علمی – پژوهشی

بررسی اثر شکل پره در پارامترهای مکانیکی هوای عبوری از زانویی کانال‌های هوا به روش عددی

علی شهرجردی[۱*] سید شرف‌الدین حسینی[۲]

دانشگاه ملایر،ملایر، ایران دانشگاه فنی و حرفه‌ای تهران، تهران،ایران

(تاریخ دریافت:۲۴ /۱۴۰۲/۰۱:تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۵/۱۰ تاریخ پذیرش:۱۴۰۲/۰۵/۱۹ تاریخ انتشار:۱۴۰۲/۰۶/۰۳)

DOR: 20.1001.1.23223278.1402.12.1.11.0

چکیده

این مطالعه با استفاده از روش حجم محدود و نرم‌افزار انسیس به‌منظور بررسی تأثیر ساختار پره‌های زانویی کانال هوا روی عملکرد آن انجام شده است. زانویی کانال هوا از جمله پرکاربردترین کانال‌های به کار گرفته در تأسیسات تهویه‌مطبوع است و تغییر هندسه و ساختار آن تأثیر چشمگیری در عملکرد آن دارد. هدف از انجام این تحقیق بررسی تغییر ساختار پره‌های زانویی کانال هوا از حالت ساده به چند مدل مختلف است. این تغییرات شامل پره‌های زیگزاگی، نیم‌دایره و سینوسی با اندازه‌ها و گام‌های متفاوت و مقایسه آنها با پره ساده است؛ بنابراین تغییرات میدان دما، سرعت و فشار هوای جاری در زانویی کانال ارزیابی شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد استفاده از پره‌هایی باحالت زیگزاگی، با اندازه گام ریزتر که انتهای جانبی آن رو به سمت پایین باشد، موجب اغتشاش بیش‌تر جریان هوا در زانویی کانال می‌گردند و میزان تبادل حرارتی با محیط را افزایش خواهند داد. انتهای لبه پره‌ها نیز در میزان اغتشاش تأثیرگذار بوده است. همچنین استفاده از پره‌های سینوسی موجب کاهش فشار روی دیواره خارجی شعاعی زانویی کانال هوا گردیده است. به‌طوری‌که به ترتیب استفاده از پره‌های سینوسی و پره‌های صاف معمولی، کم‌ترین و بیش‌ترین میزان فشار را برای دیواره بیرونی قوس زانویی کانال هوا ایجاد کرده است.

واژه‌های کلیدی: کانال هوا، زانویی کانال هوا، پره کانال هوا، تهویه‌مطبوع، بهینه‌سازی مصرف انرژی

Investigation the Effect of Fin Shape on Mechanical Parameter of Air that Pass Through Elbow of air Channels with Numerical Method

Shahrjerdi, A.[1]* **Hosseini, Sh.[2]**

Malayer University, Malayer, Iran Tehran Technical and Vocational University, Tehran, Iran

(Received:2023/04/13, Revised: 2023/08/01, Accepted: 2023/08/10, Published: 2024/08/25)

ABSTRACT

This study was done by using finite volume method and employing ANSYS software in order to investigate the structure of elbow fins of the air channel of its performance. Elbow of air channel is one of the most widely used channels in air conditioning facilities so changing its geometry and structure has significant effect on its performance. therefore, in this research, we investigate change in the structure of the elbow fins of the air channel from simple to several different models by using numerical simulation method. These changes include zigzag, semicircular, sinusoidal fins with different size and step that comparing them with simple fins. Also, the changes in the temperature, velocity and pressure of the air which flows in the channel elbow have been evaluated. The results of this study show that the use of zigzag form fins with a smaller step size with the downwards lateral end, will further disturb the air flow at the elbow of the channel, and will increase the rate of heat transfer with the environment. Also, the use of sinusoidal blades reduces the pressure on the radial outer wall of the elbow of the air channel. In this way, the sinusoidal and normal flat fins, respectively, create the least and the most amount of pressure for the outer wall of arch elbow of the air channel.

Keywords: Air channels, Elbow of Air Channel, Fin of Air Channel, Air Conditioning, Optimization of Energy Consumption

۱- استادیار(نویسنده پاسخگو): shahrjerdi.mail@gmail.com

۲- استادیار : h.sh.hosseini@pnu.ac.ir

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

Publisher: Imam Hussein University © Authors

فهرست علائم و اختصارات

C_P	ظرفیت گرمایی ویژه، $J/kg^{\circ}C$
P	فشار، pa
u_i	سرعت در راستای x
u_j	سرعت در راستای y
u_k	سرعت در راستای z
T	دما، k
K	ضریب رسانندگی گرمایی $W/m\,k$

علائم یونانی

ρ	چگالی، kg/m^3
μ	ویسکوزیته، $Kg\ m/s$
∂	مشتق جزئی

۱- مقدمه

وظیفه یک سیستم کانال، انتقال هوای سرد یا گرم از دستگاه تهویه‌مطبوع به فضا و مکان مورد نظر می‌باشد. هنگام عبور هوا از کانال و اتصاله های آن، افت فشار، سرعت، سطح صدا و میزان انتقال حرارت از عوامل مهم به شمار می‌روند. کانال‌های هوای مدور نسبت به کانال هوای با مقطع چهارگوش برتری دارند، اما بدلیل محدودیت‌های ساختمانی معمولا کانال‌های هوا را به شکل مقطع مربعی یا مستطیلی می‌سازند و نصب می کنند که بهترین حالت عملکردی آن با نسبت ظرافت (نسبت ضلع بزرگ به ضلع کوچک مقطع کانال) ۱:۱ یا مقطع مربعی است [۱]، در کانال‌های هوا هرچه عمق کانال هوا کم‌تر باشد، افت فشار در طول کانال بیش‌تر است [۲]، در مسیر کانال هوا استفاده از اتصال‌هایی همچون تبدیل‌ها و زانویی‌ها اجتناب ناپذیر است. تبدیل‌ها برای تغییر مقطع کانال و زانویی‌ها برای تغییر جهت کانال مورد استفاده قرار می‌گیرند. معمولا جهت ممانعت از آشفتگی جریان هوا و همچنین کاهش افت فشار هوا که ناشی از حرکت گریز از مرکز سیال درون زانویی است، از پره درون زانویی استفاده می‌شود تا از تحمیل فشار اضافی روی یال خارجی زانویی جلوگیری گردد. این پره‌ها مشابه شکل (۱) معمولا با سطح صاف و به‌صورت دورانی هم‌مرکز با شعاع گردش زانویی در محل مشخصی در زانویی کانال هوا نصب می‌شوند.

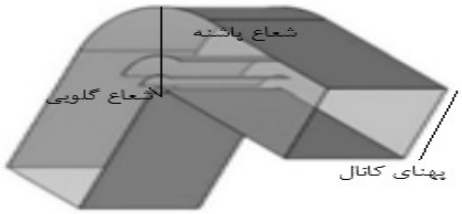
منتی و همکارانش [۳] در شبیه‌سازی جریان سیال تراکم ناپذیر در کانال هوای خورشیدی با بافل های S شکل دیواری نشان دادند نصب مغشوش کنندگان جریان بخصوص در عدد رینولدز بالاتر، می تواند در افزایش کارایی کانال مؤثر باشد. همچنین منتی و همکاران [۴] در تحقیق دیگری عملکرد پره‌های قوس‌دار را در کانال های هوای خورشیدی مورد تحلیل و شبیه‌سازی قرار دادند. نتایج تحقیق آنها نشان داد استفاده از پره‌های کوچک‌تر با فاصله کم‌تر از همدیگر کارایی حرارتی کانال را بهبود می‌بخشد. سر رشته داری و زمانی[۵]، در تحقیقی رفتار حرارتی و هیدرودینامیکی جریان هوا را در کانال آج‌دار در شرایط جریان متلاطم شبیه‌سازی نمودند. نتایج این تحقیق نشان داد با افزایش عدد رینولدز تبادل حرارت افزایش یافته و با افزایش نسبت فاصله دنده و فاصله بین دوسطح کانال ضریب افزایش حرارتی، کاهش می‌یابد. کریمی زاد و همکاران [۶]، در تحقیق خود روی کانال های افقی هوا نشان دادند که پارامترهای دما و دبی هوا بیش‌ترین تأثیر را در انتقال حرارت و انتقال جرم دارند . محبی [۷]، در تحقیق خود الگوی جریان و انتقال حرارت درون حفره حاوی مانع مثلثی گرم را برای هوا شبیه‌سازی نمود و تاثیرات عدد رایلی و همچنین تغییر موقعیت و زوایای قرارگیری موانع را بررسی کرد. نتایج تحقیق او نشان داد نرخ انتقال حرارت با افزایش عدد رایلی، افزایش ابعاد مانع، افزایش گرادیان دما و کاهش فاصله از دیواره‌ها، افزایش می‌یابد. در تحقیق صالحین و میر عبداله[۸]، تأثیر هندسه و نوع سیال داخل جداره بر عملکرد حرارتی و هیدرولیکی یک کانال هوای موجی شکل در جریان متلاطم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این تحقیق عملکرد حرارتی و هیدرودینامیکی را در رینولدزهای پایین‌تر، زاویه موج کم‌تر و ارتفاع موج بیش‌تر نشان داد. رضوی و معمارزاده [۹]، نیز با بررسی تأثیر شکل، اندازه و آرایش انواع شیارها در کانال هوا روی انتقال گرما و اصطکاک دریافتند ایجاد شیار، عملکرد حرارتی را افزایش و ضریب اصطکاک را کاهش می‌دهد. نصیری و همکاران [۱۰]، نیز تایید کردند که افزودن عمق شیارها می تواند نرخ انتقال حرارت را افزایش

دهد. یاری و صفر زاده [۱۱]، اثر چینش موانع را بر مسیر هوا در یک کانال بررسی نمودند. طبق این تحقیق آرایش دادن موانع روی کانال عبور هوا توانسته است عملکرد هواگرمکن را بطور چشمگیری بهبود بخشد. در اکثر مقالات[۱۲]، نتیجه تحقیقات بیانگر این اصل بوده که ایجاد اغتشاش در جریان حرکت سیال هوا با استفاده از سطوح غیر صاف می‌تواند ضریب تبادل حرارت را بهبود داده و روی ضریب اصطکاک نیز مؤثر باشد. دهشیری و همکاران[۱۳]، مطالعه‌ای روی افت فشار و انتقال حرارت جریان نانوسیال آب/ اکسید تیتانیوم درون کانال مستطیلی، مربعی و دایروی انجام دادند. تحلیل اطلاعات نشان می‌دهد که افت فشار کانال غیردایروی نسبت به کانال‌های دایروی کم‌تر است و اضافه شدن نانوذرات به سیال پایه افت فشار جریان داخل کانال‌ها را چندان افزایش نمی‌دهد. همچنین نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهند که عدد ناسلت کانال دایره‌ای نسبت به کانال‌های غیر دایروی برای سیال پایه و نانوسیال بیش‌تر است. بازای و همکارانش[۱۴] مطالعه عددی روی مشخصه‌های انتقال حرارتی و جریان نانوسیالات درون میکروکانال استوانه‌ای با سطح مقطع‌های مستطیلی، مثلثی و دایره‌ای و همچنین مقایسه سیال پایه آب و دی‌اتیلن گلایکول انجام دادند. اندازه و شکل این مقطع‌ها تأثیر قابل‌توجهی روی عملکرد گرمایی و هیدرولیکی مبدل حرارتی میکروکانال دارد. نانوسیالات استفاده شده در این تحقیق شامل آب و دی‌اتیلن گلایکول به‌عنوان سیال پایه و نانوذرات شامل SiO_2، Cu، Al_2O_3 و CuO است.از نتایج به‌دست آمده در این تحقیق، مشاهده می‌شود که با افزودن نانوذرات به سیال پایه میزان انتقال حرارت و افت فشار افزایش پیدا می‌کند. همچنین نتایج نشان می‌دهد که کانال‌های مستطیلی بهترین عملکرد را در بین سه هندسه بررسی شده دارا است و بدترین عملکرد مربوط به کانال‌های مثلثی است. همچنین مشخص شد که عملکرد سیال پایه آب به‌مراتب بهتر از دی‌اتیلن گلایکول است به این ترتیب که ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی برای سیال پایه آب در غلظت سه درصد نانوسیال Al_2O_3 به میزان ۸۰ درصد بیشتر از سیال پایه دی‌اتیلن گلایکول به‌دست آمد. نجاتی و همکارانش[۱۵]، عملکرد هیدرولیکی و حرارتی پره ذوزنقه‌ایی مجهز به مولد گردابه و حفره را در کانال بررسی کردند. مطالعات عددی بسیاری[۱۶-۲۰]، روی تأثیر پارامترهای هندسی در کانال‌ها انجام شده است.هدف این تحقیق بررسی تغییرات جریان و انتقال حرارت در زانویی کانال هوا با تغییر مدل تیغه‌های تقسیم‌کننده هوای عبوری در زانویی کانال هوا می‌باشد. در این مطالعه تلاش شده است با بررسی اثر تغییر شکل پره‌های زانویی کانال هوا روی دما، سرعت و فشار جریان هوای عبوری، یک مدل مناسب جهت استفاده در کاربری‌های مختلف پیشنهاد گردد که این کار تاکنون صورت نگرفته است.

۲- تحلیل عددی

۲-۱- مدلسازی

در این تحقیق یک زانویی کانال هوا به شعاع گلویی 5cm و شعاع پاشنه 50cm با مقطع مربعی در نظر گرفته شده است که درون آن دو پره در شعاع‌های 12cm و 23cm تعبیه شده است [۲۱]. پره‌ها مطابق شکل (۱) هفت نوع در نظر گرفته شده اند وانواع پره‌ها در شکل (۲) نشان داده شده است.

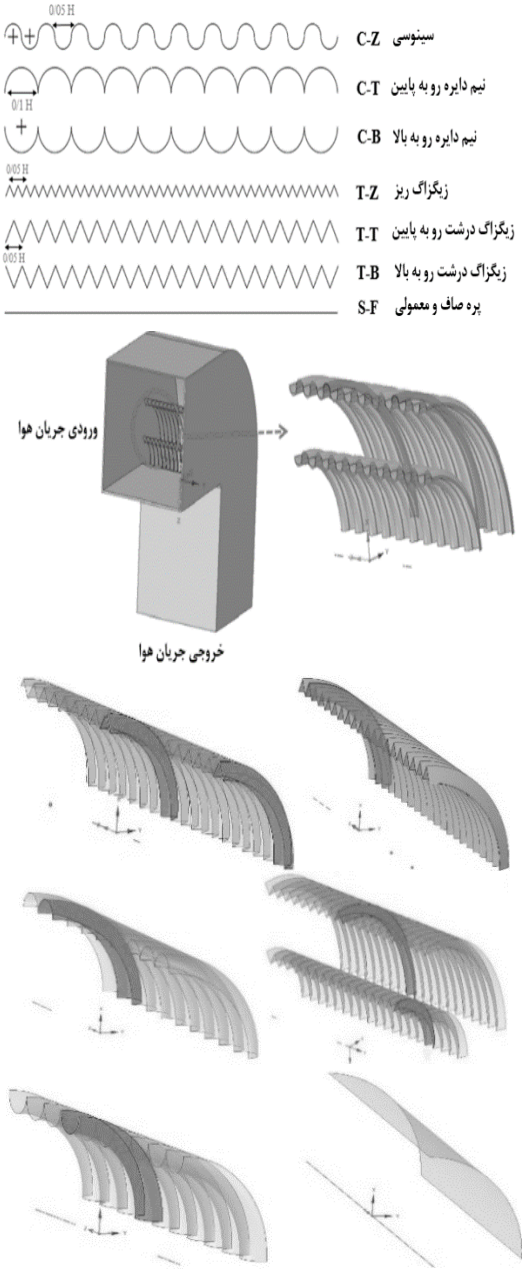


شکل (۱):زانویی کانال هوا و موقعیت پره‌ها

این تحقیق که به‌صورت شبیه‌سازی عددی می‌باشد. با استفاده از نرم‌افزار انسیس فلوئنت [1]شرایط مختلفی که برای کانال در فرضیات در نظر گرفته شده است مورد بررسی قرار

1- Ansys Fluent

گرفته و مقایسه می‌گردد. مدل‌های آماده شده پره‌ها، در شکل (۲) نشان‌داده‌شده است.



شکل (۲): مدل‌های مختلف طراحی شده برای پره زانویی کانال

با استفاده از نرم‌افزار تحلیلی فلوئنت توزیع فشار، سرعت و دما را در این زانویی بررسی می‌کنیم. برای بررسی تغییرات دمایی، سرعت جریان هوا در زانویی در سه سرعت ۵/۰۸m/s و ۹/۱۴۴m/s و ۱۲/۷ m/s در نظر گرفته شده است. دمای ورودی هوا به زانویی برای هوای سرمایش را ۱۸ ^{o}C و هوای محیط را ۳۵ ^{o}C و ساکن در نظر گرفته می‌شود. همچنین دمای ورودی هوا به زانویی برای هوای گرمایش را ۳۰ ^{o}C و هوای محیط را ۱۵ ^{o}C و ساکن فرض می‌کنیم. فشار هوای ورودی به کانال در سه سطح Pa ۱۲۵، Pa ۲۵۰ و Pa ۵۰۰ در نظر گرفته شده است. جنس کانال از ورق فولادی گالوانیزه ضدزنگ با ضخامت ۰/۶mm و درزبندی شده می‌باشد. دیـواره کانال از نوع شار ثابت به مقدارهای w/m^2 ۷۸۲ و ۶۱۲ و ۴۲۸ در نظر گرفته شده است. خواص فیزیکی هوا در شرایط مسئله در جدول (۱) آورده شده است.

جدول(۱):خواص سیال عامل

هوا	لزجت $(\frac{kg}{m.s})$	هدایت حرارتی $(\frac{w}{m.K})$	گرمای ویژه $(\frac{J}{kg.K})$	چگالی $(\frac{kg}{m^3})$
	۰/۰۰۰۰۱۷۸۵	۰/۰۲۴۲	۱۰۰۶/۴۳	۱/۲۲۵

۲-۲ معادلات حاکم

در این مدل‌سازی از مدل آشفتگی k-ε استاندارد استفاده شده است. معادله پیوستگی، معادله مومنتوم ناویراستوکس، معادله انرژی، معادله نرخ تولید انرژی جنبشی آشفته k و معادله نرخ اتلاف انرژی جنبشی آشفتهε به شرح زیر است.

معادله جرم (پیوستگی):

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i) = 0 \qquad (۱)$$

معادله مومنتوم (نویر - استوکس):

$$\frac{\partial}{\partial x_j}(u_j \rho u_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu \frac{u_i}{u_j} - \rho \overline{\acute{u}_i \acute{u}_j}\right] \qquad (۲)$$

سرعت متوسط، سرعت نوسانی، چگالی و p فشار است.

معادله انرژی:

$$\rho x_j \frac{\partial T}{\partial x_i} = \frac{\partial}{\partial x_j}((\Gamma + \Gamma_t)\frac{\partial T}{\partial x_j}) \qquad (۳)$$

معادله نرخ تولید انرژی جنبشی آشفته k :

$$\rho u_j \frac{\partial k}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left\{\left[\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}\right]\frac{\partial k}{\partial x_j}\right\} + G_K + \rho\varepsilon \qquad (۴)$$

و معادله نرخ اتلاف انرژی جنبشی آشفتهε :

$$\rho u_j \frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j}\left\{\left[\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k}\right]\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_j}\right\} + C_{1\varepsilon}\frac{\varepsilon}{k}G_K - C_{2\varepsilon}\rho\frac{\varepsilon^2}{K} \quad (۵)$$

مقادیر ضرایب ثابت به‌صورت زیر است:

$$C_{1\varepsilon} = 1\cdot 44 \, , C_{2\varepsilon} = 1\cdot 92 \, , C_\mu = 0\cdot 09 \quad (۶)$$

معادلات و ضرایب ثابت مطابق [۲۲] آورده شده است

۳- بررسی شبکه‌بندی و اعتبار سنجی نتایج

۳-۱- شبکه‌بندی

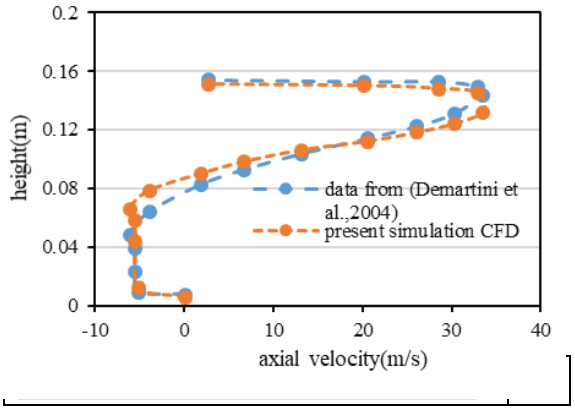
در جدول (۲) استقلال از شبکه‌بندی هندسه مورد نظر در نشان داده شده است. همان‌طور که نشان داده شده است تعداد شبکه برای این هندسه ۲۰۰۰۰۰ می باشد. که در این تعداد شبکه نتایج تغییرات چندانی نداشته بنابراین برای صرفه‌جویی در وقت و هزینه محاسباتی از ریزتر کردن شبکه جلوگیری می‌کنیم.

جدول (۲): استقلال از شبکه‌بندی

تعداد شبکه	دمای خروجی	درصد خطا
۱۰۰۰۰۰	۲۸۰/۱۰۵	۲/۴۲
۱۵۰۰۰۰	۲۸۷/۰۵۴	۱/۷
۲۰۰۰۰۰	۲۹۲/۰۲	۰/۲۵
۳۰۰۰۰۰	۲۹۲/۷۸	-

۳-۲- صحت سنجی

به‌منظور صحت سنجی باید نتایج حاصله با نتایجی که قبلاً به‌صورت عددی یا آزمایشگاهی به دست آمدند، مقایسه گردد. دمارتینی و همکارانش[۲۳]، یک مطالعه عددی و آزمایشگاهی روی جریان آشفته درون کانال مستطیلی با تیغه‌های تخت انجام دادند. از این رو برای صحت سنجی نتایج، به شبیه‌سازی هندسه مقاله مذکور پرداختیم. در شکل (۴) نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی دمارتینی که به‌صورت شبیه‌سازی و آزمایشگاهی است با نتایج شبیه-سازی ما مورد ارزیابی قرار گرفته است. در این نمودار نشان داده شده که نتایج حاصله تطابق خوبی با نتایج دمارتینی داشتند.



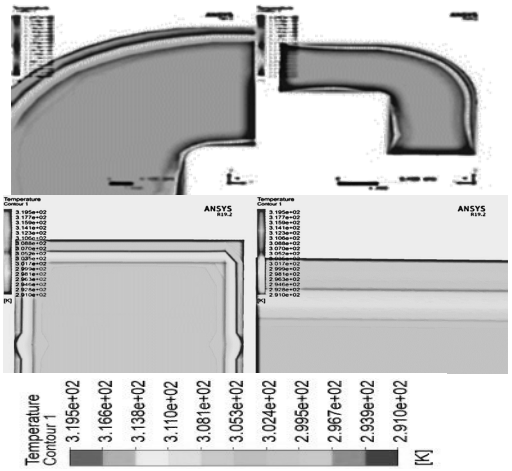
شکل (۴): نمودار مقایسه سرعت محوری براساس ارتفاع کانال در x=0.525 ، در مطالعه دمارتینی و همکارانش با نتایج به دست آمده در این پژوهش

۴- بحث و نتایج

۴-۱ بررسی کانتور های دما

۴-۱-۱-بررسی کانتور دما برای کانال مربعی با پره ساده تخت (S-F)

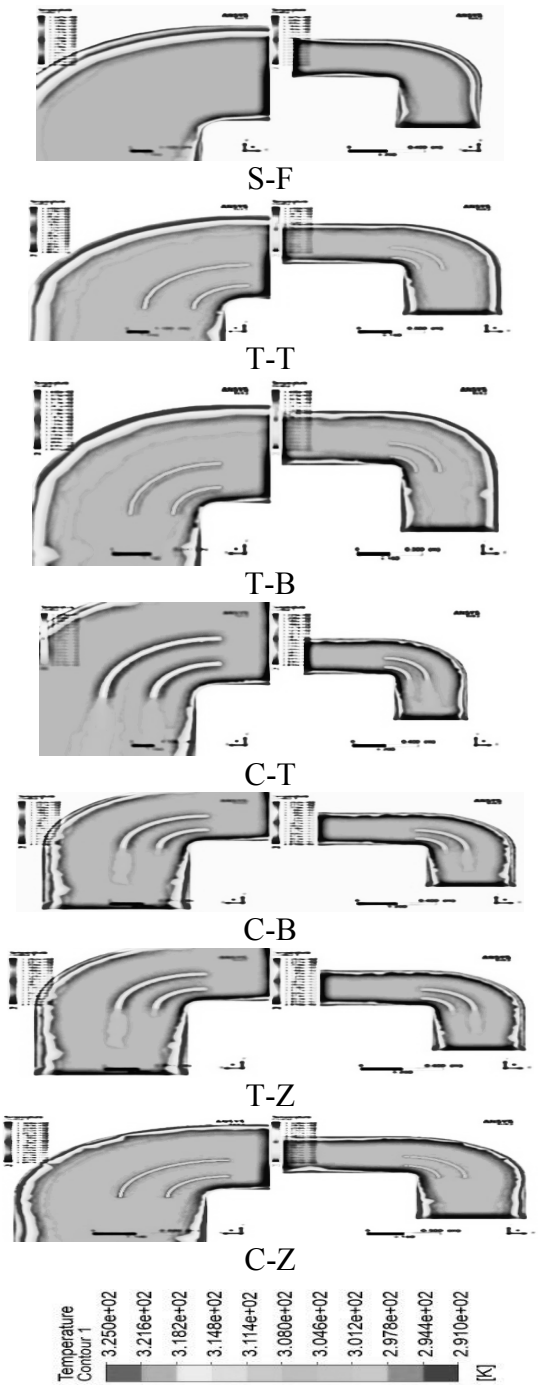
در شکل (۵)، کانتور دما از مقطع ورودی جریان و همچنین برش روبه‌روی ای برای کانال مورد نظر به همراه پره ساده تخت نشان داده شده است. این کانتور در سرعت m/s ۵/۰۸ و فشار Pa ۱۲۵ می‌باشد.



شکل (۵): کانتور دمای کانال مربعی با پره تخت (S-F)

همان‌طور که در کانتور بالا ملاحظه می‌شود، جریان هوای سرد پس از عبور از کانال و برخورد با پره تخت، گرمای دیواره کانال را گرفته و طبق شکل گرمای کانال به‌صورت تدریجی به سیال سرد منتقل شده و سیال سرد را گرم می‌کند. مکانیزم حرکت سیال به این صورت است که با برخورد به پره‌ها گردابه‌های اطراف پره‌ها به وجود می‌آید و آشفتگی را در جریان ایجاد می‌کند. به‌وجودآمدن گردابه

در جریان موجب طولانی‌شدن مسیر حرکت سیال می‌شود و زمان بیش‌تری برای انتقال حرارت وجود دارد؛ بنابراین وجود پره در کانال هوا موجب بهبود انتقال حرارت می‌شود. در شکل (۶) کانتور دما برای کانال مربعی از برش میانی از کانال مورد نظر با پره‌های مختلف نشان داده شده است. این کانتور در سرعت ۵/۰۸ m/s و فشار ۱۲۵ Pa می‌باشد.



شکل (۶):کانتور دمای کانال مربعی با پره‌های مختلف

در کانتور شکل (۶) ملاحظه می‌کنید، انتقال حرارت بین کانال مربعی و سیال مورد نظر در حالت وجود پره مثلثی زیگزاگی (T-Z) بالاترین مقدار و بعد از آن به ترتیب برای پره مثلثی بالا و پایین و بعد از آن برای پره‌های دایره‌ای می‌باشد. علت این امر تعداد دندانه‌های بیش‌تر در پره مثلثی زیگزاگی و ایجاد حرکت چرخشی و دادن سرعت بیش‌تر به سیال می‌باشد. در واقع هرچه آشفتگی و بهم خوردگی سیال بیش‌تر باشد به تبع آن بهم خوردگی لایه مرزی گرمایی بیش‌تر و نرخ مبادله گرمایی نیز افزایش می‌یابد که هوای سرد بیش‌تر با دیواره‌های کانال برخورد کرده و گرمای کانال را به خود جذب کند و گرم‌تر شود

۲-۱-۴- بررسی و مقایسه تغییرات دمای خروجی سیال برای کانال مربعی با پره‌های مختلف

در جدول (۳) تغییرات دمای خروجی سیال برای کانال مربعی با پره‌های مختلف با در نظر گرفتن دمای ورودی ^{o}K ۲۹۱ نشان داده شده است:

جدول (۳):تغییرات دمای خروجی سیال برای کانال مربعی با پره‌های مختلف

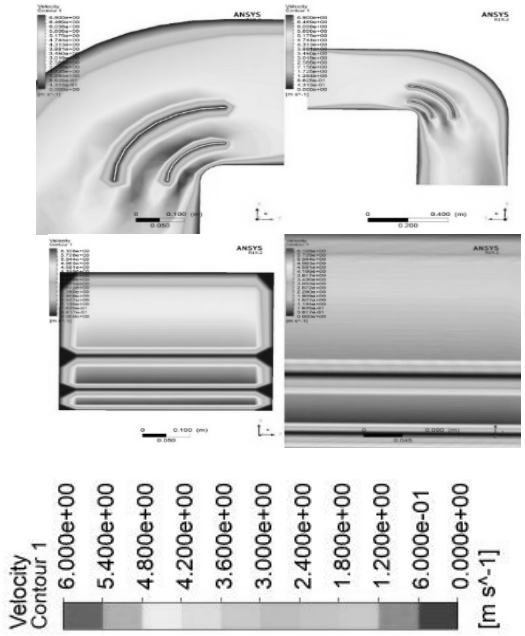
نوع فین	V=5.08 P=125	V=5.08 P=250	V=5.08 P=500
S-F	۲۹۲/۰۲	۲۹۲/۰۰	۲۹۱/۹۵
T-T	۲۹۲/۸۹	۲۹۲/۸۲	۲۹۲/۷۵
T-B	۲۹۲/۶۷	۲۹۲/۶۳	۲۹۲/۵۷
T-Z	۲۹۳/۱۳	۲۹۳/۰۸	۲۹۳/۰۱
C-T	۲۹۲/۴۲	۲۹۲/۴۰	۲۹۲/۳۷
C-B	۲۹۲/۳۷	۲۹۲/۳۰	۲۹۲/۲۷
C-Z	۲۹۲/۵۸	۲۹۲/۵۷	۲۹۲/۵۶

باتوجه به جدول (۲) سیال هوا با وجود پره مثلثی زیگزاگ حداکثر انتقال حرارت با دیواره کانال انجام داده و دمای خروجی آن بیش‌ترین افزایش را داشته است. همان‌طور که در کانتورهای سرعت شکل (۸) نیز دیده می‌شود، جریان سیال آشفتگی بیش‌تری دارد و حرکت گردابه‌ای بیش‌تر سیال پس از برخورد با پره زیگزاگی و تماس بیش‌تر با دیواره کانال دلیل افزایش انتقال حرارت است. مدل های T-T و T-B ساختاری مشابه دارند و دلیل اختلاف نتایج بخاطر انتهای پره‌ها در مجاورت دیواره است که رو به بالا بودن و رو به پایین بودن انتهای پره در میزان اغتشاش تأثیر گذار بوده است.

۴-۲- بررسی کانتور های سرعت

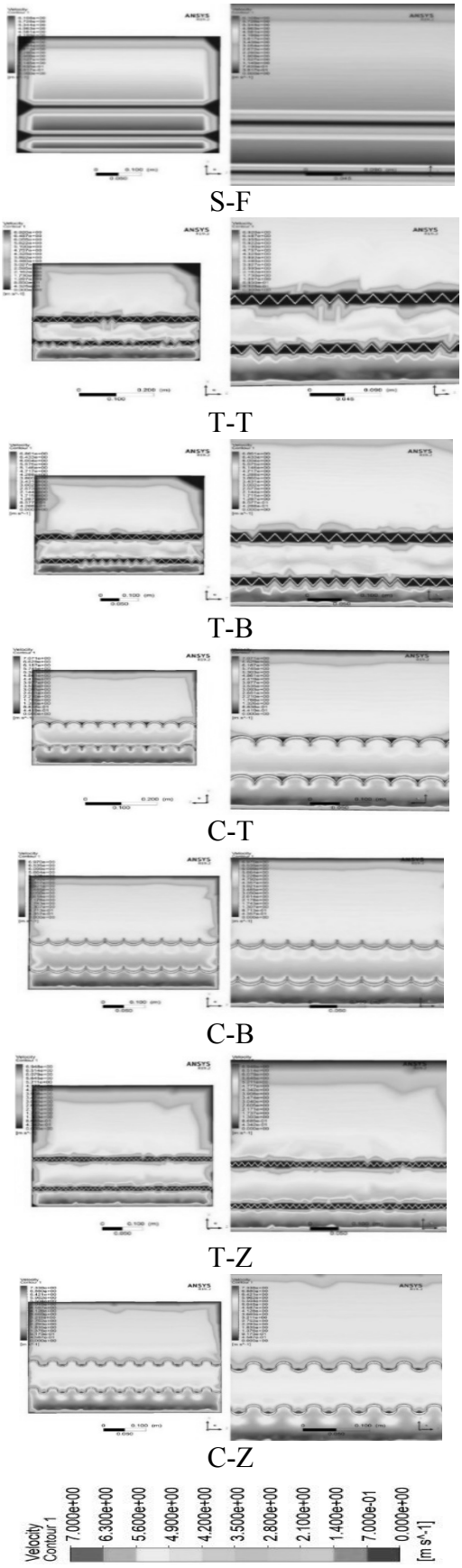
۴-۲-۱ بررسی کانتور سرعت برای کانال مربعی با پره ساده تخت (S-F)

در شکل (۷) کانتور سرعت از مقطع ورودی جریان و همچنین برش روبه‌روی ای برای کانال مورد نظر نشان داده شده است. این کانتور در سرعت ورودی سیال، ۵/۰۸ m/s و فشار ۱۲۵ Pa می‌باشد.



شکل (۷):کانتور سرعت کانال مربعی با پره تخت (S-F)

به‌وضوح در کانتور شکل (۷) ملاحظه می‌شود، هوای مورد نظر پس از وارد شدن به کانال و برخورد به پره تخت، از سرعتش کاسته شده و سپس پس از عبور از پره دارای سرعت افزایشی می‌شود. همان‌طور که ملاحظه می‌شود بیش‌ترین سرعت سیال در قسمت شعاع داخلی کانال و هم چنین بین دو پره می‌باشد. طبق انتظار و بر اساس رابطه اولر هر چه از شعاع داخلی کانال به قسمت بیرونی آن پیش رفته از سرعت سیال کاسته خواهد شد. در شکل (۸)، کانتور سرعت از مقطع ورودی جریان به کانال مورد نظر با پره‌های مختلف نشان داده شده است. این کانتور در سرعت ۵/۰۸ m/s و فشار ۱۲۵ Pa می‌باشد.

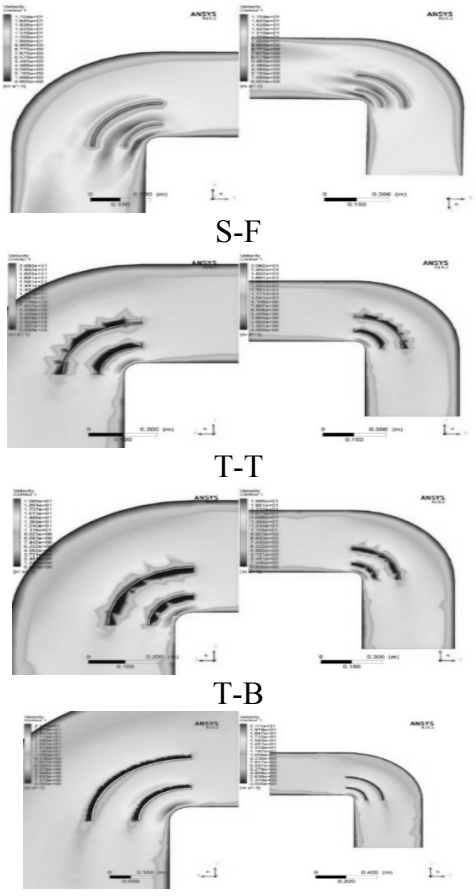


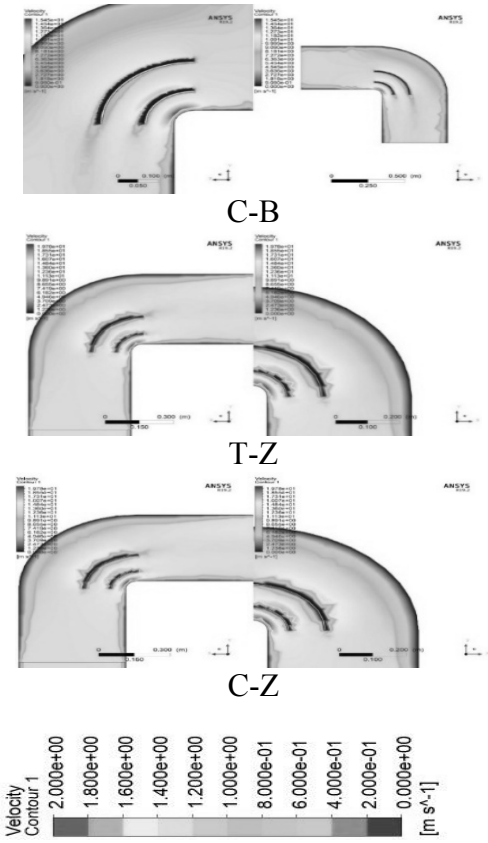
شکل (۸):کانتور سرعت در کانال مربعی با پره‌های مختلف

همان‌طور که در کانتور شکل (۸) ملاحظه می‌شود تغییرات سرعت سیال در کانال مربعی و پره مورد نظر در حالت وجود پره مثلثی زیگزاگی (**T-Z**) دارای بیش‌ترین مقدار و بعد از آن به ترتیب برای پره مثلثی بالا و پایین و بعد از آن برای پره‌های دایره‌ای می‌باشد. علت این امر تعداد دندانه‌های بیش‌تر در پره مثلثی زیگزاگی که باعث ایجاد حرکت چرخشی و به وجود آمدن گردابه‌ها بیش‌تر و سرعت سیال افزایش می‌یابد. این امر باعث می‌شود هوای سرد باحالت اغتشاشی بیش‌تری با دیواره‌های کانال برخورد کرده و گرمای کانال را به خود جذب کند و گرم‌تر شود.

۲-۲-۴- بررسی و مقایسه کانتور سرعت برای کانال مربعی با پره‌های مختلف

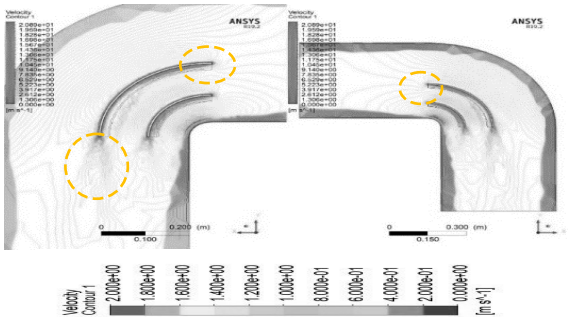
در شکل (۹)، کانتور سرعت از برش میانی کانال مورد نظر با پره‌های مختلف نشان داده شده است. این کانتور در سرعت ۱۲/۷ m/s و فشار ۵۰۰ Pa می‌باشد.





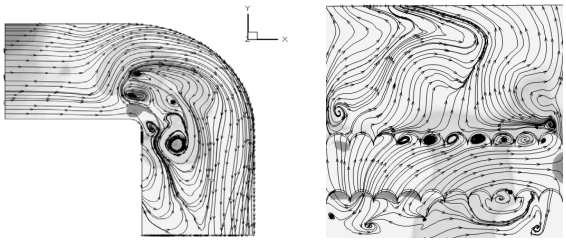
شکل (۹):کانتور سرعت کانال مربعی با پره‌های مختلف

همان‌طور که در کانتور شکل (۹) ملاحظه می‌شود، تغییرات سرعت سیال درکانال مربعی و پره مورد نظر در حالت وجود پره مثلثی زیگزاگی (T-Z) بالاترین مقدار و بعد از آن به ترتیب متعلق به پره مثلثی بالا و پایین و پس از آن برای پره‌های دایره‌ای زیگزاگی (C-Z) می‌باشد. همان‌طور که قابل مشاهده است، تغییرات سرعت در راستای Y برای پره-های مثلثی نسبت به پره‌های دیگر بیش‌تر است و حالت گردابه‌ای بیش‌تری ایجاد می کند که این امر باعث می‌شود هوای سرد باحالت اغتشاشی بیش‌تری با دیواره‌های کانال در راستای عمودی برخوردکرده، گرمای کانال را به خود جذب کند و گرم‌تر شود، در حالی که در کانال با پره تخت سرعت در راستای محوری لوله بیش‌تر بوده و سیال فرصت انتقال حرارت بیش‌تر را ندارد (شکل ۱۰).



شکل (۱۰):نمای برخورد سیال به پره‌ها در زانویی کانال از برش میانی

در کانتور شکل (۱۰) ملاحظه می‌شود سیال پس از برخورد با پره، از سرعتش در جلوی پره کاسته شده و به حالت ایستا در می‌آید و سپس به سمت بالا اوج گرفته و به مسیر خود ادامه می‌دهد و پس از عبور از پره‌ها حالت گردابه‌ای در پشت پره ایجاد می‌شود. شکل (۱۱) خطوط جریان برای کانال مربعی با پره‌های دایره‌ای است. باتوجه‌به خطوط جریان در این شکل، گردابه‌های ایجاد شده اطراف پره‌ها و آشفتگی جریان به‌وضوح دیده می‌شود. این موضوع در شکل (۱۰) و (۱۱) قابل ملاحظه است.

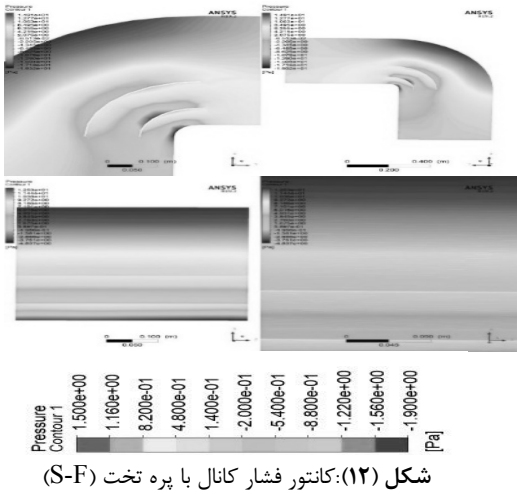


شکل (۱۱):گردابه های ایجاد شده در اطراف پره دایره‌ای در کانال

۳-۴- بررسی کانتور های فشار

۱-۳-۴- بررسی کانتور فشار برای کانال مربعی با پره ساده تخت (S-F)

در شکل (۱۲)، کانتور فشار از مقطع ورودی جریان و همچنین برش روبه‌روی ای برای کانال مورد نظر با پره تخت مربعی نشان داده شده است. این کانتور در سرعت ۵/۰۸ m/s و فشار ۱۲۵ Pa می‌باشد.

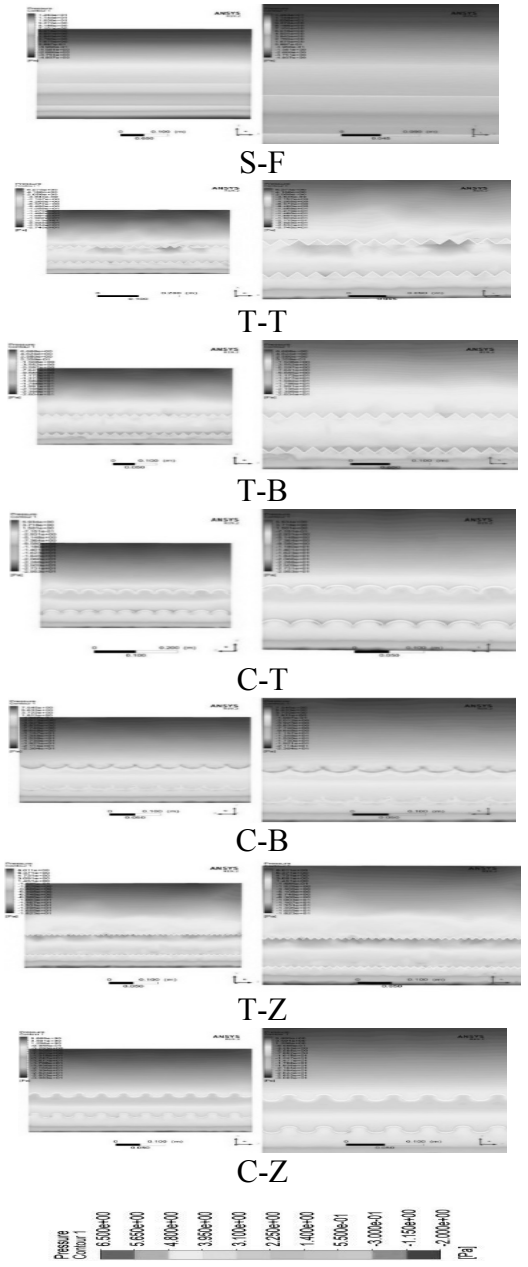


شکل (۱۲):کانتور فشار کانال با پره تخت (S-F)

به‌وضوح در کانتور شکل (۱۲) ملاحظه می‌شود، هوای مورد نظر پس از وارد شدن به کانال و برخورد به پره تخت، در قسمت جلوی پره از سرعت‌اش کاسته شده و فشار آن افزایش یافته است. طبق انتظار و بر اساس رابطه اولر هر چه از شعاع داخلی کانال به قسمت بیرونی آن پیش رفته از سرعت سیال کاسته و فشار به مقدار بیشینه می‌رسد. باتوجه‌به شکل (۱۲) ملاحظه می‌شود در اطراف پره‌ها به دلیل برخورد سیال با پره‌ها اصطکاک بین آن‌ها افزایش می‌یابد، آشفتگی بیش‌تر می‌شود و افت فشار بیش‌تری رخ می‌دهد. بنابراین فشار در اطراف پره‌ها و شعاع داخلی زانویی کانال هوا افت بیش‌تری داشته است و بیش‌ترین فشار سیال در قسمت شعاع خارجی زانویی کانال می‌باشد.

۲-۳-۴- بررسی و مقایسه کانتور فشار برای کانال مربعی با پره‌های مختلف

در شکل (۱۳)، کانتور فشار از مقطع ورودی جریان به کانال مورد نظر با پره‌های مختلف نشان داده شده است. این کانتور در سرعت ۵/۰۸ m/s و فشار ۱۲۵ Pa می‌باشد.



شکل (۱۳):کانتور فشار کانال مربعی با پره‌های مختلف

در کانتور شکل (۱۳) تغییرات فشار در کانال مربعی با پره‌های مختلف نشان داده شده است. بیش‌ترین فشار در مقطع قوس خارجی کانال و کم‌ترین فشار در قسمت داخلی قوس کانال می‌باشد. طبق انتظار بیش‌ترین فشار در کانال مربعی با پره تخت ساده می‌باشد. در پره‌های تخت نسبت به انواع دیگر پره‌ها جریان بدون مانع حرکت می‌کند و آشفتگی جریان نسبت به دیگر پره‌ها کم‌تر است. هرچه آشفتگی بیش‌تر باشد اصطکاک بین سیال و پره‌ها بیش‌تر می‌شود و افت فشار بیش‌تر است. در پره‌های تخت چون آشفتگی و اصطکاک بین سیال و پره‌ها نسبت به انواع دیگر پره‌های کم‌تر است افت فشار کم‌تر است به طوری که بیش‌ترین فشار در کانال‌های است که پره تخت دارند. پس از آن به ترتیب فشار روی دیواره بیرونی زانویی کانال برای زانویی دارای پره به فرم C-T، T-T، T-B، C-B و T-Z بوده است. کم‌ترین میزان فشار نیز روی کانال با پره‌های C-Z بوده است.

۵- نتیجه گیری

در این تحقیق به‌صورت شبیه‌سازی، تغییرات دما، سرعت و فشار برای فرم‌های مختلف پره درون زانویی کانال هوا مورد بررسی قرار گرفت و نتایج زیر حاصل شد.

۱)

استفاده از پره‌های مثلثی زیگزاگی موجب افزایش میزان انتقال حرارت بین سیال درون کانال و هوای محیط می‌شود که با ریزتر شدن گام مثلثی و افزایش اغتشاش سیال این انتقال حرارت بیش‌تر می‌شود. کم‌ترین میزان انتقال حرارت در زمان به‌کارگیری پره‌های صاف و معمولی رخ می‌دهد.

۲)

به‌کارگیری پره‌های زیگزاگی مثلثی باعث می‌شود شاهد تغییرات سرعت بیش‌تری در مقطع زانویی کانال بوده که این افزایش اغتشاش با کوچک‌شدن گام مثلثی پره‌ها افزایش می‌یابد.

۳)

به‌ترتیب استفاده از پره‌های سینوسی و پره‌های صاف معمولی، کم‌ترین و بیش‌ترین میزان فشار را برای دیواره بیرونی قوس زانویی کانال هوا ایجاد می‌کند.

۴)

انتهای پهلویی (جانبی) پره‌ها در میزان اغتشاش مؤثر است. پره‌هایی که انتهای آنها روبه‌پایین بوده میزان اغتشاش بیش‌تری ایجاد کرده و انتقال حرارت را افزایش می‌دهند.

۶- مراجع

[1] 1Musavian, S.A., Maarefat, M., Madahian, R., Mohamad Kari, B.,, "Practical tips in designing common buildings in Iran based on natural ventilation," mechanical engineering of Amir Kabir,, vol. 53, no. 3, pp. 16-37, 2021.

[2] Jafari, A., "Analysis of solar air collectors for the last five months of the year in Qaen city," journal of mechanical engineering, vol. 26, no. 114, pp. 69-80, 2017.

[3] Menni, Y., et al., "Analysis of fluid dynamics and heat transfer in a rectangular duct with staggered baffles," Journal of Applied and Computational Mechanics, vol. 5, no. 2, pp. 231-248, 2019.

[4] Menni, Y., A. Azzi, and A. Chamkha, "The solar air channels: comparative analysis, introduction of arc-shaped fins to improve the thermal transfer," Journal of Applied and Computational Mechanics, vol. 5, no. 4, pp. 616-626, 2019.

[5] Sarreshtedari, A. and A. Zamani Aghaee, "Investigation of the thermo-hydraulic behavior of the fluid flow over a square ribbed channel," Journal of Heat and Mass Transfer Research, vol. 1, no. 2, pp. 101-106, 2014.

[6] KARIMIZAD, G.F., A. SHAHSAVAND, and M.A.S. ALIKHANI, "EXPERIMENTAL INVESTIGATION AND MODELING OF SIMULTANEOUS HEAT & MASS TRANSFER IN THE HORIZONTAL CHANNEL WITH THE WALL EFFECT," 2011.

[7] Mohebbi, R., "Investigation of fluid flow and heat transfer of free movement of square cavity in spite of hot triangular barrier with finite element method," Journal of Simulation in engineering, vol. 16, no. 55, pp. 361-373, 2018.

[8] Salehin, A., MirAbdollah, A., "Influence of wall geometry and fluidity on the thermal-hydraulic performance of a corrugated channel in turbulent flow," Journal of Simulation in engineering, vol. 17, no. 57, pp. 273-283, 2019.

[9] Razavi, S.E., Memar zade, A., "Numerical investigation of heat-fluid flow from obstacles with different geometric compositions," Iranian Journal of Mechanical Engineering, vol. 40, no. 2, pp. 21-29, 2010.

[10] Nasiri, S., Taleb, Sh., Salimpoor, M. R., " Effect of grooved surfaces on heat transfer of pool water boiling and iron oxide / water Nano fluid," Modares Mechanical Engineering, vol. 18, no. 9, pp. 207-216, 2018.

[11] Yari, S., Safarzadeh, H., "Investigating the optimal performance of solar air heaters by arranging obstacles in the air passage channel, using fuzzy logic," Journal of Solid and Fluid Mechanics, vol. 6, no. 4, pp. 329-341, 2016.

[12] Heydarinejad, G., Soaai, M., "Investigation of the effect of inter-tunnel chimney geometry on the distribution of pollutants in the external environment," Modares Mechanical Engineering, vol. 17, no. 6, pp. 13-22, 2017.

[13] dehshiri , p.a., salimpour, "pressure drop and heat transfer of nanofluid flow of Tio2/water in circular, square and rectangular channel," modares Mechanical

Engineering, vol. 15, no. 5, pp. 377-382, 2015.(in persian).

[14] bazai, h., azari, ahmad, moshtagh, "investigation the effect of geometry and type of nanofluids in heat transfer of micro channel with (CFD)," Numerical methods in engineering vol. 38, no. 1, pp. 63-79, 2019.(in persian).

[15] F. Barzoki Nejati, G.A.S., M. Khoshvaght-Aliabadi, A.A. Abbasian Arani. , "Hydrothermal performance of trapezoidal fin equipped with vortex generator and hole : Investigation of the effect of vortex generator and hole position," Amirkabir j.Mech Eng, vol. 53, no. special issue 3, pp. 1963-1980, 2021.

[16] Chen, Y., et al., "Three-dimensional numerical simulation of heat and fluid flow in noncircular microchannel heat sinks," International Communications in Heat and Mass Transfer, vol. 36, no. 9, pp. 917-920, 2009.

[17] Gunnasegaran, P., et al., "The effect of geometrical parameters on heat transfer characteristics of microchannels heat sink with different shapes," International communications in heat and mass transfer, vol. 37, no. 8, pp. 1078-1086, 2010.

[18] Hasan, M.I., et al., "Influence of channel geometry on the performance of a counter flow microchannel heat exchanger," International Journal of Thermal Sciences, vol. 48, no. 8, pp. 1607-1618, 2009.

[19] Wang, H., Z. Chen, and J. Gao, "Influence of geometric parameters on flow and heat transfer performance of micro-channel heat sinks," Applied Thermal Engineering, vol. 107, pp. 870-879, 2016.

[20] Yang, D., et al., "Numerical and experimental analysis of cooling performance of single-phase array microchannel heat sinks with different pin-fin configurations," Applied Thermal Engineering, vol. 112, pp. 1547-1556, 2017.

[21] Hosseini, S., Sh. , Book of Mechanical Installation. 3, ed. A. Publisher. 2019, 207.

[22] Launder, B.E. and D.B. Spalding, The numerical computation of turbulent flows, in Numerical prediction of flow, heat transfer, turbulence and combustion. 1983, Elsevier. p. 96-116.

[23] Demartini, L.C., H.A. Vielmo, and S. Möller, "Numeric and experimental analysis of the turbulent flow through a channel with baffle plates," Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering, vol. 26, pp. 153-159, 2004.