



دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش تبدیل انرژی

مدل سازی هندسی و شبیه سازی جریان عبوری از یک مبدل حرارتی همراه با
یک فن جریان محوری

نگارنده

عبدالله منصوری مهربان

استاد راهنما

دکتر سید سعید بحرینیان

استاد مشاور

دکتر ابراهیم حاجی دولو

بسمه تعالی

دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی

(نتیجه ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد)

پایان نامه آقای عبدالله منصوری مهران دانشجوی رشته: مهندسی مکانیک

گرایش تبدیل انرژی

دانشکده مهندسی به شماره دانشجویی ۹۰۲۴۸۱۹

با عنوان:

مدل سازی هندسی و شبیه سازی جریان عبوری از یک مبدل حرارتی همراه با یک فن جریان محوری

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در تاریخ ۱۳۹۲/۱۱/۹ توسط هیئت داوران مورد ارزشیابی قرار گرفت

و با درجه عالی تصویب گردید.

امضا	مرتبه علمی	اعضاء هیئت داوران
	دانشیار	الف - استاد راهنما: دکتر سید سعید بحرینیان
	استاد	ب - استاد مشاور: دکتر ابراهیم حاجی دولو
	استادیار	ج - داور ۱: دکتر مازیار چنگیزیان
	استادیار	د - داور ۲: دکتر رضا باهوش کازرونی
	دانشیار	ه - نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر ابراهیم فرشیدی
	استادیار	۲- مدیر گروه: دکتر علی حاج نایب
	استادیار	۳- معاون پژوهشی دانشکده: دکتر علی حقیقی
	استاد	۴- مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه: دکتر مسعود قربان پور نجف آبادی

تتدعم به تو اى

مصطفى

با تشکر از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر سید سعید بحرینیان و هم‌چنین
استاد مشاور گرامی جناب آقای دکتر ابراهیم حاجی دولو.

فهرست مطالب

أ	فرم ارزشیابی	.....
ب	اهدانامه	.....
ت	سپاس گذاری	.....
ث	فهرست مطالب	.....
خ	فهرست شکل ها	.....
ر	نمایه ها	.....
س	اختصارات	.....
ش	چکیده فارسی	.....
۱	فصل اول	.....
۱	مقدمه	.....
۶	فصل دوم	.....
۶	مروری بر پژوهش های پیشین	.....
۷	۱-۲ آیرودینامیک و آیروآکوستیک	.....
۱۱	۲-۲ عملکرد ترمودینامیکی	.....
۱۴	فصل سوم	.....
۱۴	مبانی نظری کولر گازی	.....
۱۴	۱-۳ چرخه ی تبرید تراکم بخار	.....
۱۸	۲-۳ اجزای سیستم تبرید تراکم بخار	.....
۱۹	۳-۳ کمپرسور	.....
۲۱	۴-۳ چگالنده	.....
۲۵	۵-۳ تبخیر کننده	.....
۲۶	۶-۳ وسیله های انبساط دهنده	.....
۲۸	۷-۳ فن جریان متقاطع	.....
۲۸	۸-۳ فن جریان محوری	.....
۲۹	۹-۳ بردارهای سرعت در فن جریان محوری	.....
۳۵	فصل چهارم	.....
۳۵	مدل سازی هندسی و تولید شبکه ی محاسباتی	.....

۳۶	۱-۴ مدل سازی هندسی
۴۴	۲-۴ شبکه‌ی محاسباتی
۵۴	۳-۴ متغیرهای کیفیت شبکه
۵۷	۴-۴ بررسی وابستگی حل جریان به شبکه‌ی محاسباتی
۵۹	فصل پنجم
۵۹	معادله‌های حاکم و مدل سازی آشفتگی
۵۹	۱-۵ آشفتگی
۶۰	۱-۱-۵ معادله‌های متوسط زمانی
۶۱	۲-۱-۵ فرضیه‌ی بوزینسک
۶۲	۲-۵ مدل دو معادله‌ای $k - \varepsilon$ تحقیق پذیر
۶۵	۳-۵ مدل سازی جریان چندفازی
۶۶	۴-۵ دیدگاه‌های مدل سازی جریان‌های چندفازی
۶۷	۵-۵ مدل مخلوط
۶۸	۶-۵ کسر حجمی
۶۸	۷-۵ معادله‌ی پیوستگی برای مدل مخلوط
۶۹	۸-۵ معادله مومنتوم مخلوط
۷۰	۹-۵ مدل $k - \varepsilon$ برای مدل مخلوط
۷۰	۱۰-۵ مدل سازی جریان عبوری از چگالنده
۷۲	۱۱-۵ روش حل معادله‌های حاکم بر جریان
۷۵	۱۲-۵ معیار همگرایی
۷۶	۱۳-۵ شرایط مرزی
۷۸	فصل ششم
۷۸	نتیجه‌ها
۷۸	۱-۶ شبیه سازی جریان عبوری از چگالنده
۸۰	۲-۶ توزیع فشار
۸۴	۳-۶ توزیع سرعت
۸۸	۴-۶ خطوط جریان
۹۰	۵-۶ بررسی دبی هوای مرطوب عبوری از واحد بیرونی
۹۲	۶-۶ گرفتگی فاصله‌ی بین پره‌های چگالنده
۹۶	۷-۶ اصلاح هندسه برای افزایش دبی عبوری از واحد بیرونی
۹۸	۸-۶ اعتبارسنجی نتیجه‌ها
۱۰۰	فصل هفتم

۱۰۰	نتیجه گیری و پیشنهادها
۱۰۰	۱-۷ نتیجه گیری
۱۰۲	۲-۷ پیشنهادها
۱۰۴	فهرست مراجع
۱۰۸	چکیده انگلیسی

فهرست شکل ها

- شکل ۱-۱: الف) واحد بیرونی یک کولر گازی دوتکه، ب) نمای شماتیک از اجزای داخلی واحد بیرونی ۳
- شکل ۱-۲: یک نمونه از فن جریان محوری پروانه‌ای واحد بیرونی کولر گازی دوتکه ۳
- شکل ۱-۳: ۱: دیاگرام شماتیک چرخه‌ی تبرید تراکم بخار..... ۱۵
- شکل ۲-۳: نمودار $p-h$ چرخه‌ی تبرید تراکم بخار ایده‌آل ۱۵
- شکل ۳-۳: نمودار $T-S$ چرخه‌ی تبرید تراکم بخار ایده‌آل ۱۶
- شکل ۳-۴: نمودار $T-S$ چرخه تبرید تراکمی بخار واقعی..... ۱۷
- شکل ۳-۵: اجزای تشکیل دهنده‌ی سیکل تبرید تراکمی بخار..... ۱۹
- شکل ۳-۶: نمایی از یک کمپرسور دورانی..... ۲۱
- شکل ۳-۷: چگالنده‌ی خنک‌شونده با هوای مورد استفاده در واحد بیرونی یک کولر گازی دوتکه ۲۵
- شکل ۳-۸: نمایش لبه‌ی حمله، فرار و نوک یک فن جریان محوری واحد بیرونی کولر گازی..... ۲۹
- شکل ۳-۹: مؤلفه‌های سرعت سیال در حالت کلی..... ۳۰
- شکل ۳-۱۰: مؤلفه‌های سرعت سیال در یک روتور در حالت کلی ۳۲
- شکل ۳-۱۱: مثلث‌های سرعت در یک توربوماشین جریان محوری..... ۳۳
- شکل ۴-۱: نمای داخلی واحد بیرونی کولر گازی دوتکه Mr. Slim 30000 مدل MUH - A30VD ۳۷
- شکل ۴-۲: مدل هندسی توپی فن ۳۷
- شکل ۴-۳: حداکثر قطر کمان فن ۳۸
- شکل ۴-۴: مدل هندسی تیغه‌ی فن همراه با توپی..... ۳۹
- شکل ۴-۵: الف) نمای روبروی مدل هندسی فن، ب) نمای پشت مدل هندسی فن ۳۹
- شکل ۴-۶: نمای سه بعدی از مدل هندسی فن ۴۰
- شکل ۴-۷: نمای برش خورده از فن. الف) نمای از بالا، ب) نمای از روبروی برش تیغه و توپی فن ۴۰
- شکل ۴-۸: الف) نمای سه بعدی بادگیر خروجی، ب) نمای روبروی بادگیر خروجی ۴۱
- شکل ۴-۹: مدل هندسی سه‌بعدی مبدل حرارتی واحد بیرونی کولر گازی ۴۱

- شکل ۴-۱۰: مدل هندسی سه بعدی موتور گرداننده پروانه‌ی جریان محوری..... ۴۲
- شکل ۴-۱۱: الف) نمای روبرو، ب) نمای پشت قاب واحد بیرونی..... ۴۲
- شکل ۴-۱۲: مدل سه بعدی واحد بیرونی کولر گازی مورد مطالعه..... ۴۳
- شکل ۴-۱۳: مدل نهایی انتقال داده شده به نرم افزار تولید شبکه..... ۴۴
- شکل ۴-۱۴: دامنه‌ی محاسباتی مورد نظر برای شبیه سازی جریان..... ۴۸
- شکل ۴-۱۵: شبکه‌های محاسباتی تولید شده روی سطح‌های دامنه‌ی محاسباتی..... ۴۹
- شکل ۴-۱۶: شبکه‌های محاسباتی بی‌سازمان چهاروجهی تولید شده درون دامنه‌ی محاسباتی..... ۵۰
- شکل ۴-۱۷: نمایی از شبکه‌ی بی‌سازمان مثلثی روی سطح فن..... ۵۱
- شکل ۴-۱۸: شبکه‌ی محاسباتی واحد بیرونی..... ۵۲
- شکل ۴-۱۹: نمای برش خورده از ناحیه‌ی چرخان..... ۵۳
- شکل ۴-۲۰: نمای نزدیک چگونگی رشد سلول‌های اطراف فن در دهانه‌ی خروجی..... ۵۳
- شکل ۴-۲۱: سلول‌های چهاروجهی تولید شده اطراف موتور الکتریکی..... ۵۴
- شکل ۴-۲۲: نمودار انحراف از اندازه‌ی یکسان برای سلول‌های چهاروجهی..... ۵۶
- شکل ۴-۲۳: نمودار انحراف از زاویه‌ی یکسان برای سلول‌های چهاروجهی..... ۵۷
- شکل ۴-۲۴: شبکه بهینه بر اساس دبی خروجی..... ۵۸
- شکل ۵-۱: مفهوم فاز در سیستم جریان چندفازی..... ۶۶
- شکل ۵-۲: روند کلی حل معادله‌های گسسته شده توسط روش‌های حل بر پایه فشار و چگالی..... ۷۵
- شکل ۵-۳: شرایط مرزی شرایط مرزی دامنه‌ی محاسباتی استفاده شده برای شبیه سازی جریان..... ۷۷
- شکل ۶-۱: فشار استاتیک روی خط طولی عبوری از مرکز فن..... ۷۹
- شکل ۶-۲: توزیع فشار استاتیک روی سطح‌های پروانه الف) سطح فشار ب) سطح مکش..... ۸۰
- شکل ۶-۳: توزیع فشار استاتیک روی صفحه‌ی طولی گذرنده از واحد بیرونی..... ۸۱
- شکل ۶-۴: نمای نزدیک توزیع فشار حول فن..... ۸۲
- شکل ۶-۵: توزیع فشار استاتیک در مقطع‌های عرضی عبوری از واحد بیرونی..... ۸۳
- شکل ۶-۶: صفحه‌ی میانی عبوری از مرکز فن و دامنه‌ی محاسباتی..... ۸۳
- شکل ۶-۷: توزیع فشار کل روی صفحه‌ی عبوری از مرکز فن و دامنه‌ی محاسباتی..... ۸۴
- شکل ۶-۸: توزیع فشار کل اطراف تیغه در صفحه‌ی طولی..... ۸۴
- شکل ۶-۹: توزیع سرعت روی پروانه‌ی جریان محوری..... ۸۵

- شکل ۶-۱۰: توزیع سرعت در صفحه‌ی طولی گذرنده از واحد بیرونی..... ۸۶
- شکل ۶-۱۱: بردارهای سرعت عبوری از دهانه‌ی خروجی واحد بیرونی کولر گازی..... ۸۷
- شکل ۶-۱۲: بردارهای سرعت اطراف نوک فن..... ۸۷
- شکل ۶-۱۳: بردارهای سرعت حول موتور الکتریکی..... ۸۸
- شکل ۶-۱۴: خطوط جریان در صفحه‌ی طولی در سرعت دورانی ۸۵۰ دور بر دقیقه..... ۸۹
- شکل ۶-۱۵: خطوط جریان در فاصله‌ی بین موتور و توپی فن و خطوط جریان جلوی فن..... ۸۹
- شکل ۶-۱۶: نمای نزدیک از خطوط جریان در اطراف نوک فن در سرعت دورانی ۸۵۰ دور بر دقیقه..... ۹۰
- شکل ۶-۱۷: افت دبی جرمی گذرنده از واحد بیرونی بر حسب کسر حجمی رطوبت موجود در هوا..... ۹۱
- شکل ۶-۱۸: تغییرات فشار روی سطح فن بر حسب کسر حجمی، الف) بیشینه فشار ب) کمینه فشار..... ۹۲
- شکل ۶-۱۹: رسوب بر روی چگالنده‌ی یک کولر گازی..... ۹۳
- شکل ۶-۲۰: گرفتگی فضای بین پره‌های چگالنده به وسیله‌ی گرد و خاک..... ۹۳
- شکل ۶-۲۱: گرفتگی چگالنده در مواضع مختلف..... ۹۴
- شکل ۶-۲۲: تأثیر گرفتگی چگالنده بر افت دبی در مواضع‌های مختلف..... ۹۵
- شکل ۶-۲۳: نمای شماتیک از طوقه‌ی دهانه‌ی خروجی..... ۹۶
- شکل ۶-۲۴: خطوط جریان حول نوک فن و اطراف طوقه‌ی دهانه‌ی خروجی در حالت طراحی..... ۹۷
- شکل ۶-۲۵: خطوط جریان حول نوک فن و اطراف طوقه با عرض‌های مختلف طوقه..... ۹۷
- شکل ۶-۲۶: نمایی از طوقه‌ی دهانه‌ی خروجی..... ۹۸

نمایه‌ها

علائم انگلیسی

C_2	ضریب پرش متخلخل
\vec{F}	نیروی حجمی
G_b	تولید انرژی جنبشی آشفته ناشی از نیروی شناوری
g_i	مقدار بردار جاذبه در راستای i
H	نرخ انرژی بر واحد وزن سیال / عرض طوقه
h	آنتالپی
G_k	تولید انرژی جنبشی آشفته ناشی از گرادیان سرعت متوسط
k	نفوذپذیری محیط متخلخل / انرژی جنبشی آشفته
\dot{m}	دبی جرمی
P	فشار
Pr_t	عدد پرانتل آشفته برای انرژی
Q_{AR}	ضریب منظری
Q_{EAS}	انحراف از زاویه‌ی یکسان
Q_{EVS}	انحراف از اندازه‌ی یکسان
R	شعاع دایره‌ی محاطی المان
r	شعاع دایره‌ی محیطی المان
R^ϕ	معیار باقی مانده‌ها
S	آنتروپی / حجم سلول
T	گشتاور اعمال شده به روتور/ دما
t	زمان
u	سرعت خطی پره
v	سرعت عمود بر وجه محیط متخلخل
v_k	حجم فاز k ام
v_a	سرعت محوری سرعت

v_m	مؤلفه‌ی شعاعی سرعت/سرعت فاز m ام
v_r	مؤلفه‌ی مماسی سرعت
\dot{W}	کار انجام شده در واحد زمان
Y_M	پخش انبساطی
علائم یونانی	
α	زاویه‌ی خروج سیال
α_k	کسر حجمی ذره k ام
β	زاویه‌ی ورود سیال
δ_{ij}	تابع دلتای کرانکر
ε	نرخ استهلاک انرژی جنبشی آشفته
Δm	ضخامت محیط متخلخل
θ_{\min}	کمترین زاویه در بین سلول‌های موجود در سلول
θ_{\max}	بیشترین زاویه در بین سلول‌های موجود در سلول
μ	لزجت مولکولی
μ_t	لزجت آشفته
$\mu_{eff,m}$	ویسکوزیته مؤثر مخلوط
ρ	چگالی
σ_k	عدد پرانتل آشفته برای k
σ_ε	عدد پرانتل آشفته برای ε
ϕ_i	کمیت اسکالر
ϕ_i'	مؤلفه‌ی نوسانی کمیت اسکالر
$\overline{\phi_i}$	مقدار متوسط کمیت اسکالر
ω	سرعت زاویه‌ای
$\overline{\Omega_{ij}}$	تانسور نرخ چرخش متوسط

اختصارات

AC	Air conditioner
CAA	Computational Aero Acoustics
CAD	Computer Aided Design
CAE	Computer Aided Engineering
CAM	Computer Aided Manufacturing
CFD	Computational Fluid Dynamics
CMM	Coordinate Measuring Machines
VOF	Volume Of Fluid

چکیده

نام خانوادگی: منصورى مهريان	نام: سيد عبدالله	شماره دانشجویی: ۹۰۲۴۸۱۹
عنوان پایان نامه: مدل سازی هندسی و شبیه سازی جریان عبوری از یک مبدل حرارتی همراه با یک فن جریان محوری		
استاد راهنما: دکتر سيد سعيد بحرینیان		
استاد مشاور: دکتر ابراهيم حاجی دولو		
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی مکانیک	گرایش: تبدیل انرژی
دانشگاه: شهید چمران اهواز	دانشکده: مهندسی	گروه: مکانیک
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۹۲/۱۱/۹		تعداد صفحه: ۱۰۷
کلید واژه ها: کولر گازی، فن جریان محوری، مدل سازی هندسی، شبیه سازی جریان، محیط متخلخل		
<p>در تحقیق حاضر مدل سازی هندسی، تولید شبکه‌ی محاسباتی و شبیه سازی جریان در واحد بیرونی یک کولر گازی دو تکه انجام گرفته است. مدل سازی هندسی با اندازه گیری ابعاد با وسایل اندازه گیری مانند کولیس، کمان سنج، ریزسنج و استفاده‌ی هم زمان از نرم افزار طراحی به کمک کامپیوتر سالیدورکس صورت گرفته است. برای گسسته سازی ناحیه‌ی محاسباتی از سلول های بی سازمان چهاروجهی استفاده شده است. در این تحقیق به بررسی تأثیر رطوبت موجود در هوا بر روی نرخ جریان عبوری از واحد بیرونی کولر گازی پرداخته شده است. از دیگر هدف ها بررسی میزان افت دبی عبوری از واحد به واسطه‌ی انسداد چگالنده می باشد. برای شبیه سازی جریان عبوری از چگالنده از فرض محیط متخلخل برای چگالنده استفاده شده است. از طرف دیگر با بررسی خطوط جریان اطراف فن، عرض طوقه‌ی دهانه‌ی خروجی برای افزایش نرخ جریان، اصلاح شده است. نتیجه‌ها نشان می دهد که به واسطه‌ی حضور رطوبت موجود در هوا، بیشینه‌ی کاهش نرخ جریان جرمی در حالتی که رطوبت حداکثر است، برابر با ۴/۱۷ درصد می باشد. تأثیر گرفتگی فضای بین پره های چگالنده بر افت دبی در چهار حالت متفاوت با اندازه‌ی سطح یکسان مورد بررسی قرار گرفته است. هر کدام از این چهار حالت، با چهار اندازه‌ی مساحت متفاوت بررسی شده است. نتیجه‌ها نشان داد که برای یک سطح یکسان، افت دبی در حالتی که گرفتگی به صورت نواری افقی، میانه‌ی چگالنده را مسدود کند بیشینه خواهد بود. با توجه به جریان برگشتی و گردابه های مشاهده شده در نوک فن در حالت طراحی می توان با از بین بردن این نوع از جریان ها نرخ جریان عبوری از واحد بیرونی کولر گازی را افزایش داد. با افزایش عرض طوقه از حالت طراحی ۳/۵ سانتی متر به ۵/۵ و ۷/۵ سانتی متر برای از بین بردن جریان های برگشتی و گردابه ها، نرخ جریان جرمی خروجی نیز به اندازه‌ی ۳/۲۵ و ۵/۷۶ درصد افزایش یافته است.</p>		

مقدمه

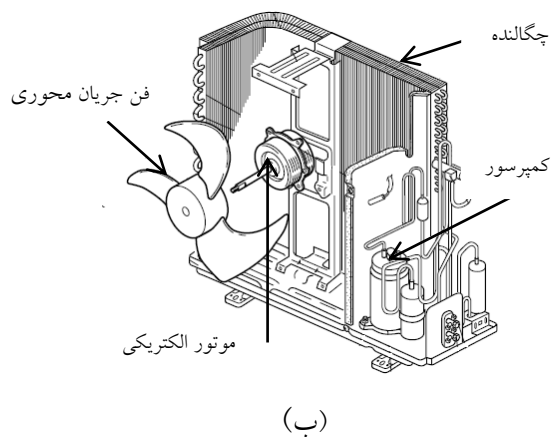
استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی^۱ (CFD)، برای پیش‌بینی جریان‌های داخلی و خارجی در چند دهه‌ی گذشته پیشرفت چشمگیری داشته است. امروزه علم دینامیک سیالات محاسباتی به صورت یک ابزار قدرتمند و توانا برای تحلیل رفتار جریان سیال و انتقال حرارت در سیستم‌های با هندسه‌های ناموزون و معادله‌های حاکم پیچیده برای محققین و مهندسين درآمدہ است. پیچیدگی معادله‌های حاکم بر مسئله، تأثیر متقابل پدیده‌های فیزیکی مختلف، گذرا بودن اغلب مسئله‌های مهندسی، بالا بودن هزینه‌های مربوط به تجهیزات آزمایشگاهی و محدودیت استفاده از دستگاه‌های اندازه‌گیری در بسیاری از مسئله‌های علمی، از جمله دلیل‌هایی می‌باشد که استفاده از روش‌های تحلیلی و آزمایشگاهی را در مقایسه با روش‌های عددی محدود می‌کند. از جمله، جریان‌های پیچیده‌ی سیال که به کمک دینامیک سیالات محاسباتی قابل بررسی است، جریان سیال عبوری از توربوماشین‌ها از جمله واحد بیرونی یک کولر گازی دو تکه است.

برای شبیه‌سازی جریان درون توربوماشین‌ها نیاز به مدل‌سازی مجراهای عبور سیال می‌باشد. برای بدست آوردن مدل هندسی مجراهای عبور سیال، مختصات نقاط مدل و ابعاد آن مورد نیاز است. برای اندازه‌گیری ابعاد، روش‌های مختلفی مانند استفاده از دستگاه CMM^۲، اسکن لیزری، وسایل مختلف اندازه‌گیری مستقیم مانند کولیس، کمان‌سنج، زاویه‌سنج و اندازه‌گیری غیرمستقیم نظیر قالب‌گیری وجود دارد.

به طور کلی یک تحلیل کامل توسط دینامیک سیالات محاسباتی شامل سه مرحله‌ی پیش‌پردازش، حل و پس‌پردازش می‌باشد. مرحله‌ی پیش‌پردازش شامل مدل‌سازی هندسی، تعیین معادله‌های لازم برای حل، مشخص کردن شرایط مرزی و تولید شبکه‌ی محاسباتی می‌باشد. این مرحله به پارامترهایی چون خروجی‌های مطلوب مدل‌سازی و توانایی‌های حل‌کننده بستگی دارد. در مرحله‌ی حل، بسته‌های CFD تجاری که اغلب، مانند یک جعبه‌ی سیاه عمل می‌کند مورد استفاده قرار می‌گیرد. با این حال کاربر در صورت نیاز مختار است که از فاکتورهای زیر تخفیف و پارامترهای ورودی استفاده کند. خروجی خام حل‌کننده مجموعه‌ی عظیمی از اعداد وابسته به مقادیر هر متغیر میدان جریان در هر نقطه است. این مجموعه باید به تعدادی زیرمجموعه‌ی بامعنی یا دست‌کاری شده برای فراهم کردن خروجی‌های مطلوب کاهش یابد [۱].

کولر گازی^۱ (که اغلب با عنوان AC شناخته می‌شود)، از جمله دستگاه‌های تهویه‌ی مطبوع، سیستم یا مکانیزم طراحی شده برای تغییر درجه‌ی حرارت هوا و رطوبت در یک ناحیه است. کولرهای گازی به صورت کلی به سه دسته‌ی کولرهای گازی یک‌تکه یا پنجره‌ای، دو‌تکه یا اسپلیت^۲ و کولرهای قابل حمل^۳ تقسیم می‌شوند [۲]. در کولرهای گازی دو‌تکه، کمپرسور و چگالنده در واحد بیرونی^۴، که در خارج ساختمان نصب می‌شود، قرار می‌گیرد. همچنین تبخیرکننده و شیر انبساط یا لوله‌ی موئین در واحد داخلی، که درون ساختمان نصب می‌گردد، تعبیه شده است. نمایی از واحد بیرونی و اجزای اصلی آن در شکل ۱-۱ نشان داده شده است. مبدل‌های حرارتی^۵ مورد استفاده در کولر گازی (تبخیرکننده و چگالنده)، از نوع مبدل‌های حرارتی لوله‌ای پره‌دار فشرده می‌باشد. توضیحات بیشتر در مورد این مبدل‌ها در فصل سوم آمده است.

^۱Air conditioner
^۲Split air conditioner
^۳Portable
^۴Outdoor unit
^۵Heat exchanger



شکل ۱-۱: الف) واحد بیرونی یک کولر گازی دوتکه، ب) نمای شماتیک از اجزای داخلی واحد بیرونی

برای افزایش انتقال گرما از مبرد عبوری از چگالنده^۱ به محیط گرم از یک فن جریان محوری مکشی^۲ در واحد بیرونی استفاده می‌شود. فن مورد استفاده در واحد بیرونی از نوع فن جریان محوری پروانه‌ای^۳ است (شکل ۱-۲). قطر تویی^۴ در این نوع از فن‌ها معمولاً کمتر از نصف قطر نوک فن است [۳].



شکل ۱-۲: یک نمونه از فن جریان محوری پروانه‌ای واحد بیرونی کولر گازی دوتکه

^۱ Condenser
^۲ Suction axial flow fan
^۳ Axial flow Propeller Fan
^۴ Hub

حل معادله‌های حاکم در مکانیک سیالات، همواره از مسئله‌های چالش‌برانگیز در حوزه‌ی علوم و مهندسی بوده است. این معادله‌ها اغلب یک مجموعه‌ی معادله‌های دیفرانسیل پاره‌ای غیرخطی و وابسته را ایجاد می‌کنند که باید در یک قلمرو ناهموار با شرط‌های اولیه و مرزی مختلف حل شوند. در بیشتر موردها، حل تحلیلی معادله‌های مکانیک سیالات بسیار محدود است و با اعمال شرط‌های مرزی این محدودیت‌ها بیشتر نیز می‌شوند.

مکانیک سیالات تجربی می‌تواند اطلاعات مورد نیاز یک میدان جریان خاص را فراهم کند. اما به‌علت هزینه‌های گزاف مالی و محدودیت‌های تجهیزاتی، کسب اطلاعات آزمایشگاهی در بیشتر میدان‌های جریان غیرعملی است. با این حال از نتیجه‌های آزمایشگاهی برای اثبات درستی حل معادله‌های ریاضی استفاده می‌شود [۴].

با وجود این که تحلیل عددی برای سال‌های متمادی مطرح بوده، این روش در سال‌های اخیر شهرت زیادی یافته است. پیشرفت‌های روزافزون در ساخت کامپیوترهایی با حافظه و کارایی بالاتر، امکان حل معادله‌های مکانیک سیالات را با استفاده از روش‌های عددی مختلف فراهم ساخته است. نتیجه‌های حاصل از حل عددی را پس از مقایسه با نتیجه‌های تجربی می‌توان مورد تأیید قرار داد. اما پس از این که درستی برنامه‌ی کامپیوتری مورد تأیید قرار گرفت، از آن برنامه برای طراحی‌های مختلف می‌توان استفاده کرد، البته به این شرط که مسأله در محدوده‌ی فرض‌های به‌کار رفته در آن برنامه قرار داشته باشد [۵].

هدف پژوهش

در این تحقیق از ابزارهای طراحی به کمک کامپیوتر^۱ (CAD) و دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) برای شبیه‌سازی جریان عبوری از واحد بیرونی یک کولر گازی دوتکه استفاده شده است. همچنین به بررسی تأثیر رطوبت موجود در هوا بر نرخ جریان عبوری از واحد بیرونی

^۱Computer Aided Design (CAD)

کولر گازی دوتکه پرداخته شده است. کولر گازی مورد بررسی در این مطالعه، Mr. Slim 30000 مدل MUH-A30VD می باشد. گرفتگی مجراهای عبور هوا از چگالندهی کولر گازی (فاصله‌ی بین پره‌های چگالنده) سبب می شود که جریان هوای کافی جهت تبادل حرارتی وجود نداشته باشد و این امر به نوبه‌ی خود بازدهی دستگاه را به شدت کاهش می دهد. در این تحقیق افت دبی به ازای گرفتگی چگالنده در مواضع مختلف نیز بررسی شده است.

با بررسی الگوی جریان در واحد بیرونی کولر گازی و مشاهده‌ی ناحیه‌های دارای گردابه و جریان‌های برگشتی در اطراف نوک فن، هندسه‌ی طوقه‌ی^۱ دهانه‌ی خروجی نسبت به حالت طراحی، برای از بین بردن جریان‌های برگشتی و در نتیجه افزایش نرخ جریان عبوری از واحد بیرونی اصلاح شده است.

به منظور تدوین این پایان‌نامه، پژوهش‌های پیشین و کارهای انجام شده در ارتباط با پژوهش حاضر در فصل دوم مورد بررسی قرار گرفته است. در فصل سوم، مبانی نظری کولر گازی ارائه گردیده و ضمن معرفی چرخه‌ی ترمودینامیکی کولر گازی (چرخه‌ی تبرید تراکم بخار)، اجزای اصلی یک کولر گازی دوتکه شرح داده شده است. در فصل چهارم واحد بیرونی کولر گازی دوتکه با استفاده از نرم‌افزار سالیدورکس^۲ مدل‌سازی هندسی می شود. در این فصل همچنین شبکه‌ی محاسباتی تولید شده ارائه شده است. فصل پنجم به بیان مفهوم‌های آشفستگی و معادله‌های حاکم بر جریان آشفته پرداخته است. فصل ششم به ارائه‌ی نتیجه‌های شبیه‌سازی جریان اختصاص دارد. در انتها برای اعتبارسنجی نتیجه‌ها، دبی خروجی به دست آمده از حل عددی و آزمایشگاهی در دوره‌های پایین و بالا مقایسه گردیده است. بیان نتیجه‌های پایانی به دست آمده از انجام این تحقیق و ارائه‌ی پیشنهادها در راستای ادامه‌ی آن، در فصل هفتم گنجانده شده است.

^۱Shroud
^۲solidworks

مروری بر پژوهش‌های پیشین

در این فصل به بررسی پژوهش‌های انجام شده در زمینه‌ی مدل‌سازی و شبیه‌سازی جریان عبوری از تجهیزات دوار از جمله واحد بیرونی کولر گازی دوتکه و همچنین مختصری از عملکرد ترمودینامیکی کولر گازی پرداخته شده است* . اغلب پژوهش‌هایی که در ارتباط با واحد بیرونی کولر گازی صورت گرفته است مربوط به سر و صدای ایجاد شده توسط پنجره‌ی مشبک (بادگیر)^۱ نصب شده در خروجی هوا، فن جریان محوری و همچنین تأثیر پنجره‌ی مشبک بر دبی خروجی می‌باشد. این پژوهش‌ها در راستای آسان نمودن و بهبود شرایط طراحی، ارتقاء بازده و عملکرد تجهیزات، کاستن هزینه‌های طراحی، کاهش صدا و ارتعاش می‌باشد. این بررسی‌ها به طور کلی به دو دسته‌ی تئوری-تجربی و عددی تقسیم‌بندی می‌شود. تحقیق‌ها و تحلیل‌های انجام شده به صورت آزمایشگاهی با استفاده از وسایل پیشرفته و یا آنالیز حساسیت^۲ و مطالعه‌های عددی با استفاده از روش‌های عددی مانند المان محدود و تفاضل محدود انجام می‌پذیرد. پژوهش‌های انجام گرفته در ارتباط با کولرهای گازی و تجهیزات دوار به دو بخش تقسیم می‌گردد. بخش اول مربوط به بررسی پارامترهای آیرودینامیک و آیروآکوستیک نظیر توزیع فشار، سرعت، شدت آشفستگی، نرخ دبی و صدای تولیدی توسط دستگاه می‌باشد و بخش دوم مربوط به عملکرد ترمودینامیکی این سیستم‌ها است.

^۱Grill

^۲Sensitivity Analysis

* لازم به ذکر است بدانیم که تحقیق حاضر به عملکرد ترمودینامیکی کولر گازی نمی‌پردازد و تنها جهت پیوستگی مطالب این بخش آورده شده است.