

بررسی شاخص‌های آسایش اقلیمی و طراحی معماری همساز با اقلیم شهر زنجان

مهدی مدیری

دانشیار برنامه‌ریزی شهری، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، تهران، ایران

مهدی خزایی^۱

دانشجوی دکتری اقلیم‌شناسی، دانشگاه تهران، تهران، ایران

احسان مدیری

عضو باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۴/۰۶/۳۱

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۴/۰۵/۰۵

چکیده

توجه به طراحی معماری همساز با اقلیم، یکی از مسائل مهمی است که می‌توان با استفاده از وضعیت غالب طبیعی هر منطقه، بهترین شرایط را در جهت جذب، کنترل و حتی صرفه جویی انرژی، در داخل و خارج از ساختمان‌ها در فصل گرم و سرد سال فراهم نمود. در این پژوهش با استفاده از شاخص‌های اقلیم آسایش گیونی، الگی، دمای موثر، شاخص سوزباد و همچنین بررسی داده‌های معماری در جهت استقرار ساختمان‌ها و ... بهترین حالات برای قرار گرفتن ساختمان‌ها مشخص گردید. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در شاخص‌های آسایش دمایی از قبیل گیونی، الگی و دمای موثر، شهر زنجان در ماه‌های ژولای و آگوست در محدوده آسایش قرار داشته و ماه‌های ژوئن و سپتامبر (منطقه آسایش فصل سرد در شاخص دمای موثر) با کمی فاصله از این محدوده قرار گرفته‌اند. همچنین با توجه به فصل سرد طولانی در شهر زنجان و تعداد زیاد روزهای همراه با یخبندان، بهترین جهت استقرار ساختمان‌ها و همچنین پنجره‌ها و نورگیرها، جهت شمال شرقی - جنوب غربی است، در این جهت در فصل سرد سال علاوه بر ساختمان‌ها، سطح معابر و خیابان‌ها نیز تا پیش از ظهر بیشترین میزان انرژی را دریافت می‌کنند. در مقابل در نیمروز فصل گرم سال با قرار دادن سایبان‌هایی با عمق حداکثر ۱.۵ تا ۲ متر می‌توان ورود تابش آفتاب به داخل ساختمان را کنترل نمود.

واژگان کلیدی: آسایش اقلیمی، شاخص‌های زیست اقلیمی، جهت ساختمان، عمق سایبان، شهر زنجان

مقدمه

یکی از اهداف اصلی طراحان ساختمان نائل شدن به آسایش با کمترین هزینه در هر دو بخش پول و انرژی می‌باشد. در این راستا یکی از مسائل عمده و دشوار تعریف آسایش است. مطالعات در مورد آسایش انسان در دو دسته شاخص‌های حسی و تنش‌های فیزیولوژیکی ارزیابی می‌شود (Griffiths, 1981: 1428). طراحی همساز با اقلیم عبارت است از نگهداری وضعیت میکروکلیمای مسکن در محدوده آسایش، صرف نظر از وضعیت خارج از ساختمان. محدوده آسایش وضعیتی است که در آن حدود ۸۰ درصد مردم احساس راحتی می‌کنند (فرج زاده و همکاران، ۱۳۸۷: ۱۶۲). آب و هوا نقش مهمی در زندگی ما دارد به طوری که نوع پوشش لباس، خرید لباس، نوع کشت محصولات زراعی و ... را تعیین می‌کند. اگرچه هوا و اقلیم بر تمام جنبه‌های زندگی انسان اثرگذار هستند اما احتمالاً بیشترین و سریع‌ترین اثرات آن‌ها بر آسایش انسان ظاهر می‌شود (Ahrens, 2001: 17). شرایط اقلیمی و محیطی پارامترهای خیلی مهمی در طراحی ساختمان‌ها هستند. ساختمان‌های طراحی شده فضای مناسبی برای آسایش انسان ایجاد می‌کنند و این آسایش ممکن است با احساس کاملاً طبیعی یا آرامش روحی-روانی شخص درون محیط ساختمان تعریف شود (Givoni, 1976).

مقوله آسایش گرمایی و به طور خاص سرمایش از جمله مقولاتی است که به جهت نقشی که در مطلوب سازی محیط و بوم دارد، حائز اهمیت فراوان است. در واقع آسایش گرمایی عامل اصلی شکل دهنده معماری هر منطقه است. در یک سکونتگاه انسانی توجه به اقلیم با مکانیسم‌های سرمایش، گرمایش، موجب افزایش احساس آرامش و ارتقای سطح زندگی و نهایتاً پایداری می‌گردد (برزگر و مفیدی شمیرانی، ۱۳۸۹: ۱۳).

برای جلوگیری از اشعه مستقیم خورشید به درون ساختمان، حتماً باید از قبل زاویه تابش خورشید محاسبه گردد، چرا که طراحی اندازه و ابعاد دقیق پنجره و نورگیرها مستلزم داشتن زاویه یا ارتفاع تابش خورشید است. در ضمن طراحی پنجره و نورگیرها بدون طراحی سایبان‌های آن‌ها کامل نخواهد شد (رازجویان، ۱۳۸۸: ۱۰۶). ایجاد سایه بر روی پنجره‌ها یا دیوارهای شیشه‌ای، مانع تابش مستقیم آفتاب به سطح شیشه می‌شود در نتیجه حرارت ناشی از تابش آفتاب در فضای پشت شیشه به شدت کاهش می‌یابد چرا که حرارت در این حالت به صورت رسانش و تابش است و به ندرت این انتقال به صورت رسانش از شیشه انجام می‌شود. سایبان‌های خارجی می‌تواند تا ۹۰ درصد و سایبان‌های داخلی (پرده کرکره) تنها ۲۰ تا ۲۵ درصد اثر حرارتی تابش آفتاب را در داخل یک اتاق کاهش دهند (کسمایی، ۱۳۹۱: ۵۰).

در طی فصل تابستان که هوا گرم است، در دمای عامل^۲ ۲۵ درجه سانتی گراد، عموماً در داخل ساختمان‌های بدون سیستم خنک کننده مقبول خواهد بود و فقط تعداد کمی از افراد احساس ناراحتی می‌کنند. در دمای عامل بین ۲۵ تا ۲۸ درجه سانتی گراد، تعداد بیشتری از افراد احساس ناراحتی می‌نمایند چنانچه دمای هوا برای مدت طولانی بالاتر از ۲۸ درجه سانتی گراد قرارگیرد، بیشتر افراد احساس ناراحتی می‌کنند (پوردیهمی، ۱۳۹۰: ۱۲۹).

^۲. operative temperature

نمودار زیست اقلیمی الگی یکی از اولین کوشش‌هایی بود که برای طراحی آگاهانه ساختمان‌های محیطی ایجاد گردید. این نمودار در دهه ۱۹۵۰ برای در نظر گرفتن، اقلیم بیرونی در طراحی ساختمان توسعه پیدا کرد (Marafia and Sayigh, 1998:9). در درون ساختمان‌ها ۶۰ درصد از گرمای بدن به وسیله تابش و ۲۵ درصد هم به وسیله تبخیر از ریه‌ها و پوست صورت می‌گیرد. در بیرون از ساختمان‌ها افزون بر آن، گرمایش بدن به وسیله همرفت ناشی از انتقال باد بیشتر کاهش می‌یابد. آسایش انسان در درجه اول به دما، رطوبت نسبی و سرعت باد وابسته است (Barry and Chorley, 2003: 396). در نواحی سرد، مهم‌ترین عامل برای استقرار ساختمان‌های مسکونی، حفظ حرارت داخلی ساختمان است، برای این منظور شکل ساختمان‌ها ترجیحاً باید فشرده و سطح تماس کمی با هوا یا اتمسفر داشته باشد تا از دست دادن گرما را کاهش دهد (Coch, 1998:75).

در طی روزهای فصل سرد پوشش گیاهی به ویژه درختان شرایط دمایی را به دلایل ذیل پایین نگه می‌دارند: ۱- کاهش تابش رسیده به پنجره‌ها، دیوارها و پشت بام‌ها به وسیله ایجاد سایه درختان ۲- کاهش امواج بلند گرمایی زمین به سبب دمای سطحی پایین سطوح نفوذناپذیر آسفالت و زمین‌های سفت و سخت و ۳- کاهش گرمایش ناشی از هدایت و همرفت به دلیل دمای پایین که تبخیر و تعرق پوشش گیاهی ایجاد کرده اند (Huang, 1987: 1104).

معماران سنتی یا قدیمی از منابع محدود برای رسیدن به حداکثر آسایش و راحتی انسان استفاده می‌کردند. در ساختمان‌های قدیمی، اقلیم تعیین کننده‌ترین عامل در احداث بناها بود. با پیشرفت تکنولوژی در احداث ساختمان‌ها، گرمایش و سرمایش در ساختمان‌های مدرن و جدید آسان شده است (Anir Kumar, 2006: 169). این وجود جهت استقرار ساختمان‌ها نقش مهمی در کاهش اتلاف انرژی و افزایش ذخیره انرژی داخلی ساختمان‌ها بدست می‌دهد، مثلاً در مطالعات ذیل مشخص گردیده است که: بهترین جهت برای استقرار ساختمان‌های دارای نمای یک طرفه شهر سبزوار، جهت‌های ۱۵ و ۳۰ درجه شرقی و در ساختمان‌های دو طرفه، زاویه ۱۵ درجه شرقی و جهت شمالی - جنوبی بهترین جهت‌های قرارگیری ساختمان است، در این جهات در فصل گرم سال کمترین میزان انرژی و در فصل سرد سال بیشترین انرژی را دریافت می‌کند (حسین آبادی و همکاران، ۱۳۹۱: ۱۱۳).

با توجه به دو عامل باد و تابش آفتاب، بهترین جهت برای استقرار ساختمان‌ها در شهر گرگان، جهت جنوب تا جنوب غربی می‌باشد، این محدوده هم موجب ورود جریان هوای مطبوع و ملایم می‌شود و هم با ایجاد سایبان مناسب بر روی پنجره، می‌توان ورود تابش آفتاب به داخل ساختمان را کنترل نمود (مدیری و دیگران، ۱۳۹۱: ۱۵۵). به طور کلی مناسب‌ترین موقعیت برای جذب تابش خورشید بر روی سقف بام‌ها جهت جنوب است (Marco 1998: 191).

روش انجام پژوهش

در این پژوهش برای بررسی تاثیر عناصر اقلیمی بر معماری شهر زنجان، از داده‌های^۳ دمای هوا، دمای تر، رطوبت نسبی، سرعت باد و تعداد روزهای یخبندان در یک دوره آماری ۵۶ ساله (۱۹۵۶ - ۲۰۱۰) استفاده شده است. در

۳. از داده‌های میانگین ماهانه استفاده شده است.

مقابل در بررسی داده‌های معماری علاوه بر استفاده از نمودارهای زیست اقلیمی گیونی، اولگی، از نمودار دمای موثر و شاخص سوزباد و همچنین از روابط زاویه تابش آفتاب، عمق سایبان، عمق نفوذ آفتاب به داخل ساختمان و طول سایه ساختمان‌ها استفاده گردیده است.

جدول ۱. مختصات شهر زنجان

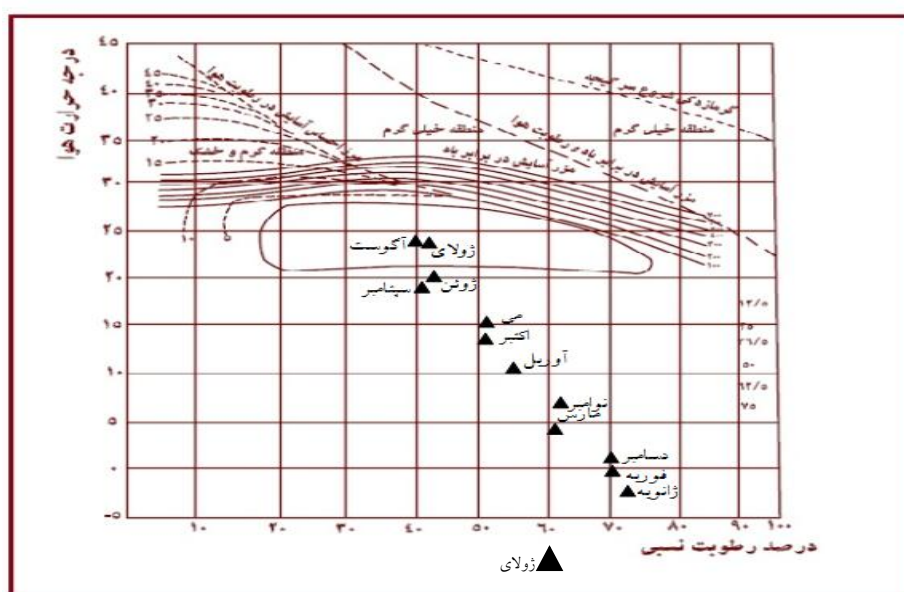
شهر	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	ارتفاع بر حسب متر
زنجان	36° 40' 59"	48° 28' 59"	۱۶۶۳

منبع: یافته‌های تحقیق

کمترین میزان دمای ماهانه شهر زنجان در ژانویه در حدود ۲.۵- درجه سانتی گراد و بیشترین دمای ماهانه در ژولای در حدود ۲۳ درجه سانتی گراد می‌باشد. در مقابل بیشترین تعداد روزهای همراه با یخبندان در ماه ژانویه در حدود ۲۹ روز و در ماه‌های ژوئن تا سپتامبر روزهای یخبندانی به وقوع نمی‌پیوندد. همچنین بیشترین میزان رطوبت نسبی ماهانه شهر زنجان در ماه ژانویه حدود ۷۳ درصد و کمترین مقدار آن در ماه ژولای در حدود ۴۱ درصد می‌باشد. میزان بارندگی سالانه شهر زنجان در حدود ۳۱۱ میلی متر است.

بحث و نتایج

بر اساس جدول زیست - اقلیمی اولگی، شهر زنجان در ماه‌های ژولای و آگوست در محدوده آسایش قرار داشته و ماه‌های ژوئن و سپتامبر هم در نزدیکی این محدوده قرار داشته و نیازی به وسایل گرما زا در داخل ساختمان وجود ندارد. در ماه‌های آوریل، می و اکتبر از محدوده آسایش فاصله گرفته و سرانجام در ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر کاملاً از محدوده آسایش خارج شده به طوری که در داخل ساختمان نیاز به وسایل حرارت زا برای رسیدن به آسایش گرمایی نیازی ضروری است.

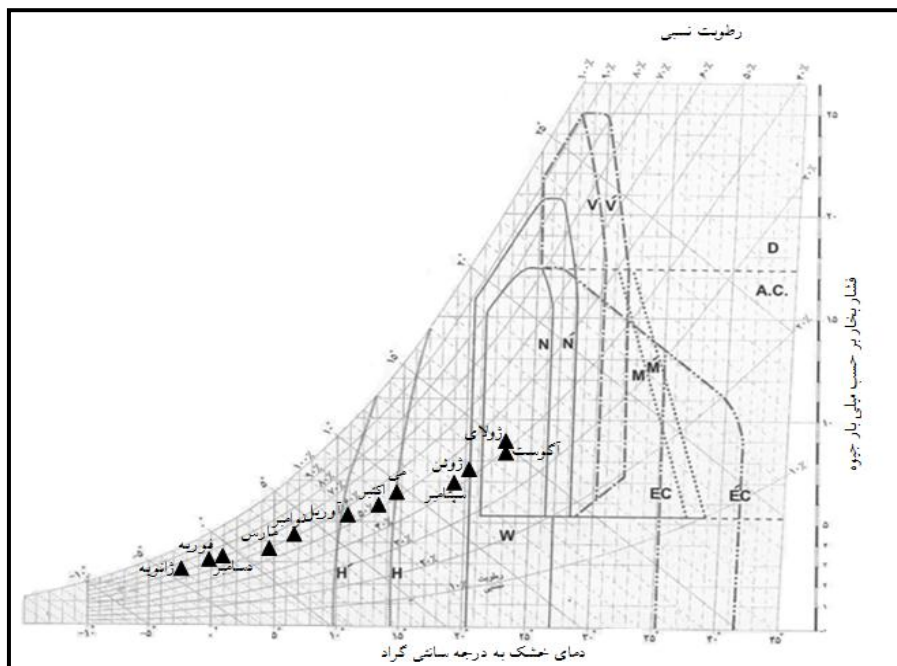


شکل ۱. نمودار زیست اقلیمی اولگی منبع: Olgyay, 1963

شاخص زیست - اقلیمی ساختمانی گیونی

این نمودار را گیونی در دهه ۶۰ ارائه کرده است. به طور کلی محدوده‌های این نمودار که شرایط دمایی و رطوبتی شهر زنجان در داخل آن واقع شده است به شرح ذیل می‌باشد:

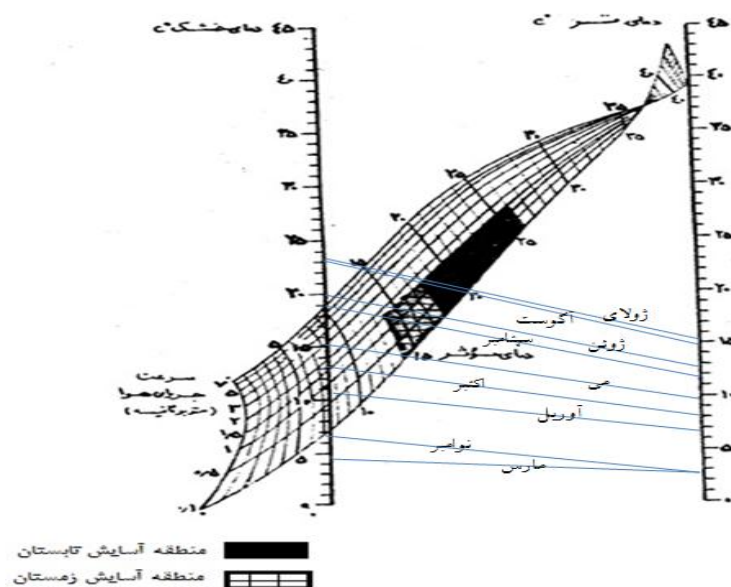
محدوده N را می‌توان در صورت استراحت و فعالیت سبک و در صورت نبود جریان محسوس هوا، به عنوان منطقه آسایش در نظر گرفت. ماه‌های ژولای و آگوست شهر زنجان در این محدوده قرار می‌گیرد این محدوده تقریباً دمای بین ۲۰ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۱۸ تا ۸۰ درصد قرار دارد. در محدوده‌های H و H' که دارای دمای بین ۱۰ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد هستند، در این شرایط در داخل ساختمان نیازی به گرم کردن هوا در داخل ساختمان وجود ندارد. ماه‌های آوریل، می، ژوئن، سپتامبر و اکتبر در این محدوده قرار می‌گیرند در محدوده‌های پایین‌تر از این دو منحنی که با دمای کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد مشخص می‌شود، برای ایجاد آسایش در داخل ساختمان حتماً باید از وسایل گرم‌کننده استفاده کرد. در این محدوده ماه‌های ژانویه، فوریه، مارس، نوامبر و دسامبر واقع شده است.



فشار بخار بر حسب میلی بار جویوه

شکل ۲. نمودار زیست - اقلیمی ساختمانی گیونی

بر اساس نمودار دمای موثر، در ماه‌های ژولای و آگوست (منطقه آسایش فصل تابستان) با سرعت باد ۰.۵ متر بر ثانیه، دمای موثر در حدود ۱۹ درجه سانتی‌گراد و اگر سرعت باد ۲ متر بر ثانیه باشد، دمای موثر در دو ماه ژولای و آگوست در حدود ۱۷.۵ درجه سانتی‌گراد خواهد بود. در مقابل منطقه آسایش فصل زمستان در شهر زنجان با دو ماه ژوئن و سپتامبر مشخص می‌گردد. در ماه ژوئن با سرعت باد ۰.۵ متر بر ثانیه، دمای موثر حدود ۱۷ درجه سانتی‌گراد و در ماه سپتامبر با همین سرعت باد، دمای موثر ۱۶ درجه سانتی‌گراد خواهد بود و با سرعت باد ۲ متر بر ثانیه، دمای موثر در ماه‌های ژوئن و سپتامبر به ترتیب ۱۴ و ۱۳ درجه سانتی‌گراد است.



شکل ۳. نمودار دمای موثر

شاخص سوزباد^۴

سوزباد از ترکیب دو عنصر دما و باد ایجاد می‌گردد. در حقیقت سوزباد همان دمای واقعی است که در محیط بیرون، بر اثر همزمان دو پارامتر دما و باد احساس می‌کنیم.

شاخص سوزباد در کشورهایی که در نواحی سرد واقع شده‌اند، کاربرد وسیعی دارد به طوری که در یک نظر سنجی که در کشور کانادا انجام گرفته است، نشان می‌دهد که در حدود ۸۲ درصد از مردم این کشور در فصل زمستان برای برنامه ریزی‌های روزمره در بیرون از منزل از اطلاعات حاصل از شاخص سوزباد استفاده می‌کنند (درگایان و میرزایی، ۱۳۸۵: ۲۳). سنجش عناصر مختلف جوی با استفاده از دستگاه‌ها و ابزارهای مختلفی صورت می‌گیرد اما از آنجا که پدیده سوزباد به صورت ترکیبی عمل می‌کند، استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری برای سنجش این پدیده غیر ممکن است به همین دلیل برای اندازه‌گیری این پدیده از روابط ریاضی استفاده می‌کنند.

هواشناسان به جای استفاده از شاخص سوزباد از شاخص معادل سوزباد که معرف وضعیت گرمایش و سرمایش محیط است، استفاده می‌کنند (پوردیهمی، ۱۳۹۰: ۴۸). همچنین بررسی‌های رسولی و عزیززاده (۱۳۸۶: ۴۶) براساس این شاخص در محدوده شهر اهر نشان می‌دهد استفاده از شاخص دمای معادل سوزباد، نتایج دقیق‌تر و منطبق بر دمای واقعی را نسبت به شاخص سوزباد بدست می‌دهد. به همین منظور در ذیل به بررسی این شاخص برای محدوده شهر زنجان پرداخته می‌شود. برای محاسبه سوزباد از رابطه ذیل استفاده می‌گردد.

$$\text{Wind chill} = 13.12 + 0.6215T - 11.37(V^{0.16}) + 0.3965T(V^{0.16})$$

در رابطه بالا T دمای هوا به درجه سانتی‌گراد و V سرعت باد بر حسب کیلومتر بر ساعت می‌باشد (Ahrens, 2009: 80).

⁴. Wind chill index

جدول ۲. دمای معادل سوزباد بر حسب درجه سانتی گراد

آرام	۱۰	۵	۰	-۵	-۱۰	-۱۵	-۲۰	-۲۵	-۳۰	-۳۵	-۴۰	-۴۵	-۵۰
۱۰	۸.۶	۲.۷	-۳.۳	-۹.۳	-۱۵.۳	-۲۱.۱	-۲۷.۲	-۳۳.۲	-۳۹.۲	-۴۵.۱	-۵۱.۱	-۵۷.۱	-۶۳
۱۵	۷.۹	۱.۷	-۴.۴	-۱۰.۶	-۱۶.۷	-۲۲.۹	-۲۹.۱	-۳۵.۲	-۴۱.۴	-۴۷.۶	-۵۱.۶	-۵۹.۹	-۶۶.۱
۲۰	۷.۴	۱.۱	-۵.۲	-۱۱.۶	-۱۷.۹	-۲۴.۲	-۳۰.۵	-۳۶.۸	-۴۳.۱	-۴۹.۴	-۵۵.۷	-۶۲	-۶۸.۳
۲۵	۶.۹	۰.۵	-۵.۹	-۱۲.۳	-۱۸.۸	-۲۵.۲	-۳۱.۶	-۳۸	-۴۴.۵	-۵۰.۹	-۵۷.۳	-۶۳.۷	-۷۰.۲
۳۰	۶.۶	۰.۱	-۶.۵	-۱۳	-۱۹.۵	-۲۶	-۳۲.۶	-۳۹.۱	-۴۵.۶	-۵۲.۱	-۵۸.۷	-۶۵.۲	-۷۱.۷
۳۵	۶.۳	-۰.۴	-۷	-۱۳.۶	-۲۰.۲	-۲۶.۸	-۳۳.۴	-۴۰	-۴۶.۶	-۵۳.۲	-۵۹.۸	-۶۶.۴	-۷۳.۱
۴۰	۶	-۰.۷	-۷.۴	-۱۴.۱	-۲۰.۸	-۲۷.۴	-۳۴.۱	-۴۰.۸	-۴۷.۵	-۵۴.۲	-۶۰.۹	-۶۷.۶	-۷۴.۲
۴۵	۵.۷	-۱	-۷.۸	-۱۴.۵	-۲۱.۳	-۲۸	-۳۴.۸	-۴۱.۵	-۴۸.۳	-۵۵.۱	-۶۱.۸	-۶۸.۶	-۷۵.۳
۵۰	۵.۵	-۱.۳	-۸.۱	-۱۵	-۲۱.۸	-۲۸.۶	-۳۵.۴	-۴۲.۲	-۴۹	-۵۵.۸	-۶۲.۷	-۶۹.۵	-۷۶.۳
۵۵	۵.۳	-۱.۶	-۸.۵	-۱۵.۳	-۲۲.۲	-۲۹.۱	-۳۶	-۴۲.۸	-۴۹.۷	-۵۶.۶	-۶۳.۴	-۷۰.۳	-۷۷.۲
۶۰	۵.۱	-۱.۸	-۸.۸	-۱۵.۷	-۲۲.۶	-۲۹.۵	-۳۶.۵	-۴۳.۴	-۵۰.۳	-۵۷.۲	-۶۴.۲	-۷۱.۱	-۷۸

دمای هوا بر حسب درجه سلسیوس

محدوده سایه دار شده نشان دهنده این است که در حدود ۳۰ دقیقه یا کمتر از آن، بافت‌های بدن در اثر سرما دچار سرمازدگی یا یخ‌زدگی می‌شوند (Ahrens, 2009: 81).

جدول ۳. مقادیر شاخص دمای معادل سوزباد در فصل سرد سال

ماه‌ها	میانگین دما بر حسب درجه سلسیوس	سرعت باد بر حسب کیلومتر بر ساعت	دمای سوزباد	معادل
دسامبر	۰.۸	۵.۹	-۱.۰۶	
ژانویه	-۲.۵	۶.۷	-۳.۶	
فوریه	-۰.۴	۷.۶	-۳.۱	

همانطور که در جدول فوق مشاهده می‌شود، سرعت باد نقش زیادی در کاهش دما و اتلاف بیشتر انرژی محیط دارد. به طوری که در ماه دسامبر میانگین دمای ماهانه ۰.۸ درجه سانتی گراد است اما با وزش باد با سرعت ۵.۹ کیلومتر در ساعت، دما تا حدود ۱.۰۶- درجه سلسیوس کاهش یافته است. همچنین در ماه ژانویه و فوریه با افزایش سرعت باد دمای هوا کاهش می‌یابد؛ در دماهای پایین هرچه سرعت باد افزایش یابد، دمای معادل سوزباد کاهش یافته و هر چه سرعت باد کاهش یابد (کمتر از ۴ تا ۵ کیلومتر در ساعت) آنگاه دمای واقعی و دمای معادل سوزباد به هم نزدیک بوده و تقریباً یکسان می‌شوند.

محاسبه میزان تابش در فصل گرم سال

برای محاسبه زاویه تابش خورشید از فرمول زیر استفاده شده است (لشکری، ۱۳۹۰: ۱۲۶).

$$\sin H = (\sin L \times \sin D) + (\cos L \times \cos D \times \cos T)$$

در فرمول فوق:

H - زاویه تابش خورشید؛ L - عرض جغرافیایی محل؛ D - زاویه میل زمین (زاویه میل زمین از فرمول $D = 23.5 \times \sin D$ بدست می‌آید). در این فرمول D فاصله از نزدیک‌ترین اعتدالین به روز است و T - زمان تابش خورشید می‌باشد.

همچنین برای تعیین زاویه تابش آفتاب می‌توان از فرمول زیر استفاده کرد (قائمی، ۱۳۷۵: ۵۶).

$$\alpha = 90 - \theta + \delta$$

α - زاویه تابش خورشید؛ θ - عرض جغرافیایی شهر مورد نظر؛ δ - زاویه میل تابش عمودی خورشید که در انقلاب تابستانی $23.5^{\circ}+$ و در انقلاب زمستانی $23.5^{\circ}-$ در نظر گرفته می‌شود

موقعیت خورشید در آسمان با دو زاویه سمت و ارتفاع مشخص می‌شود. زاویه ارتفاع خورشید، زاویه‌ای است که شعاع واصل بین چشم ناظر و خورشید با صفحه افق می‌سازد و زاویه سمت خورشید، زاویه‌ای است که تصویر همان شعاع بر روی صفحه افق در جهت عقربه ساعت با راستای شمال جغرافیایی به وجود می‌آورد (رازجویان، ۱۳۸۸: ۱۰۶).

جدول ۴. مقادیر زاویه تابش خورشید در ساعات مختلف (فصل گرم سال)

ساعات	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
ماه‌ها					
۲۱ مارس (اول فروردین)	۴۰.۸۴	۴۸.۸۷	۵۳.۲۸	۵۲.۷۱	۴۷.۳۶
۲۱ آوریل (اول اردیبهشت)	۵۰.۹۳	۶۰.۱	۶۵.۰۶	۶۳.۲۸	۵۵.۸۳
۲۲ می (اول خرداد)	۵۶.۸۸	۶۷.۳	۷۳.۵۲	۷۰.۷۷	۶۱.۵۷
۲۲ ژوئن (اول تیر)	۵۷.۵۵	۶۸.۶۱	۷۶.۱۹	۷۳.۷۹	۶۴.۴
۲۳ ژوئیه (اول مرداد)	۵۶.۵۲	۶۷.۵۱	۷۵.۱۵	۷۳.۵۴	۶۴.۳۸
۲۳ آگوست (اول شهریور)	۵۲.۵	۶۲.۵۶	۶۸.۸۱	۶۷.۶۷	۵۹.۹۹

همانطور که ملاحظه می‌شود، بیشترین میزان تابش در ساعت ۱۲ ظهر به وقوع می‌پیوندد. می‌توان گفت که از ماه می تا ماه آگوست از ساعت ۱۱ تا ۱۳ زاویه تابش بیشتر از 67° درجه است، این افزایش تابش با توجه به اقلیم سرد و نسبتاً خشک شهر زنجان سبب شده است، شرایط آسایش دمایی در این موقع از سال را فراهم کند و نیازی به وسایل خنک کننده را ایجاد نمی‌کند.

برای تعیین عمق سایبان افقی به نسبت ارتفاع پنجره، بایستی از رابطه نسبت ارتفاع پنجره به تانژانت زاویه تابش خورشید، استفاده شود (طاوسی و عبدالهی، ۱۳۸۹: ۱۴۳).

$$D = \frac{H}{\tan \alpha}$$

در رابطه فوق:

D - عمق سایبان بر حسب متر

H - ارتفاع پنجره بر حسب متر

α - زاویه تابش خورشید

جدول ۵. عمق سایبان در ساعات مختلف روز اول هر ماه (به متر)

ساعات	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴
ماه‌ها					
۲۱ مارس (اول فروردین)	۲.۳۱	۱.۷۴	۱.۴۹	۱.۵۲	۱.۸۴
۲۱ آوریل (اول اردیبهشت)	۱.۶۲	۱.۱۵	۰.۹۳	۱	۱.۳۵
۲۲ می (اول خرداد)	۱.۳۰	۰.۸۴	۰.۵۹	۰.۷۰	۱.۰۸
۲۲ ژوئن (اول تیر)	۱.۲۷	۰.۷۸	۰.۴۹	۰.۵۸	۰.۷۰
۲۳ ژوئیه (اول مرداد)	۱.۳۲	۰.۸۳	۰.۵۳	۰.۵۹	۰.۹۶
۲۳ آگوست (اول شهریور)	۱.۵۳	۱.۰۳	۰.۷۷	۰.۸۲	۱.۱۵

در فصل سرد سال به ویژه در دی ماه زاویه تابش خورشید بسیار کوچک است، اما از آنجا که نسبت گرمای دریافتی با زاویه تابش نسبت عکس دارد، نباید با طراحی سایبان‌های بزرگ مانع ورود تابش آفتاب در این فصل به داخل ساختمان شد. علاوه بر این میزان گرما در این فصل برای گرم کردن ساختمان‌ها کافی نبوده، بنابراین در فصل سرد سال نباید مانع ورود تابش آفتاب به داخل ساختمان شد. می‌توان برای عمق مناسب سایبان از مقدار زاویه تابش در ماه‌های مهر و فروردین استفاده کرد. بر این اساس می‌توان گفت سایبان با عمق حداکثر دو متر در فصل گرم سال مانع نفوذ تابش آفتاب به داخل ساختمان می‌شود و در فصل سرد سال از نفوذ تابش آفتاب به داخل ساختمان جلوگیری نمی‌کند.

محاسبه عمق نفوذ آفتاب

$$L = \frac{H}{\tan \alpha}$$

= عمق نفوذ آفتاب به داخل ساختمان بر حسب متر L

= ارتفاع سقف پنجره از کف ساختمان بر حسب متر H

α = زاویه تابش آفتاب (علیجانی، ۱۳۷۳: ۶۰) «در این فرمول، زاویه تابش در روز اول دی ماه، که کمترین مقدار را دارا می‌باشد و بیشترین نفوذ به داخل ساختمان را در فصل سرد می‌تواند داشته باشد، محاسبه گردیده است»

$$L = \frac{2.2}{\tan 29.81} = 3.8$$

همانطور که محاسبه نشان می‌دهد عمق نفوذ آفتاب به داخل ساختمان در ساعت ۱۲ در روز اول دی ماه ۳.۸ متر است. بنابراین سایبانی که در فصل گرم سال حدود ۲ متر و حتی کمتر از آن پیشامدگی داشته باشد، علاوه بر اینکه به طور کامل در نیمروز فصل گرم سال مانع نفوذ تابش آفتاب به داخل ساختمان می‌شود، در فصل سرد سال نیز این سایبان با این پیشامدگی، مانع نفوذ تابش به داخل ساختمان نمی‌شود و تابش آفتاب به راحتی تا عمق ساختمان نفوذ می‌کند.

جهت ساختمان‌ها

شهر زنجان در یک دوره آماری ۵۶ ساله (۱۹۵۵ - ۲۰۱۰) به طور متوسط سالانه دارای ۱۱۹ روز یخبندان می‌باشد که حدود ۱۱۲ روز آن در ماه‌های نوامبر تا مارس رخ می‌دهد، تعداد زیاد روزهای همراه با یخبندان و همچنین وجود جریانات هوایی سرد و خشک در این ماه‌ها در این شهر علاوه بر کاهش شدید دمای هوا، سبب کانالیزه شدن جریان‌ها به ویژه در معابر و خیابان‌های تنگ و باریک شده و سبب تداوم و ماندگاری بیشتر سطوح سرد و یخ زده در این شهر شده است. با توجه به موارد پیش گفته، بهتر است نورگیرها و پنجره ساختمان‌ها در جهت شمال شرقی - جنوب غربی قرار گیرند (در فصل سرد سال با توجه به اینکه زاویه تابش خورشید از اول نوامبر تا اواخر فوریه در ساعت ۱۲ ظهر که خورشید بیشترین ارتفاع خود می‌رسد، کمتر از ۴۵ درجه می‌باشد) تا در ساعات پیش از ظهر که دمای هوا پایین است، بیشترین میزان تابش را کسب کنند. در مقابل در فصل گرم سال در ساعات نیمروز که

خورشید به بیشترین ارتفاع خود می‌رسد، زاویه تابش بزرگ شده (بیش از ۶۷ درجه)، می‌توان با قرار دادن سایبانی با کمتر از طول ۱.۵ متر بر بالای پنجره‌ها و نورگیرها، ورود تابش آفتاب به داخل ساختمان را کنترل نمود. می‌توان برای محاسبه طول سایه ساختمان‌ها از فرمول ساده ذیل استفاده کرد (غیور، ۱۳۷۳).

$$\text{ارتفاع ساختمان} \\ \text{طول سایه} = \frac{\text{ارتفاع ساختمان}}{\text{تانژانت H}}$$

H = زاویه تابش آفتاب

جدول ۶. مقادیر سایه ایجاد شده در پشت یک دیوار ۹ و ۱۵ متری در روز اول دی ماه

زمان	سایه ایجاد شده در پشت ساختمان ۹ متری	سایه ایجاد شده در پشت ساختمان ۱۵ متری
ساعت ۱۰ صبح	H	H
	I	I
ساعت ۱۲ ظهر	H	H
	I	I
ساعت ۲ بعدظهر	H	H
	I	I

با توجه به جدول فوق، یک ساختمان^۵ و ۳ طبقه با ارتفاع ۹ و ۱۵ متر به ترتیب در ساعات ۱۰ صبح، ۲۲ و ۳۷ متر سایه ایجاد می‌کنند. همین ساختمان‌ها در روز اول دی ماه در ساعت ۱۲ ظهر که خورشید به بیشترین ارتفاع خود می‌رسد سایه‌ای در حدود ۱۵ و ۲۶ متر ایجاد می‌کنند. بنابراین با توجه به عمق سایه ایجاد شده بهتر است معابر و خیابان‌ها دارای جهاتی شمال شرقی - جنوب غربی و یا حتی المقدور جهت شمالی - جنوبی داشته باشند، در این حالت سبب می‌شود تابش خورشید از ساعات طلوع آفتاب تا نزدیکی‌های ظهر بر سطح معابر و خیابان‌ها بتابد و اثرات یخ‌زدگی این سطوح را به حداقل برساند.

نتیجه‌گیری

شهر زنجان دارای اقلیم سرد و نسبتاً خشکی است، فصل گرم آن کوتاه و محدود به ماه‌های ژوئن تا سپتامبر می‌باشد. اما محدوده آسایش آن با توجه به شاخص‌های زیست اقلیمی گیونی و الگی ماه‌های ژولای و آگوست می‌باشد، همچنین در شاخص دمای موثر، این دو ماه محدوده آسایش فصل گرم سال را تشکیل می‌دهند و ماه‌های ژوئن و سپتامبر، منطقه آسایش زمستان را نشان می‌دهند. همچنین محاسبه شاخص سوزباد، اثرات کاهش بیشتر دمای حاصل از سرعت باد را در ماه‌های دسامبر، ژانویه و بویژه فوریه را به خوبی در این شهر مشخص کرده است. از ماه اکتبر تا آوریل سرمای هوا بسیار زیاد بوده و برای رسیدن به محدوده آسایش، استفاده از وسایل حرارت زا در داخل ساختمان‌ها ضروری می‌باشد.

^۵ به طور متوسط ارتفاع ساختمان‌های شهر زنجان که به خیابان(اصلی و فرعی) وصل می‌شود در حدود ۱۰ تا ۱۵ متر (۳ تا ۵ طبقه) می‌باشد، در این پژوهش ارتفاع ۱۵ متر برای ارتفاع ساختمان‌ها و مشخص کردن طول سایه آن‌ها به کار برده می‌شود تا از این طریق بتوان طول سایه کامل ساختمان‌های بلند هم تا حد امکان مورد بررسی قرار گیرد.

به طور کلی بهترین جهت برای استقرار ساختمان‌ها، جهت شمال شرقی - جنوب غربی می‌باشد، در این جهت ساختمان‌های شهر در فصل سرد سال که زاویه تابش مایل بوده (از طلوع آفتاب تا هنگام ظهر) بیشترین میزان انرژی را دریافت می‌کنند، با توجه به اینکه ساختمان‌های این شهر در فصل سرد سال بیشترین میزان سایه را بر روی خیابان‌های اصلی و فرعی ایجاد می‌کنند، جهات شمال شرقی - جنوب غربی و یا حداکثر جهت شمالی - جنوبی برای معابر و خیابان‌ها سبب می‌شود تابش آفتاب بیشترین تماس را با این سطوح داشته و سرمای زیاد و یخ‌زدگی این سطوح را کاهش می‌دهد. در مقابل در نیمروز فصل گرم سال (ماه‌های ژوئن تا اوایل سپتامبر) که خورشید به بیشترین ارتفاع خود می‌رسد، با قرار دادن سایبانی به عمق ۱.۵ متر بر بالای پنجره‌ها و نورگیرها، می‌توان از ورود تابش آفتاب به داخل ساختمان جلوگیری کرد.

منابع

- برزگر، زهرا؛ مفیدی شمیرانی، سید جواد (۱۳۸۹). چگونگی بهره‌گیری از توده زمین در معماری بومی جهان به مثابه یکی از تکنیک‌های سرمایه‌های ایستا در بنا، فصلنامه باغ نظر، شماره ۱۵، سال هفتم، صص ۱۳ - ۲۶.
- پور دیهیمی، شهرام (۱۳۹۰). زبان اقلیمی در طراحی محیطی پایدار «کاربرد اقلیم‌شناسی در برنامه‌ریزی و طراحی پایدار» جلد دوم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- حسین آبادی، سعید؛ لشکری، حسن؛ سلمانی مقدم، محمد (۱۳۹۱). طراحی اقلیمی ساختمان‌های مسکونی شهر سبزوار با تأکید بر جهت‌گیری ساختمان و عمق سایبان، فصلنامه جغرافیا و توسعه، سال دهم، شماره ۲۷، صص ۱۰۳-۱۱۶.
- درگاهیان، فاطمه؛ میرزایی، حشمت ا... (۱۳۸۵). شاخص سوزیاد به عنوان یک شاخص اقلیمی موثر بر راحتی انسان، مجله نیوار، شماره ۶۰ و ۶۱، صص ۱۹ - ۳۰.
- رازجویان، محمود (۱۳۸۸). آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.
- رسولی، علی اکبر؛ عزیززاده، محمدرضا (۱۳۸۶). ارزیابی شاخص‌های محاسبه سرمایه‌های بادی «مطالعه موردی: شهرستان اهر» فصلنامه فضای جغرافیایی، سال هفتم، شماره ۲۰، صص ۴۵-۶۴.
- طاوسی، تقی؛ عبدالمهی، آرام (۱۳۸۹). ارزیابی شاخص‌های آسایش دمایی و معماری همساز با اقلیم شهر روانسر، نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی (دانشگاه تبریز) سال ۱۵، شماره ۳۲، صص ۱۲۵-۱۵۰.
- طاوسی، تقی؛ عطایی، هوشمند؛ کاظمی، آزیتا (۱۳۸۷). اقلیم و معماری مدارس نوساز شهر اصفهان، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱۱، صص ۹۷-۱۱۳.
- علیچانی، بهلول (۱۳۷۳). نگرشی نو در کاربرد آب و هواشناسی در مدیریت منابع و توسعه کشور (نقش آب و هوا در طراحی مسکن) تحقیقات جغرافیایی، شماره ۳۵، صص ۴۵ - ۶۱
- غیور، حسن علی (۱۳۷۴). اقلیم کاربردی تشعشع و دما در ارتباط با معماری «مطالعه موردی درباره شهر اصفهان» رشد آموزش جغرافیا، شماره ۳۸، صص ۲۳ - ۳۲.
- فرج زاده 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 ۱۲، شماره ۲، صص ۱۶۱-۱۸۰.
- قائمی، هوشنگ (۱۳۷۵). هواشناسی عمومی، انتشارات سمت.

کسمایی، مرتضی (۱۳۹۱). اقلیم معماری، تهران: نشر خاک.

لشکری، حسن (۱۳۹۰).

اصول و مبانی تهیه و تفسیر نقشه‌ها و نمودارهای اقلیمی، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی.

مدیری، مهدی؛ ذهاب ناظوری، سمیه؛ علی بخشی، زهرا؛ افشارمنش، حمیده؛ عباسی، محمد (۱۳۹۱) بررسی جهت مناسب استقرار ساختمان‌ها بر اساس تابش آفتاب و جهت باد (مطالعه موردی: گرگان) فصلنامه علمی-پژوهشی جغرافیا (برنامه ریزی منطقه‌ای) سال دوم، شماره ۲، صص ۱۴۱-۱۵۶.

Ahrens, Donald. C (2001) Essentials of meteorology an invitation to the atmosphere, third edition, Australia.

Ahrens, Donald. C (2009) Meteorology Today: An introduction to Weather, climate, and the Environment, 9th Ed.P.

Barry, Roger G. Chorley, Richard J (2003) Atmosphere, Weather and Climate, Rutledge, London and New York, Eighth edition.

Finns, peter I. Bach, Charles L and Beebe, Robert C (1981) climate and architecture: TVA climatic data base, journal of applied meteorology, V 20, 1450-1458.

Givoni, Barunch, (1976) man, climate and architecture New York, Elsevier, 285-290.

Griffiths, John.F (1981) the learning Process Related to architecture and the atmosphere, Journal of applied meteorology, V20, 1428 – 1430.

Helena, Coch(1998)Bioclimatism in Vernacular Architecture, Renewable and sustainable Energy Reviews, pergamon, 67-87.

Huang, Y.J, Akbari, H.Taha and Rosenfeld, A.H(1987) the potential of vegetation in reducing summer cooling Loads in residential Buildings, journal of climate and applied meteorology, V 26, 1103-1116.

Marco Sala (1988) technology for modern architecture, Renewable and sustainable Energy Reviews, pergamon, 189-234.

Marco, Sala (1998) technology for modern architecture, Renewable and sustainable Energy Reviews, pergamon, 189-234.

Olgay, Victor (1963), Design with Climate, Princeton University Press.

Sayigh, Ali; Marafia, Hamid (1998) thermal comfort and the development of Bioclimatic concept in design, Renewable and sustainable Energy Reviews, pergamon, 3-24.

Upadhyay, anir kumar. yoshida, harunori and bahador rijal, hom(2006), climate responsive building design in the Kathmandu valley, journal of Asian architecture and building engineering, V 5, No 1, 169-176.

Review of Comfort Indices of climate and architectural design in harmony with the climate of Zanjan

Mahdi Modiri

Associate Prof. of Urban Planning, Malek-e-Ashtar University of Technology, Tehran, Iran

Mahdi Khazaei*

Ph.D. student in Climatology, University of Tehran, Tehran, Iran

Ehsan Modiri

Young Researchers & Elites Club, Sciences & Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

Abstract

Attention to architectural design in harmony with the climate is one of the important issues that can using the dominant situations of natural in every region provided best conditions in order to attract, control and energy savings inside and outside of buildings in warm and cold season. In this study, using indexes of comfort climate Givoni, Olgyay, effective temperature, chill wind indicators and survey architecture data in orientation of establishment buildings and..., the best condition was determined for establishment of them. The results show that in the thermal comfort indices such as Givoni, Olgyay and effective temperature, Zanjan have been in the comfort zone during the months of July and August and the months of June and September (Comfort Zone cold season in the effective temperature index) with a little distance from the range have been. Also due to the long cold season in Zanjan and the large number of days with frost, best to locate buildings and windows and skylight, is northeast- southwest, in the direction, in the cold season in addition to buildings, passages and streets before noon will receive the greatest amount of energy. Against At noon in the warm season, placing canopies with a maximum depth of 1.5 to 2 meters can be controlled entry of sunlight into the building.

Keywords: climate comfort, bioclimatic indicators, building orientation, canopy depth, Zanjan

Received Date: 27 July 2015

Accepted Date: 22 September 2015

* (Corresponding author) M.khazaei14@ut.ac.ir