی جهت تابش اول دی ماه (انقلاب زمستانی) به ترتیب برابر با ۳۵/۸۶ و ۱۷۹/۱۶ محاسبه شده و همچنین با در نظر داشتن این نکته که در روز اول تابستان در عرض جغرافیایی ۳۱ درجه خورشید در حدود ساعت ۵ صبح طلوع و در ساعت ۱۹ عصر غروب می‌کند، اما در روز اول دی ماه خورشید در ساعت ۷ صبح طلوع و در ساعت ۱۷ بعد از ظهر غروب می‌کند و با توجه به این که مطابق با طبقه‌بندی اقلیمی آمبرژه و شاخص‌های زیست‌اقلیمی در شهر آباد بیشتر ایام سال هوا سرد است، مهم‌ترین اصل در معماری همساز با اقلیم منطقه ایجاد شرایط آسایش در ماه‌های سرد سال (فصل بحرانی منطقه) است؛ لذا مناسب‌ترین جهت

استقرار ساختمان در شهر آباد ۱۳ درجه‌ی جنوب شرقی است که به بیان ساده‌تر طیفی از ۴۵ درجه‌ی جنوب شرقی تا ۲۰ درجه‌ی جنوب غربی را در بر می‌گیرد. این امر در مسکن سنتی شهر آباد رعایت شده است.



شکل ۱۲. جهت مناسب استقرار ساختمان در مناطق سرد و کوهستانی

منبع: (کسمایی، ۱۳۹۲: ۱۲۷)

#### - بیلان حرارتی

تراز انرژی در یک ساختمان به میزان ورود و خروج انرژی در آن بستگی دارد. در فصل زمستان، بیلان حرارتی داخل ساختمان نسبت به محیط بیرون بر مبنای درجه حرارت قابل تحمل برای انسان (حداقل ۱۸ درجه‌ی سلسیوس) منفی است؛ از این رو باید گرمای زیادی در داخل ساختمان تولید شود تا کسری حرارت جبران شود. برعکس در تابستان این بیلان مثبت است؛ یعنی دمای داخل بیش از حداکثر دمای قابل تحمل برای انسان است و باید این مقدار حرارت تولید شده در ساختمانش کاهش یابد (آروین، ۱۳۹۳: ۱۴۸). مهم‌ترین عاملی که در بیلان حرارتی یک ساختمان می‌تواند نقش داشته باشد، جداره‌های آن (شامل دیوارها، سقف، کف و پنجره‌ها) است (احمدی‌نژاد، ۱۳۸۵: ۲۱). با دقت در طرح و تعیین ارتفاع کف پنجره‌های یک اتاق می‌توان سرعت هوا در سطوح عمودی داخل اتاق را به بهترین نحو کنترل کرد (کسمایی، ۱۳۹۲: ۷۱). در مسکن سنتی شهر آباد وجود حیاط مرکزی سبب طراحی اتاق‌ها در دور تا دور حیاط با کاربری‌های مختلف و سطح بازشوهای متفاوت شده است. در این ابنیه رعایت ارتفاع و نوع بازشوی مناسب پنجره‌ی رو به باد (بادهای زمستانی و تابستانی) که در تعیین جهت و سرعت حرکت باد در فضای داخلی اتاق نسبت به پنجره‌ی پشت به باد تأثیر بیشتری داشته و آسایش ساکنین بنا را تأمین می‌کند قابل مشاهده است.



شکل ۱۳: حیاط مرکزی در مسکن سنتی شهر آباده  
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)



شکل ۱۴: پنجره با قابلیت نور، تهویه و دید در مسکن سنتی شهر آباده  
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)



شکل ۱۵: پنجره صرفاً جهت ورود نور در مسکن سنتی شهر آباده  
(منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

برای بررسی تأثیر جداره‌ها در تراز حرارتی بنا از سه فاکتور می‌توان استفاده کرد:

- بررسی شرایط آسایش بر سطح جداره‌ی داخلی: اگر اختلاف دمای فضای داخل ساختمان با سطح داخلی دیوار کمتر از ۳ باشد (در زمستان  $+3$  و در تابستان  $-3$ ) انسان احساس آسایش نسبی می‌کند و شرایط را از نظر اختلاف دمای فضای داخل و سطح دیوار شرایط آسایش می‌نامند. این اختلاف تا ۵ نیز قابل قبول است (آروین، ۱۳۹۳: ۱۵۳). در طراحی اقلیمی به جای تکیه بر مصرف انرژی برای تأمین آسایش، تلاش می‌شود از فرم و جداره‌ی ساختمان به عنوان واسطه، بین انسان و اقلیم استفاده شود و با بهره‌گیری از جریان‌های طبیعی انرژی، آسایش لازم فراهم شود (احمدی‌نژاد، ۱۳۸۵: ۲۱). یکی از عوامل مؤثر در میزان تبادل حرارت از طریق جداره‌ها پلان ساختمان

است. پلان متراکم و فشرده‌ی مسکن سنتی شهر آبادیه سبب می‌شود تا حد زیادی از نفوذ حرارت به داخل بنا در فصل تابستان و هم‌چنین اتلاف آن در فصل زمستان جلوگیری شود.



شکل ۱۶: بافت متراکم مسکن سنتی شهر آبادیه (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

- حرارت تلف شده: هدف از محاسبه‌ی این فاکتور، طراحی تأسیسات حرارتی برای گرمایش است. در این راستا لازم است میزان اتلاف حرارت ساختمان برای سردترین شرایط در ۹۰ درصد اوقات محاسبه شود و طراحی تأسیسات حرارتی باید به گونه‌ای باشد که بتواند همان میزان حرارت را تولید نماید. لذا باید متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال به عنوان دمای طراحی سیستم‌های حرارتی منظور گردد؛ زیرا در این شرایط علاوه بر این که از حداکثر توان سیستم حرارتی برای گرمایش بهره‌برداری می‌شود، مانع ایجاد فشار بیش از حد بر سیستم‌های حرارتی و هزینه‌های اضافی برای خانواده می‌شود (آروین، ۱۳۹۳: ۱۵۳).



شکل ۱۷: اتاق‌های تو در تو در مسکن سنتی شهر آبادیه (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

- مقاومت حرارتی جداره: هر چقدر دیوار حرارت کمتری را به داخل منتقل نماید مناسب‌تر است (شقایق، ۱۳۸۳:



شکل ۱۸: تأثیر جنس مصالح و ضخامت دیوار در مقاومت و ظرفیت حرارتی مسکن سنتی شهر آباد (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

از دیگر فاکتورهای مؤثر در طراحی زیست اقلیمی ساختمان‌ها، مصالح است. عدم آگاهی از خواص فیزیکی مصالح و نحوه‌ی عمل آن‌ها در آب و هواهای مختلف سبب تضعیف و احتمالاً تخریب آن‌ها خواهد شد (پوردیپیمی، گرجی مهلبانی، ۱۳۸۶: ۱۶). در اقلیم سرد و خشک آباد، مصالح ساختمانی باید با در نظر گرفتن دو عامل شرایط بحرانی هوای خارج (میانگین حداقل دمای هوا در سردترین ماه سال) و دمای مطلوب انتخاب شوند. این اصول در معماری مسکن سنتی شهر آباد به دلیل وجود دیوارهای قطور با مصالحی از جنس خشت و گل که به وفور در منطقه یافت شده و به صورت عایق حرارتی عمل می‌کنند رعایت شده است.



شکل ۱۹: استفاده از خشت و گل در بناهای سنتی شهر آباد (منبع: نگارندگان، ۱۳۹۵)

#### – سقف

سقف به علت جهت‌گیری و سطح نسبتاً بزرگ آن منبعی مهم در گرفتن گرما در یک ساختمان می‌باشد. اشعه‌های شدید خورشید گرمای زیادی در طول روز ایجاد می‌کند که باعث افزایش دمای زیر سطح سقف می‌شود. آزمایش‌های مختلف نشان می‌دهد که حتی اگر دمای محیط اطراف فقط ۳۲ درجه باشد رسانای زیر فضاهای سقف می‌تواند

دما را از ۶۵ درجه نیز بالاتر ببرد. در ناحیه‌ی سرد از سقف‌های شیب دار با شیب زیاد یا مسطح می‌توان استفاده کرد. شیب سقف به میزان برف و دمای هوا در آن ناحیه بستگی دارد. اگر حداقل دما تا حدود ۲۰- درجه باشد می‌توان از سقف مسطح بدون جان‌پناه استفاده کرد و اگر حداقل دما تا ۱- درجه باشد از سقف شیبدار استفاده می‌شود که برف سریع‌تر آب شود (شقایق، ۱۳۸۳: ۶۵). در معماری مسکن سنتی شهر آباد به نوع کاربری فضاهای مختلف طراحی دو نوع سقف مسطح (برای فضاهایی با کاربری درجه یک مثل اتاق نشیمن و مهمان‌خانه) و طاقی (گنبدی) برای فضاهایی مانند هشتی، دالان، مطبخ و پستوها قابل مشاهده است.



-صرفه‌جویی در مصرف انرژی: این فاکتور بر اساس میزان مقاومت حرارتی (هدایت حرارتی) دیوارها نسبت به یکدیگر و یا بر اساس مقاومت حرارتی دیوار، قبل و بعد از انجام عایق کاری حرارتی سنجیده می‌شود (اسلامی، ریاضی، ۱۳۶۹: ۱۵). در مسکن سنتی شهر آباد به دلیل استفاده از مصالح متناسب با ضخامت زیاد، پایین‌تر بودن بنا از سطح کوچه، تعداد و مساحت مناسب پنجره‌ها، استفاده از وسایل گرمایشی و سرمایشی جهت ایجاد آسایش ساکنین بنا در پایین‌ترین حد قرار دارد.

### نتیجه‌گیری

در این پژوهش که با هدف بررسی تأثیر عناصر اقلیمی در معماری مسکن سنتی شهر آباد و تعیین مرزهای آسایش حرارتی در آن‌ها انجام شد؛ ابتدا آمار مربوط به پارامترهای اقلیمی (دما، بارش، رطوبت، باد و ساعات آفتابی) در بازه‌ی زمانی (۱۳۶۳ تا ۱۳۹۲) ایستگاه سینوپتیک شهر آباد مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت؛ سپس انطباق داده‌های دمایی و رطوبتی روی جداول و نمودارهای بیوکلیماتیک با بهره‌گیری از روش‌های شناخته شده‌ی گیونی و اوانز انجام شد. در ادامه با انجام عملیات میدانی و با استفاده از فهرست‌کنترل خصوصیات معماری مسکن سنتی در ۱۲ محله‌ی دارای بافت سنتی شهر آباد مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از شناخت ویژگی‌های اقلیمی منطقه با توجه به نمودار گیونی ارائه شده برای شهر آباد بیانگر آن است که هوای ماه‌های دی، بهمن، اسفند، فروردین، آبان و آذر در روز و شب سرد و خارج از منطقه‌ی آسایش قرار دارد. از این رو در ماه‌های مذکور استفاده از مصالح سنگین برای ایجاد آسایش در روز و استفاده از وسایل گرمازا به منظور ایجاد آسایش در شب در داخل ساختمان ضروری است. در ماه‌های اردیبهشت و مهر در طی ساعات روز با استفاده از سیستم‌های خورشیدی غیرفعال می‌توان

به آسایش رسید اما در طی ساعات شب در ماه اردیبهشت با استفاده از سیستم‌های خورشیدی فعال و در ماه مهر با بهره‌گیری از سیستم‌های حرارتی مرسوم می‌توان شرایط آسایش را فراهم نمود. در ماه‌های خرداد و شهریور، در شب به سیستم‌های خورشیدی فعال نیاز است؛ در صورتی که در طول روز می‌توان با استفاده از سیستم‌های خورشیدی غیرفعال شرایط آسایش را فراهم نمود. در ماه مرداد و مخصوصاً ماه تیر به دلیل کم بودن رطوبت هوا مهم‌ترین عامل برای ایجاد آرامش افزایش رطوبت هوا و بهره‌گیری از وسایل مکانیکی سرمایشی یعنی کولر آبی است.

ارزیابی اطلاعات پایه‌ای آب و هوا بر اساس جداول اوانز در شهر آباد نشان داد که هوای روز و شب ماه‌های دی، بهمن، اسفند، فروردین، آبان و آذر سرد و خارج از منطقه‌ی آسایش است. در ماه‌های اردیبهشت، خرداد، شهریور و مهر در روز شرایط آسایش وجود دارد اما در شب هوا سرد بوده و شرایط آسایش وجود ندارد. در ماه‌های تیر و مرداد در روز هوا گرم و در شب شرایط آسایش وجود دارد. لذا بهتر است در ماه‌های سرد سال که آسایش وجود ندارد با استفاده از روش‌هایی مانند عایق‌بندی مناسب دیوارها، پنجره‌ها، کف و سقف و همچنین استفاده از وسایل مکانیکی گرمازا شرایط آسایش و راحتی را در ساختمان ایجاد نمود. در ماه‌های گرم سال نیز لازم است که از وسایل مکانیکی سرمازا جهت برودت هوا استفاده نمود. همچنین می‌توان با طراحی بازشوها به سمت باد غالب فصل تابستان تا حدودی از گرمای هوای داخل بنا کاست.

نتایج حاصل از شناخت معماری کهن منطقه در راستای بحث معماری اقلیمی نمایانگر آن است که مسکن سنتی منطقه‌ی مورد مطالعه دارای بافت فشرده و اغلب یک طبقه و با مصالحی از جنس خشت و گاه گل ساخته شده است. اشکال قوسی شکل که فشار و کشش وارد آمده بر آن‌ها در اثر وزش باد کم‌تر است و همچنین کاربرد تزئینی و باربر دارند در این گونه بناها نیز به چشم می‌خورد. در این مسکن مکانی به عنوان زیرزمین وجود ندارد؛ در حالی که مسکن دو طبقه به حالت عمارت با ستون‌های گچ‌بری شده یا سنگ‌های تراشیده شده ساخته شده‌اند. در این ابنیه حیاط مرکزی به عنوان عنصر ارتباط دهنده‌ی کلیه‌ی فضاهای خانه با یکدیگر، مخزن نوری برای فضاهای داخلی و محل استراحت ساکنین بنا و به دلیل ایجاد امکان جابه‌جایی فصلی به خاطر وجود اتاق‌هایی در دور تا دور آن، تضمین‌کننده‌ی آسایش ساکنین بنا در فصل‌های مختلف سال است. پایین‌تر بودن حیاط نسبت به سطح کوچه که مهم‌ترین دلایل آن را می‌توان استفاده از مصالح جهت ساخت بنا، محافظت در برابر شرایط اقلیمی و دسترسی به آب چاه و قنات ذکر کرد در مسکن سنتی منطقه‌ی مورد مطالعه یک اصل مهم به شمار می‌رود. وجود دیوارهای ضخیم، هشتی و دالان‌های پیچ در پیچ که به حیاط مرکزی راه دارند، باغچه‌هایی در اطراف حیاط و حوضی در وسط آن، ایوان‌ها و بالکن‌های مشرف به باغچه، اتاق‌های تو در تو همراه با تاقچه‌های گچ‌بری شده و حصیرهای چوبی که برای جلوگیری از تابش نور خورشید در جلوی در و پنجره‌ی اتاق نصب شده‌اند، ارکان اصلی و اصیل در مسکن سنتی منطقه‌ی مورد مطالعه به شمار می‌روند و با توجه به نوع کاربرد و تحت تأثیر اقلیم منطقه دارای بهترین و بیش‌ترین تأثیر در آسایش ساکنین بنا بوده‌اند. به عنوان مثال وجود اتاق‌های تو در تو در زمستان از هدر رفتن انرژی جلوگیری کرده و در تابستان نیز به دلیل فشرده بودن و کم‌ترین سطوح آفتاب‌گیر با داشتن هوای خنک آسایش ساکنین خانه را فراهم می‌کرده‌اند. همچنین وجود درختان علاوه بر تأمین رطوبت، ایجاد هوای پاک و محیطی

دلپذیر، و و ایجاد سایه، به عنوان بادشکن نیز کاربرد داشته و از این رو در تأمین آسایش افراد بسیار مؤثر است. تعداد کم پنجره در دیوارهای خارجی بنا، و عدم وجود پنجره در دیوارهای رو به بادهای زمستانی در ابنیه سنتی در کنار مسئله‌ی اقلیم و محیط به رعایت اصل محرمیت که موضوع مهمی در سنت و فرهنگ است نیز اشاره دارد. دقت در موارد مذکور و سبک معماری مسکن سنتی منطقه‌ی مورد مطالعه بیان‌گر دو نکته‌ی بسیار مهم است؛ از یک سو این که ساکنان مسکن سنتی به هم‌سازی معماری با اقلیم محل سکونت خود بسیار اهمیت داده و از سوی دیگر جهت زیبایی مسکن خود از هنر و فرهنگ خود که آن هم به نوعی بر گرفته از اقلیم محل بوده بهره برده‌اند.

## منابع

- ارزانی، مصدق؛ برنا، رضا؛ مرشدی، جعفر؛ ظهوریان، منیژه (۱۴۰۱). مطالعه نقش پارامترهای اقلیمی در توسعه سیاسی و اجتماعی شهر ایلام، فصلنامه‌ی جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ش ۳: ۱۲۸-۱۱۶.
- آروین، عباس‌علی (۱۳۹۳). اقلیم و معماری و کاربرد انرژی در ساختمان و مسکن. انتشارات جهاد دانشگاهی واحد اصفهان، چاپ اول.
- اسلامی، حسین؛ و ریاضی، جمشید (۱۳۶۹). عایقکاری حرارتی ساختمان و بهینه‌سازی آن-دیدگاهی اقتصادی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- امیدوار، کمال؛ علیزاده‌ی شورکی، یحیی؛ زارعشاهی، عبدالنبی (۱۳۹۰). تعیین مطلوبیت شرایط آسایش مدارس شهر یزد بر اساس شاخص‌های زیست اقلیمی، نشریه‌ی شهر و معماری بومی، ش ۱: ۱۱۳-۱۳۱.
- اینانلو، حسین؛ محمدی، حسین (۱۳۹۳). ارزیابی آسایش اقلیمی در مسکن روستایی شمال دشت قزوین با روش ET و شاخص PET، فصلنامه‌ی جغرافیایی سرزمین، ش ۴۳: ۱۵-۲۶.
- پوردیهیمی، شهرام؛ گرجی مهربانی، یوسف (۱۳۸۶). «روش‌های طراحی معماری اقلیمی»، مجله‌ی هنر-پژوه، سال دوم، ش ۳: ۲-۲۰.
- خوش‌اخلاق، فرامرز؛ نگهبان، سعید؛ روشن، غلامرضا؛ باغبانی، حمیدرضا؛ غریبی، ابراهیم (۱۳۸۹). بررسی نقش و تأثیر تغییر اقلیم بر روی اقلیم آسایش شهر یزد با استفاده از مدل اوانز، مجله‌ی جغرافیا و توسعه، ش ۲۰: ۱۶۷-۱۸۱.
- خیری، علی؛ رضائی‌زاده‌ی مهابادی، کامران (۱۴۰۰). بررسی و ارائه راهکارهای طراحی همساز با اقلیم در نواحی گرم و مرطوب بر مبنای معماری سنتی در ساختمان‌های جدید مسکونی (مورد مطالعه: سواحل سیستان و بلوچستان)، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ش ۲: ۲۱۵-۲۲۶.
- شاهکار، آذین؛ شقاقی، شهریار (۱۳۹۳). بررسی و تحلیل معماری همساز با اقلیم با روش ماهانی، اوانز و گیونی (مطالعه‌ی موردی شهر سهند، ایران)، همایش ملی الکترونیکی دستاوردهای نوین در علوم مهندسی و پایه: ۶.
- شقاقی، شهریار (۱۳۸۳). انرژی پاک در خانه، راهکاری برای کاهش مصرف سوخت، مجله شهرداری‌ها، سال ششم، ش ۷۰: ۶۵.
- شيعه، اسماعیل (۱۳۸۳). مقدمه‌ای بر مبانی برنامه‌ریزی شهری. دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، مرکز انتشارات.



- صادقی روش، محمد حسن؛ و طباطبایی، مهدی (۱۳۸۸). تعیین محدوده آسایش حرارتی در شرایط آب و هوایی خشک، نشریه هویت شهر، سال سوم، ش ۴ (بهار و تابستان): ۳۹-۴۶.
- طاوسی، تقی؛ و عبدالحی، آرام (۱۳۸۹). ارزیابی شاخص‌های دمایی و معماری همساز با اقلیم روانسر، نشریه جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز)، ش ۳۲: ۱۲۵-۱۵۰.
- عطایی، هوشمند؛ هاشمی نسب، سادات؛ و صداقت‌زادگان، محبوبه (۱۳۹۳). ارزیابی تطابق اقلیم و معماری بازارهای قدیم و جدید بافت تاریخی شهر اصفهان با استفاده از مدل ماهانی، مطالعات و پژوهش‌های شهری و منطقه‌ای، ش ۲۳: ۵۹-۷۴.
- علیزاده، امین (۱۳۹۱). اصول هیدرولوژی کاربردی. انتشارات دانشگاه امام رضا(ع)، مشهد.
- قبایکلو، زهرا (۱۳۸۰). روش‌های تخمین محدوده آسایش حرارتی، مجله هنرهای زیبا، ش ۱۰: ۷۴-۶۸.
- کامیابی، سعید؛ و میرزائی، ندا (۱۳۹۴). تطبیق معماری با اقلیم بر اساس شاخص‌های حرارتی نمونه موردی: اقلیم سرد و خشک مشهد، فصلنامه‌ی مطالعات فرهنگی- اجتماعی خراسان، زمستان ۱۳۹۴، ش ۳۸: ۱۱۹-۱۴۲.
- کریم‌زاده، سارا؛ لشکری، حسن؛ برنا، رضا؛ شریعت پناهی، مجیدولی (۱۴۰۰). میزان انطباق جهت معماری ساختمان‌های قدیم و جدید شهر سقز از منظر اقلیمی، فصلنامه جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای، ش ۴: ۲۰۹-۱۸۳.
- کسمایی، مرتضی (۱۳۸۲). راهنمای طراحی اقلیمی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن. تهران، چاپ دوم، نشر خاک.
- کسمایی، مرتضی (۱۳۹۲). اقلیم و معماری. تهران، چاپ نشر خاک.
- کوئینگز برگر، اوتو؛ اینگرسول، تی، می هیو، آلن وزوکولی، اس (۱۳۶۸). راهنمای طراحی اقلیمی. ترجمه مرتضی کسمایی. مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن.
- محمدی، حسین (۱۳۸۵). آب و هواشناسی کاربردی. انتشارات دانشگاه تهران.
- منشی‌زاده، رحمت‌الله؛ حسینی، ابراهیم؛ اجاق، عقیل؛ و شعبانی، حمیده، (۱۳۹۱). آسایش حرارتی و تأثیر ارتفاع ساختمان‌ها بر خرد اقلیم فضاهای شهری نمونه‌ی موردی خیابان شهرداری تهران (حد فاصل میدان تجریش تا میدان قدس)، فصلنامه‌ی آمایش محیط، ش ۲۰: ۱۰۹.
- میرلطفی، محمودرضا؛ توکلی، مرتضی؛ و بندانی، میثم (۱۳۹۱). بررسی تطبیقی وضعیت استقرار جهات جغرافیایی مسکن روستایی و مصرف انرژی در منطقه سیستان، فصلنامه مسکن و محیط روستا، (۱۳۸): ۳۹-۵۲.
- یاران، علی؛ و مهران‌فر، ارس (۱۳۹۲). الگوهای مناسب اقلیمی در بافت‌های مسکونی کم ارتفاع (بررسی تطبیقی شهرهای با اقلیم معتدل: واشنگتن دی. سی، ریچموند، ویرجینیابج، آنتالیا، رشت، سئول، نی‌گاتا، فصلنامه‌ی باغ نظر، ش ۲۷: ۳-۱۴).

Clarke. j. F. and W. bach. (1971), Comparison of the comfort condition in different urban and suburban microenvironment. International journal of biometeorology. Volume 15. Number 1. March.

Emmanuel. R. (2005), Thermal comfort implications of urbanization in a warm humid city: The Colombo metropolitan region (CMR); Sri Lanka, Building and Environment, Vol. 40.

Evola. G, Marletta. L, Castanzo. V, Caruso. G, (2015), Different strategies for improving summer thermal comfort in heavy weight traditional buildings, Journal: Energy Procedia, Volume 78, November 2015, Pages 3228-3233.

Farraj f. Al-ajmi, D.L. loveday (2010), Indoor thermal conditions and thermal comfort in air-conditioned domestic buildings in the dry-desert climate of Kuwait, Journal: Building and Environment, Volume 45, Issue 3, March 2010, Pages 704-710.

Fishman, D.S.; Pimbert, S.L. (1979). Survey of subjective responses to the thermal environment in offices indoor climate. Danish Building Research Institute Copenhagen, Denmark, 677- 692.

Givoni, v.B.)1977(, "Climatic Consideration in Building and Urban Design", Wiley, New York .

Kader, k.; Erby, K. (2016), A study on the sustainable architectural characteristics of traditional anatolian houses and current building design precepts, Journal: Procedia - Social and Behavioral Sciences, Volume 216, 6 January 2016, Pages 810-817

Oikonomou, A. Bougiatioti, F. (2011). Architectural structure and environmental performance of the traditional buildings in Florina, NW Greece Journal: Building and Environment, Volume 46, Issue 3, March 2011, Pages 669-689.

Olgay, V. (1957), "Solar Control and Shading Devices", Princeton University Press, Princeton, New Jersey .

Toy, S., Yilmaz, S., Yilmaz, h. )2007(. Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey. Building.