

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

دوره ترمین

کارگاه آنلاین  
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

دوره ترمین

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دوره ترمین

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

## بررسی تجربی دنباله پشت سیلندر دایروی با نصب سیم‌های اغتشاش ساز در زاویه‌های مختلف

مهديه خدادادی

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک دانشگاه حکیم سبزواری  
 m\_khodadadi464@yahoo.com

عقیل لطفی

کارشناس ارشد مهندسی مکانیک دانشگاه حکیم سبزواری  
 aghillotfi@yahoo.com

امیر بک خوشنویس

دانشیار گروه مهندسی مکانیک دانشگاه حکیم سبزواری  
 Khosh1966@yahoo.com

### چکیده

هدف از این تحقیق، بررسی اثر نصب سیم اغتشاش ساز با قطر 1 میلی‌متر در زاویه‌های مختلف بر روی مشخصه‌های دنباله سیلندر دایروی می‌باشد، به گونه‌ای که روند تغییرات پروفیل‌های سرعت متوسط بررسی شده و در نهایت نتایج حاصل با سیلندر صاف مقایسه می‌گردد، تا اینکه حالت بهینه‌ای برای سیلندر دایروی بدست آید. در این بررسی از دستگاه تونل باد با سرعت پایین برای ایجاد جریان و از جریان سنج سیم داغ برای اندازه‌گیری پارامترهای جریان استفاده شده است. سیلندر بکار رفته در این آزمایش‌ها از جنس پلکسی گلاس بوده و دارای قطر 20 و طول 400 میلی‌متر می‌باشد. نسبت انسداد در این تحقیق بین 0.05 تا 0.057 متغییر می‌باشد. عدد رینولدز در طول تمام آزمایش‌ها ثابت ( $Re = 25000$ ) انتخاب شده است. نتایج نشان داده است که با افزایش تعداد سیم‌ها بر روی سیلندر دایروی رفتار دنباله در پشت سیلندر کاملاً تغییر کرده و برای سیم اغتشاش ساز با قطر 1 میلی‌متر زاویه بهینه برای نصب سیم اغتشاش ساز برای نصب سیم بر روی سیلندر  $60^\circ$  (تعداد 6 سیم) می‌باشد. نیز تشابه رفتاری محسوس در بین سیلندر دارای تعداد سیم 8 و 10 مشاهده شده است.

**کلمات کلیدی:** جریان سنج سیم داغ \_ دنباله سیلندر دایروی \_ سیم اغتشاش ساز \_ کمینه کاهش سرعت<sup>1</sup>

### 1- مقدمه

آیرودینامیک شاخه‌ای از دینامیک گازها و در حالت کلی تر دینامیک سیالات است که به بررسی رفتار جریان هوا و اثرات آن بر روی اجسام متحرک و ثابت می‌پردازد. منظور از حل یک مساله آیرودینامیکی، محاسبه میدان سرعت، فشار و دمای هوا در اطراف جسم می‌باشد. یک دسته از مسایل آیرودینامیک بر اساس عدد ماخ جریان هوا می‌باشند، که جریان‌های با عدد ماخ کمتر از 0.3 را تراکم ناپذیر و بیشتر از آن را تراکم پذیر می‌گویند. جریان دارای اصطکاک و تراکم ناپذیر حول استوانه دایروی از مسایل کلاسیک مکانیک سیالات است. علیرغم هندسه ساده سیلندر، جریان بوجود آمده در پشت آن بسیار پیچیده می‌باشد، بخصوص در رینولدزهای بالا که معادلات اندازه حرکت از روش‌های عددی به سادگی بدست نمی‌آیند. به همین دلیل بررسی تجربی دنباله پشت سیلندر یک مقوله اساسی و پویا در مکانیک سیالات محسوب می‌شود. عوامل متعددی بر مشخصه‌های دنباله سیلندر دایروی تأثیر گذار هستند که از آن جمله می‌توان به تأثیر عدد رینولدز [1, 2, 3, 4]،

<sup>1</sup> velocity defect

میزان اغتشاشات جریان آزاد، نسبت دید [5]، زبری سطح [6,7,8,9]، ابعاد صفحات انتهایی نگهدارنده سیلندر [5, 10] و نسبت انسداد [11]، اشاره کرد که در این تحقیق به بررسی اثر زبری با توجه به نصب سیم اغتشاش ساز با قطر 1 میلیمتر بر روی سیلندر دایروی با زاویه های مختلف (60، 45 و 36 درجه یا به عبارتی تعداد سیم 6، 8 و 10)، بر روی پروفیل های سرعت متوسط پرداخته شده است.

اجسام bluff body بخصوص سیلندر های دایروی در توربو ماشین ها، ساختمان های بلند و طراحی آیرودینامیک هواپیما، لوله های مبدل حرارتی، دودکش های صنعتی و غیره مورد استفاده قرار می گیرند. نیروهای سیال فاکتور های مهمی در طراحی الگوی ساختمان ها و سایر ساختار های مهندسی می باشند، که استفاده از سیم اغتشاش ساز الگوهای جریان در پشت سیلندر را به طور قابل ملاحظه ای تحت تأثیر خود قرار داده و نیز باعث تغییرات مهمی در نیروهای ثابت و نوسانی عامل بر روی سیلندر می گردد. در واقع می توان گفت سیم اغتشاش ساز برای کاهش نیروی وارده از سوی جریان بر روی سیلندر استفاده می شود [9].

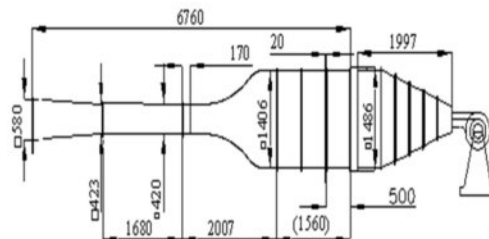
عالم و همکارانش [12] برای یک قطر سیم اغتشاش ساز ثابت 0.045 پنج رژیم جریانی را تعریف کردند که وابسته به موقعیت قرارگیری سیم ها می باشند که البته این بررسی با توجه به نصب دو سیم بر روی سیلندر صورت گرفته است. آنها دریافتند که در محدوده زوایای بین 20 تا 35 درجه ضریب درگ کاهش و عدد استروهال افزایش یافته است.

## 2- متن اصلی

در ابتدا شرایط آزمایش و چگونگی داده برداری توضیح داده می شود ادامه نمودار ها با تشریح کامل نتایج در این بخش آورده شده است.

### 2-1- شرایط آزمایش و داده برداری

تونل باد (با سرعت پایین) مورد استفاده در این آزمایش از نوع مدار باز و دمشی بوده و ساخت شرکت فرانسجش صبا می باشد [13]، که دارای اتاقک آزمایشی از جنس پلکسی گلاس (به این دلیل که مدل در اتاقک آزمون به خوبی دیده شود)، با طول 180cm، عرض 40cm و ارتفاع 40cm می باشد، که تصویر شماتیکی تونل باد در شکل 1 آورده شده است. سرعت تونل باد را با کنترل دور موتور، می توان از 0 تا 30 متر بر ثانیه تغییر داد که در این آزمایش ها سرعت جریان سیال 20 متر بر ثانیه در نظر گرفته شده است. در اتاقک آزمایش حداکثر اغتشاشات اسمی جریان آزاد برای این دستگاه 0.1٪ می باشد.



شکل 1: نمای شماتیکی از تونل باد مورد استفاده در این تحقیق

جریان سنج استفاده شده در این آزمایش، از نوع سیم داغ دما ثابت<sup>1</sup> بوده و ساخت شرکت فرانسجش صبا می باشد که توانایی اندازه گیری سرعت متوسط، اغتشاشات و فرکانس گردابه های خارج شونده از پشت سیلندر را دارد. پراب یک بعدی استفاده شده در این آزمایش ها، دارای سیمی به طول 1.25 میلیمتر و قطر 5 میکرومتر است. سیلندر بکار رفته از جنس پلکسی گلاس (به علت داشتن سطحی صاف و صیقلی) بوده و دارای طول 400 و قطر 20 میلیمتر می باشد. برای ایجاد زبری بر روی سطح سیلندر همانطور که ذکر شد از سیم های اغتشاش ساز با قطر 1 میلیمتر در سه زاویه 60، 45 و 36 درجه

<sup>1</sup> constant temperature anemometry

استفاده شده است. بدین منظور آزمایش‌ها در چهار مرحله صورت گرفته اند، به صورتی که در ابتدا سیلندر صاف در داخل اتاقک آزمایش قرار گرفته و مشخصات مربوط به دنباله حاصل از آن بررسی شده است و سپس به ترتیب سیلندر با تعداد سیم 6، 8 و 10 ( که بر روی سیلندر نصب شده اند) به طور جداگانه در اتاقک آزمون قرار گرفته و آزمایش بر روی آنها انجام شده است.

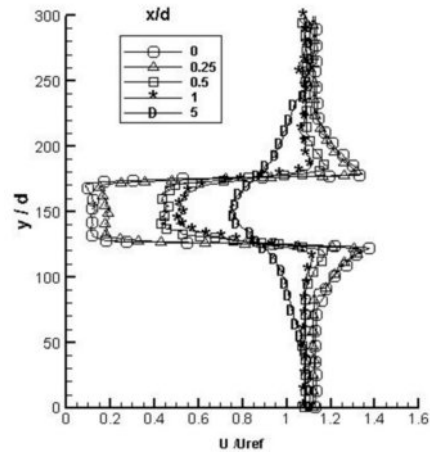
الگوهای جریان و پروفیل‌های سرعت متوسط دنباله در ایستگاه‌های  $0.25$ ،  $0.5$ ،  $1$ ،  $5$  و  $10$  مورد بحث و بررسی قرار گرفته اند. سپس نتایج حاصل با یکدیگر و سیلندر صاف مقایسه شده است، تا بتوان حالت بهینه ای برای سیلندر دایروی دارای سیم با قطر  $1$  میلی‌متر بدست آورد.

## 2-2- نمودارها و نتایج حاصل

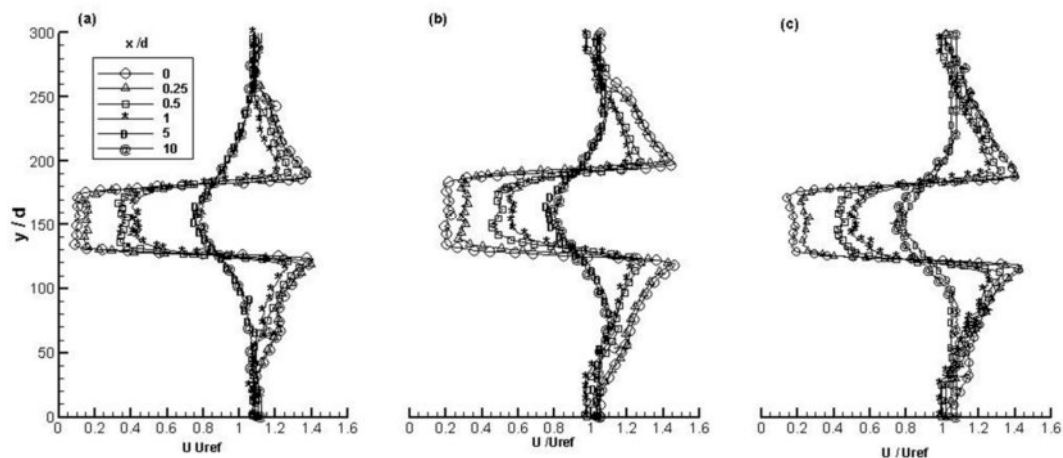
نمودارهای بدون بعد شده ی پروفیل سرعت متوسط نسبت به بازه داده برداری برای همه ایستگاه‌ها در سیلندر صاف و سیلندر با تعداد سیم‌های مختلف در شکل‌های 2 و 3 آورده شده است.

در سیلندر صاف (شکل 2)، به دلیل متقارن بودن سیلندر دایروی، دنباله در پشت سیلندر متقارن بوده و در داخل دنباله ی نزدیک به جسم شاهد دو پیک در خط مرکزی دنباله می‌باشیم. هرچه از جسم دورتر شویم این پیک‌ها رفته رفته از بین رفته و در ایستگاه  $x/d = 1$  یک پیک متقارن دید ه می‌شود. وجود دو پیک در نمودارها ( در ایستگاه‌های نزدیک به جسم )، نمایانگر وجود گردابه‌های بزرگتر در پشت سیلندر بوده که با رفتن به ایستگاه‌های بعدی ( دور شدن از سیلندر در جهت طولی ) فرایند ازمهلال صورت گرفته و گردابه‌های بزرگتر<sup>1</sup> به گردابه‌های کوچکتر<sup>2</sup> تبدیل شده اند و منطقه دنباله<sup>3</sup> یکنواخت تری را نشان می‌دهد. همچنین با دور شدن از پشت سیلندر اختلاف سرعت جریان آزاد و سرعت جریان داخل دنباله کم شده و در نتیجه باعث از بین رفتن گردابه‌های بزرگتر در پشت سیلندر می‌شود. در سیلندر صاف یا سیلندر بدون سیم اغتشاش ساز (شکل 2) دیده می‌شود که با پیشروی به سمت ایستگاه‌های جلوتر کمینه قله سرعت کاهش یافته و بنابراین یک حالت کاهشی را به نمایش گذاشته است، در مرز داخلی دنباله بیشترین قله‌ها مشاهده می‌شود که می‌توان گفت، کاهش شدید فشار در مرزها باعث افزایش شدید سرعت شده و با پیشروی به سمت ایستگاه‌های آخر این قله‌ها کاهش پیدا کرده است ( یعنی در ایستگاه  $x/d = 5$  دیگر بیشترین قله سرعت دیده نمی‌شود). همچنین با توجه به پروفیل سرعت سیلندر صاف (شکل 2) مشاهده می‌شود که در خارج از دنباله، همه نقاط تقریباً به سمت مقدار یکسانی پیش می‌روند ( $U/U_{ref} = 1-1.2$ )، این خود نشان دهنده ی درست بودن شرایط آزمایش و داده برداری می‌باشد. با توجه به شکل 2 می‌توان گفت که نمودارهای مربوط به ایستگاه‌های مختلف در سیلندر صاف همه تقریباً در یک نقطه یکدیگر را قطع کرده اند، و این امر نشان دهنده برابر بودن گردایان‌ها در نقطه ای خاص می‌باشد به صورتی که با توجه به حرکت گردابه‌ها در داخل دنباله، حرکتشان در یک نقطه اتفاق افتاده است ( یا به عبارتی مرکز تشکیل گردابه‌های پشت جسم در یک نقطه می‌باشد)، که این خود نیز دلیل دیگری بر صدق شرایط آزمایش و داده برداری می‌باشد. تا اینجا شرایط موجود در پروفیل سرعت متوسط مربوط به سیلندر صاف (شکل 2) مورد بررسی قرار گرفت، سپس در شکل 3 تغییرات پروفیل‌های سرعت با توجه به افزایش تعداد سیم‌ها ( سیم‌ها در قطر ثابت  $1$  میلی‌متر می‌باشند) بر روی سیلندر دایروی در ایستگاه‌های متوالی نشان داده شده است.

<sup>1</sup> vorticity  
<sup>2</sup> eddy  
<sup>3</sup> wake



شکل 2: نمودار بدون بعد شده ی پروفیل سرعت متوسط نسبت به بازه داده برداری برای سیلندر صاف (بدون سیم اغتشاش ساز) در ایستگاه های متوالی



شکل 3: نمودار بدون بعد شده ی پروفیل سرعت متوسط نسبت به بازه داده برداری به ازاء قطر ثابت 1mm در ایستگاه های متوالی : پروفیل مربوط به سیلندر دارای تعداد سیم (a) 6، (b) 8، (c) 10.

همانطور که مشاهده می شود با افزایش تعداد سیم اغتشاش ساز بر روی سیلندر (شکل 3)، دنباله در پشت سیلندر عریض تر شده یا به عبارتی دامنه لایه برشی<sup>1</sup> بیشتر شده و کمینه کاهش سرعت کاهش پیدا کرده است، البته دیده می شود که عرض دنباله در تعداد سیم 8 و 10 تقریباً یکسان بوده و حتی می توان گفت در تعداد سیم 8 عرض دنباله بزرگتر می باشد، بنابراین دامنه لایه برشی در تعداد سیم 8 از همه بیشتر بوده و در نتیجه مینیمم کاهش سرعت در آن از موارد دیگر کمتر است. در این قسمت می توان نتیجه گرفت که با افزایش لایه برشی، مینیمم کاهش سرعت، کاهش خواهد یافت.

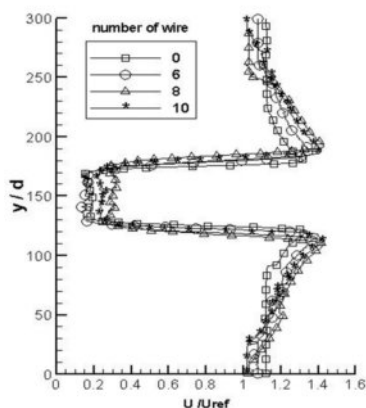
<sup>1</sup> shear layer

در پروفیل های سرعت متوسط مربوط به تعداد سیم 6، 8 و 10 (زوایای 60، 45 و 36 درجه)، در شکل 3، کمینه قله سرعت در (3a) و (3b)، همانند سیلندر صاف با پیشروی به ایستگاه های جلوتر، در داخل دنباله، همواره کاهش یافته است در صورتی که در تعداد سیم 10 کمینه قله سرعت در ابتدا کاهش یافته و در ایستگاه  $x/d = 10$  افزایش یافته است که می توان روند تغییرات قله سرعت متوسط ( کمینه سرعت دنباله) را در ایستگاه های متوالی در تعداد سیم 6 و 8، کاملا کاهشی و در تعداد سیم 10، کاهشی \_ افزایشی در نظر گرفت، حالت کاهشی \_ افزایشی بودن، توسط دیگر محققان [9، 4] نیز بیان شده است. بنابر این می توان حدس زد که احتمالا سیلندر با تعداد سیم 6 و 8 نیز در ایستگاه های جلوتر حالت افزایشی خود را نمایان خواهند کرد، که در این تحقیق مورد بررسی قرار نگرفته است. قابل ذکر است که مقدار افزایش کمینه قله سرعت در سیلندر دارای 10 سیم، در ایستگاه آخر ( $x/d = 10$ ) بسیار نامحسوس بوده و تقریبا دارای رفتاری مشابه ایستگاه قبلی خود ( $x/d = 5$ ) می باشد.

با افزایش تعداد سیم اغتشاش ساز بر روی سیلندر نسبت به سیلندر صاف ( شکل های 2 و 3 )، بیشترین قله سرعت (نقطه ای که فشار شدیداً کاهش یافته است) در مرز داخلی دنباله افزایش یافته است، البته باز هم شاهد تشابه رفتاری تعداد سیم 8 و 10 (شکل های 3b و 3c) می باشیم و دیده می شود که بیشترین قله سرعت در مرز داخلی دنباله بایستی مربوط به تعداد سیم 8 در نظر گرفته شود. بنابراین در سیلندر با تعداد سیم 8 در مرز داخلی دنباله شاهد کاهش فشار شدیدتر و در نتیجه افزایش سرعت بیشتر می باشیم. دیگر تفاوت سیلندر صاف ( شکل 2 )، با سیلندر دارای تعداد سیم متفاوت ( شکل 3 )، در ایستگاه  $x/d = 1$  مشهود است، با این تفسیر که دو پیک بودن کمینه قله سرعت در داخل دنباله در این ایستگاه، در سیلندر صاف تقریبا از بین رفته است در صورتی که در شکل 3 همواره دو پیک در این ایستگاه مشاهده می شود، که شدت دو پیک در تعداد سیم 8 و 10 (3b و 3c)، در این ایستگاه بیشتر دیده می شود. در مقایسه ای کلی می توان گفت که شدت بزرگی گردابه ها در سیلندر با تعداد سیم 8 و 10 بیشتر از سیلندر با تعداد سیم 6 ( شکل 3a) بوده و رفتاری متفاوت از 8 و 10 نشان داده است. بنابراین می توان گفت که رفتار گردابه ها و در نتیجه دنباله در پشت سیلندر دایروی با تعداد سیم 8 و 10 تقریبا مشابه و متفاوت از سیلندر با تعداد سیم 6 می باشد. با توجه به شکل 3 مشاهده می شود که گرادیان های سرعت در همه نمودار ها در نقطه مشخصی برابر شده اند که برای حالت های مختلف مکان این نقطه تغییر کرده است، به این ترتیب که این نقطه در تعداد سیم 8 ( شکل 3b) بیشترین مقدار ( $U/U_{ref} = 0.95$ )، در تعداد سیم 10 ( شکل 3c) مقداری برابر سیلندر صاف و در تعداد سیم 6 ( شکل 3a) کمترین مقدار ( $U/U_{ref} = 0.85$ ) را دارا می باشد. به عبارتی دیگر مرکز تشکیل گردابه های پشت جسم در سیلندر با تعداد سیم 10 همانند سیلندر صاف بوده و در سیلندر با تعداد سیم 8 و 6 به ترتیب بیشترین و کمترین سرعت متوسط را دارند. با دور شدن از خط مرکزی جسم ( سیلندر دایروی) به سمت خارج از دنباله رفته و همه نمودار ها به بازه یکسانی از سرعت متوسط ( همانند سیلندر صاف) ختم شده اند.

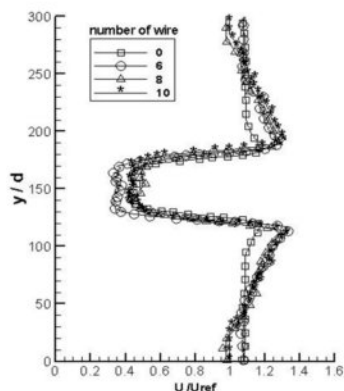
در ادامه نمودار های مربوط به پروفیل های سرعت متوسط نسبت به بازه داده برداری برای سیلندر صاف و تعداد سیم های مختلف در ایستگاه های ثابت ( شکل های 4، 5، 6 و 7) مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته است. در ایستگاه  $x/d = 0.25$  (شکل 4)، کمینه قله سرعت متوسط در داخل دنباله مربوط به سیلندر دارای تعداد سیم 6 بوده که همپوشانی تقریبی را با سیلندر صاف نشان می دهد و باز هم می توان گفت رفتار سیلندر با تعداد سیم 10 بین 6 و 8 قرار گرفته است، به طوریکه سیلندر با تعداد سیم 8 بیشترین، کمینه قله سرعت را دارا می باشد. با توجه به شکل 4 مشاهده می شود که، بیشترین قله سرعت در مرز داخلی دنباله مربوط به سیلندر با تعداد سیم 8 می باشد و بعد از آن با کم شدن تعداد سیم ها ( به ترتیب 10، 6 و 0 )، بیشترین قله سرعت نیز کاهش یافته است البته باز هم رفتار تعداد سیم 10 و 8 تقریبا مشابه می باشد، در نتیجه سیلندر با تعداد سیم 6 رفتار بهتری را از خود بروز داده است. دهانه دنباله نیز رفتاری مشابه به بیشترین قله سرعت از خود بروز داده است به صورتی که سیلندر با تعداد سیم 8 دارای دهانه دنباله بزرگتر بوده و بعد از آن با کم شدن تعداد سیم ها ( به ترتیب 10، 6 و 0 )، این دهانه کوچکتر شده است ( یا به عبارتی نفوذ برش در طبقات بالایی سیال عامل کاهش یافته است). به این صورت نیز می توان بیان کرد که شیب سرعت در سیلندر با تعداد سیم 8 کمتر از سه نمودار دیگر بوده و در نتیجه  $dU/dy$  مربوط به آن کمتر بوده، و با توجه به رابطه  $T = \mu (dU/dy)$ ، نرخ تنش برشی در آن کمتر می باشد و بعد از آن

با کاهش تعداد سیم ( به ترتیب 10، 6 و 0)، مقدار نرخ تنش برشی افزایش می یابد. پس با توجه به شکل 4 بیشترین میزان تنش برشی مربوط به سیلندر صاف در نمودارها مشهود است. با توجه به مطالب گفته شده، هرچه نرخ تنش برشی کمتر باشد می توان گفت که کمینه کاهش سرعت کمتر می شود. البته با استناد به این مطلب که ایستگاه داده برداری بسیار نزدیک به جسم می باشد، نتایج حاصل به دلیل وجود پدیده جدایش و جریان های تصادفی و نیز وجود جریانهای سه بعدی در پشت سیلندر، از اعتبار کمتری برخوردار است.



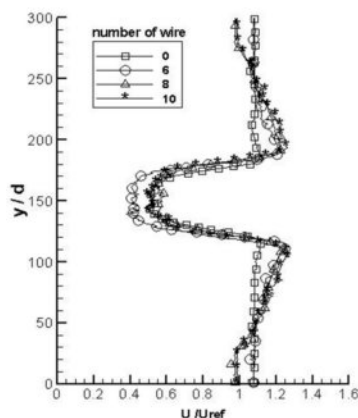
شکل 4: نمودار بدون بعد شده ی پروفیل سرعت متوسط نسبت به بازه داده برداری به ازاء قطر ثابت 1mm در سیلندر با تعداد سیم های متفاوت و در ایستگاه اول ( $x/d = 0.25$ ).

در ایستگاه  $x/d = 0.5$  ( شکل 5 )، تقریباً نتایج بدست آمده از ایستگاه اول ( شکل 4 ) تصدیق شده است با این تفاوت که دهانه داخلی دنباله در سیلندر با تعداد سیم 6 از همه باریکتر بوده، پس دارای شیب سرعت بیشتر و نرخ تنش برشی بیشتری می باشد. می توان به این نتیجه رسید که سیلندر با تعداد سیم 6، شرایط مطلوبی که به دنبال آن هستیم را دارا می باشد و رفتار آن کاملاً متفاوت از سه نمودار دیگر است ( سه نمودار دیگر تقریباً رفتار مشابهی را به نمایش گذاشته اند البته با کمی تفاوت در سیلندر دارای 8 سیم ).



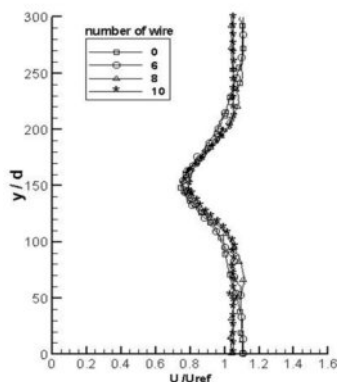
شکل 5: نمودار بدون بعد شده ی پروفیل سرعت متوسط نسبت به بازه داده برداری به ازاء قطر ثابت 1mm در سیلندر با تعداد سیم های متفاوت و در ایستگاه دوم ( $x/d = 0.5$ ).

در ایستگاه  $x/d = 1$  ( شکل 6 )، همه نتایج بدست آمده از ایستگاه دوم تصدیق شده است بنابراین با توجه به این نتایج می توان گفت که حالت بهینه ای برای سیلندر با تعداد سیم 6، با سیم اغتشاش ساز دارای قطر 1 میلیمتر بدست آمده است یا به عبارتی برای سیم با قطر 1 میلیمتر، سیلندر با تعداد سیم 6 رفتار بهتری از سیلندر با تعداد سیم 10 و 8 و سیلندر صاف به نمایش گذاشته است. با وجود اینکه نتیجه مطلوبی بدست آمده است ولی برای رسیدن به قطعیت بایستی ضریب درگ(پسا) نیز در ایستگاه های دور از پشت سیلندر بررسی و مقایسه شود.



شکل 6: نمودار بدون بعد شده ی پروفیل سرعت متوسط نسبت به بازه داده برداری به ازاء قطر ثابت 1mm در سیلندر با تعداد سیم های متفاوت و در ایستگاه سوم ( $x/d = 1$ ).

در ایستگاه  $x/d = 5$  ( شکل 7)، نیز نتایج حاصل از دو ایستگاه قبلی ( $x/d = 0.5, 1$ ) تصدیق شده است. بایستی توجه داشت که در ایستگاه های آخر با توجه به اینکه رفته رفته سرعت جریان داخل دنباله با سرعت جریان آزاد برابر می شود، در نتیجه منطقه دنباله نیز مانند شکل 7 کم کم از بین رفته و نتایج واضحی از رفتار سیم ها و قطر آنها را نشان نمی دهد.



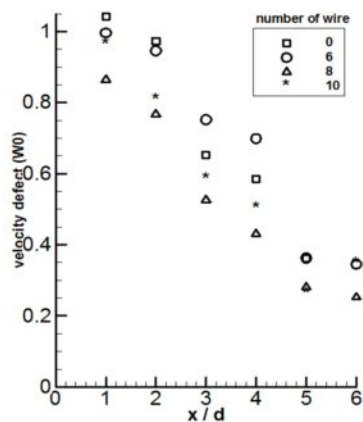
شکل 7: نمودار بدون بعد شده ی پروفیل سرعت متوسط نسبت به بازه داده برداری به ازاء قطر ثابت 1mm در سیلندر با تعداد سیم های متفاوت و در ایستگاه چهارم ( $x/d = 5$ ).

با توجه به ایستگاه های دور از سیلندر (در جهت طولی) می توان میزان ضریب پسا و برآ دقیق تری را بدست آورد. مطابق با نتایج کارهای دیگر محققان، نصب سیم اغتشاش ساز باعث کاهش چشمگیری در نیروی پسا می شود [7,8,9]. همچنین با



افزایش تعداد سیم اغتشاش ساز بر روی سیلندر دایروی، قطر بهینه سیم اغتشاش ساز با هدف کاهش نیروی پسا به طرف نقطه سکون حرکت می کند.

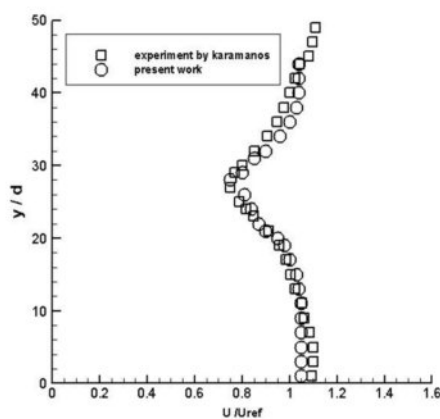
در شکل 8 نمودار مربوط به کمینه سرعت دنباله را نشان می دهد که به عبارتی نتایج حاصل از نمودار های پیشین را تصدیق کرده است. دیده می شود که کمترین کاهش سرعت مربوط به سیلندر دارای 6 سیم ( زاویه بین 60 درجه) می باشد.



شکل 8: نمودار کمینه سرعت دنباله مربوط به سیلندر همراه با سیم اغتشاش ساز در تعداد سیم های مختلف

### 3-2- اعتبار سنجی

نتایج بدست آمده از این آزمایش با کار انجام شده توسط کارامانس [14]، (جریان حول سیلندر دایروی) از تناسب خوبی برخوردار است. شرایط جریان در هر دو مورد تراکم ناپذیر و با عدد رینولدز پایین می باشد. در شکل 8 پروفیل سرعت متوسط بدست آمده از بررسی اخیر و کار کارامانس در سال 2000 مقایسه شده اند که هر دو مورد در فاصله تقریباً یکسانی از سیلندر دایروی اندازه گیری شده است.



شکل 9: اعتبار سنجی داده های بدست آمده از این تحقیق (برای سیلندر صاف)، با داده های karamanos [14]

### 3- نتیجه گیری

با توجه به پروفیل های مربوط به سرعت متوسط در دنباله پشت سیلندر دایروی، می توان در حالت کلی نتایج بررسی اخیر را به صورت زیر جمع بندی کرد:

با فاصله گرفتن از پشت سیلندر، دنباله رفته رفته از بین می رود، به این دلیل که لایه برشی موجود تحت تاثیر جریان آزاد قرار گرفته و در نتیجه جریان آزاد سعی بر مستهلک ساختن لایه برشی می کند. البته می توان بیان کرد که افت سرعت دنباله به افت مومنوم منجر شده که ناشی از کشش روی سیلندر می باشد.

برای یک بدنه متقارن در جهت جریان اصلی، دنباله حول مرکز، متقارن می باشد [5]. و دیده می شود که بیشترین کاهش سرعت در خط مرکزی دنباله (خط تقارن) اتفاق افتاده است.

در همه نمودارها در ایستگاه های اول وجود دو پیک تشخیص داده می شود که ناحیه داخلی دنباله را تشکیل داده اند و با افزایش فاصله خط جریان (افزایش  $x/d$ )، هر دو پیک از خط مرکزی دنباله دور شده و پروفیل سرعت مسطح تر می شود. که به دلیل تاثیر انحنا در افزایش شدت خط جریان روی لبه های مرز داخلی دنباله و نیز بزرگ بودن گردابه ها در این نقاط می باشد.

دنباله در سیلندر دارای تعداد سیم (با قطر 1 میلیمتر) 8 و 10 دارای رفتارهای تقریباً یکسانی بوده که با سیلندر صاف و سیلندر با تعداد سیم (با قطر 1 میلیمتر) 6 کاملاً متفاوت می باشند. دهانه دنباله و سرعت در مرز داخلی دنباله در سیلندر با تعداد سیم 8، بیشتر از موارد دیگر و لایه برشی در آن کمتر از موارد دیگری باشد و رفتاری بین سیلندر با تعداد سیم 6 و 10 نشان داده است.

مهمتر از همه اینکه حالت بهینه سیلندر دارای سیم اغتشاش ساز با قطر 1 میلیمتر در حالتیکه زاویه بین سیم ها 60 درجه (تعداد 6 سیم) باشد، بیان شده است. یا به عبارتی برای سیلندر دایروی با سیم اغتشاش ساز به قطر 1 میلیمتر بهترین حالت ممکن زمانی اتفاق می افتد که سیم ها با زوایای مساوی 60 درجه بر روی سیلندر نصب شوند.

### مراجع

- [1] P. Paranthoën aP. Paranthoën, L. B. (1999). Characteristics of the near wake of a cylinder at low Reynolds numbers. *Eur. J. Mech. B/Fluids* 18, 659-674.
- [2] C.-H. Kuo, L.-C. C.-C. (2007). Wake flow pattern modified by small control cylinders at low Reynolds number. *Journal of Fluids and Structures* 23, 938-956.
- [3] امیربک خوشنویس، امین رحیم زاده، مجید ملک جعفریان (1387). "مطالعه تجربی جریان درهم دو سیلندر پشت سرهم و بررسی تاثیرات قطر سیلندر ها، عدد رینولدز و فاصله بین دو سیلندر بر پروفیل سرعت" کنفرانس هوافضای ایران
- [4] Shunsuke Yamibata., H. I. (2010). Flow Behavior behind a Circular Cylinder by DBD Plasma Actuators in Low Reynolds Number. *AIAA*, 549.
- [5] F. Rehimia, F. A. (2008). Experimental investigation of a confined flow downstream of a circular cylinder centred between two parallel walls. *Journal of Fluids and Structures* 24, 855-882.
- [6] Fumiaki nagao, m. N. (2012). properties of wake excitation in tandem circular cylinders with several kinds of surface roughness. *BBA7*.
- [7] T.B.Aydin, A. (2014). Critical effects of a spanwise surface wire on flow past a circular cylinder and the significance of the wire size and Reynolds number. *Journal of Fluids and Structures*, 132-147.
- [8] Bragg, J. M. (2013). Study of a Swept Wing with Leading-Edge Ice Using a Wake Survey Technique. *AIAA*.
- [9] امیربک خوشنویس، مسعود پدram، علی گل نژاد (1390). "بررسی تجربی آشفتگی دنباله پشت یک سیلندر دایروی تحت تاثیر سیم اغتشاش ساز" کنفرانس هوافضای ایران
- [10] X.K. Wang, S. T. (2008). Comparison of flow patterns in the near wake of a circular cylinder and a square cylinder placed near a plane wall. *Ocean Engineering* 35, 458-472.
- [11] دکتر امیربک خوشنویس، احسان سوختانلو، محمود فرزانه گرد (1387). "بررسی تجربی اثرات انسداد بر روی دنباله سیلندر دایره ای"، کنفرانس هوافضای ایران

شانزدهمین کنفرانس دینامیک شاره‌ها FD2015  
کرمانشاه، دانشگاه رازی، 26-28 آبان 1394

- [12] Md. Mahbub Alam, Y. Z. (2010). Classification of the tripped cylinder wake and bi-stable phenomenon. *International Journal of Heat and Fluid Flow*, 545–560.
- [13] دکتر محمد علی اردکانی. "جریان سنج سیم داغ" انتشارات دانشگاه خواجه نصیرالدین طوسی، 1385.
- [14] X.MA, G.-S. K. (2000). dynamics and low-dimensionality of a turbulent near wake. *j.fluid mech*, 29-65.

# SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



سامانه ویراستاری STES



فیلم های آموزشی

## کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی

توجه: بررسی مقاله ای متون (مقدماتی)

کارگاه آنلاین  
بررسی مقابله ای متون (مقدماتی)

PROPOSAL  
پروپوزال

توجه: پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین  
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

ISI  
Scopus

توجه: آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو

کارگاه آنلاین آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترند های جستجو