



بسمه تعالی

نکات مهم در تنظیم و تدوین پروپوزال دکتری

نکته 1: در تایپ متن پروپوزال الزاماً از فونت B lotus شماره 13 استفاده شود.

نکته 2: مدارک و مستندات ذیل، می بایست به همراه پروپوزال در قسمت ضمیمه **سامانه پژوهشیار**، بارگذاری شود:

- 1- گواهی موفقیت در امتحان جامع و آزمون زبان
- 2- فرم شماره 1 و 2
- 3- استعلام سایت های **ایرانداک** <https://pishineh.irandoc.ac.ir> و **سیکا** <http://sika.iau.ir> درخصوص پیشینه پژوهش
- 3- فرم درخواست برگزاری جلسه دفاع از پروپوزال دکتری تخصصی (تایید و مهر و امضاء شده) (فرم شماره 3)
- 4- تعهدنامه نحوه آدرس دهی مقالات مستخرج از رساله دکتری (امضای استاد/استادان راهنما)
- 5- صورتجلسه دفاع از پروپوزال دکتری (تایید و امضاء شده)

نکته 3: لازم است دانشجو با پیگیری روند تصویب پروپوزال خود در **سامانه پژوهشیار**، نسبت به دریافت کدشناسایی رساله

خود اقدام نماید. بدون اخذ کد رساله، امکان پیش دفاع و دفاع نهایی از رساله وجود نخواهد داشت.

اینجانب تایید می نمایم که از موارد ذیل آگاهی کامل دارم:

مطابق بخشنامه دانشگاه آزاد، نمره رساله دانشجویان دکتری به شرح ذیل اختصاص داده می شود:

1. دانشجویانی که از دستاوردهای مستخرج از رساله، 5 امتیاز پژوهشی کسب می کنند حداکثر نمره 17 را کسب خواهند کرد.
2. دانشجویانی که از دستاوردهای مستخرج از رساله، بیشتر از 5 و کمتر از 7 امتیاز پژوهشی کسب می کنند حداکثر نمره 19 را کسب خواهند کرد.
3. دانشجویانی که از دستاوردهای مستخرج از رساله، بیشتر از 7 امتیاز پژوهشی کسب نمایند حداکثر نمره 20 را کسب خواهند نمود.

ضمناً 4 نمره از رساله را حوزه پژوهش به ترتیب زیر اختصاص می دهد:

(الف) در صورتیکه موضوع رساله از موضوعات پایش انتخاب شده باشد 1 نمره اختصاص داده می شود.

(ب) در صورتیکه مقاله مربوط به پیش دفاع در جلسه دفاع چاپ شده باشد 1 نمره اختصاص داده می شود.

(ج) در صورتیکه دانشجو دو گزارش 6 ماهه از روند رساله خود را به حوزه پژوهش تحویل داده باشد 1 نمره اختصاص داده می شود.

(د) دانشجویانی که در جلسه پیش دفاع داخلی (قبل از جلسه پیش دفاع متمرکز) شرکت کرده باشند 1 نمره اختصاص داده می شود.

امضاء دانشجو

تاریخ

4- چکیده فارسی

نگرانی‌های روزافزون جهانی در ارتباط با گرمایش جهانی، کاهش منابع انرژی و افزایش هزینه سوخت‌های فسیلی، علاقه به فناوری‌های ساختمانی پایدار را افزایش داده است. علاوه بر این، گسترش جمعیت منجر به افزایش ۴۰۰ درصدی انتشار گاز کربن دی اکسید بین سال‌های ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۴ شده است. همچنین بخش ساختمان به عنوان بزرگ‌ترین مصرف‌کننده انرژی در کشور به دلیل طراحی و ساخت نامناسب ساختمان‌ها و علاقه فزاینده‌ای که در میان سهامداران ساختمان به استفاده از تهویه طبیعی جهت کاهش مصرف انرژی وجود دارد، منجر به پیدایش زمینه تحقیقاتی جدیدی به نام معماری کم‌انرژی شده است. مولفه‌های مختلفی جهت ایجاد آب و هوای مطبوع، سالم و بهداشتی در فضای داخلی ساختمان وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به بادگیر اشاره نمود. بادگیر به عنوان یک عنصر معماری بالقوه جهت افزایش تهویه طبیعی در ساختمان‌ها دیده می‌شود و از این‌رو به ذخیره‌سازی مقادیر زیادی انرژی مصرف شده توسط ساختمان‌ها که گفته شده بیش از ۶۰ درصد انرژی مصرفی را ساختمان‌ها تشکیل می‌دهند، کمک می‌کند. بادگیرها سازه‌های عمودی نصب شده بر روی سقف‌ها هستند که پتانسیل بهبود کارایی روش‌های تهویه طبیعی را دارند. در خانه‌ها هوای خنک از بادگیر، که نوع ابتدایی تهویه مطبوع به‌شمار می‌رود، به اتاق‌های طبقه همکف یا زیرزمین‌ها فرستاده می‌شود. بادگیرها با اشکال مختلف در شهرهای مرکزی و جنوب ایران ساخته شده که هر کدام بر حسب ارتفاع و جهت باد مطلوب طراحی و اجرا شده‌اند. تاکنون پژوهش‌های مختلفی به بررسی بادگیر پرداخته‌اند که اکثر آنها، با این موضوع به صورت توصیفی برخورد نموده‌اند. با این حال در پژوهش حاضر تحلیل ویژگی‌های کالبدی بادگیر و تاثیر آن بر تامین شرایط آسایش حرارتی درون فضای داخلی ساختمان پرداخته می‌شود. جهت بررسی تهویه متقابل در بادگیرها می‌توان به روش‌های مختلفی اقدام نمود، که از جمله‌ی این روش‌ها می‌توان به روش‌های اندازه‌گیری در محل، آزمایش تونل باد، نرم‌افزار شبیه‌سازی دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) و یا **Ansys Fluent** و فرمول‌های تحلیلی و یا نیمه تجربی اشاره نمود. در مطالعه حاضر به تحلیل ویژگی‌های کالبدی و عملکرد حرارتی بادگیر در ایجاد آسایش حرارتی در شهر شیراز با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی دینامیک سیالات **Ansys Fluent** پرداخته شده است. جهت این منظور، حالت‌های مختلف برای بادگیر در یک اتاق با هوای ورودی با سرعت و دمای مشخص به همراه یک حوضچه آب در نظر گرفته شده است. همچنین جهت انجام این پژوهش موارد مطالعاتی پس از مدلسازی، در محیط نرم افزار **Ansys Fluent** مورد شبیه سازی قرار می‌گیرند و نتایج آن‌ها در قالب متغیرهایی چون سرعت جریان هوا و دما استخراج می‌گردد. از مقایسه نتایج داده‌های به دست آمده از موارد مطالعاتی با نمونه مرجع، بهینه ترین فرم عنصر مورد نظر استخراج خواهد شد.

سنوات تدریس	ارشد	ارشد	ارشد	ارشد	ارشد	ارشد	ارشد
در تحصیلات تکمیلی	دکتری	دکتری	دکتری	دکتری	دکتری	دکتری	دکتری
تعداد پایان نامه	ارشد	ارشد	ارشد	ارشد	ارشد	ارشد	ارشد
دفاع شده	دکتری	دکتری	دکتری	دکتری	دکتری	دکتری	دکتری

5- کلمات کلیدی (کلیدواژه‌ها) به زبان فارسی



بادگیر، عملکرد حرارتی، آسایش حرارتی، ویژگی های کالبدی، شیراز

6- کلمات کلیدی (کلیدواژه ها) به زبان انگلیسی

Wind Catcher, Thermal Performance, Thermal Comfort, Physical Characteristics, Shiraz

7- بیان مساله اساسی تحقیق به طور کلی

الف: تشریح ابعاد تحقیق، حدود مسأله، معرفی دقیق مسأله، بیان متغیرها، جنبه های معلوم، مجهول و مبهم تحقیق و منظور تحقیق

ب: حداقل یک مقاله اساسی در زمینه تخصصی تحقیق به صورت مجزا معرفی شود.

ج: چنانچه در دانشکده ای ساختار با جزئیاتی فراتر از موارد مطرح شده در سامانه پژوهشیار وجود دارد، فایل ضمیمه اضافی تدوین و به اساتید محترم گروه ارائه شود.

انرژی در هر زمینه ای از علوم کاربرد دارد و نقش انرژی در زندگی بشر انکارناپذیر است. از نظر فیزیک و استاتیک انرژی به چند گروه تقسیم شده است که یکی انرژی حرارتی است و دیگری انرژی نورانی و دیگر سایر انرژی های دیگر. در زندگی امروز استفاده از انرژی امر بدیهی بشمار می رود و یکی از ارکان اصلی و مهم کار و زندگی می باشد. از زمان صنعتی شدن جهان تا عصر معاصر، همواره مسائل زیست محیطی در ابعاد گوناگون دغدغه بشر بوده و در چند دهه گذشته راهکارهای زیادی جهت حفاظت از محیط زیست و انرژی مطرح و به کار گرفته شده است. با اینکه صنعتی شدن دستاورد مهمی است و تاثیر بسیاری بر معماری پدید آورد، اما از سوی جامعه مصرف گرا توجه چندانی نشد و به جای اینکه صنعت کمک کننده باشد، پیامدهایی منفی بر زندگی ساکنین کره زمین گذاشت. پیامدهایی از جمله گرم شدن کره زمین و افزایش آلودگی هایی که با استفاده بی رویه از سوخت های فسیلی پدید آمده است. به عبارتی می توان دریافت که یکی از مسائل و مشکلات جامعه جهانی امروزه بحث مصرف انرژی و مشکلات مربوط به آن مانند محدودیت، گرانی و آلاینده گی آن است. شرایط فعلی و چشم انداز تاریکی از مصرف بی حد و مرز انرژی و تخریب های زیست محیطی ناشی از آن که هم اکنون در پیش روی ما است و همچنین آمارهای تکان دهنده ای که همگی حکایت از تلفات انرژی در ساختمان ها دارد، هر وجدان آگاه و دلسوزی را بر آن می دارد تا در جهت یافتن راهکارهایی به منظور حفظ بنیان های اقتصادی جامعه و صیانت از منابع تجدیدناپذیر انرژی به عنوان یک میراث ملی و بشری تلاش کند. همچنین ما را به این حقیقت می رساند که جای تردیدی نیست که یکی از مهم ترین چالش ها و موضوعات جنجال برانگیز قرن جاری در سراسر جهان، مسئله انرژی و در جامعه معماران و ساختمان سازی، مسئله چگونگی مصرف بهینه آن می باشد. امروزه این مسئله تلاش در بهینه سازی مصرف انرژی را در راس امور ساخت بنا قرار داده است. حفظ انرژی یکی از اصول معماری پایدار است، که در آن معمار ملزم می شود بنا را به گونه ای طراحی کند که نیاز ساختمان به استفاده از سوخت های فسیلی و مصرف انرژی به حداقل ممکن برسد. ولی از آنجا که نیاز به راحتی و آسایش بی قید و شرط و تهویه مناسب در فضای داخلی ساختمان منجر به نیازی فزاینده به انرژی در بخش خانگی و صنعت شده است، معماران و طراحان ساختمان را بر آن داشته تا برای ارضای این نیاز و به موازات آن حفظ محیط زیست و انرژی های فسیلی تمهیداتی را در نظر بگیرند و بشر امروز را به سمت تکنولوژی جهت استفاده بهینه و درست انرژی سوق دهند. متأسفانه خانه های معاصر به خصوص مجتمع های مسکونی در اقلیم های مختلف ایران، از نظر مشخصات بیرونی، درونی و نحوه ارتباط با محیط، یکسان طراحی و اجرا شده و در آن ها به ویژگی های اقلیمی و بستر محیطی توجهی نمی شود. این ساختمان های مشابه در اقلیم های گوناگون، معمولاً با محیط خود هماهنگ نبوده و در تعدیل شرایط محیطی و ایجاد تهویه طبیعی مطبوع در فضای داخلی ساختمان کمک نمی کنند؛ در صورتی که بدون شناخت اصول همسازی با اقلیم و مولفه های موثر بر آن و بدون اعتقاد به موفقیت در استفاده از آن ها، در معماری امروز نمی توان پیشرفتی حاصل کرد. همانطور که ذکر گردید یکی از مسائل روز دنیا و

به ویژه در جامعه‌ی مهندسی دستیابی به محیط داخلی مناسب و راحت از نظر بالا بودن کیفیت تهویه طبیعی و آسایش حرارتی مناسب می‌باشد. با وجود استفاده از دستگاه‌های ایجادکننده تهویه مطبوع جهت افزایش آسایش حرارتی در فضای داخلی ساختمان متاسفانه مشکلات مربوط به هزینه و آلودگی و سایر مشکلات ناشی از استفاده از این دستگاه‌ها رفته رفته افزایش یافته است. هراندازه که ساختمان‌ها مرتفع‌تر و انعطاف‌پذیرتر می‌شوند به طور فزاینده‌ای نسبت به عملکرد باد نیز حساس‌تر می‌شوند. در حقیقت باد و وارد کردن آن به صورت مطبوع و کنترل شده و در نهایت ایجاد تهویه طبیعی در فضای داخلی ساختمان یکی از فاکتورهای تعیین‌کننده در طراحی سازه و ساختار ساختمان به ویژه در مناطق گرمسیر و مستعد طوفان می‌باشد. باد به عنوان یک نیروی محرکه نامحدود، به عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر اهمیت زیادی دارد که نه تنها به یک محیط داخلی مطلوب کمک می‌کند، بلکه آب‌وهوای مطبوع، سالم و بهداشتی داخل خانه را نیز تضمین می‌کند (Roga et al, ۲۰۲۲). عناصر معماری‌ای که نیروی باد را مهار می‌کنند، مانند بادگیرها نقش مهمی در تقویت اثر پشته ایفا می‌کنند که به عنوان یک نیروی محرکه جهت تهویه عمل می‌کنند (Zha et al, ۲۰۱۷). بادگیرها سازه‌های عمودی نصب شده بر روی سقف‌ها هستند که پتانسیل بهبود کارایی روش‌های تهویه طبیعی را دارند (حیدری و همکارانش، ۲۰۱۷). بادگیرها دارای مزایای مختلفی به ویژه در مناطق شهری پرجمعیت و مناطقی با سرعت جریان باد کم، هستند (صادقی و همکارانش، ۲۰۲۰). با استفاده از منافذ ورودی هوا در ستون بادگیر الحاقی به ساختمان، می‌توان به جای تکیه بر پنجره‌ها و بازوهای مشرف بر دره‌های خیابانی که در آن سطح آلودگی بالاتر و سرعت باد کمتر می‌باشد، هوای تازه و کنترل شده را به فضای داخل خانه وارد نمود. پیکربندی نامناسب آیرودینامیکی بادگیرها، ناشی از درک و مطالعه محدود حول پیچیدگی‌های دینامیک جریان، منجر به هدررفت قابل توجه جریان هوا و در نتیجه کاهش سرعت آن و نیز یکنواختی در دهانه‌های خروجی می‌شود. این هدررفت در بادگیرها در وهله اول به عوامل اصطکاکی و دینامیکی بستگی دارد (منتظری و همکارانش، ۲۰۲۱). تلفات اصطکاکی در بادگیرها ناشی از کاهش فشار به دلیل تبادل ویسکوزیته و تکانه بین ذرات در حال حرکت با سرعت‌های مختلف در نزدیکی سطح می‌باشد. هدررفت دینامیکی عمدتاً از جداسازی جریان هوا در داخل تونل داخلی ایجاد می‌شود که باعث افزایش تنش برشی می‌گردد. برای کاهش این هدررفت‌ها و بهبود کارایی بادگیر، طراحی دقیق آیرودینامیکی ضروری است. باتوجه به موارد ذکر شده لذا پژوهش حاضر بر آن است به تحلیل ویژگی‌های کالبدی و عملکرد حرارتی بادگیر در ایجاد آسایش حرارتی در شهر شیراز با استفاده از نرم‌افزار شبیه‌سازی دینامیک سیالات **Ansys Fluent** پردازد. بر این اساس، پس از مدلسازی موارد مطالعاتی تحقیق، جهت شبیه سازی، وارد محیط نرم افزار **Ansys Fluent** شده و سپس نتایج به دست آمده در ارتباط با هر کدام از موارد مطالعاتی با نمونه پایه مورد مقایسه تطبیقی قرار خواهد گرفت.

۸- پیشینه پژوهش (مرور ادبیات و سوابق مربوطه)

(بیان مختصر سابقه‌ی تحقیقات انجام‌شده درباره‌ی موضوع و نتایج به دست‌آمده در داخل و خارج از کشور، نظرهای علمی موجود درباره‌ی موضوع تحقیق و ضرورت تعریف این پروژه باتوجه به سوابق)

با توجه به اینکه در پژوهش حاضر، به تحلیل ویژگی‌های کالبدی و عملکرد حرارتی بادگیر در ایجاد آسایش حرارتی در شهر شیراز می‌پردازد، لذا در بخش پیشینه تحقیق به پژوهش‌های ارائه شده در این حوزه پرداخته می‌شود:

– مهدوی نژاد و همکارش به مقایسه تطبیقی اثر جریان هوا بر دو گونه‌ی بادگیر یزدی و کرمانی پرداخته‌اند. به این منظور ابتدا دو بادگیر در محیط نرم افزار **Autodesk Vasari ۲.۰** مدل سازی شده‌اند و سپس هر بادگیر جداگانه در مشخصات اقلیم خود آزمایش شده

است و در نهایت نتایج به صورت تصاویر شبیه سازی و نمودارها مستخرج شده اند. نتایج پژوهش آن ها نشان داده است در استفاده از دو گونه بادگیر دو طرفه و چهار طرفه، افزایش توان برودتی و کارایی بهینه یکی از مهمترین اصول بوده است به نحوی که در بادگیر یزدی این اصل در طول چهار فصل سال حاکم است در حالی که این نسبت در بادگیر کرمانی فقط در طول تابستان صادق است. این مقاله نشان می دهد که می توان از تکنیک های تهویه طبیعی در این بادگیرها استفاده شده است، در طراحی معماری بناهای امروزی نیز استفاده کرد تا بدین وسیله از میراث ارزشمند علم و هنر ایرانی در معماری معاصر بی نصیب نماند (مهدوی نژاد و همکارانش، ۱۳۹۰).

- نجات و همکارانش بر بهبود تهویه طبیعی در مناطق با سرعت باد کم مانند مالزی با ادغام بادگیرها با وینگ وال در زوایای مختلف کار کرده اند. نتایج آزمایشات تجربی و عددی آن ها با استفاده از نرم افزار شبیه ساز انرژی (CFD) نشان داده است که بادگیر به همراه وینگ وال با زاویه ۳۰ درجه بهترین عملکرد را دارد و تهویه طبیعی را تا ۵۰ درصد در مقایسه با طراحی معمولی، افزایش می دهد (نجات و همکارانش، ۲۰۱۶).

- کروز سالاس و همکارانش به تاثیر سطح مقطع مجرا و هندسه یک مبدل بادی بر توزیع جریان هوا در اتاقی همراه با پنجره پرداخته اند. در این پژوهش، ۱۰ مورد مطالعاتی مختلف از ۱۸ مورد مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج تحقیقات آن ها نشان داده است که افزایش سطح مقطع مجرا، عملکرد مبدل باد را بهبود می بخشد به جز در مواردی که بازشوها به صورت همزمان عملکرد ورودی و خروجی هوا را دارند (Cruz-Salas et al, ۲۰۱۸).

- حسین نیا و همکارانش به بررسی عملکرد حرارتی بادگیرهای متداول و معمولی با پیکربندی های داخلی مختلف از طریق نرم افزار شبیه ساز محاسباتی انرژی CFD پرداخته اند. پنج مدل تقسیم بندی داخلی رایج و شناخته شده در مناطق گرم و خشک ایران، با سرمایش تبخیری و نیز بدون سرمایش تبخیری، مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج تحقیقات آن ها حاکی از آن است که، خنک کننده تبخیری بهینه منجر به کاهش ۶.۵ درجه کلون دمای داخلی اتاق بادگیر شده است. به عبارتی دمای داخلی ۳۱۱.۵ درجه کلون در مقابل دمای ۳۱۸ درجه کلون محیط می باشد (حسین نیا و همکارانش، ۲۰۱۳).

- کریشنان و همکارانش بهبود عملکرد بادگیرها با همراهی یک واحد گرمایش خورشیدی (SHU) جهت از پیش گرم کردن دمای هوای محیط وارد شده در زمستان، طی انجام یک پژوهش مورد بررسی قرار داده اند. پژوهش مذکور جهت بررسی عملکرد بادگیرها با شرایط عنوان شده، از طریق نرم افزار شبیه ساز عددی Ansys Fluent انجام گرفته است. نتایج پژوهش آن ها نشان داده است که (SHU) می تواند دمای هوای ورودی را تا ۵ درجه سانتیگراد از ۱۸ درجه سانتیگراد به ۲۳ درجه سانتیگراد با بیشینه نرخ جریان هوا معادل $0.45 \text{ m}^3/\text{s}$ با زاویه برخورد ۴۵ درجه، افزایش دهد (Krishnan et al, ۲۰۱۸).

- خاکزند و همکارانش، بادگیر سنتی ایرانی را با یک خنک کننده تابشی مدرن ((radiative cooling (RC) و یک دودکش خورشیدی (Solar Chimney (SC) جهت ایجاد یک سیستم خنک کننده غیر فعال مبتکرانه، ترکیب کرده اند. نتایج تحقیقات آن ها نشان داده است

که ترکیب بادگیر، خنک کننده تابشی و دودکش خورشیدی منجر به صرفه جویی ۶۰ درصدی انرژی جهت خنک کردن و ۸۰ درصدی انرژی جهت تهویه در ساعات اوج مصرف در مناطق با آب و هوای گرم و خشک می شود (خاکزند و همکارانش، ۲۰۲۴).

- سیفی و همکارانش به بررسی یک سیستم خنک کننده خورشیدی غیرفعال همراه با بادگیر، سرمایه‌ش تبخیری و یک دودکش خورشیدی جهت کاهش دما، پرداخته‌اند. آزمایشات تجربی و عددی انجام گرفته با نرم افزار شبیه ساز انرژی CFD آن‌ها نشان داده است که بادگیر سرعت هوای داخل ساختمان را به ۱.۸ متر بر ثانیه در شرایطی که باد وجود دارد، افزایش داده است. این درحالی است که دودکش خورشیدی از طبقه بندی دما جلوگیری کرده و دمای داخلی را ۳ تا ۷ درجه سانتیگراد کاهش می دهد (سیفی و همکارانش، ۲۰۲۴).

- منتظری و منتظری در پژوهشی به بررسی تهویه طبیعی با استفاده از بادگیر پرداخته و عوامل اثرودینامیکی بادگیر، شرایط جریان، رویکرد و هندسه آن را مورد بررسی قرار داده اند. آنها ارزیابی مفصلی بر روی تاثیر دهانه خروجی بر عملکرد بادگیر بر اساس سه عامل میزان جریان هوا، سن هوا و بازده تغییر هوا انجام دادند. این مطالعات با استفاده از مدل سازی دقیق با نرم افزار و خروجی CFD بر اساس تونل باد معتبر و مطابق با اقلیم انجام شده است (منتظری و منتظری، ۲۰۱۶).

۹- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

طی دهه های اخیر، ساخت وسازهای غیراصولی و یک جانبه، آثار زیان بار بسیاری بر جای گذاشته است. تغییرات مخرب اقلیمی و فرهنگی ناشی از این رویکرد، بدون در نظر گرفتن اهمیت محیط زیست و ارتباط مستقیم آن با سلامت روح و جسم افراد جامعه، از موارد چالش برانگیزی است که امروزه به صورت قابل ملاحظه ای زندگی شهری و روستایی را تحت تاثیر قرار داده است. لزوم آگاه سازی و هوشیاری جامعه ی معماری نسبت به ایفای نقش موثر در جلوگیری از گسترش معضلات زیست محیطی و مصرف بی رویه انرژی و آشنایی با ضرورت به کارگیری اصول مدیریت انرژی در ساختمان و مفاهیم پایداری و چگونگی بکارگیری مولفه های موثر در جهت ایجاد تهویه طبیعی مطبوع و آسایش حرارتی و به حداقل رساندن استفاده از دستگاه های سرمایشی و گرمایشی، در این برهه ی زمانی بیش از گذشته دارای اهمیت است. همچنین، رشد علم، صنعت و فن آوری در جهان امروز، روش های مختلف استفاده از انرژی را که در دوران قبل از انقلاب صنعتی معمول بود، دگرگون کرده و شناخت منابع انرژی های جدید تحولی عظیم در توسعه صنعتی و تکامل اجتماعی بشر به وجود آورد. به دلیل استفاده بی رویه از انرژی و سوخت های فسیلی، لزوم بکارگیری روش های بهینه سازی مصرف انرژی به ویژه در بخش ساختمان که ۴۰ درصد از مصرف انرژی را در کشور به خود اختصاص داده است، مورد توجه قرار گرفته است. همچنین با توجه به رشد تکنولوژی و مطرح شدن مسئله بحران انرژی، معماران می توانند با طراحی معماری مناسب و نیز با توجه به تکنولوژی و علوم جدید و بکارگیری مولفه های موثر، فضایی مناسب و با آسایش حرارتی مطلوب به وجود آورند. از طرفی همانطور که از مطالعات پیشین به دست می آید، تهویه طبیعی در معماری سنتی ایران با تاکید بر عناصر پایدار در معماری از جمله بادگیرها امکان پذیر است. این موضوع در گونه های مختلف معماری که در اقلیم های مختلف ایران ساخته شده اند، قابل مشاهده است. با این حال معماری اقلیم گرم و خشک ایران همواره تحت تاثیر عناصر مختلف معماری سنتی مانند بادگیر، توانسته است تهویه مورد نیاز ساکنین جهت سکونت در این فضاها را فراهم آورد.



بنابراین برای رسیدن به این هدف، تحقیقات وسیع و کاربردی در این مورد ضرورت پیدا می‌کند. لذا پژوهش حاضر به دنبال آن است تا به تحلیل ویژگی های کالبدی و عملکرد حرارتی بادگیر در ایجاد آسایش حرارتی در خانه های شهر شیراز گام بردارد.

10-اهداف مشخص تحقیق

مطالعه، بررسی و تحلیل ویژگی های کالبدی بادگیر و تاثیر آن ها بر دما، سرعت جریان هوا و نیز تحلیل عملکرد حرارتی آن در راستای ایجاد آسایش حرارتی و ارتقاء تهویه طبیعی در فضای داخلی ساختمان در شهر شیراز و همچنین بیان راهکارهای تحقق آن ها و ارائه نتایج تحقیق جهت استفاده ی جامعه مهندسين معماری در طراحی به منظور بهبود تهویه طبیعی و آسایش حرارتی، کاهش استفاده از سوخت های فسیلی، کاهش هزینه های مربوطه، کاهش آلودگی ناشی از استفاده ی دستگاه های سرمایشی و گرمایشی و در نهایت کاهش مصرف انرژی از جمله اهداف مشخص این تحقیق می باشد.

11- در صورت داشتن هدف کاربردی، نام بهره وران(ساز مان ها، صنایع و یا گروه ذینفعان)

12-جنبه جدید بودن و نوآوری در تحقیق

با بررسی پیشینه تحقیق چنین برداشت می شود که اگرچه تاکنون پژوهش های مختلفی در ارتباط با موضوع تهویه در معماری سنتی ایران انجام گرفته است؛ اما این در حالی است که در این نوشتارها به تحلیل ویژگی های کالبدی و عملکرد حرارتی بادگیر در ایجاد آسایش حرارتی و تاثیرشان بر دما و سرعت جریان هوا در فضای داخلی ساختمان در اقلیمی گرم و نیمه خشک مانند شهر شیراز پرداخته نشده است و تحقیق نظام یافته ای نیز وجود ندارد. لذا تحقیق در این امر، دریچه ای تازه در حل مسئله بحران انرژی و راهی نو پیش روی صاحب نظران در این عرصه خواهد بود.

13-فرضیه های تحقیق (با توجه به ماهیت رشته ها و موضوع)

تدوین پیش فرض ها با توجه به بیان مسئله و ضرورت انجام این تحقیق، صورت گرفته است. باتوجه به موارد بیان شده، پژوهش حاضر بر فرضیات زیر استوار است:

- به نظر می رسد تغییر در ویژگی های کالبدی بادگیر می تواند بر تغییرات دمایی در فضای داخلی ساختمان تاثیرگذار باشد.
- به نظر می رسد تغییر در ویژگی های کالبدی بادگیر می تواند بر سرعت جریان هوا در فضای داخلی ساختمان تاثیرگذار باشد.
- به نظر می رسد تغییر در ویژگی های کالبدی بادگیر می تواند بر آسایش حرارتی در فضای داخلی ساختمان تاثیرگذار باشد.

14-سوال های تحقیق

باتوجه به مباحث مطرح شده در مورد تهویه طبیعی و مصرف انرژی و اهداف پیش رو در این تحقیق، سوالات تحقیق اینگونه در ذهن متبلور می شود:

- سوال ۱: تغییر در ویژگی های کالبدی بادگیر چه تاثیری بر تغییرات دمایی در فضای داخلی ساختمان دارد؟
- سوال ۲: تغییر در ویژگی های کالبدی بادگیر چه تاثیری بر سرعت جریان هوا در فضای داخلی ساختمان دارد؟
- سوال ۳: تغییر در ویژگی های کالبدی بادگیر چه تاثیری بر آسایش حرارتی در فضای داخلی ساختمان دارد؟

15-جامعه آماری، روش نمونه گیری و حجم نمونه و روش محاسبه (در صورت لزوم)

جامعه آماری در این پژوهش خانه های موجود در شهر شیراز واقع در استان فارس است.

16- روش‌شناسی تحقیق (شرح کامل روش تحقیق بر حسب هدف، نوع داده‌ها و نحوه اجرا)

شرح کامل روش

همانگونه که پیش از این عنوان شد، هدف اصلی در پژوهش حاضر، تحلیل ویژگی‌های کالبدی و عملکرد حرارتی بادگیر در ایجاد آسایش حرارتی در خانه‌های شهر شیراز است. بر این اساس فرایند انجام تحقیق در این پژوهش در چهار بخش به شرح زیر انجام می‌گیرد:

- **گام اول- مطالعات گونه شناسی:** نخستین گام در این پژوهش، گونه شناسی خانه‌های قدیمی موجود در شهر شیراز که دارای بادگیر بوده‌اند، می‌باشد. هدف از انجام این مطالعات شناخت نسبت به ویژگی‌های کالبدی این خانه‌ها و استخراج الگوی پایه است.

- **گام دوم- انجام مطالعات میدانی به منظور اعتبار سنجی نرم افزار:** یکی از موارد قابل توجه در پژوهش‌های مبتنی بر شبیه‌سازی **Ansys Fluent**، اعتبار سنجی نرم افزار مورد استفاده در این پژوهش‌ها است. برای این منظور در این تحقیق، یک مطالعه میدانی شامل ارزیابی شاخص‌های تهویه طبیعی در یکی از خانه‌های قدیمی موجود در شهر شیراز و دارای بادگیر انجام می‌پذیرد. شیوه کار به این صورت است که داده‌های سرعت و دمای هوا در فضای داخلی خانه مورد نظر در طول یک سال با استفاده از دستگاه‌های سرعت سنج و دماسنج برداشت می‌شود. در مرحله بعد خانه مورد نظر تحت شرایط اقلیمی یک بازه زمانی از روزهای برداشت شده، در محیط نرم افزار شبیه‌سازی می‌شود. از تطبیق داده‌های شبیه‌سازی رایانه‌ای با نتایج برداشت شده در بازه مورد نظر، اعتبار سنجی نرم افزار قابل احصا است.

- **گام سوم- تعیین موارد مطالعاتی تحقیق:** همانگونه که پیشتر نیز عنوان شد، موارد مطالعاتی تحقیق بر اساس ویژگی‌های کالبدی بادگیر تعیین می‌گردند. در ادامه به توضیح بیشتر این موضوع پرداخته خواهد شد:

- **ساختمان پایه:** به منظور ارزیابی میزان تاثیرگذاری هر کدام از متغیرهای تحقیق، تعیین یک ساختمان پایه در این پژوهش امری ضروری است. بر همین اساس یک خانه (متناسب با طرح هندسی الگوهای رایج در خانه‌های دارای بادگیر در شهر شیراز) به عنوان ساختمان پایه مد نظر قرار خواهد گرفت. ابعاد بادگیر و اتاق بادگیر در این ساختمان بر اساس داده‌های گونه شناسی انجام گرفته در گام پیشین تعیین می‌شود.
- **تعیین موارد مطالعاتی بر اساس ویژگی‌های کالبدی بادگیر:** در ارتباط با ویژگی‌های کالبدی بادگیر، دو متغیر ابعاد دهانه بادگیر و سطح مقطع بادگیر مد نظر قرار خواهد گرفت.

- گام چهارم- شبیه سازی موارد مطالعاتی در نرم افزار: گام نهایی در این پژوهش، شبیه سازی موارد مطالعاتی در نرم افزار Ansys Fluent است. از این نرم افزار به منظور تحلیل تغییرات سرعت جریان هوا و دما درون اتاق بادگیر استفاده می شود. نتایج حاصل از شبیه سازی هر بخش با نتایج استخراج شده در نمونه پایه مورد مقایسه قرار می گیرد.

17- جدول متغیرها

عنوان متغیر	نقش متغیر	نوع متغیر	نحوه اندازه گیری	مقیاس
ابعاد دهانه بادگیر	مستقل	کمی	تغییرات پله کانی در مدلسازی	فاصله ای
سطح مقطع بادگیر	مستقل	کمی	تغییرات پله کانی در مدلسازی	فاصله ای
آسایش حرارتی	وابسته	کمی	نرم افزار Ansys Fluent	فاصله ای
سرعت هوای درون اتاق بادگیر	وابسته	کمی	نرم افزار Ansys Fluent	فاصله ای
دما	وابسته	کمی	نرم افزار Ansys Fluent	فاصله ای

18- روش ها و ابزار تجزیه و تحلیل داده ها

شیوه گردآوری اطلاعات:

گردآوری داده ها در این پژوهش در سه بخش انجام می گیرد:

بخش اول - مطالعات اسنادی: این بخش شامل مطالعات کتابخانه ای است که در آن به استخراج مبانی نظری تحقیق پرداخته می شود. در این بخش اطلاعات مربوط به ابعاد دهانه بادگیر و سطح مقطع بادگیر بعنوان متغیر مستقل تحقیق و متغیرهای وابسته تحقیق از جمله آسایش حرارتی، سرعت جریان هوا و دما در فضای داخلی ساختمان معرفی و روابط ریاضی مربوط به آنها تعیین می گردد. مضاف بر این، مطالعات اقلیمی شهر شیراز واقع در استان فارس از جمله میانگین سرعت باد به تفکیک ماه های مختلف سال، جهت وزش باد و تغییرات دمایی هوا در ایام مختلف سال بخشی از این مطالعات اسنادی را تشکیل می دهد.

بخش دوم - مطالعات میدانی: این بخش شامل برداشت داده های مربوط به سرعت باد، جهت آن و دما در فضای داخلی اتاق ساختمان مرجع است. برای این منظور از دستگاه بادسنج و دماسنج استفاده خواهد شد.

بخش سوم - شبیه سازی عددی: این بخش که شامل شبیه سازی عددی موارد مطالعاتی تحقیق است با استفاده از نرم افزار شبیه سازی دینامیک سیالات **Ansys Fluent** انجام می گیرد.

روش ها و ابزار واکاوی داده ها:

با توجه به بخش های عنوان شده در فوق، روش تحلیل داده ها در هر بخش به شرح زیر انجام می پذیرد:

بخش اول: تحلیل داده ها در این بخش به دو شیوه استدلال منطقی و تحلیل محتوا انجام می گیرد. داده های این بخش عموماً شامل روابط ریاضی مرتبط با متغیرهای تحقیق است که از طریق مطالعات اسنادی و بررسی منابع موجود قابل استخراج است.

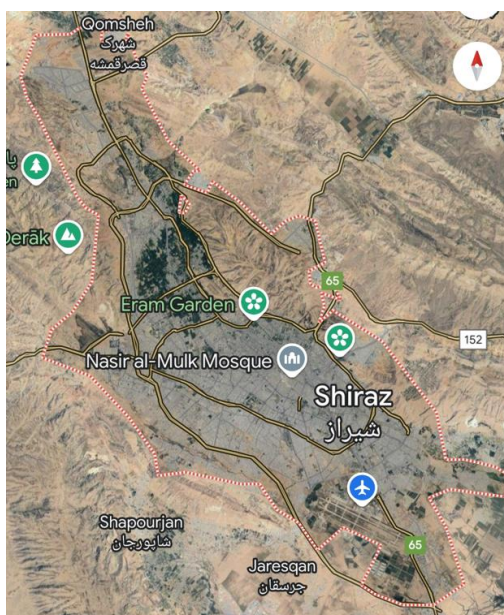
بخش دوم: در این بخش داده های اقلیمی برداشت شده از خانه مورد نظر، در محیط اکسل وارد و دسته بندی می شود. همچنین به منظور اعتبار سنجی نرم افزار، داده های این بخش به صورت تطبیقی با داده های نرم افزاری مقایسه می گردد.

بخش سوم: در این بخش داده های حاصل از شبیه سازی موارد مطالعاتی در محیط نرم افزار **Ansys Fluent** را وارد اکسل نموده و با استخراج نمودارهای تطبیقی، سعی در قیاس متغیرهای تحقیق در موارد مطالعاتی با نمونه مرجع می گردد.

19- تعریف نظری و عملیاتی واژه ها و اصطلاحات فنی و تخصصی

- معرفی بستر تحقیق

پژوهش حاضر در شهر شیراز واقع در استان فارس انجام می پذیرد. اولین اشاره به نام شیراز، بر روی لوح های گلی ایلامی به ۲۰۰۰ سال پیش از میلاد بازمی گردد که در ژوئن ۱۹۷۰ در هنگام کندن زمین برای ساخت کوره آجرپزی، در گوشه جنوب غربی شهر یافت شده است. لوح های نوشته شده در ایلام قدیم به شهری به نام تیرازیس اشاره دارد. با توجه به آشناسی چنین برداشت می شود: تیراسیس یا سیراسیس، این اسم از نام سیراجیس در فارسی قدیم، گرفته شده است که بر اثر تغییر منظم صداها در زبان فارسی مدرن به شیراز تغییر نام داده است. نام شیراز بر روی سفال های پیداشده از ویرانه های دوره ساسانی در سده دوم پس از میلاد نیز، رویت شده است. بر اساس نوشته های برخی از نویسندگان بومی، با توجه به شاهنامه، نام شیراز از نام پسر سومین شاه جهان یعنی تهمورث مشتق شده است.



– بررسی ویژگی های اقلیمی شهر شیراز

اقلیم: متوسط درجه حرارت سالانه ۱۷.۳ درجه سانتیگراد می باشد و حداکثر درجه حرارت به ۴۳.۲ درجه سانتیگراد در فصول گرم و حداقل درجه حرارت ۱۴- درجه سانتیگراد و در فصول سرد تنزل می یابد. میزان بارندگی سالانه بیش از ۳۰۷ میلی متر بوده و روزهای یخبندان حدود ۵۴ روز می باشد. به طور کلی شهر شیراز دارای آب و هوای گرم و نیمه خشک است. جهت آشنایی بیشتر با وضعیت آب و هوایی شهر شیراز جدول شماره ۱ پارامترهای اقلیمی آن را از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۸۲ نشان می دهد (سازمان مدیریت و برنامه ریزی، ۱۳۷۵).

جدول ۱: متوسط پارامترهای اقلیمی شیراز

ماه	متوسط دما	حداکثر دما	حداقل دما	بارش	روزهای یخبندان	ساعات آفتابی	حداکثر رطوبت	حداقل رطوبت
فروردین	۱۵/۷	۲۶/۴	۴	۲۹/۶	۰	۳۱۷	۱۰۰	۱۱
اردیبهشت	۲۱/۴	۳۱/۶	۹/۶	۲۸/۴	۰	۳۲۴	۹۴	۷
خرداد	۲۷	۳۷/۵	۱۵/۴	۰	۰	۳۷۳	۵۰	۹
تیر	۳۰/۷	۴۲	۱۶/۵	۰	۰	۳۵۳	۵۷	۸
مرداد	۳۱/۸	۴۱/۶	۱۹/۸	۰	۰	۳۶۰	۵۵	۶
شهریور	۲۵/۸	۳۷/۶	۱۲/۴	۰	۰	۳۳۸	۶۲	۵
مهر	۲۰/۲	۳۱/۵	۹/۸	۱/۸	۰	۳۱۱	۸۳	۹
آبان	۱۵/۱	۲۶/۶	۳/۴	۸۴/۵	۰	۲۷۷	۱۰۰	۱۷
آذر	۸/۷	۱۹/۸	-۳	۹۹/۵	۱	۱۳۸	۱۰۰	۱۶
دی	۷/۷	۱۷/۲	-۲	۴	۷	۲۱۵	۹۶	۱۶
بهمن	۷/۸	۱۷/۶	-۳	۱۵۵	۱۱	۲۵۷	۱۰۰	۴
اسفند	۱۰/۳	۱۹/۸	-۲	۴۸	۲	۲۲۵	۹۷	۱۰

تابش: شاخص ترین عامل طبیعی که باعث ایجاد تغییرات مداوم در شرایط آب و هوایی یک نقطه بر روی سطح زمین می گردد، نیروی خورشید است. از آن جا که نیروی خورشید نه تنها عامل ایجاد نور و روشنایی است، بلکه این نور سرانجام به حرارت نیز تبدیل می شود و تأثیر به سزایی بر شرایط اقلیمی منطقه می گذارد. با توجه به بهره گیری جبهه های مختلف ساختمان در ساعت های مختلف و میزان متفاوت انرژی دریافتی، می توان چنین نتیجه گیری کرد؛ که با توجه به تابش مناسب در جبهه ی جنوب و جنوب شرق می توان با حداقل تابش بند، فضای مطلوب در تابستان و زمستان در بنا ایجاد کرد. نور شرقی صبحگاهی در زمستان دلپذیر است و در تابستان در ساعات اولیه ی صبح بایستی کنترل گردد و در جبهه ی غربی، می توان فضاهایی را در نظر گرفت که بعد از ظهرها مورد استفاده قرار نمی گیرند و جبهه ی شمالی نیز محدوده ای است که هیچ زمانی از سال تحت تابش قرار نمی گیرد ولیکن از نور کافی برخوردار است. کنترل تابش خورشید توسط سایه بان صرفا بر روی پنجره های جنوبی مساکن، حائز اهمیت است. پنجره ها و بازشوهای یک بنا در سمت شمال بیش از آن که در تأمین انرژی تابشی خورشید نقش داشته باشند در زمینه ی تهویه ی طبیعی هوا در فضای داخلی مؤثر هستند. بنابراین با کاهش و به حداقل رسانیدن بازشوهای شرقی - غربی ساختمان، طراحی سایه بان باید برای پنجره های جنوبی مورد توجه قرار گیرد.

باد: شهر شیراز تحت تأثیر بادهای شمال غربی، جنوبی و محلی قرار دارد که به چهار دسته تقسیم میگرد: بادهای شمالی که از سیبری به ایران می وزند و سرد و خشک هستند. بادهای غربی که از اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه به سوی ارتفاعات زاگرس می وزند و

باران آور هستند. توده هوای جنوبی که از عربستان به سمت فارس و شیراز می وزند و گرم و خشک هستند (شاطریان، ۱۳۸۸). پیش بینی کوچه ها و خیابان ها در جهت باد مطلوب از طرفی باعث می شود که باد خنک به قلب شهر نیز کشیده شود، از طرف دیگر در تخلیه ی آلودگی های شهری نیز می تواند مؤثر باشد.

چرخش بافت شهر و نتایج آن در رابطه با باد

میزان تهویه طبیعی در روز در داخل ساختمان باید به حداقل و در عصر به دلیل پایین بودن دمای هوای خارج نسبت به دمای هوا باید به حداکثر برسد. در چرخش ۳۰ درجه بنا به سمت جنوب غربی امکان ورود هیچ یک از بادهای غالب به داخل بنا وجود ندارد ولی در چرخش ۶۰ درجه بنا به سمت جنوب شرقی ورود هر دو باد غالب به داخل بنا امکان پذیر می باشد. بافت عمومی شیراز که دارای زاویه چرخش ۳۰ درجه به سمت غرب است و چرخش بناها که ۶۰ درجه جنوب شرقی است در تعیین میزان و نوع ورود باد به داخل بافت عامل مثبتی به شمار می آید.

باد در فضای آزاد

محدوده موثر باد در یک معبر در حقیقت تعیین کننده جهت وزش بادهایی است که در معبر به جریان افتاده و می توانند در تعدیل احساس گرمایی و پاکسازی معبر از هوای آلوده موثر واقع شوند. در صورتی که باد موازی جهت معبر و یا تا ۳۰ درجه انحراف نسبت به آن بوزد، در معبر موثر بوده و می تواند در آن به جریان بیفتد. در صورتی که با زاویه ۳۰ تا ۴۵ درجه بوزد، در محدوده نیمه موثر بوده و با افزایش سرعت در آن به جریان خواهد افتاد و در صورتی که با زاویه عمود تا ۴۵ درجه نسبت به محور معبر بوزد، در آن جریان پیدا نخواهد کرد. حداکثر میانگین سرعت باد های غالب شهر شیراز ۴ تا ۵ متر بر ثانیه بر اساس آمار هواشناسی است و سریع ترین بادی که در ۱۰ ساله مورد مطالعه در شیراز، وزیده است دارای سرعت ۱۵ متر بر ثانیه و از سمت غرب به شهر بوده است. سرعت تند باد غالب همان ۴ تا ۵ متر بر ثانیه خواهد بود که سرعت مطلوبی می باشد.

رطوبت نسبی: میزان رطوبت نسبی به دلیل دوری شیراز از دریا در سطح متوسط قرار دارد. حاکمیت ماه های خشک در نیمه ی تابستانی سال و نبود و یا کمبود بارش در طی این ماه ها موجب کاهش شدید رطوبت نسبی می گردد، به گونه ای که حداقل رطوبت در گرم ترین ماه های سال یعنی خرداد- تیر و مرداد ۱۰ درصد و حداکثر آن ۳۳ درصد می باشد و حداکثر میزان رطوبت نسبی در ماه های زمستانی آذر و دی به ۸۱ درصد می رسد. از این رو به علت رویش گیاهی نسبتاً خوب که به یمن بارش کافی در طول سال وجود دارد، بخشی از رطوبت هوا از طریق تبخیر و تعریق گیاهی تأمین می گردد. علاوه بر این وجود باغ های قصرالدشت و مناطق شمال غربی شیراز، در تلطیف هوای مناطق یک و شش شهرداری شیراز نقش مؤثری ایفا می کند ولی برای دیگر مناطق شیراز بایستی تمهیدات لازم اندیشیده شود.

بارش: نوع بارندگی در منطقه ی شهری شیراز مانند فلات داخلی ایران زمستانی است. میزان بارندگی سالانه از سالی به سال دیگر تغییر می یابد. بارندگی شیراز به صورت دوره ای است. گاهی چندین سال بارندگی ها زیاد و گاهی هم چندین سال پیاپی کم باران و خشکسالی فرا می رسد. به طور کلی ریزش باران منظم نیست و هر سال ممکن است تغییر کند.

- شکل گیری بافت و معماری شیراز در رابطه با محیط فیزیکی و اقلیمی

یکی از عوامل مؤثر بر بافت و سیمای شهرها، عوامل محیطی است که در زمینه های زیر می تواند بر شهر اثر گذارد؛

۱- اجازه ی ورود بادهای مناسب به داخل بافت

-دادن جهت مناسب به ابنیه، جهت استفاده لازم از نورآفتاب با توجه به شرایط اقلیمی

-سد کردن راه ورود بادهای نامطلوب

-نقش عوامل محیطی در نوع مصالح

-تغییر مقدار شیشه ی مصرفی با توجه به دما و زاویه ی تابش

-نقش عوامل محیطی در تعیین و نوع تأسیسات شهری مانند تأسیسات خنک کننده و گرم کننده

-تأثیر محیط بر شبکه ی معابر در ایجاد سطوح سایه، معابر تنگ و ... (داریوش، ۱۳۹۱).

آنچه در ترکیب معماری و بافت شهرهای ایران از جمله شیراز می توان مشاهده کرد این است که عامل آب و هوا در دادن شکل منطقی به بافت شهرها و ترکیب معماری این نواحی نقش عمده ای داشته و مسائل آب و هوایی همیشه به صورت مشکلات حاد برای مردم این نواحی مطرح بوده است. این مشکلات در طول هزاران سال مردم را به یافتن راه حل هایی هدایت نموده که به طور حیرت انگیزی جنبه های آزاردهنده ی آب و هوایی را کم و از جنبه های راحتی بخش آن بهره می گیرد.

- بادگیر

از آنجایی که این پژوهش به مطالعه محاسباتی ویژگی های کالبدی و عملکرد حرارتی بادگیر جهت بهینه سازی طراحی آن در شهر شیراز می پردازد لذا به تعریف بادگیر می پردازیم.

بادگیر برج هایی هستند که برای تهویه و خنک سازی بر بام خانه ها ساخته می شود. بادگیر همان گونه که از نام آن پیداست با هدایت جریان باد و بهره گیری از انرژی پاک طبیعت، در تعدیل دما و رسانیدن دمای فضای سکونت به دمای در حد آسایش انسان نقش موثری داشته است. بادگیرها از بهترین تمهیدات برای به گردش درآوردن جریان هوا و ایجاد سرمایش در ساختمان های قدیمی بوده اند. بادگیرها به طور کلی از چهار قسمت ستون، تیغه ها، دهانه و سقف تشکیل می شوند. در شهر شیراز، ارگ کریم خانی دارای ۶ بادگیر بوده که هم اینک گردشگران تنها یکی از این سازه های تاریخی را می توانند در ضلع غربی بنا ببینند؛ سازه ای که به صورت نمادین و بنابر اسناد و تصاویر قدیمی، متعلق به دوره قاجار و بازسازی شده است. بادگیرهایی که در عمارت بناهای مذهبی و تاریخی شیراز ساخته شده، از نظر معماری و سازه ای با بادگیرهای مناطق مختلف کشور متفاوت است. در اکثر شهرهای جنوبی و مناطق گرمسیری، بادگیرها دارای ارتفاع بوده و کانال های آنها به فضای زیرزمینی می رسد. عمده بادگیرهای مناطق مختلف کشور دارای حوض خانه در زیرزمین است

تا جریان هوا با برخورد به آب خنک شود، اما بادگیرهای موجود در شیراز و عمده شهرهای فارس فاقد حوض خانه می باشد. در خانه های تاریخی شیراز مانند بصیری، دخانچی و فروغ الملک که قدمتشان به دوره قاجار می رسد، بادگیرها به فضای زیرزمین نمی رسند. بادگیرها از جمله سازه هایی است که در اکثر خانه های اعیانی و اشرافی فارس ساخته می شد و هم اینک تعداد آنها در سراسر استان انگشت شمار است چرا که گذشت زمان موجب شده این سازه ها تخریب شود.



20-جدول زمان بندی مراحل اجرا (مقطع کارشناسی ارشد حداقل 6 ماه و مقطع دکتری حرفه ای و تخصصی حداقل 12 ماه)													
زمان کل برحسب ماه												شرح فعالیت	ردیف
ماه 12	ماه 11	ماه 10	ماه 9	ماه 8	ماه 7	ماه 6	ماه 5	ماه 4	ماه 3	ماه 2	ماه 1		
												مطالعات کتابخانه ای	1
												جمع آوری اطلاعات	2
												تجزیه و تحلیل داده ها	3
												نتیجه گیری و نگارش پایان نامه	4
۱۲ ماه												طول مدت اجرای تحقیق	5

21- آیا برای انجام تحقیقات نیاز به استفاده از امکانات آزمایشگاهی واحد است؟ ☐ خیر ☐ خیر



ردیف	نوع آزمایشگاه	تجهیزات مورد نیاز	مواد و وسایل	مقدار مورد نیاز

22- هزینه‌های مواد و وسایل (وسایلی که صرفاً از محل اعتبار طرح تحقیق باید خریداری شوند)

نام ماده یا وسیله	مقدار مورد نیاز	مصرفی - غیر مصرفی	شرکت سازنده	قیمت واحد		قیمت کل	
				ریالی	ارزی	ریالی	ارزی
جمع کل							

23- آیا برای انجام تحقیقات نیاز به حمایت از سایر مراکز خارج از واحد است؟ ☐ خیر ☐ خیر

ردیف	نام مرکز/مؤسسه	بودجه ریالی	بودجه ارزی	تجهیزات و تسهیلات

24- فهرست منابع و مأخذ (فارسی و غیر فارسی) مورد استفاده در پایان نامه

این قسمت با توجه به راهنمای نگارش پایان نامه ها که در سایت دانشگاه به آدرس aun.ac.ir/proposals قرار گرفته است، مطابق با ساختار پیشنهادی دانشکده مربوطه، نگارش و تدوین شود.

- مهدوی نژاد، محمدجواد؛ جوانرودی، کاوان. (۱۳۹۰) مقایسه تطبیقی اثر جریان هوا بر دو گونه بادگیر یزدی و کرمانی، نشریه هنرهای زیبا، معماری و شهرسازی، شماره ۴۸، صص ۶۹-۷۰.
- سازمان مدیریت و برنامه ریزی، ۱۳۷۵، آمارنامه استان فارس، سالنامه ی آماری کشور.
- شاطریان، رضا، ۱۳۸۸، اقلیم و معماری، تهران، چاپ دوم، انتشارات سیمای دانش.
- داریوش، بابک، ۱۳۹۱، انسان، طبیعت و معماری، تهران، چاپ سوم، انتشارات علم و دانش.
- Roga, S., Bardhan, S., Kumar, Y. and Dubey, S.K., 2022. Recent technology and challenges of wind energy generation: A review. Sustainable Energy Technologies and Assessments, 52, p.102239.
- Nazir, M.S., Mahdi, A.J., Bilal, M., Sohail, H.M., Ali, N. and Iqbal, H.M., 2019. Environmental impact and pollution-related challenges of renewable wind energy paradigm—a review. Science of the Total Environment, 683, pp.436-444.



- Zha, X., Zhang, J. and Qin, M., 2017. Experimental and numerical studies of solar chimney for ventilation in low energy buildings. *Procedia Engineering*, 205, pp.1612-1619.
- Montazeri, H. and Montazeri, F., 2018. CFD simulation of cross-ventilation in buildings using rooftop wind-catchers: Impact of outlet openings. *Renewable Energy*, 118, pp.502-520.
- Zhong, W., Xiao, W. and Zhang, T., 2023. Numerical investigations on natural ventilation in atria of China's Southern Yangtze vernacular dwellings. *Sustainable Cities and Society*, 89, p.104341.
- Zaki, A. and Sharma, R., 2023. Wind-tunnel analysis of turbulent flow in cross-ventilated buildings with windcatchers: Impact of surrounding buildings. *Building and Environment*, 244, p.110826.
- M. Sadeghi, B. Samali, G. Wood, R. de Dear, Comfort cooling by wind towers in the Australian residential context e experimental wind tunnel study of comfort, *J. Wind Eng. Ind. Aerod.* 196 (2020) 104014.
- A. Heidari, S. Sahebzadeh, Z. Dalvand, Natural ventilation in vernacular architecture of Sistan, Iran; Classification and CFD study of compound rooms, *Sustain. Times* 9 (2017) 1048.
- Liu, M., Nejat, P., Cao, P., Jimenez-Bescos, C. and Calautit, J.K., 2024. A critical review of windcatcher ventilation: Micro-environment, techno-economics, and commercialisation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 191, p.114048.
- M. Sadeghi, G. Wood, B. Samali, R. de Dear, Effects of urban context on the indoor thermal comfort performance of windcatchers in a residential setting, *Energy Build.* 219 (2020) 110010.
- Zafarmandi, S. and Mahdaveinejad, M., 2021. Technology of modern windcatchers: A review. *Int. J. Architect. Eng. Urban Plan*, 31(3), pp.1-11.
- Alsailani, M., Montazeri, H. and Rezaeiha, A., 2021. Towards optimal aerodynamic design of wind catchers: Impact of geometrical characteristics. *Renewable Energy*, 168, pp.1344-1363.
- Dehghan, A.A., Esfeh, M.K. and Manshadi, M.D., 2013. Natural ventilation characteristics of one-sided wind catchers: experimental and analytical evaluation. *Energy and Buildings*, 61, pp.366-377.
- Nejat, P., Calautit, J.K., Majid, M.Z.A., Hughes, B.R., Zeynali, I. and Jomehzadeh, F., 2016. Evaluation of a two-sided windcatcher integrated with wing wall (as a new design) and comparison with a conventional windcatcher. *Energy and Buildings*, 126, pp.287-300.
- Cruz-Salas, M.V., Castillo, J.A. and Huelsz, G., 2018. Effect of windexchanger duct cross-section area and geometry on the room airflow distribution. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, 179, pp.514-523.
- Hosseinnia, S.M., Saffari, H. and Abdous, M.A., 2013. Effects of different internal designs of traditional wind towers on their thermal behavior. *Energy and Buildings*, 62, pp.51-58.
- Krishnan, H.H., Ashin, K.K., Muhammed, A.A. and Ayalur, B.K., 2023. Experimental and numerical study of wind tower integrated with solar heating unit to meet thermal comfort in buildings during cold and sunny climate conditions. *Journal of Building Engineering*, 68, p.106048.
- Khakzand, M., Deljouiee, B., Chahardoli, S. and Siavashi, M., 2024. Radiative cooling ventilation improvement using an integrated system of windcatcher and solar chimney. *Journal of Building Engineering*, 83, p.108409.
- Saifi, N., Baadi, A., Ghedamsi, R., Guerrou, A. and Settou, N., 2024. An experimental study and numerical simulation of natural ventilation in a semi-arid climate building using a wind catcher with evaporative cooling system and solar chimney. *Journal of Building Engineering*, 85, p.108475.

25- پی نوشت (کلمات معادل یا نکات لازم در این قسمت آورده شود. شماره‌ها باید به ترتیبی که در متن استفاده شده، باشد.)