

مبانی طراحی اقلیمی واحدهای مسکونی شهر یزد (مبانی حرارتی و نورگیری)

دکتر سعید جهانبخش

دانشیار گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز

نجم اسمعیل پور

دانشجوی دوره دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تبریز

چکیده

در این تحقیق برای دستیابی به برخی از اصول طراحی اقلیمی در مناطق گرم و خشک، شهر یزد به عنوان نمونه انتخاب شده است. ابتدا شرایط بیوکلیمای انسانی این شهر بر اساس مدل ترچونگ^۱ تعیین گردیده و سپس اقلیم فیزیولوژیک برای هر ماه مشخص شده است. نتایج این قسمت از مطالعه نشان می‌دهد که در شهر یزد تنها در ماه‌های اکتبر و آوریل، شرایط آسایش حرارتی شبانه روزی برقرار بوده و در شب‌های ماه‌های مه و سپتامبر نیز شرایط حرارتی تا حدی فراهم بوده است. در ماه‌های ژوئن، ژوئیه و اوت، شرایط بیوکلیمایی بسیار سخت حاصل از گرمای هوا حاکم بوده است و همچنین در ماه‌های دسامبر، ژانویه و فوریه شرایط سخت بیوکلیمایی حاصل از برودت هوا وجود داشته است. در مرحله بعدی این مطالعه، اصول حاکم بر طراحی اقلیمی کالبد ساختمان (بر اساس مدل ماهانی) و احکام معماری ساختمان به منظور ایجاد شرایط آسایش در داخل بنا (بر اساس نمودار زیست-اقلیم ساختمانی گیونی) استخراج گردیده است. در مرحله نهایی با استفاده از دیاگرام مسیر عبور خورشید اقدام به تعیین نور مطلوب و نامطلوب گردیده و بر این اساس شرایط نورگیری ساختمان برای شهر یزد ارائه شده است.

واژگان کلیدی: زیست اقلیم انسانی، آسایش اقلیمی، احکام معماری، طراحی اقلیمی ساختمان

۱- مقدمه

ماهیت سرپناه انسان به میزان زیادی به شرایط زندگی وی وابسته بوده و اقلیم، مبنایی برای تعیین این نوع سرپناه است (Oliver, 1973). در محیطی که شرایط آب و هوایی برای زندگی انسان متعادل و مناسب باشد، احداث مسکن کمتر مورد توجه است. ولی در شرایطی نظیر مناطق گرم و خشک و نواحی بیابانی، مسکنی مقاوم در برابر فرسایش باد و توفان های ماسه‌ای و تابش شدید خورشید مورد نیاز است (علیچانی، ۱۳۷۳). به اعتقاد اولگی انتظار نمی‌رود که مسائل ناشی از شرایط نامساعد جوی تنها از طریق روش های طبیعی حل و فصل شوند. از طرفی عوامل اقلیمی یاری دهنده نیز هر یک محدودیت های خاص خود را دارند. بنابراین انتظار می‌رود که معمار، سر پناه مورد نیاز را به گونه‌ای طراحی نماید که بهترین امکانات طبیعی در آن به کار گرفته شده باشد (کوئینسبرگ، ۱۳۶۸).

شهر یزد دارای آب و هوای گرم و خشک است. آشنایی با شرایط اقلیمی چنین مناطقی تنها از طریق بررسی داده‌های خام آب و هوایی میسر نمی‌باشد. در چنین مناطقی با تجزیه و تحلیل داده‌های آب و هوایی و ترکیب آن‌ها با یکدیگر می‌توان به راه حل‌ها و روش‌هایی دست یافت که در صورت اجرا به کاهش شرایط سخت اقلیم محلی می‌انجامند. به عبارت دیگر لازمه طراحی صحیح اقلیمی تحت هر شرایط آب و هوایی تجزیه و تحلیل آمارهای هواشناسی و نیازهای آسایش انسان است (قبادیان و فیضی، ۱۳۷۲).

۲- هدف تحقیق و روش بررسی

اقلیم تأثیر عمده‌ای بر احداث ساختمان و مصرف انرژی در آن دارد. فرآیند تعیین، فهم و کنترل تأثیرات اقلیمی بر مکان ساختمان شاید بحرانی‌ترین قسمت طراحی یک ساختمان باشد. اهداف کلیدی طراحی هر ساختمان عبارتند از:

الف - کاهش هزینه انرژی ساختمان، ب - استفاده از انرژی طبیعی به جای سیستم و نیروی مکانیکی، پ - فراهم کردن محیط‌های راحت و سالم برای مردم، ت - کمک به سالم‌سازی محیط‌زیست از طریق صرفه‌جویی در مصرف سوخت (منبع اینترنتی، ۱۴).

دستیابی به اهداف فوق، مستلزم هماهنگ‌سازی ساختمان و به‌طور کلی محیط مسکونی با شرایط اقلیمی حاکم بر آن است. لذا در این تحقیق سعی شده است تا با شناخت اقلیم محلی و تعیین ضرایب راحتی بر اساس مدل ترچونگ^۱، اصول طراحی اقلیمی ساختمان بر اساس مدل ماهانی^۲ و احکام معماری ساختمان بر اساس مدل گیونی^۳ برای شهر یزد ارائه گردد. همچنین با استفاده از دیاگرام مسیر عبور خورشید، مبانی نورگیری ساختمان برای کاهش تاثیر نور نامطلوب و استفاده از نور مطلوب در اقلیم یزد استخراج گردیده است. بدین منظور از داده‌های اقلیمی ایستگاه سینوپتیک شهر یزد در دوره زمانی ۱۹۵۲ تا ۲۰۰۰ استفاده شده است.

۳- موقعیت جغرافیایی و نوع اقلیم شهر یزد

شهر یزد در ۵۴ درجه طول شرقی و ۳۲ درجه عرض شمالی با ارتفاع ۱۲۲۰ متر از سطح دریا واقع گردیده و بر اساس روش تقسیم‌بندی اقلیمی، کوپن دارای اقلیم نوع BWSah می‌باشد (عدل، ۱۳۳۹). ویژگی اقلیم نوع B نشانه کمی بارندگی سالیانه در مقایسه با نیازهای آبی گیاه است. در اقلیم نوع BW، میزان بارندگی سالیانه (سانتی متر) کمتر از معدل درجه حرارت سالیانه (سانتی گراد) می‌باشد. مفاهیم سایر علایم عبارتند از:

(s): قسمت اعظم بارندگی زمستانه بوده و بارندگی پرباران‌ترین ماه سال حداقل سه برابر ریزش‌های کم‌باران‌ترین ماه می‌باشد.

(a): دمای متوسط گرم‌ترین ماه سال بیش از ۲۲ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

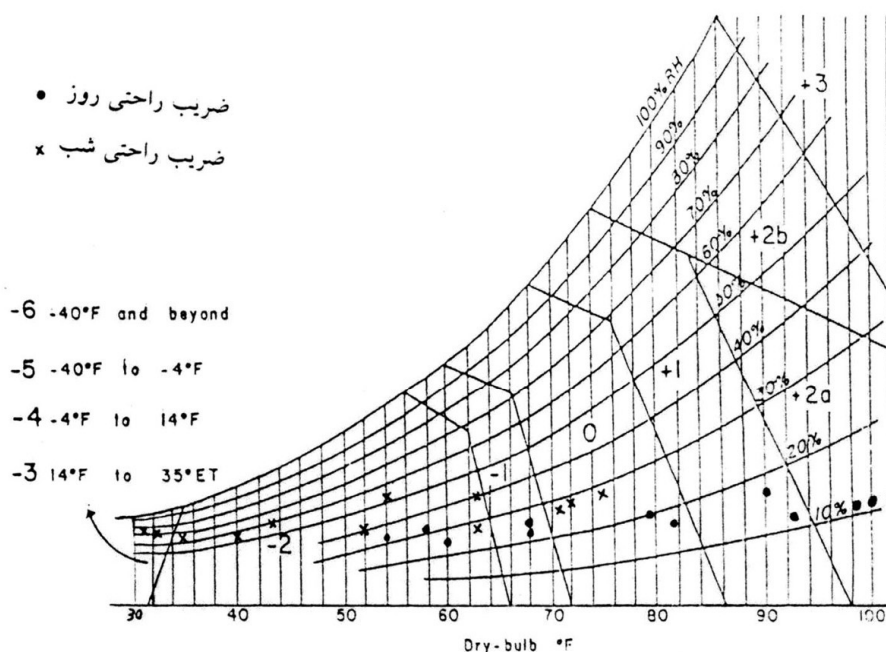
(h): دمای متوسط سالانه بالاتر از ۱۸ درجه سانتی‌گراد است. در تقسیم‌بندی دما رتن و بر اساس داده‌های اقلیمی دوره مورد مطالعه، شهر یزد دارای اقلیم خشک با شاخص کمتر از ۱۰ و زیر اشکوب خشک بیابانی می‌باشد.

۴- عناصر اقلیمی مورد نیاز طراحی ساختمان

از دیدگاه اقلیمی، پایه و اساس شکل‌گیری محیط‌های مسکونی، فراهم ساختن آسایش حرارتی انسان و شرایط محیطی مناسب برای بهتر زیستن است (توسلی، ۱۳۶۰). عناصر اقلیمی مورد نیاز طراحی ساختمان در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- عناصر اقلیمی مورد نیاز طراحی ساختمان (منبع اینترنتی، ۱۴)

دما	متوسط حداکثر ماهانه، متوسط حداقل ماهانه، متوسط ماهانه	°C
رطوبت	رطوبت‌های نسبی ابتدای صبح، ابتدای بعد از ظهر، حداقل و حداکثر ماهانه	%
تابش	متوسط ماهانه	W/m2 یا Mj/m2
باد	سرعت و جهت باد غالب	M/s
بارندگی	بارش ماهانه	mm



شکل ۱- موقعیت ضرایب راحتی روز و شب در ماه‌های مختلف براساس داده‌های آماری ایستگاه یزد (۱۹۵۲ تا ۲۰۰۰)

۵- بررسی شرایط بیوکلیمای انسانی شهر یزد

منظور از شرایط بیوکلیمای انسانی، مجموعه شرایطی است که از نظر حرارتی حداقل برای ۸۰٪ افراد مناسب باشد. به عبارتی انسان تحت آن شرایط نه احساس سرما و نه احساس گرما نماید که حالت خنثی بودن حرارتی تعبیر دیگر آن است (قبادیان و فیضی، ۱۳۷۲). یکی از مدل‌های سنجش آسایش انسان مدل ترجونگ می‌باشد. این مدل ضمن استفاده از کلیه فاکتورهای اقلیمی یعنی تابش، دما، رطوبت، باد و ساعات آفتابی، بر پایه تعیین و بکارگیری دو ضریب راحتی و تاثیر خنک‌کنندگی بنا شده است. در این مدل برای تعیین ضریب راحتی از شکل ۱ استفاده می‌شود. این نمودار نشانگر نوع احساسی است که انسان تحت شرایط متفاوت عناصر اقلیمی و با پوشش لباس معمولی (۰/۵ تا ۰/۷ clo) و عدم فعالیت فیزیکی به دست می‌آورد. موقعیت نقاط تلاقی متوسط درجه حرارت ماهانه و حداکثر رطوبت نسبی تعیین کننده ضریب راحتی شب بوده و نقاط تلاقی متوسط درجه حرارت حداکثر ماهانه و حداقل رطوبت نسبی تعیین کننده ضریب راحتی روز می‌باشد. در این مرحله با استفاده از جداول آسایش ترجونگ، گروه مربوط به هر یک از ماه‌ها تعیین شده

جدول ۲- شاخص آسایش بر اساس مدل ترجونگ (Oliver, 1973)

سمبل	-۶	-۵	-۴	-۳	-۲	-۱	۰	+۱	+۲a	+۲B	+۳
احساس غالب	فوق سرما	فوق العاده سرد	خیلی سرد	سرد	قدری سرد	خنک	آسایش گرم	داغ	به شدت داغ	فوق العاده داغ	

جدول ۳- تعیین ضریب راحتی شبانه‌روزی هر ماه در شهر یزد بر مبنای داده‌های آماری سال‌های ۱۹۵۲ تا ۲۰۰۰

ضریب راحتی و گروه	ماه‌های سال	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
ضریب راحتی روز		-۲	-۲	-۱	۰	+۱	+۲a	+۲a	+۲A	+۱	۰	-۱	-۲
ضریب راحتی شب		-۳	-۲	-۲	-۲	-۲	۰	۰	۰	-۲	-۲	-۲	-۳
نسبت ضریب راحتی روز به شب		-۲	-۲	-۱	۰	۱	۲a	۲a	۲a	۱	۰	-۱	-۲
گروه *		K2	K1	C2	M3	W4	H3	H3	H3	W4	M3	C2	K2

* بیشتر شدن عدد اندیس نشانه گرما یا سرمای بیشتر است.

جدول ۴- شاخص راحتی ماهانه و احساس غالب افراد در هر ماه بر اساس مدل ترجونگ (Oliver, 1973)

سمبل	EH	H	W	M	C	K	C	VC
احساس غالب	فوق العاده داغ	داغ	گرم	معتدل	خنک	قدری سرد	سرد	بسیار سرد

واحساس غالب افراد در هر ماه به دست می‌آید:

شرایط آسایش انسان در شهر یزد به شرح ذیل خلاصه می‌شود:

الف- شرایط آسایش شب

در شهر یزد هوای شب های هفت ماه از سال (سپتامبر تا نوامبر و فوریه تا مه) قدری سرد بوده و شب های ماه های دسامبر و ژانویه کاملاً سرد است. فقط در هوای شب های سه ماه ژوئن، ژوئیه و اوت شرایط آسایش برقرار می‌باشد.

ب- شرایط آسایش روز

از ماه های دسامبر تا فوریه، هوای روزها قدری سرد بوده و در روزهای ماه های مارس و نوامبر هوا خنک می‌باشد. در طول روزهای ماه های آوریل و اکتبر، شرایط آسایش برقرار بوده و در ماه های مه و سپتامبر، روزها گرم می‌شوند. بدترین شرایط هوای روزانه مربوط به سه ماه ژوئن، ژوئیه و اوت است که هوا داغ می‌باشد.

پ- شرایط آسایش ماهانه

ماه های دسامبر تا فوریه، هوای شهر یزد با شاخص k مشخص می‌شود. یعنی هوای شب های آن کاملاً سرد و روزها اندکی سرد است. ماه های نوامبر و مارس هوا خنک می‌باشد و البته هوای شب ها هنوز قدری سرد است. ماه های اکتبر و آوریل هوا معتدل بوده و این اعتدال حاصل از برقراری شرایط آسایش روز است، حال آنکه در ماه های مذکور هنوز شب ها هوا قدری سرد است. در طول دو ماه مه و سپتامبر، شرایط هوای گرم برقرار می‌باشد که به طور عمده حاصل وجود روزهای گرم است. از نقطه نظر شرایط آسایش سه ماه ژوئن، ژوئیه و اوت، سخت ترین ماه های این شهر می‌باشند. از مقایسه شرایط بیوکلیمای انسانی ماه های مختلف سال در شهر یزد می‌توان چنین نتیجه گرفت:

الف- ضریب راحتی روز فقط در ماه های اکتبر و آوریل وضریب راحتی شب در طول ماه های ژوئن تا اوت برقرار است.

ب- شرایط آسایش روز در ماه های ژوئن تا اوت برقرار بوده ولی در همین ماه ها داغی هوا در طول روز نشانه وجود اختلاف شدید دمای شبانه روز در این شهر است. البته تفاوت ضرایب راحتی شب و روز در ماه های آوریل تا اکتبر نیز این نکته را تأیید می‌کند.

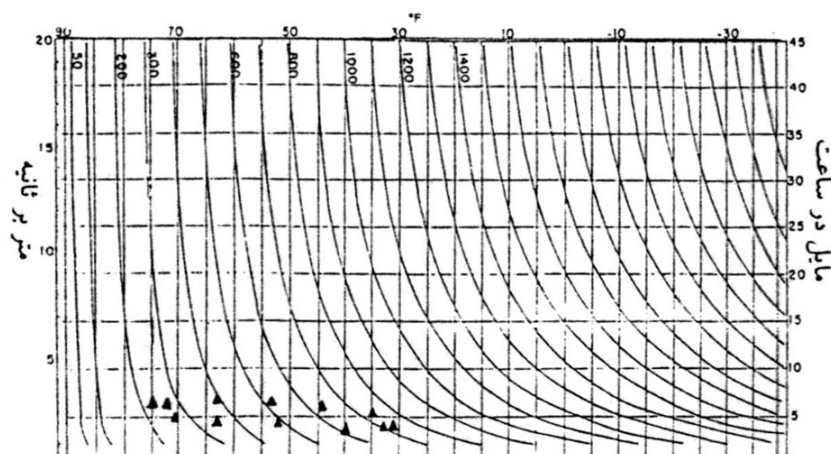
پ- برودت هوا از ماه نوامبر شروع شده و در طول ماه های دسامبر تا فوریه هوا به طور کامل سرد می‌شود. گرمای هوا از ماه مه تا ماه سپتامبر شرایط بیوکلیمایی سخت و در عین حال کاملاً متفاوتی را عرضه می‌دارد. شرایط اعتدال هوای ماهانه فقط در اثنای ماه های آوریل و اکتبر برقرار است که مطابق با تغییر فصل می‌باشد. بنابراین شهر یزد با دو فصل مشخص سرد و گرم روبرو بوده و فصول بهار و پاییز آن بسیار کوتاه است.

ضریب دیگر در محاسبات بیوکلیمایی ترجونگ مربوط به ارزیابی تأثیر خنک کنندگی باد می‌باشد که اصطلاحاً سوز باد (Wind Chill) نامیده می‌شود. این ضریب معرف میزان دفع انرژی (کیلو کالری در طی یک ساعت از سطح یک متر مربع بدن) تحت شرایط متعارف یعنی عدم فعالیت بدنی و دمای عادی پوست (۳۴ درجه سانتی گراد) می‌باشد. برای محاسبه این ضریب می‌توان از رابطه (۱) و شکل شماره ۲ استفاده کرد:

(۱)
$$H = (\sqrt{V * 100} - V + 10/5)(33 - T)$$
 در رابطه فوق H مقدار دفع انرژی (کیلو کالری در ساعت در متر مربع)، V سرعت باد (متر بر ثانیه) و T معدل دما (درجه سانتی گراد) می‌باشد.

برای تعیین میزان دفع انرژی از بدن با استفاده از شکل ۲ ابتدا میانگین حداقل حرارت ماهانه و سرعت باد (برای تعیین مقدار خنک‌کنندگی شب) و میانگین حداکثر حرارت ماهانه و سرعت باد (برای تعیین مقدار خنک‌کنندگی روز) را به روی نمودار منتقل کرده و سپس محل تلاقی دو مؤلفه را مشخص می‌نماییم. آنگاه با قرائت مقدار مربوطه میزان دفع انرژی از بدن تعیین می‌گردد. قابل ذکر است که ارزیابی تأثیر خنک‌کنندگی باد در طول شب به دلیل عدم تابش خورشید مستقیماً در روی نمودار میسر نبوده و ارزیابی تأثیر خنک‌کنندگی باد در طول روز نیز به دلیل وارد شدن دو نیروی متضاد به صورت همزمان بر بدن (تابش خورشید و باد) پیچیده می‌باشد. لذا در مورد شهر یزد برای ارزیابی کمیت مذکور در طول روز از آمار مربوط به حداکثر درجه حرارت روزانه، معدل سرعت باد در طول روز، حداکثر ساعات آفتابی ممکن در طول روز و معدل ساعات آفتابی واقعی استفاده شده است (شکل ۲).

طبق داده‌های جداول ۵ و ۶ معلوم می‌شود که در شهر یزد ضریب خنک‌کنندگی باد در شب منجر به



شکل ۲- ضریب تأثیر باد و دفع انرژی در شب برای شهر یزد (کیلو کالری، متر مربع و ساعت) در شرایط دما و سرعت باد (متر بر ثانیه یا مایل در ساعت).

جدول ۵- ضریب خنک‌کنندگی باد به تفکیک ماه و شب و روز براساس داده‌های اقلیمی ۱۹۵۲ تا ۲۰۰۰ ایستگاه یزد.

ماه‌های سال	معدل ساعات آفتابی واقعی	تأثیر خنک‌کنندگی باد در شب Kcal/m2/hr	نشانه تأثیر خنک‌کنندگی باد در شب	تأثیر خنک‌کنندگی باد در روز Kcal/m2/hr	نشانه تأثیر خنک‌کنندگی باد در روز	نسبت تأثیر باد در روز به شب	گروه مربوط به تأثیر خنک‌کنندگی باد در روز و شب	اقلیم فیزیولوژی یزد در ماه
ژانویه	۵:۱۲	-۷۷۳	-d	-۴۸۰	-c	-c/-d	-c2	K2/-c2
فوریه	۷:۰۶	-۷۴۹	-d	-۴۱۲	-c	-c/-d	-c2	K1/-c2
مارس	۷:۰۶	-۶۵۱	-d	-۳۲۱	-c	-c/d	-c2	c2/-c2
آوریل	۸:۰۰	-۵۲۱	-c	-۱۶۸	-b	-b/-c	-b2	M3/-b2
مه	۹:۵۵	-۳۴۹	-c	-۲۵	N	N/-c	N3	W4/N3
ژوئن	۱۱:۳۹	-۲۶۷	-b	+۱۱۳	+a	+a/-b	A2	H3/a2
ژوئیه	۱۱:۱۳	-۲۲۲	-b	+۱۰۸	+b	+b/-b	B2	H3/b2
اوت	۱۱:۰۷	-۲۷۴	-b	+۱۱۸	+b	+b/-b	+b2	H3/+b2
سپتامبر	۱۰:۴۹	-۲۶۷	-c	-۲۸	N	N/-c	N3	W4/N3
اکتبر	۹:۱۲	-۴۹۵	-c	-۱۲۶	-a	-a/-c	-a3	M3/-a3
نوامبر	۷:۳۶	-۶۲۹	-d	-۲۹۱	-b	-b/-d	-b3	C2/-b2
دسامبر	۶:۴۰	-۸۲۵	-d	-۴۱۶	-c	-c/-d	-c2	K2/-c2

جدول ۶- ضریب تأثیرات باد بر طبق مدل تراجونگ (Oliver, 1973)

نشانه	مقدار دفع انرژی Kcal/hr/m ²	حالت و احساس غالب
-h	۱۴۰۰ - و بیشتر	گوشه در معرض این دما و باد منجمد می‌شود
-g	۱۲۰۰ تا ۱۴۰۰	فوق العاده سرد
-I	-۱۲۰۰ تا -۱۰۰۰	بسیار سرد
-e	-۸۰۰ تا ۱۰۰۰	سرد
-d	-۸۰۰ تا -۶۰۰	بسیار خنک
-c	-۶۰۰ تا ۳۰۰	خنک
-b	-۳۰۰ تا -۱۰۰	مطبوع و دلپذیر
-a	-۵۰ تا ۲۰۰	گرم
N	+۵۰ تا +۸۰	گرما محسوس
a	+۸۰ تا +۱۶۰ *	احساس گرما روی پوست بدن
B	+۸۰ تا +۱۶۰ **	احساس گرما نا مطبوع اضافی
c	+۱۶۰ به بالا ***	احساس گرما بسیار نامطبوع اضافی

(* با دمای خشک از ۶۸ تا ۹۱°F ** با دمای خشک از ۹۱°F و بالاتر *** با دمای خشک از ۹۶°F و بالاتر)

ایجاد شب‌های بسیار خنک از ماه نوامبر تا ماه مارس می‌گردد. شب‌های ماه‌های آوریل، مه، سپتامبر و اکتبر تحت تأثیر خنکی حاصل از وزش باد بوده و شب‌های ماه‌های ژوئن، ژوئیه و اوت مطبوع و دلپذیر می‌باشند. در شرایط روز، تحت تأثیر عامل خنک‌کنندگی باد از ماه دسامبر تا ماه مارس روزها خنک می‌باشند. در روزهای ماه‌های آوریل و نوامبر، شرایط آسایش برقرار بوده و هوا مطبوع و دلپذیر است. ماه‌های مه، سپتامبر و اکتبر به عنوان ماه‌های تغییر فصل محسوب شده و شرایط دمایی روز گرم می‌باشد. در سه ماه ژوئن تا اوت، شرایط بیوکلیمایی سخت حاکم می‌گردد. روزهای ماه ژوئن با احساس گرما روی پوست بدن و ماه‌های ژوئیه و اوت با هوای بسیار گرم و احساس گرما نامطبوع اضافی همراه است. نتیجه اینکه با استفاده از شاخص خنک‌کنندگی باد، نتایج مرحله اول مدل تراجونگ یعنی وجود اختلاف دمای شبانه روز، وجود شب‌های سرد زمستان و روزهای بسیار گرم تابستان و تشخیص دو فصل کاملاً مشخص تابستان و زمستان و دو فصل کوتاه بهار و پاییز تایید می‌شود. بررسی شرایط بیوکلیمایی شهر یزد با استفاده از مدل تراجونگ نشان می‌دهد که در پنج ماه از سال (نوامبر تا دسامبر) نیاز به وسایل گرم‌کننده در شب بوده و از ماه مه تا پایان ماه سپتامبر وجود وسایل خنک‌کننده در طول روز ضروری است. در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که در شهر یزد فقط در ماه‌های اکتبر و آوریل شرایط آسایش حرارتی شبانه روز برقرار بوده و در شب‌های ماه‌های مه و سپتامبر نیز شرایط راحتی فراهم است. سه ماه ژوئن، ژوئیه و اوت در طول شبانه روز، شرایط بیوکلیمایی بسیار سخت حاصل از گرمای هوا را داشته و در سه ماه دسامبر، ژانویه و فوریه شرایط سخت بیوکلیمایی حاصل از برودت هوا در طول شبانه روز حاکم است. در این شهر، طول مدت تغییر فصل کوتاه بوده و به یک ماه آوریل در نیمه اول سال و ماه اکتبر در نیمه دوم سال محدود می‌گردد. شرایط دمایی شبانه روز متفاوت بوده و اختلاف دمای شب و روز قابل توجه است. به نحوی که شرایط اقلیمی فیزیولوژیک شب و روز در اغلب ماه‌ها متفاوت می‌باشد.

۶- ویژگی‌های حرارتی طراحی اقلیمی واحدهای مسکونی شهر یزد

۶-۱- طراحی اقلیمی کالبد ساختمان

کالبد ساختمان و به عبارت دیگر ابعاد ساختمان و مساحت آن، نوع دیوارها، اندازه پنجره‌ها و ... همه به شرایط آب و هوایی محل بستگی دارند. در این مطالعه از بین روش‌های مختلف طراحی اسکلت ساختمان، از

روش ماهانی که متداولتر است استفاده شده است. اطلاعات اقلیمی مورد نیاز این روش شامل دما، رطوبت نسبی، بارندگی و جهت وزش باد است. بر اساس روش مذکور و با استفاده از داده‌های آب و هوایی شهر یزد در یک دوره ۴۹ ساله (۱۹۵۲ تا ۲۰۰۰)، احکام معماری این شهر به شرح ذیل ارائه می‌گردند*:

- شکل قرارگیری ساختمان:

با توجه به ضرورت ذخیره حرارتی (Thermal Storage) در بیشتر مواقع سال بهتر است ساختمان‌ها در اطراف یک حیاط کوچک مستقر شوند.

- برقراری جریان هوا:

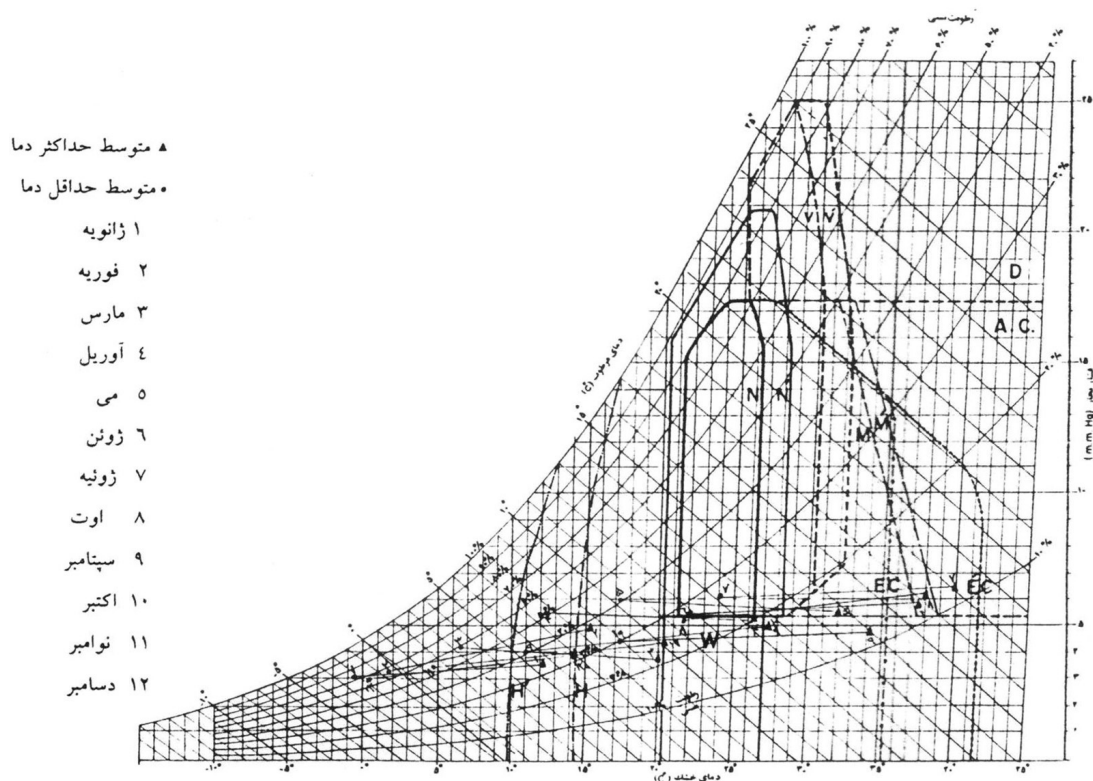
پلان ساختمان باید امکان کوران موقت را فراهم سازد به عنوان مثال می‌توان بین اطاق‌ها درب‌های ارتباطی بزرگ پیش‌بینی نمود.

- بازشوها:

بازشوها باید کوچک بوده و کمتر از ۲۰٪ مساحت دیوار را شامل شوند.

- دیوارها:

با توجه به استقرار شرایط گرم و خشک و بالا بودن متوسط نوسان سالانه دما لازم است دیوارهای داخلی و خارجی برای ذخیره حرارتی ضخیم در نظر گرفته شوند. آجرها و بلوک‌های سیمانی یا خشت با ضخامت ۳۰ سانتی متر این نیاز را برآورده خواهد ساخت. در صورتی که جدار مورد نظر عایق‌بندی شده باشد



شکل ۳- نمودار زیست-اقلیم ساختمانی شهر یزد

*جدول مربوطه به علت رعایت حجم مقاله ارائه نشده‌اند. در صورت مکاتبه با نویسندگان برای متقاضیان ارسال خواهد شد.

ضخامت کمتر تا ۱۰ سانتی متر نیز مناسب خواهد بود.

- بامها:

لازم است برای افزایش ذخیره حرارتی بام، از مصالح سنگین با ظرفیت حرارتی بالا که حداقل ۸ ساعت زمان تأخیر را ایجاد کند، استفاده شود.

- فضاهای خارجی:

وجود نوسان شدید دمای شبانه روز و در نتیجه شب‌های خنک، پیش‌بینی برای خوابیدن در هوای آزاد شب را توصیه می‌نماید. اغلب مواقع چنین فضایی پشت بام خواهد بود. در این صورت باید سطح تمام شده‌ای برای بام در نظر گرفت که در مقابل راه رفتن مقاوم باشد.

۲-۶- احکام معماری ساختمان برای ایجاد شرایط آسایش داخل بنا

احداث ساختمان می‌تواند سبب فراهم شدن پاره‌ای از شرایط آسایش گردیده و در عین حال بعضی ناراحتی‌ها را نیز سبب شود. به بیان دیگر صرفاً با ایجاد ساختمان و زندگی در داخل آن شرایط آسایش فراهم نمی‌شود و لازم است نیاز حرارتی ساختمان در طول سال محاسبه گردیده و بر این اساس، عوامل و روش‌های کنترل شرایط در داخل ساختمان تعیین گردند (جهانبخش، ۱۳۷۷). شرایط آسایش در داخل ساختمان به وسیله نموداری به نام نمودار زیست اقلیمی ساختمانی گیونی سنجیده می‌شود. با انطباق داده‌های اقلیمی شهر یزد شامل دما و رطوبت هوا بر این نمودار (شکل ۳)، ضمن آگاهی از خصایص اقلیمی این شهر، مناسب‌ترین روش کنترل هوای داخلی ساختمان در رابطه با عوامل اقلیمی نیز ارائه گردیده است.

با استفاده از نمودار زیست- اقلیمی ساختمانی شهر یزد می‌توان احکام معماری زیر را برای ساختمان‌های مسکونی در این شهر به شرح ذیل ارائه نمود:

الف - در طول ماه‌های نوامبر تا مارس لازم است برای بهره‌برداری از گرمای خورشید و جلوگیری از نفوذ هوا، تمهیدات لازم به عمل آمده و تبادل حرارت از طریق جدار ساختمان به حداقل رسانده شود. بدین منظور می‌توان ضمن کوچک کردن سطوح کم مقاومت (از لحاظ گرمایی) مانند درها و پنجره‌ها، نسبت مجموع سطوح خارجی ساختمان به حجم آن نیز به حداقل ممکن تنزل داد. این هدف با متراکم بودن پلان ساختمان حاصل می‌شود. باید توجه داشت که هرچه اختلاف درجه حرارت محیط داخل و خارج ساختمان بیشتر باشد، به همان میزان به مقدار انرژی مبادله شده میان دو محیط افزوده خواهد شد. بنابراین برای کم کردن اختلاف دمای مطلوب داخل با دمای نامطلوب خارج می‌توان ساختمان را به جای روی زمین، داخل زمین نیز احداث کرد. برای بهره‌برداری از گرمای خورشیدی در فصل زمستان نیز جهت ساختمان را باید چنان انتخاب کرد که از آفتاب فصل زمستان بیشترین بهره را ببرد. با توجه به مسیر حرکت خورشید در عرض ۳۲ درجه شمالی در فصل زمستان شهر یزد، بهترین جهت‌گیری بنا در این شهر ۲۵ درجه جنوب شرقی می‌باشد.

ب - در طول ماه‌های ژوئن تا سپتامبر لازم است گرمای خورشیدی مؤثر بر ساختمان را به حداقل ممکن رسانده، از ورود آفتاب به داخل ساختمان جلوگیری کرده و از برودت حاصل از تبخیر سطحی آب، برودت حاصل از تشعشع موج بلند گرمای جدار ساختمان و سیستم سردکننده مکانیکی استفاده کرد. به منظور کاهش گرمای خورشیدی مؤثر بر ساختمان می‌توان اقداماتی به شرح ذیل انجام داد:

۱- از نفوذ اشعه مستقیم خورشید از قسمت‌های شفاف جدار مانند شیشه و در و پنجره جلوگیری به عمل آید. بدین منظور می‌توان با کاشتن درختان مناسب در جلوی پنجره و به کمک سایبان (ثابت یا متحرک) به این

هدف نزدیک شد.

۲- کاهش گرمای خورشیدی با کاهش اشعه جذب شده و افزایش اشعه باز تابش نیز مقدور است. بدین منظور باید از رنگ سفید و روشن برای مصالح ساختمانی استفاده نمود.

۳- جهت یابی مناسب ساختمان به نحوی که در طول ماه‌های گرم در طول روز، آفتاب بر اطاق‌ها عمودی نتابد تا بدین وسیله از میزان گرمای خورشیدی مؤثر بر ساختمان کاسته شود. همان‌گونه که پیش‌تر نیز ذکر شد جهت مناسب ساختمان در شهر یزد ۲۵ درجه جنوب شرقی می‌باشد.

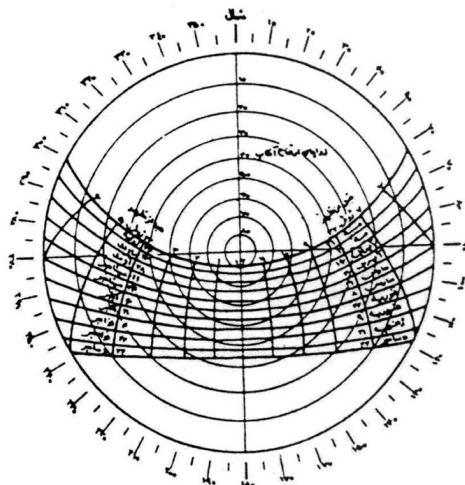
به منظور استفاده از برودت حاصل از تبخیر سطحی آب می‌توان مانند خانه‌های سنتی یزد در پلان ساختمان حوض خانه و سرداب، حوض و باغچه و امروزه نیز علاوه بر آن‌ها از پاسیوهای مشجر مجهز به حوض و فواره در داخل ساختمان استفاده نمود. به منظور استفاده از برودت حاصل از تابش طول موج بلند می‌توان اقداماتی به شرح زیر انجام داد:

الف- با توجه به وجود اختلاف حرارتی بین روزها و شب‌های شهر یزد می‌توان به هنگام طراحی پلان ساختمان فضای شب و روز را از یکدیگر مجزا نموده و مصالح ساختمانی بخش فعالیت روزانه را با ظرفیت حرارتی بالا و سقفی ضخیم و جدارهای زیاد انتخاب کرد و در مقابل از مصالح ساختمانی با قابلیت انتقال حرارتی و سقف و جدار نازک برای فضای شبانه استفاده نمود.

ب- به دلیل خشکی هوا و کمبود رطوبت، بهترین وسیله مکانیکی خنک‌کننده روزهای گرم و خشک تابستان در شهر یزد تعبیه کولر آبی برای ساختمان‌ها می‌باشد.

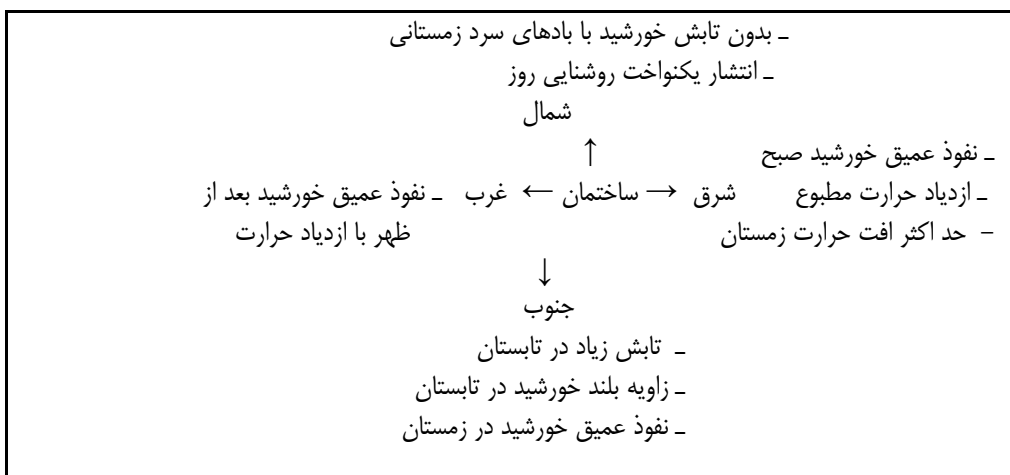
۷- مبانی نورگیری طراحی اقلیمی واحد‌های مسکونی شهر یزد

جهت و شدت تابش خورشید در شهر یزد آن را به‌عنوان یک مسئله مهم در طراحی اقلیمی ساختمان مطرح می‌نماید. برای این‌که در مواقع گرم از تابش شدید خورشید به داخل اتاق جلوگیری شده و در مواقع سرد از آن بهره گرفته شود، لازم است دیاگرام مسیر عبور خورشید برای عرض جغرافیایی شهر یزد (۳۲ درجه شمالی) مورد بررسی قرار گیرد. با انتخاب منحنی مسیر حرکت خورشید برای هر روز از ماه سال و مشخص کردن نقطه مربوط به ساعت مورد نظر می‌توان زاویه تابش و جهت تابش برای ساعت مربوطه را روی دیاگرام تعیین کرد (کسمایی، ۱۳۷۲). شکل ۴، مسیر عبور خورشید را در عرض جغرافیایی ۳۲ درجه شمالی نشان



شکل ۴: دیاگرام مسیر عبور خورشید در عرض ۳۲ درجه شمالی (نوسلی، ۱۳۶۰)

نمودار ۱- تأثیر تابش خورشید در شهر یزد در جهات مختلف جغرافیایی (عنایت الهی، ۱۳۸۰)



جدول ۷- مبانی نور گیری ساختمان در اقلیم یزد برای کاهش تاثیر نور نامطلوب و استفاده از نور مطلوب

نحوه انجام	تعیین نور مطلوب
- کاهش تعداد و مساحت پنجره‌ها و نصب آن در ارتفاع زیاد برای جلوگیری از نفوذ اشعه منعکس شده از سطح زمین	- نور جنوبشرق، مطلوبترین نور
- استفاده از سایه بان های مناسب جهت جلوگیری از تابش های مستقیم در فصل تابستان	- نور شرق، نور صبحگاهی و مطلوب
سطح نورگیر ها کوچک شود	- نور جنوب، تابش مستقیم در زمستانها و مطلوب
- افزایش سطح دیوار و سایه انداز در جهت رو به آفتاب	- نور غرب، تابش مستقیم در بعد از ظهر و نامطلوب
- جهت گیری مناسب ساختمان برای استفاده از نور مطلوب ۲۵ درجه جنوبشرقی میباشد	- نور شمال، روشن بودن و تابش مستقیم
- تقسیم حجم ساختمان بدو قسمت تابستان و زمستان نشین	- نور شمالغرب، بدون تابش مستقیم بجز در بعد از ظهر ها و روشن
- کاشت درخت در حیاط با فاصله مناسب از اطاق برای جلوگیری از تابش مستقیم در مقابل نور نامطلوب	- نور شمالشرق، روشن بودن، تابش مستقیم بجز در صبحها - نور جنوبغرب، نسبتا نامطلوب

می‌دهد.

از بررسی شکل ۴ معلوم می‌شود که در شهر یزد دیوارهای جنوبی بیشترین مقدار تابش خورشید را در ماه دسامبر و کمترین مقدار آن را در ماه ژوئن دریافت می‌کنند. این دیوارها از ماه سپتامبر تا ماه مارس تابش خورشید را از زمان طلوع تا غروب دریافت می‌کنند. دیوارهای جنوبی در اواسط فصل تابستان از ساعت ۹ صبح تا ۳ بعد از ظهر در معرض تابش خورشید قرار می‌گیرند. دیوارهای جنوب شرقی و جنوب غربی در فصل زمستان بیشتر از فصل تابستان مورد تابش آفتاب قرار دارند. در فصل تابستان حداکثر تابش خورشید در دیوارهای جنوب شرقی بین ساعات ۸ تا ۹ صبح و ۲ تا ۳ بعد از ظهر صورت می‌گیرد. دیوارهای شرقی - غربی در فصل زمستان کمتر از فصل تابستان مورد تابش خورشید قرار می‌گیرند. دیوارهای شمالی فقط بین ماه‌های آوریل تا سپتامبر و در صبح زود و آخرین ساعات بعد از ظهر مورد تابش واقع می‌شوند. سطوح افقی و بام‌های مسطح در فصل تابستان بیشترین و در فصل زمستان کمترین مقدار تابش مستقیم خورشید را دریافت می‌کنند. این مقدار در فصل زمستان حتی از مقدار تابشی که دیوارهای جنوب شرقی و جنوب غربی در این فصل دریافت می‌کنند، کمتر است. به همین دلیل سقف‌های مسطح جوابگوی شرایط دمایی اقلیم یزد نمی‌باشد. سطوح شیب‌دار با جهت

غربی - شرقی در فصل تابستان نسبت به فصل زمستان تابش بیشتری را دریافت می کنند. سطوحی که شیب آن‌ها به سمت جنوب می باشد در فصل زمستان بیشترین مقدار تابش را نسبت به سطوح دیگر دریافت می کنند. سطوح شیب دار در جهت شمال به طور کلی در تمام فصول سال کمترین مقدار تابش را دریافت می نمایند. تأثیر تابش خورشید در شهر یزد در دیاگرام شماره ۱ به طور شماتیک نشان داده شده است. به منظور کاهش تأثیر نور نامطلوب و استفاده از نور مطلوب با توجه به نتایج حاصل از دیاگرام مسیر عبور خورشید و تأثیر تابش آن در جهات مختلف جغرافیایی، مبانی نورگیری ساختمان در شهر یزد به صورت جدول ۷ استخراج گردیده است.

۸- نتیجه گیری

تجزیه و تحلیل داده‌های اقلیمی ۴۹ ساله ایستگاه یزد بیانگر کوتاه بودن طول دوره آسایش اقلیمی و حاکمیت دو فصل تابستان (گرم و خشک) و زمستان (سرد و خشک) بر این شهر است. طراحی اقلیمی ساختمان از نقطه نظر حرارتی و نورگیری باید در جهت کاهش اثرات اقلیم نامناسب این شهر باشد. بدین منظور برای طراحی واحدهای مسکونی از نقطه نظر حرارتی باید با هدف کاهش تأثیر تابش خورشید و افزایش اتلاف آن، کاهش تولید گرما در ساختمان، کاهش هدایت گرمایی و افزایش تبخیر و ایجاد بروودت تبخیری صورت گیرد. عمده‌ترین اصول و مبانی حرارتی طراحی اقلیمی در این شهر عبارتند از: به حداقل رساندن انتقال گرما از فضایی به فضای دیگر در داخل ساختمان، به حداقل رساندن تابش مستقیم خورشید به داخل ساختمان، انعکاس بالای امواج کوتاه در مقابل انتشار امواج بلندتر، ایجاد سایه، منطقه‌بندی فضاها و جهت یابی مناسب هر کدام، جهت یابی مناسب ساختمان، عایق سازی، خنک سازی، مرطوب سازی، تبرید مکانیکی و ...

منابع:

- ۱- توسلی، محمد، ۱۳۶۰، ساخت شهر و معماری در اقلیم گرم و خشک ایران، چاپخانه رشیدیه، چاپ اول، تهران.
- ۲- جهانبخش، سعید، ۱۳۷۷، ارزیابی زیست اقلیم انسانی تبریز و نیازهای حرارتی ساختمان، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴۸، ۴۸-۷۹-۶۷
- ۳- راز جویان، محمود، ۱۳۶۷، آسایش به وسیله معماری همساز با اقلیم، انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، چاپ اول، تهران.
- ۴- ربیعی بابوکانی، ۱۳۷۶، طراحی اقلیمی فضاها و مسکونی شهر تبریز، پایان نامه کارشناسی ارشد، گروه جغرافیای طبیعی، دانشگاه تبریز.
- ۵- عدل، احمد حسین، ۱۳۳۹، آب و هوا و رستنی‌های ایران، انتشارات دانشگاه تهران.
- ۶- علیجانی، بهلول، ۱۳۷۳، نگرشی نو در کاربرد آب و هواشناسی در مدیریت منابع و توسعه کشور (نقش آب و هوا در طراحی مسکن)، فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، شماره ۴، ۴۵-۶۱.
- ۷- علیجانی، بهلول و محمد رضا کاویانی، ۱۳۷۱، مبانی آب و هواشناسی، انتشارات سمت، چاپ اول، تهران.
- ۸- عنایت‌اللهی، مرجان، ۱۳۸۰، طراحی مجموعه مسکونی در یزد، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه یزد.
- ۹- قبادیان، وحید و محمد فیضی مهدوی، ۱۳۷۲، طراحی اقلیمی، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول.
- ۱۰- کسمایی، مرتضی، ۱۳۷۲، اقلیم و معماری، شرکت خانه‌سازی ایران، چاپ دوم، تهران.
- ۱۱- کسمایی، مرتضی، ۱۳۷۲، پهنه‌بندی اقلیمی ایران، مسکن و محیط‌های مسکونی، مرکز تحقیقات ساختمان مسکن، چاپ اول، تهران.
- ۱۲- کوئینسبرگ، او. هاش، ۱۳۶۸، راهنمای طراحی اقلیمی، ترجمه مرتضی کسمایی، مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن، چاپ اول، تهران
- 13- Critch Field, Howard, 1983, General Climatology, Holl Press U.S.A.
- 14- <http://arch.hku.hk/cmhi/teach/65150-7a.htm> m2003 .
- 15- Oliver, J.E., 1973, Climate and Man's Environment, John Wiley & Son, Newyork.
- 16- Stoll, T.M. and G.R.Evstratov, 1987, Building in Hot Climate, Mir Publishers, Moscow.