به نام خدا

ساماندهی ساختارهای مسکونی کلان شهر تهران براساس عوامل اقلیمی

انتشارات فرزانگان دانش

سرشناسه	:	صنیعی، ترانه، ۱۳۵۲ -
عنوان	:	ساماندهی ساختارهای مسکونی کلان شهر تهران براساس عوامل اقلیمی/ مولف ترانه صنیعی.
مشخات نشر	:	قم: فرزانگان دانش پویان نامدار، ۱۳۹۸
مشخصات ظاهری	:	۱۵۰ ص.: مصور(بخشی رنگی)، جدول، نمودار (رنگی)، نقشه (رنگی)؛ ۱۴/۵×۲۱/۵ س‌م.
شابک	:	۴۰۰۰۰۰ ریال: ۶-۶-۹۵۵۱۰-۶۲۲-۹۷۸
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
موضوع	:	شهرسازی -- ایران -- تهران -- عوامل اقلیمی
موضوع	:	City planning -- Iran -- Tehran -- Climatic factors
موضوع	:	ساختمان‌سازی -- ایران -- تهران -- عوامل اقلیمی
موضوع	:	Building -- Iran -- Tehran -- Climatic factors
موضوع	:	ساختمان‌ها -- ایران -- تهران -- طراحی و ساخت
موضوع	:	Buildings -- Iran -- Tehran -- Design and construction
موضوع	:	توسعه پایدار شهری -- ایران -- تهران
موضوع	:	Sustainable urban development -- Iran -- Tehran
رده بندی کنگره	:	۱۶۹HT
رده بندی دیویی	:	۱۲۱۶۰۹۵۱۲۲/۳۰۷
شماره کتابشناسی ملی	:	۵۸۹۴۴۶۷

عنوان: ساماندهی ساختارهای مسکونی کلان شهر تهران براساس عوامل اقلیمی

مؤلف: دکتر ترانه صنیعی

صفحه آرایی: مونا فتاحی

طراحی جلد: حسین یگانه

ناشر: فرزانگان دانش

تیراژ: ۳۰۰ جلد

نوبت و سال چاپ: اول، ۱۳۹۸

قیمت: ۴۰۰۰۰۰ ریال

شابک: ۶-۶-۹۵۵۱۰-۶۲۲-۹۷۸

www.Farzaneganpub.ir

(هرگونه کپی و نسخه برداری از مطالب این کتاب ممنوع میباشد.)

تقدیم به پدر و مادرم

که شکل گیری اندیشه هایم حاصل تربیت صادقانه آنهاست؛

و

تقدیم به تمام کسانی

که یاد می گیرند و یاد می دهند

پیشگفتار

اقلیم بصورت مستقیم بر بدن انسان اثر می گذارد و نقش بسزایی بر آسایش حرارتی، رفاه فیزیکی و سلامت انسان ایفا می کند. همچنین در پاره ای موارد مانع حضورپذیری شهروندان و بروز فعالیت ها در فضاهای شهری می شود. این مسئله ضرورت توجه به بحث اقلیم و کنترل اثرات نامناسب عناصر اقلیمی را، در محیط های شهری مشخص می سازد. اگرچه بیش از نیم قرن است که پایه های دانش در مباحث اقلیمی در حال گسترش است اما شواهد اندکی از بکارگیری علمی نتایج مطالعات اقلیمی در طراحی شهری وجود دارد، البته این موضوع می تواند به این دلیل باشد که نتایج بسیاری از مطالعات در مورد تاثیر پارامترهای فضایی بر خرد اقلیم برای کاربرد در طراحی شهری پیچیده و دشوار است زیرا بسیاری از این نتایج، علمی و تئوری بوده و نمی توان از آنها در عملیات طراحی استفاده کرد. شهر و اقلیم، دو سیستم انسان ساخت و طبیعی هستند که تاثیرگذاری تنگاتنگی بر یکدیگر دارند. اقلیم، تا آنجا که با آسایش انسان رابطه برقرار می کند. نتیجه عواملی چون: تابش آفتاب، دما و رطوبت هوا، وزش باد و میزان بارندگی است. اقلیم هر مکان جغرافیایی، شرایط مناسب ویژه ای دارد که در عین حال، محدودیت هایی را نیز در زمینه طراحی شهری به همراه دارد.

در کشور ما روگردانی از معماری سنتی در کنار تقلید کورکورانه و البته ناقص از معماری وارداتی، زمینه آشفتگی صنعت مسکن را در نیم قرن گذشته فراهم ساخته است. از این رو، ما با خانه ای روبرو هستیم که از هر زرفت بالای انرژی، کوتاهی عمر مفید و عاری بودن از جنبه های زیباشناختی رنج می برد.

نقطه آغازین رعایت ضوابط طراحی اقلیمی، دستورالعمل های طرح های جامع و تفصیلی شهری است. متاسفانه، مطالعات اقلیمی در این طرح ها جایگاه چندان مناسبی نداشته و در اکثر موارد، به صورت تعیین موقعیت شهر در تقسیمات اقلیمی

کشور و معرفی گونه شناسی معماری متناسب با آن (البته، به صورت کلی) انجام شده است. همچنین تلاش نظام مهندسی، عمدتاً معطوف به بحث زمین لرزه و استحکام ساختمان بوده و اولویت هم سازی مسکن با اقلیم از حوزهٔ مباحث نظری فراتر نرفته است. پس لازم است تا نهادهایی مانند بنیاد مسکن، از اجرای تیپ های یکسان خانه در اقلیم های متفاوت خودداری و هم سازی با اقلیم را در معماری و طراحی ساختمان در نظر داشته باشند.

«کاربرد اصول علم آب و هواشناسی در حل مسائل و مشکلات انسان و طبیعت، آب و هواشناسی کاربردی را به وجود آورده است». با تخصصی شدن علم جغرافیا در قرن بیستم، اقلیم شناسی به عنوان شاخه ای از جغرافیای طبیعی با تلاش در هم سوسازی فعالیت های انسان با مقتضیات اقلیمی، ماهیت کاربردی به خود گرفته است و از نیمهٔ قرن بیستم با توجه به اهمیت مسکن و لزوم هم سازی آن با اقلیم، موضوع «اقلیم و معماری» مورد علاقهٔ معماران و زیست اقلیم شناسان قرار گرفته است. با وجود پیشرفت های بسیار در زمینه مطالعات اقلیمی و امکانپذیر بودن اندازه گیری دقیق بسیاری از شاخص های اقلیمی، ارتباط اقلیم و شهر تاکنون به شیوه شایسته ای تحلیل و بررسی نشده است؛ در حالی که درک صحیح این ارتباط سبب می گردد در طراحی شهری از امکانات اقلیمی مناسب موجود استفاده شود و خصوصیات نامناسب و شرایط اقلیمی ناراحت کننده آن تخفیف یابد. کتاب حاضر نیز در همین راستا بوده و تلاش دارد تا با رویکرد نوآورانه، راه کارهای علمی را در جهت ساماندهی و هم سازی مسکن کلان شهر تهران با توجه به اقلیم منطقه، ارائه نماید.

در نهایت این کتاب را اگر سودی است مرهون راهنمایی های بی دریغ استادانم جناب آقای دکتر بهلول علیجانی و جناب آقای دکتر محمد سلیقه است، و اگر کمی و کاستی، متوجه این قلم خواهد بود.

همچنین وظیفه خود می دانم که از تمام معلمان و استادان عزیزی که موجبات دانش اندوزیم را فراهم نمودند و چون شمعی افروختند تا ذهن من و سایرین را روشن نمایند، بالاخص سرکار خانم دکتر شوکت مقیمی سپاس گزاری نمایم.

با سپاس از یگانه خواهرم دکتر ماندانا صنیعی و همسرم که فداکاریشان پشتوانه استقامتم؛ کلامشان امید بخش تلاشم و دوستی و همراهیشان قابل ستایش است.

ترانه صنیعی

فهرست

مقدمه: ۱۱

فصل اول کلیات جغرافیای تهران ۱۶

مقدمه: ۱۷

موقعیت جغرافیایی تهران ۱۷

ویژگی‌های جغرافیایی منطقه: ۱۸

توپوگرافی: ۲۱

فضای سبز: ۲۵

ویژگی های جمعیتی: ۲۷

ساختار و توسعه کالبدی کلان شهر تهران: ۳۱

مدلهای گسترش فضایی کلانشهرها: ۳۲

مدل گسترش فضایی شهر تهران: ۳۳

اقلیم منطقه مورد مطالعه: ۳۴

ایستگاه های مورد مطالعه: ۳۴

جمع بندی وضعیت اقلیمی شهر تهران: ۳۵

فصل دوم طراحی اقلیمی ۴۰

مقدمه: ۴۱

شرایط آسایش نواحی جنوب غرب تهران (ایستگاه مهرآباد): ۴۱

نمودار بیوکلیماتیک انسانی (اولگی): ۴۱

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET): ۴۳

شاخص سوز باد: ۴۵

شاخص زیست اقلیمی ساختمانی گیونی: ۴۶

معیار ماهانی: ۴۹

شرایط آسایش حرارتی نواحی شمال تهران(ایستگاه شمیران) ۵۵

شاخص اولگی: ۵۵

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک(PET): ۵۶

شاخص سوز باد: ۵۸
شاخص زیست اقلیمی ساختمانی گیونی: ۵۹
شاخص ماهانی: ۶۱
شاخص اولگی: ۶۷
شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET): ۶۸
شاخص سوز باد: ۶۹
شاخص زیست اقلیمی ساختمانی گیونی: ۷۱
شاخص ماهانی: ۷۳
شرایط آسایش حرارتی نواحی مرکزی تهران (ایستگاه ژئوفیزیک): ۷۹
شاخص اولگی: ۷۹
شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET): ۸۰
شاخص سوز باد: ۸۲
شاخص زیست اقلیمی ساختمانی گیونی: ۸۳
شاخص ماهانی: ۸۵
شاخص اولگی: ۹۱
شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET): ۹۲
شاخص سوز باد: ۹۳
شاخص زیست اقلیمی ساختمانی گیونی: ۹۵
شاخص ماهانی: ۹۷
بررسی شرایط آسایش ایستگاه مهرآباد: ۱۰۴
بررسی شرایط آسایش ایستگاه چیتگر: ۱۰۴
بررسی شرایط آسایش ایستگاه شمیران: ۱۰۵
بررسی شرایط آسایش ایستگاه ژئوفیزیک: ۱۰۶
بررسی شرایط آسایش دوشان تپه: ۱۰۷
نتیجه گیری: ۱۰۸
فصل سوم تهیه و تنظیم چارچوب‌های معماری تهران ۱۱۰

مقدمه: ۱۱۱
محاسبه انرژی خورشیدی تابیده شده به دیوارهای ساختمانی: ۱۱۱
جهت‌گیری ساختمان: ۱۱۵
تعیین عمق سایبان: ۱۱۸
مصالح و سطح نما: ۱۲۰
ابعاد بازشوها: ۱۲۰
نوع و شیب بام ساختمان: ۱۲۱
جمع بندی: ۱۲۱
فصل چهارم محاسبات و تفسیر و تحلیل نتایج آسایش حرارتی در خرد اقلیم فضاهای شهری ۱۲۵
مقدمه: ۱۲۶
محدوده مورد مطالعه: ۱۲۶
تحلیل حرارتی با استفاده از نرم افزار اکوتکت: ۱۲۸
محاسبه آسایش حرارتی: ۱۳۰
ارتباط بلند مرتبه سازی با تغییر جهت باد مطلوب: ۱۳۶
محاسبه سایه اندازی ها: ۱۳۸
جمع بندی: ۱۳۹
فصل پنجم نتایج و پیشنهادها ۱۴۱
منابع: ۱۴۵

مقدمه:

کلان شهر تهران در منطقه جنب حاره در محل گذر از آب و هوای حاره ای به آب و هوای معتدل عرض های میانی واقع شده است. در بخشی از سال متأثر از شرایط آب و هوای حاره ای و در بخشی دیگر متأثر از آب و هوای معتدل و نفوذ بادهای غربی می باشد. در طول سال بین این دو سیستم آب و هوایی بر روی ایران کشمکش وجود دارد، در برخی سالها سیستم های حاره ای غالب ترند و در برخی سالها سیستم های عرض های میانی غلبه می یابند. بر این اساس آب وهوای تهران در طی فصول همسان سال های مختلف تعادل لازم وجود ندارد. عدم تعادل در آب وهوای تهران باعث شده که توجه به عوامل و شرایط اقلیمی در توسعه شهری کمتر مورد توجه قرار گیرد. از طرف دیگر توده های هوای مهاجر جنوبی(گرم) و شمالی(سرد) این منطقه اقلیمی را بشدت تحت تأثیر قرار می دهند، که باعث می شود دامنه تغییرات عناصر اقلیمی(دما ـ بارش ـ رطوبت ـ باد) در شهر تهران بشدت افزایش یابد. همچنین گسترش کلان‌شهر تهران باعث ایجاد جزیره حرارتی گسترده ای در دامنه جنوبی کوههای البرز شده است. تهران در یک چاله نعل اسبی شکل استقرار یافته که میدان های باد عمومی منطقه ای کمتر در آن اثرگذار است و بیشتر تحت تأثیر بادهای محلی و بادهای کاتاباتیک کوهستانی قرار دارد. گسترش شهرنشینی در این منطقه بویژه گسترش عمودی ساختارهای شهری تغییراتی در این سیستم های جابجایی هوایی ایجاد کرده است. پس در مجموع می توان گفت که شهر تهران از دو ویژگی خاص آب و هوایی برخوردار است: الف – از دیدگاه طبیعی که واقع شدن در منطقه گذار اقلیمی، واقع شدن در چاله جنوبی کو ه های البرز، و مجاورت با دشت های وسیع خشک منطقه جنب حاره ای است. ب ـ از دیدگاه شرایط انسان ساخت که متأثر از ساختارهای شهری و جزیره حرارتی شهر است. در نتیجه این دو ویژگی باعث افزایش دامنه تغییرات عناصر اقلیمی و نامطلوبیت شرایط زیست محیطی شده است، و از آنجاکه در این حوضه جغرافیایی بیش از ۸ میلیون نفر ساکن هستند توجه به فاکتورهای آب و هوایی در ساماندهی آن اهمیت می یابد.

شواهد علمی و تجربی نشان می‌دهد که امروزه کلان شهر تهران با آسیب‌های جدی و فزاینده ای مواجه است که نمود های آن در ناکارآمدی تجهیزات زیرساختی و

کالبدی، نابسامانی های اجتماعی و اقتصادی و بسط آلودگی زیست محیطی به‌خوبی دیده می‌شود. استمرار این روند موجب کاهش کیفیت زندگی و تهدیدات مرتبط با ناپایداری های مختلف در سطح کلان شهر تهران شده است. وجه دیگر این ناپایداری ها، پیچیدگی و عمق پیامدهای آن است که ضرورت شناخت فراگیر و ژرف نگرانه‌ای را می‌طلبد(امیراحمدی، ۱۳۶۹). گسترش شهرها و تأثیر آن ها بر ساختار فضایی کلان شهرها، همواره از مسائل مورد توجه برنامه ریزان بوده است. یکی از مهم ترین عواملی که در جهت دهی به این توسعه نقش بارزی ایفا می کند، عوامل طبیعی از جمله عوامل اقلیمی است که تاکنون در کشورمان به دلایل مختلف از جمله منافع اقتصادی ناشی از ساخت و سازهای بی رویه، کمتر مورد توجه بوده است. طراحان شهری تا همین اواخر، بندرت آب و هوا را در برنامه ریزی های شهری لحاظ کرده اند. تقریباً نحوهٔ استقرار شهرها تاکنون توسط یک سلسله فرآیندهای اساساً سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و یا بطور تصادفی، تصمیم گیری و دیکته شده است. در ایران توسعهٔ فیزیکی شهرها همواره از مسائل مطرح در امور برنامه ریزی بوده است؛ کما اینکه در تاریخ پر فراز و نشیب آن پیوسته شاهد دگرگونی هایی در ساختار فضایی شهرهای بزرگ بوده ایم. شهر تهران نیز بعنوان کلان شهری که مراحل رشد و توسعه فضایی را طی مدت کمتر از دویست سال پشت سر نهاده است، در بستر جغرافیایی خود با مشکلات فضایی و اکولوژیکی زیادی روبرو است (رهنمایی، ۱۳۷۸). یکی از مهم ترین معضلات این کلان‌شهر، تورم بی رویه و غیر منطقی آن بدون توجه به عوامل طبیعی بخصوص عوامل اقلیمی است. علی رغم اینکه در توسعهٔ فیزیکی شهر تهران باید نقش عوامل مختلف بخصوص عوامل طبیعی در نظر گرفته می شد، لیکن گسترش این شهر در تمامی جهات، بدون توجه به عوامل طبیعی و صرفاً براساس نفع اقتصادی صورت گرفته است. به طوری که امروزه شهرسازی ما به تبعیت از الگوی کلاسیک توسعه و پیروی کورکورانه از مدل های کلیشه ای توسعهٔ شهری شکل گرفته که نسبت به شرایط بومی بی اعتناست و نه تنها شرایط ناپایداری در شهر را پدید آورده بلکه ناپایداری مناطق اطراف را نیز به دنبال داشته است(بحرینی، ۱۳۹۰: ۴۶۹). این در حالی است که امروزه همه این احساس عمومی را دارند که اغلب مناطق شهری نامطلوب و نامناسب اند. یعنی محله هایی ناراحت کننده، زشت، گیج کننده و بدون آسایش و بی هویت هستند(لینچ،

۱۳۷۶). به تعبیری می توان گفت تهران امروز، حاصل تحولات یک فرآیند تاریخی ۲۰۰ ساله است که ۴ دورهٔ جهش یا تحولات جمعیتی و کالبدی را پشت سر نهاده است. آغاز حیات شهری تهران از انتخاب آن به عنوان پایتخت ایران بیش از ۲۰۰ سال پیش آغاز می شود و تصمیم سیاسی انتخاب این مکان به عنوان پایتخت موجب جمعیت پذیری آن می گردد (سیفی قمی تفرشی، ۱۳۶۹). پس از ۱۰۰ سال تحولات ناشی از تجددگرایی که اثرات خود را در مسائل سیاسی، اقتصادی و مخصوصاً اجتماعی آشکار می کند، دور جدیدی از زندگی این شهر را شکل می دهد و کالبد شهر را تحت تأثیر قرار می دهد و تا اوایل دههٔ ۵۰ شمسی و رونق اقتصادی ناشی از درآمدهای نفتی، موج دیگری از جمعیت و فعالیت به سوی شهرهای بزرگ و به خصوص تهران سرازیر می شود که خود، اثرات کالبدی جدی به دنبال دارد و از اواخر دههٔ ۵۰ شمسی با تحولات منتج به تغییرات سیاسی اساسی ناشی از انقلاب اسلامی، دور جدید و رشد بی سابقهٔ این شهر ادامه یافته و تا به امروز ادامه دارد (رهنمایی، ۱۳۶۹). در توجه خاص، به کلان‌شهر تهران، از آنجا که شهر تهران حاصل تحولات دورنی (شکل گیری در مکان جغرافیایی و پویش تاریخی شهر ایرانی) و عوامل بیرونی (تأثیر تحولات جهانی) می باشد، ساماندهی این شهر نیازمند دور جدیدی از توسعهٔ تاریخی با هدف ایجاد توازن بین عملکرد و نقش های متفاوت آن و فضای کالبدی شهر و ظرفیت های طبیعی است، به طوری که از طریق برنامه ریزی مستمر و متکی بر احیای ارزش های مدنی و بهره مندی نسبی از فناوری مدرن، شهر به رشدی در اندازهٔ معقول و متعادل برسد. عدم تعادل فعالیت و جمعیت در شهر تهران و سایر مناطق کشور موجب بروز نابرابری های منطقه ای از جمله دوگانگی های اجتماعی ـ اقتصادی، تفاوت سطوح فناوری، تفاوت در ساختارهای زیربنایی و اولیه و افزایش محدودیت ها و عدم استفاده از منابع گردیده و ادامهٔ این روند حیات تهران را به مخاطره می اندازد و باعث عقب ماندگی سایر مناطق می گردد و نیز مشکلات و مسائل تهران در زمینه های مختلف زیست محیطی، افزایش هزینه های خدمات، افزایش ناهنجاری های اجتماعی و فرهنگی، ایجاد شرایط نامناسب به لحاظ امنیتی و تهدیدهای قابل پیش بینی در زمینهٔ بلایای طبیعی و نارسایی های مدیریتی و روندی مخاطره آمیز دارد که برخی از این مشکلات از مرز بحران گذشته است مانند آسیب های زیست محیطی که شامل انواع

آلودگی های هوا و آب و خاک که به حد غیرقابل کنترل نزدیک می گردد. مسئله آلودگی هوای کلان‌شهر تهران حتی با دائمی شدن سیاست تردد وسایل نقلیه به تفکیک شماره های فرد و زوج در روزهای فرد و زوج هفته، افزایش محدوده های ممنوعیت تردد که خود از جهتی موجب از دست رفتن بخشی از ظرفیت های موجود شهر است و بسیاری سیاست های مقطعی دیگر و با وجود راه اندازی سیستم ریلی زیرزمینی در شهر و نیز اقدامات مربوط به تعویض اتومبیل های فرسوده، هنوز به شکل لاینحلی باقی مانده است. همچنین کاهش سطح رفاه شهروندان که خود حاصل آسیب های زیست محیطی، ایمنی، امنیتی و هزینه خدمات است که در مجموع به کاهش سطح رفاه شهروندان می انجامد و در برخی از مناطق شهر تهران، استفاده از خدمات در حد استانداردهای معمول مقدور نمی گردد. و ادامهٔ رشد جمعیتی و کالبدی تهدیدی جدی برای شهر تهران به حساب می آید و دخالت و تصمیم گیری درخصوص حل مشکلات این شهر اجتناب ناپذیر است(داودپور، ۱۳۸۸: ۲۱۸-۲۱۹).

در نهایت می توان بر ارتباط تنگاتنگ استفاده از عوامل محیطی در ساماندهی کلان‌شهر تهران از نظر عوامل اقلیمی با توسعه پایدار و حداکثر استفاده مفید از عوامل طبیعی اشاره کرد که هدف غایی این پژوهش بوده است. در بررسی عوامل اقلیمی محدوده مورد مطالعه در رابطه با ساماندهی شهر تهران می توان به نقش پایداری هوا، بارش، دما، باد و غیره پرداخت. یکی از عوامل مؤثر بر زندگی، آسایش و سلامتی انسان، شرایط جوی و اقلیمی است. انسان از بدو تولد به طور مستقیم و غیرمستقیم متأثر از این شرایط بوده است.امروزه مطالعه تأثیر وضعیت جوی بر روی زندگی، سلامتی، آسایش و اعمال و رفتار انسان در قالب یکی از شاخه های علمی با عنوان زیست اقلیم انسانی مورد مطالعه و بررسی قرار می گیرد(بییر و هیگینز،۱۳۸۱: ۹۳).

برنامه ریزی کاربری اراضی شهری و تأثیرات آن بر مکان و تراکم، طراحی خانه های مسکونی و واحدهای همسایگی در حصول توسعهٔ پایدار نقش بسزایی دارد(Bulkeley & Betsill, 2003: 176). یکی از ویژگی های اساسی محیط های شهری پایدار، سازگاری وهماهنگ بودن آنها با ویژگی های اقلیم محلی است(IPENZ, 2007:3). بنابراین، شناخت، درک و کنترل تأثیرات اقلیمی

مناطق شهری، پیش نسازی اساسی برای برنامه ریزی و طراحی فضاهای شهری به شمار می رود که لازم است قبل از عملیاتی کردن طرح ها و پروژه ها، مورد توجه ویژۀ برنامه ریزان و طراحان قرار گیرد(Biket, 2006: 262).

تفاوت در الگوهای رفتاری انسان ها تاحد زیادی به تأثیر شرایط اقلیمی نسب داده می شود(Pressman, 2005: 5). احساس آسایش در محیط زیست انسان بدون شک بر کیفیت رفتار و فعالیت وی مؤثر است؛ از این رو، توجه به منطق آسایش افراد در طراحی فضاهای مختلف شهری، در سلامت جسم و روح آنها تأثیر بسزایی دارد. بالاترین میزان انعطاف پذیری فضاهای داخلی بنا زمانی تأمین می شود که بتوان به طور طبیعی شرایط محیطی آن را از نظر تهویه و نور تنظیم نمود(بنتلی، ۱۳۸۲: ۱۷۹). از طرفی، گسترۀ فعالیت ها و دامنۀ انعطاف پذیری آن در یک مکان بیرونی تا حدودی به شرایط خرد اقلیم آن، بویژه وضعیت تابش خورشید و سرعت باد بستگی دارد(بنتلی،۱۳۸۲: ۲۲۰). بنابراین، ارائه راهکارهای مناسب برای ایجاد آسایش محیطی در فعالیت های انسانی و به تبع آن در توسعۀ اقتصادی و استفاده بهینه از آنها تا حد زیادی موجب صرفه جویی در مصرف انرژی های غیرطبیعی می گردد و همین عامل، گامی به سوی توسعۀ پایدار شهری خواهد بود.

فصل اول

کلیات جغرافیای تهران

مقدمه:

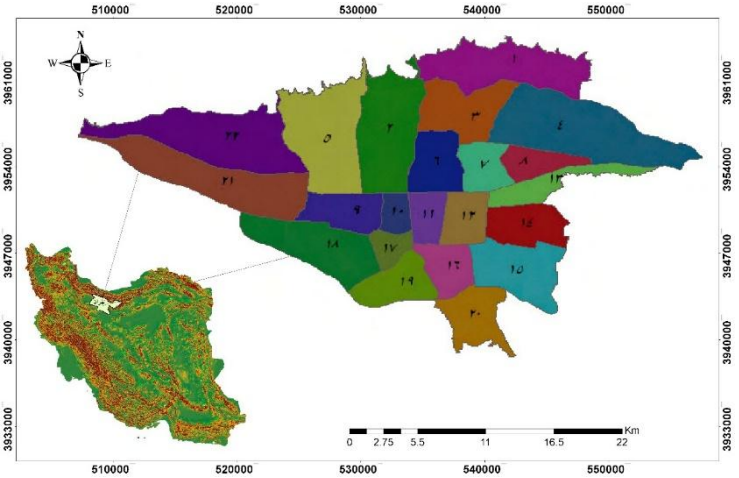
کلان شهر تهران بـه لحاظ موقعیت جغرافیایی از جایگاه ویژه ای برخوردار است. استقرار در دامنه های جنوبی رشته کوه های البرز، منابع سرشار و غنی آب و شرایط آب و هوایی معتدلی را به ارمغان آورده است. دامنه ها و دره های کوهپایه ای البرز شرایط ویژه ای را برای گریز از گرما و خشکی بیابان های جنوبی در اختیار قرارداده است. دشت های جنوبی به جز مناطق شوره زار و کویری، بستر مناسبی برای استقرار کشاورزی و انواع فعالیت های این بخش به شمار می آید. از نظر موقعیت مکانی با توجه به شرایط و ساختگاه تهران برای استقرار جمعیت، نوعی مرکزیت مکانی برای دسترسی و مدیریت سرزمین را در اختیار دارد. نگاهی به جغرافیای سرزمین ایران و توزیع فضایی جمعیت و الگوی سکونت، این موقعیت ویژه و ممتاز را به خوبی نشان می دهد. مشکلات متعدد زیست محیطی موجود مانند آلودگی های مختلف در محدوده تهران بیش از آن که ناشی از شرایط نامناسب مکانی باشد، از فشار مفرط و عدم توجه به توان های محیطی این بخش از سرزمین بوده است. به همین دلیـل، حساسیت‌های محـیط نـسبت بـه تصمیم‌گیری و استفاده از منابع و امکانات محیط طبیعی در این منطقه زیاد است و هرگونه اقـدام نـسنجیده بدون در نظر گرفتن این حساسیت‌ها می‌تواند عواقب جبران‌ناپذیری به دنبال داشته باشد. بنـابراین، تجزیه‌وتحلیل موقعیت و توپوگرافی، شرایط اقلیمی، پوشش گیاهی و شناسایی قابلیت‌های آن‌ها از مهم‌ترین اقدامات در طراحی مدل‌های مناسـب برای مدیریت کلان شهر تهران قلمداد می-شود که در این بخش مدنظر می‌باشد.

موقعیت جغرافیایی تهران

استان تهران در محدوده جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۸ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۰ دقیقه عرض شمالی و مابین ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه تا ۵۳ درجه ۱۰ دقیقه طول شرقی از نصف‌النهار گرینویچ قرارگرفته است. بـدین ترتیـب استان در محدوده‌ای به ابعاد سه درجه طـول و ۵/ ۱ درجـه عـرض جغرافیـایی گـسترده شـده اسـت. بااین‌وجود در این تحقیق منطقه موردمطالعه کلان‌شهر تهران می‌باشد که در کوهپایه‌های جنوبی

رشته‌کوه البرز گسترانیده شده و فاصله‌ای بین طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۲ دقیقه شرقی تا ۵۱ درجه و ۳۶ دقیقه شرقی، به طول تقریبی ۵۰ کیلومتر و عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی تا ۳۵ درجه و ۵۰ دقیقه شمالی، به عرض تقریبی ۳۰ کیلومتر را در برگرفته است. البتـه همان‌طور که از نقشه استان می‌توان دریافت این ابعاد در تمام سطح اسـتان یکـسان نیـست، به‌طوری‌که عـرض استان در نیمه شرقی و طول آن در نیمه جنوبی

به‌مراتب کمتر است، مثلاً در محل شهرستان‌های فیروزکوه و دماوند، پهنای عرض جغرافیایی به کمتر از بیست دقیقه نیز می‌رسد. این استان از شمال به استان مازندران، از جنوب شرق به استان قم، از جنوب غربی به استان مرکزی، از غرب به استان البرز و از شرق به استان سمنان محدود است. موقعیت استان و کلان شهر در کشور در شکل (۱-۱) قابل مشاهده می باشد(رحیمی و همکاران، ۱۳۹۰: ۹۶).



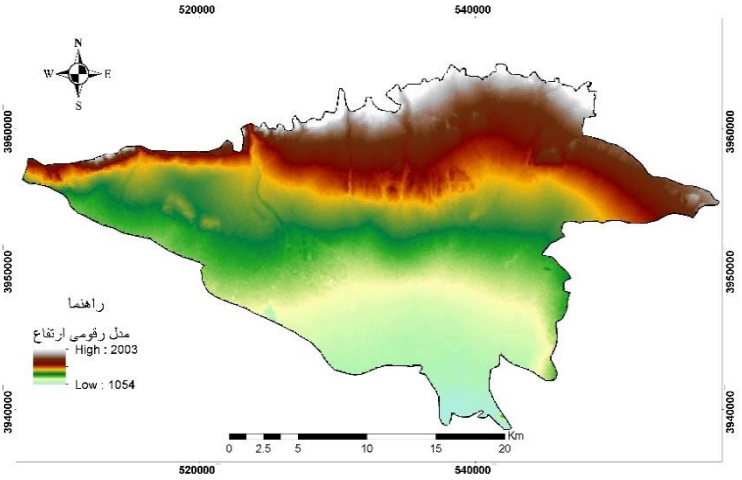
شکل (۱-۱): موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه (شهر تهران)

ویژگی‌های جغرافیایی منطقه:

- **ارتفاع منطقه**

استان تهران در محل تلاقی رشته‌کوه‌های البرز و دشت‌های مرکزی ایران واقع شده است. همانند استان‌های همسایه شرقی و غربی، مناطق شمالی استان تحت پوشش کوه‌های البرز بوده و مناطق جنوبی را بیشتر دشت‌ها و مناطق هموار دربرگرفته است. در استان کوه‌های مرتفع و دشت‌های پست در همسایگی بدون واسطه یکدیگر واقع‌شده‌اند و مناطق کوهپایه‌ای وسعت زیادی ندارند(آمایش استان تهران، بخش تحلیل توپوگرافی، ۱۱:۱۳۸۸). کلان‌شهر تهران با توجه به تقسیم‌بندی‌های شهری دارای ۲۲ منطقه شهری

می‌باشد که با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از نقشه[۱]DEM منطقه به‌صورت کلی بالاترین ارتفاع منطقه ۲۰۰۳ متر از سطح دریا، در مناطق شمالی شهر و پایین‌ترین ارتفاع ۱۰۵۴ متر بوده که مربوط به مناطق جنوبی شهر می‌باشد. همچنین متوسط ارتفاع شهر تهران حدود ۱۳۲۰ متر می‌باشد شکل(۱-۲).

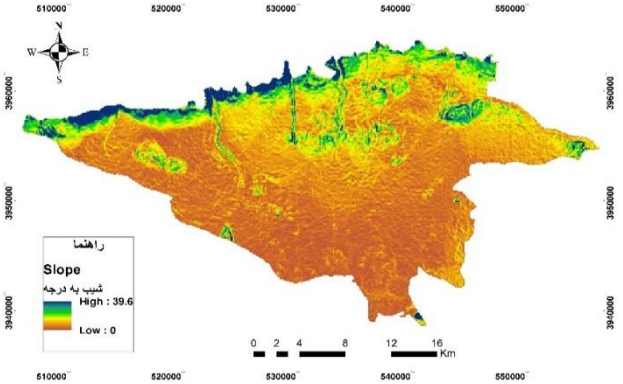


شکل(۱-۲): مدل رقومی ارتفاع شهر تهران

شیب:

شیب با استفاده از مدل رقومی ارتفاع انجام شد.با توجه به نقشه شیب به‌دست‌آمده در محیط GIS که در شکل شماره (۱-۳) قابل‌مشاهده می‌باشد، در قسمت‌های شمالی کلان‌شهر تهران شیب‌های نسبتاً تند غالب است و نیمه جنوبی شهر بیشتر تحت تسلط شیب‌های ملایم می‌باشد. تنها در محل ارتفاعات پراکنده موجود در مناطق شمالی شهر شیب‌های بالاتر از ۱۵ درجه دیده می‌شود. با این وجود بالاترین شیب مربوط به مناطق شمالی شهر می‌باشد، که حدوداً ۳۰ درجه و میانگین شیب شهر تهران نیز حدود ۳ درجه می‌باشد.

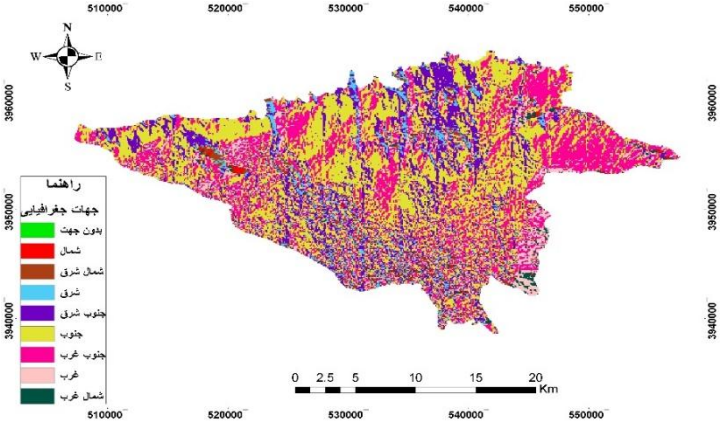
[۱] Digital elevation model



شکل (۱-۳): شیب در مناطق مختلف شهر تهران

جهت شیب:

نقشه جهت شیب منطقه مورد مطالعه نیز با استفاده از مدل رقومی ارتفاع در محیط GIS تهیه شد. باتوجه به نقشه(۱-۴) جهت شیب مشاهده می شود بیشترین شیب شهر تهران مربوط به جهت جنوب و جنوب غربی بوده و کمترین مقدار مربوط به جهت شمالی است.



شکل(۱-۴): جهت شیب در شهر تهران

توپوگرافی:

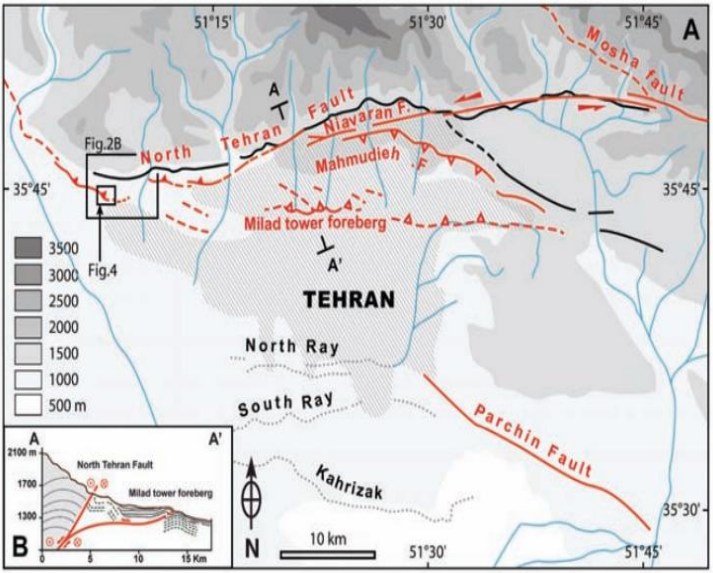
کلان‌شهر تهران در دامنه جنوبی کوه های البرز مرکزی و بر روی نهشته های آبرفتی کوارترنر بنا شده است و قسمت جنوبی آن در کناره شمال باختری کویر بزرگ ایران مرکزی قرار دارد. اختلاف بلندی ناگهانی وشدیدمیان شهرتهران بامیانگین ارتفاع ۱۳۰۰ مترو نزدیک ترین تیغ کوه به آن دریک فاصله کمتر از ده کیلومتر(تیغ توپال با بلندی ۳۹۳۳ متر)یکی ازویژگیهای توپوگرافی این گسترده است(بربریان، ۱۳۷۱: ۷).

مخروط افکنه توچال که بستر استقرار شهر تهران است، به علت بافت کنگلومرایی از درجه مقاومت کمتری نسبت به سنگ بستر برخوردار می باشد.از طرف دیگر، تراکم بیش از حد ساختمان ها و سازه های انسانی در این سطح و فقدان یک سیستم فاضلاب مؤثر، موجب انتقال فاضلاب به بافت کنگلومرایی شده است. اشباع توده های بستر از آب و موادشوینده و شیمیایی منجر به حالت صابونی و لغزنده در بافت خاک و رسوبات آن گردیده ودرجه آسیب پذیری سازه های مستقربر روی آن را به خصوص درمواقع لرزش زمین به شدت افزایش داده است(زنگی آبادی و تبریزی، ۱۳۸۵: ۱۱۸). درنهایت قابل ذکر است که رسوبات آبرفتی تهران دارای پتانسیل لازم جهت تقویت امواج ناشی از زلزله می باشد(جعفرزاده و همکاران، ۱۳۷۰: ۴۹).

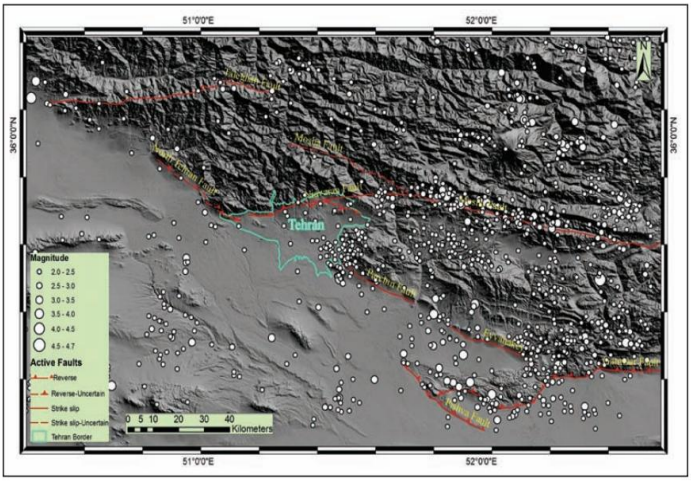
گسل ها:

کلان شهر تهران در دامنه شیب های جنوبی البرز قرار داشته و در مجاورت چندین گسل فعال با پتانسیل خطر بالای لرزه ای نظیر گسل مشا، گسل شمال تهران، گسل ری شمالی و جنوبی می باشد. مطابق با اطلاعات و سوابق لرزه ای که از شهر تهران در دسترس است این ناحیه در گذشته زلزله های قدرتمندی را تجربه کرده است. به عنوان نمونه می توان به زلزله های سالهای ۱۶۶۵ و ۱۸۳۰ میلادی گسل مشا با بزرگای گشتاوری به ترتیب ۶٫۵ و ۷٫۱ و به فاصله های به ترتیب ۷۷ و ۱۲۰ کیلومتری شمال شرق تهران اشاره نمود. این دو زلزله به فاصله زمانی ۱۶۵ سال از یکدیگررخ دادند و زلزله سال ۱۸۳۰ خسارات زیادی در تهران پدید آورد. باید افزود گسل مشا دارای طول تقریبی ۲۰۰ کیلومتر می باشد و کمترین فاصله این گسل تا حاشیه شمالی تهران ۲۵ کیلومتر است. از نمونه زلزله های جنوب تهران نیز می توان به زلزله سال ۸۵۵ مسلادی گسل ری با بزرگای گشتاور ۷٫۱ اشاره نمود. از آخرین زلزله مخربی که در حوالی تهران اتفاق افتاده است ۱۸۷ سال می گذرد و فاصله این زلزله با بزرگترین زلزله قبل از خود روی گسل مشا ۱۶۵ سال می باشد. بنابراین امکان اینکه در هر لحظه یا در آینده ای نزدیک زلزله مشابهی رخ دهد باتوجه به آمار فوق محتمل می باشد.

بدیهی است باتوجه به تراکم زیاد جمعیت در شهر تهران و نیز وجود بافتهای فرسوده متعدد، این زلزله خسارات و تلفات گسترده ای به بار خواهد آورد(صفاری و پولادوند، ۱۳۹۶: ۱۱۰).



شکل(۱-۵): گسل های فعال تهران. در این شکل منطقه هاشور خورده نشان دهنده شهر تهران، خطوط سیاه نشان دهنده گسل های غیر فعال در دوران سنوزوییک، خطوط سرخ نشان دهنده گسل های فعال، خط چین های سرخ نشان دهنده گسل های پنهان یا غیر مطمئن و خط چین های سیاه مربوط به آثار به جای مانده از دریایی کهن هستند(بربریان و همکاران، ۱۳۷۱)



شکل(۱-۶): زمین لرزه های رکورد شده در منطقه از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۵ توسط مرکز لرزه نگاری کشوری به همراه گسل های فعال مهم(بزرگی زمین لرزه ها در مقیاس ناتلی است).

گسل مشا:

گسل مشا یکی از گسل های فعال و خطرناک شمال تهران می باشد که به چند بخش تقسیم شده است. مجموع طول کل گسل بیش از ۲۰۰ کیلومتر می باشد. این گسل به سمت خاوری تحدب داشته و در حاشیه کوه البرز از غرب به شرق امتداد می یابد. مسیر این گسل دارای الگوی سینوسی با راستای خاوری- باختری خم می شود. شیب این گسل در همه نقاط به سمت شمال بوده و بین ۳۵ تا ۷۰ درجه متغیر است. زلزله تاریخی بزرگی که در سال ۱۸۳۰ میلادی تهران بزرگ را تحت تأثیر قرار داده است ناشی از فعالیت بخش خاوری گسل مشا بوده و بزرگایی در حدود ۷.۷ MW برای ان تخمین زده شده است. مرکز این زلزله در حدود ۵۰ کیلومتری محدوده شرقی شهر تهران قرار داشته است و خسارات متعددی را به شهر وارد ساخته است.

گسل شمال شهر تهران:

گسل شمال تهران گسلی است به طول بیش از ۹۰ کیلومتر که در دامنه جنوبی رشته کوه های البرز و در مرز بین بخش کوهستانی و شهری تهران واقع شده است. این گسل به جز

ناحیه شمال خاوری آن به طور کامل در شهر تهران قرار دارد. مسیر و جهت این گسل به صورت شمال خاوری – جنوب باختری می باشد و به صورتی ملایم به طرف جنوب متمایل است. در باختر کن، گسل های متعدد شمال خاوری – جنوب باختری و خاوری – باختری، تداوم آن را قطع می کنند. در خاور لشگرک، این گسل وارد یک ناحیه پیچیده زمین ساختی می شود و به گسل مشا- فشم می پیوندد، گسل شمال تهران در بخش مرکزی بین کن و لشگرک، بین صخره های سازند کرج در چینه های مرزی و ذخایر رسوبی آبرفتی مرز چین داری را تشکیل می دهد که بر روی لایه های جنوبی فرو می نشیند. در صورتیکه گسل شمال تهران فعال شود خسارات ناشی از آن به دلیل موقعیت و فاصله آن از شهر نسبت به گسل مشا سنگین تر خواهد بود. بنابراین باید توجه خاصی به گسل شمال تهران شود و آمادگی های لازم برای پیشگیری از اثرات سوء این گسل، در نهادهای مربوطه صورت گیرد(صفاری و پولادوند، ۱۳۹۶: ۱۱۲).

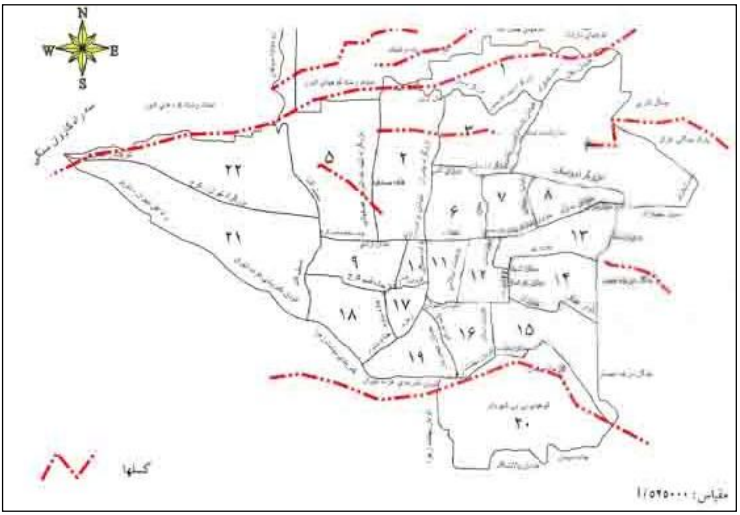
گسل ری:

از دیگر گسل های مهم تهران می توان به گسل ری اشاره نمود که باتوجه به مقاوم نبودن بافت مرکزی و جنوبی شهر تهران در صورت فعالیت این گسل، تلفات زیادی را در برخواهد گرفت. گسل ری در منطقه جنوبی شهر تهران واقع شده است. این گسل به دو بخش جنوبی و شمال تقسیم شده است که به نظر می رسد منشاء هر دو گسل یکی باشد و هر دوی این گسل ها شاخه هایی از یک گسل مرجع باشند. هندسه گسل ری مشخص می کند که شیب این گسل به سمت شمال شهر و در حدود ۷۵ درجه می باشد (zafarani&etc, 2009:725). این دیواره گسلی به سمت باختر تا آبادی صالح آباد پیگیر می شود. به طرف خاور و باختر ادامه گسل شمال ری، زیر رسوبات جوان رودخانه ای و دشتی ناپدید می گردد. به سمت باختر آبادی چهار دانگه، دو خطواره، یکی در نصیرآباد نوروزی و دیگری در جنوب حسن آباد دیده می شود که ممکن است ادامهٔ باختری گسلهٔ شمال ری محسوب شوند. گسل جنوب ری در حدود ۳ تا ۵ کیلومتری گسل شمال ری واقع شده است و طول آن در حدود ۲۰ کیلومتر می باشد. هر دو گسل جنوبی و شمالی ری به صورت موازی در جنوب و شمال فرونشست ری ادامه مسیر می دهند(صفاری و پولادوند، ۱۳۹۶: ۱۱۳).

سایر گسل ها:

از سایر گسل های کلان‌شهر تهران می توان به گسل معکوس آهار، راندگی شمال تهران، گسل معکوس امامزاده داود، راندگی نیاوران، گسل کهریزک، گسل پارچین، گسل قصر

فیروزه، گسل محمودیه و ... اشاره نمود. که این گسل ها باتوجه به طول کم و توانایی لرزه خیزی پایینی که دارند از اهمیت کمتری برخوردار هستند (Campbell & Bozornia, 2008:143).



شکل(۱-۷): موقعیت تقریبی گسل های شهر تهران(زنگی آبادی و تبریزی، ۱۳۸۵: ۱۱۹)

فضای سبز:

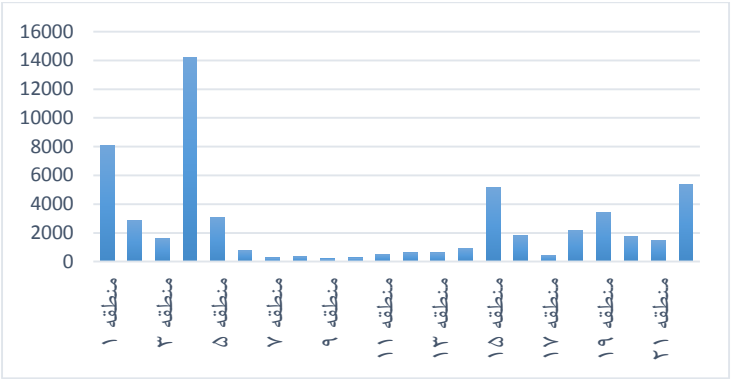
با توجه به اینکه کلان‌شهر تهران به دلیل ویژگی‌های خاص خود ازنظر فضای سبز شهری دارای اهمیت ویژه می‌باشد، در این قسمت به بررسی اطلاعات مربوط به فضای سبز و مساحت آن به تفکیک مناطق ۲۲ گانه تهران پرداخته می‌شود. به‌طورکلی فضای سبز شهری و پارک عمومی در تهران مساحتی حدود۶۰ میلیون مترمکعب را به خود اختصاص داده‌اند(سالنامه آماری استان تهران، ۱۳۹۴: ۵۵۰).

جدول(۱-۱): مساحت فضای سبز شهر تهران

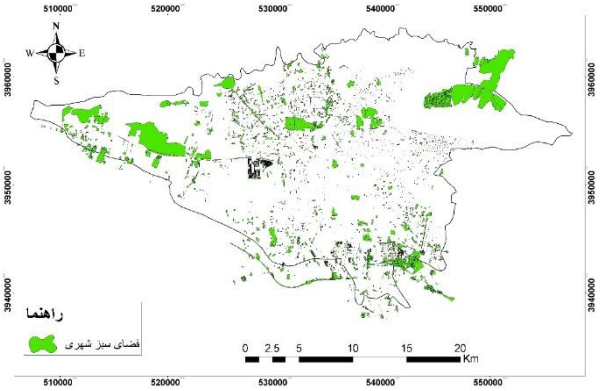
سال و مناطق شهری	پارک عمومی	
	تعداد	وسعت (هزار مترمربع)
۱۳۸۵	۱۴۷۶	۱۸۹۷۹
۱۳۹۰	۱۸۸۲	۲۷۱۸۸
۱۳۹۱	۱۹۸۹	۲۸۲۹۰
۱۳۹۲	۲۰۴۴	۴۷۳۸۴
۱۳۹۳	۲۱۲۰	۴۹۵۷۸
۱۳۹۴	۲۱۶۲	۵۵۹۷۰
شهرداری منطقه یک	۱۹۹	۸۰۹۵
شهرداری منطقه دو	۲۰۳	۲۸۴۹
شهرداری منطقه سه	۹۶	۱۶۰۰
شهرداری منطقه چهار	۲۵۲	۱۴۲۲۲
شهرداری منطقه پنج	۲۰۵	۳۰۸۰
شهرداری منطقه شش	۶۶	۷۸۲
شهرداری منطقه هفت	۵۹	۲۷۵
شهرداری منطقه هشت	۸۵	۳۵۸
شهرداری منطقه نه	۲۵	۱۷۸
شهرداری منطقه ده	۴۶	۲۴۶
شهرداری منطقه یازده	۳۱	۵۲۶
شهرداری منطقه دوازده	۶۰	۶۱۰
شهرداری منطقه سیزده	۶۴	۶۰۸
شهرداری منطقه چهارده	۸۶	۹۳۵
شهرداری منطقه پانزده	۱۳۰	۵۱۵۸
شهرداری منطقه شانزده	۵۶	۱۷۸۸
شهرداری منطقه هفده	۶۶	۴۶۱
شهرداری منطقه هجده	۸۸	۲۲۰۱
شهرداری منطقه نوزده	۶۵	۳۴۳۵
شهرداری منطقه بیست	۱۵۸	۱۷۳۱
شهرداری منطقه بیست‌ویک	۵۴	۱۴۹۰
شهرداری منطقه بیست‌ودو	۶۸	۵۳۴۲

(سالنامه آماری تهران، ۱۳۹۴)

نمودار(۱-۱): مساحت پارک عمومی برحسب مناطق شهرداری تهران ۱۳۹۴ هزار مترمربع



در ادامه نقشه (۱-۸) مربوط به فضای سبز شهر تهران قابل مشاهده می‌باشد.



شکل(۱-۸): پراکندگی فضای سبز شهر تهران

ویژگی های جمعیتی:

جمعیت:

باتوجه به اینکه نتایج سرشماری عمومی نفوس ومسکن در سال ۱۳۹۵،در دسترس می باشد،

در جدول زیر به بررسی جمعیت مناطق ۲۲ گانه کلان‌شهر تهران به تفکیک زن و مرد و خانوار پرداخته می شود.

جدول(۱-۲): جمعیت مناطق ۲۲ گانه تهران

مناطق	جمعیت	خانوار	مرد	زن
۱	۱۶۶۸۸۱	۴۸۷۵۰۸	۲۳۸۶۹۳	۲۴۸۸۱۵
۲	۲۳۹۷۴۲	۷۰۱۳۰۳	۳۴۳۰۳۳	۳۵۸۲۷۰
۳	۱۱۹۰۵۲	۳۳۰۶۴۹	۱۵۸۴۰۱	۱۷۲۲۴۸
۴	۳۰۴۱۶۹	۹۱۹۰۰۱	۴۵۷۴۶۰	۴۶۱۵۴۱
۵	۲۹۲۲۵۷	۸۵۸۳۴۶	۴۲۱۴۴۴	۴۳۶۹۰۲
۶	۸۵۰۹۲	۲۵۱۳۸۴	۱۲۳۱۶۱	۱۲۸۲۲۳
۷	۱۱۵۹۳۰	۳۱۲۱۹۴	۱۵۲۰۲۴	۱۶۰۱۷۰
۸	۱۴۸۵۸۲	۴۲۵۱۹۷	۲۰۸۳۷۹	۲۱۶۸۱۸
۹	۵۷۶۸۸	۱۷۴۲۳۹	۸۸۱۶۳	۸۶۰۷۶
۱۰	۱۱۷۴۰۵	۳۲۷۱۱۵	۱۶۲۱۶۲	۱۶۴۹۵۳
۱۱	۱۰۷۶۲۷	۳۰۷۹۴۰	۱۵۴۴۷۷	۱۵۳۴۶۳
۱۲	۷۹۴۷۹	۲۴۱۸۳۱	۱۲۲۶۶۱	۱۱۹۱۷۰
۱۳	۸۴۱۶۱	۲۴۸۹۵۲	۱۲۳۲۸۹	۱۲۵۶۶۳
۱۴	۱۷۱۱۲۱	۵۱۵۷۹۵	۲۵۸۵۷۷	۲۵۷۲۱۸
۱۵	۲۰۴۳۰۶	۶۴۱۲۷۹	۳۲۵۹۸۵	۳۱۵۲۹۴
۱۶	۸۷۶۴۲	۲۶۸۴۰۶	۱۳۴۷۲۶	۱۳۳۶۸۰
۱۷	۸۸۳۹۸	۲۷۳۲۳۱	۱۳۷۵۴۰	۱۳۵۶۹۱
۱۸	۱۳۰۵۸۶	۴۱۹۸۸۲	۲۱۳۹۱۳	۲۰۵۹۶۹
۱۹	۷۹۵۱۵	۲۶۱۰۲۷	۱۳۳۰۴۸	۱۲۷۹۷۹
۲۰	۱۱۵۷۱۹	۳۶۵۲۵۹	۱۸۳۰۹۱	۱۸۲۱۶۸
۲۱	۶۰۶۰۲	۱۸۶۸۲۱	۹۴۰۳۵	۹۲۷۸۶
۲۲	۵۵۱۱۱	۱۷۶۳۴۷	۸۹۸۹۳	۸۶۴۵۴

(سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان تهران)

تراکم جمعیت[۱]:

تراکم جمعیت از جمله شاخص هایی است که در این زمینه قابل طرح و بررسی می باشد. این شاخص جمعیتی که از رابطه میان تعداد جمعیت و مساحت محدوده تحت اشغال آن

۱- مقدار تراکم جمعیت هر شهر از تقسیم تعداد جمعیت ساکن در هر ناحیه شهری به مساحت آن ناحیه بر حسب هکتار به دست می‌آید.

حاصـل می شود، ویژگی های جمعیتی در بُعد توزیع فضایی را به خوبی به نمایش می گذارد.

مقدار تراکم محاسبه شده برای مناطق مختلف شهر تهران نشان می دهد که طی دوره های زمانی گذشته تاکنون، تفاوت میان مناطق شمال و جنوب شهر همیشه در حد بسیار زیاد بوده است به گونه ای که طی سرشماری سال ۱۳۷۵، از مناطق با تراکم خیلی زیاد در نیمه جنوبی شهر (با حداکثر تراکم ۴۱۲ نفر در هکتار در مناطق ۱۰، ۱۴و ۱۷ و تراکم میانگین ۳۰۰) تا محلات کم تراکم شمال شهر (با مقدار ۴۰ تا ۹۰ نفر در هکتار) متغیّر است. البته با در نظر گرفتن مناطق جدید و گسترش حوزه خدماتی شهر در بخش غربی و جنوب غربی، مقدار تراکم بسیار اندک حتی تا کمتر از یک نفر در هکتار(ناحیه ۷ از منطقه ۲۱) نیز قابل مشاهده می باشد. متوسط تراکم جمعیت در قسمت های اخیر حدود ۱۳ نفر است که نشان از وجود قابلیت و ظرفیت جمعیت پذیری بالاتر در بخش گسترش جدید شهر دارد. به رغم استمرار یافتن تفاوت موجود میان مناطق شمالی و جنوبی شهر تهران طی سال ۱۳۹۰، می توان بر کاسته شدن از شدت این تفاوت اذعان نمود. تغییر کانون اصلی تراکم یابی جمعیت از مناطق جنوبی شهر به بخش های شمالی و شرقی، از بارزترین مشخصه های این وضعیت است. براساس محاسبات انجام شده بر روی اطلاعات سرشماری سال ۱۳۹۰، ناحیه ۲ از منطقه ۱۰ با ۴۳۴ نفر در هکتار بالاترین مقدار تراکم را ارایه می کند. ناحیه ۵ از منطقه ۱۵ نیز با رقم ۴۰۲ نفر در هکتار در مرتبه بعدی قرار می گیرد. مناطق ۱، ۷ و ۸ نیز با متوسط تراکم ۳۵۰ نفر در هکتار، جزو مناطق نسبتاً پرتراکم شهری هستند. نکته قابل توجه این است که طی سال ۱۳۹۰، مناطق جدید شهر هم چنان در رده کم تراکم ترین بخش های شهر قرار دارند. در این بین، ناحیه ۳ از منطقه ۲۲، با مقدار ۱/۳ نفر در هکتار کمترین تراکم شهر تهران را به خود اختصاص داده است. نمایش بصری این شاخص در شهر تهران، نشان دهنده وجود دو کریدور عمده تراکم جمعیتی است. کریدور اول از منتهی الیه جنوب شرقی شهر آغاز و تا مناطق مرکزی، به سمت شرق امتداد می یابد. دومین کریدور نیز با جهت گیری جنوبی - شمالی ولی با مقدار تراکم کمتر نسبت به کریدور اول، نشان از تمایل جمعیت به استقرار در محدوده های شمالی شهر و در نتیجه شکل گیری محدوده پرتراکم در آینده ای نزدیک دارد (اطلس کلانشهر تهران، ۱۳۹۰).

بی تردید اعمال سیاستگزاری در زمینه تعیین و نحوه فروش تراکم ساختمان در سطح مناطق مختلف شهرداری تهران تؤام با تغییرات ایجادشده در برخی شاخص های مربوط به کیفیات درونی جمعیت و اوضاع اقتصادی خانوارها، در به وجود آمدن این کریدورهای جمعیتی بی تأثیر نبوده است.

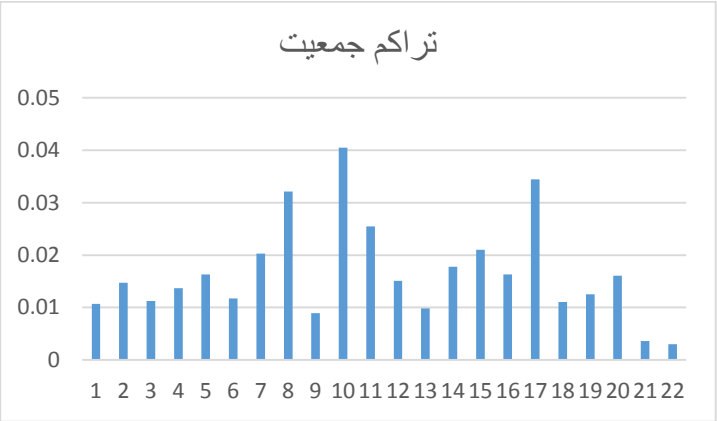
در ادامه با توجه به سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۹۵ مساحت، جمعیت و تراکم جمعیتی شهر تهران به تفکیک مناطق قابل مشاهده است.

جدول(۱-۳): ویژگی های جمعیتی شهر تهران به تفکیک مناطق

مناطق	مساحت(هکتار)	جمعیت	تراکم
۱	۴۵۶۲۱۸۰۱,۲	۴۸۷۵۰۸	۰,۰۱۰۶۸۶
۲	۴۷۶۳۴۵۶۵,۱۲	۷۰۱۳۰۳	۰,۰۱۴۷۲۳
۳	۲۹۳۹۶۲۵۴,۰۱	۳۳۰۶۴۹	۰,۰۱۱۲۴۸
۴	۶۷۰۶۶۲۵۶,۹۳	۹۱۹۰۰۱	۰,۰۱۳۷۰۳
۵	۵۲۶۳۷۱۲۲,۷۴	۸۵۸۳۴۶	۰,۰۱۶۳۰۷
۶	۲۱۴۰۵۲۰۳,۸۱	۲۵۱۳۸۴	۰,۰۱۱۷۴۴
۷	۱۵۳۸۱۰۴۴,۸۷	۳۱۲۱۹۴	۰,۰۲۰۲۹۷
۸	۱۳۲۲۳۸۹۷,۲۴	۴۲۵۱۹۷	۰,۰۳۲۱۵۴
۹	۱۹۵۰۸۷۸۲,۵۲	۱۷۴۲۳۹	۰,۰۰۸۹۳۱
۱۰	۸۰۷۴۳۱۸,۵۸	۳۲۷۱۱۵	۰,۰۴۰۵۱۳
۱۱	۱۲۰۷۶۲۹۷,۴۶	۳۰۷۹۴۰	۰,۰۲۵۵
۱۲	۱۶۰۱۸۲۷۱,۵	۲۴۱۸۳۱	۰,۰۱۵۰۹۷
۱۳	۲۵۳۵۹۸۱۷,۱۷	۲۴۸۹۵۲	۰,۰۰۹۸۱۷
۱۴	۲۹۰۱۳۱۸۴,۷۶	۵۱۵۷۹۵	۰,۰۱۷۷۷۸
۱۵	۳۰۴۸۱۲۳۸,۵۸	۶۴۱۲۷۹	۰,۰۲۱۰۳۸
۱۶	۱۶۴۸۱۳۳۶,۳۸	۲۶۸۴۰۶	۰,۰۱۶۲۸۵
۱۷	۷۹۳۲۰۸۳,۲۶	۲۷۳۲۳۱	۰,۰۳۴۴۴۶
۱۸	۳۷۹۴۸۳۶۲,۸۷	۴۱۹۸۸۲	۰,۰۱۱۰۶۵
۱۹	۲۰۸۶۴۶۱۳,۰۳	۲۶۱۰۲۷	۰,۰۱۲۵۱۱
۲۰	۲۲۷۶۹۳۳۲,۹۷	۳۶۵۲۵۹	۰,۰۱۶۰۴۲
۲۱	۵۱۸۲۵۵۶۷,۵۸	۱۸۶۸۲۱	۰,۰۰۳۶۰۵
۲۲	۵۸۲۸۹۴۰۷,۳۴	۱۷۶۳۴۷	۰,۰۰۳۰۲۵

با توجه به نتایج به دست آمده از ویژگی های جمعیتی شهر تهران مشخص شد که مناطق ۸،۱۰ و ۱۷ بیشترین تراکم و مناطق ۲۱ و ۲۲ کمترین تراکم جمعیت را با توجه به مساحت هر منطقه دارا می باشند.

نمودار (۱-۲): تراکم جمعیت در شهر تهران



ساختار و توسعه کالبدی کلان شهر تهران:

توسعه شهری در سیر تکامل خود دارای روند نسبتاً متعادلی بود(حسینی و سلیمانی مقدم، ۱۳۸۵: ۲۸). اما، تحولات فرهنگی- اجتماعی و اقتصادی قرن ۱۹ و ۲۰ متأثر از مدرنیسم، گسترش سریع شهرها و پیدایش کلان شهرها را موجب شده و تغییرات بنیادی را در سازمان فضایی-کالبدی آنها به وجود آورده است(زیاری، ۱۵۱:۱۳۸۲).

در اثر رشد فزاینده شهرها، گسترش فیزیکی شهر به مناطق پیرامون و همچنین افزایش تراکم و انباشتگی در درون شهرها اجتناب ناپذیر خواهد بود (پناهی و زیاری، ۱۳۸۸: ۲- ۱). این رشد شهری مشکلات جدی و بیشماری در پی خواهد داشت که شامل سطوح بالایی از بیکاری و بیکاری پنهان، فشار فوق العاده بر خدمات و زیرساختهای شهری، تراکم ترافیکی، آلودگی و دیگر اشکال اضمحلال زیست محیطی و نارساییهای شدید در فراهم آوردن مسکن برای ساکنان شهری جدید می شود(شوگیل[۱]،۴۳:۱۳۸۲). بنابراین یکی از موضوعات حیاتی قرن بیست و یکم دانشمندان شهری در ارتباط با پایداری شهر، فرم شهر(فشردگی یا

[۱]- Choguill, Charles L

پراکنش) است(رهنما و عباسزاده، ۱۰۱:۱۳۸۵). به همین دلیل توجه به فرم فضایی شهر به عنوان ضرورتی اساسی در برنامه های توسعه شهری حاکی از اهمیت این موضوع در تقویت جبهه‌های فرهنگی، اجتماعی و کالبدی شهر دارد(حسین زاده دلیر و هوشیار، ۱۳۸۵: ۲۱۳). در این ارتباط شهر تهران به عنوان پایتخت کشور مراحل رشد و توسعه خود را بسیار سریعتر از آهنگ طبیعی طی نموده است، چنانچه علیرغم رشد سریع جمعیتی، مساحت و وسعت این شهر نیز از رشد سریعی در دهه‌های اخیر برخوردار بوده است(قرخلو و زنگنه شهرکی، ۱۳۸۸ :۲۱) به گونه‌ای که بررسی‌ها نشان می دهد که این شهر نسبت به حکومت شاه طهماسب (با چهار کیلومتر مربع مساحت) حدود ۱۶۰ برابر؛ نسبت به سال ۱۲۷۰ (با ۲۴. ۵ کیلومتر مربع) حدود ۵.۱۶ برابر؛ و نسبت به سال ۱۳۷۷ (با ۱۳۰ کیلومتر مربع) ۵ برابر بزرگتر شده است و این ارقام نشانگر رشد فیزیکی شتابان این شهر، حتی سریعتر از رشد جمعیتی آن می باشد. به عنوان مثال اگر جمعیت شهری تهران در سال ۱۳۷۵ مقایسه شود، ملاحظه می گردد که میزان این رشد تنها حدود ۷.۳ برابر بوده، که نسبت به رشد فیزیکی شهر در سطح بسیار پایینی قرار دارد(محمدزاده، ۱۰۰:۱۳۸۶). در صورتی که در راستای تحقق اهداف توسعه پایدار شهری در عصر جهانی شدن، جهت‌گیری‌های نهایی بر رشد هوشمند شهری می باشد(رهنما، ۱۳۸۷: ۱۹).

مدلهای گسترش فضایی کلانشهرها:

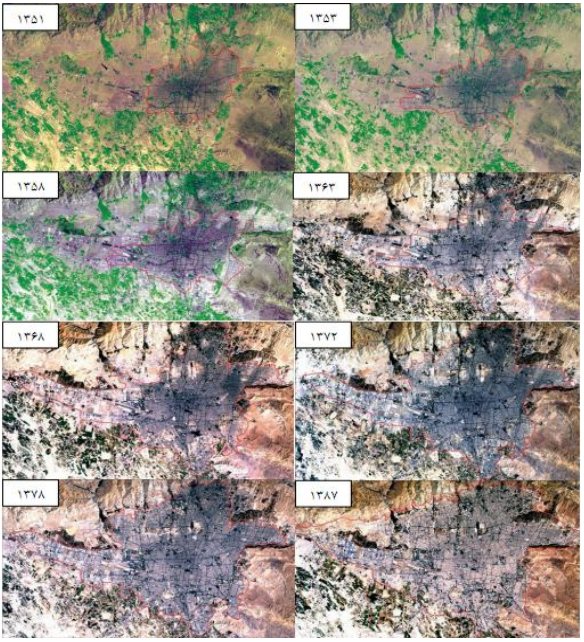
در مدل گسترش فضایی کلانشهرها در جهان الگو های متعددی دیده می شودکه به تناسب شرایط کشورها تصاویر متعددی را از کلانشهرهای آن هابه وجود می آورد. پدیده گسترش فضایی کلانشهرها به دلیل افزایش قیمت زمین و ساختمان در درون آنهـا و انتقال جمعیت و فعالیت به بیرون آن رخ می دهد و به تدریج در بعضی از آنهـا کـه غالب نمونه های جهان سومی هستند به صورت ساختارهای ناموزون و گسیخته در پهنه وسیع اطـراف شهر ظاهر می شود،که خود منجر به جدا افتادگی محل کار و زندگی، افزایش فاصله ها ازدیاد آمد و شدهای شهری، و تخریب و آلودگی روزافزون محیط های زیست انساتی و طبیعی می گردد. در فرایند گسیختگی کالبدی که انفجار کلانشهرها بیمارگونه ای مثل تـهـران را ایـجـاد می کنند همواره پویش پیوستگی نیز صورت می گیرد، به‌طوری که لکه های پراکنده در حـاشـیـه کلانشهرها با پیوستن به یکدیگر، خودبه سیستم به هم پیوسته کلانشهرها ملحق میگردند. این چنین مجموعه شهری، پیامد همزمان گسیختگی و پیوستگی فضایی است که در طـول زمان به واسطه فضاهای خالی باقی مانده درحاشیه شهرهای بزرگ، مـمـلـو از فضـاهـای نامنسجم کالبدی ایجادشده وسرانجام نوع ویژه گسترش فضایی شهرهای بزرگ

که به عنـوان " انفجار شهرهای بزرگ جهان سوم" مطرح شده با ادغام انواع کاربردهای ناسازگار و یورش انواع فضاهای ناموزون و ناسازگار شهری در یکدیگر است به وجود می آید(سعید نیا، ۲۰۰۳:۶۱).

مدل گسترش فضایی شهر تهران:

- می توان ادوار توسعه فضایی تهران را به شرح ذیل مطرح نمود:
- شکل‌گیری تهران قدیم(۱۹۲۰-۱۸۹۱)
- نوسازی شهر تهران(۱۹۶۱-۱۹۲۱)
- تکوین مادرشهر تهران از(۱۹۹۱-۱۹۶۲)
- تکوین مجموعه شهری تهران(۱۹۹۲-۲۰۰۸) (رجبی و سفاهن،۱۳۸۹:۶۰).

در ادامه توسعه کالبدی شهر تهران نشان داده شده است.



شکل(۱-۹): گسترش کالبدی شهر تهران(اطلس کلانشهر تهران)

امروزه کلان شهرها با دربرگرفتن حجم عظیمی از جمعیت به نقاط کانونی تولید و مصرف بدل شده اند. این مسئله از یک سو دلایل رشد و توسعه سریع این کلان شهرها و مناطق حاشیه آنها را فراهم آورده و از سوی دیگر، مخاطراتی را در زمینه نحوه و چگونگی این توسعه در برابرشان قرار داده است. بدون شناخت و برنامه ریزی دقیق، کلان شهرها در پیامدهای منفی خود در حوضه های محیط زیست، منابع طبیعی، سلامت انسانی و ابعاد اجتماعی و اقتصادی زندگی شهری غرق خواهند شد. بنابراین، پایش الگوهای فضایی- زمانی رشدشهری دارای اهمیت حیاتی برای برنامه ریزی شهری و توسعه پایدار، به ویژه در کشورهای درحال توسعه است. با این حال الگوی رشد شهری تهران در سالهای اخیر نشان میدهد که بیشترین رشد کالبدی شهر در اراضی ساخته شده رخ داده است و فرایند فضایی – زمانی رشد شهری در کلان شهر تهران و پیرامون آن شامل سه مرحله اصلی تشکیل هسته اولیه رشد شهری، پخشایش و همگرایی است. به عبارت دیگر، رشد شهری در تهران با شکل گیری هسته های رشد شروع شده و به مرور با رشد این هسته ها، در پیرامون آن لکه های شهری جدیدی شکل گرفته است. این لکه ها در امتداد هسته های اصلی شهری به رشدخودادامه داده وبسیاری ازآنها به هم پیوسته وتشکیل لکه های شهری بزرگتری داده اند.

اقلیم منطقه مورد مطالعه:

عوامل اقلیمی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین عوامل تعیین‌کننده محدودیت و قابلیت در هر ناحیه محسوب می‌شوند. به خاطر تأثیر مستقیم در دو عامل مهم تنظیم‌کننده سازمان فضائی در هر ناحیه یعنی حرارت و دما، اقلیم نقش ویژه‌ای در تعیین قابلیت اراضی ایفا می‌کند. تغییرات مکانی و نوسانات زمانی(اعم از فصلی، سالیانه و درازمدت) دما و بارندگی کنترل‌کننده اصلی توزیع فضائی و فعالیت‌های زمانی و مکانی گیاهان، جانوران و جوامع انسانی می‌باشد.

ایستگاه های مورد مطالعه:

در این قسمت از ۵ ایستگاه سینوپتیک واقع در منطقه استفاده شده است که در جدول(۱-۴) مشخصات هر ایستگاه قابل مشاهده می‌باشد. در ادامه آمارهای مربوط به بارش و دما به‌صورت ماهانه از سازمان هواشناسی کشور تهیه و آماده پردازش شد.

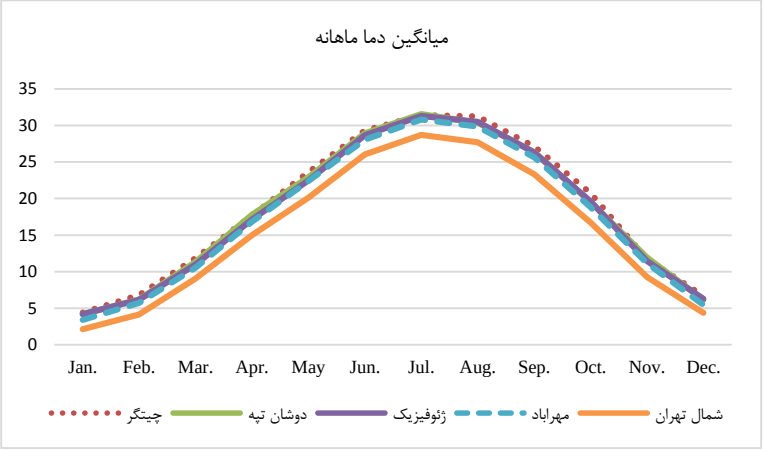
جدول(۱-۴): مشخصات ایستگاه های سینوپتیک مورد استفاده

ایستگاه	سال تأسیس	طول جغرافیایی		عرض جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا(m)	دوره پایه
		دقیقه	درجه	دقیقه	درجه		
مهرآباد(تهران)	1321	19	51	41	35	1190.8	1951-2014
دوشان تپه	1351	20	51	42	35	1209.2	1972-2014
ژئوفیزیک	1347	23	51	44	35	1418.6	1991-2014
شمیران(شمال)	1365	29	51	۴۸	35	1549.1	1988-2014
چیتگر	1375	10	51	44	35	1305	1996-2014

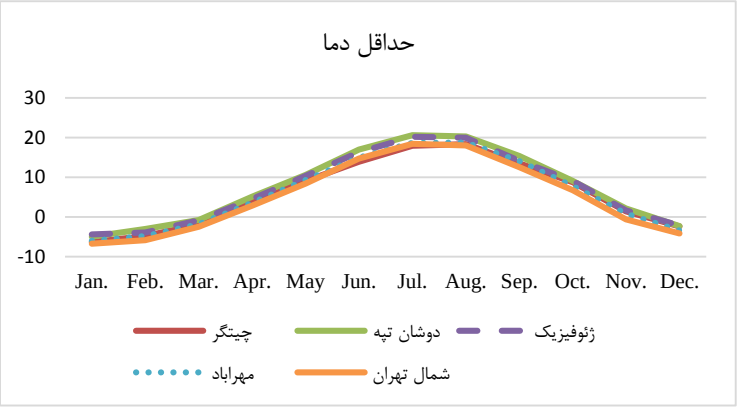
جمع بندی وضعیت اقلیمی شهر تهران:

به طور کلی با مقایسه میانگین دمای ماهانه ایستگاه های مورد مطالعه می توان چنین نتیجه گرفت که گرمترین دما در فصل تابستان و ماه های جولای تا آگوست می باشد و معرف اقلیم مدیترانه ای می باشد. ایستگاه شمال تهران از نظر میانگین دمای ماهانه، نسبت به دیگر ایستگاه های مورد مطالعه دارای دمای کمتری می باشد این در صورتی است که از نظر حداقل و حداکثر دمای ماهانه، تمامی ایستگاه ها رفتار مشابهی دارند.

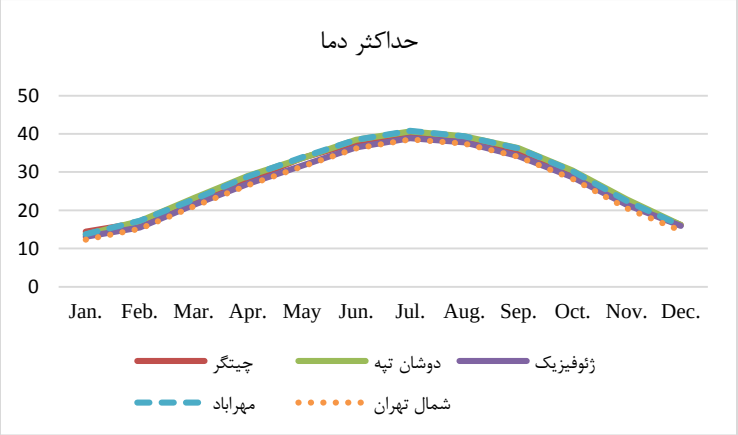
نمودار (۱-۳): میانگین دمای ماهانه ایستگاه های مورد مطالعه در دوره پایه



نمودار (۱-۴): حداقل دمای ماهانه ایستگاه های مورد مطالعه در دوره پایه

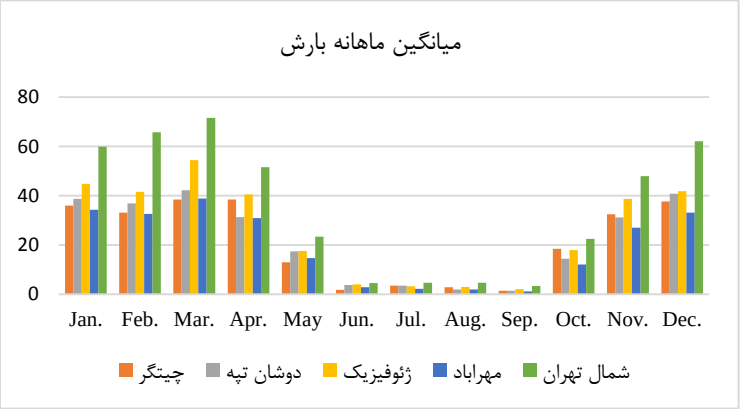


نمودار (۱-۵): حداکثر دمای ماهانه ایستگاه های مورد مطالعه در دوره پایه



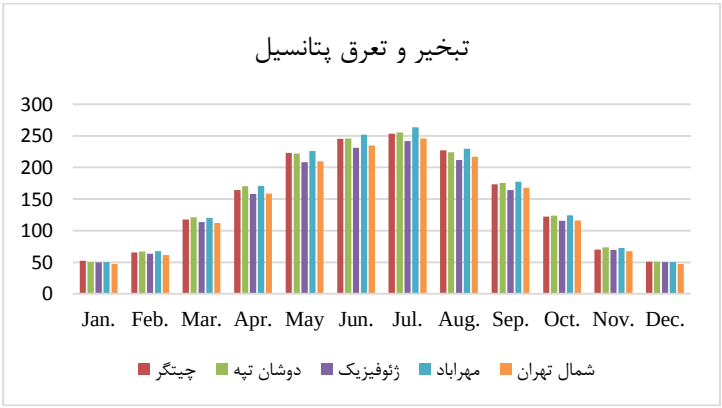
از نظر بارش همانطور که مشاهده می شود، ایستگاه شمال تهران همانند مقادیر دما، در مقادیر بارش نیز با سایر ایستگاه ها تقریبا متفاوت می باشد. فصل تابستان همزمان با استیلای گرما در منطقه مورد مطالعه، میزان بارش نیز ناچیز و در همه ایستگاه ها کمتر از ۱۰ میلیمتر می باشد.

نمودار (۱-۶): میانگین بارش ماهانه ایستگاه های مورد مطالعه در دوره پایه



همچنین بررسی میزان تبخیر و تعرق پتانسیل ماهانه تمامی ایستگاه ها مورد مطالعه نشان می دهد که ژوئن و جولای دارای بیشترین میزان تبخیر و تعرق بوده و ماه های ژانویه و دسامبر دارای کمترین مقدار تبخیر و تعرق هستند. همزمان با افزایش گرما در فصل تابستان و کاهش بارندگی در منطقه، میزان تبخیر و تعرق افزایش یافته و در تمامی ایستگاه ها این مورد کاملاً مشهود می باشد.

نمودار (۱-۷): میانگین تبخیر و تعرق ماهانه ایستگاه های مورد مطالعه در دوره پایه



با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در ایستگاه‌های موردمطالعه مشخص شد که رژیم حرارتی منطقه در فصل سرما از ناهمگنی نسبتاً زیادی برخوردار است که علت آن هدایت توده هوا های مختلف توسط بادهای غربی به منطقه است. وضعیت حرارتی منطقه در فصل تابستان همگن‌تر از زمستان بوده و میانگین دمای جولای و اگوست(تیر و مرداد) در منطقه بالاترین دما را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که در همه ایستگاه‌های مورد مطالعه رژیم حرارتی دارای یک‌روند افزایشی در سالهای اخیر می‌باشد.

در فصل تابستان ورود عوامل بیرونی(توده‌های مختلف هوا) تقریباً قطع می‌شود و عامل اصلی کنترل آب‌وهوا شهر تهران تابش خورشید و عوامل کنترل‌کننده میکروکلیمایی ازجمله جزایر حرارتی متأثر از تراکم جمعیت، کارخانه جات، ترافیک و ... می‌باشد. به سبب زمستان‌های سرد و تابستان‌های نسبتاً گرم، دامنه تغییرات دما زیاد است. با توجه به نتایج بدست آمده، در محدوده کلانشهر تهران، میانگین دمای سالانه بین ۱۵ تا ۱۹ درجه متغیر بوده و با توجه به ناهموار بودن محدوده شهر، میانگین سالانه در مناطق مختلف آن حدود ۳ درجه سانتیگراد اختلاف دما دارند. این اختلاف در مورد میانگین دماهای حداقل دوره سرد سال و حداکثر دوره گرم سال نیز کم و بیش حفظ می شود.

بارش سالانه در محدوده تهران عمدتاً متأثر از تغییرات ارتفاعی محدوده شهر بوده و بین حداکثر ۴۲۲ میلیمتر در شمال تهران تا ۱۴۵ میلیمتر در جنوب شرق تهران متغیر است. تعداد روزهای همراه با بارش نیز از همین الگو تبعیت کرده و بین حدود ۸۹ روز در شمال تهران تا ۳۳ روز در جنوب شهر تهران تفاوت می کند. همچنین در محدوده تهران بین ۲۰۵ تا ۲۱۳ روز هوای صاف تا کمی ابری وجود دارد(اطلس کلانشهر تهران). همچنین با توجه به نتایج بدست آمده از تحلیل بارشی ایستگاه های سینوپتیک منطقه مورد مطالعه مشخص شد که از نظر بارشی شهر تهران دارای دو رژیم بارشی متفاوت می باشد (فصل تابستان و دیگر فصول). تمامی ایستگاه های منطقه از ماه های می تا سپتامبر دارای بارنگی کمتر از ده میلیمتر می باشند که مقارن با حاکمیت فصل گرما و کمبود رطوبت می باشد. در مجموع فصل زمستان نسبت به دیگر فصول دارای بیشترین بارش در منطقه است این در حالی است که ماه مارس (فروردین) در تمامی ایستگاه ها دارای بیشترین بارش می باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده از مقادیر تبخیر و تعرق پتانسیل با استفاده از مدل هارگریوز_ سامانی، مشاهده می‌شود که به جزء ایستگاه های مهرآباد و دوشان تپه که روند مقدار تبخیر و تعرق تقریباً ثابت می باشد سایر ایستگاه های مورد مطالعه ازنظر مقدار تبخیر و تعرق دارای یک روند افزایشی می‌باشند. ماه هایی که بالاترین دما را دارند دارای بیشترین تبخیر و

تعرق هستند و همچنین با توجه به رژیم بارشی در منطقه قابل مشاهده است که در سال ها و ماه های بارشی با مقادیر تبخیر و تعرق کاملاً همخوانی دارند.

فصل دوم

طراحی اقلیمی

مقدمه:

طراحی اقلیمی عبارت است از طرحی که ضمن هماهنگی با محیط طبیعی پیرامون خود و بهره گیری هر چه بیشتر از نیروی طبیعی موجود در محل، تا حد امکان محیط مناسبی برای استفاده کنندگان ایجاد کند(محمدی، ۱۳۸۶). در واقع طراحی اقلیمی به دنبال کاهش هزینه های گرمایش و سرمایش با استفاده از جریان های انرژی طبیعی برای ایجاد آسایش در ساختمان است(قبادیان و فیض مهدوی، ۱۳۸۰). برای رسیدن به این هدف، ساختمان باید با توجه به ویژگیهای اقلیمی هر منطقه مطالعه شود. بدین منظور سه مرحله مطالعاتی زیر را باید بررسی کرد تا تصویر روشنی از سرد و گرم شدن هوای منطقه بدست آورد:

- سنجش اطلاعات آب و هوایی یک مکان با یکی از شاخص های آسایش حرارتی
- تهیه تقویم نیاز آب و هوایی
- طراحی کالبد ساختمان (رازجویان، ۱۳۶۷)

در این فصل ابتدا وضعیت حراراتی ایستگاه های مختلف تهران مورد بررسی قرار گرفته است. سپس با توجه به تقویم اقلیمی و استخراج نیازها، طراحی مناسب ساختمان ها پیشنهاد می گردد.

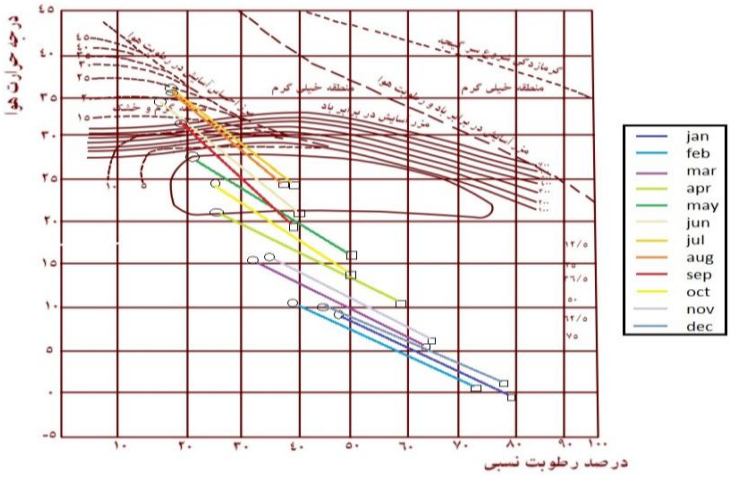
شرایط آسایش نواحی جنوب غرب تهران (ایستگاه مهرآباد):

در کتاب حاضر شرایط حرارتی فضاهای باز شهری به کمک شاخص زیست‌اقلیمی اولگی، دمای معادل فیزیولوژیک و سوزباد موردبررسی قرار گرفت. پس‌ازآن برای شناخت نیازمندی‌های معماری، عناصر اقلیمی به کمک شاخص زیست‌اقلیمی ساختمانی(گیونی) بررسی گردید. همچنین از شاخص اقلیم معماری ماهانی به‌عنوان یکی از شاخص‌های پرکاربرد در معماری استفاده گردید.

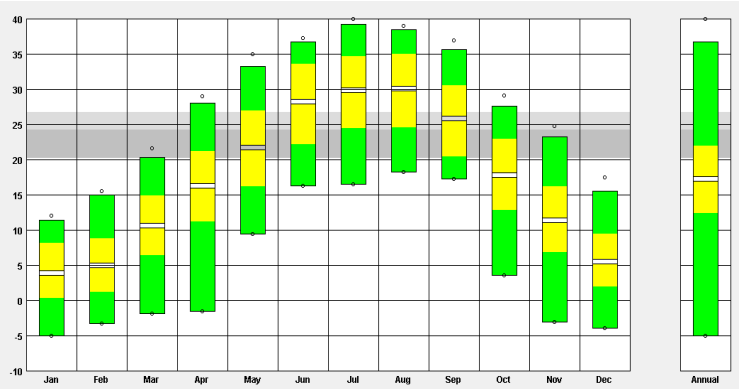
نمودار بیوکلیماتیک انسانی (اولگی):

شکل (۲-۱) شرایط زیست اقلیمی ایستگاه مهرآباد بر اساس شاخص اولگی را نشان می‌دهد. در سه ماه دسامبر، ژانویه و فوریه حتی با اضافه کردن میزان تابش و در معرض مستقیم خورشید قرار داشتن، به دلیل سرمای شدید هوا، امکان رسیدن به شرایط آسایش فراهم نمی‌باشد. شرایط ماه مارس و نوامبر تا حد زیادی مشابه این سه ماه می‌باشد و سرمای هوا محدودیت اصلی این ماه‌ها نیز محسوب می‌شود، اما چنانچه در معرض تابش دریافتی با میزان ۵۰ کیلوکالری در ساعت قرار داشته باشیم امکان کاستن تنش سرما و رسیدن به

شرایط مناسب فراهم می‌شود. در آوریل وضعیت حرارتی محیط در ساعات میانی روز مناسب و نزدیک به حد آسایش است و در بیشتر ساعات روز استفاده مستقیم از نور خورشید توانایی فراهم نمودن آسایش حرارتی را دارد. در ماه می بیشتر ساعات روز در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. این بدان معنی است که شرایط حرارتی محیط خنثی و تنش‌های دمایی چندان احساس نمی‌شوند. در ماه‌های تابستان، فقط در مواقع شب شرایط آسایش مهیا می‌باشد که در ژوئن و سپتامبر اکثر ساعات شب وضعیت حرارتی مناسب و بهینه می‌باشد. اوقات روز این ماه‌ها درصورتی‌که در معرض توأمان باد و رطوبت قرار داشته باشیم تنش‌های نامناسب اقلیمی کاهش می‌یابد و وضعیت مطبوع تجربه می‌شود. درمجموع در سه ماه اکتبر، سپتامبر و می شرایط اقلیمی محیط تقریباً خنثی و تنش‌های اقلیمی چندان احساس نمی‌شوند اما در سایر ماه‌های سال گرما و به‌ویژه سرمای هوا موجب نارضایتی انسان می‌شود. خروجی نرم‌افزار مشاور آب و هوایی (Climate Consultant) بر اساس مدل استاندارد ۵۵ آشری نیز مؤید و همسو با مدل اولگی می‌باشد، به‌طوری‌که دو ماه می و سپتامبر از بیشترین ساعات آسایش حرارتی برخوردار می‌باشند و در بیشتر ماه‌ها و مجموع شرایط سالانه سرمای هوا در مقایسه با گرمای هوا تنش‌های بیشتری ایجاد می‌نماید(شکل ۲-۲). درواقع منطقه مطالعاتی از اقلیمی نیمه‌خشک و سرد برخوردار می‌باشد.



شکل (۲-۱): نمودار زیست اقلیمی ایستگاه مهرآباد



شکل(۲-۲): وضعیت پارامترهای دمایی ایستگاه مهرآباد(تن سبز: کمینه و بیشینه دما، تن زرد: میانگی دما، تن خاکستری بیانگر محدوده آسایش حرارتی)

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET):

شاخص PET شرایط حرارتی محیط را به کمک معادله بیلان انرژی انسان و دخالت دادن عناصر اقلیمی، نوع فعالیت، خصوصیات شخصی و نوع پوشش برآورد می‌نماید. لازم به ذکر است که در اینجا برای برآورد مقادیر شاخص دمای معادل فیزیولوژیک فعالیت سبک مثل رانندگی(۸۰ وات)، ضریب پوشش ۰,۹ کیلو، جنسیت مرد و مقادیر قد و وزن متوسط جامعه یعنی ۱,۷۵ متر و ۷۵ کیلوگرم در نظر گرفته شد. نتایج حاصل از محاسبه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک برای ایستگاه مهرآباد در جدول شماره (۲-۱) نشان داده‌شده است. ملاحظه می‌گردد که ماه‌های بسیار سرد سال یعنی از دسامبر تا فوریه نمره شاخصPET کمتر از ۸ درجه سانتی‌گراد به‌دست‌آمده است، در مارس تنش سرمای متوسط و حساسیت حرارتی خنک احساس می‌شود. این بدان معنی است که هنوز سرمای هوا مشکلاتی را برای انسان ایجاد می‌کند اما از شدت سرما کاسته شده است. از آوریل تنش‌های سرمایی کاهش می‌یابد، چراکه در این ماه دمای معادل فیزیولوژیک به ۳/۱۸ درجه می‌رسد و احساس آسایش حرارتی شرایط غالب این ماه می‌باشد. از می ماه تنش‌های گرمایی در مهرآباد شروع می‌شود اما ازآنجاکه نمره شاخص PET در این ماه اختلاف اندکی با محدوده آسایش دارد، محدودیتی برای فعالیت‌های انسانی وجود ندارد و وضعیت محیط قابل‌تحمل است. پس از گذشت یک ماه، یعنی در ژوئن گرمای آزار دهنده در مهرآباد شروع و تا سپتامبر ادامه می‌یابد/ این تنش در جولای یا تیرماه به اوج خود می‌رسد. در این دو ماه دمای معادل

فیزیولوژیک به ترتیب به ۲/۳۸ و ۱/۳۸ درجه می رسد و تنش گرمای شدید حاکمیت دارد. در سپتامبر از شدت تنش گرما کاسته و حساسیت حرارتی خیلی گرم به گرم تبدیل می‌شود. با شروع فصل پاییز تنش گرما به‌طور کامل از بین رفته و هیچ استرس حرارتی در محیط وجود ندارد. این امر نشان‌دهنده برقراری آسایش حرارتی در نواحی جنوب غربی تهران طی این ماه است. وضعیت ایده آل حرارتی بعد از این ماه جای خود را به تنش های سرمایی می‌دهد. به طوری‌که با رسیدن شاخص PET در نوامبر به ۷/۱۲ درجه سانتی گراد، حساسی حرارتی خنک و تنش سرمای متوسط احساس می‌شود. با پیشروی فصل پاییز بر شدت سرما افزوده می‌شود. چرا که مقدار شاخص PET در دسامبر به ۷/۶ درجه سانتی گراد می‌رسد؛ که بیانگر تنش سرمای شدید است. درمجموع می‌توان گفت که بر اساس شاخص PET در ایستگاه مهرآباد طی ۵ ماه نوامبر تا مارس تنش سرما محدودیت‌هایی را برای فعالیت انسان ایجاد می‌کند. همچنین از ژوئن تا سپتامبر یعنی چهار ماه از سال تنش گرما مسائلی را برای فعالیت‌های انسان ایجاد می‌کند. در دوماه آغازین فصل بهار یعنی آوریل و می و همچنین در اوایل پاییز(اکتبر) وضعیت حرارتی محیط مساعد و حتی به ایده آل تبدیل می‌شود.

جدول (۲-۱): دمای معادل فیزیولوژیک ایستگاه مهرآباد

ماه	PET (سانتی‌گراد)	حساسیت حرارتی	درجه تنش فیزیولوژیک
ژانویه	4/2	سرد	تنش سرمای شدید
فوریه	5/5	سرد	تنش سرمای شدید
مارس	11/2	خنک	تنش سرمای متوسط
آوریل	18/3	راحت	بدون تنش
می	24/4	کمی گرم	تنش گرمای اندک
ژوئن	33/6	گرم	تنش گرمای متوسط
جولای	38/2	خیلی گرم	تنش گرمای شدید
اوت	38/1	خیلی گرم	تنش گرمای شدید
سپتامبر	32/1	گرم	تنش گرمای متوسط
اکتبر	21/6	راحت	بدون تنش
نوامبر	12/7	خنک	تنش سرمای متوسط
دسامبر	6/7	سرد	تنش سرمای شدید

شاخص سوز باد:

میانگین دما و سرعت ماهانه ایستگاه مهرآباد در جدول شماره (۲-۲) نشان داده‌شده است. مهرآباد با توجه به قرارگیری در غرب تهران، در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها از سرعت باد بیشتری برخوردار است. به‌طوری‌که سرعت باد در اکثر ماه‌های سال بیش از ۲ متر در ثانیه است. در این ایستگاه سرعت باد از اواخر زمستان افزایش می‌یابد و به بیش از ۳ متر در ثانیه می‌رسد و در ماه می با سرعت ۳.۶ متر در ثانیه به اوج خود می‌رسد. با شروع سرما سرعت باد در منطقه کاهش‌یافته و به کمتر از ۲ متر در ثانیه می‌رسد. کمترین سرعت باد ماهانه نیز متعلق به دسامبر با متوسط سرعت ۱.۶ متر در ثانیه می‌باشد.

جدول(۲-۲): متوسط ماهیانه دما و سرعت باد در ایستگاه مهرآباد

ماه	متوسط سرعت باد(متر بر ثانیه)	متوسط دما(سانتی‌گراد)
ژانویه	1/9	4/5
فوریه	2/7	6/4
مارس	3/1	11/1
آوریل	3/4	17/6
مه	3/6	22/7
ژوئن	3/3	28/2
جولای	2/9	30/9
اوت	2/4	30/2
سپتامبر	2/3	26/1
اکتبر	2/2	19/6
نوامبر	1/9	12/3
دسامبر	1/6	6/5

جدول(۲-۳) نتیجه شاخص سوزباد در مهرآباد را نشان می‌دهد. ازآنجاکه سرعت باد در ماه‌های سرد سال چندان زیاد نیست، سرمای زمستانه در این ایستگاه توانایی چندانی برای اتلاف زیاد انرژی ندارد. ازاین‌رو همچون ایستگاه ژئوفیزیک، طی شش ماه سرد سال یعنی از نوامبر تا آوریل میزان دفع انرژی به‌واسطه اثر توأمان باد و دما کمتر از ۶۰۰ کالری است و وضعیت حرارتی آن‌ها خنک ارزیابی‌شده است. ملاحظه می‌شود هرچند دمای مارس و آوریل گرم‌تر از دسامبر و ژانویه است اما ازآنجاکه سرعت باد در این دو ماه بیشتر از سردترین ماه‌های سال است، احساس حرارتی محیط ازنظر شاخص سوزباد یکسان به‌دست‌آمده است.

اختلاف دمای ژانویه و مارس حدود ۶ درجه است اما مقادیر شاخص سوزباد در این دو ماه بسیار به هم نزدیک می‌باشد. در این شش ماه بیشترین مقدار H که بیانگر میزان اتلاف انرژی است با نمره ۵۶۲ متعلق به ماه فوریه هست. این بدان معنی است که در این ماه بیش از دسامبر و حتی ژانویه استفاده از انرژی نیاز است. وضعیت می ماه مطبوع و مقدار دفع انرژی حدود ۲۵۵.۱ کالری هست. در ژوئن نیز به‌واسطه وزش باد با سرعت ۳.۳ متر در ثانیه، گرمای هوا تعدیل‌شده و شرایط محیطی تقریباً مطبوع تجربه می‌شود. در گرم‌ترین ماه‌های سال یعنی جولای و اوت میزان شاخص سوزباد به ترتیب ۴۶.۸ و ۵۷ شده است که بیانگر احساس حرارتی گرم می‌باشد. شرایط در شهریور مجدد به دلیل کاهش گرمای تابستانه به حدتقریباً مطبوع نزدیک شده ووضعیت حرارتی نه سرد و نه گرم احساس می‌شود. در اکتبر با کاهش حدود ۶ درجه‌ای دما، شرایط محیطی به مطبوع تغییر حالت می‌دهد.

جدول (۲-۳): مقادیر شاخص سوزباد در ایستگاه مهرآباد

ماه	مقدار دفع انرژی	احساس حرارتی
ژانویه	509.8	خنک
فوریه	562.7	خنک
مارس	500.7	خنک
آوریل	372.0	خنک
می	255.1	مطبوع
ژوئن	112.2	نه گرم نه سرد
جولای	46.8	گرم
اوت	57.0	گرم
سپتامبر	135.9	نه گرم نه سرد
اکتبر	257.4	مطبوع
نوامبر	373.5	خنک
دسامبر	451.0	خنک

شاخص زیست اقلیمی ساختمانی گیونی:

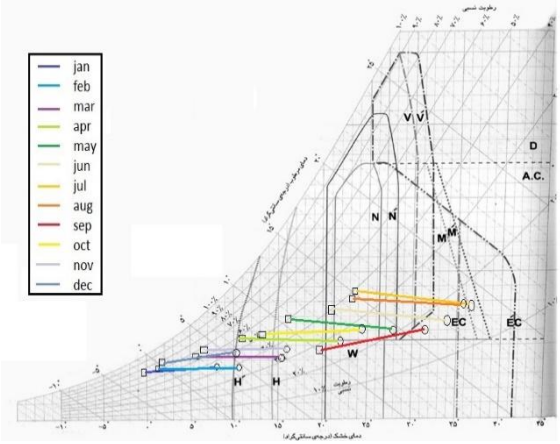
شکل(۲-۳) نشان‌دهنده پیاده‌سازی اطلاعات دما و رطوبت ایستگاه مهرآباد بر روی نمودار گیونی می‌باشد. در ماه‌های بسیار سرد سال یعنی از دسامبر تا فوریه و همچنین ساعات شب در دو ماه نوامبر و مارس که خارج از محدوده H قرار دارند استفاده از سیستم‌های گرمایی مکانیکی ضروری است، در ماه‌های مارس، آوریل، نوامبر و اکتبر درصورتی‌که طراحی متناسب با اقلیم و استفاده از سیستمهای خورشیدی فعال و غیرفعال می‌توان بدون استفاده

از دستگاه‌های مکانیکی شرایط قابل‌تحملی در داخل بنا ایجاد نمود؛ بنابراین به‌منظور کاهش مصرف انرژی طی شش ماه سرد سال موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- از گرمای خورشید بهره‌گیری شود(جهت‌گیری مناسب بناباتوجه به تابش، استفاده ازپنل خورشیدی)
- تبادل حرارت از طریق جداره ساختمان به حداقل رسانده شود(کاهش سطح خارجی به حجم بنا، پلان متراکم، استفاده از عایق حرارتی)
- از نفوذ هوا از درز پنجره و در جلوگیری شود(طراحی مناسب جهت ساختمان و کاستن فشار بر جداره رو به باد)

ماه می تقریباً در بیشتر ساعات شبانه‌روز در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. در ژوئن و سپتامبر به‌جز ساعات میانی روز، شرایط آسایش در فضا برقرار می‌باشد. ساعات شبانه ژوئیه و اوت نیز در محدوده آسایش حرارتی قرار دارند. هرچند در دوره گرم سال، ساعاتی از روز در محدوده آسایش قرار دارد و شرایط حرارتی داخل فضا برای ساکنین در حال انجام فعالیت سبک خنثی می‌باشد، اما در ساعاتی از روز شرایط محیطی از آسایش خارج شده و نیازمندی‌هایی ایجاد می‌کند. ایجاد تهویه طبیعی، استفاده از سرمایش تبخیری(کولرآبی) به‌ویژه در ژوئیه و اوت از مهم‌ترین آن‌ها است؛ بنابراین در ماه‌های گرم ضمن کاهش تبادل حرارتی ساختمان یا استفاده از مصالح سنگین، می‌توان از سرمای ناشی از تابش موج‌بلند دیواره‌ها نیز بهره جست. موقعیت بهینه پنجره‌ها با توجه به جهت باد کمک زیادی به ایجاد کوران و تهویه طبیعی فضا می‌نماید. ازآنجاکه گرمای هوا در منطقه چندان شدید نیست درمجموع نیازی به دستگاه های تهویه مطبوع احساس نمی‌شود.

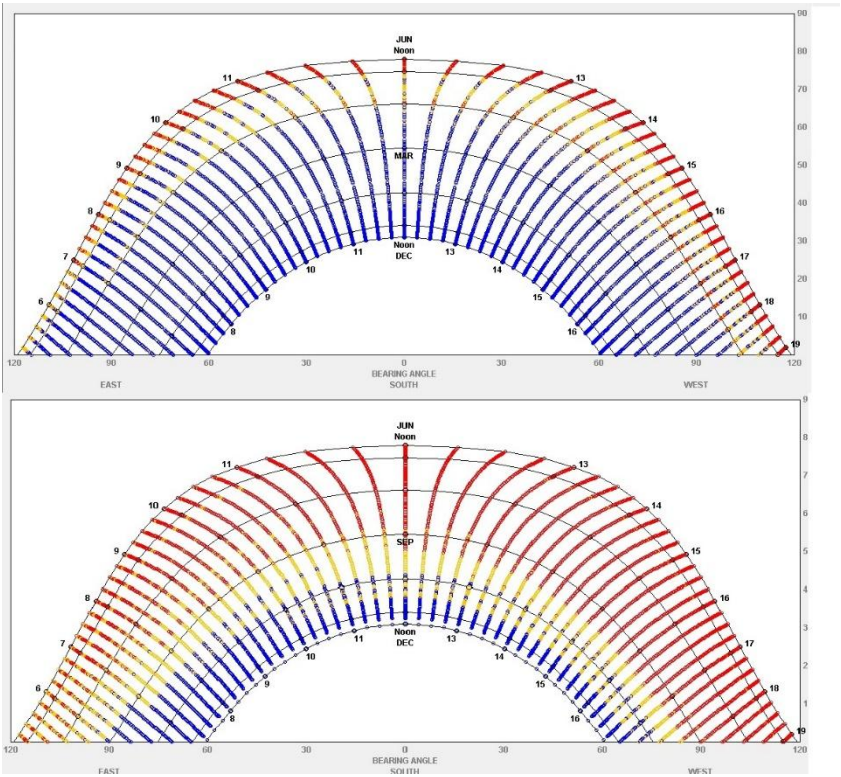
شکل (۵-۳): نمودار زیست‌اقلیمی ساختمانی ایستگاه مهرآباد(محاسبه و ترسیم از نگارنده)



شکل (۲-۳): نمودار زیست‌اقلیمی ساختمانی ایستگاه مهرآباد

نتایج حاصل از نرم‌افزار(Climate Consultant) منطبق با شاخص گیونی می‌باشد. به‌طوری‌که براساس شکل (۲-۴) طی ماه‌های اکتبر تا آوریل نیاز به دریافت خورشیدی احساس می‌شود و از اواخر سپتامبر تا اوایل اکتبر شرایط آسایش برقرار می‌باشد. این وضعیت در ماه می به بیشترین گستره خود می‌رسد و نیاز چندانی به سایه و آفتاب احساس نمی‌شود. ساختمان‌ها از ژوئن تا سپتامبر نیز به سایه نیاز دارند. ازاین‌رو طراحی نقاب سایه متناسب با تابش خورشید در ماه‌های گرم سال لازم می‌باشد.

شکل (۲-۴): نیاز سایه (قرمز) و آفتاب (آبی) ایستگاه مهرآباد



معیار ماهانی:

ماهانی منطقه آسایش شب و روز هرماه را با توجه به معدل سالیانه دمای محل موردمطالعه و معدل رطوبت نسبی همان ماه با استفاده از جداولی تعیین می‌کند. برای این منظور پس از به دست آوردن میانگین دمای سالانه و رطوبت نسبی ماهانه گروه رطوبتی ماه‌های سال توسط نمودار مربوطه استخراج می‌شود تا حدود بالا و پایین آسایش شب و روز مشخص گردد. درنهایت میانگین دمای بیشینه هرماه با منطقه آسایش روز و میانگین دمای کمینه هرماه با منطقه آسایش شب سنجیده می‌شود تا وضعیت گرمایی هر یک از ماه‌های سال به دست آید. جدول(۲-۴) ویژگی‌های دمایی بلندمدت ایستگاه مهرآباد تهران را نشان می‌دهد.

متوسط سالانه دما ۱۷.۵ درجه سانتی‌گراد و تیرماه با دمای بیشینه ۳۶.۶ درجه سانتی‌گراد گرم‌ترین ماه سال و دی با دمای کمینه ۰.۴- درجه سانتی‌گراد سردترین ماه سال می‌باشد. روند دما از دی تا تیر افزایشی و از تیر تا آذر کاهشی است. نوسان سالانه دما ۱۰.۸ درجه سانتی‌گراد است و از اواسط پاییز تا انتهای زمستان نوسان دمای هوا کمتر ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. بیشترین نوسان ماهانه دما نیز در تیر با ۱۲.۷ درجه مشاهده می‌گردد.

جدول(۲-۴): ویژگی‌های دمایی ایستگاه مهرآباد

ماه	میانگین حداکثر دمای ماهانه	میانگین حداقل دمای ماهانه	میانگین نوسان دمای ماهانه
ژانویه	۷.۹	۰.۴-	۸.۳
فوریه	۱۰.۴	۱.۲	۹.۲
مارس	۱۵.۴	۵.۴	۱۰
آوریل	۲۲.۱	۱۱.۲	۱۰.۹
می	۲۷.۹	۱۶.۱	۱۱.۸
ژوئن	۳۳.۹	۲۰.۹	۱۳
جولای	۳۶.۶	۲۳.۹	۱۲.۷
اوت	۳۵.۶	۲۳.۳	۱۲.۳
سپتامبر	۳۱.۶	۱۹.۳	۱۲.۳
اکتبر	۲۴.۴	۱۳.۳	۱۱.۱
نوامبر	۱۶.۲	۶.۷	۹.۵
دسامبر	۱۰	۱.۷	۸.۳
متوسط دما	۱۷.۵		

جدول(۲-۵) بیانگر وضعیت رطوبتی بلندمدت ایستگاه سینوپتیک مهرآباد می‌باشد. در ماه‌های سرد سال(دسامبر، ژانویه و فوریه) به دلیل پایین بودن دما و کاهش ظرفیت رطوبتی جو، متوسط رطوبت نسبی افزایش‌یافته و به بیش از ۵۰ درصد می‌رسد که باتوجه به طبقه‌بندی ماهانی در گروه رطوبتی ۳ قرار می‌گیرند. از اسفند تا اردیبهشت و همچنین اکتبر تا نوامبر که از سرمای زمستانه هوا کاسته یا شروع نشده است دمای هوا مطبوع می‌شود و مقدار رطوبت نسبی در گروه ۲ قرار دارد. در سایر ماه‌های سال با توجه به گرمای هوا و شروع فصل تابستان رطوبت نسبی به کمتر از ۳۰ درصد رسیده است و درنتیجه در گروه

رطوبتی یک جای گرفته‌اند. همچنین در معیار ماهانی برای ماه‌هایی که بارشی بیش از ۲۰۰ میلی‌متر دریافت می‌کنند تنش رطوبتی(H2) خاصی تعریف که برای طراحی معماری تمهیداتی برای آن در نظر گرفته‌شده است. با توجه به مجموع بارش بلندمدت ایستگاه موردمطالعه، بارش در هیچ ماهی به ۲۰۰ میلی‌متر و بیشتر نرسیده است.

جدول(۲-۵): مقادیر بارش و رطوبت نسبی ایستگاه مهرآباد

ماه	متوسط رطوبت نسبی ماهانه	مجموع بارش ماهانه	گروه رطوبتی
ژانویه	۶۴	۳۴.۶	۳
فوریه	۵۶	۳۲.۲	۳
مارس	۴۸	۴۰.۸	۲
آوریل	۴۱	۳۰.۷	۲
می	۳۳	۱۵.۴	۲
ژوئن	۲۵	۳	۱
جولای	۲۶	۲.۳	۱
اوت	۲۶	۱.۸	۱
سپتامبر	۲۷	۱.۱	۱
اکتبر	۳۶	۱۰.۹	۲
نوامبر	۴۹	۲۶	۲
دسامبر	۶۲	۳۴	۳

جدول(۲-۶) حالت‌های مختلف حرارتی طی ماه‌های مختلف سال در ایستگاه مهرآباد را بر اساس معیار ماهانی نشان می‌دهد. در اردیبهشت(می) و شهریور(سپتامبر) تمام ساعات روز در محدوده آسایش اقلیمی قرار دارند و هیچ تنش حرارتی وجود ندارد. این وضعیت برای ساعات روز در دو ماه فروردین و مهر و همچنین ساعات شب خردادماه مشاهده می‌شود. به عبارتی در اوایل بهار و اوایل پاییز که هنوز از سرمای زمستان کاسته و گرمای تابستان شروع نشده و همچنین گرمای تابستان کاهش و سرمای زمستان شروع نشده است وضعیت حرارتی جنوب غرب تهران در حالت آسایش قرار دارد. از اواسط پاییز تا اواخر زمستان یعنی از نوامبر(آبان) تا مارس(اسفند) با توجه به عقب‌نشینی سامانه جنب حاره و ورود بادهای غربی و سامانه‌های پرفشار به منطقه مطالعاتی در تمام ساعات شبانه‌روز تنش سرما وجود دارد؛ بنابراین در این ماه‌ها بهره‌گیری حداکثری از انرژی تابشی خورشید بسیار لازم می‌باشد.

این وضعیت اقلیمی در شب‌های مهر و فرودین نیز تجربه می‌شود. روزهای اسفند و فروردین و آبان و شب‌های فروردین، اردیبهشت و مهر هیچ تنش دمایی انسان را تحت تأثیر قرار نمی‌دهد و وضعیت حرارتی محیط مطبوع می‌باشد. براساس معیار ماهانی فقط در دو ماه تیر و مرداد تنش حرارتی گرم در تمام اوقات شبانه‌روز احساس می‌شود. البته این وضعیت در ساعات روزانه خردادماه که خورشید در حال حرکت به نیمکره شمالی است مشاهده می‌گردد. درمجموع بر اساس نتایج معیار ماهانی، همچون دو شاخص اولگی و گیونی تنش حرارتی ناشی از سرمای هوا در بیشتر اوقات سال سبب نارضایتی ساکنین می‌شود. ازاین‌رو طراحی معماری باید بیشتر در راستای بهره‌گیری از نور خورشید در نظر گرفته شود.

جدول(۲-۶): وضعیت حرارتی جنوب غرب تهران بر اساس معیار ماهانی

	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
حداکثر دمای ماهانه	۷,۹	۱۰,٤	۱۵,٤	۲۲,۱	۲۷,۹	۳۳,۹	۳۶,٦	۳۵,٦	۳۱,٦	۲٤,٤	۱٦,۲	۱۰
حد بالا آسایش روز	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۰	۳۰	۲۸
حد پایین آسایش روز	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱
حداقل دمای ماهانه	-۰,٤	۱,۲	۵,٤	۱۱,۲	۱٦,۱	۲۰,۹	۲۳,۹	۲۳,۳	۱۹,۳	۱۳,۳	٦,۷	۱,۷
حد بالا آسایش شب	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱
حد پایین آسایش شب	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤
شرایط روز	سرد	سرد	سرد	مناسب	مناسب	گرم	گرم	گرم	مناسب	مناسب	سرد	سرد
شرایط شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مناسب	مناسب	گرم	گرم	مناسب	سرد	سرد	سرد

در جدول(۲-۷) با توجه به وضعیت حرارتی و رطوبتی ماه‌های مختلف سال شاخص‌های گرمایی و رطوبتی رتبه‌بندی شده‌اند. این رتبه‌ها به اقدامات چاره‌سازی اشاره می‌کنند که طراح می‌تواند اخذ نماید. توصیه‌ها تنها پس از جمع شدن شاخص‌ها برای یک سال شکل می‌گیرند. با توجه به جدول در تهران شاخص‌های حرارتی نقش بسیار پررنگ‌تری در پیشنهادهای معماری دارند تا شاخص‌های رطوبتی.

جدول(۲-۷): استخراج شاخص‌های حرارتی و رطوبتی تهران بر اساس معیار ماهانی

شاخص	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	مجموع
H1													۰
H2													۰
H3													۰
A1				*	*	*	*	*	*	*			۷
A2						*	*	*					۳
A3	*	*	*								*	*	۵

درنهایت جدول(۲-۸) نتایج حاصل از توصیه‌های طراحی برای محدوده جنوب غرب تهران را نشان می‌دهد. در این جدول توصیه‌های مربوط منطقه مطالعاتی با توجه به وضعیت شاخص‌های دمایی و رطوبتی بارنگ تیره مشخص‌شده‌اند. مهم‌ترین پیشنهادهای معماری برای این منطقه از تهران عبارت‌اند از:

- ساختمان ها بر محور شرقی- غربی جهت‌گیری کنند
- طراحی فضا فشرده باشد
- اندازه بازشوها متوسط باشد
- دیوارهای سنگین داخلی و خارجی به منظور کاهش انتقال گرمای محیط به داخل فضا و افزایش جذب تابش در ماه‌های سرد سال
- سقف‌های سنگین؛ بیش از ۸ ساعت زمان تأخیر
- در نظر گرفتن فضایی برای خواب بیرون

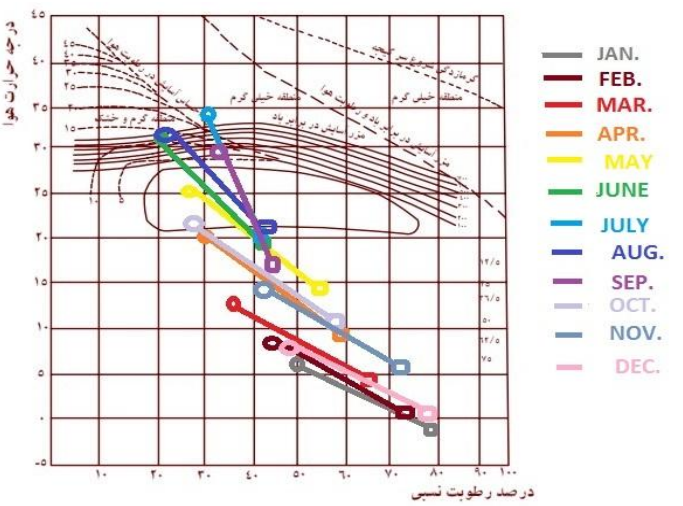
جدول(۲-۸): توصیه‌های طراحی برای محدوده جنوب غرب تهران براساس معیار ماهانی

توصیه‌ها	مجموع شاخص‌ها از جدول ۲-۷					
	خشک			مرطوب		
	A3	A2	A1	H3	H2	H1
	۵	۳	۷	۰	۰	۰
جانمایی						
۱- ساختمان‌ها بر محور شرقی-غربی جهت‌گیری کنند			۱۰ -۰			
	۱۲ -۵		۱۲ یا ۱۱			
۲-طراحی فشرده حول یک حیاط مرکزی	٤ -۰					
فضاسازی						
۳-فضاسازی باز برای نفوذ باد						۱۲ یا ۱۱
۴-همانند ۳، اما از باد سرد/داغ جلوگیری شود						۱۰ -۲
۵-طراحی فشرده						۱ یا ۰
جابجایی هوا						
۶-اتاق‌های یک جداره؛						۱۲ -۳
شرایط دائمی برای جابجایی هوا			۵ -۰			۱ یا ۲
۷-اتاق‌های دوجداره			۱۲ -٦			
با شرایط موقتی برای جابجایی هوا					۱۲ -۳	۰
۸ عدم نیاز به جابجایی محسوس هوا					۱ یا ۰	
بازشوها						
۹-بازشوهای بزرگ،۴۰ تا ۸۰٪ از دیوارهای شمالی‌وجنوبی	۰		۱ -۰			
۱۰-بازشوهای بسیار کوچک ۱۰ تا ۲۰٪	۱ یا ۰		۱۲ یا ۱۱			
۱۱-بازشوهای متوسط، ۲۰ تا ۴۰٪	هرگونه شرایط دیگر					
دیوارها						
۱۲-دیوارهای سبک، زمان تأخیر کوتاه			۲ -۰			
۱۳-دیوارهای سنگین داخلی و خارجی			۱۲ -۳			
سقف‌ها						
۱۴-سقف‌های مایل کاری شده سبک			۵ -۰			
۱۵-سقف‌های سنگین؛ بیش از ۸ ساعت زمان تأخیر			۱۲ -٦			
خواب بیرون						
۱۶-فضایی برای خواب بیرون موردنیاز است		۱۲ -۲				
محافظت از باران						
۱۷-محافظت در برابر باران سنگین موردنیاز است				۱۲ -۳		

شرایط آسایش حرارتی نواحی شمال تهران(ایستگاه شمیران)

شاخص اولگی:

این شاخص به کمک دما و رطوبت وضعیت حرارتی فضاهای آزاد را مورد سنجش قرار می‌دهد. شکل (۲-۵) پیاده سازی اطلاعات ایستگاه هواشناسی شمیران بر روی نمودار زیست‌اقلیمی اولگی را نشان می دهد. ملاحظه می‌شود که طی ۵ ماه از سال یعنی از نوامبر تا مارس، شرایط حرارتی شب و روز پایین‌تر از محدوده آسایش قرار دارد که نشانگر تنش سرما در ماه‌های مذکور است. تنش سرما در ژانویه بسیار شدید است؛ زیرا در همه ساعات شبانه‌روز حتی با قرار داشتن در معرض مستقیم خورشید آسایش حرارتی فراهم نمی‌شود. وضعیت دسامبر و فوریه بسیار شبیه ماه ژانویه می‌باشد؛ اما در این دو ماه چنانچه طی ساعات میانی روز حدود ۷۵ کیلوکالری تابش در ساعت دریافت شود، می‌توان احساس آسایش را تجربه نمود. شرایط ماه مارس و نوامبر نیز تا حد زیادی مشابه سه ماه پیش‌گفته می‌باشد و سرمای هوا همچنان محدودیت حرارتی محیط محسوب می‌شود، اما شدت سرمای محیط به‌شدت دسامبر تا فوریه نمی‌باشد. در این دو ماه چنانچه در معرض تابش دریافتی با میزان ۲۵ تا ۳۰ کیلوکالری در ساعت قرار داشته باشیم در بیشتر ساعات روز امکان کاستن تنش سرما و رسیدن به مرز آسایش فراهم می‌شود. در آوریل و اکتبر فقط در ساعات بعدازظهر که دمای هوا به حداکثر مقدار خود می‌رسد، وضعیت حرارتی محیط خنثی و آسایش اقلیمی تأمین می‌گردد. در سایر ساعات، تأمین انرژی به‌وسیله تابش خورشیدی برای رسیدن به آسایش نیاز می‌باشد. در ماه می بیشتر ساعات روز در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. این بدان معنی است که شرایط حرارتی محیط خنثی و تنش‌های دمایی چندان احساس نمی‌شوند؛ اما در ساعات شب، همچنان تنش‌های سرمایی احساس می‌شود و تأمین گرما برای رسیدن به آسایش همچنان موردنیاز می‌باشد. در ماه‌های تابستان، یعنی از ژوئن تا سپتامبر در ساعات غروب و شب شرایط آسایش در ایستگاه شمیران مهیا می‌باشد. در سایر ساعات و به‌ویژه در نیم روز به وجود توأمان باد و رطوبت برای کاهش تنش‌های گرمایی و رسیدن به آسایش حرارتی نیاز است. البته در ساعات اوج دما در ماه جولای حتی تزریق رطوبت برای ایجاد آسایش کافی نمی‌باشد. در ماه اکتبر همزمان با وقوع اعتدالین و شروع انتقال موقعیت ظاهری خورشید از نیمکره شمالی به نیمکره جنوبی، تنش گرمایی محیط تا حد زیادی کاهش می‌یابد. درمجموع شرایط روزانه فقط در می ماه و همچنین ساعات بعدازظهر اکتبر و آوریل شرایط حرارتی محیط در حالت خنثی قرار دارد. طی چهار ماه ژوئن تا سپتامبر گرما و از اکثر ساعات اکتبر تا آوریل یعنی ۷ ماه از سال تنش سرما در محیط وجود دارد.

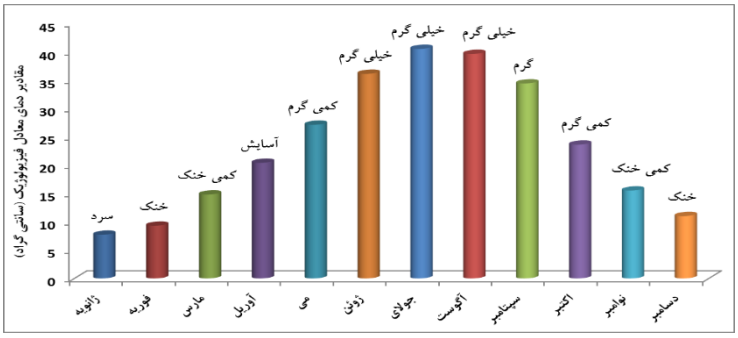


شکل(۲-۵): نمودار زیست‌اقلیمی ایستگاه شمیران

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک(PET):

نتایج حاصل از محاسبه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک برای ایستگاه شمیران در شکل(۲-۶) نشان داده‌شده است. ملاحظه می‌گردد که در ژانویه یعنی سردترین ماه سال، تنش سرمای شدید حاکم است و میزان دمای معادل فیزیولوژیک به ۷,۷ درجه سانتی‌گراد رسیده است. با رسیدن دمای معادل فیزیولوژیک به بالای ۸ درجه، حساسیت حرارتی محیط در فوریه به خنک و متعاقب آن تنش فیزیولوژیک به سرمای متوسط تبدیل می‌شود. در مارس تنش سرمای اندک و حساسیت حرارتی کمی خنک احساس می‌شود. این بدان معنی است که از این ماه سرمای هوا مشکلات زیادی را برای انسان ایجاد نمی‌کند و شرایط حرارتی محیط قابل‌تحمل است. علت اینکه دمای فیزیولوژیک این ایستگاه پایین‌تر از ایستگاه‌های جنوبی‌تر تهران ازجمله ژئوفیزیک به‌دست‌آمده است، این است که سرعت باد در این منطقه بسیار پایین و اکثر وزش‌ها آرام می‌باشند. درحالی‌که باد اثر زیادی بر آسایش اقلیمی دارد و می‌تواند تنش‌های سرما در دوره سرد سال را افزایش و تنش‌های گرما در دوره گرم سال را کاهش دهد. در آوریل یا فروردین‌ماه تنش‌های سرمایی به‌طور کامل در شمیران پایان می‌پذیرند و وضعیت حرارتی خنثی می‌شود. درواقع در این ماه اکثر ساعات روز مطبوع و شرایط آسایش حرارتی برای فردی با فعالیت سبک و پوشش معمول برقرار می‌باشد. از ماه

می یا اردیبهشت با حرکت ظاهری خورشید به سمت شمال و عقب نشینی سامانه‌های شمالی، حساسیت‌های ناشی از گرمای هوا شروع به شکل‌گیری می‌کنند. البته در اردیبهشت وضعیت این ایستگاه کمی گرم است که قابل‌تحمل بوده و مشکلاتی به وجود نمی‌آورد؛ اما پس از گذشت یک ماه، یعنی در ژوئن گرمای آزاردهنده و طاقت فرسا در شمیران شروع و تا سپتامبر ادامه می‌یابد. این تنش در جولای یا تیرماه و اوت یا مرداد به اوج خود می‌رسد. در این دو ماه دمای معادل فیزیولوژیک به ترتیب به ۴۰,۵ و ۳۹,۶ درجه می‌رسد و تنش گرمای شدید حاکمیت دارد. در سپتامبر از شدت تنش گرما کاسته و حساسیت حرارتی خیلی گرم به گرم تبدیل می‌شود. در اکتبر نیز وضعیت حرارتی شمیران بر اساس شاخص PET کمی گرم می‌باشد. ازآنجاکه مقدار ۲۳,۶ به محدوده آسایش حرارتی بسیار نزدیک است، گرمای اکتبر را می‌توان مساعد در نظر گرفت. چراکه نمی‌تواند محدودیتی را برای فعالیت‌های انسانی ایجاد نماید. در نوامبر نیز میزان شاخص PET در شمیران به ۱۵,۵ درجه سانتی‌گراد رسیده است که بیانگر تنش سرمای اندک و حساسیت حرارتی کمی خنک است. به همین دلیل شرایط محیطی در این ماه هم همچون اکتبر قابل‌تحمل و مناسب می‌باشد. با پیشروی فصل پاییز بر شدت سرما افزوده می‌شود و مقدار دمای معادل فیزیولوژیک در دسامبر به ۱۱ درجه سانتی‌گراد می‌رسد؛ که بیانگر تنش سرمای متوسط و حساسیت حرارتی خنک است. درمجموع می‌توان گفت که بر اساس شاخص PET در ایستگاه شمیران طی ۳ ماه دسامبر تا فوریه تنش سرما محدودیت‌هایی را برای فعالیت انسان ایجاد می‌کند. همچنین از ژوئن تا سپتامبر یعنی چهار ماه از سال تنش گرما مسائلی را برای فعالیت‌های انسان ایجاد می‌کند. از اواخر زمستان تا اواسط بهار یعنی مارس تا می و دو ماه آغازین پاییز وضعیت حرارتی محیط مساعد و قابل‌تحمل است. این وضعیت در فروردین که هیچ تنش حرارتی وجود ندارد به بهترین حالت خود می‌رسد.



شکل (۲-۶): مقادیر دمای معادل فیزیولوژیک ایستگاه شمیران

شاخص سوز باد:

میانگین دما و سرعت ماهانه ایستگاه شمیران در جدول(۲-۹) نشان داده‌شده است. تفاوت عمده شمیران با سایر ایستگاه‌های شهر تهران، سرعت پایین باد در آن است. به‌طوری‌که در اکثر ماه‌های سال سرعت باد کمتر از ۱ متر در ثانیه است. به همین دلیل علی‌رغم دمای پایین شمیران در مقایسه با سایر ایستگاه‌ها، مقادیر شاخص سوز باد کمتر به‌دست‌آمده است جدول(۲-۱۰). در این ایستگاه نیز همچون سایر ایستگاه‌های تهران سرعت باد از اواخر زمستان افزایش می‌یابد و در بهار به اوج خود می‌رسد. به‌طوری‌که بیشینه سرعت در ماه‌های آوریل و می با سرعت ۱.۳ متر بر ثانیه مشاهده می‌گردد. با شروع سرما سرعت باد در منطقه کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که از نوامبر تا ژانویه سرعت باد به کمترین مقدار و به حدود ۰.۵ متر در ثانیه می‌رسد.

جدول (۲-۹): متوسط ماهیانه دما و سرعت باد در ایستگاه شمیران

ماه	متوسط سرعت باد (متر بر ثانیه)	متوسط دما (سانتی‌گراد)
ژانویه	۰/۵	۲/۴
فوریه	۰/۸	۴/۳
مارس	۱/۰	۹/۱
آوریل	۱/۳	۱۵/۰
مه	۱/۳	۲۰/۰
ژوئن	۱/۱	۱۵/۷
جولای	۰/۹	۱۸/۵
اوت	۰/۹	۲۷/۷
سپتامبر	۰/۹	۲۳/۴
اکتبر	۰/۹	۱۷/۲
نوامبر	۰/۶	۹/۸
دسامبر	۰/۴	۴/۸

جدول(۲-۱۰) نتیجه شاخص سوز باد در ایستگاه شمیران را نشان می‌دهد. ازآنجاکه سرعت باد به‌ویژه در ماه‌های سرد سال بسیار پایین است میزان اتلاف انرژی در این منطقه از تهران پایین‌تر از سایر نقاط است. ملاحظه می‌شود که شرایط محیطی در اکتبر و نوامبر با مقادیر دمای حدود ۱۷ و ۱۰ درجه سانتی‌گراد اما به‌واسطه سرعت‌های پایین باد مطبوع برآورد شده و مقدار شاخص سوز باد کمتر از ۳۰۰ به‌دست‌آمده است. همچنین برخلاف سایر ایستگاه‌ها احساس حرارتی خنک محدود به ۴ ماه دسامبر تا مارس می‌باشد. ملاحظه می‌شود که

اختلاف دمای ژانویه و مارس حدود ۷ درجه است اما مقادیر شاخص سوز باد در این دو ماه بسیار به هم نزدیک است. طی ۴ ماه خنک سال بیشترین مقدار H که بیانگر میزان اتلاف انرژی است با نمره ۳۹۲,۲ متعلق به ماه فوریه می‌باشد. وضعیت آوریل و می ماه مطبوع و مقدار دفع انرژی کمتر از ۳۰۰ کالری می باشد. در ژوئن نیز شرایط محیطی تقریباً مطبوع تجربه می‌شود؛ زیرا نمرات شاخص سوز باد اختلاف زیادی با شرایط آسایش ندارد و وضعیت غالب محیطی نه سرد و نه گرم است. در گرم‌ترین ماه‌های سال یعنی جولای و اوت میزان شاخص سوز باد به ترتیب ۶۲ و ۷۴.۵ شده است که بیانگر احساس حرارتی گرم می‌باشد؛ زیرا مقادیر H کمتر از ۸۰ به‌دست‌آمده است. شرایط در شهریور مجدد به دلیل کاهش گرمای تابستانه به حد تقریباً مطبوع نزدیک شده و وضعیت حرارتی نه سرد و نه گرم احساس می‌شود.

جدول (۲-۱۰): مقادیر شاخص سوز باد در ایستگاه شمیران

ماه (شمیران)	مقدار دفع انرژی	احساس حرارتی
ژانویه	377.9	خنک
فوریه	392.2	خنک
مارس	349.5	خنک
آوریل	278.4	مطبوع
می	203.9	مطبوع
ژوئن	107.9	نه گرم نه سرد
جولای	62.0	گرم
اوت	74.5	گرم
سپتامبر	135.7	نه گرم نه سرد
اکتبر	219.5	مطبوع
نوامبر	294.6	مطبوع
دسامبر	342.0	خنک

شاخص زیست اقلیمی ساختمانی گیونی:

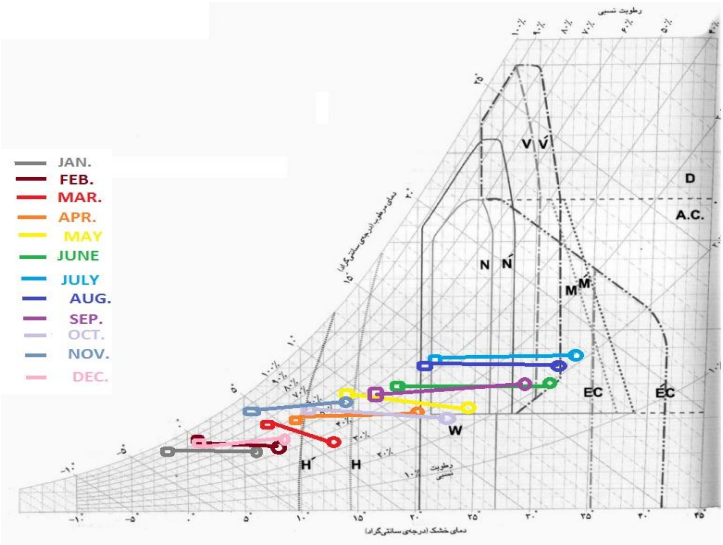
شاخص گیونی ازجمله شاخص‌های معتبر اقلیم معماری است که بر اساس رطوبت و دمای هوا نیازمندی‌ها و دستورالعمل‌هایی را درزمینه معماری ارائه می‌کند. شکل(۲-۷) حاصل پیاده‌سازی اطلاعات ایستگاه هواشناسی شمیران بر روی نمودار گیونی است. ملاحظه می‌شود که همچون ایستگاه های دیگر شهر تهران در سه ماه دسامبر، ژانویه و فوریه شرایط اقلیمی شب و روز خارج از محدوده متمم M قرارگرفته است. این وضعیت نشان می‌دهد که

تنش سرما در این سه ماه شدید و برای تأمین آسایش در داخل ساختمان استفاده از وسایل گرمازا ضروری است. در ماه‌های مارس و نوامبر در صورت استفاده از دیوارهای ضخیم و کاهش تبادل حرارتی بین داخل و خارج از ساختمان و همچنین بهره‌گیری از تابش خورشید، می‌توان در داخل ساختمان شرایط آسایش را در ساعات روز فراهم نمود اما هنگام شب حتماً به وسایل گرمازای مکانیکی نیاز است. در اکتبر و آوریل نیز چنانچه تبادل حرارتی بین فضای خارج و داخل ساختمان به حداقل برسد و از گرمای خورشید بهره کافی برده شود وضعیت داخل فضا مساعد است. وضعیت روزانه ماه اکتبر نیز در محدوده آسایش قرار دارد و نیاز به هیچ اقدامی برای تعدیل هوای داخل ساختمان احساس نمی‌شود. درمجموع پیشنهادهای معماری شش ماه سرد سال در محدوده‌های مرکزی تهران عبارت‌اند از:

- از گرمای خورشید بهره‌گیری شود (جهت‌گیری مناسب بنا با توجه به تابش، استفاده از پنل خورشیدی)
- تبادل حرارت از طریق جداره ساختمان به حداقل رسانده شود (کاهش سطح خارجی به حجم بنا، پلان متراکم، استفاده از عایق حرارتی، استفاده از دیوارهای ضخیم)
- از نفوذ هوا از درز پنجره و در جلوگیری شود (طراحی مناسب جهت ساختمان و کاستن فشار بر جداره رو به باد)

ماه می تقریباً در بیشتر ساعات شبانه‌روز در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد و در صورت کاهش تبادل هوای داخل با خارج از ساختمان حتی در اوایل صبح نیز نیازی به افزایش دما احساس نمی‌شود. در ماه ژوئن بیشتر ساعات روز وضعیت حرارتی ساختمان در محدوده آسایش قرار دارد. بااین‌حال در مواقع ظهر و بعدازظهر به تهویه طبیعی (جریان هوا) و استفاده از کولرآبی نیاز می‌شود. شرایط سپتامبر بسیار شبیه ژوئن است. تنها تفاوت در این است که چنانچه در این ماه تهویه طبیعی هوا در داخل ساختمان وجود داشته باشد، حتی ممکن است نیازی به کولرآبی نباشد. در گرم‌ترین ماه سال یعنی ژوئیه علاوه بر تهویه برای فراهم نمودن آسایش در ساعات اوج گرما به کولرآبی هم نیاز است. در اوت چنانچه امکان تهویه مناسب طبیعی در ساختمان وجود داشته باشد حتی نیازی به کولر در گرم‌ترین ساعات روز نیاز نیست. این وضعیت برای ماه سپتامبر یا شهریور نیز صادق است. درمجموع هرچند در دوره گرم سال، ساعاتی از روز در محدوده آسایش قرار دارد و شرایط حرارتی داخل فضا برای ساکنین در حال انجام فعالیت سبک خنثی می‌باشد، اما در ساعاتی از روز شرایط محیطی از آسایش خارج شده و نیازمندی هایی ایجاد می‌کند که عبارت‌اند از:

- ایجاد تهویه طبیعی
- استفاده از سرمایش تبخیری (کولرآبی) به‌ویژه در ژوئیه و اوت
- کاهش تبادل حرارتی ساختمان و استفاده از مصالح سنگین



شکل (۲-۷): نمودار زیست اقلیمی ساختمانی ایستگاه شمیران

شاخص ماهانی:

در روش ماهانی توسط میانگین دمای سالانه و رطوبت نسبی ماهانه حدود بالا و پایین آسایش تعیین می‌شود. ویژگی‌های دمایی ایستگاه شمیران در جدول(۲-۱۱) ارائه‌شده است. متوسط سالانه دمای این ایستگاه ۱۵.۶ درجه سانتی‌گراد و تیرماه با دمای بیشینه ۳۴.۴ درجه سانتی‌گراد گرم‌ترین ماه سال و دی با دمای کمینه ۱.۵- درجه سانتی‌گراد سردترین ماه سال می‌باشد. روند دما از دی تا تیر افزایشی و از تیر تا آذر کاهشی است. اختلاف حداقل و حداکثر دما از اواسط پاییز تا انتهای زمستان یعنی نوامبر تا مارس کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد و از آوریل تا اکتبر بیشتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. بیشترین نوسان ماهانه دما در سپتامبر(شهریور) با ۱۲.۲ درجه و کمترین آن در ژانویه(دی) با ۷.۷ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌گردد.

جدول(۲-۱۱): ویژگی های دمایی ایستگاه شمیران

ماه	میانگین حداکثر دمای ماهانه	میانگین حداقل دمای ماهانه	میانگین نوسان دمای ماهانه
ژانویه	6.3	-1.5	7.7
فوریه	8.5	0.2	8.3
مارس	13.7	4.5	9.2
آوریل	20.2	9.9	10.3
می	25.6	14.3	11.3
ژوئن	31.7	19.7	12.0
جولای	34.4	22.7	11.8
اوت	33.7	21.6	12.1
سپتامبر	29.5	17.3	12.2
اکتبر	22.8	11.6	11.2
نوامبر	14.4	5.3	9.1
دسامبر	8.7	0.9	7.8
میانگین دمای سالانه	۶.۱۵		

جدول(۲-۱۲) بیانگر وضعیت رطوبتی شمیران می‌باشد. در ماه‌های سرد سال(نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس) به دلیل پایین بودن دما و کاهش ظرفیت رطوبتی جو، متوسط رطوبت نسبی افزایش‌یافته و به بیش از ۵۰ درصد می‌رسد که با توجه به طبقه‌بندی ماهانی در گروه رطوبتی ۳ قرار می‌گیرند. به‌استثنای ژوئن که به دلیل رطوبت نسبی ماهانه کمتر از ۳۰ درصد در گروه رطوبتی یک قرار دارد، سایر ماه های باقی مانده در گروه رطوبتی ۲ قرار دارند. همچنین در معیار ماهانی برای ماه هایی که میزان بارش به بیش از ۲۰۰ میلی‌متر می‌رسد، تنش رطوبتی (H2) خاصی تعریف شده است که برای طراحی معماری تمهیداتی برای آن در نظر گرفته‌شده است. با توجه به مجموع بارش بلندمدت ایستگاه موردمطالعه، بارش در هیچ ماهی به ۲۰۰ میلی‌متر و بیشتر نرسیده است. بیشترین بارش ماهانه با ۸۳.۳ میلی‌متر در ماه مارس و کمترین آن با ۴ میلی‌متر در ژوئن دریافت می‌شود.

جدول(۲-۱۲): مقادیر بارش و رطوبت نسبی ایستگاه شمیران

ماه	متوسط رطوبت نسبی ماهانه	مجموع بارش ماهانه	گروه رطوبتی
ژانویه	65.9	63.1	3
فوریه	59.0	66.5	3
مارس	50.2	83.3	3
آوریل	43.8	50.1	2
می	38.3	27.1	2
ژوئن	29.4	4	1
جولای	30.5	4.2	2
اوت	30.9	3.2	2
سپتامبر	32.9	3.4	2
اکتبر	43.7	16.5	2
نوامبر	57.4	41.3	3
دسامبر	65.7	66.3	3

جدول (۲-۱۳) وضعیت حرارتی ماه های مختلف سال در شمیران را بر اساس معیار ماهانی نشان می‌دهد. در اردیبهشت (می)، خرداد(ژوئن) و همچنین سپتامبر (شهریور) تمام ساعات روز در محدوده آسایش اقلیمی قرار دارد و هیچ تنش حرارتی وجود ندارد. این وضعیت برای شرایط روزانه مهرماه و همچنین شرایط شبانه مرداد مشاهده می‌شود. از اواسط پاییز تا اوایل فصل بهار یعنی از نوامبر(آبان) تا آوریل(فروردین) با توجه به عقب‌نشینی سامانه جنب حاره و ورود بادهای غربی و سامانه‌های پرفشار جنب قطبی به منطقه مطالعاتی در تمام ساعات شبانه‌روز تنش سرما وجود دارد؛ بنابراین در این ماه‌ها بهره‌گیری حداکثری از انرژی تابشی خورشید بسیار لازم می‌باشد. این وضعیت اقلیمی در شب‌های اکتبر یا مهرماه نیز تجربه می‌شود. براساس معیار ماهانی فقط در تیر تنش حرارتی گرم در تمام اوقات شبانه‌روز در ایستگاه شمیران احساس می‌شود. البته این وضعیت در ساعات روزانه مردادماه مشاهده می‌گردد. درمجموع بر اساس نتایج معیار ماهانی، همچون شاخص گیونی تنش حرارتی ناشی از سرمای هوا در بیشتر اوقات سال (شش ماه از سال) سبب نارضایتی ساکنین می‌شود.

جدول (۲-۱۳): وضعیت حرارتی ایستگاه شمیران براساس معیار ماهانی

	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
حداکثر دمای ماهانه	۶.۳	۸.۵	۱۳.۷	۲۰.۲	۲۵.۶	۳۱.۷	۳۴.۴	۳۳.۷	۲۹.۵	۲۲.۸	۱۴.۴	۸.۷
حد بالا آسایش روز	۲۸	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۲	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۲۸	۲۸
حد پایین آسایش روز	۲۱	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۳	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۱	۲۱
حداقل دمای ماهانه	-۱.۵	۰.۲	۴.۵	۹.۹	۱۴.۳	۱۹.۷	۲۲.۷	۲۱.۶	۱۷.۳	۱۱.۶	۵.۳	۰.۹
حد بالا آسایش شب	۲۱	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۳	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۱	۲۱
حد پایین آسایش شب	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
شرایط روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مناسب	مناسب	گرم	گرم	مناسب	مناسب	سرد	سرد
شرایط شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مناسب	مناسب	گرم	مناسب	مناسب	سرد	سرد	سرد

از این رو طراحی معماری باید بیشتر در راستای بهره‌گیری از نور خورشید در نظر گرفته شود. درواقع در این ایستگاه محدودیت های سرمایی نسبت به محدودیت های گرمایی تداوم بیشتری دارند.

در جدول (۲-۱۴) با توجه به وضعیت حرارتی و رطوبتی ماه های مختلف سال شاخص های گرمایی و رطوبتی رتبه بندی شده‌اند. این رتبه ها به اقدامات چاره سازی اشاره می‌کنند که طراح می‌تواند اخذ نماید. توصیه‌ها تنها پس از جمع شدن شاخص ها برای یک سال شکل می‌گیرند. با توجه به این جدول در شمال تهران شاخص‌های حرارتی نقش بسیار پررنگ تری در پیشنهادهای معماری دارند تا شاخص‌های رطوبتی. این وضعیت در ایستگاه‌های مرکزی، شرقی و غربی تهران هم وجود دارد.

جدول(۲-۱۴): استخراج شاخص های حرارتی و رطوبتی ایستگاه شمیران بر اساس معیار ماهانی

شاخص	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	مجموع
H1													۰
H2													۰
H3													۰
A1					*	*	*	*	*	*			۶
A2							*						۱
A3	*	*	*	*							*	*	۶

درنهایت جدول (۲-۱۵) نتایج حاصل از توصیه های طراحی برای محدوده شمال تهران (ایستگاه شمیران) را نشان می‌دهد. در این جدول توصیه های مربوط منطقه مطالعاتی با توجه به وضعیت شاخص های دمایی و رطوبتی با رنگ بنفش مشخص شده اند. مهم ترین پیشنهاد های معماری برای این منطقه از تهران عبارت اند از:

- جانمایی ساختمان‌ها بر محور شرقی- غربی قرار داشته باشند؛
- طراحی فضا فشرده باشد؛
- اندازه بازشو ها متوسط باشد؛
- دیوار های سنگین داخلی و خارجی به منظور کاهش انتقال گرمای محیط به داخل فضا و افزایش جذب تابش در ماه های سرد سال؛
- سقف های سنگین؛ بیش از ۸ ساعت زمان تأخیر.

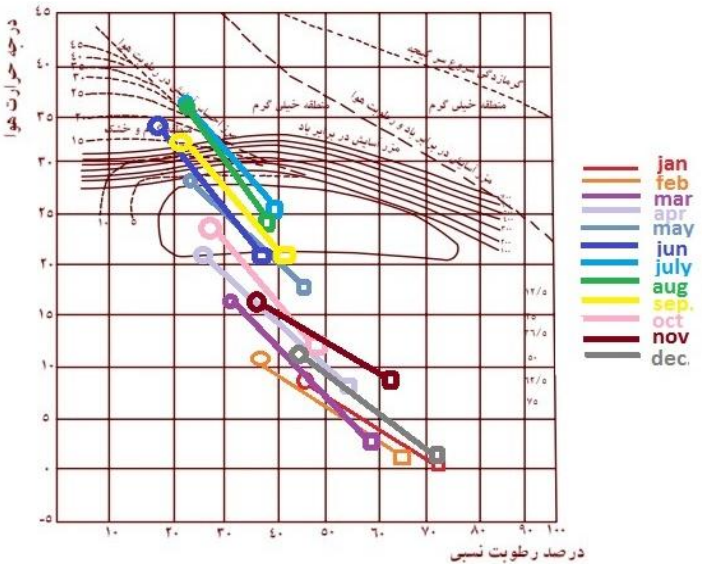
جدول(۲-۱۵): توصیه‌های طراحی برای شمال تهران بر اساس معیار ماهانی

توصیه‌ها	مجموع شاخص‌ها از جدول ۵					
	خشک			مرطوب		
	A3	A2	A1	H3	H2	H1
	٦	١	٦	٠	٠	٠
جانمایی						
۱- ساختمان‌ها بر محور شرقی-غربی جهت‌گیری کنند			١٠ -٠			
	١٢ -٥		١٢ یا ١١			
۲-طراحی فشرده حول یک حیاط مرکزی	٤ -٠					
فضاسازی						
۳-فضاسازی باز برای نفوذ باد						١٢ یا ١١
۴-همانند ۳، اما از باد سردادای جلوگیری شود						١٠ -٢
۵-طراحی فشرده						١ یا ٠
جابجایی هوا						
۶- اتاق‌های یک جداره؛						١٢ -٣
شرایط داخلی برای جابجایی هوا			٥ -٠			٢ یا ١
۷- اتاق‌های دوجداره			١٢ -٦			
با شرایط مجاز برای جابجایی هوا					١٢ -٢	٠
۸ عدم نیاز به جابجایی محسوس هوا					١ یا ٠	
بازشوها						
۹-بازشوهای بزرگ،۴۰ تا ۸۰٪ از دیوارهای شمالی‌وجنوبی	٠		١ -٠			
۱۰-بازشوهای بسیار کوچک ۱۰ تا ۲۰٪	١ یا ٠		١٢ یا ١١			
۱۱-بازشوهای متوسط، ۲۰ تا ۴۰٪	هرگونه‌شرایط دیگر					
دیوارها						
۱۲-دیوارهای سبک، زمان تأخیر کوتاه			٢ -٠			
۱۳-دیوارهای سنگین داخلی و خارجی			١٢ -٣			
سقف‌ها						
۱۴-سقف‌های عایق‌کاری شده سبک			٥ -٠			
۱۵-سقف‌های سنگین؛ بیش از ۸ ساعت زمان تأخیر			١٢ -٦			
خواب بیرون						
۱۶-فضایی برای خواب بیرون موردنیاز است		١٢ -٢				
محافظت از باران						
۱۷-محافظت در برابر باران سنگین موردنیاز است				١٢ -٣		

شرایط آسایش حرارتی نواحی شرقی تهران(ایستگاه دوشان تپه)

شاخص اولگی:

با توجه به شکل (۲-۸) که شرایط زیست اقلیمی فضاهای باز جنوب شرق تهران (ایستگاه دوشان تپه) را نشان می‌دهد، در سه ماه دسامبر، ژانویه و فوریه حتی با اضافه کردن میزان تابش و در معرض مستقیم خورشید قرار داشتن، در بیشتر ساعات به دلیل سرمای شدید هوا، امکان رسیدن به شرایط آسایش فراهم نمی‌باشد. شرایط ماه مارس و نوامبر تا حد زیادی مشابه این سه ماه است و سرمای هوا محدودیت اصلی این ماه ها نیز محسوب می‌شود، اما چنانچه در معرض تابش دریافتی با میزان ۵۰ کیلوکالری در ساعت قرار داشته باشیم در بیشتر ساعات شبانه روز امکان کاستن تنش سرما و رسیدن به شرایط مناسب فراهم می‌شود. در آوریل وضعیت حرارتی محیط در ساعات میانی روز مناسب و به محدوده آسایش حرارتی می‌رسد. همچنین در سایر اوقات روز استفاده مستقیم از نور خورشید توانایی فراهم نمودن آسایش حرارتی را ایجاد می‌نماید. در ماه می بیشتر ساعات روز در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. این بدان معنی است که شرایط حرارتی محیط خنثی و تنش‌های دمایی چندان احساس نمی‌شوند و فقط در اوایل صبح که دما به پایین مقدار می‌رسد تنش اندک سرما احساس می‌شود. در ماه‌های تابستان، فقط در مواقع شب شرایط آسایش مهیا می‌باشد که در ژوئن و سپتامبر اکثر ساعات شب وضعیت حرارتی مناسب و بهینه می‌باشد. اوقات روز این ماه‌ها درصورتی‌که در معرض توأمان باد و رطوبت قرار داشته باشیم تنش‌های نامناسب اقلیمی کاهش می‌یابد و وضعیت مطبوع تجربه می‌شود. درواقع طی ساعات میانی روز در تابستان، به‌منظور رسیدن کاستن تنش‌های حرارتی و فراهم نمودن آسایش حرارتی جریان هوای مرطوب موردنیاز است. در ماه اکتبر همزمان با شکل‌گیری موقعیت جنوبی خورشید، تنش گرمایی محیط تا حد زیادی کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که وضعیت حرارتی این ماه در ساعات روز در محدوده آسایش قرار دارد و در ساعات شبانه به انرژی غیرفعال یا فعال خورشیدی برای تأمین گرما و برقراری آسایش نیازمند است. درمجموع در سه ماه اکتبر، سپتامبر و می شرایط اقلیمی محیط تقریباً خنثی و تنش‌های اقلیمی ضعیف و چندان احساس نمی‌شوند اما در سایر ماه‌های سال گرما و به‌ویژه سرمای هوا موجب نارضایتی انسان می‌شود. به‌طوری‌که طی ۵ ماه تنش سرما و در ۳ ماه سال تنش گرما موجبات نارضایتی انسان را فراهم می‌کند.

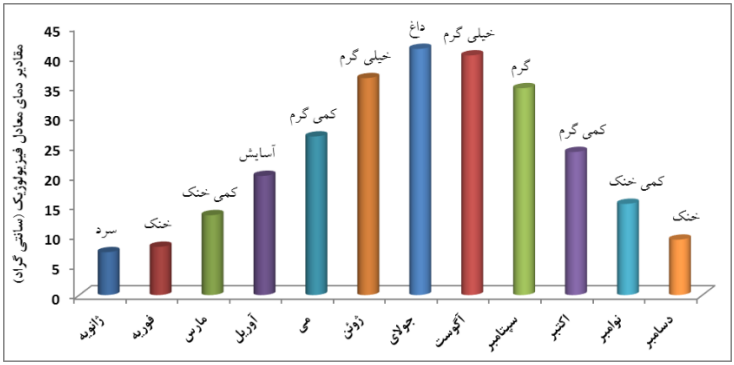


شکل (۲-۸): نمودار زیست‌اقلیمی ایستگاه دوشان تپه

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET):

نتایج حاصل از محاسبه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک برای ایستگاه دوشان تپه در شکل (۲-۹) نشان داده شده است. ملاحظه می‌گردد که در ژانویه یعنی سردترین ماه سال، تنش سرمای بسیار شدید حاکم است. در فوریه با رسیدن دمای معادل فیزیولوژیک به بیش از ۸ درجه سانتی‌گراد تنش سرما متوسط شده و حساسیت حرارتی محیط به خنک تبدیل می‌شود. در مارس تنش سرمای اندک و حساسیت حرارتی کمی خنک احساس می‌شود؛ بنابراین از مارس سرمای محیط تقریباً ناچیز و ازنظر حرارتی قابل‌تحمل است. در آوریل یا فروردین‌ماه وضعیت حرارتی خنثی می‌شود و شرایط آسایش حرارتی برقرار می‌گردد. وضعیت مناسب محیط در می ماه نیز قابل‌مشاهده است؛ زیرا در این ماه حساسیت حرارتی کمی گرم است و درجه تنش فیزیولوژیک گرمای اندک می‌باشد که قابل‌تحمل بوده و چندان آزاردهنده نیست. پس از گذشت یک ماه، یعنی در ژوئن گرمای آزاردهنده و طاقت‌فرسا در دوشان تپه شروع و تا سپتامبر ادامه می‌یابد. این تنش در جولای یا تیرماه به اوج خود می‌رسد. در این ماه دمای معادل فیزیولوژیک به بیش از ۴۱ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. متعاقب این وضعیت حساسیت حرارتی داغ و تنش گرمای بسیار شدید احساس می‌گردد. با

شروع فصل پاییز تنش گرما تا حد قابل قبولی کاسته می‌شود. چراکه در اکتبر تنش حرارتی به کمی گرم می‌رسد و شرایط محیطی متعادل و مناسب می‌شود. وضعیت قابل‌تحمل حرارتی در نوامبر نیز تداوم دارد؛ اما تفاوت در حساسیت حرارتی است که به کمی خنک و تنش سرمای اندک تغییر وضعیت می‌دهد. همزمان با شروع فصل زمستان و آغاز نفوذ سامانه‌های شمالی به منطقه موردمطالعه، وضعیت حرارتی از حالت قابل‌قبول خارج و در دسامبر تنش سرمای متوسط غالب می‌گردد. درمجموع می‌توان گفت که بر اساس شاخص PET در ایستگاه دوشان تپه طی سه ماه دسامبر تا فوریه تنش سرما محدودیت‌هایی را برای فعالیت انسان ایجاد می‌کند. همچنین از ژوئن تا سپتامبر یعنی چهار ماه از سال تنش گرما مسائلی را برای فعالیت‌های انسان ایجاد می‌کند. از مارس تا می و از اکتبر تا نوامبر، وضعیت حرارتی محیط قابل‌تحمل و تنش‌های سرما و گرما در حد اندک است و حتی در آوریل هیچ تنشی احساس نمی‌شود. این بدان معنی است که در این ماه‌ها می‌توان با طراحی اقلیمی و تنظیم اصول معماری متناسب با شرایط اقلیمی، بدون استفاده از وسایل مکانیکی وضعیت آسایش حرارتی در داخل بنا را فراهم نمود.



شکل (۲-۹): دمای معادل فیزیولوژیک ماهانه ایستگاه دوشان تپه

شاخص سوز باد:

میانگین دما و سرعت ماهانه ایستگاه دوشان تپه در جدول(۲-۱۶) نشان داده‌شده است. در این ایستگاه سرعت باد از اواخر زمستان افزایش می‌یابد و در بهار به اوج خود می‌رسد. به‌طوری‌که بیشینه سرعت در ماه‌های آوریل و می با سرعت ۲.۴ و ۲.۵ متر بر ثانیه مشاهده می‌گردد. با شروع سرما سرعت باد در منطقه کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که از نوامبر تا ژانویه

سرعت باد به کمترین مقدار می‌رسد. کمینه سرعت باد در دسامبر و ژانویه و با سرعت ۱ متر در ثانیه مشاهده می‌شود.

جدول (۲-۱۶): متوسط ماهیانه دما و سرعت باد در ایستگاه دوشان تپه

ماه	متوسط سرعت باد (متر بر ثانیه)	متوسط دما (سانتی‌گراد)
ژانویه	1/0	4/8
فوریه	1/6	6/7
مارس	2/0	11/2
آوریل	2/4	17/7
مه	2/5	22/7
ژوئن	2/1	28/5
جولای	1/6	31/1
اوت	1/6	30/3
سپتام	1/5	26/3
اکتبر	1/5	19/7
نوامبر	1/2	12/5
دسامبر	1/0	6/8

جدول(۲-۱۷) نتیجه شاخص سوز باد در دوشان تپه را نشان می‌دهد. ازآنجاکه سرعت باد به‌ویژه در ماه‌های سرد سال چندان زیاد نیست و تقریباً بیشتر بادها در حد آرام می‌باشند، سرمای زمستانه در این ایستگاه توانایی چندانی برای اتلاف زیاد انرژی ندارد. به‌طوری‌که طی شش ماه سرد سال یعنی از نوامبر تا آوریل که بر اساس شاخص‌های قبلی دارای تنش سرمایی بودند، میزان دفع انرژی به‌واسطه اثر توأمان باد و دما کمتر از ۶۰۰ کالری است و وضعیت حرارتی آن‌ها خنک ارزیابی‌شده است. در ایجاد سوز بادهای شدید ندارد. به‌طوری‌که در ژانویه که دمای هوا به کمترین مقدار خود در سال می‌رسد، میزان دفع انرژی کمتر از ۶۰۰ کالری است و احساس حرارتی این ماه بر اساس شاخص سوز باد خنک می‌باشد. بیشترین میزان دفع انرژی در این شش ماه متعلق به ماه فوریه با مقدار ۴۴۷.۲ کالری

می‌باشد. این بدان معنی است که در این ماه بیش از دسامبر و حتی ژانویه استفاده از انرژی نیاز است. وضعیت ماه می مطبوع و مقدار دفع انرژی حدود ۲۱۱ کالری است. در ژوئن نیز به‌واسطه وزش باد با سرعت بیش از ۲ متر در ثانیه، گرمای هوا تعدیل‌شده و شرایط محیطی تقریباً مطبوع تجربه می‌شود. در گرم‌ترین ماه‌های سال یعنی جولای و اوت میزان شاخص سوز باد به ترتیب ۳۲ و ۴۴.۴ شده است که بیانگر احساس حرارتی گرم است. شرایط در شهریور مجدد به دلیل کاهش گرمای تابستانه به حد تقریباً مطبوع نزدیک شده و وضعیت حرارتی نه سرد و نه گرم احساس می‌شود. در اکتبر با کاهش حدود ۵ درجه‌ای دما، شرایط محیطی به مطبوع تغییر حالت می‌دهد.

جدول (۲-۱۷): مقادیر شاخص سوز باد در ایستگاه دوشان تپه

ماه	مقدار دفع انرژی	احساس حرارتی
ژانویه	411.2	خنک
فوریه	447.2	خنک
مارس	398.0	خنک
آوریل	305.7	خنک
می	210.8	مطبوع
ژوئن	85.2	نه گرم نه سرد
جولای	32.0	گرم
اوت	44.4	گرم
سپتامبر	110.2	نه گرم نه سرد
اکتبر	216.5	مطبوع
نوامبر	315.1	خنک
دسامبر	374.4	خنک

شاخص زیست اقلیمی ساختمانی گیونی:

در این شاخص، ویژگی‌هایی که یک ساختمان باید دارا باشد تا هوای داخلی آن تحت تأثیر شرایط اقلیمی در منطقه آسایش قرار گیرد، در ارتباط با شرایط و تغییرات هوای پیرامون ساختمان مشخص‌شده است. شکل(۲-۱۰) نشان‌دهنده پیاده‌سازی اطلاعات دما و رطوبت ایستگاه دوشان تپه روی نمودار گیونی می‌باشد. در ماه‌های بسیار سرد سال یعنی دسامبر و ژانویه و همچنین ساعات شب در دو ماه نوامبر و فوریه که خارج از محدوده متمم H قرار

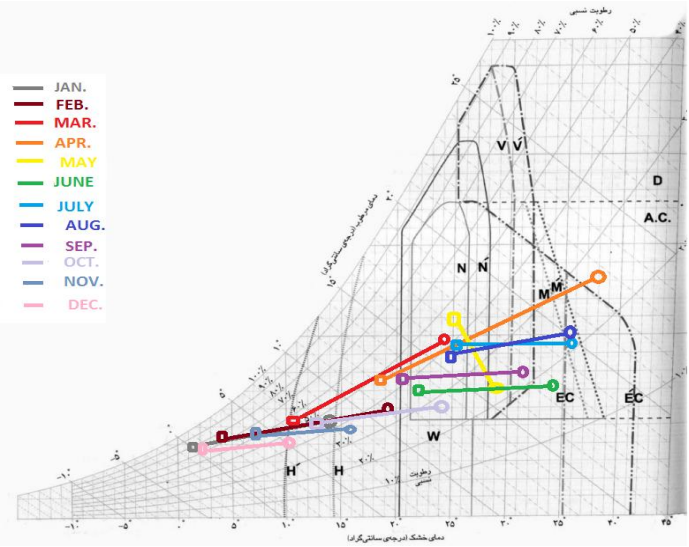
دارند استفاده از سیستم های گرمایی مکانیکی جهت تأمین آسایش اقلیمی ضروری است، در ماه‌های مارس، آوریل، نوامبر و اکتبر درصورتی‌که طراحی متناسب با اقلیم و استفاده از سیستم‌های خورشیدی غیرفعال و حتی فعال می‌توان در طی روز بدون استفاده از سیستم‌های مکانیکی شرایط قابل تحملی در داخل بنا ایجاد نمود.

بنابراین به منظور کاهش مصرف انرژی طی اکتبر تا مارس موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- ازگرمای خورشید بهره‌گیری شود (جهت‌گیری مناسب بنا باتوجه به تابش، استفاده ازپنل خورشیدی)
- تبادل حرارت از طریق جداره ساختمان به حداقل رسانده شود(کاهش سطح خارجی به حجم بنا، پلان متراکم، استفاده از عایق حرارتی)
- از نفوذ هوا از درز پنجره و در جلوگیری شود(طراحی مناسب جهت ساختمان و کاستن فشار بر جداره رو به باد)

ماه می تقریباً در بیشتر ساعات شبانه‌روز در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. در ژوئن و سپتامبر، به‌جز ساعات میانی روز که به تهویه طبیعی هوا در ساختمان نیاز است، در سایر ساعات شرایط آسایش در فضا برقرار می‌باشد. ساعات شبانه ژوئیه و اوت نیز در محدوده آسایش حرارتی قرار دارند؛ اما در ساعات روزانه به کولرآبی نیاز می‌باشد. درمجموع هرچند در دوره گرم سال، ساعاتی از روز در محدوده آسایش قرار دارد و شرایط حرارتی داخل فضا برای ساکنین در حال انجام فعالیت سبک خنثی می‌باشد، اما در ساعاتی از روز شرایط محیطی از آسایش خارج‌شده و نیازمندی‌هایی ایجاد می‌کند که عبارت‌اند از:

- ایجاد تهویه طبیعی
- استفاده از سرمایش تبخیری (کولرآبی) به‌ویژه در ژوئیه و اوت
- کاهش تبادل حرارتی ساختمان و استفاده از مصالح سنگین



شکل(۲-۱۰): نمودار زیست اقلیمی ساختمانی ایستگاه دوشان تپه

شاخص ماهانی:

برای استخراج حدود بالا و پایین آسایش در روش ماهانی به میانگین دمای سالانه و رطوبت نسبی ماهانه برای استخراج گروه رطوبتی هرماه موردنیاز است. سپس به کمک میانگین دمای بیشینه هرماه و میانگین دمای کمینه هرماه به ترتیب شرایط حرارتی روز و شب هر یک از ماه‌های سال تعیین می‌شود.

جدول(۲-۱۸) ویژگی‌های دمایی بلندمدت ایستگاه دوشان تپه را نشان می‌دهد. متوسط سالانه دما ۱۸.۲ درجه سانتی‌گراد و تیرماه با دمای بیشینه ۳۶.۸ درجه سانتی‌گراد گرم‌ترین ماه سال و دی با دمای کمینه ۰.۸ درجه سانتی‌گراد سردترین ماه سال می‌باشد. روند دما از دی تا تیر افزایشی و از تیر تا آذر کاهشی است. نوسان سالانه دما حدود ۱۱ درجه سانتی‌گراد است و از اواسط پاییز تا انتهای زمستان نوسان دمای هوا کمتر ۱۰ درجه سانتی‌گراد و از آوریل(بهار) تا اکتبر(اوایل پاییز) بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. بیشترین نوسان ماهانه دما در ژوئن(خرداد) با ۱۱.۶ درجه و کمترین آن در دسامبر(آذر) با ۷.۸ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌گردد.

جدول(۲-۱۸): ویژگی‌های دمایی ایستگاه دوشان تپه

ماه	میانگین حداکثر دمای ماهانه	میانگین حداقل دمای ماهانه	میانگین نوسان دمای ماهانه
ژانویه	8.8	0.8	8.0
فوریه	11.1	2.4	8.7
مارس	16.1	6.4	9.6
آوریل	22.9	12.4	10.4
می	28.2	17.3	10.8
ژوئن	34.2	22.7	11.6
جولای	36.8	25.4	11.3
اوت	36.0	24.7	11.3
سپتامبر	32.0	20.6	11.4
اکتبر	24.9	14.5	10.4
نوامبر	16.9	8.1	8.8
دسامبر	10.7	2.9	7.8
میانگین دمای سالانه	18.2		

جدول(۲-۱۹) بیانگر وضعیت رطوبتی بلندمدت ایستگاه دوشان تپه می‌باشد. در ماه‌های سرد سال (نوامبر، دسامبر، ژانویه و فوریه) به دلیل پایین بودن دما و کاهش ظرفیت رطوبتی جو، متوسط رطوبت نسبی افزایش‌یافته و به بیش از ۵۰ درصد می‌رسد که با توجه به طبقه‌بندی ماهانی در گروه رطوبتی ۳ قرار می‌گیرند. از اسفند تا اردیبهشت و همچنین از سپتامبر تا اکتبر که سرمای زمستانه هوا کاسته شده یا هنوز شروع نشده است دمای هوا مطبوع می‌شود و مقدار رطوبت نسبی در گروه ۲ قرار دارد. از ژوئن تا اوت با توجه به گرمای هوا و شروع فصل تابستان رطوبت نسبی به کمتر از ۳۰ درصد رسیده است و درنتیجه در گروه رطوبتی یک قرار دارند. همچنین در معیار ماهانی برای ماه‌هایی که میزان بارش به بیش از ۲۰۰ میلی‌متر می‌رسد، تنش رطوبتی(H2) خاصی تعریف شده است که برای طراحی معماری تمهیداتی برای آن در نظر گرفته‌شده است. با توجه به مجموع بارش بلندمدت ایستگاه موردمطالعه، بارش در هیچ ماهی به ۲۰۰ میلی‌متر و بیشتر نرسیده است.

جدول(۲-۱۹): مقادیر بارش و رطوبت نسبی ایستگاه دوشان تپه

ماه	متوسط رطوبت نسبی ماهانه	مجموع بارش ماهانه	گروه رطوبتی
ژانویه	59.3	41	3
فوریه	52.3	37.6	3
مارس	44.5	46.8	2
آوریل	38.0	31	2
می	33.1	18.7	2
ژوئن	26.6	3.4	1
جولای	28.8	3.5	1
اوت	29.1	1.8	1
سپتام	30.4	1.2	2
اکتبر	38.7	12.7	2
نوامبر	50.1	27.2	3
دسامبر	59.0	43.1	3

جدول(۲-۲۰) حالت‌های مختلف حرارتی طی ماه‌های مختلف سال در دوشان تپه را براساس معیار ماهانی نشان می‌دهد. در اردیبهشت(می) و مهر(اکتبر) تمام ساعات روز در محدوده آسایش اقلیمی قرار دارند و هیچ تنش حرارتی وجود ندارد. این وضعیت برای ساعات روز فروردین‌ماه و همچنین ساعات شب خرداد و شهریورماه مشاهده می‌شود. به عبارتی در اوایل بهار و اوایل پاییز که هنوز سرمای زمستان و گرمای تابستان شروع نشده است وضعیت حرارتی دوشان تپه (جنوب شرق تهران) در حالت آسایش قرار دارد. از اواسط پاییز تا اواخر زمستان یعنی از نوامبر (آبان) تا مارس (اسفند) با توجه به عقب‌نشینی سامانه جنب حاره و ورود بادهای غربی و سامانه‌های پرفشار به منطقه مطالعاتی در تمام ساعات شبانه‌روز تنش سرما وجود دارد؛ بنابراین در این ماه ها بهره‌گیری حداکثری از انرژی تابشی خورشید بسیار لازم می‌باشد. این وضعیت اقلیمی در شب‌های فرودین نیز تجربه می‌شود. بر اساس معیار ماهانی فقط در دو ماه تیر و مرداد تنش حرارتی گرم در تمام اوقات شبانه‌روز احساس می‌شود. البته این وضعیت در ساعات روزانه خردادماه که خورشید در حال حرکت به نیمکره شمالی است و ساعات روزانه شهریور که هنوز خورشید در نیمکره شمالی است مشاهده می‌گردد. درمجموع بر اساس نتایج معیار ماهانی، همچون دو گیونی تنش حرارتی ناشی از سرمای هوا در بیشتر اوقات سال سبب نارضایتی ساکنین می‌شود. ازاین‌رو طراحی معماری

باید بیشتر در راستای بهره‌گیری از نور خورشید در نظر گرفته شود. در واقع در این ایستگاه محدودیت‌های سرمایی نسبت به محدودیت‌های گرمایی تداوم بیشتری دارند.

جدول (۲-۲۰): وضعیت حرارتی ایستگاه دوشان تپه بر اساس معیار ماهانی

	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
حداکثر دمای ماهانه	۸.۸	۱۱.۱	۱۶.۱	۲۲.۹	۲۸.۲	۳۴.۲	۳۶.۸	۳۶	۳۲	۲۴.۹	۱۶.۹	۱۰.۷
حد بالا آسایش روز	۲۸	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲	۳۰	۳۰	۲۸	۲۸
حد پایین آسایش روز	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱	۲۱
حداقل دمای ماهانه	۰.۸	۲.۴	۶.۴	۱۲.۴	۱۷.۳	۲۲.۷	۲۵.۴	۲۴.۷	۲۰.۶	۱۴.۵	۸.۱	۲.۹
حد بالا آسایش شب	۲۱	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱	۲۱
حد پایین آسایش شب	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
شرایط روز	سرد	سرد	سرد	مناسب	مناسب	گرم	گرم	گرم	گرم	مناسب	سرد	سرد
شرایط شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مناسب	مناسب	گرم	گرم	مناسب	مناسب	سرد	سرد

در جدول (۲-۲۱) با توجه به وضعیت حرارتی و رطوبتی ماه‌های مختلف سال شاخص‌های گرمایی و رطوبتی رتبه بندی شده‌اند. این رتبه‌ها به اقدامات چاره‌سازی اشاره می‌کنند که طراح می‌تواند اخذ نماید. توصیه ها تنها پس از جمع شدن شاخص‌ها برای یک سال شکل می‌گیرند. با توجه به این جدول در جنوب شرق تهران شاخص‌های حرارتی نقش بسیار پررنگ‌تری در پیشنهادهای معماری دارند تا شاخص های رطوبتی. در بین شاخص‌های حرارتی، شاخص A1 که نمایش‌دهنده نیاز به انباشت حرارتی است در بیشتر ماه های سال(از فروردین تا مهر) احساس می‌شود.

جدول (۲-۲۱): استخراج شاخص‌های حرارتی و رطوبتی ایستگاه دوشان تپه بر اساس معیار ماهانی

شاخص	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	مجموع
H1													۰
H2													۰
H3													۰
A1				*	*	*	*	*	*	*			۷
A2							*	*					۲
A3	*	*	*								*	*	۵

در نهایت جدول(۲-۲۲) نتایج حاصل از توصیه‌های طراحی برای محدوده جنوب شرق تهران (ایستگاه دوشان تپه) را نشان می‌دهد. در این جدول توصیه‌های مربوط منطقه مطالعاتی با توجه به وضعیت شاخص‌های دمایی و رطوبتی با رنگ قرمز مشخص شده‌اند. مهم‌ترین پیشنهادهای معماری برای این منطقه از تهران عبارت‌اند از:

- جانمایی ساختمان‌ها بر محور شرقی- غربی قرار داشته باشند؛
- طراحی فضا فشرده باشد؛
- اندازه بازشوها متوسط باشد؛
- دیوارهای سنگین داخلی و خارجی به‌منظور کاهش انتقال گرمای محیط به داخل فضا و افزایش جذب تابش در ماه‌های سرد سال؛
- سقف‌های سنگین؛ بیش از ۸ ساعت زمان تأخیر؛
- در نظر گرفتن فضایی برای خواب بیرون.

جدول (۲-۲۲): توصیه‌های طراحی برای جنوب شرق تهران براساس معیار ماهانی

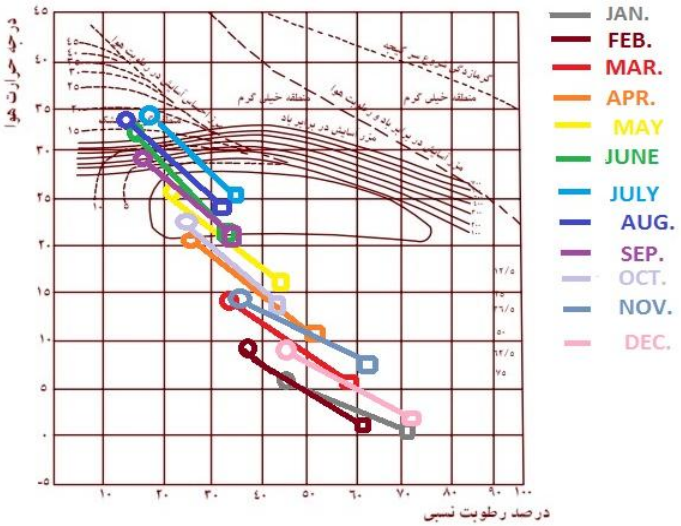
توصیه‌ها	مجموع شاخص‌ها از جدول ۵					
	خشک			مرطوب		
	A3	A2	A1	H3	H2	H1
	۵	۲	۷	۰	۰	۰
جاتمایی						
۱- ساختمان‌ها بر محور شرقی- غربی جهت‌گیری کنند			۰-۱۰			
	۵- ۱۲		۱۲ یا ۱۱			
۲- طراحی فشرده حول یک حیاط مرکزی	۴ -۰					
فضاسازی						
۳- فضاسازی باز برای نفوذ باد						۱۲ یا ۱۱
۴- همانند ۳، اما از باد سرد/داغ جلوگیری شود						۱۰ -۲
۵- طراحی فشرده						۱ یا ۰
جابجایی هوا						
۶- اتاق‌های یک جداره:						۱۲ -۳
شرایط داخلی برای جابجایی هوا			۵ -۰			۱ یا ۲
۷- اتاق‌های دوجداره			۱۲ -۶			
با شرایط موقتی برای جابجایی هوا					۱۲ -۲	۰
۸ عدم نیاز به جابجایی محسوس هوا					۱ یا ۰	
بازشوها						
۹- بازشوهای بزرگ، ۴۰ تا ۸۰٪ از دیوارهای شمالی‌وجنوبی	۰		۱ -۰			
۱۰- بازشوهای بسیار کوچک ۱۰ تا ۲۰٪	۱ یا ۰		۱۲ یا ۱۱			
۱۱- بازشوهای متوسط، ۲۰ تا ۴۰٪	هرگونه شرایط دیگر					
دیوارها						
۱۲- دیوارهای سبک، زمان تأخیر کوتاه			۲ -۰			
۱۳- دیوارهای سنگین داخلی و خارجی			۱۲ -۳			
سقف‌ها						
۱۴- سقف‌های عایق‌کاری شده سبک			۵ -۰			
۱۵- سقف‌های سنگین؛ بیش از ۸ ساعت زمان تأخیر			۱۲ -۶			
خواب بیرون						
۱۶- فضایی برای خواب بیرون موردنیاز است		۱۲ -۲				
محافظت از باران						
۱۷- محافظت در برابر باران سنگین موردنیاز است				۱۲ -۳		

شرایط آسایش حرارتی نواحی مرکزی تهران (ایستگاه ژئوفیزیک):

شاخص اولگی:

این شاخص به کمک دما و رطوبت وضعیت حرارتی فضاهای آزاد را مورد سنجش قرار می‌دهد. شکل (۲-۱۱) پیاده سازی اطلاعات ایستگاه هواشناسی ژئوفیزیک بر روی نمودار زیست‌اقلیمی اولگی را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که طی ۵ ماه از سال یعنی از نوامبر تا مارس، شرایط حرارتی شب و روز پایین‌تر از محدوده آسایش قرار دارد که نشانگر تنش سرما در ماه‌های مذکور است. تنش سرما در ژانویه بسیار شدید است؛ زیرا در همه ساعات شبانه‌روز حتی با قرار داشتن در معرض مستقیم خورشید آسایش حرارتی فراهم نمی‌شود. وضعیت دسامبر و فوریه بسیار شبیه ماه ژانویه است؛ اما در این دو ماه چنانچه طی ساعات میانی روز حدود ۶۰ کیلوکالری تابش در ساعت دریافت شود، می‌توان احساس آسایش را تجربه نمود. شرایط ماه مارس و نوامبر نیز تا حد زیادی مشابه سه ماه پیش‌گفته می‌باشد و سرمای هوا همچنان محدودیت حرارتی محیط محسوب می‌شود، اما شدت سرمای محیط به‌شدت دسامبر تا فوریه نمی‌باشد. در این دو ماه چنانچه در معرض تابش دریافتی با میزان ۲۵ تا ۳۰ کیلوکالری در ساعت قرار داشته باشیم در بیشتر ساعات روز امکان کاستن تنش سرما و رسیدن به مرز آسایش فراهم می‌شود. در آوریل فقط در ساعات بعدازظهر که دمای هوا به حداکثر مقدار خود می‌رسد، وضعیت حرارتی محیط خنثی و آسایش اقلیمی تأمین می‌گردد. در سایر ساعات، تأمین انرژی به‌وسیله تابش خورشیدی برای رسیدن به آسایش نیاز می‌باشد. در ماه می بیشتر ساعات روز در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد. این بدان معنی است که شرایط حرارتی محیط خنثی و تنش‌های دمایی چندان احساس نمی‌شوند و فقط در اوایل صبح که دما به پایین مقدار می‌رسد تنش اندک سرما احساس می‌شود. در سردترین ساعات روز ماه می، برای رسیدن به آسایش به حدود ۲۰ کیلوکالری تابش در ساعت نیاز است. در ماه‌های تابستان، یعنی از ژوئن تا سپتامبر فقط در مواقع شب شرایط آسایش در ایستگاه ژئوفیزیک مهیا می‌باشد. در سایر ساعات و به‌ویژه در نیم روز به وجود توأمان باد و رطوبت برای کاهش تنش‌های گرمایی و رسیدن به آسایش حرارتی نیاز است. در ماه اکتبر همزمان با وقوع اعتدالین و شروع انتقال موقعیت ظاهری خورشید از نیمکره شمالی به نیمکره جنوبی، تنش گرمایی محیط تا حد زیادی کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که وضعیت حرارتی این ماه در ساعات روز در محدوده آسایش قرار دارد و در ساعات شبانه به انرژی غیرفعال یا فعال خورشیدی برای تأمین گرما و برقراری آسایش نیاز می‌باشد. درمجموع شرایط روزانه در دو ماه اکتبر و می در محدوده آسایش حرارتی قرار دارند و

تنش‌های اقلیمی ضعیف و چندان احساس نمی‌شوند. طی چهار ماه ژوئن تا سپتامبر گرما و در سایر ماه‌ها یعنی از نوامبر تا آوریل سرمای هوا موجب نارضایتی انسان می‌شود.

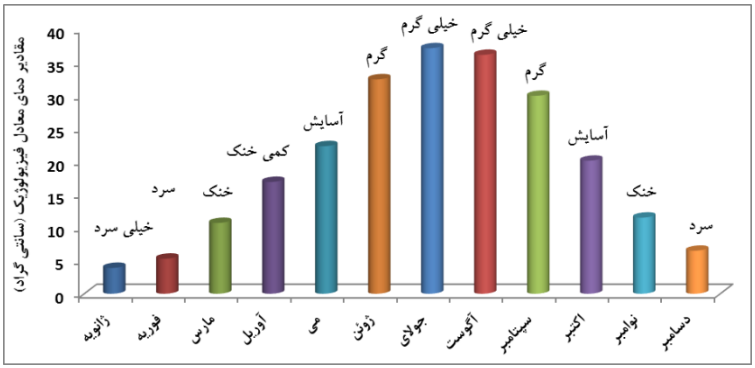


شکل (۲-۱۱): نمودار زیست اقلیمی ایستگاه ژئوفیزیک

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET):

نتایج حاصل از محاسبه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک برای ایستگاه ژئوفیزیک در شکل(۲-۱۲) نشان داده‌شده است. ملاحظه می‌گردد که در ژانویه یعنی سردترین ماه سال، تنش سرمای بسیار شدید حاکم است و میزان دمای معادل فیزیولوژیک کمتر از ۴ درجه سانتی‌گراد است. با رسیدن دمای معادل فیزیولوژیک به بالای ۴ درجه، حساسیت حرارتی محیط در فوریه به سرد و متعاقب آن تنش فیزیولوژیک به سرمای شدید تبدیل می‌شود. در مارس تنش سرمای متوسط و حساسیت حرارتی خنک احساس می‌شود. این بدان معنی است که هنوز سرمای هوا مشکلاتی را برای انسان ایجاد می‌کند. از آوریل تنش‌های سرمایی کاهش می‌یابد، چراکه در این ماه دمای معادل فیزیولوژیک به ۱۶,۹ درجه می‌رسد و فاصله اندکی با شرایط آسایش دارد. در ماه می یا اردیبهشت تنش‌های سرمایی به‌طور کامل پایان می‌پذیرند و وضعیت حرارتی خنثی می‌شود. درواقع در این ماه اکثر ساعات روز مطبوع و شرایط آسایش حرارتی برقرار است. پس از گذشت یک ماه، یعنی در ژوئن گرمای آزاردهنده

و طاقت‌فرسا در ژئوفیزیک شروع و تا سپتامبر ادامه می‌یابد. این تنش در جولای یا تیرماه به اوج خود می‌رسد. در این دو ماه دمای معادل فیزیولوژیک به ترتیب به ۳۷,۱ و ۳۶,۱ درجه می‌رسد و تنش گرمای شدید حاکمیت دارد. در سپتامبر از شدت تنش گرما کاسته و حساسیت حرارتی خیلی گرم به گرم تبدیل می‌شود. با شروع فصل پاییز تنش گرما تا حد قابل قبولی کاسته می‌شود. چراکه در اکتبر هیچ استرس حرارتی مشاهده نمی‌شود و افراد تحت فعالیت سبک و لباس معمولی احساس آسایش را تجربه می‌کنند. وضعیت ایده آل حرارتی بعدازاین ماه جای خود را به تنش‌های سرمایی می‌دهد. به‌طوری‌که با رسیدن شاخص PET در نوامبر به ۱۱,۵ درجه سانتی‌گراد، حساسی حرارتی خنک و تنش سرمای متوسط احساس می‌شود. با پیشروی فصل پاییز بر شدت سرما افزوده می‌شود. چراکه مقدار شاخص PET در دسامبر به ۶,۵ درجه سانتی‌گراد می‌رسد؛ که بیانگر تنش سرمای شدید است. درمجموع می‌توان گفت که براساس شاخص PET در ایستگاه ژئوفیزیک طی ۵ ماه نوامبر تا مارس تنش سرما محدودیت‌هایی را برای فعالیت انسان ایجاد می‌کند. همچنین از ژوئن تا سپتامبر یعنی چهار ماه از سال تنش گرما مسائلی را برای فعالیت‌های انسان ایجاد می‌کند. در دو ماه آغازین فصل بهار یعنی آوریل و می و همچنین در اوایل پاییز(اکتبر) وضعیت حرارتی محیط مساعد و حتی به ایده آل تبدیل می‌شود.



شکل(۲-۱۲): دمای معادل فیزیولوژیک ماهانه ایستگاه ژئوفیزیک

شاخص سوز باد:

میانگین دما و سرعت ماهانه ایستگاه دوشان تپه در جدول(۲-۲۳) نشان داده‌شده است. در این ایستگاه نیز همچون سایر ایستگاه‌های تهران سرعت باد از اواخر زمستان افزایش می‌یابد و در بهار به اوج خود می‌رسد. به‌طوری‌که بیشینه سرعت در ماه‌های آوریل و می با سرعت ۳.۲ و ۳.۴ متر بر ثانیه مشاهده می‌گردد. با شروع سرما سرعت باد در منطقه کاهش می‌یابد. به‌طوری‌که از نوامبر تا ژانویه سرعت باد به کمترین مقدار و به پایین‌تر از ۲ متر در ثانیه می‌رسد. کمینه سرعت باد در دسامبر و ژانویه به ترتیب با سرعت ۱.۵ و ۱.۶ متر در ثانیه مشاهده می‌شود.

جدول (۲-۲۳): متوسط ماهیانه دما و سرعت باد در ایستگاه ژئوفیزیک

ماه	متوسط سرعت باد (متر بر ثانیه)	متوسط دما (سانتی‌گراد)
ژانویه	1/6	3/7
فوریه	2/4	5/8
مارس	2/7	10/2
آوریل	3/2	16/2
مه	3/4	21/2
ژوئن	2/9	27/1
جولای	2/6	30/0
اوت	2/6	29/3
سپتامبر	2/5	25/1
اکتبر	2/4	18/9
نوامبر	1/9	11/0
دسامبر	1/5	5/9

جدول شماره (۲-۲۴) نتیجه شاخص سوز باد در ژئوفیزیک را نشان می‌دهد. ازآنجاکه سرعت باد به‌ویژه در ماه‌های سرد سال چندان زیاد نیست، سرمای زمستانه در این ایستگاه توانایی چندانی برای اتلاف زیاد انرژی ندارد. ازاین‌رو همچون ایستگاه ژئوفیزیک، طی شش ماه سرد سال یعنی از نوامبر تا آوریل میزان دفع انرژی به‌واسطه اثر توأمان باد و دما کمتر از ۶۰۰ کالری است و وضعیت حرارتی آن‌ها خنک ارزیابی شده است. درواقع هرچند دمای مارس و آوریل گرم‌تر از دسامبر و ژانویه است اما ازآنجاکه سرعت باد در این دو ماه بیشتر از سردترین ماه های سال است، احساس حرارتی محیط ازنظر شاخص سوز باد یکسان

به‌دست‌آمده است. ملاحظه می‌شود که اختلاف دمای ژانویه و مارس حدود ۶ درجه است اما مقادیر شاخص سوز باد در این دو ماه بسیار به هم نزدیک می‌باشد. در این شش ماه بیشترین مقدار H که بیانگر میزان اتلاف انرژی است با نمره ۵۴۴ متعلق به ماه فوریه می باشد. این بدان معنی است که در این ماه بیش از دسامبر و حتی ژانویه استفاده از انرژی نیاز است. وضعیت می ماه مطبوع و مقدار دفع انرژی حدود ۲۸۱.۴ کالری است. در ژوئن نیز به‌واسطه وزش باد با سرعت حدود ۳ متر در ثانیه، گرمای هوا تعدیل‌شده و شرایط محیطی تقریباً مطبوع تجربه می‌شود. در گرم‌ترین ماه‌های سال یعنی جولای و اوت میزان شاخص سوز باد به ترتیب ۶۲.۱ و ۴۴.۴۷۵.۹ شده است که بیانگر احساس حرارتی گرم می‌باشد. شرایط در شهریور مجدد به دلیل کاهش گرمای تابستانه به حد تقریباً مطبوع نزدیک شده و وضعیت حرارتی نه سرد و نه گرم احساس می‌شود. در اکتبر با کاهش حدود ۶ درجه‌ای دما، شرایط محیطی به مطبوع تغییر حالت می‌دهد.

جدول(۲-۲۴): مقادیر شاخص سوز باد در ایستگاه ژئوفیزیک

ماه	مقدار دفع انرژی	احساس حرارتی
ژانویه	497.0	خنک
فوریه	544.0	خنک
مارس	487.1	خنک
آوریل	388.4	خنک
می	281.4	مطبوع
ژوئن	128.6	نه گرم نه سرد
جولای	62.1	گرم
اوت	75.9	گرم
سپتامبر	163.1	نه گرم نه سرد
اکتبر	280.9	مطبوع
نوامبر	397.6	خنک
دسامبر	449.2	خنک

شاخص زیست اقلیمی ساختمانی گیونی:

دو شاخص اولگی و PET وضعیت حرارتی فضاهای باز یا آزاد را نشان می‌دهند و به‌طور اخص پیشنهادهایی در زمینه معماری ارائه نمی‌دهند. به همین دلیل شاخص گیونی که با ترسیم محدوده‌هایی روی نمودار سایکرومتریک وضعیت حرارتی داخل ساختمان را ارزیابی می‌نماید استفاده شده است. باتوجه به شکل(۲-۱۳) که حاصل پیاده‌سازی اطلاعات دما و

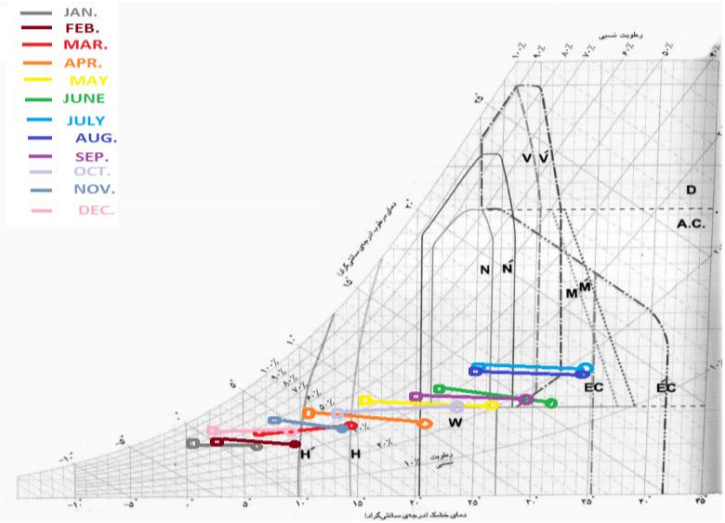
رطوبت ایستگاه هواشناسی ژئوفیزیک بر روی نمودار سایکرومتریک است، در سه ماه دسامبر، ژانویه و فوریه شرایط اقلیمی شب و روز خارج از محدوده متمم M قرارگرفته است. این وضعیت نشان می‌دهد که تنش سرما در این سه ماه شدید و برای تأمین آسایش در داخل ساختمان استفاده از وسایل گرمازا ضروری است. در ماه‌های مارس و نوامبر در صورت استفاده از دیوارهای ضخیم و کاهش تبادل حرارتی بین داخل و خارج از ساختمان و همچنین بهره‌گیری از تابش خورشید، می‌توان در داخل ساختمان شرایط آسایش را فراهم نمود. وضعیت اکثر ساعات آوریل و ساعات شبانه اکتبر نیز مشابه این دو ماه می‌باشد. البته ممکن است در ماه آوریل به دستگاه رطوبت زن برای جلوگیری از خارش و سوزش پوست در برخی از ساعات نیاز باشد. وضعیت روزانه ماه اکتبر نیز در محدوده آسایش قرار دارد و نیاز به هیچ اقدامی برای تعدیل هوای داخل ساختمان احساس نمی‌شود. درمجموع پیشنهادهای معماری شش ماه سرد سال در محدوده‌های مرکزی تهران عبارت‌اند از:

- از گرمای خورشید بهره‌گیری شود(جهت‌گیری مناسب بنا با توجه به تابش، استفاده از پنل خورشیدی)
- تبادل حرارت از طریق جداره ساختمان به حداقل رسانده شود(کاهش سطح خارجی به حجم بنا، پلان متراکم، استفاده از عایق حرارتی، استفاده از دیوارهای ضخیم)
- از نفوذ هوا از درز پنجره و در جلوگیری شود (طراحی مناسب جهت ساختمان و کاستن فشار بر جداره رو به باد)
- افزایش رطوبت هوا از طریق طراحی آب‌نما یا تعبیه دستگاه رطوبت زن در ساختمان

ماه می تقریباً در بیشتر ساعات شبانه‌روز در محدوده آسایش حرارتی قرار دارد و در صورت کاهش تبادل هوای داخل با خارج از ساختمان حتی در اوایل صبح نیز نیازی به افزایش دما احساس نمی‌شود. در ماه ژوئن بیشتر ساعات روز وضعیت حرارتی ساختمان در محدوده آسایش قرار دارد. بااین‌حال در مواقع ظهر و بعدازظهر به تهویه طبیعی (جریان هوا) و استفاده از کولرآبی نیاز می‌شود. شرایط سپتامبر بسیار شبیه ژوئن می‌باشد. تنها تفاوت در این است که چنانچه در این ماه تهویه طبیعی هوا در داخل ساختمان وجود داشته باشد، حتی ممکن است نیازی به کولرآبی نباشد. در ماه‌های بسیار گرم سال یعنی ژوئیه و اوت نیز در صورت استفاده از مصالح ساختمانی مناسب و کولرآبی می‌توان آسایش حرارتی ساختمان را فراهم نمود و نیازی به تهویه مطبوع نمی‌باشد. درمجموع هرچند در دوره گرم سال، ساعاتی از روز در محدوده آسایش قرار دارد و شرایط حرارتی داخل فضا برای ساکنین در

حال انجام فعالیت سبک خنثی می‌باشد، اما در ساعاتی از روز شرایط محیطی از آسایش خارج شده و نیازمندی‌هایی ایجاد می‌کند که عبارت‌اند از:

- ایجاد تهویه طبیعی؛
- استفاده از سرمایش تبخیری (کولرآبی) به‌ویژه در ژوئیه و اوت؛
- کاهش تبادل حرارتی ساختمان و استفاده از مصالح سنگین.



شکل (۲-۱۳): نمودار زیست اقلیمی ساختمانی ایستگاه ژئوفیزیک

شاخص ماهانی:

شاخص ماهانی ازجمله شاخص‌های اقلیم معماری مورد علاقه و توجه طراحان و اقلیم شناسان است که با گذشت بیش از نیم‌قرن از عمر آن هنوز از اعتبار بالایی برخوردار است. از آنجاکه در این روش به کمک میانگین دمای سالانه، حداکثر و حداقل دمای ماهانه، بارش ماهانه و متوسط رطوبت نسبی ماهانه پیشنهادهای معماری ارائه می‌شود، ابتدا وضعیت دما و رطوبت ایستگاه ژئوفیزیک بررسی می‌شود. جدول (۲-۲۵) ویژگی‌های دمایی بلندمدت ایستگاه ژئوفیزیک را نشان می‌دهد. متوسط سالانه دما ۱۷.۲ درجه سانتی‌گراد و تیرماه با دمای بیشینه ۳۴.۸ درجه سانتی‌گراد گرم‌ترین ماه سال و دی با دمای کمینه ۰.۶ درجه سانتی‌گراد سردترین ماه سال می‌باشد. روند دما از دی تا تیر افزایشی و از تیر تا آذر کاهشی

است. نوسان ماهانه دما در این ایستگاه کمتر از سایر ایستگاه‌های شهر تهران می‌باشد و به‌جز ژوئن که اختلاف دمای کمینه و بیشینه به ۱۰ درجه می‌رسد در سایر ماه‌ها کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. کمترین نوسان دما نیز در دسامبر (آذر) و اختلاف با ۶.۲ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌گردد.

جدول(۲-۲۵): ویژگی‌های دمایی ایستگاه ژئوفیزیک

ماه	میانگین حداکثر دمای ماهانه	میانگین حداقل دمای ماهانه	میانگین نوسان دمای ماهانه
ژانویه	6.9	0.6	6.3
فوریه	9.4	2.3	7.1
مارس	14.2	6.2	7.9
آوریل	20.6	11.8	8.8
می	26.0	16.4	9.5
ژوئن	32.1	22.1	10.0
جولای	34.8	25.2	9.7
اوت	34.2	24.5	9.7
سپتامبر	29.8	20.4	9.4
اکتبر	23.2	14.5	8.6
نوامبر	14.7	7.4	7.2
دسامبر	9.0	2.7	6.2
میانگین دمای سالانه	17.2		

جدول (۲-۲۶) بیانگر وضعیت رطوبتی بلندمدت ایستگاه ژئوفیزیک می‌باشد. در ماه‌های سرد سال(نوامبر، دسامبر، ژانویه و فوریه) به دلیل پایین بودن دما و کاهش ظرفیت رطوبتی جو، متوسط رطوبت نسبی افزایش‌یافته و به بالای ۵۰ درصد می‌رسد که با توجه به طبقه‌بندی ماهانی در گروه رطوبتی ۳ قرار می‌گیرند. از اسفند تا اردیبهشت و همچنین از سپتامبر تا اکتبر که سرمای زمستانه هوا کاسته شده یا هنوز شروع نشده است دمای هوا متعادل می‌شود و مقدار رطوبت نسبی در گروه ۲ قرار می‌گیرد. چراکه متوسط رطوبت نسبی این ماه‌ها بین ۳۰ تا ۵۰ درصد است. از ژوئن تا اوت با توجه به گرمای هوا و شروع فصل تابستان رطوبت نسبی به کمتر از ۳۰ درصد رسیده است و درنتیجه در گروه رطوبتی یک قرار دارند. همچنین در معیار ماهانی برای ماه‌هایی که میزان بارش به بیش از ۲۰۰ میلی‌متر می‌رسد، تنش رطوبتی (H2) خاصی تعریف شده است که برای طراحی معماری تمهیداتی برای آن

در نظر گرفته‌شده است. با توجه به مجموع بارش بلندمدت ایستگاه موردمطالعه، بارش در هیچ ماهی به ۲۰۰ میلی‌متر و بیشتر نرسیده و حداکثر بارش ماهانه با مقدار ۴۶.۸ میلی‌متر در ماه مارس دریافت می‌شود.

جدول(۲-۲۶): مقادیر بارش و رطوبت نسبی ایستگاه ژئوفیزیک

ماه	متوسط رطوبت نسبی ماهانه	مجموع بارش ماهانه	گروه رطوبتی
ژانویه	59.3	41	3
فوریه	52.3	37.6	3
مارس	44.5	46.8	2
آوریل	38.0	31	2
می	33.1	18.7	2
ژوئن	26.6	3.4	1
جولای	28.8	3.5	1
اوت	29.1	1.8	1
سپتامبر	30.4	1.2	2
اکتبر	38.7	12.7	2
نوامبر	50.1	27.2	3
دسامبر	59.0	43.1	3

جدول(۲-۲۷) حالت‌های مختلف حرارتی طی ماه‌های مختلف سال در ژئوفیزیک را براساس معیار ماهانی نشان می‌دهد. در اردیبهشت(می)، سپتامبر(شهریور) و مهر(اکتبر) تمام ساعات روز در محدوده آسایش اقلیمی قرار دارند و هیچ تنش حرارتی وجود ندارد. این وضعیت برای ساعات شب خرداد هم مشاهده می‌شود. به عبارتی در اواسط بهار، اواخر تابستان و اوایل پاییز که سرمای زمستان و گرمای تابستان به پایان رسیده و هنوز سرمای زمستان شروع نشده است وضعیت حرارتی ژئوفیزیک(نواحی مرکزی تهران) در حالت آسایش قرار دارد. از اواسط پاییز تا اوایل بهار یعنی از نوامبر(آبان) تا آوریل(فروردین) با توجه به عقب‌نشینی سامانه جنب حاره و ورود بادهای غربی و سامانه‌های پرفشار به منطقه مطالعاتی در تمام ساعات شبانه‌روز تنش سرما وجود دارد؛ بنابراین در این شش ماه بهره‌گیری حداکثری از انرژی تابشی خورشید بسیار لازم می‌باشد. بر اساس معیار ماهانی فقط در دو ماه تیر و مرداد تنش حرارتی گرم در تمام اوقات شبانه‌روز احساس می‌شود. البته این وضعیت در ساعات روزانه خردادماه که خورشید در حال حرکت به نیمکره شمالی است مشاهده می‌گردد.

درمجموع بر اساس نتایج معیار ماهانی، همچون شاخص گیونی تنش حرارتی ناشی از سرمای هوا در بیشتر اوقات سال سبب نارضایتی ساکنین می‌شود. از این‌رو طراحی معماری باید بیشتر در راستای بهره‌گیری از نور خورشید در نظر گرفته شود. درواقع در این ایستگاه محدودیت‌های سرمایی نسبت به محدودیت‌های گرمایی تداوم بیشتری دارند.

جدول (۲-۲۷): وضعیت حرارتی ایستگاه ژئوفیزیک بر اساس معیار ماهانی

	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
حداکثر دمای ماهانه	۶,۹	۹,۴	۱۴,۲	۲۰,۶	۲۶,۰	۳۲,۱	۳۴,۸	۳۴,۲	۲۹,۸	۲۳,۲	۱۴,۷	۹,۰
حد بالا آسایش روز	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۰	۳۰	۲۸
حد پایین آسایش روز	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱
حداقل دمای ماهانه	۰,۶	۲,۳	۶,۲	۱۱,۸	۱۶,۴	۲۲,۱	۲۵,۲	۲۴,۵	۲۰,۴	۱۴,۵	۷,۴	۲,۷
حد بالا آسایش شب	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱
حد پایین آسایش شب	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴	۱۴
شرایط روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مناسب	گرم	گرم	گرم	مناسب	مناسب	سرد	سرد
شرایط شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مناسب	مناسب	گرم	گرم	مناسب	مناسب	سرد	سرد

در جدول(۲-۲۸) با توجه به وضعیت حرارتی و رطوبتی ماه‌های مختلف سال شاخص‌های گرمایی و رطوبتی رتبه‌بندی شده‌اند. این رتبه‌ها به اقدامات چاره‌سازی اشاره می‌کنند که طراح می‌تواند اخذ نماید. توصیه‌ها تنها پس از جمع شدن شاخص‌ها برای یک سال شکل می‌گیرند. با توجه به این جدول در ژئوفیزیک هم مطابق سایر ایستگاه‌های شهر تهران شاخص‌های حرارتی نقش بسیار پررنگ‌تری در پیشنهادهای معماری دارند تا شاخص‌های رطوبتی. در بین شاخص‌های حرارتی، شاخص A3 که نمایش دهنده نیاز به انباشت حرارتی است در بیشتر ماه های سال (از آبان تا فروردین) احساس می‌شود.

جدول (۲-۲۸): استخراج شاخص‌های حرارتی و رطوبتی ایستگاه ژئوفیزیک بر اساس معیار ماهانی

شاخص	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	مجموع
H1													۰
H2													۰
H3													۰
A1						*							۱
A2							*	*					۲
A3	*	*	*	*							*	*	۶

در نهایت جدول(۲-۲۹) نتایج حاصل از توصیه‌های طراحی برای محدوده ایستگاه ژئوفیزیک را نشان می‌دهد. در این جدول توصیه‌های مربوط منطقه مطالعاتی با توجه به وضعیت شاخص‌های دمایی و رطوبتی با رنگ آبی مشخص شده‌اند. مهم‌ترین پیشنهادهای معماری برای این منطقه از تهران عبارت‌اند از:

- جانمایی ساختمان‌ها بر محور شرقی- غربی قرار داشته باشند؛
- طراحی فضا فشرده باشد؛
- اندازه بازشوها متوسط باشد؛
- در نظر گرفتن فضایی برای خواب بیرون.

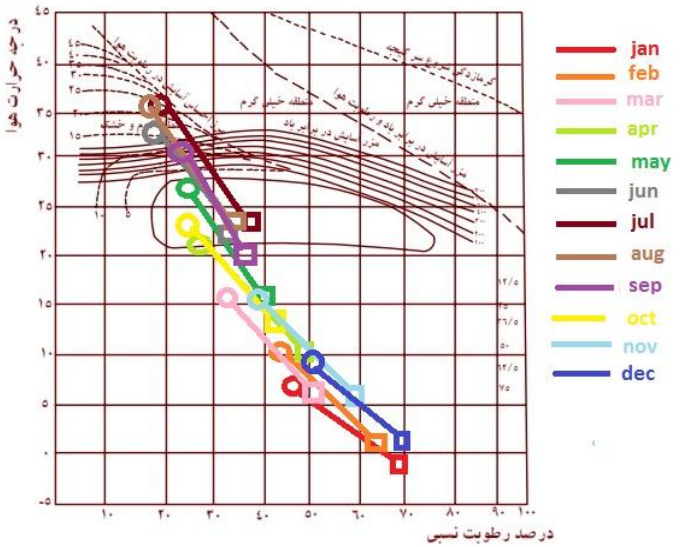
جدول(۲-۲۹): توصیه های طراحی برای نواحی مرکزی تهران براساس معیارماهانی

توصیه‌ها	مجموع شاخص‌ها از جدول ۵					
	خشک			مرطوب		
	A3	A2	A1	H3	H2	H1
	٦	۲	۱	۰	۰	۰
جاتمایی						
۱- ساختمان‌ها بر محور شرقی- غربی جهت‌گیری کنند			۱۰- ۰			
	۱۲- ۵		۱۱ یا ۱۲			
۲- طراحی فشرده حول یک حیاط مرکزی	٤- ۰					
فضاسازی						
۳- فضاسازی باز برای نفوذ باد						۱۱ یا ۱۲
۴- همانند ۳، اما از باد سرد/داغ جلوگیری شود						۱۰- ۲
۵- طراحی فشرده						۱ یا ۰
جابجایی هوا						
۶- اتاق‌های یک جداره						۱۲- ۳
شرایط دائمی برای جابجایی هوا			۵- ۰			۱ یا ۲
۷- اتاق‌های دوجداره			۱۲- ٦			
با شرایط موقتی برای جابجایی هوا					۱۲- ۲	۰
۸ عدم نیاز به جابجایی محسوس هوا					۱ یا ۰	
بازشوها						
۹- بازشوهای بزرگ، ۴۰ تا ۸۰٪ از دیوارهای شمالی/جنوبی	۰		۱- ۰			
۱۰- بازشوهای بسیار کوچک ۱۰ تا ۲۰٪	۱ یا ۰		۱۱ یا ۱۲			
۱۱- بازشوهای متوسط ۲۰ تا ۴۰٪	هرگونه شرایط دیگر					
دیوارها						
۱۲- دیوارهای سبک زمان تأخیر کوتاه			۲- ۰			
۱۳- دیوارهای سنگین داخلی و خارجی			۱۲- ۳			
سقف‌ها						
۱۴- سقف‌های ایوق‌کاری شده سبک			۵- ۰			
۱۵- سقف‌های سنگین؛ بیش از ۸ ساعت زمان تأخیر			۱۲- ٦			
خواب بیرون						
۱۶- فضایی برای خواب بیرون موردنیاز است		۱۲- ۲				
محافظت از باران						
۱۷- محافظت در برابر باران سنگین موردنیاز است				۱۲- ۳		

شرایط آسایش حرارتی ایستگاه چیتگر:

شاخص اولگی:

شکل(۲-۱۴) شرایط زیست‌اقلیمی فضاهای باز منطقه چیتگر در غرب تهران را نشان می‌دهد. در سه ماه دسامبر، ژانویه و فوریه حتی با اضافه کردن میزان تابش و در معرض مستقیم خورشید قرار داشتن، در بیشتر ساعات به دلیل سرمای شدید هوا، امکان رسیدن به شرایط آسایش فراهم نمی‌باشد. در این سه ماه ۶۰ تا ۷۵ کیلوکالری تابش در ساعات میانی روز نیاز است تا وضعیت محیط به آسایش برسد. شرایط ماه مارس و نوامبر تا حد زیادی مشابه این سه ماه است و سرمای هوا محدودیت اصلی این ماه‌ها نیز محسوب می‌شود، اما چنانچه در معرض تابش دریافتی با میزان ۲۵ تا ۵۰ کیلوکالری در ساعت قرار داشته باشیم در بیشتر ساعات روز امکان کاستن تنش سرما و رسیدن به شرایط مناسب فراهم می‌شود. وضعیت حرارتی سرد در بیشتر ساعات ماه‌های آوریل نیز قابل‌مشاهده می‌باشد و به‌جز زمان اوج دما که وضعیت حرارتی محیط خنثی است در سایر اوقات دریافت تابش خورشیدی برای تامین آسایش موردنیاز است. بهترین وضعیت محیطی از منظر آسایش در ایستگاه چیتگر متعلق به ماه می(اردیبهشت) است. بطوریکه بیشترین ساعات آسایش اقلیمی در این ماه مشاهده می‌شود و تقریباً بیشتر ساعات روز شرایط حرارتی محیط خنثی است. البته در ساعات شبانه این ماه هنوز تنش سرما احساس می‌گردد. طی ۴ ماه ژوئن تا سپتامبر شرایط حرارتی محیط در شب فاقد تنش و آسایش حرارتی قابل تجربه است. البته ساعات روزانه این ماه ها خارج از محدوده آسایش اقلیمی قرار دارد و تنش گرما طی ساعات میانی روز احساس می‌شود. از ژوئن تا اوت برای مطبوع شدن ساعات روز به وجود باد و رطوبت همزمان نیاز می‌باشد. ازاین‌رو می‌توان گفت نسیم دریاچه موجود در این منطقه می‌تواند با تزریق رطوبت به هوا زمینه‌ساز کاهش تنش گرما طی این سه ماه باشد. در شهریورماه یا سپتامبر که فصل تابستان رو به پایان و خورشید در حال حرکت به سمت نیمکره جنوبی است، از شدت گرمای محیط کاسته می‌شود. بطوریکه در ساعات بعدازظهر وزش باد به‌تنهایی توانایی تعدیل هوا و ایجاد آسایش حرارتی را دارد. در ماه اکتبر همزمان با شروع فصل پاییز، تنش گرما در چیتگر پایان‌یافته و تنش‌های سرمایی آغاز می‌شوند. طی این ماه به‌جز در ساعات حداکثر در مجموع در سه ماه اکتبر، سپتامبر و به‌ویژه می شرایط اقلیمی محیط در بیشتر ساعات روز تقریباً خنثی و تنش‌های اقلیمی ضعیف و چندان احساس نمی‌شوند اما در سایر ماه‌های سال گرما و به‌ویژه سرمای هوا موجب نارضایتی انسان می‌شود. بطوریکه طی ۶ ماه تنش سرما و در ۳ ماه سال تنش گرما موجبات نارضایتی انسان را فراهم می‌کند.

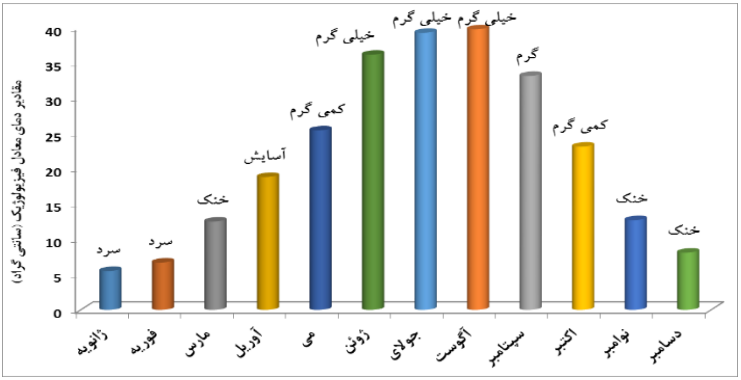


شکل (۲-۱۴): نمودار زیست اقلیمی ایستگاه چیتگر

شاخص دمای معادل فیزیولوژیک (PET):

نتایج حاصل از محاسبه شاخص دمای معادل فیزیولوژیک برای ایستگاه چیتگر شکل(۲-۱۵) نشان می‌دهد، در دو ماه ژانویه و فوریه به‌واسطه دمای معادل فیزیولوژیک کمتر از ۸ درجه سانتی‌گراد، تنش سرمای شدید و احساس حرارتی سرد احساس می‌شود. در ماه مارس تنش سرما کاهش‌یافته و شرایط حرارتی خنک که با تنش سرمای متوسط همراه است حاکمیت می‌یابد. با شروع فصل بهار و رخداد اعتدالین مقدار شاخص PET در چیتگر به ۱۸,۸ درجه سانتی‌گراد می‌رسد که حاکی از خنثی بودن شرایط حرارتی و غلبه وضعیت آسایش اقلیمی است. وضعیت مناسب آوریل تا حد زیادی در می ماه نیز قابل‌مشاهده است؛ زیرا در این ماه حساسیت حرارتی کمی گرم است و درجه تنش فیزیولوژیک گرمای اندک می‌باشد که قابل‌تحمل بوده و چندان آزاردهنده نیست. پس از گذشت یک ماه، یعنی در ژوئن گرمای آزاردهنده و طاقت‌فرسا در محدوده چیتگر شروع و تا سپتامبر ادامه می‌یابد. این تنش در جولای و اوت با مقادیر دمای معادل فیزیولوژیک ۳۹,۲ و ۳۹,۷ درجه به اوج می‌رسد. با شروع فصل پاییز تنش گرما تا حد قابل قبولی کاسته می‌شود. چراکه در اکتبر تنش حرارتی

به کمی گرم می‌رسدو شرایط محیطی متعادل و مناسب می‌شود. از ماه نوامبر تنش‌های سرمایی مجدد در منطقه چیتگر می‌شود. بطوریکه در این ماه با رسیدن شاخص PET به ۱۲،۵ درجه سانتی‌گراد تنش سرمای متوسط احساس می‌شودو با پیشروی پاییز و طی ماه دسامبر بر شدت آن افزوده می‌گردد. در دسامبر مقدار شاخص به ۸،۱ درجه می‌رسد که به تنش سرمای شدید بسیار نزدیک شده است؛ بنابراین می‌توان گفت در غرب تهران طی پنج ماه نوامبر تا مارس، دسامبر تا فوریه تنش سرما محدودیت‌هایی را برای فعالیت انسان ایجاد می‌کند؛ که این تنش از دسامبر تا فوریه شدید است. همچنین از ژوئن تا سپتامبر یعنی چهارماه ازسال تنش گرما مسائلی رابرای فعالیت‌های انسان ایجادمی‌کند. طی سه ماه آوریل، می و اکتبر وضعیت حرارتی محیط قابل‌قبول و تنش گرما در حد اندک است و حتی در آوریل هیچ تنشی احساس نمی‌شود. این بدان معنی است که در این ماه‌ها می‌توان با طراحی اقلیمی و تنظیم اصول معماری متناسب با شرایط اقلیمی، بدون استفاده از وسایل مکانیکی وضعیت آسایش حرارتی در داخل بنا را فراهم نمود.



شکل(۲-۱۵): مقادیر ماهانه شاخص PET در ایستگاه چیتگر

شاخص سوز باد:

با توجه به اینکه شاخص سوز باد توسط دو متغیر دما و باد به دست می‌آید، مقادیر ماهیانه این دو عنصر اقلیمی برای ایستگاه چیتگر در جدول(۲-۳۰) نشان داده‌شده است. در این ایستگاه سرعت باد از اواخر زمستان افزایش می‌یابد و در بهار به اوج خود می‌رسد. بطوریکه بیشینه سرعت در ماه‌های آوریل و با سرعت ۲.۴ متر بر ثانیه مشاهده می‌گردد. با شروع سرما سرعت باد در منطقه کاهش می‌یابد. بطوریکه از نوامبر تا ژانویه سرعت باد به کمترین

مقدار می‌رسد. کمینه سرعت باد در دسامبر با سرعت ۱ متر در ثانیه مشاهده می‌شود. مقادیر دما نیز از ژانویه تا جولای افزایشی و ازآن‌پس کاهشی می‌باشد.

جدول (۲-۳۰): متوسط ماهیانه دما و سرعت باد در ایستگاه چیتگر

ماه	متوسط سرعت باد (متر بر ثانیه)	متوسط دما (سانتی‌گراد)
ژانویه	1.1	3.6
فوریه	1.9	6.1
مارس	2.2	10.8
آوریل	2.4	16.6
مه	2.6	22.1
ژوئن	1.7	27.5
جولای	1.6	29.6
اوت	1.4	29.5
سپتامبر	1.6	25.4
اکتبر	1.7	19.6
نوامبر	1.3	10.9
دسامبر	1.0	6.1

جدول (۲-۳۱) نتیجه شاخص سوز باد در چیتگر را نشان می‌دهد. ازآنجاکه سرعت باد به‌ویژه در ماه‌های سرد سال چندان زیاد نیست، بنابراین شدت سوز باد در چیتگر چندان قوی نیست و سرمای زمستانه در این ایستگاه توانایی چندانی برای اتلاف زیاد انرژی ندارد. بر اساس شاخص سوز باد تنش سرما طی شش ماه سال یعنی از نوامبر تا آوریل مشاهده می‌گردد. در ژانویه که دمای هوا به کمترین مقدار خود در سال می‌رسد، میزان دفع انرژی کمتر از ۶۰۰ کالری است و احساس حرارتی این ماه بر اساس شاخص سوز باد خنک است. بیشترین میزان دفع انرژی در این شش ماه متعلق به ماه فوریه با مقدار ۶۰۰.۱ کالری است. این بدان معنی است که در این ماه بیش از دسامبر و حتی ژانویه استفاده از انرژی نیاز است؛ زیرا احساس حرارتی این ماه متفاوت از سایر ماه‌های سرد و در طبقه بسیار خنک جای دارد. وضعیت می ماه مطبوع و مقدار دفع انرژی حدود ۲۶۱ کالری می‌باشد. در ژوئن شرایط دما و سرعت باد در چیتگر به‌گونه‌ای است که میزان دفع انرژی پایین‌تر از حد آسایش است، اما شرایط محیطی تقریباً مطبوع واحساس حرارتی نه سرد و نه گرم تجربه می‌شود. در گرم‌ترین ماه‌های سال یعنی جولای و اوت میزان شاخص سوز باد به ترتیب ۷۲.۵ و ۷۳.۳ شده است

که بیانگر احساس حرارتی گرم می‌باشد. شرایط در شهریور مجدد به دلیل کاهش گرمای تابستانه به حدتقریباً مطبوع نزدیک شده ووضعیت حرارتی نه سرد ونه گرم احساس می‌شود. در اکتبر با کاهش حدود ۵ درجه‌ای دما، شرایط محیطی به مطبوع تغییر حالت می‌دهد.

جدول (۲-۳۱): مقادیر شاخص سوز باد در ایستگاه چیتگر

ماه	مقدار دفع انرژی	احساس حرارتی
ژانویه	581.5	خنک
فوریه	600.1	بسیار خنک
مارس	509.7	خنک
آوریل	387.1	خنک
می	261.3	مطبوع
ژوئن	121.5	نه گرم نه سرد
جولای	72.5	گرم
اوت	73.3	گرم
سپتامبر	163.8	نه گرم نه سرد
اکتبر	291.2	مطبوع
نوامبر	450.4	خنک
دسامبر	519.5	خنک

شاخص زیست اقلیمی ساختمانی گیونی:

شکل(۲-۱۶) نشان‌دهنده شرایط زیست‌اقلیمی ساختمانی منطقه چیتگر در غرب تهران می‌باشد. در ماه‌های بسیار سرد سال یعنی دسامبر، ژانویه و فوریه همچنین ساعات شب در دو ماه نوامبر و مارس که خارج از محدوده متمم H قرار دارند استفاده از سیستم‌های گرمایی مکانیکی جهت تامین آسایش اقلیمی ضروری است، زیرا طراحی متناسب با اقلیم به‌تنهایی قادر به رفع احتیاجات حرارتی فضای داخلی ساختمان نمی‌باشد. شرایط روزانه مارس و نوامبر به‌گونه‌ای است که در صورت طراحی متناسب با اقلیم و استفاده از سیستم‌های خورشیدی غیرفعال و حتی فعال می‌توان در طی روز بدون استفاده از سیستم‌های مکانیکی شرایط قابل‌تحملی در داخل بنا ایجاد نمود.

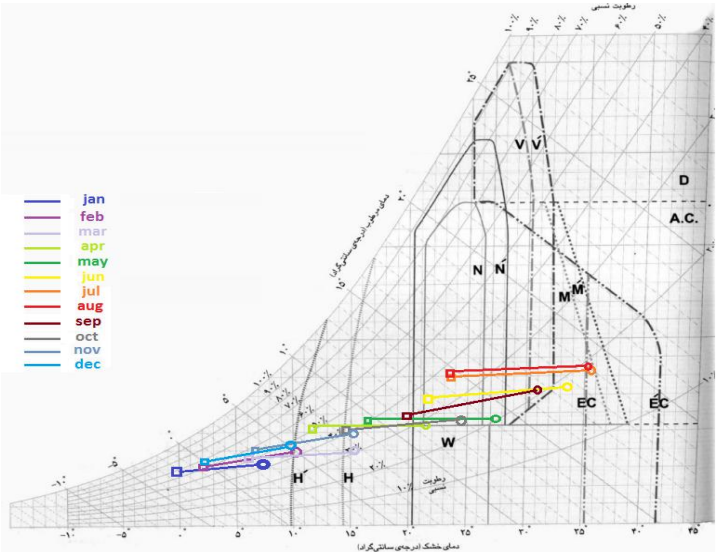
بنابر این به منظور کاهش مصرف انرژی طی نوامبر تا مارس موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

- ازگرمای خورشید بهره‌گیری شود(جهت‌گیری مناسب بناباتوجه به تابش، استفاده از پنل خورشیدی)

- تبادل حرارت از طریق جداره ساختمان به حداقل رسانده شود (کاهش سطح خارجی به حجم بنا، پلان متراکم، استفاده از عایق حرارتی)
- از نفوذ هوا از درز پنجره و در جلوگیری شود (طراحی مناسب جهت ساختمان و کاستن فشار بر جداره رو به باد)

شرایط دوم و سوم برای ساعات شبانه فروردین، اردیبهشت و اکتبر نیز صادق است. شرایط روزانه این سه ماه به‌واسطه قرارگیری در محدوده N نمودار بسیار مساعد و فضای داخل بنا فاقد تنش حرارتی است. از ژوئن تا اوت برای غلبه بر گرمای هوا و تامین آسایش حرارتی به کولر آبی در مواقع روز نیاز است. در سپتامبر هم وضعیت تا حد زیادی مشابه است اما در این ماه در صورت برقراری جریان طبیعی هوا می‌توان بدون کولر فضای داخل ساختمان را مطبوع نمود. درمجموع هرچند در دوره گرم سال، ساعاتی از روز در محدوده آسایش قرار دارد و شرایط حرارتی داخل فضا برای ساکنین در حال انجام فعالیت سبک خنثی می‌باشد، اما در ساعاتی از روز شرایط محیطی از آسایش خارج‌شده و نیازمندی‌هایی ایجاد می‌کند که عبارت‌اند از:

- ایجاد تهویه طبیعی
- استفاده از سرمایش تبخیری (کولر آبی) به‌ویژه در ژوئیه و اوت
- کاهش تبادل حرارتی ساختمان و استفاده از مصالح سنگین



شکل(۲-۱۶): نمودار زیست اقلیمی ساختمانی ایستگاه چیتگر

شاخص ماهانی:

با توجه به جدول(۲-۳۲) متوسط سالانه دمای ایستگاه چیتگر ۱۷.۳ درجه سانتی‌گراد و مردادماه با دمای بیشینه ۳۵.۷ درجه سانتی‌گراد گرم‌ترین ماه سال و دی با دمای کمینه ۰.۲- درجه سانتی‌گراد سردترین ماه سال می‌باشد. روند دما از دی تا مرداد افزایشی و از مرداد تا آذر کاهشی است. از پاییز تا اوایل بهار نوسان دمای هوا کمتر ۱۰ درجه سانتی‌گراد و از می ماه تا سپتامبر(اواخر تابستان) بیش از ۱۰ درجه سانتی‌گراد است. بیشترین نوسان ماهانه دما در جولای(تیر) با ۱۲.۲ درجه و کمترین آن در دسامبر و ژانویه با ۷.۷ درجه سانتی‌گراد مشاهده می‌گردد.

جدول (۲-۳۲): ویژگی‌های دمایی ایستگاه چیتگر

ماه	میانگین حداکثر دمای ماهانه	میانگین حداقل دمای ماهانه	میانگین نوسان دمای ماهانه
ژانویه	7.5	-0.2	7.7
فوریه	10.3	1.8	8.5
مارس	15.5	6.1	9.4
آوریل	21.5	11.7	9.8
می	27.5	16.7	10.8
ژوئن	33.4	21.5	12.0
جولای	35.7	23.5	12.2
اوت	35.2	23.7	11.5
سپتامبر	30.9	19.8	11.1
اکتبر	24.6	14.7	9.8
نوامبر	15.2	6.7	8.4
دسامبر	9.9	2.2	7.7
میانگین دمای سالانه	۱۷.۳		

جدول (۲-۳۳) بیانگر وضعیت رطوبتی بلندمدت ایستگاه چیتگر است. در دسامبر و ژانویه ماه‌های سرد سال به دلیل پایین بودن دما و کاهش ظرفیت رطوبتی جو، متوسط رطوبت نسبی افزایش‌یافته و به بیش از ۵۰ درصد می‌رسد که با توجه به طبقه‌بندی ماهانی در گروه رطوبتی ۳ قرار می‌گیرند. از فوریه تا آوریل و همچنین طی اکتبر و نوامبر مقدار رطوبت نسبی بین ۵۰ تا ۳۰ درصد است. ازاین‌رو این ماه‌ها در گروه رطوبتی ۲ قرار دارند. از می تا اوت با توجه به گرمای هوا و شروع فصل تابستان رطوبت نسبی به کمتر از ۳۰ درصد رسیده است و درنتیجه پنج ماه از سال در گروه رطوبتی یک قرار دارند. همچنین در معیار ماهانی برای ماه‌هایی که میزان بارش به بیش از ۲۰۰ میلی‌متر می رشد تنش رطوبتی (H2) خاصی تعریف‌شده است که برای طراحی معماری تمهیداتی برای آن در نظر گرفته‌شده است. با توجه به مجموع بارش بلند مدت ایستگاه موردمطالعه، بارش در هیچ ماهی به ۲۰۰ میلی‌متر و بیشتر نرسیده است. حداکثر بارش ماهانه این ایستگاه ۴۲.۵ میلی‌متر و متعلق به ماه فروردین است.

جدول (۲-۳۳): مقادیر بارش و رطوبت نسبی ایستگاه چیتگر

ماه	متوسط رطوبت نسبی ماهانه	مجموع بارش ماهانه	گروه رطوبتی
ژانویه	57.4	38.1	3.0
فوریه	49.3	36.0	2.0
مارس	37.6	42.2	2.0
آوریل	35.8	42.5	2.0
می	27.7	13.1	1.0
ژوئن	22.9	1.3	1.0
جولای	24.3	3.6	1.0
اوت	24.0	3.2	1.0
سپتام	25.0	1.6	1.0
اکتبر	31.1	19.9	2.0
نوامبر	47.2	32.7	2.0
دسامبر	57.9	40.2	3.0

جدول(۲-۳۴) حالت‌های مختلف حرارتی طی ماه‌های مختلف سال در چیتگر را بر اساس معیار ماهانی نشان می‌دهد. در اردیبهشت(می) شهریور(سپتامبر) و مهر(اکتبر) تمام ساعات روز در محدوده آسایش اقلیمی قرار دارند و هیچ تنش حرارتی وجود ندارد. این وضعیت برای ساعات شب خرداد هم مشاهده می‌شود. به عبارتی در اواسط بهار و همچنین اواخر تابستان تا اوایل پاییز که گرمای تابستان و سرمای زمستان شدت نگرفته‌اند وضعیت محیط ازنظر حرارتی مساعد و ایدآل است.

جدول (۲-۳۴): وضعیت حرارتی ایستگاه چیتگر بر اساس معیار ماهانی

	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر
حداکثر دمای ماهانه	۷,۵	۱۰,۳	۱۵,۵	۲۱,۵	۲۷,۵	۳۳,٤	۳۵,۷	۳۵,۲	۳۰,۹	۲٤,٦	۱۵,۲	۹,۹
حد بالا آسایش روز	۲۸	۳۰	۳۰	۳۰	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۲	۳۰	۳۰	۲۸
حد پایین آسایش روز	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱
حداقل دمای ماهانه	-۰,۲	۱,۸	٦,۱	۱۱,۷	۱٦,۷	۲۱,۵	۲۳,۵	۲۳,۷	۱۹,۸	۱٤,۷	٦,۷	۲,۲
حد بالا آسایش شب	۲۱	۲۲	۲۲	۲۲	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۲	۲۲	۲۱
حد پایین آسایش شب	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤	۱٤
شرایط روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مناسب	گرم	گرم	گرم	مناسب	مناسب	سرد	سرد
شرایط شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مناسب	مناسب	گرم	گرم	مناسب	مناسب	سرد	سرد

از اواسط پاییز تا اوایل بهار یعنی از نوامبر(آبان) تا آوریل(فروردین) با توجه به عقب‌نشینی سامانه جنب حاره و ورود بادهای غربی و سامانه‌های پرفشار به منطقه مطالعاتی در تمام ساعات شبانه‌روز تنش سرما وجود دارد. بر اساس معیار ماهانی فقط در دو ماه تیر و مرداد تنش حرارتی گرم در تمام اوقات شبانه‌روز احساس می‌شود. البته این وضعیت در ساعات روزانه خردادماه که خورشید در حال حرکت به نیمکره شمالی است مشاهده می‌گردد. درمجموع براساس نتایج معیار ماهانی، همچون شاخص گیونی تنش حرارتی ناشی از سرمای هوا در بیشتر اوقات سال(شش ماه) سبب نارضایتی ساکنین می‌شود. ازاین‌رو طراحی معماری باید بیشتر در راستای بهره‌گیری از نور خورشید در نظر گرفته شود. درواقع در این ایستگاه محدودیت‌های سرمایی نسبت به محدودیت‌های گرمایی تداوم بیشتری دارند.

در جدول(۲-۳۵) با توجه به وضعیت حرارتی و رطوبتی ماه‌های مختلف سال شاخص‌های گرمایی و رطوبتی رتبه‌بندی شده‌اند. این رتبه‌ها به اقدامات چاره‌سازی اشاره می‌کنند که طراح می‌تواند اخذ نماید. توصیه‌ها تنها پس از جمع شدن شاخص‌ها برای یک سال شکل می‌گیرند. با توجه به این جدول در غرب تهران همچون سایر مناطق این شهر، شاخص‌های حرارتی نقش بسیار پررنگ‌تری در پیشنهادهای معماری دارند تا شاخص‌های رطوبتی. در بین شاخص‌های حرارتی، شاخص A3 که نمایش‌دهنده سرمای هوا است بیشترین فراوانی ماهانه را به خود اختصاص داده است.

جدول (۲-۳۵): استخراج شاخص‌های حرارتی و رطوبتی ایستگاه چیتگر بر اساس معیار ماهانی

شاخص	دی	بهمن	اسفند	فروردین	اردیبهشت	خرداد	تیر	مرداد	شهریور	مهر	آبان	آذر	جمع
H1													۰
H2													۰
H3													۰
A1					*	*	*	*	*				۵
A2							*	*					۲
A3	*	*	*	*							*	*	۶

درنهایت جدول (۲-۳۶) نتایج حاصل از توصیه های طراحی برای محدوده ایستگاه چیتگر را نشان می‌دهد. در این جدول توصیه های مربوط منطقه مطالعاتی با توجه به وضعیت شاخص های دمایی و رطوبتی با رنگ قرمز مشخص شده اند. مهم ترین پیشنهاد های معماری برای این منطقه از تهران عبارت اند از:

- جانمایی ساختمان ها بر محور شرقی- غربی قرار داشته باشند
- طراحی فضا فشرده باشد
- اندازه بازشوها متوسط باشد
- دیوارهای سنگین داخلی و خارجی به منظور کاهش انتقال گرمای محیط به داخل فضا و افزایش جذب تابش در ماه های سرد سال
- در نظر گرفتن فضایی برای خواب بیرون

جدول(۲-۳۶): توصیه‌های طراحی برای غرب تهران بر اساس معیار ماهانی

توصیه‌ها	مجموع شاخص‌ها از جدول ۵					
	خشک			مرطوب		
	A3	A2	A1	H3	H2	H1
	۶	۲	۵	۰	۰	۰
جانمایی						
۱-ساختمان‌ها بر محور شرقی-غربی جهت‌گیری کنند			۱۰ - ۰			
	۱۲ - ۵		۱۲ یا ۱۱			
۲-طراحی فشرده حول یک حیاط مرکزی	٤ - ۰					
فضاسازی						
۳-فضاسازی باز برای نفوذ باد						۱۲ یا ۱۱
۴-همانند ۳، اما از باد سرد/داغ جلوگیری شود						۱۰ - ۲
۵-طراحی فشرده						۱ یا ۰
جابجایی هوا						
۶-اتاق‌های یک جداره:						۱۲ - ۳
شرایط دائمی برای جابجایی هوا			۵ - ۰			۲ یا ۱
۷-اتاق‌های دوجداره			۱۲ - ۶			
با شرایط موقتی برای جابجایی هوا					۱۲ - ۲	۰
۸-عدم نیاز به جابجایی محسوس هوا					۱ یا ۰	
بازشوها						
۹-بازشوهای بزرگ، ۴۰ تا ۸۰٪ از دیوارهای شمالی‌وجنوبی	۰		۱ - ۰			
۱۰-بازشوهای بسیار کوچک، ۱۰ تا ۲۰٪	۱ یا ۰		۱۲ یا ۱۱			
۱۱-بازشوهای متوسط، ۲۰ تا ۴۰٪	هرگونه شرایط دیگر					
دیوارها						
۱۲-دیوارهای سبک، زمان تأخیر کوتاه			۲ - ۰			
۱۳-دیوارهای سنگین داخلی و خارجی			۱۲ - ۳			
سقف‌ها						
۱۴-سقف‌های عایق‌کاری شده سبک			۵ - ۰			
۱۵-سقف‌های سنگین؛ بیش از ۸ ساعت زمان تأخیر			۱۲ - ۶			
خواب‌بیرون						
۱۶-فضایی برای خواب بیرون موردنیاز است		۱۲ - ۲				
محافظت از باران						
۱۷-محافظت در برابر باران سنگین موردنیاز است				۱۲ - ۳		

جمع بندی:

خلق شرایط محیطی راحت و مطلوب و تأمین امنیت ساکنان بنا، از اصول لاینفک معماری و ساختمان به شمار می‌رود. همچنین مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، یکی از مسائل زیست‌محیطی قرن اخیر است. به همین دلیل شاخت عناصر اقلیمی برای حفظ ساختمان از گزند شرایط نامساعد جوی و استفاده مناسب از عناصر اقلیمی برای بهینه‌سازی مسکن و کاهش مصرف انرژی امری بسیار مهم در طراحی است. ساختمان‌هایی که بر اساس اصول طراحی اقلیمی ساخته‌شده‌اند، ضرورت گرمایش و سرمایش مکانیکی را به حداقل کاهش می‌دهند، در عوض از انرژی طبیعی موجود در اطراف ساختمان‌ها استفاده می‌کنند. این امر موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی می‌شود و در استفاده بهینه از شرایط محیطی در ایجاد آسایش برای زندگی در داخل ساختمان‌ها یاری‌رسان خواهد بود. درواقع اقلیم معماری دارای دو هدف عمده است که عبارت‌اند از: در فصل زمستان مقاومت در برابر اتلاف و خروج حرارت به بیرون از ساختمان و جذب هر چه بیشتر حرارت خورشیدی. در فصل گرم که سرمایش مورد نیاز است، این اهداف عکس می‌گردند، یعنی مقاومت در برابر حرارت تابش خورشیدی و اتلاف هر چه بیشتر حرارت داخل ساختمان موردنظر می‌باشد. هدف پژوهش حاضر بررسی شرایط اقلیمی ایستگاه‌های سینوپتیک شهر تهران با استفاده از شاخص‌های آسایش حرارتی و مقایسه آن‌ها برای ساماندهی ساختارهای مسکونی شهر تهران می‌باشد.

منطقه موردمطالعه شهر تهران است که به‌عنوان پایتخت ایران سیاسی و اجتماعی _ اقتصادی نزدیک به ۲۰ درصد جمعیت ایران را در خود جای داده است که هرساله با افزایش بیشتر جمعیت در داخل و حاشیه آن مواجه هستیم. موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه، شهر تهران در فصل اول شکل(۱-۱) نشان داده شده است. برای انجام پژوهش حاضر از داده‌های ایستگاه های سینوپتیک شهر تهران (مهرآباد، چیتگر، ژئوفیزیک، دوشان تپه، شمیران) استفاده شده است. با توجه به هدف پژوهش به‌منظور شناخت شرایط اقلیمی شهر تهران داده‌های ماهانه عناصر جوی نظیر دمای هوای خشک، فشار بخارآب، رطوبت نسبی، سرعت باد و میزان ابرناکی استفاده شده است. روش تحقیق حاضر ازنظر ماهیت توصیفی و تحلیلی است و انجام آن بر پایه مطالعات کتابخانه‌ای، روابط و معادلات ریاضی و استفاده از نرم‌افزارهای پردازش آماری و اقلیم معماری است. برای رسیدن به هدف پژوهش پس از دریافت داده‌های موردنیاز از سازمان هواشناسی کل کشور، پایگاه داده در محیط نرم‌افزارهای آماری(اکسل) تشکیل و داده‌ها در مقیاس‌های زمانی موردنیاز پردازش گردید. پس‌ازآن شرایط اقلیمی ایستگاه‌های موردمطالعه به کمک شاخص‌های مختلف آسایش حرارتی در

داخل(شاخص‌های گیونی و ماهانی) و بیرون از ساختمان (شاخص‌های زیست‌اقلیمی الگی، دمای فیزیولوژی، سوز باد) بررسی گردید.

بررسی شرایط آسایش ایستگاه مهرآباد:

بر اساس نتایج حاصل از شاخص‌های آسایش حرارتی طی ماه‌های دوره سرد سال(نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس) به دلیل سرمای شدید هوا در شبانه‌روز، در محیط بیرون از ساختمان حتی با اضافه کردن میزان تابش و در معرض مستقیم خورشید قرار داشتن و در داخل ساختمان بدون استفاده از سیستم‌های گرمایی مکانیکی امکان رسیدن به شرایط آسایش برای ایستگاه مهرآباد به‌عنوان نماینده جنوب غرب تهران فراهم نیست. در دوره گرم سال و به‌ویژه در ماه‌های جولای و اوت به دلیل گرمای زیاد منطقه طی شبانه‌روز تنش حرارتی در این منطقه کاملاً مشخص است و ایجاد تهویه طبیعی، استفاده از سرمایش تبخیری (کولرآبی) مورد نیاز است. همچنین در ماه‌های ژوئن طی روز و در ماه آوریل و اکتبر در شب شرایط آسایش حرارتی فراهم نمی‌باشد. در مجموع می‌توان گفت در این منطقه ماه‌های می، اکتبر و سپتامبر از شرایط آسایش حرارتی برخوردارند.

جدول (۲-۳۷): ارزیابی آسایش حرارتی ایستگاه مهرآباد بر اساس شاخص های حرارتی

شاخص	زمان	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
اولگی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
گیونی	روز	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
ماهانی	روز	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد	سرد
سوزباد	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
PET	روز	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد	سرد

بررسی شرایط آسایش ایستگاه چیتگر:

نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های حرارتی برای ایستگاه چیتگر نشان داد که در این ایستگاه نیز همانند ایستگاه مهرآباد در دوره سرد سال برای رسیدن به آسایش حرارتی در

محیط بیرون و داخل ساختمان نیاز به استفاده از سیستم‌های گرمایی مکانیکی است با این تفاوت که در این منطقه ماه آوریل تنش سرمایی بیشتری نسبت به منطقه مهرآباد دارد. در دوره گرم سال به‌ویژه ماه‌های اوت و جولای نیاز به ایجاد تهویه طبیعی و کولر در شبانه‌روز و در ماه ژوئن طی روز می‌باشد. در این منطقه نیز ماه‌های می، اکتبر و سپتامبر از شرایط آسایش حرارتی برخوردارند هرچند بر اساس برخی شاخص‌ها در این ماه در برخی از ساعات شبانه یا روزانه تنش سرمایی و گرمایی وجود دارد.

جدول (۲-۳۸): ارزیابی آسایش حرارتی ایستگاه چیتگر بر اساس شاخص‌های حرارتی

شاخص	زمان	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
اولگی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
گیونی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
ماهانی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
موزیاد	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
PET	روز	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد	سرد

بررسی شرایط آسایش ایستگاه شمیران:

نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های حرارتی برای ایستگاه شمیران نشان داد که شرایط آسایش حرارتی در ماه‌های مختلف سال همانند ایستگاه چیتگر است. در دوره سرد سال برای رسیدن به آسایش حرارتی در محیط بیرون و داخل ساختمان نیاز به استفاده از سیستم‌های گرمایی مکانیکی است. در دوره گرما سال به‌ویژه ماه‌های اوت و جولای نیاز به ایجاد تهویه طبیعی و کولر در شبانه‌روز می‌باشد با این تفاوت که در دوره گرم طی ساعات روزانه میزان آسایش حرارتی منطقه شمیران در محیط داخل ساختمان نسبت به ایستگاه‌های مهرآباد و چیتگر بیشتر است. در این منطقه تنها ماه می بیشترین آسایش حرارتی را در داخل و بیرون از ساختمان دارا می‌باشد. ماه ژوئن در این منطقه برخلاف ایستگاه‌های قبل از شرایط آسایشی بهتر برخوردار است. در ماه اکتبر هرچند آسایش حرارتی مناسب است اما وجود تنش سرمایی طی ساعات شبانه وجود دارد. یکی از دلایل اصلی شرایط متفاوت این ایستگاه نسبت به ایستگاه‌های دیگر موقعیت جغرافیایی شمال تهران و

نزدیکی این منطقه از تهران به ارتفاعات شمالی تهران است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده می‌توان گفت در این منطقه از تهران می‌توان با رعایت اصول صحیح ساختمان‌سازی، استفاده از مصالح سنگین و ایجاد دیوارهای ضخیم تبادل حرارتی بین داخل و خارج از ساختمان را کاهش داد و در فصل بهار و تابستان هزینه‌های ناشی از سیستم‌های سرمایش را تا حد قابل قبولی کاهش داد.

جدول (۲-۳۹): ارزیابی آسایش حرارتی ایستگاه شمیران بر اساس شاخص‌های حرارتی

شاخص	زمان	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
اولگی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد	سرد
گیونی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد	سرد
ماهانی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
سوزباد	روز	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
PET	روز	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد	سرد

بررسی شرایط آسایش ایستگاه ژئوفیزیک:

جدول(۲-۴۰) نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های حرارتی برای ایستگاه ژئوفیزیک را نشان می‌دهد. براساس نتایج به‌دست‌آمده شرایط آسایش حرارتی در ماه‌های مختلف سال در این ایستگاه همانند ایستگاه مهرآباد است. براساس نتایج حاصل از شاخص‌های آسایش حرارتی طی ماه‌های دوره سرد سال(نوامبر، دسامبر، ژانویه، فوریه و مارس) به دلیل سرمای شدید هوا در شبانه‌روز، در محیط بیرون از ساختمان حتی با اضافه کردن میزان تابش و در معرض مستقیم خورشید قرار داشتن و در داخل ساختمان بدون استفاده از سیستم‌های گرمایی مکانیکی امکان رسیدن به شرایط آسایش فراهم نیست. در دوره گرم سال و به‌ویژه در ماه‌های جولای و اوت به دلیل گرمای زیاد منطقه طی شبانه‌روز تنش حرارتی در این منطقه کاملاً مشخص است و ایجاد تهویه طبیعی، استفاده از سرمایش تبخیری(کولرآبی) مورد نیاز است. همچنین در ماه‌های ژوئن طی روز و در ماه آوریل در شب شرایط آسایش حرارتی فراهم نیست و در برخی از ساعات شبانه‌روز نیاز به سیستم‌های گرمایی و سرمایشی مکانیکی

است. درمجموع می‌توان گفت این منطقه در ماه‌های می، اکتبر و سپتامبر از شرایط آسایش حرارتی برخوردار است.

جدول(۲-۴۰): ارزیابی آسایش حرارتی ایستگاه ژئوفیزیک بر اساس شاخص‌های حرارتی

شاخص	زمان	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
اولگی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
گیونی	روز	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
ماهانی	روز	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
سوزیاد	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد	سرد
PET	روز	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد	سرد

بررسی شرایط آسایش دوشان تپه:

نتایج حاصل از محاسبه شاخص‌های حرارتی برای ایستگاه دوشان تپه نشان داد که شرایط آسایش حرارتی این منطقه مشابه ایستگاه‌های مهرآباد، چیتگر و ژئوفیزیک است. در این منطقه در دوره سرد سال برای رسیدن به آسایش حرارتی در محیط بیرون و داخل ساختمان نیاز به استفاده از سیستم‌های گرمایی مکانیکی است. هرچند ایستگاه دوشان تپه در یک منطقه نسبتاً دشتی واقع شده است اما در این منطقه همانند چیتگر، ماه آوریل در ابتدای فصل بهار شرایط مشابه با منطقه شمال تهران دارد و همراه با تنش سرمایی است. در این ایستگاه در دوره گرم سال به‌ویژه ماه‌های اوت و جولای نیاز به ایجاد تهویه طبیعی و کولر در شبانه‌روز می‌باشد. در ماه ژوئن طی روز نیز شرایط آسایش حرارتی فراهم نیست و در برخی از ساعات شبانه‌روز نیاز به سیستم‌های سرمایشی مکانیکی است. در این منطقه همانند ایستگاه‌های نام برده شده درمجموع می‌توان گفت ماه‌های می، اکتبر و سپتامبر از شرایط آسایش حرارتی برخوردارند.

جدول (۲-۴۱): ارزیابی آسایش حرارتی ایستگاه دوشان تپه بر اساس شاخص‌های حرارتی

شاخص	زمان	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
اولگی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
گیونی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
ماهانی	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
سوزباد	روز	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	مطلوب	مطلوب	سرد	سرد	سرد
PET	روز	سرد	سرد	سرد	مطلوب	مطلوب	گرم	گرم	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد
	شب	سرد	سرد	سرد	سرد	سرد	مطلوب	گرم	گرم	مطلوب	سرد	سرد	سرد

نتیجه گیری:

نتایج به دست آمده از شاخص های مذکور برای ایستگاه های مختلف شهر تهران نشان می‌دهد که خروجی شاخص های زیست اقلیمی بسیار به یکدیگر نزدیک بوده و اختلاف چندانی در خروجی آن ها مشاهده نمی‌شود. همچنین شرایط اقلیمی مناطق مختلف شهر تهران از منظر آسایش حرارتی به یکدیگر بسیار نزدیک می‌باشد و نیازهای سرمایشی و گرمایشی شمال، غرب، جنوب و شرق تهران اختلاف زیادی باهم ندارند. براساس شاخص‌های مختلف، شرایط محیطی نواحی مختلف تهران در اکتبر و می در بهترین شرایط حرارتی قرار دارد و آسایش اقلیمی در بیشتر ساعات روز احساس می‌شود. در آوریل نیز سرمای هوا تا حد زیادی کاسته شده و در طی روز نیاز به مصرف انرژی وجود ندارد. طی ۵ تا ۶ ماه از سال یعنی از نوامبر تا آوریل (فروردین) تنش‌های سرمایی در همه ایستگاه‌ها و توسط اکثر شاخص‌های حرارتی تأیید می‌شود. البته در مناطقی از تهران که سرعت باد ماهانه کمتر از یک متر در ثانیه است مثل شمیران، در نوامبر و به‌ویژه آوریل (فروردین) تنش‌های سرمایی محدود می‌باشند. در همه ایستگاه ها از دسامبر تا فوریه تنش سرما در محیط شدید تا بسیار شدید است به‌طوری‌که جذب حداکثری تابش خورشیدی نیز برای تأمین انرژی محیط کافی نمی‌باشد. گرمای هوا معمولاً از ژوئن تا سپتامبر نواحی مختلف تهران را متأثر می‌سازد که فقط در دو ماه تیر و مرداد شدید تا بسیار شدید است. در مجموع شرایط اقلیمی تهران را می توان سرد و نیمه‌خشک نامید زیرا تنش حرارتی ناشی از سرمای هوا بیش از تنش‌های

گرمایی سبب نارضایتی ساکنین می‌شود. ازاین‌رو طراحی معماری باید بیشتر در راستای بهره‌گیری از نور خورشید و مصرف کمتر وسایل گرمازا منطبق باشد.
به منظور ارزیابی شرایط حرارتی داخل بنا و ارائه پیشنهادهای معماری در شرایط مختلف سال از معیارهای اقلیم معماری گیونی و ماهانی استفاده گردید. نتایج به‌دست‌آمده برای ایستگاه‌های شهری تهران بسیار مشابه و نزدیک به هم می‌باشد. این معیارها نیز محدودیت بیشتر سرما نسبت به گرما در نواحی مختلف تهران را تأیید می‌کنند زیرا از دسامبر تا فوریه استفاده از وسایل مکانیکی برای تأمین انرژی و افزایش گرمای محیط لازم و ضروری است. درحالی‌که در ماه‌های بسیار گرم به تهویه مطبوع نیاز نمی‌باشد و استفاده از کولر آبی در تیر و مردادماه نیازهای حرارتی محیط را تأمین می‌کند.

فصل سوم

تهیه و تنظیم چارچوب‌های معماری تهران

مقدمه:

برای طراحی اقلیمی نیاز به داشتن یک ساختار و چهارچوب مشخص درزمینهٔ طراحی است تا اینکه طراح بتواند حدومرزهای پلان یا نقشه خود را با توجه به اثرات عناصر اقلیمی در ساختمان به بهترین شکل لحاظ نماید و بتواند بهترین استفاده را از عوامل تأثیرگذار بر آسایش ساختمانی فراهم آورد. بنابراین مهم‌ترین عناصر تشکیل‌دهنده ساختار پایه طراحی اقلیمی عبارت‌اند از: نمودار استروگراف خورشید، جدول بیوکلیماتیک ساختمانی و گلبادکه این موارد به‌عنوان چهارچوب طراحی اقلیمی شناخته می‌شود. درنتیجه برای ترسیم بهترین و مناسب‌ترین پلان معماری برای تهران باید هریک از عناصر ساختار پایه طراحی برای این منطقه محاسبه و تهیه گردد. بدین لحاظ به توضیح و تفسیر عناصر ساختار پایه طراحی تهران پرداخته می‌شود:

نمودار استروگراف خورشید منطقه مورد مطالعه

از مهم‌ترین موارد استفاده از نمودار استروگراف خورشید می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

- تعیین و محاسبه انرژی خورشیدی تابیده‌شده به دیوارهای ساختمانی بر اساس ماه‌های فصول سال و ساعات روز
- تعیین طول روز برای ماه‌های هر فصل
- تعیین و محاسبه سایه حاصل از تغییرات حرکت زاویه‌ای خورشید بر ساختمان و محیط پیرامون
- محاسبه و اندازه سایبان های مصنوعی
- یکی از عناصر بسیار مهم در جهت تعیین بهترین محل و جهت قرارگیری ساختمان در رابطه با اقلیم و جهت بادهای غالب در هر منطقه.

قابل ذکر است با توجه به اینکه بر اساس نتایج شاخص‌های حرارتی فضای باز شهر تهران و همچنین شاخص‌های حرارتی فضای داخلی ساختمان (در فصل دوم کتاب حاضر) تفاوت قابل‌توجهی بین مناطق مختلف تهران وجود ندارد و از طرف دیگر یکسان بودن عرض جغرافیایی و تفاوت اندک تابش خورشیدی، از یک شبیه‌سازی کلی برای طراحی ساختمان‌ها استفاده شد.

محاسبه انرژی خورشیدی تابیده شده به دیوارهای ساختمانی:

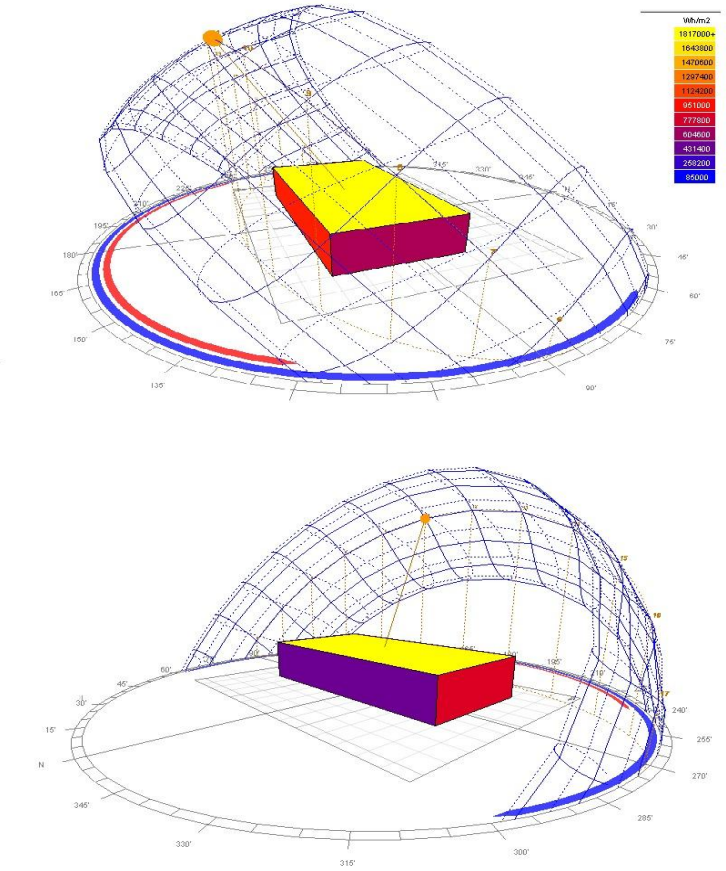
در فصل قبل شرایط اقلیمی تهران با استفاده از متداول‌ترین مدل‌های آسایش حرارتی بررسی و حتی پیشنهادهایی درزمینه معماری ارائه گردید. نتایج این بررسی‌ها نشان داد که طراحی مساکن در تهران بیشتر نیازمند در نظر گرفتن تابش خورشید می‌باشد، زیرا

مشکلات ناشی از سرما به‌مراتب بیشتر از گرمای هواست و جریان محسوس هوا چندان نیاز نیست. ازاین‌رو طراحی کالبد ساختمان باید در راستای بهره‌گیری حداکثری نور خورشید در اکثر ماه‌های سال تنظیم شود.

برای محاسبه انرژی خورشیدی تابیده شده به دیوارهای ساختمانی عرض جغرافیایی ۳۵ درجه شمالی (شهر تهران) ابتدا باید جهت قرارگیری ساختمان نسبت به زاویه تابش خورشید معلوم گردد که بهترین جهت قرارگیری پلان برای منطقه موردمطالعه با توجه به نوع اقلیم حاکم بر منطقه و بادهای غالب دو نمای شرقی -غربی و شمالی- جنوبی می‌باشد که نمای شمالی جنوبی جهت غالب بر هر دو منطقه می‌باشد. بعد از تعیین محل قرارگیری ساختمان با توجه به نمودار استروگراف خورشید در هر دو منطقه و انطباق آن بر نقاله اولگی مقدار دقیق انرژی رسیده به هریک از دیوارها محاسبه که نتیجه آن در شکل (۳-۱) نشان داده‌شده است.

در شکل(۳-۱) دیاگرام مسیر سالانه خورشید برای عرض جغرافیایی ایستگاه مهرآباد و میزان تابش دریافتی دیواره‌ها برای پلانی به شکل مکعب مستطیل با کشیدگی شرقی غربی(بر اساس پیشنهاد ماهانی) نشان داده‌شده است. درمجموع کل سال دیواره‌های افقی(بام‌ها) از بیشترین مقدار تابش دریافتی برخوردار می‌باشند. در فصل زمستان مقدار تابش دریافتی این دیواره‌ها به کمترین مقدار و در تابستان به بیشترین مقدار می‌رسد. پشت‌بام همانند دیوار یکی از اجزا بسیار مهم ساختمانی در نوسانات انرژی، انتقال و یا اتلاف آن به شمار می‌رود. بام‌ها در طول روز بیشترین انرژی خورشیدی رسیده به سطوح ساختمانی را دریافت می‌کنند، درنتیجه نسبت به دیگر عناصر ساختمانی به‌شدت گرم شده و نقش بسیار مهمی در انتقال این انرژی در طول روز به داخل بنا را دارند و از طرفی شب‌هنگام با از دست دادن انرژی گرمایی خود از طریق بازتابش طول‌موج بلند و بهره نبردن از امواج زمین تاب نسبت به دیوارها و همچنین در معرض قرار گرفتن جریان هوای آزاد به‌سرعت نسبت به دیوارها سرد شده و در صورت تشدید سرمایش هوا آن را بسیار سریع‌تر نسبت به دیگر عناصر ساختمانی به داخل بنا انتقال می‌دهند درنتیجه نقش بسیار فعالی در افزایش نوسان دمایی در طول شبانه بر فضای داخلی داشته ازاین‌رو برای جلوگیری از اتلاف انرژی از طریق بام ها معمولاً این اجزا ساختمانی دارای بالاترین ضخامت در مقایسه با دیگر عناصر ساختمانی می‌باشند. بعد از سطوح افقی، دیواره‌های قائم با نمای جنوبی بیشترین مقدار تابش سالانه را دریافت می‌کنند. چراکه بر اساس نمودار مسیر حرکت خورشید، در تمام ماه های سال خورشید به صورت نیم‌دایره با انحراف به سمت جنوب حرکت می‌کند و هنگام ظهر که زاویه ارتفاع تابش به بیشترین مقدار در طی روز می‌رسد این دیواره‌ها بیش از سایر سطوح انرژی تابشی دریافت

می‌کنند. این دیواره‌ها در زمستان حتی اندکی بیش از سطوح افقی تابش دریافت می‌کنند. البته در فصل تابستان حتی از دیواره‌های غربی انرژی کمتری دریافت می‌کنند. پس‌ازآن دیواره‌های غربی درمجموع کل سال بیش از دیواره‌های شرقی و شمالی تابش دریافت می‌کنند. همان‌طور که اشاره‌شد حتی در تابستان بیشتر از دیواره‌های جنوبی انرژی دریافت می‌کنند. دیواره‌های شرقی و نهایتاً دیواره‌های شمالی ازنظر تابش دریافتی سالانه در مرتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند. دیواره‌های شرقی در زمستان که خورشید مسیری جنوبی‌تری را طی می‌کند تقریباً از انرژی دریافتی یکسانی نسبت به دیواره‌ها برخوردار است اما در تابستان دیواره‌های غربی انرژی بیشتری را دریافت می‌کنند. دلیل این امر ناشی از آن است که دیواره های شرقی در اوایل روز که زاویه تابش خورشید مایل و دمای دیواره‌ها پایین است انرژی دریافت می‌کند اما دیواره‌های غربی در ساعات بعدازظهر که زاویه تابش عمودتر است در معرض تابش قرار می‌گیرند. چه در تابستان و چه در زمستان، دیواره‌های شمالی کمترین انرژی را دریافت می‌کنند؛ زیرا انحنای مسیر خورشید همواره به سمت جنوب است و این دیواره‌ها به ویژه در تابستان که خورشید از شمال شرق طلوع و در شمال غرب غروب می‌کند ساعات اولیه روز و اواخر بعدازظهر در معرض نور خورشید قرار دارند.



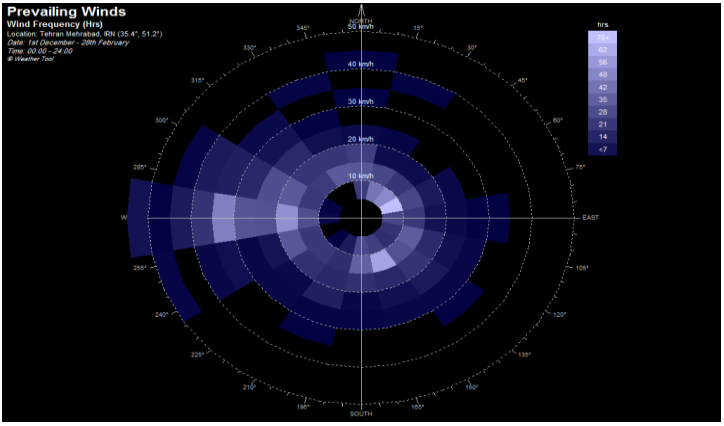
شکل (۳-۱): نمودار مسیر حرکت خورشید و میزان تابش دریافتی دیواره‌ها(بالا نمای جنوبی، پایین نمای شمالی) برای عرض جغرافیایی تهران

جهت‌گیری ساختمان:

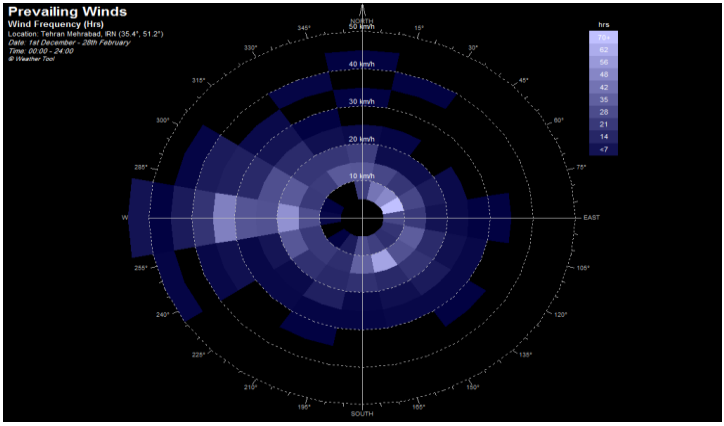
به‌طورکلی، انتخاب جهت استقرار ساختمان به عواملی چون وضع طبیعی زمین، میزان نیاز به فضاهای خصوصی، کنترل و کاهش صدا و دو عامل باد و تابش آفتاب بستگی دارد (کسمایی، ۱۳۸۹: ۱۲۵). با توجه به شرایط اقلیمی منطقه مورد مطالعه، جهت‌گیری پلان باید متناسب با دریافت حداکثری تابش در زمستان و حداقلی آن در تابستان باشد. توجه به وضعیت باد نیز در مرحله دوم قرار دارد. میزان تابشی دریافتی دیواره‌ها و نسبت آن‌ها در بالا اشاره گردید؛ بنابراین در ادامه ابتدا وضعیت باد منطقه موردمطالعه موردبررسی قرار می‌گیرد و نهایتاً جهت‌گیری مناسب ساختمان به کمک نرم‌افزار اکوتکت[۱] تعیین می‌شود. اثر باد بر ساختمان شامل تأثیر وزش باد بر تهویه عادی و طبیعی ساختمان می‌باشد. به وجود آمدن تهویه عادی و طبیعی در ساختمان وابستگی بسیار زیادی به اختلاف فشاری که به علت وزش باد در نما و دیوارهای خارجی ساختمان دارد. با توجه به گلباد فصلی ایستگاه مهرآباد تهران شکل‌های(۳-۲ و ۳-۳)، فراوانی و مسیر بادهای رسیده به این ایستگاه در فصل سرما و گرما تقریباً یکسان است هرچند تفاوت‌های جزئی با هم دارند. در فصل زمستان، باد غالب منطقه باد غربی است و به‌طورکلی وزش بادها عمدتاً از سمت غرب است. به‌طوری‌که بادهای جنوب غربی تا شمال غربی از بیشترین فراوانی برخوردار می‌باشند. با توجه به سرمای شدید هوا در این موقع از سال، وزش این بادها به‌ویژه از سمت شمال غرب می‌تواند ضمن افزایش اتلاف انرژی بر سرمای هوا بیفزاید. پس از بادهای نیمه غربی، جریان‌های جنوب شرق تا شرق ازنظر فراوانی در مرحله بعد قرار دارند. البته سرعت وزش این بادها بیش از بادهای جنوب غربی می‌باشد. گلباد فصل تابستان نیز تا حد زیادی منطبق با فصل زمستان است با این تفاوت که بادهای جنوب شرقی از فراوانی بیشتری برخوردار می‌باشند.

---

[۱]- Ecotect

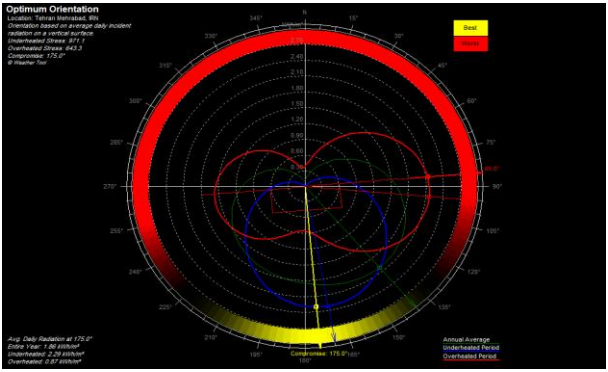


شکل(۳-۲): گلباد فصل زمستان ایستگاه مهرآباد(خروجی نرم‌افزار Ecotect)



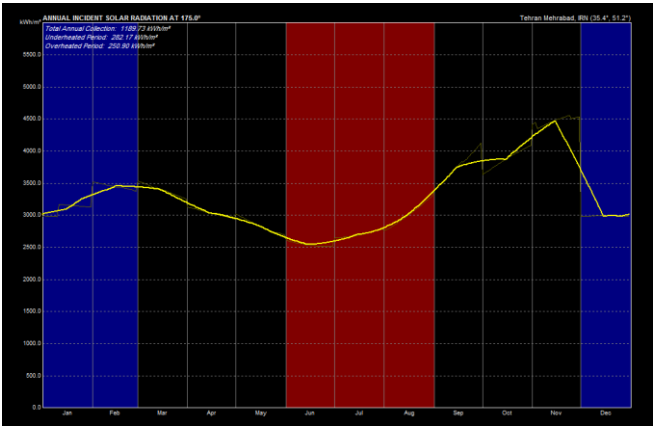
شکل (۳-۳): گلباد فصل تابستان ایستگاه مهرآباد(خروجی نرم‌افزار اکوتکت)

برای انتخاب جهت‌گیری مناسب ساختمان از نمودار SRWR[1] استفاده گردید. این نمودار حاصل تلفیق دو نمودار استروگراف انرژی تابشی خورشیدی و گلباد منطقه است. انرژی تابش این نمودار از راه میانگین شدت پرتوهای مستقیم دریافت شده از خورشید در طول یک سال و تعیین مقادیر کل تابش روزانه در فصل‌های سرد و گرم به همراه تعیین شاخص ساعتی دمای هوا و شدت تابش آفتاب در اعتدالین محاسبه می‌شود(سلمانیان، ۱۳۹۰: ۴۲). نتیجه این بررسی در شکل(۳-۴) نشان داده‌شده است. براساس این نمودار وضعیت بهینه توده‌های ساختمانی در زمستان باید فشرده‌تر از تابستان باشد. همچنین درمجموع کشیدگی پلان ساختمان باید در راستای شرقی_ غربی باشد. در تابستان بهترین جهت‌گیری ساختمان آزیموت ۸۵ درجه است؛ زیرا در این حالت بیشتر ساعات روز ساختمان پشت به آفتاب قرار می‌گیرد. در زمستان آزیموت ۱۷۰ درجه مناسب‌ترین حالت است و ساختمان از تابش بیشتری برخوردار می‌شود؛ اما ازآنجاکه یک بنا ثابت و در طول سال امکان جابجایی وجود ندارد درمجموع جهت استقرار پلان ساختمان می‌تواند از آزیموت ۱۴۰ درجه تا آزیموت ۲۰۰ درجه(محدوده رنگ زرد نمودار) طراحی شود که مناسب‌ترین حالت آن آزیموت ۱۷۵ درجه است. به‌عبارت‌دیگر جهت ساختمان باید از جنوب ۵ درجه به سمت شرق انحراف داشته باشد. در این موقعیت شرایط تابشی ساختمان در وضعیت دلخواه قرار دارد(شکل ۳-۵)؛ زیرا مقدار تابش دریافتی ساختمان در تابستان به کمترین میزان و در زمستان به بیشترین مقدار خود می‌رسد.



شکل (۳-۴): جهت‌گیری پلان ساختمان تهران بر اساس نمودار S.R.W.R (محاسبه شده با نرم افزار Ecotect)

[1]-Solar Radiation and Wind Rose



شکل (۳-۵): مقادیر دریافت انرژی تابشی در نمای اصلی توده های ساختمانی در جهت‌گیری ۱۷۵ درجه شمالی

ملاحظه می‌شود که در طراحی انجام‌شده بر اساس رعایت موارد پیش‌گفته، یعنی پلانی مکعب مستطیل با کشیدگی شرقی- غربی، در زمستان چه در ساعات ظهر و چه در ساعات بعدازظهر شکل(۳-۶) نور خورشید بر نمای اصلی ساختمان می‌تابد. درواقع نیاز به آفتاب ماه‌های سرد سال تأمین و ساختمان در راستای استفاده از انرژی غیرفعال خورشیدی طراحی‌شده است. در شکل(۳-۷) که نمای پلان طراحی‌شده در تابستان را نشان می‌دهد، نیاز به سایه نمای اصلی ساختمان تأمین و مقدار دریافت انرژی تابشی در ماه‌های گرم سال در پایین‌ترین وضعیت سالانه خود قرار دارد.

تعیین عمق سایبان:

همان‌طور که می‌دانیم اندازه سایه‌بان‌ها باید به‌گونه‌ای تعبیه شود تا مانع تابش مستقیم خورشید در هنگام ظهر به داخل بنا شده و در فصل زمستان باید به گونه‌ای عمل کند که حداکثر تابش را برای داخل بنا فراهم کند. باید گفت اندازه سایبان به زاویه تابش خورشید، عرض جغرافیایی، طول و عرض پنجره و ارتفاع آن از کف بستگی خواهد داشت. به‌عبارتی‌دیگر سایه‌بان مانع تابش مستقیم آفتاب به درون فضا می‌شود و میزان حرارت جذب‌شده در فضای داخلی کاهش می‌یابد. وقتی بر روی سطح خارجی شیشه سایه ایجاد

شود مقدار بسیار کمی از انرژی تابشی خورشید به فضای پشت شیشه انتقال می‌یابد. ازاین‌رو با ایجاد سایه‌بان مؤثر روی پنجره‌ها، می‌توان اثر جهت آن‌ها در دمای هوای داخلی بنا را تا حد زیادی کاهش داد(کسمایی، ۱۳۸۹:۴۹). برای محاسبه عمق سایبان‌ها روش‌های گوناگونی وجود دارد که مناسب‌ترین آن‌ها ازنظر کاربرد در طراحی، روش محاسباتی است که در تحقیق حاضر از آن استفاده‌شده است. با توجه به اینکه خورشید در تیرماه (ژوئیه) به بالاترین موقعیت شمالی خود و زاویه ارتفاع تابش و متعاقب آن شدت تابش در این ماه به اوج خود می‌رسد، عمق مطلوب سایبان برای این ماه محاسبه گردید. همچنین ساعتی که پنجره‌های مختلف در این ماه حداکثر تابش خورشید را دریافت می‌کنند توسط نقاله محاسبه انرژی خورشیدی و انطباق آن بر دیاگرام مسیر خورشید استخراج گردید. عمق سایبان با استفاده از رابطه $D=\frac{h\cos(Z+N)}{tan\beta}$ به دست آمد. نتایج حاصله برای بهترین جهت قرارگیری ساختمان یعنی آزیموت ۱۷۵ درجه و اندازه‌های متفاوت ارتفاع پنجره ها در جدول(۵-۴۱) ارائه شده است. البته با توجه به پیشنهادهای معماری ماهانی اندازه پنجره ها در پلان باید متوسط(۲۰ تا ۴۰ درصد) باشد. ازاین‌رو با توجه به شرایط تابشی دیواره‌ها پیشنهاد می‌شود پنجره‌های جنوبی که نمای اصلی ساختمان را نیز شامل می‌شود بزرگ‌تر باشد(۱.۵ تا ۲ متر). اندازه پنجره‌های شمالی ۱.۵ تا ۱ متر کفایت می‌کند. پنجره‌های شرقی نیز ۱ تا ۰.۷ متر و کوچک‌تر مناسب است. در جهت غرب اندازه های پنجره باید کوچک تر از سایر جهات پلان باشد زیرا هم نورتابشی سمت غرب انرژی تابشی بسیار زیادی در فصل تابستان ایجاد می‌کند و هم سبب نفوذ بادهای سرد زمستانه می‌شود. در مجموع با در نظر داشتن جهت‌گیری ۱۷۵ درجه شمالی، مناسب‌ترین اندازه سایبان ۳۰ تا ۴۵ سانتی متر برای نمای اصلی ساختمان پیشنهاد می‌گردد. همچنین دوجداره بودن شیشه ها نیز برای مدیریت بهتر دما به‌ویژه در زمستان توصیه می‌شود.

جدول (۳-۱): اندازه مطلوب سایبان برای ارتفاع‌های مختلف استقرار پنجره

جهت	β	Z	N	عمق سایبان برای اندازه‌های پنجره			
				۱ متر	۱.۵ متر	۲ متر	۰.۷ متر
شرق	۳۲	۸۲	۹۵	۱.۶	۲.۳۹	۳.۲	۱.۱
جنوب	۷۷	۱۵۵	۵	۰.۲۲	۰.۳۲	۰.۴۳	۰.۱۵
غرب	۴۰	۸۴	۸۵	۱.۱۷	۱.۷۵	۲.۳	۰.۸۱
شمال	۲۰	۷۳	۱۷۵	۱.۰۲	۱.۵۴	۲.۰۵	۰.۷۲

مصالح و سطح نما:

برای انتخاب مصالح نمای ساختمان‌ها موارد زیادی همچون؛ سلیقه افراد، هزینه‌های زمانی و اقتصادی، سرعت انجام کار، نوع اقلیم حاکم بر منطقه و غیره مدنظر سازندگان است. باوجود عوامل زیادی که در انتخاب و به‌کارگیری نمای ساختمان دخالت دارند، ولی مصالح بکار رفته در نمای ساختمان شدیداً به شرایط آب و هوایی منطقه بستگی دارد(ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۱: ۷۳). به‌طورکلی مصالحی که دارای جرم حرارتی زیاد هستند، هنگامی‌که در معرض حرارت قرار می‌گیرند، می‌توانند حرارت بیشتری در قیاس با سایر مصالح در خود ذخیره کنند (Gregory et al, 2008). از این رو با توجه به اینکه منطقه مورد مطالعه در تابستان از اقلیم نسبتاً گرم و خشکی برخوردار است، باید مصالحی در نمای ساختمان بکار برده شود که کمترین انتقال حرارت را داشته باشند. از طرف دیگر این شهر دارای زمستان‌های سرد است؛ بنابراین جنس مصالح و دیوارها باید طوری باشد که هدایت گرمایی پایینی داشته باشند. ازاین‌رو بهترین مصالح مورداستفاده، آجر است که ضریب انتقال حرارت آن بین ۵/۰ تا ۷/۰ می‌باشد. هرچه چگالی آجر کمتر باشد حرارت داخلی طی زمستان اتلاف کمتری دارد؛ بنابراین در طراحی انجام‌شده شکل (۳-۶ و ۳-۷) از آجر رسی برای نمای ساختمان استفاده‌شده است. در همین راستا هر چه ضخامت دیوارها بیشتر باشد هم هدایت حرارتی آن‌ها کاهش‌یافته و هم ظرفیت حرارتی آن‌ها افزایش می‌یابد. به همین دلیل استفاده از دیوارهای ضخیم از جنس آجر رسی- سفالی بهترین شرایط را برای تابستان و زمستان فراهم می‌آورد.

لازم به ذکر است که در ارتباط با ابعاد و سطح نما، هر چه سطح جسم بیشتر باشد انتقال حرارت بیشتر است. علیرغم ثابت بودن نوع حجم می‌توان اندازه مساحت جانبی را حتی با عنایت به ثابت بودن زیربنا با توجه به طبقات، تغییر داد. درواقع هر چه تعداد طبقات افزایش یابد نسبت حجم به سطح کاهش می‌یابد و انتقال حرارت نیز کمتر می‌شود. با عنایت بدین موضوع، پلان نمونه به‌صورت طبقاتی طراحی شده است.

ابعاد بازشوها:

منظور از بازشوها، درب و پنجره در کالبد ساختمان است. عوامل مختلفی در انتخاب ابعاد بازشو تأثیرگذار است. درب، بازشویی برای عبور انسان و وسایل مختلف به داخل فضاها می‌باشد. بهترین ابعاد برای درب‌های ورودی ساختمان، عرض ۱۲۰ در ارتفاع ۲۱۰ سانتیمتر می‌باشد. اقلیم در انتخاب درب تأثیر بسزایی ندارد و فقط می‌توان گفت به علت وجود مقدار چشم‌گیری رطوبت، باید جنسی انتخاب شود که در برابر زنگ‌زدگی مقاوم باشد.

پنجره‌ها به‌عنوان یکی دیگر از بازشوهای ساختمان، به‌عنوان یک جزء توکار در دیوار دارای وظایف ضروری دیگری جدا از باز و بسته کردن می‌باشند. پنجره میزان روشنایی طبیعی، تأمین و ورود و خروجی هوا از اتاق و منظره‌ای را برای برقرار ارتباط با دنیا فراهم می‌نماید. اندازه و محل قرار گرفتن پنجره‌ها در اتاق علاوه بر ملزومات موردنیاز تحت نظارت قوانین و مقررات روشنایی روز در بخش‌های داخلی ساختمان و موارد مطرح‌شده در بالا همگی ازنظر معماری مورد ملاحظه قرار می‌گیرد. تأثیرات خارجی آن‌ها دارای تأثیرات شدیدی بر نمای ظاهری است. بر اساس شرایط اقلیمی شهر تهران، باید ۲۰ الی ۴۰ درصد سطح دیوار به بازشو اختصاص داده شود. دوجداره بودن شیشه‌ها نیز برای مدیریت بهتر دما توصیه می‌شود.

نوع و شیب بام ساختمان:

شرایط اقلیمی حاکم بر یک منطقه یکی از مهم‌ترین عوامل انتخاب نوع بام ساختمان‌ها از قدیم تا به امروز بوده است. بر اساس نوع اقلیمی کلی حاکم بر شهر تهران، بهترین نوع سقف، سقف دولایه است. در این نوع بام حرارت از طریق تابش به سقف بالایی رسیده و ازآنجا از طریق همرفت و تابش به اطراف و تا حد کمی به سقف پایینی منتقل می‌شود؛ بنابراین انتقال حرارت به روش رسانایی را به حداقل می‌رساند. همچنین با در نظر داشتن بارندگی سالانه ۲۴۰ میلی‌متر در ایستگاه مهرآباد، بام می‌بایست به‌طور مسطح طراحی شود. بهترین شیب نسبت به این میزان بارندگی، ۵/۱ و ۵/۲ درصد است که در شبیه‌سازی انجام‌شده این موارد در نظر گرفته‌شده است.

جمع بندی:

در مجموع مهم‌ترین پیشنهادهای معماری براساس شاخص‌های اقلیم معماری و نرم‌افزار معماری اکوتکت عبارت‌اند از:

- زاویه جهت‌گیری پلان‌ها از آزیموت ۱۴۰ تا ۲۱۰ درجه باشد(دریافت حداکثری تابش در زمستان و حداقلی در تابستان).
- ساختمان‌ها بر محور شرقی- غربی جهت‌گیری کنند؛
- طراحی فشرده با پلان‌های مربع تا مستطیل شکل(به‌منظور کاهش سطح خارجی ساختمان و تبادل کمتر با هوای بیرون)؛
- استفاده از بازشوهای متوسط؛
- عمق سایه‌بان بازشوهای جنوبی به ازای هر متر ارتفاع پنجره ۰,۲۲ متر باشد؛
- عمق سایه‌بان بازشوهای شمالی به ازای هر متر ارتفاع پنجره ۱ متر باشد؛

- عمق سایه‌بان بازشوهای شرقی به ازای هر متر ارتفاع پنجره ۱,۵ متر باشد؛
- عمق سایه‌بان بازشوهای غربی به ازای هر متر ارتفاع پنجره ۱,۱ متر باشد؛
- استفاده از دیوارهای ضخیم(به‌منظور افزایش مقاومت و ظرفیت حرارتی دیوارها)؛
- استفاده از پنجره‌های دوجداره؛
- عدم طراحی بازشو در مسیر باد غالب زمستانه؛
- استفاده از پنکه سقفی برای تهویه هوا در تابستان و انتقال هوای گرم در زمستان به کف ساختمان.

بنابراین بر اساس نتایج به‌دست‌آمده در این فصل و فصل قبل و مقایسه آن با نتایج تحقیق‌های مشابه می‌توان گفت که در محدوده شهری تهران با توجه به اقلیم سرد و نیمه‌خشک آن هرچند استفاده از سیستم‌های سرمایشی و به‌ویژه گرمایشی برای ایجاد آسایش حرارتی مورد نیاز است، اما می‌توان با استفاده از مصالح سنگین ساختمانی، رعایت اصول معماری، جهت‌گیری مناسب، استفاده از سایبان مؤثر تا حد زیادی شرایط حرارتی فضاهای داخلی را کنترل کرد و نیاز به استفاده از سیستم‌های مکانیکی با مصرف انرژی بالا را در محدوده شهری تهران کاهش داد.

شکل (۳-۶): نمای بنای طراحی‌شده در زمستان. الف:(ظهر) ب:(عصر)

شکل (۳-۷): نمای بنای طراحی شده در تابستان. الف:(ظهر) ب:(عصر)

فصل چهارم

محاسبات و تفسیر و تحلیل نتایج آسایش حرارتی

در خرد اقلیم فضاهای شهری

مقدمه:

پایه و اساس شکل‌گیری محیط‌های مسکونی از نظر شرایط اقلیمی ایجاد آسایش حرارتی انسان‌ها و فراهم نمودن موجبات آسایش وراحتی آن‌ها برای بهترزیستن است. به عبارت دیگر هدف از ایجاد آسایش حرارتی استفاده بهینه از سوخت‌های فسیلی برای گرمایش و سرمایش مورد نیاز ساختمان است و نیز به دلیل افزون شدن روزبه روزجمعیت وخانه‌سازی فراوان وهمین‌طورگرانی انرژی درجهان، برنامه‌ریزان ومعماران وطراحان ساختمان را به فکر استفاده حداکثر از امکانات بالقوه اقلیمی هرمنطقه انداخته است(زارع دیجوجین، ۱۳۹۱).

با توجه به رشد روز افزون برج‌سازی در منطقه ۲۲ تهران و محدوده چیتگر و اهمیت این منطقه در آسایش حرارتی و شرایط آب و هوایی کل شهر تهران، بخشی از بافت شهری این منطقه در این پژوهش به عنوان نمونه موردی انتخاب شده و مورد مطالعه قرار گرفته است. ساخت و ساز انبوه برج‌های بلند مسکونی در اقصی نقاط منطقه ۲۲ تهران نه تنها باعث ایجاد تأثیرات منفی بر شرایط آب و هوایی شهر تهران شده است، بلکه عدم رعایت فاصله‌های مجاز در اطراف معابر ساختمان‌های بلند و نوساز و فشردگی تعداد غیر قابل شمارش برج در کنار یکدیگر، بر هم زدن آسایش حرارتی در خود منطقه را نیز به همراه دارد.

محدوده مورد مطالعه:

با توجه به (شکل ۴-۱) محدوده مورد مطالعه در منطقه شمال اتوبان خرازی و حدفاصل جاده پنج آبشار و اتوبان خرازی است. علت انتخاب این محدوده وجود برج‌های۱۰-۱۵ طبقه در جبهه‌ی جنوبی ساختمان‌های مسکونی ۵-۷ طبقه و جهت‌گیری متفاوت این ساختمان ها نسبت به جنوب و عدم رعایت فاصله‌های مجاز در اطراف معابر می‌باشد.

شکل (۴-۱): نقشه‌ی سایت مورد مطالعه در منطقه ۲۲ تهران و محدوده‌ی چیتگر

شکل (۴-۲): تصاویر سایت مورد مطالعه در منطقه ۲۲ تهران و محدوده‌ی چیتگر

همانطور که می‌دانیم عوامل بسیاری در آسایش حرارتی[۱] ساختمان‌ها در یک بافت شهری مؤثر هستند. در جهت استفاده‌ی حداکثر از نیروهای طبیعی سایت از جمله نور خورشید، سایه و باد و ایجاد آسایش حرارتی، پارامترهایی در طراحی شهری باید مورد توجه قرارگیرند. از جمله مهترین این پارامترها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- جهت‌گیری ساختمان‌ها بر اساس نور خورشید
- سایه‌اندازی‌ها و ارتفاع ساختمان‌ها
- جهت‌گیری ساختمان‌ها با توجه به باد غالب و باد مطلوب منطقه
- فرم معماری ساختمان شامل فرو رفتگی‌ها و برآمدگی‌ها

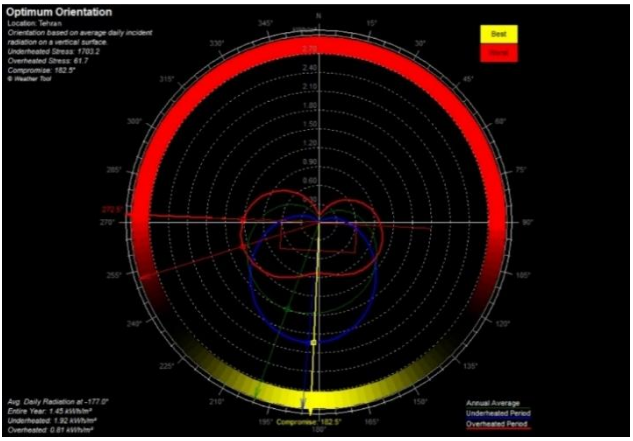
در این بخش با استفاده از نرم افزار اکوتکت و بر اساس داده‌های آب و هوایی شهر تهران، سایت و محدوده انتخاب شده از نظر آسایش حرارتی و سایه‌اندازی مورد بررسی و آنالیز قرار گرفته است. تا از این طریق بتوان تأثیر دو عامل مهم ارتفاع ساختمان و جهت‌گیری آن را بر طراحی ساختمان در بافت شهری سایت مورد نظر شناسایی کرد. محاسبات شرایط آسایش حرارتی، سایه‌اندازی توده‌های ساختمانی و تحلیل نور روز به صورت سالانه و ماهانه در غالب جداول و تصاویر اخراج شده از نرم افزار اکوتکت ارائه داده می‌شود و با توجه به داده‌های ارائه داده شده به یک نتیجه‌گیری کلی برای بهبود وضعیت آسایش حرارتی این منطقه دست می‌یابیم.

تحلیل حرارتی با استفاده از نرم افزار اکوتکت:

با توجه به اقلیم تهران و برای استفاده حداکثری از انرژی‌های طبیعی سایت باید جهت‌گیری ساختمان به نحوی باشد که از حداکثر تابش خورشید در زمستان و حداقل آن در تابستان بهره‌مند گردد. در قسمت (Weather Tool) در نرم‌افزار اکوتکت، دیاگرام (شکل ۴-۳) نمایش داده می‌شود که نشان دهنده‌ی آن است که برای شهر تهران، بهترین جهت‌گیری رو به جنوب تا جنوب شرقی است. که در طراحی شهری علاوه بر جهت‌گیری هر یک از ساختمان‌ها، قرارگیری ساختمان‌ها در یک واحد همسایگی نسبت به یکدیگر و ارتفاع آن ها از جهت سایه اندازی ها نیز اهمیت ویژه‌ای دارد.

---

[۱]- Thermal Comfort

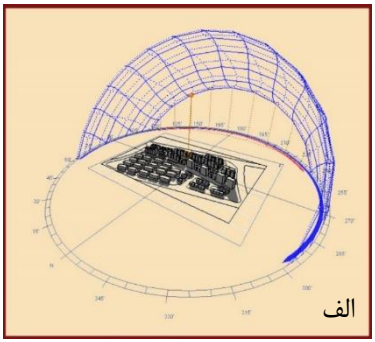


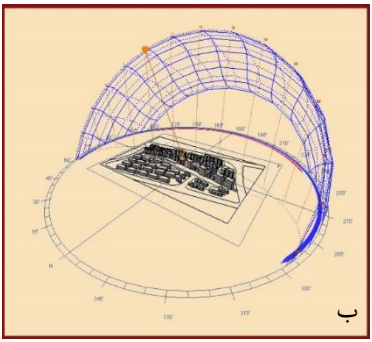
شکل (۴-۳): بهترین جهت گیری ساختمان ها در اقلیم تهران رو به جنوب و جنوب شرقی، نتیجه ی به دست آمده از نرم افزار اکوتکت

برای درک سایه اندازی ساختمان‌ها بر یکدیگر می‌توانیم از روش نقاله خورشیدی[۱] در نرم-افزار اکوتکت به صورت سالیانه و روزانه استفاده کنیم و با تغییر ساعت و تاریخ با توجه به عرض و طول جغرافیایی منطقه شاهد نحوه تغییر سایه اندازی‌ها بر یکدیگر هستیم. با استفاده از این روش و با فرض جهت‌گیری درست ساختمان‌ها به سمت جنوب و جنوب شرقی، می‌توانیم خیلی سریع با مشاهده تغییر اندازه سایه‌اندازی‌ها نقاط بحرانی تابستان و زمستان را شناسایی کنیم که البته این نتایج دقیق نمی باشند(شکل ۴-۴).

به همین منظور در این پژوهش با اطلاعات دقیق‌تر حاصل از محاسبه آسایش حرارتی و تحلیل و بررسی خروجی نرم افزار اکوتکت در این زمینه، می‌توانیم نقاط بحرانی سایت مورد نظر را شناسایی کنیم و تلاش بر آن است که با استفاده از محاسبه سایه‌اندازی‌ها راه‌حلی برای بهبود وضعیت منطقه و نتیجه‌ای کلی برای بلندمرتبه سازی‌ها ارائه گردد.

[۱]- Sun-Path Diagram





شکل (۴-۴): شکل الف: دیاگرام نقاله خورشیدی در ساعت ۱۰ صبح روز اول دی ماه و نمایش سایه‌اندازی ها

شکل ب: دیاگرام نقاله خورشیدی درساعت۱۰ صبح روز اول تیر ماه و نمایش سایه اندازی ها

محاسبه آسایش حرارتی[۱]:

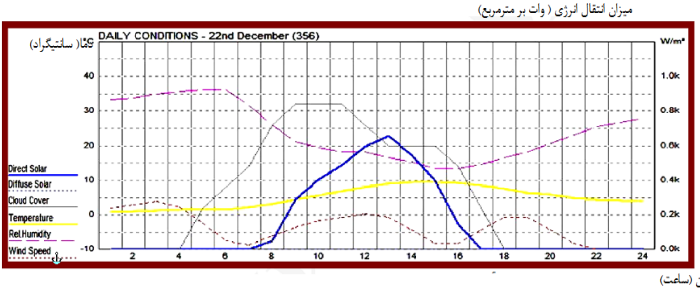
آسایش حرارتی به عواملی مختلفی از جمله میزان تابش مستقیم خورشید(Direct Solar)، تابش پراکنده خورشید(Diffuse Solar)، رطوبت هوا(Humidity)، دمای هوا (Temperature)، سرعت باد(Wind Speed) و میزان ابری بودن آسمان(Cloud Cover) وابسته است که جزء اطلاعات آب و هوایی یک منطقه هستند و در محاسبات نرم-افزار اکوتکت در نظر گرفته می‌شوند.

با مشاهده موقعیت ماهانه ایستگاه چیتگر تهران (جدول ۲-۳۲) و بر اساس نمودار زیست اقلیمی اولگی(شکل ۲-۱۴) که در فصل دوم محاسبه شده است و تعریف آسایش حرارتی، این نتایج حاصل می شود که تنها سه ماه فروردین، اردیبهشت و مهر در محدوده آسایش حرارتی قرار گرفته و چهار ماه خرداد، تیر، مرداد و شهریور در وضعیتی قرار دارند که بدون جریان هوا و برودت ناشی از تبخیر ذرات، احساس آسایش برای افراد میسر نیست. در نهایت پنج ماه دیگر سال، شامل ماه‌های آبان، آذر، دی، بهمن و اسفند، احساس آسایش بدون قرار گرفتن در معرض گرمای تابشی و انرژی خورشید یا منبع دیگر امکان پذیر نیست.

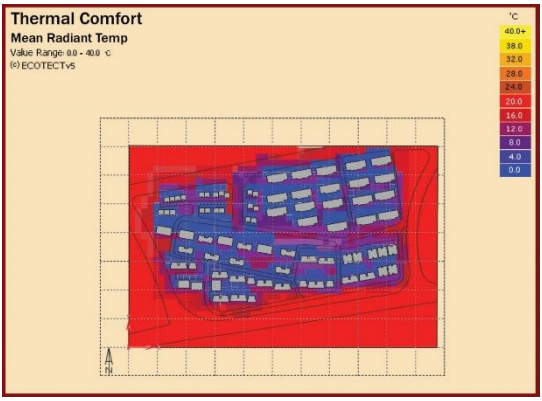
با توجه به اطلاعات بدست آمده از نرم‌افزار، میزان تابش مستقیم خورشید (Direct Solar)، تابش پراکنده خورشید (Diffuse Solar)، رطوبت هوا (Humidity)، دمای هوا

[۱]- Thermal Comfort Analysis

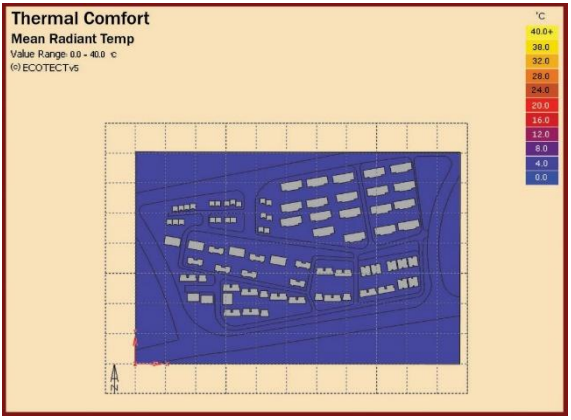
(Temperature)، سرعت باد (Wind Speed) و میزان ابری بودن آسمان(Cloud Cover) در آسایش حرارتی تأثیرگذار هستند. ما برای مشاهده بهتر تأثیر این عوامل بر آسایش حرارتی میبایست روزهای خاص سال از جمله گرم‌ترین و سردترین روزها را معیار سنجش قرار دهیم. در ابتدا ما آسایش حرارتی را برای روز اول دی ماه به عنوان سردترین روز سال توسط نرم افزار اکوتکت محاسبه کردیم. با توجه به نمودار به دست آمده(شکل ۲-۵) در می‌یابیم که تابش مستقیم و پراکنده خورشید نسبت به سایر عوامل بیشترین تغییرات دمایی و انرژی را در طول روز بر آسایش حرارتی دارند و به عنوان یکی از مهمترین فاکتورهای سنجش Thermal Comfort می‌باشد. همانطور که می‌دانیم دریافت تابش مستقیم و غیرمستقیم خورشید رابطه مستقیم با سایه‌اندازی‌ها و فاصله‌ی ساختمان‌ها از یکدیگر دارد. از آنجا که هدف پژوهش ما بررسی تأثیر ارتفاع ساختمان‌ها و سایه‌اندازی‌ها در یک واحد همسایگی بر آسایش حرارتی است، گرم ترین و سردترین روزهای سال که ما شاهد کوتاه‌ترین و بلندترین سایه اندازی در این روزها هستیم، به عنوان ملاک سنجش در نظر گرفته شده است و محاسبات آسایش حرارتی در روز اول دی ماه به عنوان سردترین روز سال که اجسام و ساختمان ها بلندترین سایه و کمترین بهره از تابش مستقیم و غیرمستقیم خورشید را به خاطر مسائل سایه اندازی ها دارند، انتخاب می نماییم. همچنین آسایش حرارتی ساختمان‌های موجود درمحدوده انتخابی را در روز اول تیر ماه نیز توسط نرم افزار مورد بررسی قرار می‌دهیم.



شکل (۲-۵): محاسبه‌ی تغییرات شش عامل مؤثر بر آسایش حرارتی در سردترین روز سال(اول دی ماه) توسط نرم‌افزار اکوتکت و مشاهده بیشترین تغییرات دمایی و انرژی در طول شبانه روز مربوط به دو عامل تابش مستقیم و پراکنده خورشید



شکل(۴-۶): محاسبه آسایش حرارتی در ساعت ۱۰ صبح اول دی ماه با استفاده از نرم افزار اکوتکت



شکل (۴-۷): محاسبه آسایش حرارتی در ساعت ۱۶ بعد از ظهر اول دی ماه با استفاده از نرم‌افزار اکوتکت

باتوجه به اطلاعات زیست اقلیمی بیان شده، دو ماه دی و تیر به عنوان ماه‌های بحرانی در شرایط آسایش حرارتی انتخاب شده و مورد آنالیز قرار می‌گیرند. ابتدا آنالیز را برای روز اول

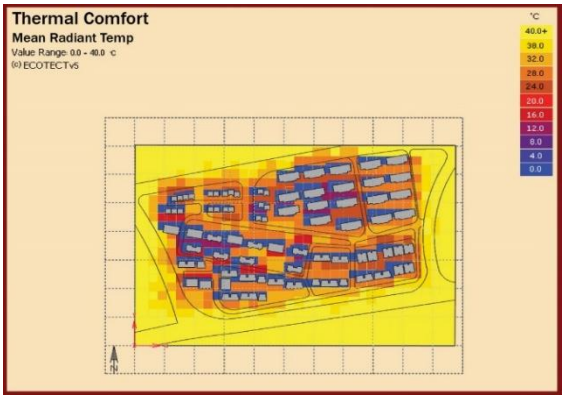
دی ماه در ساعات ۱۰ صبح و ۴ بعد از ظهر به عنوان یکی از سردترین روزهای سال که ساختمان‌ها دارای بلندترین سایه هستن، در محدوده مورد نظر محاسبه می‌نماییم (شکل شماره ۴-۶ و ۴-۷). در این ماه‌ها ساختمان‌ها باید از تابش مستقیم آفتاب برای قرارگیری در محدوده آسایش بهره‌مند شوند. با مشاهده دقیق نتیجه‌ی نرم‌افزار و دمای مشخص شده هر بخش از سایت و در نظر گرفتن دمای زیر ۴ درجه به عنوان سایه مطلق ساختمان‌ها، در می-یابیم که بعضی از ساختمان‌های محدوده از آسایش حرارتی برخوردار نیستند و به طور کامل در سایه ساختمان‌های بلندمرتبه در جبهه جنوبی خود قرار گرفته‌اند.

به عنوان مثال ردیف آخر ساختمان‌های کوچک شمال غربی سایت که در سایه‌ی برج‌های بلند مرتبه قرار گرفته اند در سردترین ماه سال هیچ بهره‌ای از تابش مستقیم خورشید نمی-برند. در بخش مجتمع های مسکونی شمال شرقی که در فاصله های مختلف ساخته شده‌اند، برخی از آن‌ها به علت رعایت نکردن فاصله مجاز از آسایش حرارتی برخوردار نیستند. در بخش جنوب غربی نیز شاهد قرارگیری یک مدول ساختمان در بین برج‌های بلندمرتبه هستیم که جانمایی آن‌ها مطابق با شرایط آسایش حرارتی نمی‌باشند.

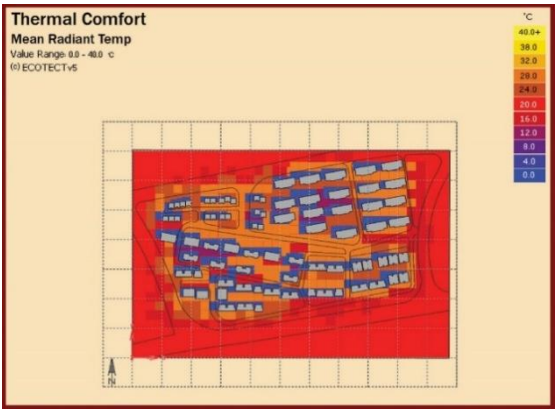
در مرحله دوم، آنالیز را برای روز اول تیر ماه در ساعات ۱۰ صبح و ۴ بعد از ظهر به عنوان یکی از گرم‌ترین روزهای سال و کوتاهترین سایه در محدوده مورد نظر توسط نرم‌افزار اکوتکت محاسبه می‌نماییم (شکل شماره ۴-۸ و ۴-۹). در این بخش جهت‌گیری و تأثیر باد اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا بدون جریان هوا و برودت ناشی از تبخیر ذرات، احساس آسایش برای افراد در ماه‌های گرم سال میسر نیست. با توجه به باد مطلوب جنوب غربی در ایستگاه چیتگر تهران، برج‌های ۱۵ طبقه جنوب غربی سایت که در جلوی ساختمان‌های ۴-۵ طبقه شمال غربی محدوده و همچنین بخش جنوب غربی مجتمع‌های شمالی سایت قرار گرفته‌اند، به طور کامل مسیر باد مطلوب را برای این ساختمان‌ها مسدود کرده‌اند. خروجی نرم‌افزار اکوتکت حاصل از بررسی آسایش حرارتی نیز گویای این مطلب است که این ساختمان‌ها در دمایی بالاتر از دمای آسایش حرارتی در تابستان[۱] قرارگرفته‌اند.

در نهایت با تجمیع اطلاعات به‌دست آمده، نقاط بحرانی را که معضل بیشتری در روزهای گرم تابستان و سرد زمستان از نظر آسایش حرارتی دارند شناسایی کرده‌ایم و در ادامه به تفکیک مشخص شده‌اند و برای ارائه راه‌حل مورد بررسی دقیق‌تر قرار می‌گیرند.

[۱]- با توجه به نمودار زیست - اقلیمی اولگی دمای آسایش حرارت در تابستان بین ۲۱/۸-۲۷ درجه سانتیگراد است.



شکل (۴-۸): محاسبه آسایش حرارتی در ساعت ۱۰ صبح اول تیر ماه با استفاده از نرم‌افزار اکوتکت



شکل (۴-۹): محاسبه آسایش حرارتی در ساعت ۱۶ بعد از ظهر اول تیر ماه با استفاده از نرم افزار اکوتکت

به طور کل در سایت مورد مطالعه این پژوهش ۵ دسته ساختمان از لحاظ فرم و ارتفاع قرار گرفته است که به تفکیک از لحاظ موقعیت بر روی(شکل ۴-۱۰) مشخص شده اند. با توجه به موقعیت قرارگیری ساختمان‌ها، ارتفاع آن‌ها و نتیجه محاسبات آسایش حرارتی حاصل از

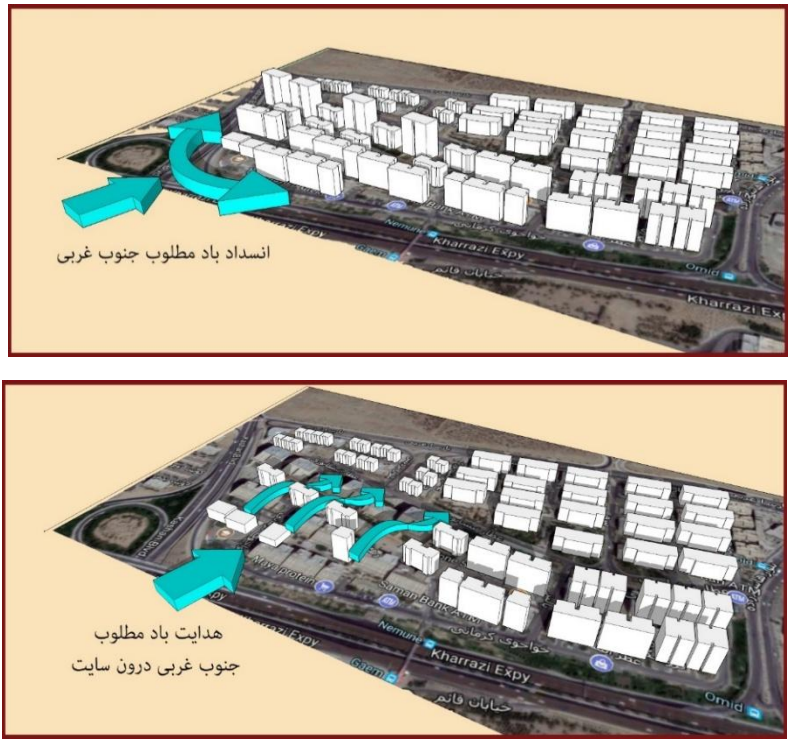
نرم‌افزار اکوتکت نقاط بحرانی که سایه‌اندازی در آن‌ها مشکل‌ساز است و فاصله مجاز ساختمان‌ها رعایت نشده است، در (شکل ۴-۱۱) مشخص گردیده است.

شکل (۴-۱۰): نمایش ساختمان‌ها به تفکیک ارتفاع و موقعیت قرارگیری در محدوده انتخابی مورد نظر

شکل (۴-۱۱): ساختمان‌هایی که با توجه به محاسبات آسایش حرارتی در نقاط بحرانی هستند و به علت بحث سایه اندازی‌ها از تابش مستقیم خورشید در روزهای سرد سال بی بهره هستند، در محدوده‌ی مورد نظر به صورت رنگی مشخص شده‌اند

ارتباط بلند مرتبه سازی با تغییر جهت باد مطلوب:

همانطور که پیش از این گفته شد یکی از عوامل مهم ایجاد آسایش حرارتی بهره‌گیری از باد مطلوب است. در سایت مورد نظر به علت قرارگیری نامناسب برج های بلند در جبهه‌ی جنوب غربی ساختمان‌های کوتاه، به طور کامل مسیر باد مطلوب برای این ساختمان‌ها مسدود شده‌است. خروجی نرم‌افزار اکوتکت حاصل از بررسی آسایش حرارتی نیز گویای این مطلب است که این ساختمان‌ها در دمایی بالاتر از دمای آسایش حرارتی در تابستان قرارگرفته‌اند. در (شکل ۴-۱۲) به طور شماتیک چگونگی ارتباط بین بلندمرتبه‌سازی و تغییر جهت باد مطلوب ترسیم شده‌است.



شکل (۴-۱۲): ارتباط بلند مرتبه سازی با تغییر جهت باد مطلوب

به منظور ایجاد آسایش حرارتی میبایست قبل از جانمایی و طراحی ساختمان‌ها در یک واحد همسایگی عوامل محیطی سایت از جمله جهت بادهای مطلوب و غالب مورد مطالعه و بررسی قرار گیرند. همانطور که در شکل(۴-۱۲) به طور شماتیک نشان داده شده‌است، ما می‌توانیم با افزایش حریم هر یک از ساختمان های بلند، جانمایی درست ساختمان‌ها و یا رعایت ارتفاع مناسب نسبت به جانمایی آن ها در یک واحد همسایگی، باد مطلوب موجود را به داخل سایت هدایت کنیم که باعث می شود تمامی ساختمان‌های موجود در سایت از شرایط آسایش حرارتی بهره ببرند. البته در شکل (۴-۱۲) تنها این تأثیر در بخش غربی سایت مورد بررسی قرار گرفته است و راه کار ارائه داده شده به صورت شماتیک بوده و بر مبنای محاسبات عددی و داده‌های نرم افزاری نمی‌باشد.

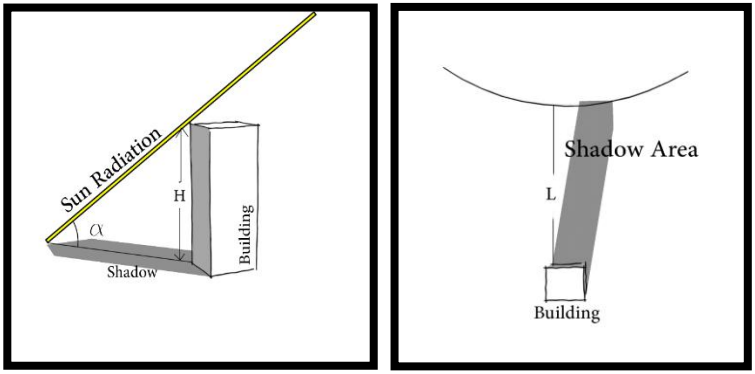
جهت باد مطلوب و غالب در کنار عوامل دیگری از جمله سایه‌اندازی و جهت‌گیری مناسب ساختمان برای بهره‌گیری از نور خورشید و همچنین فرم و ارتفاع ساختمان تعیین کننده‌ی حریم مورد نیاز هر ساختمان به عنوان یک زون حرارتی می‌باشد. مطالعات مربوط به وزش باد و تأثیر آن در آسایش حرارتی بحثی مهم و مفصل است که خود نیازمند مطالعات دقیق‌تر و مدل‌سازی در نرم‌افزارهای انرژی مربوط از جمله فلوئنت[۱] می‌باشد و مطالعات دقیق آن در این مقوله نمی‌گنجد.

در این پژوهش تمرکز ما بیشتر بر روی بحث سایه اندازی‌ها و تأثیر تابش خورشید بر آسایش حرارتی است و همچنین تعیین تأثیر ارتفاع ساختمان‌ها در آسایش حرارتی خرد اقلیم فضاهای شهری بیشتر از منظر تابش نور خورشید و سایه اندازی ها توسط داده های نرم افزار اکوتکت مورد بررسی قرار گرفته است. در ادامه ساختمان‌هایی که باعث ایجاد نقاط بحرانی مشخص شده در (شکل ۴-۱۱) شده‌اند از نظر سایه‌اندازی مورد بررسی قرار می‌گیرند و حریم مورد نیاز برای هر یک مشخص می‌گردد.

[۱]- Fluent: یک نرم افزار مهندسی به کمک رایانه است و بیشتر در حوزه دینامیک سیالات محاسباتی یا همان سی اف دی برای مدلینگ جریان سیال و انتقال حرارت در هندسه‌های پیچیده است.

محاسبه سایه اندازی ها:

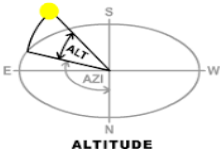
طول سایه ساختمانی به ارتفاع H برابر با حاصل ضرب کتانژانت زاویه اشعه خورشید[۱] در ارتفاع ساختمان است و L فاصله مناسب برای ساخت ساختمان جدید در همسایگی ساختمان موجود را با توجه به سطح سایه‌انداز این ساختمان نشان می‌دهد (شکل ۴-۱۳).



شکل (۴-۱۳): محاسبه سایه ساختمان توسط زاویه اشعه خورشید

در سایت مورد نظر با توجه به نقاط بحرانی مشخص شده، ساختمان‌هایی که مشکل ایجاد کرده‌اند و مانع قرارگیری ساختمان‌های پشت خود در محدوده‌ی آسایش حرارتی شده‌اند را به صورت مجزا و یک زون حرارتی در نظر می‌گیریم و سایه اندازی آن را در سردترین ماه سال که بلندترین سایه را دارند، محاسبه می‌نماییم. برای این منظور می‌توانیم با استفاده از نرم‌افزار اکوتکت زاویه اشعه خورشید را در زمان مورد نظر بدست آوریم و طبق فرمول ارائه داده شده‌ی فوق سایه ساختمان را در طول روز محاسبه نماییم، که این طول بدست آمده نشان دهنده فاصله مجاز ساختمان‌های مجاور این برج می‌باشد.

۱- Altitude



در نرم افزار اکوتکت با انتخاب زون مورد نظر می‌توان اطلاعات مربوط به اشعه خورشید که وابسته به عرض و طول جغرافیایی و زمان انتخاب شده در سال و ساعت آن می‌باشد را مشاهده کرد. زاویه اشعه خورشید را در ۵ ماه سرد سال که بیشترین سایه را دارد، بدست می‌آوریم. در این ۵ ماه دریافت تابش نور خورشید تأثیر بسزایی در آسایش حرارتی دارد و با محاسبه میانگین زاویه اشعه خورشید می‌توانیم طول سایه‌اندازی را برای محاسبه حریم آن زون بدست آوریم.

میانگین زاویه اشعه خورشید در۵ ماه سرد سال به ترتیب در نوامبر ۳۵ درجه، دسامبر ۳۰ درجه، ژانویه ۳۵ درجه، فوریه ۴۵ درجه و مارچ ۵۵ درجه است. که اگر ما میانگین این زوایا را در ۵ ماه در نظر بگیریم برابر با ۴۰ درجه می‌باشد. طبق فرمول ارائه شده در(شکل ۴-۱۳) طول سایه ساختمان در این مدت برابر H/۰/۸۴ است. پس ساختمان نیاز به حریمی در جنوب خود به اندازه ۱/۲ ارتفاع ساختمان دارد و این فاصله برای ساخت ساختمان‌های جدید به منظور بهره‌گیری حداکثری از نور خورشید حالت ایده‌آل می‌باشد.

جمع بندی:

مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران– وابسته به شهرداری- در تحقیقی که برای نحوه نگارش قواعد ساخت‌وساز بلندمرتبه انجام داده است، درباره وضع موجود برج‌های ساخته شده در تهران اعلام کرد: آنچه امروز تحت عنوان بلندمرتبه‌سازی در تهران رخ می‌دهد، حداقل دو عارضه زیست‌محیطی برای پایتخت به وجود آورده است. در این تحقیق آمده است: بلندمرتبه‌سازی‌ها در تهران خصوصاً در منطقه ۲۲، برمبنای معیارهای طرح جامع شهر تهران نبوده است و علاوه بر مشکلاتی که این ساخت‌وسازها در ابعاد کالبدی ایجاد کرده، عوارض زیست‌محیطی همچون «تغییر غیرطبیعی دمای شهر به‌علت افزایش بیش از حد سطوح ساختمانی» و همچنین «کاهش وزش باد در سطح شهر» را نیز به بار آورده است.

طبق ضوابط بلندمرتبه‌سازی کمیسیون ماده ۵ شهر تهران، ساخت و ساز بیش از دوازده طبقه نیاز به مجوز خاص دارد و همچنین صدور مجوز ساختمان بلندمرتبه مطابق با قانون یعنی ۳۰ به ۷۰ (فقط ۳۰ درصد عرصه به مالک اجازه ساخت‌وساز داده می‌شود و ۷۰ درصد زمین برای احداث فضای سبز در اختیار شهرداری قرار می‌گیرد) خواهد بود.

با توجه به موارد فوق و نتایج بدست آمده در این پژوهش، فاصله ایده‌آل ساختمان‌ها در بحث سایه اندازی و آسایش حرارتی در محدوده چیتگر تهران مطابق با اطلاعات آب و هوایی منطقه، ۱/۲ برابر ارتفاع آن ساختمان می‌باشد که این امر به منظور استفاده‌ی حداکثری از تابش مستقیم خورشید می‌تواند در ساختمان‌سازی به خصوص برج سازی رعایت گردد.

اگرچه فاصله برج ها از یکدیگر و رابطه آن با ارتفاع آن‌ها به عوامل مختلفی از جمله زلزله، جهت باد مطلوب و غالب، عواملی چون پدافند غیر عامل و امدادرسانی وابسته است، اما در این پژوهش صرفاً ارتفاع ساختمان و سایه‌اندازی آن‌ها و تأثیر آن در آسایش حرارتی مدنظر بوده است و الگوی ارائه داده شده صرفاً در این زمینه کاربرد دارد و برای اجرایی شدن آن باید عوامل نام برده نیز دخالت داده شوند.

در نهایت پیشنهاد می‌گردد تا در پروژه‌های بلندمرتبه‌سازی آتی، کارفرمایان قبل از شروع فاز طراحی، مطالعات مربوط به عوامل مؤثر بر آسایش حرارتی و محیط زیست منطقه از جمله ارتفاعات ساختمان، سایه‌اندازی‌ها، جهت‌گیری مناسب مطابق با باد مطلوب و دریافت انرژی تابشی خورشید را مورد توجه قرار دهند. بدیهی است غفلت از این عوامل و طراحی نادرست همانگونه که در حال حاضر مشکلات عدیده‌ای در کلان شهر تهران به وجود آورده است، در آینده نیز به تشدید این معضلات منجر خواهد شد.

فصل پنجم

نتایج و پیشنهادها

روش بهینهٔ طراحی اقلیمی مستلزم استفادهٔ حداکثر از منابع محل، ضمن توقع حداقل از محیط زیست است. این امر، از نگرش درازمدت به تأثیرات احتمالی زیست ـ محیطی به دست می آید و توجه به نکات فوق، لازمهٔ آن است: - چگونه از انرژی خورشیدی بهره گیری نماییم؛ - از آب باران و شبکه های زهکشی به طور کامل استفاده کنیم؛ - انرژی باد را مهار کنیم؛ - از پتانسیل زمین برای گرمایش یا سرمایش استفاده کنیم؛ - تقاضای انرژی را کاهش دهیم. براساس مشاهدات و تحلیل های انجام گرفته بر روی فضاهای کلان‌شهر تهران، چنین نتیجه می گیریم که وضع موجود معماری با طراحی اقلیمی و تأمین سرمایش و گرمایش طبیعی بیگانگی عمیقی را نشان می دهد همچنین در طراحی بسیاری از فضاهای شهری، اصول و ضوابط طراحی اقلیمی، رعایت نگردیده و پیرو آن، مشکلات خاصی در ارتباط با هر یک از عناصر اقلیمی ایجاد شده است. در نتیجه به منظور طراحی شهری متناسب با ویژگیهای اقلیمی مناطق ۲۲ گانه تهران و تأمین آسایش حرارتی در فضاهای شهری، رعایت ضوابط ذیل پیشنهاد می گردد:

به طور کلی بهترین فرم ساختمان فرمی است که کمترین مقدار حرارت(کالری) را در زمستان از دست بدهد و در تابستان نیز کمترین مقدار حرارت را از آفتاب و محیط اطراف دریافت کند. بنابراین پلان مربع بهترین فرم محسوب می شود زیرا باوجود بیشترین حجم، کمترین سطح خارجی را دارد.

در صورت اجرای شکل مستطیلی ساختمان، جهت و امتدادمحور شرقی - غربی مورد پیشنهاد است.

باتوجه به الگوی وزشی باد، طراحی پنجره و بازشوها در قسمتی واقع شوند که حداقل فشار هوا وجود دارد. بهتر است پنجره های اصلی ساختمان در جبهه جنوبی تعبیه شوند.

به منظور بهره مندی از سرمایش تبخیری، طراحی فضای سبز در جوانب بیرونی و در مسیر اجزایی چون بازشوهای جانبی و پنجره ها توصیه می گردد. نکتهٔ حائز اهمیت این است که در انتخاب گونه های گیاهی، باید سازگاری محیطی گیاه در نظر گرفته شود. انتخاب گونه های سازگار با اقلیم تهران از قبیل: گونه درختی چنار، تنها در نقاط مرتفع(بالاتر از ۱۰۰۰متر) غرس گردد. مناطق شمال شرقی تهران و جنوب غربی تهران، به جهت جنس خاک منطقه(آهکی) به منظور کاشت درخت چنار مناسب نمی باشد. و نیز در مناطق مرکزی شهر تهران که دارای بار آلودگی بیشتری می باشد(هوا، صدا و ...) کاربرد گیاهانی نظیر: اقاقیا، زبان گنجشک، برگ نو، زربی و کاج که نیاز آبی کمی هم دارند توصیه می گردد. که از نظر حفظ سلامت محیط نیز حائز اهمیت است.

باتوجه به حاکمیت اقلیم سرد و نیمه خشک در تهران، استفاده از مصالح اقلیم پسند با محوریت مقاومت حرارتی بالا توصیه می گردد. در چنین حالتی ساختمان در تابستان نسبتاً خنک و در زمستان نسبتاً گرم باقی خواهد ماند. در مجموع برای اجرای معماری پایدار در مساکن منطقه مورد مطالعه استفاده از مصالح اقلیم ساخت از قبیل: استفاده از مصالح با مقاومت حرارتی بالادر ساخت دیوارهای سنگین جانبی، اجرای سقف مسطح و دو لایه با مصالح آجر و بتن، عدم استفاده از نماهای صاف و بدون شکستگی در نماکاری ساختمان و اولویت دادن به اجرای نمای آجر ۳ سانتی یا آجر رسی استفاده از بازشوها و پنجره های دوجداره در انتخاب سازهٔ ساختمانی ضروری می نماید.

برای شهر تهران با شرایط آب و هوایی که ذکر شد نماهایی با ضریب جذب خورشیدی در محدوده ۳۵/۰ تا ۵/۰ دارای بهترین عملکرد هستند. بر این اساس استفاده از نمای آجر سه سانتی نسبت به سایر نماها بیشترین میزان کاهش مصرف انرژی سالانه را در اقلیم تهران به دنبال دارد(ذوالفقاری و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۹)

استفاده از سایبان های افقی در پنجره های جنوب و جنوب غربی.

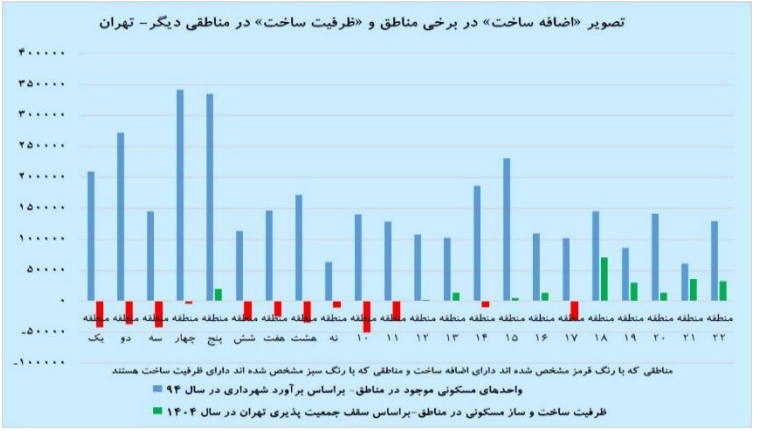
استفاده از سامانه های خورشیدی ایستا و سیستم های غیرفعال خورشیدی مانند پنجره های آفتابی، دیوار ترومپ، دیوار آبی، بام آبی، گلخانه و ترموسیفون.

استفاده از ساخت و سازهای سبک وزن و فشرده با دیوارهای ضخیم برای به تأخیر انداختن ورود گرما توصیه می گردد.

گفتنی است سقف جمعیت پذیری در مناطق مختلف در سال ۱۴۰۴ در طرح جامع براساس دو فاکتور شامل رفتار جمعیتی هر کدام از مناطق در سال های گذشته و همچنین گنجایش هر منطقه به لحاظ فاکتورهای زیست محیطی برای استقرار جمعیت تعیین شده است، بنابراین بدیهی است عدم رعایت این سقف جمعیت پذیری می تواند آسیب های مختلفی به شهر و شهروندان وارد کند. به عنوان مثال در منطقه یک شهر تهران تعداد واحدهای مسکونی موجود حدود ۴۲ هزار واحد بیش از سقف مجاز و پیش بینی شده در سال ۱۴۰۴ به لحاظ رعایت نرخ جمعیت پذیری است. در منطقه دو نیز واحدهای موجود ۳۷ هزار واحد بیش از تعداد واحدهای پیش بینی شده در طرح جامع است، اما جمعیت موجود در منطقه دو نزدیک به ۹۳ هزار نفر کمتر از سقف جمعیت پذیری تعیین شده برای سال ۱۴۰۴ است. و مناطق ۱۲ گانه شکل دهنده بافت فرسوده تهران که مناطق ۷ تا ۱۲، ۱۴ تا ۱۸ و ۲۰ می باشند در کل ۵ درصد مساحت پایتخت را تشکیل می دهد و ۲۰ درصد از جمعیت ۵/۸ میلیون نفری ساکن شهر تهران در این محدوده فرسوده سکونت دارند. تراکم ساختمانی املاک کلنگی در مناطق فرسوده تهران(وضعیت فعلی) عمدتاً یک طبقه و حداکثر دو طبقه

است. این در حالی است که مطابق ضوابط ساخت و ساز در بافت فرسوده، حداقل یک طبقه تراکم تشویقی به پروژه های نوسازی بافت فرسوده داده می شود و مالکان عمده پلاک های فرسوده قابلیت دارند تا ۴ طبقه ساخت و ساز جدید انجام دهند که در این صورت، ظرفیت سکونتی این مناطق به دو برابر جمعیت موجود افزایش پیدا خواهد کرد. باتوجه به اینکه هزینه ساخت و ساز در تهران قدیم نیز تحت تأثیر مشوق ها،کمتر از دیگر مناطق تهران است تبدیل شدن خانه های یک و دو طبقه به خانه های چهار طبقه باتوجه به بافت منطقه و کم عرض بودن و کوچک بودن کوچه ها و معابر در بافت قدیم تهران در آینده مشکلات زیادی را برای ساکنین این مناطق به وجود خواهد آورد. همچنین در طرح جامع تهران سقف جمعیتی منطقه ۲۲ معادل ۵۰۰ هزار نفر تعیین شده، اما در حال حاضر براساس وضعیت برج های ساخته شده و در حال ساخت جمعیت پذیری این منطقه به حدود ۴۰۰ هزار نفر رسیده است. بنابراین امکان ساخت واحد جدید همچنان تا سال ۱۴۰۴ در این منطقه وجود دارد اما نوع و شکل ساخت و سازهای مسکونی در منطقه ۲۲ در سال های اخیر مشکلاتی را برای شهر تهران به وجود آورده است. باتوجه به نتیجه پژوهش حاضر و مطابق با گزارش شواری عالی شهرسازی نوع برج سازی در این منطقه باعث شده تا مسیر ورود باد به محدوده درونی شهر با مانع مواجه شود. از این رو برای این منطقه باید طرح تفصیلی جداگانه ای تدوین شود و صدور مجوز ساخت در این منطقه متوقف باقی بماند.

نمودار (۷-۱): نمودار اضافه ساخت در برخی مناطق و ظرفیت ساخت در مناطق دیگر تهران (روزنامه دنیای اقتصاد، ۱۳۹۶)



منابع:

آسیایی، مهدی و خاکسار، محمد حامد و پرهیزگـار، سـعید، (۱۳۸۳). «نقـش معمـاری همسـان بـا ویژگیهای اقلیمی منطقه در جهت بهینه سازی مصرف سوخت و انرژی در ایران«. بـولتن علمـی، اقلیم شناسی پژوهشکده ۴ ، صص ۳۸-۲۹.

احمدی، محمود، (۱۳۹۰). «تحلیل آسایش انسان از نظر عوامل اقلیمی در استان تهران»، فصلنامه جغرافیا، تابستان ۱۳۹۰، دوره ۹ ، شماره ۲۹ ، صص ۸۱-۶۱ .

اسماعیلی، رضا، گندمکار، امیر و حبیبی نوخندان، مجید، (۱۳۹۰). «ارزیابی اقلیم آسایشی چند شهر اصلی گردشگری ایران با استفاده از شاخص دمای معادل فیزیولوژیک PET»، مجله پژوهش های جغرافیای طبیعی، بهار ۹۰، شماره ۷۵، صص ۵۴-۳۷.

اسکورو، ژ، (۱۳۷۷). «آب و هوا و شهر»، ترجمه شهریار خالدی، انتشارات طبیعت، ص ۲۲۶.

اطلس کلان شهر تهران، قابل دسترسی در؛ atlas.tehran.ir.

امیر احمدی، هوشنگ، (۱۳۶۹). «تهران، رشد و تضادها»، مترجم سیدحسین معصومی اشکوری، مجله معماری و شهرسازی، دوره دوم، ۸.

بحرینی، سیدحسین، (۱۳۹۰). «فرآیند طراحی شهری»، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ ششم، تهران.

بربریان، مانویل، (۱۳۷۱)، «پژوهش و بررسی زمین ساخت و بررسی ژرف نو زمین ساخت و خطر زمین لرزه گسلش در گسترش تهران»، سازمان زمین شناسی کشور.

برنامه آمایش استان تهران، (۱۳۸۸)، «تحلیل موقعیت و توپوگرافی و تحلیل وضعیت اقلیم»، مجری دکتر عباس علی‌محمدی.

بییر، آن .آر ،. هیگینز،ک. (۱۳۸۱). «برنامه ریزی محیطی برای توسعهٔ زمین»، ترجمه سیدحسین بحرینی و کیوان کریمی. انتشارات دانشگاه تهران.

پناهی، رجب، زیاری، کرامت ا...، (۱۳۸۸)، «بررسی تأثیر فعالیتهای کشت و صنعت بر شهر نوبنیاد پارس آباد»، پژوهشهای جغرافیای انسانی، شماره۷۰، صص ۱۴-۱.

جعفرزاده، فردین، محمدکاظم، جعفری، (۱۳۷۰). «نحوهٔ تأثیر رسوبات آبرفتی شهر تهران در مشخصات یک زلزله محتمل»، مجموعه مقالات اولین کنفرانس بین المللی زلزله شناسی، انتشارات مؤسسه بین المللی زلزله شناسی و مهندسی زلزله، صص ۵۵-۴۵.

حبیبی خامنه، مارال، محمدی، حسین، (۱۳۹۳). «مطالعه موردی ساختمانهای شهر تهران براساس عناصر اقلیمی(مطالعه مودی: منطقه ۵ شهرداری)»، فصلنامه جغرافیایی سرزمین، سال یازدهم، بهار ۱۳۹۳، شماره ۴۱، صص ۶۴-۵۱.

حسین زاده دلیر،کریم، هوشیار، حسن. (۱۳۸۵)، «دیدگاهها، عوامل و عناصر مؤثر در توسعه فیزیکی شهرهای ایران»، مجله جغرافیایی و توسعه ناحیه ای،دوره ۳، شماره ۶، صص ۲۲۶-۲۱۳.

حسینی، سیدهادی، سلیمانی مقدم، هادی. (۱۳۸۵)، «توسعه شهری و تضعیف مفاهیم محله ای»، فصلنامه مسکن و انقلاب، شماره ۱۱۳، صص ۴۱-۲۸.

- در فضای باز»، جغرافیا و توسعه ناحیه ای، بهار و تابستان ۹۲، شماره ۲۰، صص ۲۱۶-۱۹۷.

خلیلی، میترا، (۱۳۸۸). «مقایسه متغیرهای تاثیرگذار بر آسایش حرارتی و نمود آنها در طراحی و ساخت معماری سنتی»، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران پردیس هنرهای زیبا.

داوودپور، زهره، (۱۳۸۸). «تعادل بخشی شهر تهران». وزارت مسکن و شهرسازی، دفتر معماری و طراحی شهری، چاپ نخست.

دنیای اقتصاد، (۱۳۹۶). «ظرفیت ۲۲ منطقه برای ساخت و ساز». روزنامه دنیای اقتصاد، شماره ۴۱۲۹، شهریور ۹۶.

ذوالفقاری، سید عبدالرضا، سعادتی نسب، مهران و نوروزی جاجرم، الهه، (۱۳۹۳). «ارزیابی و میزان تأثیر نمای خارجی ساختمان بر مصرف انرژی سالانه در اقلیم های مختلف ایران»، نشریه انرژی ایران، زمستان ۱۳۹۳، دوره ۱۷، شماره ۴، صص ۸۰-۶۹.

رازجویان، محمود، (۱۳۸۸). «آسایش در پناه معماری همساز با اقلیم». دانشگاه شهید بهشتی، چاپ دوم، تهران.

رحیمی، جابر، بذرافشان، جواد و رحیمی، علی، (۱۳۹۰). «بررسی تغییرات روزهای بارشی تحت تأثیر خرد اقلیم شهری در کلان‌شهر تهران»، پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، شماره ۷۷، صص۱۰۸-۹۳ .

رجبی، آزیتا، سفاهن، افشین، (۱۳۸۹)، «مدل گسترش فضایی شهر تهران»، دانشنامه،شماره ۳، صص ۷۰-۵۷.

رمضانی، بهمن، (۱۳۸۵). «شناخت پتانسیل های اکوتوریستی آسایش زیست اقلیمی (بیوکلیماتیک) تالاب انزلی کیاکلایه لنگرود با روش اوانز»، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه ای، پاییز و زمستان ۸۵، شماره ۷، صص ۸۷-۷۳.

رهنما، محمدرحیم، عباس زاده، غلامرضا، (۱۳۸۷)، «اصول، مبانی و مدلهای سنجش فرم کالبدی شهر»، انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، چاپ اول.

رهنمایی، محمدتقی، (۱۳۶۹). «توسعه تهران و دگرگونی در ساختار نواحی اطراف». فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، بهار، سال ۵، شماره ۱۶.

زارع دیجوجین، سولماز،. (۱۳۹۱). «ارائه الگوی طراحی اقلیمی بر مبنای شاخص های آسایش زیستی برای شهر تهران». پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه خوارزمی تهران.

زنگی آبادی، علی و تبریزی، نازنین، (۱۳۸۵)، «زلزله تهران و ارزیابی فضایی آسیب پذیری مناطق شهری»، پژوهش های جغرافیایی، تابستان ۸۵، شماره ۵۶، صص ۱۳۰-۱۱۵.

زیاری، کرامت الله، (۱۳۸۲)، «تحولات اجتماعی- فرهنگی ناشی از انقلاب صنعتی در توسعه فضایی تهران»، مجله جغرافیا و توسعه، شماره ۱(پیاپی۱)، صص ۱۶۴-۱۵۱.

سازمان مدیریت و برنامه ریزی استان تهران، (۱۳۹۴). معاونت آمار و اطلاعات، قابل دسترسی در؛ http://amar.thmporg.ir سالنامه آماری استان تهران.

سعیدنیا، احمد، (۲۰۰۳). «کتاب سبز راهنمای شهرداریهای»، جلد پنجم، طرحهای شهری در ایران، انتشارات سازمان شهرداریهای کشور.

سیفی قمی تفرشی، مرتضی، (۱۳۶۹). «تهران در آیینه زمان»، انتشارات اقبال.

شقاقی، شهریار و مفیدی، مجید، (۱۳۸۷). «رابطه توسعه پایدار و طراحی اقلیمی بناهای سرد و خشک مورد مطالعاتی تبریز»، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، پاییز ۸۷، دوره ۱۰، شماره ۳، صص ۱۲۰-۱۰۵.

شوگیل، چارلز. ال، (۱۳۸۲)، «آینده توسعه شهری برنامه ریزی شده در جهان سوم: جهت گیریهای نو»، ترجمه شهرزاد مهدوی، مجله هفت شهر، سال سوم، شماره ۹ و ۱۰.

شیخ بیگلو، رعنا و محمدی، جمال، (۱۳۸۹). «تحلیل عناصر اقلیمی باد و بارش با تأکید بر طراحی شهری مطالعه موردی شهر اصفهان»، مجله جغرافیا و یرنامه ریزی محیطی، پاییز ۸۹، دوره ۲۱، شماره ۳(پیاپی ۳۹)، صص ۱۰۶-۸۳.

علیجانی، بهلول، (۱۳۷۳). «نگرشی نو در کاربرد آب و هواشناسی در مدیریت منابع و توسعه کشور (نقش آب و هوا در طراحی مسکن)»، فصلنامهٔ تحقیقات جغرافیایی، زمستان ۱۳۷۳، دوره ۹، شماره ۴(پیاپی ۳۵)، صص ۶۱-۴۵.

علیجانی، بهلول، (۱۳۸۲). «بررسی تیپ های هوایی مؤثر بر آلودگی هوای تهران»، طرح پژوهشی سازمان محیط زیست، بهار.

علیجانی،بهلول و احمدی،محمود، (۱۳۷۴). «تعیین درجه آسایش آب و هوایی شهر تهران»، مجله زبان و ادبیات فارسی تابستان، پاییز و زمستان ۱۳۷۴، شماره ۹ و ۱۰ و ۱۱، صص ۱۴۳-۱۲۷.

علی محمدی، عباس، (۱۳۸۸). «طرح تهیه و تدوین برنامه آمایش استان تهـران«، تحلیـل وضـعیت اقلیم، جلد ۳ ، صص ۱۶۷-۱۵۷.

قرخلو، مهدی، زنگنه شهرکی، سعید، (۱۳۸۸). «شناخت الگوی رشد کالبدی-فضایی شهر با استفاده از مدلهای کمی (مطالعه موردی: شهر تهران)»، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، دوره ۲۰، شماره ۲(پیاپی ۳۴)، صص ۴۰-۱۹.

کسمایی، مرتضی، (۱۳۸۹). «اقلیم و معماری»، شرکت خانه سازی ایران، تهران.

محمدزاده، رحمت، (۱۳۸۶). «بررسی اثرات زیست محیطی توسعه فیزیکی شتابان شهرها با تاکید بر شهرهای تهران و تبریز»، مجله جغرافیا و توسعه ناحیه‌ای، دوره ۵، شماره۹، صص ۱۱۲-۹۳.

محمدی، حسین، (۱۳۸۶). «آب و هواشناسی کاربردی»، انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، تهران.

میرموسوی، سیدحسین، شفیعی، شهاب و تقی زاده، زهرا، (۱۳۹۳). «ارزیابی و برآورد درجه روز و شاخص سازگاری دمایی جهت طراحی مسکن همساز با اقلیم(مطالعه موردی: ایستگاه سینوپتیک مهرآباد تهران)»، فصلنامه علمی پژوهشی اطلاعات جغرافیایی سپهر، دوره ۲۳، شماره ۸۹، بهار ۱۳۹۳، صفحه ۸۷-۸۱.

واتسون، دونالد و لبز، کنت، (۱۳۸۴). «طراحی اقلیمی، اصول نظری و اجرای کاربرد انرژی در ساختمان». ترجمه وحید قبادیان و محمد فیض مهدوی، انتشارات دانشگاه تهران.

Biket, Asli P nar .(2006). "Architectural Design Based on Climatic Data". 1st International CIB Endorsed METU Postgraduate Conference. Built Environment & Information Technologies, Ankara, pp. 261-267.

Bleta, Anastasia, Panagiotis T. Nastos, and Andreas Matzarakis. (2014). ‘‘Assessment of bioclimatic conditions

on Crete Island, Greece". Regional Environmental Change, 14(5), pp. 1967-1981.

Bröde, Peter, Eduardo L. Krüger, Francine A. Rossi, and Dusan Fiala. (2012). "Predicting urban outdoor thermal comfort by the Universal Thermal Climate Index UTCI—a case study in Southern Brazil". International journal of biometeorology 56(3), pp. 471-480.

Brosy, Caroline, Ksenija Zaninovic, and Andreas Matzarakis. (2014). "Quantification of climate tourism potential of Croatia based on measured data and regional modeling". International journal of biometeorology, 58(6), pp. 1369-1381.

Bulkeley Harriet, Betsill Michele M..(2003). Cities and Climate Change, Routledge. London.

Eludoyin, O. M. I. O. Adelekan, R. Webster, and A. O. Eludoyin. (2014). "Air temperature, relative humidity, climate regionalization and thermal comfort of Nigeria". International Journal of Climatology, 34(6), pp. 2000-2018.

Fröhlich D, Matzarakis, A. (2015). "A quantitative sensitivity analysis on the behaviour of common thermal indices under hot and windy conditions in Doha, Qatar". Theoretical and Applied Climatology, pp. 1-9.

Hwang, Reuy-Lung, Tzu-Ping Lin, Ming-Jen Cheng, and Jen-Hao Lo. 2010. "Adaptive comfort model for tree-shaded outdoors in Taiwan". Building and Environment, 45(8), pp. 1873-1879.

IPENZ (Institution of Professional Engineers New Zealand Incorporated). (2007). Urban Design, Institution of Professional Engineers, New Zealand Incorporated, New Zealand.

Johansson, Erik, et al. (2014). "Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies–The need for standardization. Urban Climate.

Ndetto, Emmanuel L., Matzarakis, Andreas. (2016). "Assessment of human thermal perception in the hot-humid climate of Dar es Salaam, Tanzania". Int J Biometeorol, pp. 1-17.

Pressman, Norman. (2000). "Climatic Factors in Urban Design, Arch". & Comport. /Arch. & Schav., 10(1), pp. 5 – 7.

Rodríguez Algeciras, José Abel; Coch, Helena; De la Paz Pérez, Guillermo. (2015). "Human thermal comfort conditions and urban planning in hot-humid climates-The case of Cuba". Int J Biometeorol. pp. 1-14.