

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL

پروپوزال

مركز آموزش
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



مركز آموزش
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI
Scopus

مركز آموزش
آشنایی با پایگاه های اطلاعات علمی بین المللی و ترکیه های جستجو

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

بررسی تجربی رفتار انژکتور پیچشی ساده

حجت قاسمی^۱، امیر لبافان^۲، محمدسجاد برزگرخالقی^۳

دانشگاه علم و صنعت ایران-دانشکده مهندسی مکانیک-تهران، خیابان هنگام

چکیده

به دلیل پاشش مخروطی و راندمان پودر شدن بالا، از انژکتورهای پیچشی در کاربردهای متعددی مانند اتمیزه کردن سوخت و اکسیدکننده در محفظه احتراق استفاده می‌شود. دانستن پارامترهای موثر در عملکرد آنها برای بالا بردن کیفیت و بازده احتراق مورد توجه است. پارامترهای مهمی که بر رفتار انژکتور پیچشی موثرند شامل مشخصات هندسی (مانند قطر سوراخ‌ها و تعداد آنها) و نوع سیال (لزجت و چگالی) می‌باشد. درجه اتمیزاسیون یا ذره سازی، سرعت و قطر ذرات خروجی سوخت و اکسیدکننده در کیفیت و راندمان احتراق مؤثرند. در این بررسی، که مشخصات هندسی مدنظر بوده، ابتدا یک انژکتور با زاویه پاشش مشخص (۸۰ درجه) طراحی و دو نمونه یکسان از آن برای بررسی تکرارپذیری ساخت، ساخته شد که هر انژکتور دارای دو قطعه (محفظه چرخش فولادی و صفحه اریفیس برنجی) بود. در ادامه با بررسی دبی‌ها، زوایا و توزیع‌های پاشش هر یک از دو حالت در فشارهای مختلف، یک حالت که نزدیک‌ترین حالت به تئوری بود، برگزیده شد. در مرحله بعدی آزمایش دو انژکتور دیگر با زوایای پاشش ۶۰ و ۱۰۰ درجه طراحی و ساخته شد. در این مرحله از جنس آلومینیوم که نرم‌تر از فولاد بود، برای محفظه چرخش استفاده شد. در کنار این موضوع، هدف از این مرحله از آزمایش بررسی اثر تغییر پارامترهای اندازه قطر سوراخ‌های ورودی و خروجی بود. با دو انژکتور طراحی شده و انژکتور مرحله قبل آزمایش سه محفظه چرخش و سه صفحه اریفیس با قطرهای مختلف در دست بود، که با آزمایش‌های انجام شده هر یک از پارامترهای اثر قطر سوراخ ورودی و خروجی بر دبی و زاویه پاشش انژکتور مورد بررسی قرار گرفت.

واژه های کلیدی: انژکتور پیچشی- دبی انژکتور- زاویه مخروط پاشش- توزیع پاشش

مقدمه

اتمیزه شدن سوخت‌های مایع فرآیندی است که طی آن یک جت پیوسته مایع به تعداد بسیار زیادی قطره که قطر آنها بسیار کوچک‌تر از قطر خود جت مایع است، تقسیم می‌شود. این عمل همراه با افزایش زیاد سطح جانبی بوده که تبخیر و احتراق سوخت مایع را راحت‌تر می‌سازد [۱]. برای داشتن یک احتراق کامل در موتورهای موشک و توربینی لازم است سوخت به طور کامل پودر شده و یک مخلوط همگن از سوخت و

اکسیدکننده موجود باشد. انژکتور پیچشی از جمله پودر کننده‌هایی است که یک پاشش مطلوب و همگنی را به وجود می‌آورد [۲]. انژکتورهای پیچشی ساده رایج‌ترین انژکتورهای پیچشی هستند. این انژکتورها می‌توانند به دو گروه تقسیم شوند: انژکتورهای زاویه‌ای و انژکتورهای محوری. این تقسیم‌بندی نشئت گرفته از این است که در نوع اول یک زاویه بین راستای تأمین مایع و تخلیه آن وجود دارد و در نوع دوم راستاهای ورودی و خروجی بر هم منطبق‌اند [۳].

در یک تقسیم‌بندی دیگر این نوع از انژکتورها به دو نوع اصلی تقسیم می‌شوند: دسته اول انژکتورهای مارپیچ دار است که در این انژکتور، ورودی سیال به صورت محوری است. نوع دوم انژکتورها بدون مارپیچ بوده و ورودی سیال در آن به صورت مماسی است (شکل ۱).

انژکتور پیچشی ساده با سوراخ ورودی مماسی (بدون مارپیچ) به صورت شماتیک در شکل ۲ نشان داده شده است. که در آن d_p قطر سوراخ ورودی مماسی، d_o قطر سوراخ تخلیه یا خروجی، D_s قطر محفظه چرخش، R شعاع چرخش، l_s طول محفظه چرخش و l_p و l طول یا ضخامت سوراخ ورودی و خروجی هستند.

پارامترهای مهمی که در طراحی انژکتورهای پیچشی ساده تأثیرگذارند، عبارت‌اند از: جنس سیال (μ و ρ)، اندازه سوراخ مماسی ورودی و سوراخ محوری خروجی (d_p و d_o)، شعاع چرخش (R)، تعداد سوراخ‌های ورودی (i) و زاویه پاشش (α).

در مورد کارهای مشابهی که از قبل در خصوص انژکتورهای پیچشی انجام گرفته می‌توان به بررسی تأثیر پارامترهای هندسی روی عملکرد انژکتور که توسط آقایان کاظمی و مظاهری [۲] انجام شده، اشاره کرد. در این بررسی که از سیستم PDA استفاده شده، مشاهده شده است که با افزایش قطر خروجی، دبی و زاویه مخروط پاشش افزایش یافته است.

همچنین در خلال یک پایان‌نامه کارشناسی ارشد [۵]، که درباره موتور هیبرید بوده است، به بررسی اثر تغییر پارامترهای قطر سوراخ‌های ورودی و خروجی پرداخته شده و مشاهده شده که افزایش دبی با افزایش قطرهای دائمی نبوده و یک حد بالا برای آن وجود دارد.

در بررسی حاضر، ضمن طراحی انژکتور پیچشی ساده برای زاویه پاشش مشخص و آزمودن عملکردهای مهم انژکتور و تطبیق آن با تئوری، به بررسی تأثیر تغییر اندازه قطرهای ورودی و خروجی بر عملکرد انژکتور پرداخته شده است. مزیت این مطالعه تجربی ضمن استفاده از ابزار نسبتاً ساده، بررسی انژکتور پیچشی بدون مارپیچ است که در کارهای دیگران کمتر مورد بررسی بوده.

۱- استادیار دانشکده مهندسی مکانیک

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ، ۰۹۱۲۸۵۱۵۲۴۰

amir_labafan@mecheng.iust.ac.ir

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک

آزمایش و تجهیزیات بکار گرفته شده

برای انجام این آزمایش، به منظور کاهش هزینه‌ها و آسانی ساخت و بهره‌برداری، بجای صفحه سوراخ تخلیه و مخزن سیال ورودی انژکتور از یک قطعه برنجی که در اتصالات آب مورد استفاده است، استفاده شده و به اختصار، صفحه اریفیس نام برده می‌شود که محفظه چرخش یا swirler، که دارای سه سوراخ ورودی مماسی است، داخل آن قرار گرفته و با قرار دادن یک oring داخل صفحه اریفیس محکم می‌شود. این oring با قطرهای داخلی و خارجی ۸ و ۱۰ میلی‌متر می‌باشد.

محفظه چرخش همان طور که در شکل ۳ نشان داده شده، استوانه‌ای است که روی بدنه آن سه سوراخ مماسی و در یک سمت آن یک شکاف دایروی (به منظور سهولت در بیرون آوردن آن از داخل صفحه اریفیس) و در سمت دیگر آن یک شکاف دایروی دیگر برای oring ایجاد شده است. جنس این قطعه نیز، در مرحله اول آزمایش، فولاد ضدزنگ و در بخش دوم آزمایش، آلومینیوم است. از دلایل این انتخاب می‌توان به مقاومت آنها در برابر آب اشاره کرد.

در صفحه اریفیس هم مطابق شکل ۴ یک سوراخ با قطر ۰.۲ بزرگ‌تر از قطر خارجی محفظه چرخش وجود دارد، تا بتوان محفظه چرخش را داخل آن قرار داد، و در انتهای آن سوراخ خروجی ایجاد شده است. جنس این قطعه به دلیل استحکام و قابلیت تراشکاری خوب و مقاومت برنج در مقابل آب، برنجی انتخاب شده است. خلاصه‌ای از قطعات استفاده شده را در جدول ۱ می‌توان دید. چنانکه طراحی حالت اول یعنی s1b1 بر اساس زاویه پاشش ۸۰ درجه، حالت دوم (s1.1b0.8) درجه و حالت سوم (s0.8b1.3) برای زاویه پاشش ۱۰۰ درجه می‌باشد (نام‌گذاری بر این اساس است که محفظه چرخش با S و صفحه اریفیس با b مشخص شده و اندازه قطر هر کدام نیز در جلو آنها نوشته شده است).

جدول ۳- پارامترهای طراحی

پارامتر	شرح	مقدار (mm)
	قطر سوراخ ورودی	۱
	قطر سوراخ خروجی	۱
	قطر محفظه چرخش	۶
	طول مجرای خروجی	۱
	طول محفظه چرخش (تا بالای مخروط میانی)	۱۰
t	ضخامت دایره	۲

پس از ساخت قطعات با اندازه‌های ذکر شده به منظور انجام آزمایش از یک مخزن تحت فشار برای تأمین فشار مورد نیاز انژکتور استفاده شد که با ریختن سیال (آب) داخل آن و متصل نمودن آن به یک کپسول فشار، آزمایش راه‌اندازی شد. در شکل ۶ شماتیک چیدمان آزمایش نشان داده شده است.

برای اندازه‌گیری دبی از یک ظرف مدرج با دقت ۱۰ میلی‌لیتر و یک زمان‌سنج با دقت ۰.۱ ثانیه استفاده شد که در هر مرحله اندازه‌گیری برای ۱۰ ثانیه و به ازای فشارهای مختلف ثبت شد که برای اطمینان از نتایج هر کدام از این اندازه‌گیری‌ها در دو نوبت انجام و میانگین آنها منظور شد. برای اندازه‌گیری زاویه پاشش نیز از یک دوربین با سرعت بالا بهره برده شد و زاویه پاشش از روی عکس‌ها ثبت شد.

همچنین برای تعیین توزیع پاشش مجموعه مشتمل بر ۱۸۰ لوله‌آزمایش (۱۲×۱۵) را قرار داده و انژکتور را با مرکز مجموعه لوله‌ها تراز نموده و سپس شیر به مدت ۱۰ ثانیه باز و بسته شد. پس از اتمام کار با وزن کردن تک‌تک لوله‌ها توسط یک ترازو با دقت ۰.۱ گرم، ماتریس توزیع پاشش به دست آورده شد.

نتایج و بحث

اندازه‌گیری دبی

بررسی تکرارپذیری ساخت

در بخش اول دبی دو محفظه چرخش با قطر یکسان ۱ میلی‌متر که از جنس فولاد ساخته شده بودند، برای بررسی تکرارپذیری ساخت مورد بررسی قرار گرفت و حالت نزدیک‌تر به تئوری برای مرحله بعدی آزمایش برگزیده شد. نمودارهای دبی برای این دو حالت انژکتور در شکل ۷-های ۷ و ۸ آمده است.

همان طور که مشاهده می‌شود حالت اول دبی‌های نزدیک‌تری را نسبت به حالت دوم به نقطه طراحی دارد.

بررسی اثر تغییر پارامترها

برای این بررسی ابتدا اثر افزایش قطر ورودی، با استفاده از یک قطر یکسان خروجی و سه محفظه چرخش متفاوت انجام شد. برای نمونه از صفحه اریفیس با قطر 1 mm استفاده شد و با هر سه نوع محفظه چرخش (با قطر ۰.۸، ۱ و ۱.۱) آزمایش شد که نمودار دبی آن در شکل ۱۰ آمده است (یادآوری می‌شود که مثلاً s0.8 به معنای محفظه چرخش با قطر ۰.۸ میلی‌متر است).

در نمودار مذکور، همان طور که مشاهده می‌شود با افزایش اندازه سوراخ ورودی، دبی عبوری از انژکتور افزایش یافته است. این موضوع در کارهای پیشین دیگران نیز همین گونه بوده است. همچنین در ذیل این نمودار ذکر این نکته حائز اهمیت است که با افزایش قطر ورودی تا نقطه

جدول ۱- قطعات استفاده شده

نوع قطعه	قطر سوراخ (mm)	جنس
محفظه چرخش ۱ (s1)	۱	فولاد ضدزنگ
محفظه چرخش ۲ (s1.1)	۱.۱	آلومینیوم
محفظه چرخش ۳ (s0.8)	۰.۸	آلومینیوم
صفحه اریفیس ۱ (b1)	۱	برنج
صفحه اریفیس ۲ (b0.8)	۰.۸	برنج
صفحه اریفیس ۳ (b1.3)	۱.۳	برنج

طراحی این انژکتور بر اساس تئوری موجود در منبع [۳] می‌باشد که به‌عنوان نمونه اندازه‌های جدول ۳ برای شرایط اولیه جدول ۲ برای زاویه پاشش ۸۰ درجه به دست آمده است.

جدول ۲- فرضیات اولیه طراحی

واحد	مقدار	کمیت
Mpa	20	(اختلاف فشار) $\Delta P = P_1$
درجه	80	(زاویه پاشش) α
m ² /s	1.005×10^{-6}	(لزجت سینماتیک)
kg/s	0.015	(دبی جرمی) G
kg/m ³	1000	(چگالی) ρ
بی بعد	0.88	(مقدار تقابل) ϕ

کمتر می‌شود طول آن افزایش می‌یابد، از ابتدای خروجی پاشش انژکتور آغاز شده و تا جایی که ذره سازی شروع می‌شود، ادامه می‌یابد. به بیان دیگر می‌توان گفت که در فشارهای پایین، سیال خروجی از انژکتور از همان ابتدا به صورت اسپری شده نبوده و پس از پیمودن یک مسافت از انژکتور ذره سازی شروع می‌شود. این مسافت با افزایش فشار کاهش می‌یابد، تا جایی که مشاهده می‌شود که در فشار 20 bar سیال از همان ابتدا به صورت اسپری شده بیرون می‌آید.

بررسی اثر تغییر پارامترها

در این مرحله برای اندازه‌گیری زاویه پاشش از یک دوربین دیجیتال با سرعت بالا، متفاوت از مرحله قبل، استفاده شد که نتایج آن مطابق شکل‌های ۱۶ و ۱۸ است.

همان طور که شکل ۱۶ نشان می‌دهد با زیاد شدن قطر سوراخ ورودی زاویه پاشش افزایش یافته است. همچنین با توجه به نتایج قبلی، می‌توان بر این موضوع تاکید کرد که با ثابت ماندن قطر خروجی و زیاد شدن قطر ورودی، زاویه پاشش افزایش می‌یابد.

این موضوع را می‌توان از دیدگاه تئوری طراحی نیز مورد بررسی قرار داد. مطابق تئوری طراحی، قطر خروجی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$= \quad (2)$$

که در آن d_0 و R قطر و شعاع خروجی است که ثابت مانده و تعداد سوراخ‌ها (i) نیز ثابت است و تنها، متغیر K باقی می‌ماند. با توجه به شکل ۱۷ مشاهده می‌شود که با افزایش α (زاویه پاشش)، مقدار K نیز افزایش می‌یابد که با توجه به معادله ۲ منجر به کاهش قطر ورودی می‌شود. به این معنا که افزایش زاویه پاشش با افزایش قطر سوراخ مماسی ورودی نسبت مستقیم دارد، که مطابق نتایج به دست آمده از آزمایش تجربی است.

برای بررسی تغییرات زاویه پاشش نیز مطابق شکل ۱۸ با افزایش قطر خروجی و ثابت ماندن قطر ورودی برای محفظه چرخش با قطر: 1 mm همان طور که شکل ۱۸ نشان می‌دهد با زیاد شدن قطر سوراخ خروجی زاویه پاشش افزایش یافته است. این موضوع با توجه به تئوری طراحی نیز صحیح است. چرا که با توجه به معادله ۱ واضح است که با ثابت ماندن شرایط اولیه طراحی، کاهش μ منجر به افزایش قطر خروجی می‌شود. همچنین با توجه به نمودار شکل ۱۷ افزایش زاویه پاشش (α) باعث کاهش μ می‌شود. بنابراین زاویه پاشش و قطر خروجی متناظر بوده و افزایش قطر خروجی باعث افزایش زاویه پاشش می‌شود، که مطابق با نتایج تجربی است.

تعیین توزیع پاشش

بررسی تکرارپذیری ساخت

کانتورهای توزیع جرم لوله‌های آزمایش، که مربوط به محفظه‌های چرخش فولادی با قطر مساوی ۱ میلی‌متر هستند، توسط نرم‌افزار متلب مطابق اشکال ۱۹ و ۲۰ به دست می‌آید.

همان طور که در کانتورها نمایان است، یک غیریکنواختی و توزیع نامتقارن در آزمایش مشاهده می‌شود. این عدم توزیع یکنواخت در پاشش، عمدتاً پدیده‌هایی‌اند به دلیل دقیق نبودن اجرای سوراخ‌های مماسی ورودی در ساخت انژکتور باشد. البته گذاشتن لوله آزمایش هم تنها حدودی از پاشش را به دست می‌دهد، چنانچه با جمع کردن اوزان حاصله از

محدودی دبی افزایش می‌یابد و از آنجا به بعد دبی تقریباً ثابت می‌ماند. چرا که قطر خروجی ثابت مانده کنترل‌کننده دبی خواهد شد و افزایش قطر ورودی تأثیر محسوسی نخواهد داشت.

برای بررسی اثر افزایش قطر خروجی نیز به عنوان نمونه از محفظه چرخش با قطر ۱.۱ و صفحه‌های اریفیس با قطرهای ۰.۸، ۱ و ۱.۳ استفاده شد که نتایج مطابق شکل ۱۰ به دست می‌آید (یادآوری می‌شود که مثلاً $b0.8$ به معنای صفحه اریفیس برنجی با قطر ۰.۸ میلی‌متر است).

در نمودار مذکور مطابق انتظاری که از تئوری است، با افزایش فشار در همه انواع صفحه اریفیس، دبی افزایش می‌یابد. این موضوع (که فشار و دبی نسبت مستقیم دارند) با توجه به معادله

$$= \quad (1)$$

که در تئوری ذکر شده برای طراحی که در منبع [۳] آمده است، با ثابت ماندن G ، μ و ρ ، روشن است.

اما موضوع مهم‌تر، بحث نزدیکی دو نمودار $b1$ و $b0.8$ و فاصله این دو با نمودار $b1.3$ است. این مسئله نشان می‌دهد که در این نوع انژکتور اگر قطر سوراخ خروجی از یک حد معین پایین‌تر بیاید، دیگر دبی تغییرات محسوسی نداشته و تقریباً ثابت می‌ماند. علت این پدیده را می‌توان این‌گونه بیان کرد که سوراخ‌های ورودی، که قطر آنها ثابت مانده، کنترل‌کننده دبی خواهند شد و دیگر سوراخ خروجی تأثیر محسوسی روی دبی نخواهد داشت. این موضوع وقتی محسوس‌تر خواهد شد که قطر سوراخ خروجی کوچک‌تر شده و دبی ثابت بماند.

در ذیل این نمودار می‌توان به کارهای پیشین دیگران اشاره نمود که در آن با افزایش قطر خروجی از یک نقطه به بعد دبی ثابت مانده است [۵]. پس به طور کلی، با توجه به شکلهای ۹ و ۱۰ و توضیحات ذیل آنها، در مورد اندازه قطرهای ورودی و خروجی می‌توان گفت که با ثابت ماندن یکی و افزایش یا کاهش دیگری تنها تا نقطه‌ای محدود دبی تغییر خواهد کرد و از یک نقطه به بعد دبی تقریباً ثابت خواهد ماند.

اندازه‌گیری زاویه پاشش

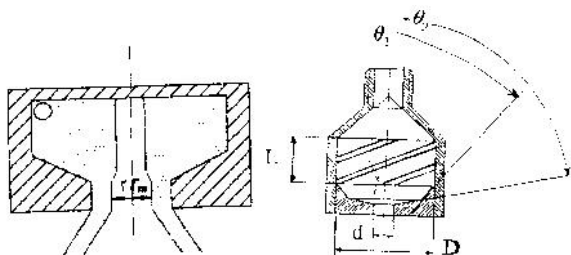
بررسی تکرارپذیری ساخت

برای تعیین زوایای پاشش، از پاشش هر یک از دو حالت محفظه چرخش فولادی که دارای قطر یکسان ۱ میلی‌متر هستند، عکس گرفته شد. این عکس‌ها از فشارهای پایین تا فشار طراحی انژکتورها می‌باشد. در زیر برای هر حالت، عکس‌ها و زاویه‌های پاشش مشخص شده و در آخر مقایسه‌ای بین تئوری و تجربه، در قالب نمودار زاویه پاشش برحسب فشار، انجام گرفته است (شکل‌های ۱۱ تا ۱۴).

همان طور که مشاهده می‌شود مقدار انحراف زوایای پاشش نسبت به دبی انژکتورها بیشتر بوده و هر دو از نقطه طراحی دور هستند. از علل این امر، در کنار عدم دقت در پیاده‌سازی و ساخت، می‌توان به زاویه β اشاره کرد که در طراحی مقدار ۱۲۰ درجه برای آن در نظر گرفته شده بود، لیکن به علت محدودیت‌های ساخت و تأثیر آن روی I_s که به علت محدودیت‌های ساخت باعث زیاد شدن I_s می‌گشت (امکان اجرای آن روی قطعه نبود و این مسئله روی زاویه پاشش تأثیر گذاشت).

در کنار توجه به زاویه پاشش، ذکر این نکته حائز اهمیت است که با دقت در عکس‌های گرفته‌شده همان طور که در شکل ۱۵ دیده می‌شود می‌توان به یک صفحه در پاشش فشارهای پایین رسید. این صفحه که هرچه فشار

شکل‌ها و نمودارها



شکل ۱- انواع انژکتور پیچشی (سمت راست، بدون مارپیچ و سمت چپ، مارپیچ دار) [۴].

تک تک لوله‌ها، مشاهده می‌شود که بخشی از دبی به صورت تلفات آزمایش از بین لوله‌ها از دست رفته است. به‌رحال اگر توزیع به‌دست آمده، حدودی هم از توزیع واقعی باشد، باز هم برای شرایط کاری خود در محفظه احتراق مطلوب و مورد اطمینان نیست. چرا که توزیع نامتقارن دبی باعث سوختن نامتقارن سوخت در محفظه احتراق می‌شود. این سوختن نامتقارن منجر به افزایش موضعی دما، ایجاد امواج انفجاری نامطلوب و به وجود آمدن پدیده خوردگی در محفظه می‌شود و احتراق خوبی را به همراه ندارد.

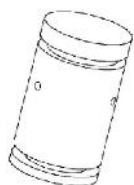
بررسی اثر تغییر پارامترها

کانتورهای توزیع برای محفظه‌های چرخش آلومینیومی با قطرهای ۰.۸ و ۱.۱ که در ترکیب با صفحه‌های اریفیس ۱.۳ و ۰.۸ میلی‌متری زوایای پاشش ۱۰۰ و ۶۰ درجه رادارند با استفاده از نرم‌افزار متلب استخراج و در شکل های ۲۱ و ۲۲ نشان داده شده است. کانتورهای به‌دست آمده از محفظه چرخش‌های آلومینیومی، هر چند که باز هم از حالت ایده آل خارج بوده و اشکالات ذکر شده در فصل قبل را در پی دارند، اما نسبت به محفظه‌های چرخش فولادی ساخته‌شده توزیع جرمی بهتری دارند. علت این امر می‌تواند بهتر بودن ساخت قطعه باشد. این موضوع دور از ذهن نبوده و با توجه به اینکه جنس محفظه چرخش نرم‌تر و امکان دقت ساخت بیشتری دارد، قابل پیش‌بینی بود. همچنین با توجه به اینکه این توزیع‌ها قاعده مخروط پاشش هستند، می‌توان کوچک‌تر بودن مخروط محفظه چرخش دوم که به سبب کمتر بودن زاویه پاشش است را مشاهده کرد.

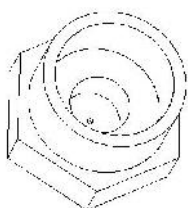
نتیجه‌گیری

در بررسی میزان دبی بر حسب فشار چنانچه از کارهای انجام شده دیگران و تئوری طراحی برمی‌آمد، دبی و فشار با یکدیگر نسبت مستقیم داشتند در بررسی زاویه پاشش نیز مشاهدات نشان داد که با افزایش فشار زاویه پاشش افزایش می‌یابد و توزیع پاشش هم چنانچه ذکر شد مطلوب نبوده و مشکلاتی از قبیل عدم احتراق مطلوب را به همراه داشت. در بررسی توزیع پاشش دیده شد که با بهبود جنس و آسان‌تر بودن ساخت آن، توزیع بهتری از پاشش حاصل شد و در بررسی تأثیر تغییر اندازه سوراخ‌های ورودی و خروجی مشاهده شد که بزرگ‌تر شدن هر کدام از آنها، با تطبیق با تئوری (که گفته شد)، منجر به زیاد شدن دبی و کوچک‌تر شدن هر یک باعث کاهش دبی انژکتور می‌شود. که البته با توضیحاتی که داده شد این افزایش و کاهش از یک نقطه به بعد تقریباً متوقف می‌شود. همچنین با افزایش اندازه قطرهای ورودی و خروجی دیده شد که زاویه پاشش افزایش یافته است، که این موضوع با تئوری طراحی تطبیق داده شد.

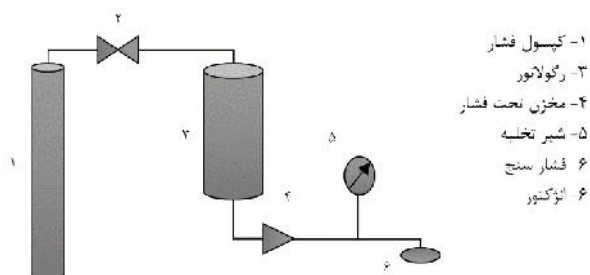
شکل ۲- شماتیک انژکتور پیچشی ساده با سه سوراخ ورودی مماسی [۳].



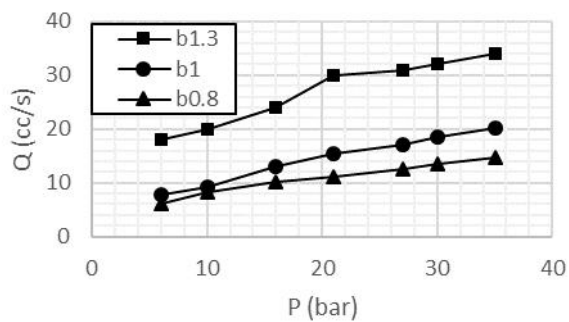
شکل ۳- محفظه چرخش



شکل ۴- صفحه اریفیس

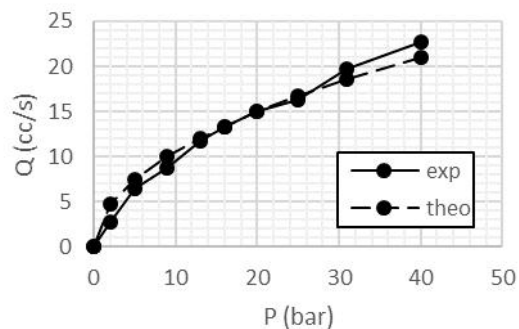


- ۱- کپسول فشار
- ۲- انژکتور
- ۳- رگولاتور
- ۴- مخزن نحت فشار
- ۵- شیر تخلیه
- ۶ فشار سنچ
- ۶ انژکتور

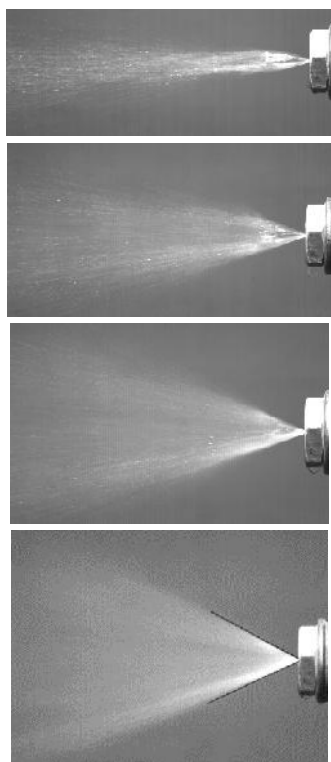


شکل ۱۰- منحنی دبی بر حسب فشار برای صفحه‌های اریفیس ۱، ۰، ۸ و ۱، ۳ با قطر سوراخ ورودی ۱، ۱ mm

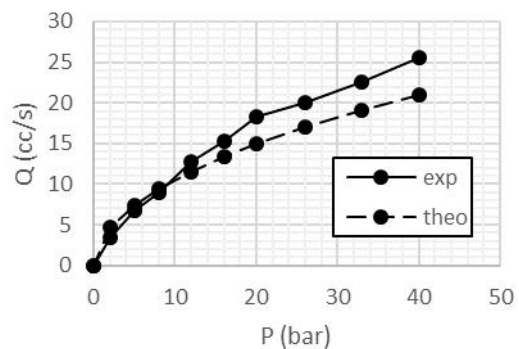
شکل ۶- شماتیک مجموعه آزمایش



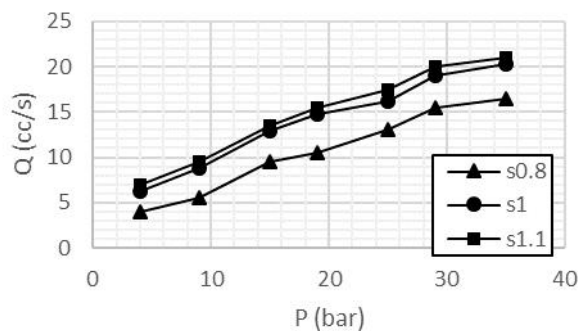
شکل ۷- نمودار تئوری و تجربی دبی بر حسب تغییرات فشار برای محفظه اول



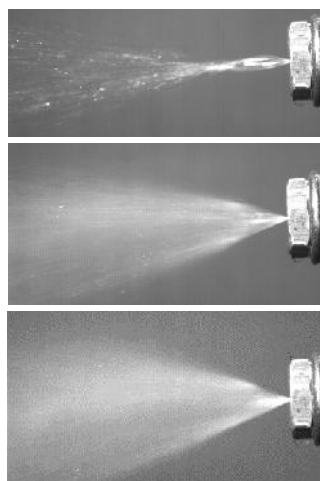
شکل ۱۱- نوع پاشش انژکتور محفظه اول به ترتیب (از بالا) در فشارهای ۲۰، ۱۲، ۷، ۳ که زوایای پاشش آنها به ترتیب ۵۸، ۴۲، ۳۹، ۳۶ می‌باشد.

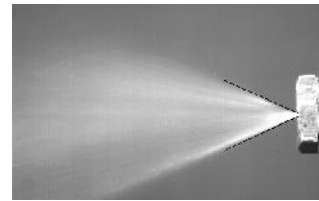


شکل ۸- نمودار تئوری و تجربی دبی بر حسب تغییرات فشار برای محفظه دوم



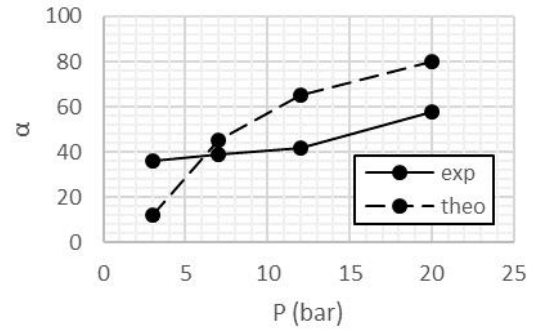
شکل ۹- منحنی دبی بر حسب فشار برای محفظه چرخش‌های با قطر ۱، ۰، ۸ و ۱، ۱ و با قطر سوراخ خروجی ۱، ۱ mm





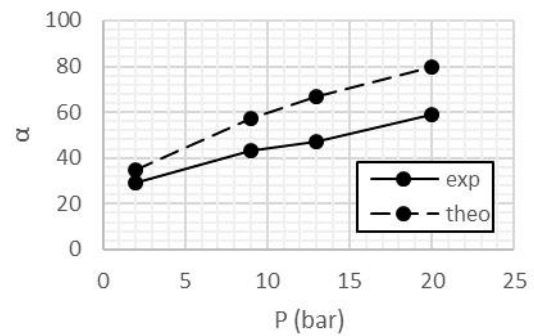
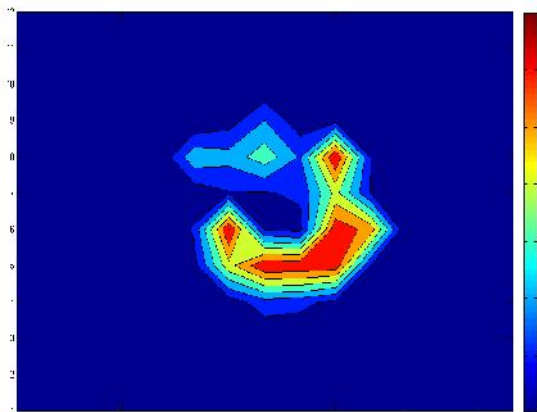
شکل ۱۲- نوع پاشش انژکتور محفظه دوم به ترتیب (از بالا) در فشارهای ۲۰، ۱۳، ۹، ۲ که زوایای پاشش آنها به ترتیب ۵۹، ۴۷، ۴۳، ۲۹ می باشد.

شکل ۱۷- وابستگی ضریب تخلیه μ ، بازده پر شدن سوراخ ϵ و زاویه پاشش α به ضریب هندسی K



شکل ۱۸- زوایای پاشش برای صفحه‌های اریفیس (از چپ) ۰.۸ و ۱.۳ با قطر سوراخ ورودی ۱ mm که به ترتیب ۵۲ و ۶۵ درجه می باشند.

شکل ۱۳- نمودار زاویه پاشش بر حسب تغییرات فشار برای محفظه اول

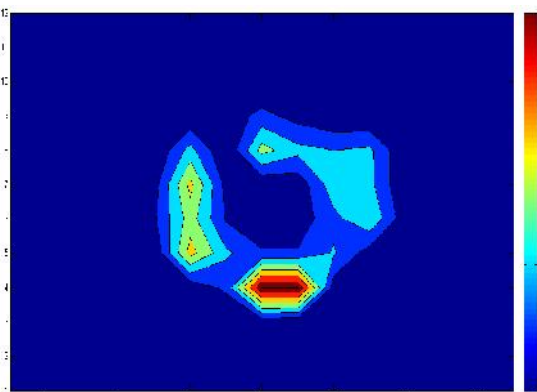


شکل ۱۹- کانتور محفظه چرخش اول تحت فشار ۱.۳ bar. فاصله سر لوله‌ها و انژکتور ۱۰ cm می باشد.

شکل ۱۴- نمودار زاویه پاشش بر حسب تغییرات فشار برای محفظه دوم

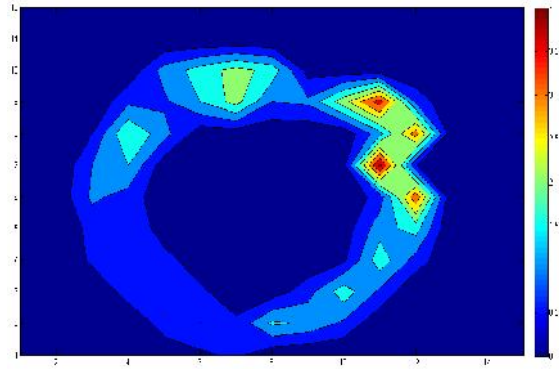


شکل ۱۵- صفحه اسپری نشده (بالای خط)

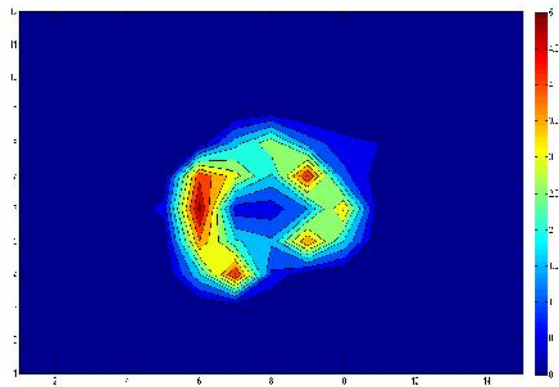


شکل ۲۰- کانتور محفظه چرخش دوم تحت فشار ۱.۶ bar. فاصله سر لوله‌ها و انژکتور ۱۰ cm می باشد.

شکل ۱۶- زوایای پاشش برای محفظه‌های چرخش (از چپ) ۱.۱ و ۰.۸ با خروجی ۱ میلی‌متر که ۷۰ و ۵۵ درجه می باشند.



شکل ۲۱- کانتور محافظه چرخش ۰.۸ میلی متری تحت فشار ۱۲ bar. فاصله سر لوله ها و انژکتور ۱۰ cm می باشد.



شکل ۲۲- کانتور محافظه چرخش ۱.۱ میلی متری تحت فشار ۱۲ bar. فاصله سر لوله ها و انژکتور ۱۰ cm می باشد.

مراجع

1. E.Giffen and A.Muraszew "The atomization of liquid fuels", John Wiley and Sons, New York, 1953.
۲. کریم کاظمی و کریم مظاهری "بررسی تجربی تأثیر پارامترهای هندسی انژکتور پیچشی بر عملکرد آن با استفاده از سیستم " PDA نشریه بین-المللی علوم مهندسی دانشگاه علم و صنعت ایران، شماره ۳، جلد ۱۹، پاییز ۱۳۸۷.
3. L.Bayvel,Z.Orzechowski "Liquid Atomization", Taylor&Francis publishing, 1993.
۴. سید محمد حسین مصباحی، مهدی اشجعی، سید عبدالرضا سید ریحانی " بررسی تجربی برخورد دو مخروط پاشش حاصل از انژکتورهای پیچشی در صفحه انژکتور " نشریه دانشکده فنی، جلد ۳۱، آذر ۱۳۷۷.
۵. محمد ندافی پور میدی " مطالعه تجربی یک موتور هیبرید پراکسید هیدروژن پلیمر " دانشگاه علم و صنعت ایران، دانشکده مکانیک، پایان نامه کارشناسی ارشد، شهریور ۱۳۹۰.

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



PROPOSAL
پروپوزال

پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی

دکتره تبریزی

کارگاه آنلاین
پروپوزال نویسی و پایان نامه نویسی



روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی

دکتره تبریزی

کارگاه آنلاین
روش تحقیق و مقاله نویسی علوم انسانی



ISI
Scopus

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

دکتره تبریزی

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