



قرآنگاه سازندگی خاتم الانبیاء (ص)

کارگاه اروند آبادان (موسسه پایدارسازان)

انجام دهنده: ساسان آغاچاری

موضوع: شبیه سازی جریان هوای عبوری از روی دسته لوله های حاوی آب داغ با آرایش مستطیلی و تاثیر فاصله لوله ها بر الگوی جریان و انتقال حرارت

رشته: کارشناسی مهندسی مکانیک

بخش خدمتی: دفتردار رئیس کارگاه

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

خلاصه

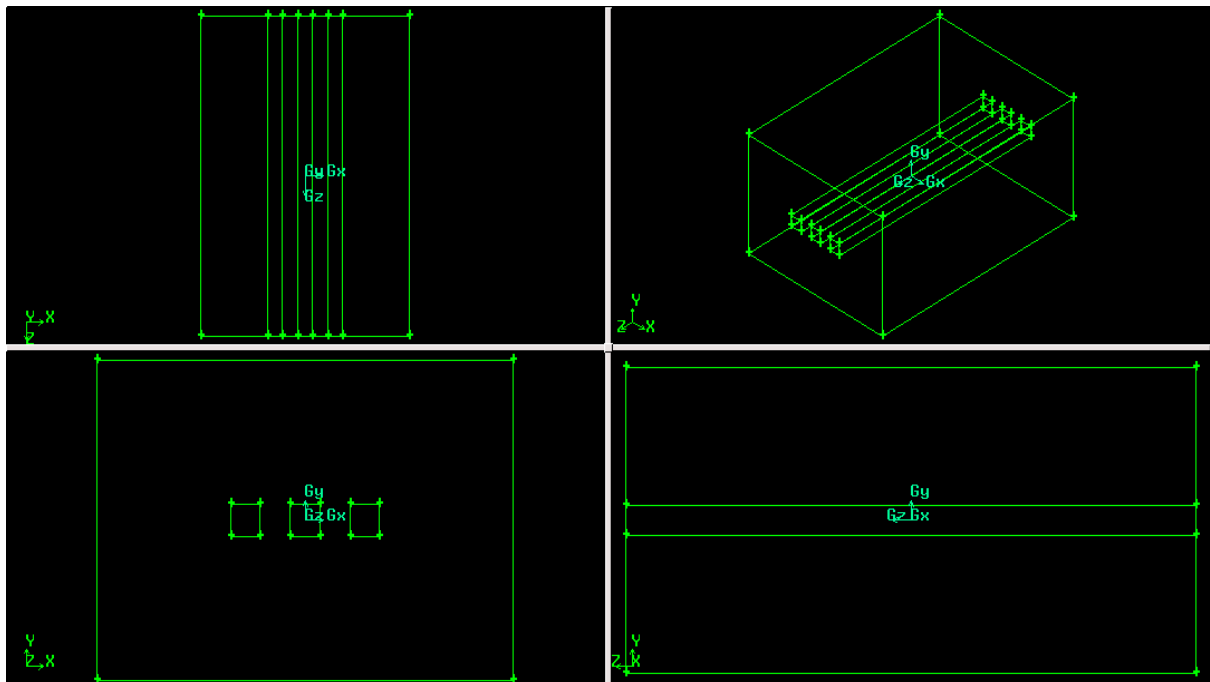
در این مقاله به بررسی جریان عبوری از روی یک دسته لوله حاوی آب داغ با آرایش مثلثی با چهار نمونه فواصل مختلف لوله ها از یکدیگر می پردازیم. لوله ها در نمونه های مختلف از فواصل ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ سانتی متر از یکدیگر مورد بررسی قرار می گیرند و تاثیر فاصله آنها بر نرخ انتقال حرارت و جریان عبوری به صورت کانتور های مشخص و نتایج مورد بررسی و مقایسه واقع می شود.

مقدمه

برای شبیه سازی طراحی مورد نظر باید لوله ها را به صورت ۳ تایی که با فاصله هایی مشخص از یکدیگر قرار دارند را درون یک کانال جریان عبوری هوا با سرعت مشخص طراحی کنیم و با استفاده از نرم افزار طراحی گمبیت (Gambit) تمامی حجم ها از جمله لوله ها و خوده کانال جریان هوا را مشبندی کرده و اینکار را در چهار نمونه از لوله های با فواصل مختلف طراحی و انجام می دهیم. بعد از طراحی و شبکه بندی حجم ها (کانال و لوله ها) را در نرم افزار انسیس فلونت (Ansys fluent) شبیه سازی کرده و نتایج را به صورت کانتور های دما و خط جریان بدست آورده و با یکدیگر مقایسه می کنیم.

طراحی

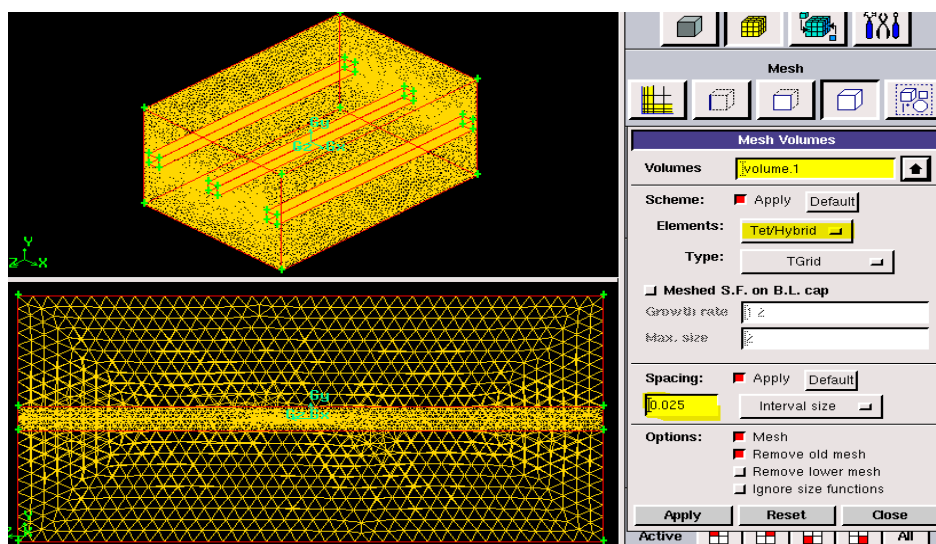
طراحی لوله ها و کانال با نرم افزار طراحی گمبیت (Gambit) انجام شده است. بطوریکه برای هر چهار نمونه یک کانال مکعبی در ابعاد واحد (متر): طول ۱، عرض ۰.۷ و ارتفاع ۰.۵ در نظر گرفته شده است و تمامی لوله های سه تایی هر کدوم به اندازه واحد (متر): طول ۱، عرض ۰.۰۵ و ارتفاع ۰.۰۵ در گمبیت طراحی شده است. آنگاه دوتا حجم موجود است، یکی کانال که جریان هوا از آن عبور می کند و حجم دیگر یک دسته لوله سه تایی حاوی آب داغ است. حال تمامی این اشکال را در گمبیت طراحی کرده و در چهار نمونه مختلف از لوله ها با فواصل ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ سانتی متر از یکدیگر فاصله می دهیم. هر چهار نمونه به شکل ذیل طراحی شده است:



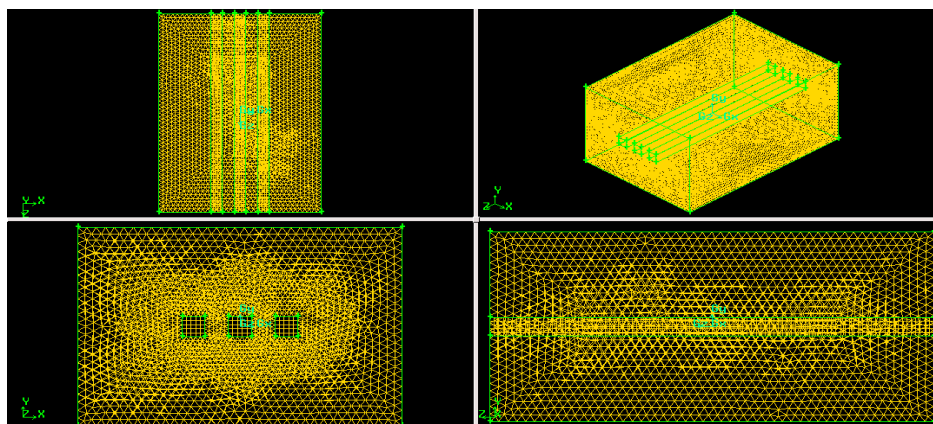
شکل ۱- نمونه طراحی انجام شده در Gambit (لوله ها با فواصل ۱۰ cm)

شبکه بندی (مش)

برای شبکه بندی حجم ها (لوله ها و کانال) در مجموع چهارتا حجم موجود می باشد، بطوریکه یک حجم مربوط به کانال و سه حجم مربوط به سه تا لوله است و برای ایجاد شبکه بندی حجم لوله ها را به صورت سایز به اندازه 0.01 مش بندی کرده و حجم کانال (مکعبی) را به طور سایز به اندازه 0.025 مش بندی می کنیم تا شبکه ای از المان های حجمی ایجاد شود. آنگاه برای هر یک از چهار نمونه طراحی این عمل را به صورت تکرار، به شکل ذیل انجام می دهیم:



شکل ۲- مش سایز (حجمی) برای کانال



شکل ۳- مش برای نمونه لوله ها با فاصله 10 cm از یکدیگر

شبیه سازی

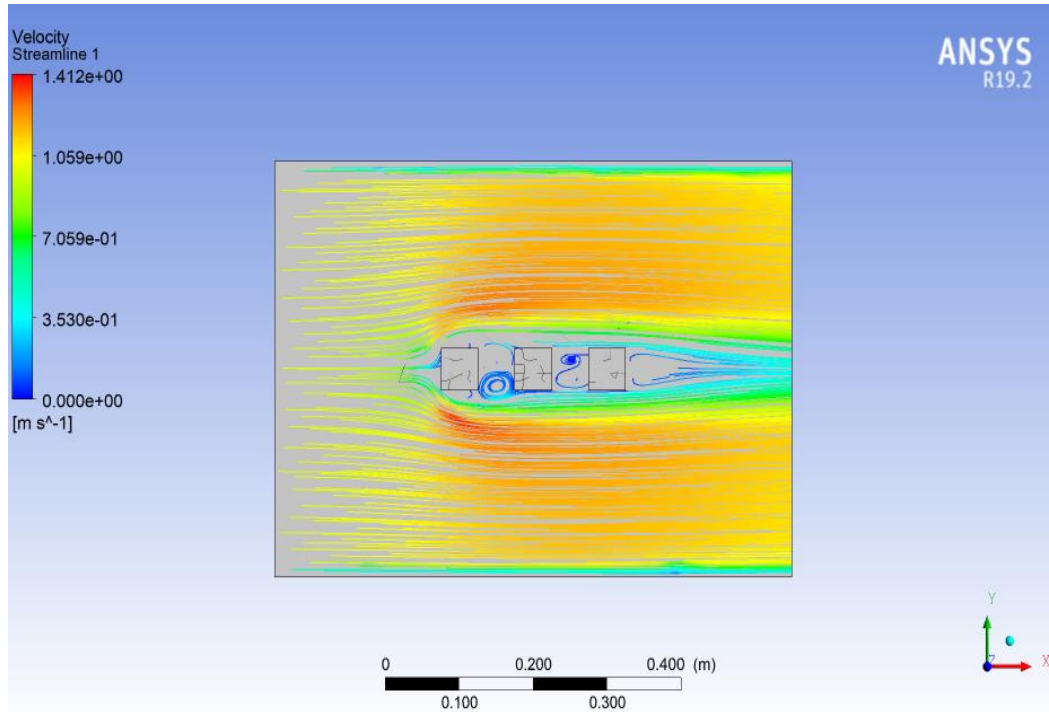
برای بدست آوردن کانتور های دما و جریان عبوری باید هر یک از طراحی های شبکه- بندی شده را در انسیس فلونت (Ansys fluent) بارگزاری کرده و معادلات لازم از جمله انرژی را فعال کرد. برای ورودی اولیه، آب داغ در درون لوله ها را به اندازه ۸۵ درجه سانتی گراد با سرعت ۰.۸ (متر/ثانیه) و دمای هوای ورودی را در شرایط دمای اتاق یعنی ۲۵ درجه سانتی گراد با سرعت ۱ (متر/ثانیه) در نظر می گیریم، توجه داشته باشید که برای انجام انتقال حرارت در یک جسمی به مانند پوسته لوله که بین دو سیال مختلف آب و هوا قرار دارد، لازم است برای آن یک دیواره (wall) و ضخامت لوله ایجاد کرد و معادله ترمال کاپلد (Thermal coupled) برای این نوع انتقال حرارت فعال شود و فعال بودن وال شدوو (wall shadow) برای لوله ها بررسی شود تا انتقال حرارت برای ضخامت لوله که بین دو سیال آب داغ و هوای سرد است، برقرار باشد. تمامی معادلات به شرح ذیل به صورت پیش فرض فعال و برقرار است:

ردیف	Icon(on)	Equations
۱	On	Energy
۲	K-epsilon	Viscous
۳	Realizable	Kepsilon model
۴	25 C – 1 (m/s)	Air flow in channel
۵	85 C – 0.8 (m/s)	Water flow in tubes
۶	Thermal→coupled	Wall-tubes
۷	All second order	Methods
۸	Hybrid	Initialization

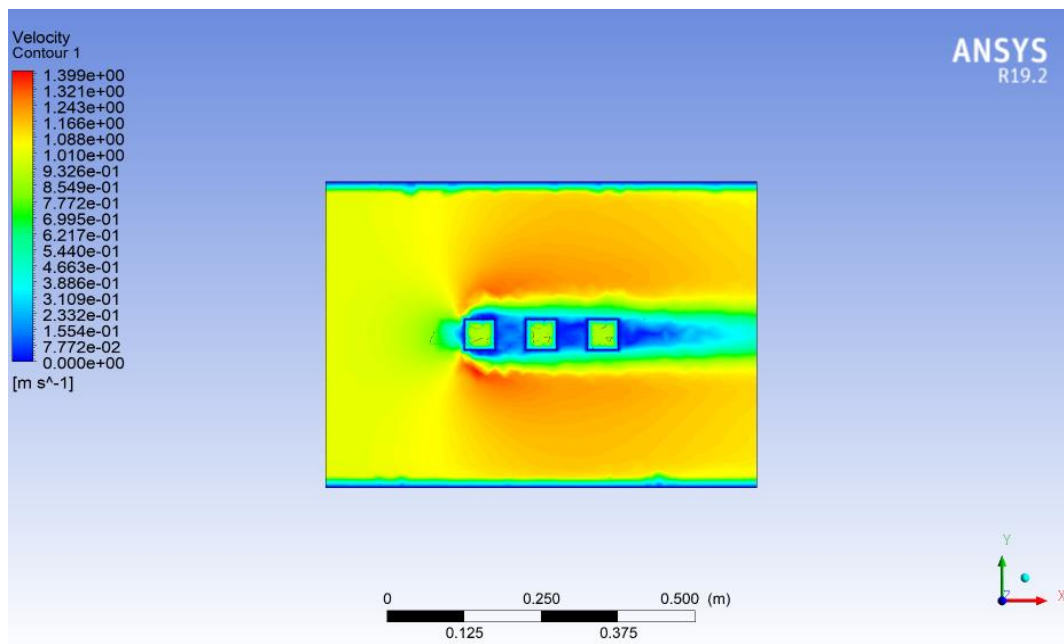
جدول ۱- معادلات پیش فرض فعال در Ansys fluent

نتایج

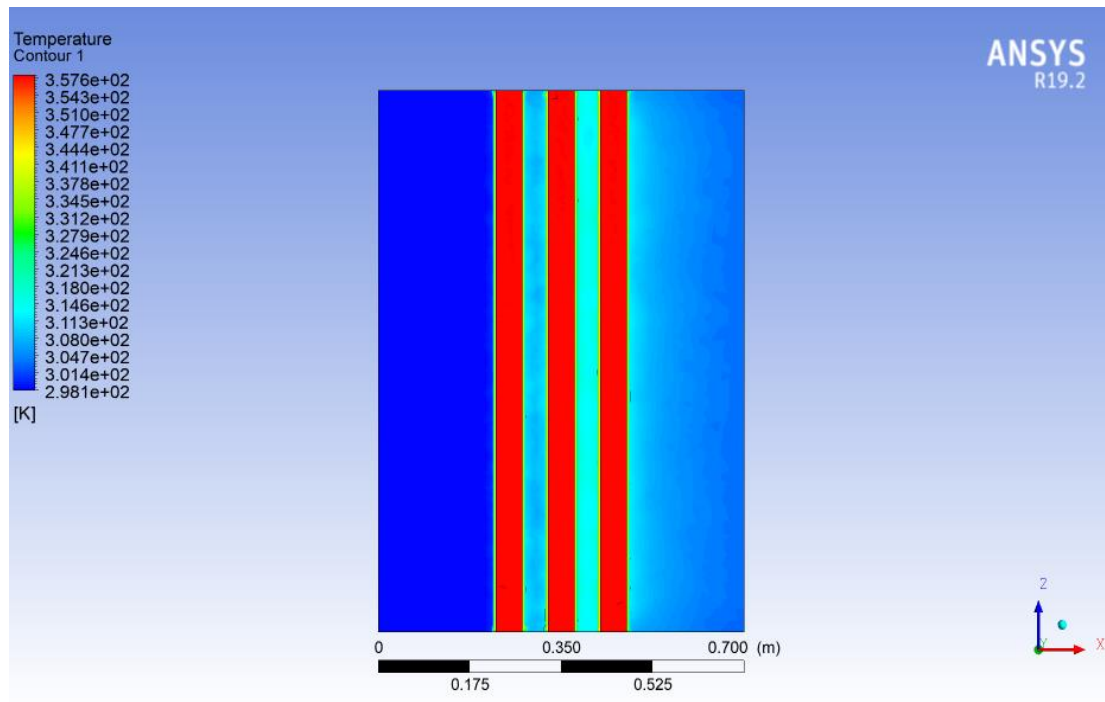
۱- کانتور های بدست آمده برای نمونه اول شبیه سازی (لوله ها با فاصله ۱۰ cm)



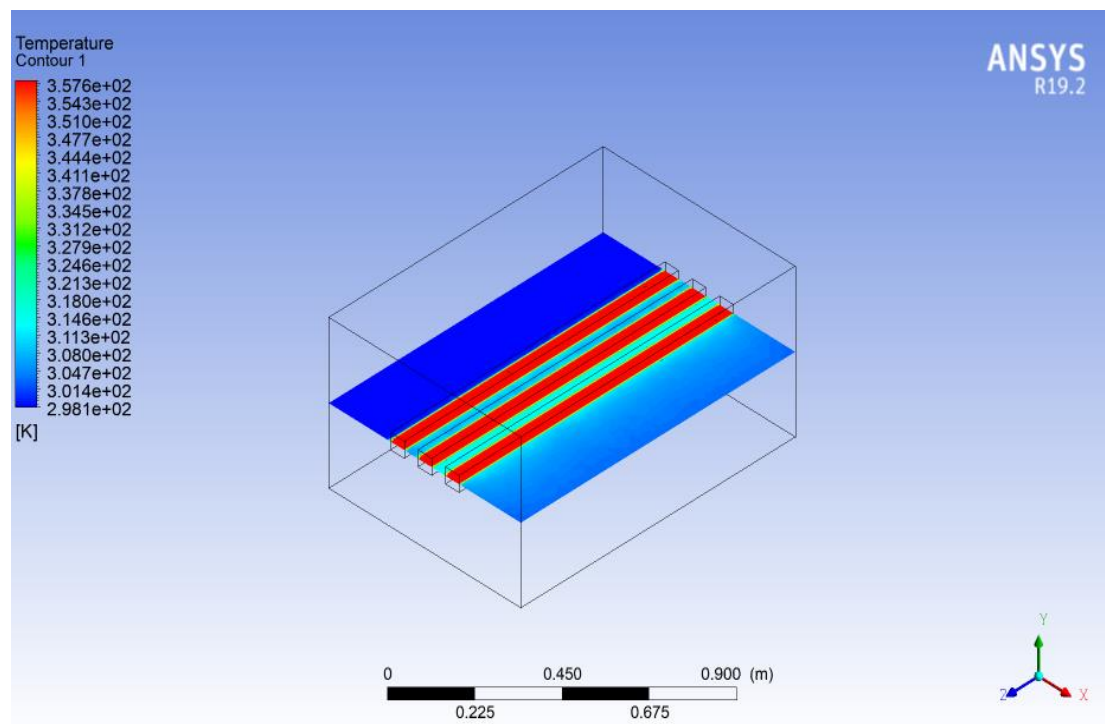
شکل ۴- کانتور خط جریان (Stream line) برای نمونه اول (فاصله لوله ها ۱۰ cm)



شکل ۵- کانتور سرعت جریان برای نمونه اول (فاصله لوله ها ۱۰ cm)

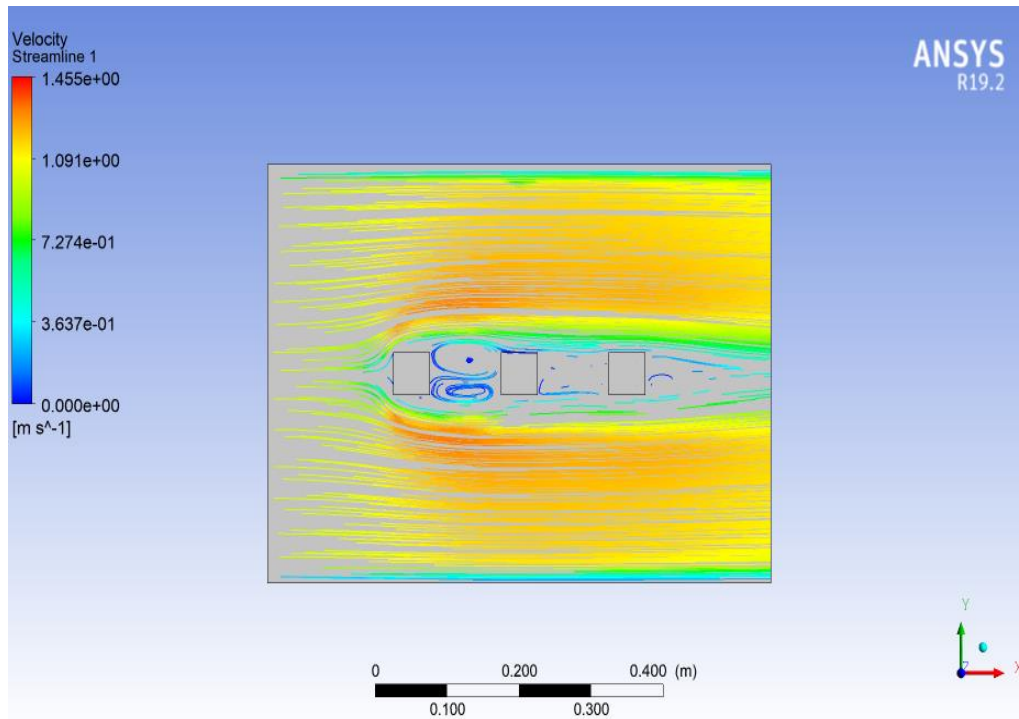


شکل ۶- کانتور دما برای نمونه اول، نمای دو بعدی (فاصله لوله ها ۱۰ cm)

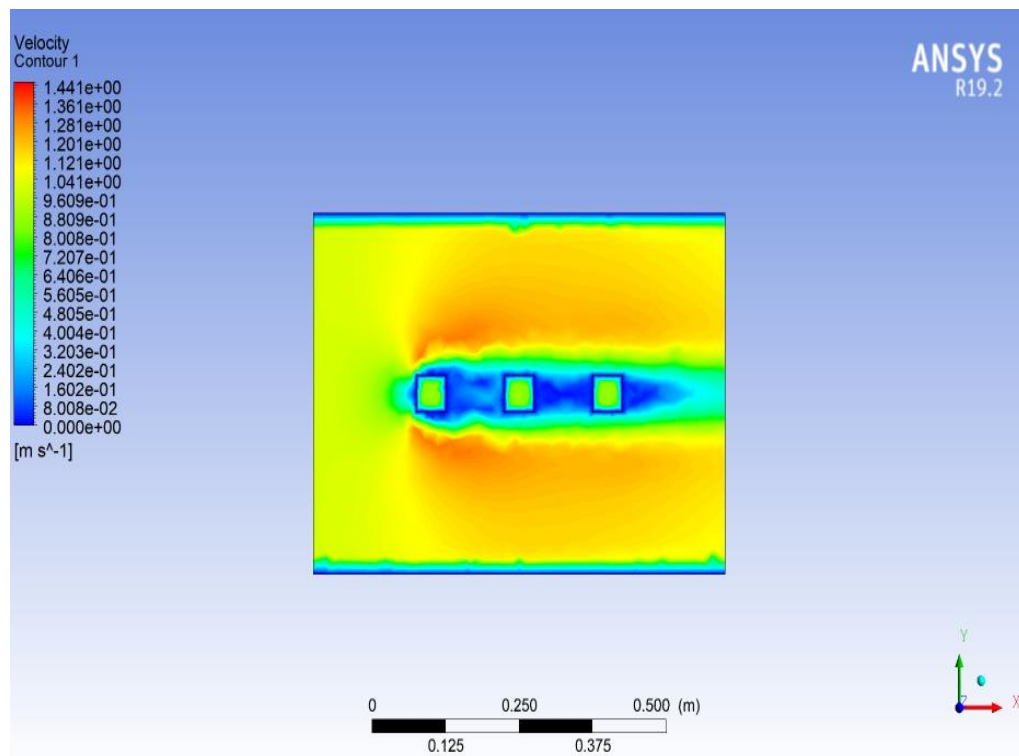


شکل ۷- کانتور دما برای نمونه اول، نمای سه بعدی (فاصله لوله ها ۱۰ cm)

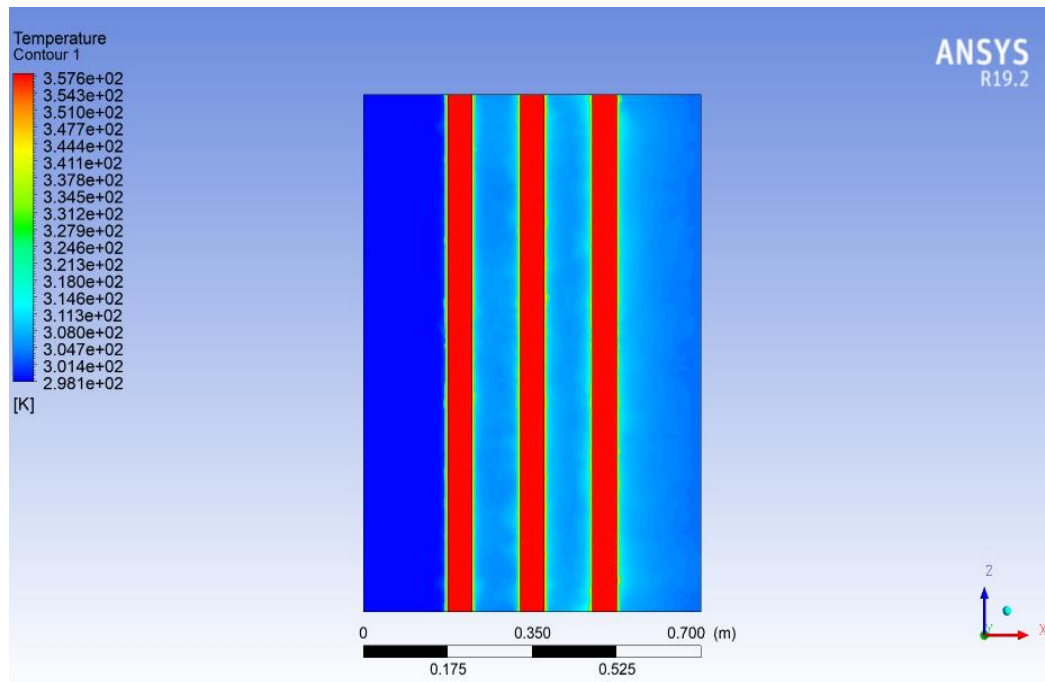
۲- کانتورهای بدست آمده برای نمونه دوم شبیه سازی (لوله ها با فاصله ۱۵ cm)



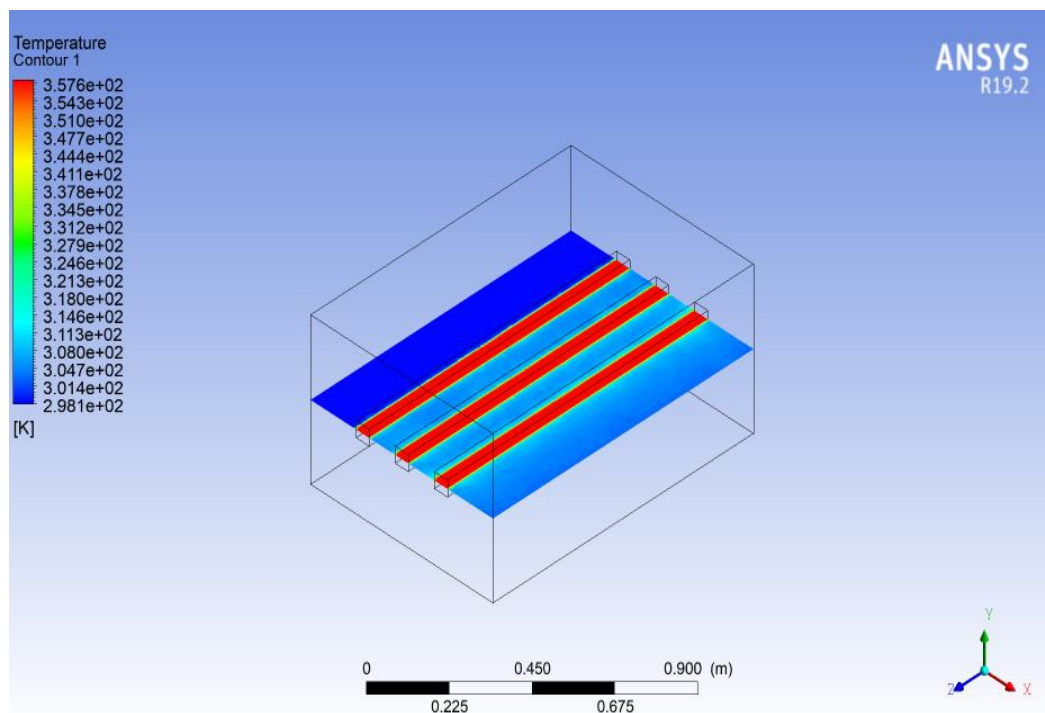
شکل ۸- کانتور خط جریان (Stream line) برای نمونه دوم (فاصله لوله ها ۱۵ cm)



شکل ۹- کانتور سرعت جریان برای نمونه دوم (فاصله لوله ها ۱۵ cm)

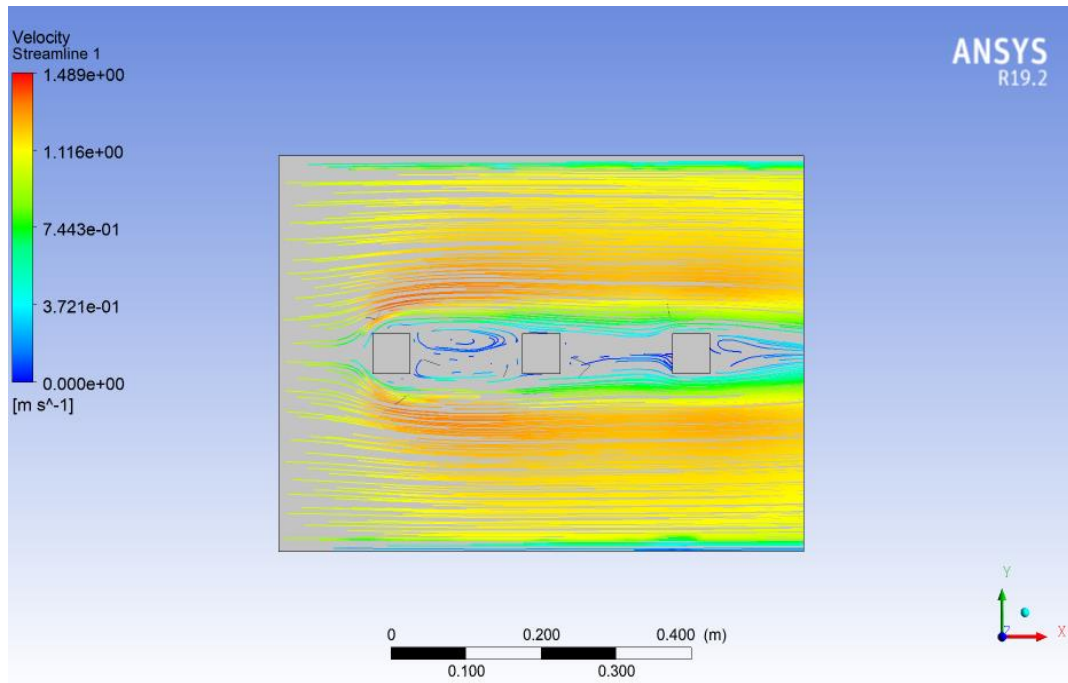


شکل ۱۰- کانتور دما برای نمونه دوم، نمای دو بعدی (فاصله لوله ها ۱۵ cm)

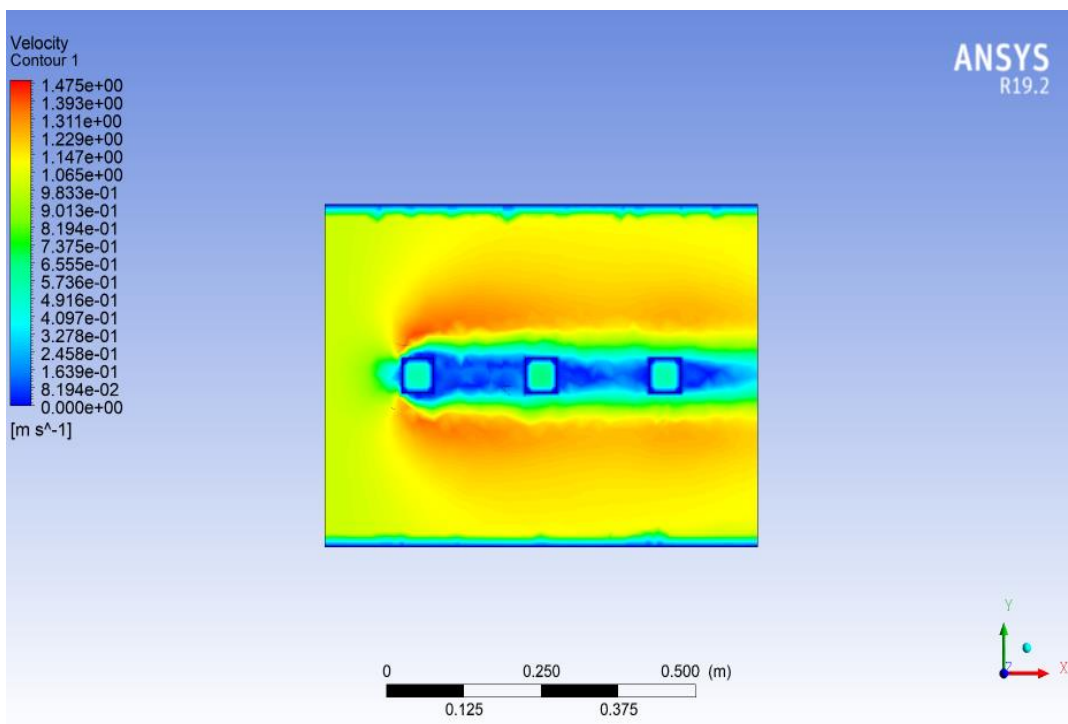


شکل ۱۱- کانتور دما برای نمونه دوم، نمای سه بعدی (فاصله لوله ها ۱۵ cm)

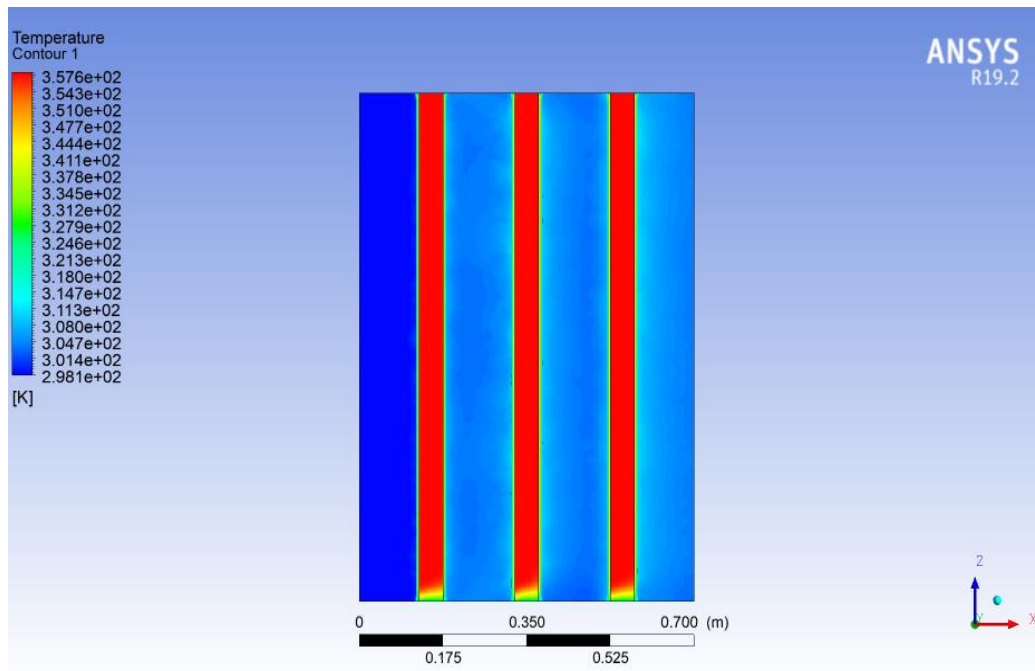
۳- کانتورهای بدست آمده برای نمونه سوم شبیه سازی (لوله ها با فاصله ۲۰ cm)



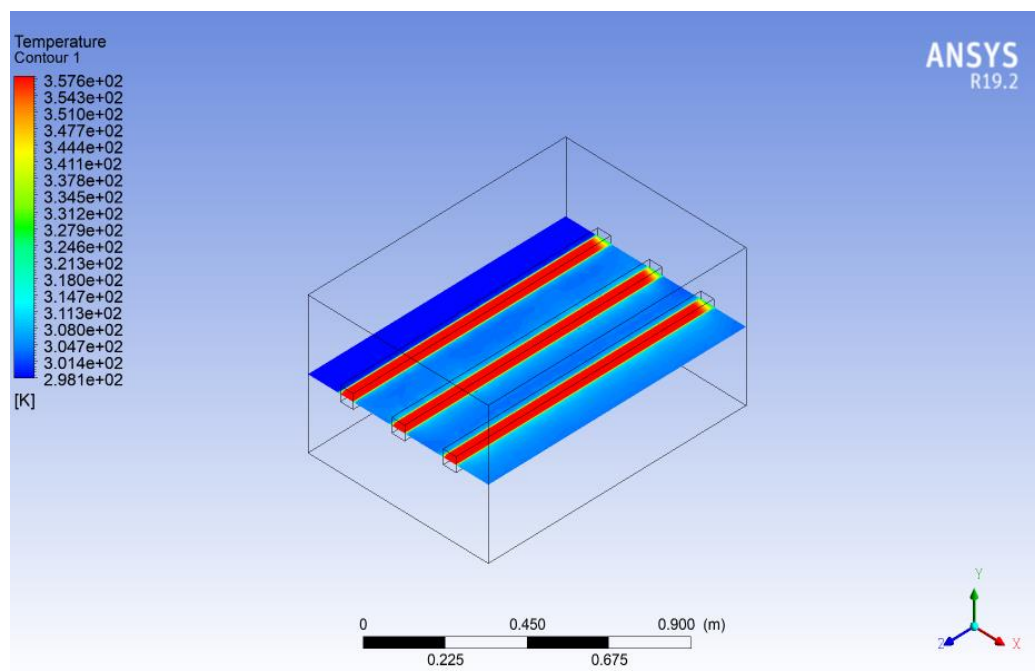
شکل ۱۲- کانتور خط جریان (Stream line) برای نمونه سوم (فاصله لوله ها ۲۰ cm)



شکل ۱۳- کانتور سرعت جریان برای نمونه سوم (فاصله لوله ها ۲۰ cm)

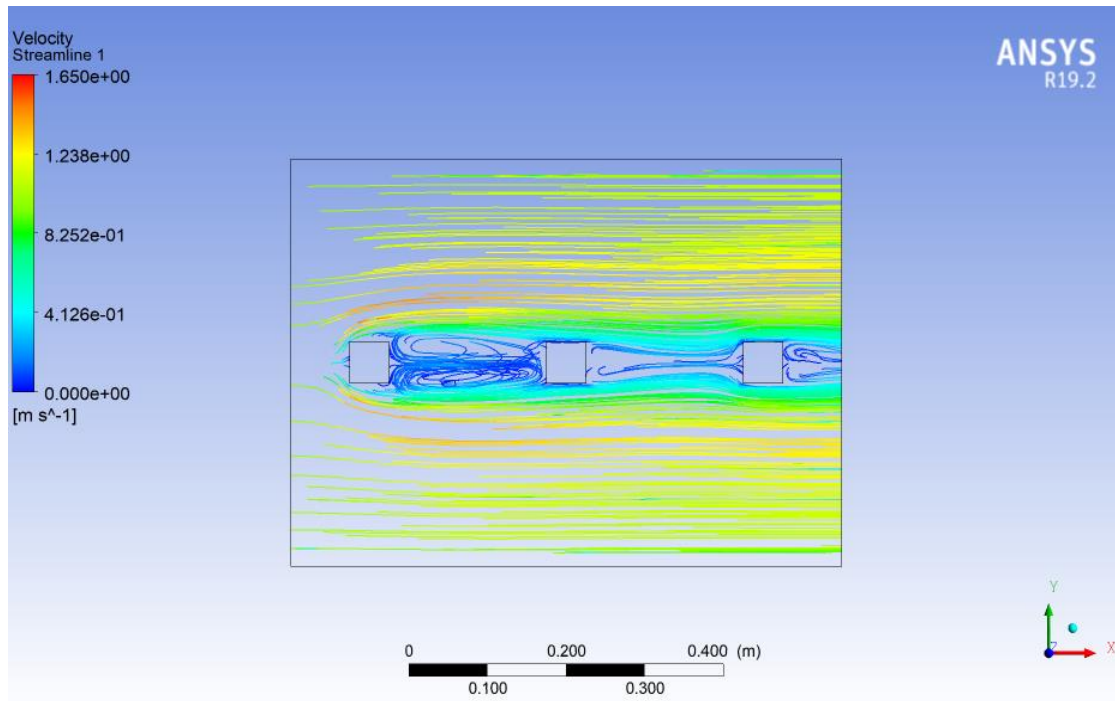


شکل ۱۴- کانتور دما برای نمونه سوم، نمای دو بعدی (فاصله لوله ها ۲۰ cm)

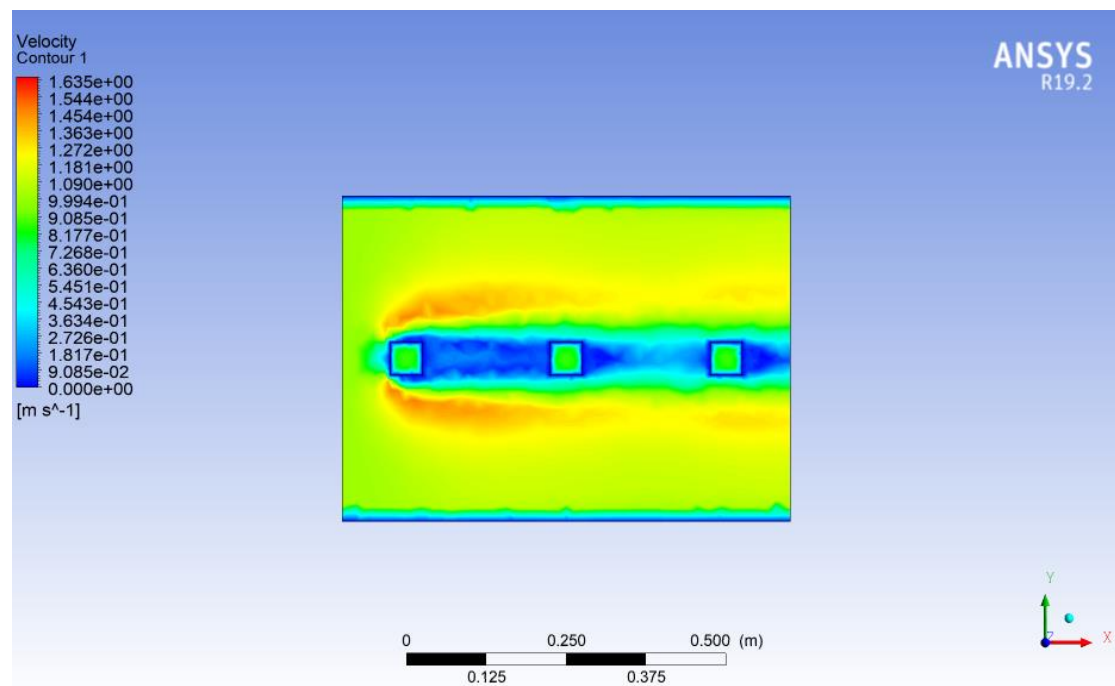


شکل ۱۵- کانتور دما برای نمونه سوم، نمای سه بعدی (فاصله لوله ها ۲۰ cm)

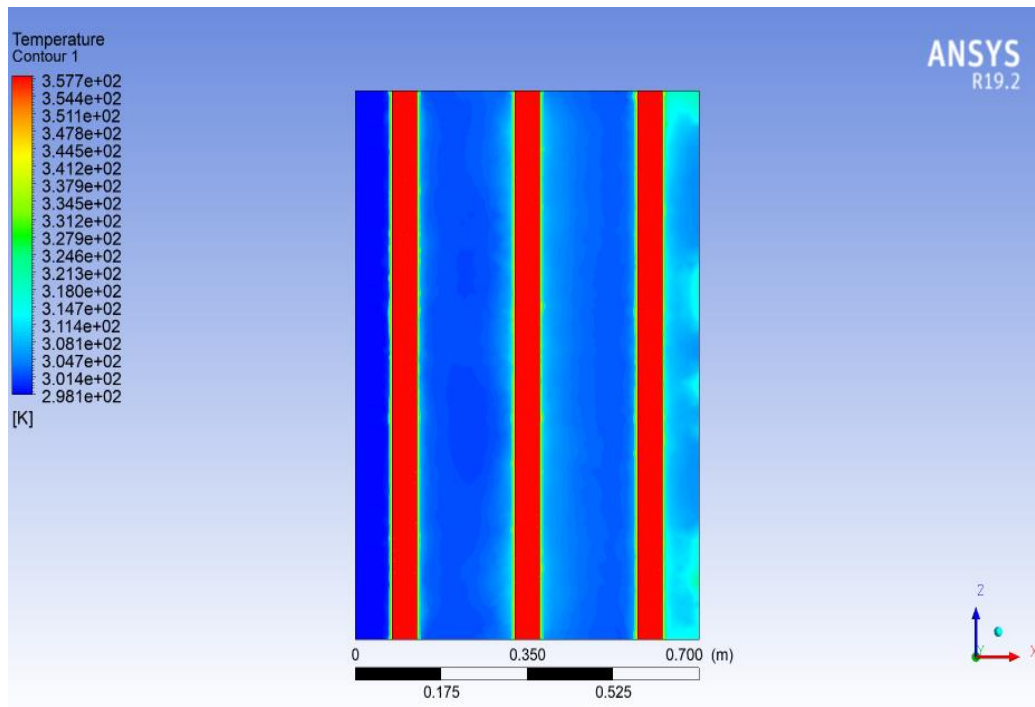
۴ - کانتور های بدست آمده برای نمونه چهارم شبیه سازی (لوله ها با فاصله ۲۵ cm)



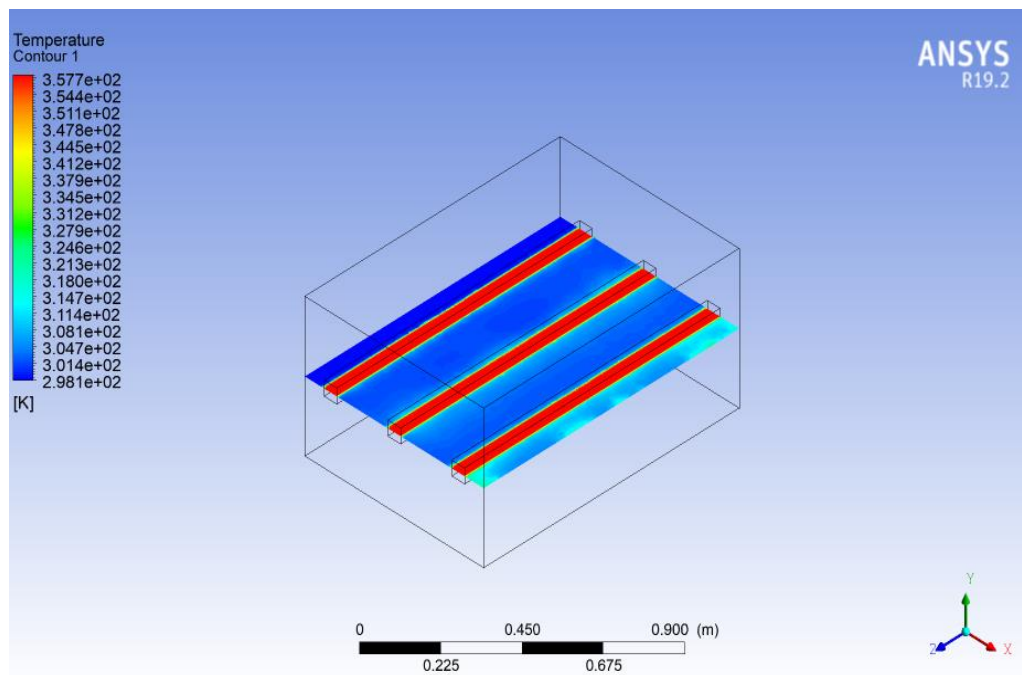
شکل ۱۶- کانتور خط جریان (Stream line) برای نمونه چهارم (فاصله لوله ها ۲۵ cm)



شکل ۱۷- کانتور سرعت جریان برای نمونه چهارم (فاصله لوله ها ۲۵ cm)



شکل ۱۸- کانتور دما برای نمونه چهارم، نمای دو بعدی (فاصله لوله ها ۲۵ cm)



شکل ۱۹- کانتور دما برای نمونه چهارم، نمای سه بعدی (فاصله لوله ها ۲۵ cm)

نتیجه بحث: با مقایسه کانتور های خط جریان می توان نتیجه گرفت که جریان عبوری هوا در پشت لوله های با فواصل ۲۵cm (نمونه چهارم) جریان آشفته تری نسبت به باقی نمونه ها بدست می آید و از مقایسه کانتور های دما می توان نتیجه گرفت که انتقال حرارت بیشتری در لوله های با فواصل کمتر و نزدیکتر خواهیم داشت و همانطور که یافت شد بیشترین انتقال حرارت دمایی مربوط به لوله های با فواصل ۱۰cm یعنی نمونه اول است.

مراجع

- [1]: CFD analysis of heat exchanger models design using ansys fluent by: Ram Kishan,Devendra Singh, Ajay Kumar Sarma
- [2]: M.D Rajkamal, M. Mani Bharathi, Shams hari prasad, “Thermal analysis of shell and tube heat exchanger”
- [3]: shuvam Mohanty, Shofique Uddin Ahmed, “Performance prediction of counter flow heat exchanger by using CFD technique
- [4]: Deepa Shivastava, Raul Mishra, “Cfd Analysis of Heat Transfer for tube-in-tube heat exchanger