دانشکده فنی و مهندسی

گروه مکانیک

بررسی و بهینه‌سازی استفاده از انرژی باد در تهویه ساختمان

استاد راهنما:

دکتر مصطفی رحیمی

توسط:

مهدی جوادی نوده

پاییز ۱۳۹۰

سپاسگزاری

اکنون که با یاری خداوند متعال توانستم این تحقیق را به پایان برسانم از زحمت بیکران لایزالش سپاسگزارم و به رسم احترام و ادب:

از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر مصطفی رحیمی که افتخار شاگردی ایشان را داشتم، به خاطر تمام راهنمایی ها و مساعدت های بی دریغشان در طی انجام این پایان نامه، نهایت تشکر و امتنان را دارم. از جناب آقایان دکتر ابراهیم عبدی و دکتر بهروز میرزایی ضیاپور که زحمت بازخوانی و داوری پایان نامه را بر عهده داشتند تشکر می کنم. از تمام دوستانم که همیشه به بنده لطف داشته اند و به خاطر انبوه تعدادشان از آوردن نام زیبای آنها قاصرم، تمام صمیمانه سپاسگزارم و برایشان از درگاه ایزد منان بهترین ها را آرزومندم. در انتها از خانواده ام برای حمایت ها و دلسوزی های مستمر در تمام طول زندگیم، سپاسگزارم. امیدوارم با این کلمات ناچیز توانسته باشم از زحمات افرادی که مرا در پیمودن این راه کمک کردند قدردانی کرده باشم.

تقدیم به:

پدر مهربان

و مادر فداکار

و تمامی معلمان دلسوزم

نام خانوادگی دانشجو: جوادی نوده **نام:** مهدی

عنوان پایان نامه: بررسی و بهینه‌سازی استفاده از انرژی باد در تهویه ساختمان

استاد راهنما:دکتر مصطفی رحیمی

مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد **رشته:** مهندسی مکانیک **گرایش:** تبدیل انرژی **دانشگاه:** محقق اردبیلی

دانشکده: فنی و مهندسی **تاریخ فارغ التحصیلی:**۱۳۹۰ **تعداد صفحات:**۶۵

واژه های کلیدی:

انرژی باد، تهویه طبیعی، هواکش، جدایش در جریان سیال،

چکیده:

تهویه اجباری فضاهای مختلف با مصرف انرژی انجام می‌گیرد. استفاده از تهویه طبیعی می‌تواند برای کاهش مصرف انرژی راهکار مناسبی باشد. در این مطالعه ابتدا به انواع روش‌های تهویه طبیعی با استفاده از انرژی باد و مقدار کارایی آنها به ویژه هواکش با لوله قائم پرداخته شده است. بیشترین مقدار مکش در هواکش‌های متصل به لوله قائم که با انرژی باد کار می کنند، هواکش پدیده می‌باشد. این هواکش با استفاده از پدیده جدایش در سیالات عمل کرده و یک ناحیه فشار منفی در نوک لوله قائم ایجاد می‌کند. فشار منفی ایجاد شده در نوک لوله قائم باعث می‌شود که هوای داخل اتاق را به بیرون هدایت کند و عمل تهویه را انجام دهد. در این مطالعه تجربی ابتدا با استفاده از یک نیم‌کره توخالی نصب شده در انتهای یک لوله قائم به عنوان کلاهک ایرودینامیکی به این نتیجه واقف شدیم که مکشی همانند هواکش پدیده اتفاق می‌افتد. سپس با استفاده از سطوح با اشکال هندسی مختلف آزمایش تکرار گردید. نتایج به دست آمده نشان داد که در همه موارد فوق مکشی در همان حدود ایجاد می‌شود. سپس با توجه به قطر لوله هواکش، اندازه و موقعیت بهینه برای سطوح مورد آزمایش تعیین گردیدند.

فهرست .....صفحه

فصل اول: مقدمه..... ۱

۱-۱ مقدمه ۲

۱-۲ انواع روشهای تهویه طبیعی..... ۴

۱-۲-۱ تهویه عرضی ۴

۱-۲-۲ محیط حیاط ودهلیز ۵

۱-۲-۳ دیوار باله ای ۶

۱-۲-۴ دودکش ۷

۱-۲-۵ بادگیر..... ۸

۱-۲-۶ ترکیب ونتیلاتور سقفی و پنجره ۱۰

۱-۲-۷ هواکش دو جداره ۱۱

۱-۲-۸ بادگیر سقفی ۱۲

۱-۲-۹ هواکش مکشی یا فشاری ۱۴

۱-۲-۱۰ باله مکشی ۱۶

۱-۲-۱۱ توربین تهویه ۱۷

۱-۲-۱۲ هواکش پدیده ۲۰

۱-۲-۱۳-۱ اساس علمی عملکرد هواکش پدیده ۲۱

۱-۲-۱۳-۲ مقایسه سرعت هواکش پدیده با هواکشهای توربینی باد(تنها نمونه مشابه) ۲۱

۱-۳ مفهوم لایه مرزی و پدیده جدایش ۲۵

۱-۴ توزیع فشار پیرامون اشکال مختلف هندسی ۲۸

۱-۴-۱ توزیع فشار اطراف کره ۲۸

۱-۴-۲ توزیع فشار پیرامون استوانه ۲۹

۱-۴-۳ توزیع فشار حول صفحه عمود بر جریان..... ۳۰

۱-۵ اهداف تحقیق ۳۲

فصل دوم : مواد و روش‌ها ۳۳

۲-۱ تولید جریان هوا ۳۳
۲-۲ اندازه‌گیری مقدار مکش لوله هواکش..... ۳۵
۲-۳ اشکال هندسی مورد استفاده برای تقویت مکش ۳۷
فصل سوم: نتایج و بحث ۳۹
۳-۱ بیان نتایج تجربی توزیع سرعت، برای جریان خروجی دریچه اتاق..... ۴۰
۳-۲ نمایش کانتورهای توزیع سرعت از دهانه دریچه اتاق تا ۷۰ سانتیمتر جلوتر از دریچه ۴۲
۳-۳ نتایج حاصل شده برای سرعت مکش هوا به درون لوله هواکش..... ۴۶
۳-۳-۱ استفاده از شکل هندسی نیمکره ۴۶
۳-۳-۲ استفاده از شکل هندسی دیسک..... ۵۳
۳-۴ مقایسه کلاهک نیم کره ودیسک با هواکش پدیده ۵۹
فصل چهارم: نتیجه‌گیری و پیشنهاد ۶۱
۴-۱ نتیجه‌گیری ۶۲
۴-۲ پیشنهادات ۶۳
منابع ۶۴

فهرست اشکال .....صفحه

شکل (۱–۱) نمایی از چند تهویه عرضی مختلف ۴

شکل (۱–۲) تصاویرمحیط حیاط و دهلیز ۵

شکل (۱–۳) نمایی از دیوار باله ای ۶

شکل (۱–۴) نمایی از خانه های سنتی در آفریقا با سقف گنبدی ۷

شکل (۱–۵) نحوه عملکرد بادگیر مورد استفاده شده در ایران ۸

شکل (۱–۶) بادگیر بدون سرداب ۸

شکل (۱–۷) نمایش استفاده از بادگیر و دودکش خورشیدی..... ۹

شکل (۱–۸) شکل ترکیب ونتیلاتور سقفی وپنجره ۱۰

شکل (۱–۹) نمایی از هواکش دو جداره ۱۱

شکل (۱–۱۰) نمایی از بادگیر سقفی..... ۱۲

شکل (۱–۱۱) نمودار تغییرات دبی تهویه با سرعت جریان باد برای بادگیر سقفی در زوایای مختلف باد ۱۳

شکل (۱–۱۲) نمایی از هواکش از نوع فشار منفی ۱۴

شکل (۱–۱۳) نمایی هواکش از نوع فشار مثبت ۱۵

شکل (۱–۱۴) نمودار مقدار عملکرد هواکش فشاری برای پنج نوع دریچه باابعاد مختلف،در سرعتهای مختلف باد ۱۵

شکل (۱–۱۵) تصویری از باله مکشی ۱۶

شکل (۱–۱۶) نمایی از روش کارایی باله مکشی ۱۶

شکل (۱–۱۷) نمایی از چهار نوع مختلف توربین تهویه ۱۷

شکل (۱–۱۸) نمودار مقایسه مقدار کارایی چهار توربین تهویه مختلف ۱۸

شکل (۱–۱۹) نمودار مقایسه عملکرد توربین تهویه با بادگیر سقفی و باله مکش ۱۹

شکل (۱–۲۰) نمایی از اندازه گیری هواکش با روش استاندارد استرالیا–نیوزیلندAs/N7S 4740:2000 ..... ۱۹

شکل (۱–۲۱) نمایی از هواکش پدیده ۲۰

شکل (۱–۲۲) نمودار مقایسه کارایی هواکش پدیده با توربین تهویه ۲۲

شکل (۱–۲۳) نمودار مکش کلاهک پدیده ولوله نمره ۱۰ به تنهایی در زاویه صفر درجه ۲۳

شکل (۱–۲۴) طرحواره شماتیکی از لایه مرزی ۲۵

شکل (۱–۲۵) شکل تولید گردابه وجدایش بر روی استوانه عمود بر جریان ۲۶

شکل (۱–۲۶) خطوط جریان در لایه مرزی در نزدیکی نقطه جدایی ۲۷

شکل (۱-۲۷) توزیع فشار حول کره برای سه حالت جریان غیر لزج و جریان آشفته وآرام ۲۸
شکل (۱-۲۸) نمودار توزیع فشار حول استوانه برای جریان غیرلزج و لزج..... ۲۹
شکل (۱-۲۹) نمای شماتیک آزمایش تاموتسو ایگاراشی ۳۰
شکل (۱-۳۰) نمودار توزیع فشار حول صفحه عمود بر جریان برای در رینولدز $۵/۱\times۱۰^{۴}$ ۳۰
شکل (۲-۱) طرحواره ای از تولید جریان یکنواخت توسط اتاق تلاطم گیر ۳۵
شکل (۲-۲) نمایی از سرعت سنج testo..... ۳۵
شکل (۲-۳) روش اندازه گیری سرعت مکش در لوله قائم ۳۶
شکل (۲-۴) نقاط اندازه‌گیری شده در مقطع لوله..... ۳۶
شکل (۲-۵) نمایش مختصات های مورد آزمایش شده ۳۸
شکل (۲-۶) نمایش دو حالت مختلف برای صفحه تخت در مختصات (۰،۵-) ونیم کره در مختصات (۰،۰) ۳۸
شکل (۳-۱) کانتورهای توزیع سرعت را در دهانه دریچه اتاق در سرعت۰.۸ متر بر ثانیه ۴۱
شکل (۳-۲) کانتورهای توزیع سرعت را در دهانه دریچه اتاق در سرعت۵.۵ متر بر ثانیه ۴۱
شکل (۳-۳) کانتورهای توزیع سرعت از دهانه دریچه تا ۷۰ سانتیمتر جلوتر از دهانه در سرعت باد۱متربرثانیه ۴۲
شکل (۳-۴) نمودار نوسانات سرعت در روی خط افقی وسط دریچه تا ۴۰ سانتیمتر جلوتر..... ۴۳
شکل (۳-۵) نمودار نوسانات سرعت در روی خط عمودی وسط دریچه تا ۴۰ سانتیمتر جلوتر ۴۳
شکل (۳-۶) نمایی شماتیک از خطوط جریان فشرده شده در مقطع BC ۴۴
شکل (۳-۷) کانتورهای توزیع سرعت از دهانه دریچه تا ۷۰ سانتیمتر جلوتر از دهانه در سرعت باد ۳ متر بر ثانیه..... ۴۵
شکل (۳-۸) مقدارمکش کلاهک نیم کره باقطرهای ۱۵و۲۰و۲۵و۳۰ در مختصات (۰،۰) ۴۶
شکل (۳-۹) مقدار نوسانات سرعت مکش برای چهار قطر مختلف نیم کره در مختصات(۰.۰) ۴۷
شکل (۳-۱۰) نمودار مقدارمکش کلاهک نیم کره با قطرهای ۱۵و۲۰و۲۵و۳۰ در مختصات (۰،۵-) ۴۷
شکل (۳-۱۱) نمودار مقدارمکش کلاهک نیم کره با قطرهای ۱۵و۲۰و۲۵و۳۰ در مختصات (۰،۱۰-)..... ۴۸
شکل (۳-۱۲) نمودار مقدارمکش کلاهک نیم کره با قطرهای ۱۵و۲۰و۲۵و۳۰ در مختصات (۵-،۰) ۴۹
شکل (۳-۱۳) نمودار مقدارمکش کلاهک نیم کره با قطرهای ۱۵و۲۰و۲۵و۳۰ در مختصات(۱۰-،۰) ۴۹
شکل (۳-۱۴) نمودار مقدارمکش کلاهک نیم کره با قطرهای ۱۵و۲۰و۲۵و۳۰ در مختصات (۵-،۵-)..... ۵۰
شکل (۳-۱۵) نمودار مقدارمکش کلاهک نیم کره با قطرهای ۱۵و۲۰و۲۵و۳۰ در مختصات(۵-،۱۰-)..... ۵۱
شکل (۳-۱۶) نمودار مقدارمکش کلاهک نیم کره با قطرهای ۱۵و۲۰و۲۵و۳۰ در مختصات(۱۰-،۵-)..... ۵۱
شکل (۳-۱۷) نمودار مقدارمکش کلاهک نیم کره با قطرهای ۱۵و۲۰و۲۵و۳۰ در مختصات(۱۰-،۱۰-)..... ۵۲
شکل (۳-۱۸) نمودار مقدار نوسانات سرعت مکش برای چهار قطر مختلف نیم کره در مختصات(۱۰-،۱۰-) ۵۲
شکل (۳-۱۹) نمودار مقدارمکش کلاهکهای دیسکی به قطرهای ۳۰و۲۵،۲۰،۱۵،۱۰ درمختصات(۰.۰) ۵۳

شکل (۳-۲۰) مقدارمکش کلاهکهای دیسکی به قطرهای ۳۰و۲۵، ۱۰،۱۵،۲۰ درمختصات (۰،۵-) ۵۴
شکل (۳-۲۱) مقدارمکش کلاهکهای دیسکی به قطرهای ۳۰و۲۵، ۱۰،۱۵،۲۰ درمختصات (۰،۱۰-)..... ۵۴
شکل (۳-۲۲) نمودار مقدارمکش کلاهکهای دیسکی به قطرهای ۳۰و۲۵،۲۰،۱۵،۱۰درمختصات(۵-،۰) ۵۵
شکل (۳-۲۳) نمودار مقدارمکش کلاهکهای دیسکی به قطرهای ۳۰و۲۵،۲۰،۱۵،۱۰درمختصات(۱۰-،۰) ۵۵
شکل (۳-۲۴) نمودار مقدارمکش کلاهکهای دیسکی به قطرهای ۳۰و۲۵،۲۰،۱۵،۱۰درمختصات(۵-،۵-) ۵۶
شکل (۳-۲۵) نمودار مقدارمکش کلاهکهای دیسکی به قطرهای ۳۰و۲۵،۲۰،۱۵،۱۰درمختصات(۵-،۱۰-)..... ۵۶
شکل (۳-۲۶) نمودار مقدارمکش کلاهکهای دیسکی به قطرهای ۳۰و۲۵،۲۰،۱۵،۱۰درمختصات(۱۰-،۵-)..... ۵۷
شکل (۳-۲۷) نمودار مقدارمکش کلاهکهای دیسکی به قطرهای ۳۰و۲۵،۲۰،۱۵،۱۰درمختصات(۱۰-،۱۰-) ۵۷
شکل (۳-۲۸) نمودار مقدار نوسانات سرعت مکش در هشت حالت کلاهک دیسکی ۵۸
شکل (۳-۲۹) نمودار مقدار نوسانات سرعت مکش در مختصات (۱۰-،۱۰-) برای دیسک ۵۸
شکل (۳-۳۰) نمودار مقایسه کلاهک نیم کره و دیسک با هواکش پدیده ۵۹

فهرست جداول ..... صفحه

جدول (۱-۱) عملکرد و نرخ مکش بادگیرسقفی درسرعتهای مختلف باد ۱۴
جدول (۱-۲) مقایسه سرعت مکش ودمش هواکش پدیده با توربین تهویه ۲۲
جدول (۱-۳) مقدار مکش هواکش پدیده در زوایای مختلف باد ۲۳
جدول (۲-۱) جدول کالیبراسون دیتالاگر سرعت‌سنج هات‌وایر ۳۷
جدول (۳-۱) مقدار نوسانات باد خروجی وبیشترین وکمترین مقدار آنها ۴۲

فصل اول

مقدمه

۱-۱ مقدمه:

ضرورت صرفه جویی در مصرف انرژی در دنیا با بروز بحران انرژی در نیمه دوم دهه ۱۹۷۰ میلادی مطرح شد و تاکنون در زمینه های مختلف پیشرفت قابل توجهی داشته است. در سال ۱۹۷۳، کشورهای تولید کننده نفت خام، قیمت محصولات نفتی خود را به شدت افزایش دادند و این امر باعث شد که بسیاری از کشورهای جهان مخصوصا مصرف کنندگان عمده نفت خام، در جهت کاهش وابستگی به نفت و سایر منابع انرژی فسیلی گام بردارند[امیدوارا،۱۳۸۳]. انرژی های تجدید پذیر به دلیل محاسنی از قبیل عدم دارا بودن هزینه اولیه، عدم ایجاد آلودگی محیط زیست، ساده بودن ساختمان و طرز کار تجهیزات و عدم تعمیر ونگهداری و سرو صدا با استقبال زیادی روبرو می باشد. نظر به اینکه مقدار انرژی مصرفی در بخش تهویه ساختمان روند روبه رشدی داشته است وبه علت محدود بودن انرژیهای فسیلی، در این مطالعه سعی برآن می‌رودکه با استفاده از انرژی باد بتوان گامی در کاهش مصرف انرژِی دربخش صنعت تهویه برداشت. در این فصل می‌خواهیم ابتدا مروری بر مطالعات و روش‌های استفاده از انرژی باد برای تهویه داشته باشیم. سپس با توجه به آخرین پیشرفت‌ها و طرح‌های موجود در این زمینه، برای بهبودسازی این سیستم‌ها گامی برداشته شود.

بنابه روایات، از شش قرن قبل از میلاد تا کنون باد را هوای متحرک می دانند. حرکت هوا به دلیل اختلاف فشار جو است، یعنی هوای قسمتی از جو به دلیل جذب گرمای بیشتر از خورشید و زمین، گرم و سبکتر از هوای قسمت مجاور شده، بالا می رود. در مقابل، هوای بخشی ازجو که مجاور قسمت سرد زمین است سرد وسنگین می شود و فرو می نشیند. همزمان با این جابه جایی قائم، انتقال افقی هوا نیز رخ می دهد. هوای متراکم و سنگین نزدیک زمین به زودی جای هوای سبک صعود کرده را می گیرد و ازاین جابه جایی افقی هوا باد تولید می شود.

باد در روی زمین عامل مهمی برای تبادل گرما، رطوبت و انتقال ذرات ذره بینی و غیر ذره بینی از نقطه ای به نقطه دیگر است که این امر از لحاظ اقلیمی در فراهم آوردن آسایش انسان یا اخلال در آن، چه از جهت گرمایی و چه از لحاظ راحتی رفتاری، در محیط بیرون و درون ساختمان نقش مهمی دارد. باد از جمله پدیده های جوی است که رحمت و زحمت آن برکسی پوشیده نیست.

همه‌ی ما شاهد این تجربه بوده ایم که در هوای گرم از رحمت هوای متحرک، بهره می‌جوییم و چنانچه به طور طبیعی وجود نداشته باشد از اشیاء دوروبر خود وسیله ای(مثلا به شکل باد بزن) برای به جریان انداختن هوای اطراف و باد زدن خود می‌سازیم تا احساس خنکی کنیم. این احساس تا زمانی وجود دارد که دمای محیط ازدمای بدن بیشتر نشود. بر عکس، در محیط سرد از زحمت هوای متحرک دوری می‌جوییم و در صورت وزش باد بالا زدن یقه کت و پالتو و پایین آوردن لبه کلاه و استفاده از شال و عینک می‌کوشیم تا از سطح تماس بدن با هوای متحرک کاسته شود. بنابراین، مردم رابطه میان باد و آسایش حرارتی را به صورت تجربی شناخته اند و بدان توجه دارند.

ارسطو در چهار قرن قبل از میلاد می‌نویسد: سالم ترین شهرها آنهایی هستند که برفراز زمینی با شیب متمایل به شرق بنا شدند تا از مزایای نسیم صبح برخوردار باشند. ویترویوس معمار رومی یک قرن قبل از میلاد می نویسد: بعد از برپایی حصار شهر، نوبت به تقسیم بندی زمین، خانه ها و کوچه ها می‌رسد که باید با توجه به شرایط اقلیمی انجام شود. مجموعه خانه ها و کوچه ها هنگامی بالاترین کارآیی را دارد که برای حفاظت کوچه ها در مقابل بادهای مزاحم پیش بینی لازم شده باشد.

یکی از مظاهر و سمبل تمدن ایرانی بادگیر است. بادگیر، برج هایی بلند است که برای تهویه ساختمان بر بام خانه ها ساخته می‌شود. بادگیر را همچنین بالای آب انبارها و دهانه معدن برای تهویه می‌سازند. بادگیرها با اشکال مختلف در بسیاری از شهرهای مرکزی و جنوبی ایران بر حسب سرعت وجهت باد طراحی و اجرا شده اند. از نام های باستانی و گوناگون آن مانند واتفر، بادهنج، باختان،خیسود،خویش خوان ماسوره و هواکپ بر می‌آید که پدیده های بس کهن است. باد پس از برخورد باسقف فوقانی به درون کانالهایی هدایت می‌شود که با سطح آب داخل حوض خانه برخورد کرده(مثل بادگیر باغ دولت آبادیزد) و فضای داخل اتاق را خنک می‌کند و در مناطق مرطوب باد از کانالهای خشک عبور می‌کند(مثل بادگیرهای بنادر جنوبی)تا رطوبت آن کم شده و فضای اتاق را تهویه کند[رازجویان،۱۳۸۶].

منظور از تهویه طبیعی استفاده از فرآیند جابه جایی هوای داخل ساختمان، بدون بهره گرفتن از دستگاههای تاسیساتی و صرف انرژی فسیلی با هوای تازه خارج است. با پیشرفت جوامع بشری روشهای نوینی برای تهویه طبیعی ابداع شده است که به توضیح آنها می‌پردازیم.

۱- ۲ انواع روشهای تهویه طبیعی[1]

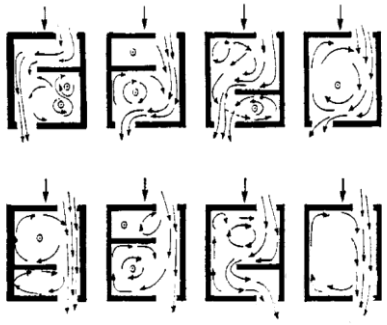
در این قسمت از مطالعه برای تفهیم و روشنتر شدن تعریف مسئله و جریان کاری به بررسی عملکرد انواع روش‌های تهویه طبیعی از گذشته تا روش‌های مدرن می‌پردازیم.

۱-۲-۱تهویه عرضی[2]:

منظور از تهویه عرضی یعنی در یک اتاق از یک دریچه یا پنجره هوا وارد شود و از دریچه یا پنجره دیگری خارج شود و به این صورت هوای اتاق تهویه شود. مطالعات بسیار زیادی در این زمینه صورت گرفته است که مقدار دبی تهویه شده به فرم پنجره وضریب تخلیه آنها و پارتیشن های موجود در اتاق و قرار گرفتن دریچه های ورودی و خروجی بستگی دارد.

در یک مطالعه آزمایشگاهی به بررسی تهویه عرضی باد در ساختمان های پارتیشن بندی شده در تونل باد پرداخته شد. در این مطالعه ضرایب تخلیه ورودی تحت شرایط مختلف جریان تعیین شده است. نتیجه این مطالعه این بود که حداکثر سرعت تهویه وقتی اتفاق می‌افتد که ارتفاع پایه دریچه در جهت باد ودریچه خروجی باهم مساوی باشند. پارتیشن های داخلی افت فشار در جریان هوای ورودی ایجاد کرده و سرعت تهویه ساختمان را کاهش می‌دهد[چیارن جوا وهمکاران[3]،۲۰۱۰].

با استفاده از تحلیل عددی در مطالعه‌ای به بررسی تهویه عرضی بادی در ساختمان ها و بررسی اشکال گوناگون دریچه ها و پنجره ها و سرعت وجهت باد پرداخته شد[آسفور و گادی[4]،۲۰۰۷]. در شکل (۱-۱) چند نمونه از تهویه عرضی با پارتیشن های مختلف مشاهده می‌شود.



شکل (۱-۱) نمایی از چند تهویه عرضی مختلف[راز جویان،۱۳۸۶]

1- natural ventilation
2-cross ventilation
3- Chia Ren chua et al
4- Asfour and Gadi

در دو شکل مشابه هم، با عوض شدن جای دریچه خروجی تغییرات ایجاد شده در اثر تهویه باد قابل ملاحظه خواهد بود.

۱-۲-۲ محیط حیاط ودهلیز[1]

این نوع معماری ساختمان از هزاران سال پیش در بعضی مناطق خاورمیانه و مدیترانه رایج بوده است. هر دو حیاط ودهلیز از لحاظ موقعیت در مرکز ساختمان قرار گرفته و با محیط بیرون ارتباط دارند. یک حیاط یک فضایی محصور می‌باشد که جریان هوا را به وسیله یک دریچه بزرگ در اطراف ساختمان به جریان می‌اندازد که باعث ایجاد تهویه می‌شود.

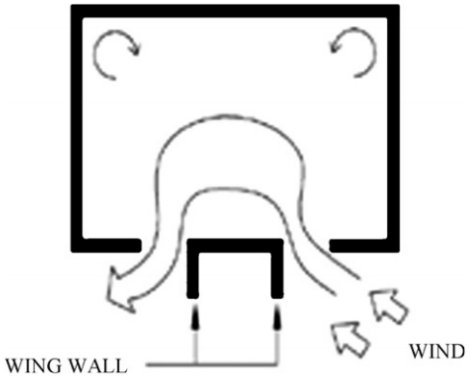
در مطالعه‌ای کارایی یک حیاط و دهلیز با هم مقایسه شدند[آل داود و همکاران[2]،۲۰۰۸]. در این مقاله با تغییر هندسه حیاط و دهلیز، تغییر در ابعاد ساختمان و شرایط آب و هوایی مختلف به این نتیجه رسیدند که یک حیاط برای ساختمان های با ارتفاع کمتر بازده بیشتری دارد. برای ساختمان های با ارتفاع زیاد دهلیز بهتر بوده و بازده بیشتری را خواهد داشت. زیرا یک دهلیز بلند مانند یک کانال با ارتفاع زیاد باعث تقویت اثر دودکشی شده و تهویه را افزایش می‌دهد. در تصویر(۱-۲) نمونه‌ای از یک حیاط و دهلیز نشان داده شده است.

شکل (۱-۲) تصاویرمحیط حیاط و دهلیز[رازجویان،۱۳۸۶]

1- Atria and court yards
2- Aldawoud et al

۱-۲-۳ دیوار باله ای[1]

روش دیگر تهویه طبیعی استفاده از دیوار باله‌ای می‌باشد. دیوار باله ای از دو دیوار در کنار پنجره تشکیل شده است، وقتی که باد به آن برخورد می‌کند یک طرف آن فشار مثبت پیدا می‌کند و طرف دیگر آن فشار منفی خواهد داشت. یک دیوار باله ای معمولا فقط در پنجره هایی که باد خور هستند و طرف باد قرار دارند استفاده می‌شود. جریان هوا از سمت فشار مثبت آن وارد اتاق می‌شود و از سمت فشار منفی خارج می‌شود. شکل (۱-۳) یک دیوار باله‌ای را که از نمای بالا نشان داده شده است، نشان می‌دهد، که باد از سمت راست وارد اتاق شده و ازسمت دیگر خارج می‌شود.



شکل (۱-۳) نمایی از دیوار باله‌ای[مک و همکاران،۲۰۰۷]

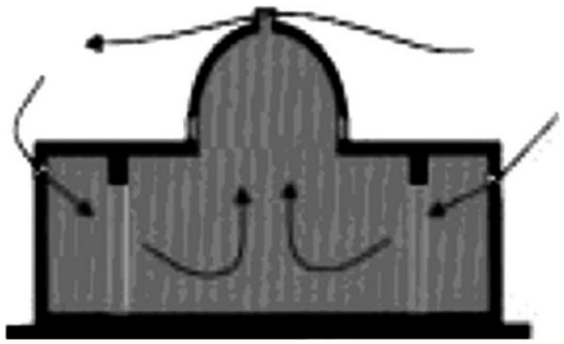
مطالعه‌ای تحت عنوان آنالیز عددی استفاده از دیوار باله‌ای در ساختمان انجام شد و به این نتیجه را داد که در هنگام استفاده از دیوار باله‌ای سرعت میانگین داخل اتاق ۴۰ درصد سرعت باد بیرون است در حالیکه بدون وجود دیوار باله‌ای فقط ۱۵ درصد سرعت بیرون می‌باشد[مک[2] ،۲۰۰۷] . ابعاد دیوار باله‌ای در این مقاله ذکر شده است. همچنین مطالعات عددی مدل شده در این مطالعه این مطلب را نشان می‌دهد که بیشترین کارایی دیوار باله‌ای وقتی اتفاق می افتد که زاویه باد برخوردی با آن ۴۵ درجه باشد.

1-wing wall
2- Mak

۱-۲-۴ دودکش[1]

وسیله دیگری برای بیرون کشیدن هوای داخل اتاق دودکش است. اساس کار این دودکش ها بر پایه اثر دودکشی[2] می باشد که متاثر از اختلاف دما وچگالی هوای داخل و بیرون خواهد بود. هوای گرمتر که چگالی کمتری دارد به سمت بالا رفته و هوای سردتر که چگالتر است جای آن را پر می کند وبه این ترتیب جریان هوای گرم از درون دودکش برقرار می‌شود. کلاهک دودکش باعث می‌شود که گردو غبار و حشرات و باران وارد ساختمان نشود. استفاده از سقف گنبدی نیز می‌تواند در تهویه خانه موثر باشد.

در مقاله‌ای تحت عنوان طراحی و شبیه سازی انرژی نو سیستم هوشیار، از هواکش در خانه های سنتی آفریقا که سقف آنها گنبدی می‌باشد استفاده شده است. در این مطالعه بیان شده است که در طول روز فقط ۴۰ درصد سقف این خانه ها در معرض نور خورشید می‌باشد. این امر باعث می‌شود که سقف خانه کمتر در معرض نور خورشید بوده و از بار گرمایی ساختمان کاسته شود. این بدان معنی است که یک قسمت گنبد از قسمت دیگر خنک‌تر است. طرف گرمتر جریان هوا را به سمت بالا هدایت می‌کند و دیواره طرف سردتر جریان را به سمت پایین سوق داده که تقریبا یک گردش هوایی در داخل این گنبد اتفاق می‌افتد که به اثر دودکش در ساختمان کمک می‌کند و هوای داخل اتاق از دودکش که در نوک گنبد است به بیرون هدایت می‌شود[گادی[3]،۲۰۰۰].

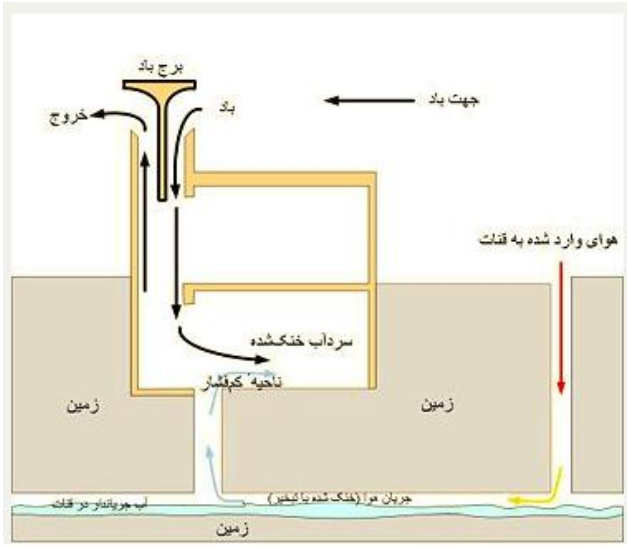


شکل(۱-۴) نمایی از خانه های سنتی در آفریقا با سقف گنبدی[گادی،۲۰۰۰]

1- Chimney Cowls
2- stack effect
3- Gadi

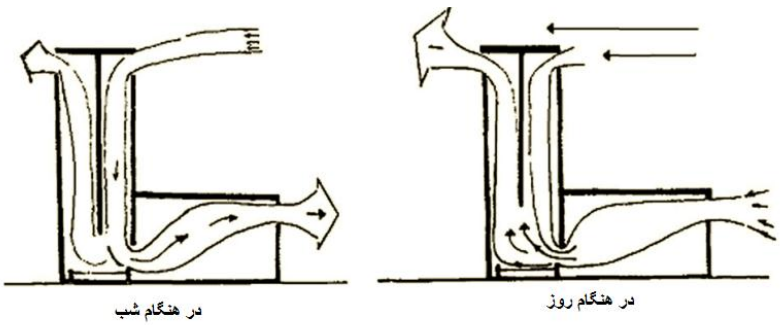
۱-۲-۵ بادگیر:

بادگیر همان طور که قبلا اشاره شد از اختراعات ایرانیان بوده است. در شکل (۱-۵) نمونه ای از یک بادگیر استفاده شده در ایران آورده شده است.



شکل(۱-۵) نحوه عملکرد بادگیر مورد استفاده شده در ایران[نشریه ساینتیفیک آمریکن،۲۰۰۸]

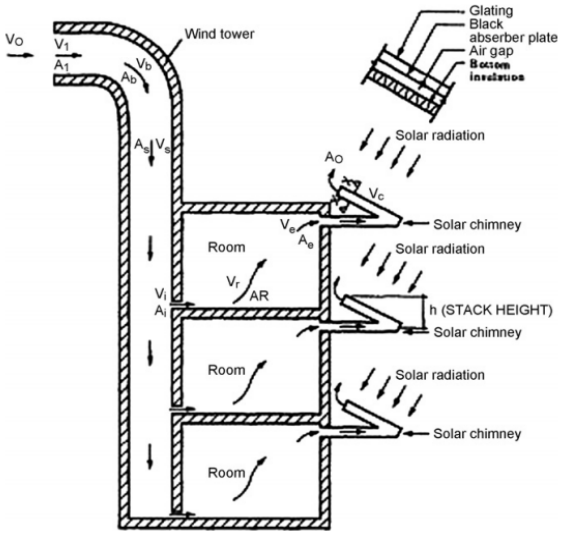
باد از نوک بادگیر وارد ساختمان شده و به ناحیه سرداب وارد می‌شود. با حرکت باد در داخل سرداب یک ناحیه کم فشار حاصل می‌شود. این ناحیه کم فشار باعث می‌شود هوای بیرون از طریق قنات مکیده شود و چون این جریان هوا از روی آب عبور می‌کند رطوبت زنی شده و دمای آن کاهش پیدا می‌کند و به داخل سرداب جریان پیدا می‌کند و از سمت مخالف باد، هوا خارج می‌شود. همچنین نوع دیگری از بادگیر در شکل (۱-۶) نشان داده شده است.



شکل (۱-۶) بادگیر بدون سرداب[نقمن‌خان وهمکاران،۲۰۰۸]

باد از بالای برج با فشار مثبت وارد مجرای کانال بادگیر شده و از روی دریچه یا پنجره اتاق عبور می‌کند و در آن نقطه ایجاد ناحیه کم فشار می‌کند که باعث مکش هوای اتاق می‌شود. در طرف مخالف باد مجرای دیگری در بادگیر وجود دارد که باد از روی آن عبور کرده و فشار منفی ایجاد می‌کند که به تسهیل تهویه کمک می‌کند. طرف مخالف باد، مجرای بادگیر اغلب به سمت خورشید است که اثر دودکشی را تقویت می‌کند و مکش بهتری انجام می‌شود. شکل سمت چپ عملکرد بادگیر را در هنگام شب نشان می‌دهد. در هنگام شب هوا از بادگیر با فشار مثبت وارد شده وچون هوا در شب سرد می‌شود که یک اثر دودکش معکوس در مجرای کانال بادگیر اتفاق می‌افتد و هوا از پنجره به داخل اتاق حرکت می‌کند و از پنجره دیگر خارج می‌شود. هوای سرد باعث می‌شود که دیواره برج خنک شود و سرمای آن ذخیره شود. این ذخیره سرمایی در دیواره برج از بار گرمایی در هنگام روزکم می‌کند[کاراکات سونیک[1]،۲۰۰۷].

یک مطالعه تحت عنوان مساعدت دودکش خورشیدی با بادگیر برای تهویه طبیعی ساختمان انجام شد. در این مقاله طراحی بادگیر با دمپرهای کنترلی و استفاده از کلکتور خورشیدی برای افزایش جریان هوا و تسهیل تهویه بررسی شده است[بانسان وهمکاران[2]،۱۹۹۴]. شکل (۱-۷) یک نمونه از بادگیر هوا با کلکتور خورشیدی را نشان می‌دهد.



شکل (۱-۷) نمایش استفاده از بادگیر و دودکش خورشیدی[بانسان وهمکاران،۱۹۹۴]

1- Karakatsonis
2- Bansal et al