

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۷/۱/۱۵۷۹۲۵
۸۸/۱/۳۰



دانشگاه مازندران

موضوع:

مدلسازی نفوذ و تبخیر اسپری در جریان دو فازی

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد
مهندسی مکانیک - گرایش تبدیل انرژی

استاد راهنما:

دکتر داوود دومیری گنجی

استاد مشاور:

دکتر مفید گرجی

تأیید استاد راهنما
تأیید استاد مشاور

۱۳۸۸ ۱۱/۲۵

دانشجو:

شاهد امامیان

شهریور ۱۳۸۷

۱۱۱۳۲۵

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل

تحصیلات تکمیلی

ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

شماره دانشجویی : ۸۴۵۱۳۸۶۰۰۱

مقطع : کارشناسی ارشد

نام و نام خانوادگی دانشجو : شاهد امامیان طبرستانی

رشته تحصیلی : مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی

سال تحصیلی : نیمسال دوم ۸۷-۱۳۸۶

عنوان پایان نامه :

«مدلسازی نفوذ تبخیر اسپری در جریان دو فاز»

تاریخ دفاع : ۸۷/۶/۳۰

نمره پایان نامه (به عدد) :

۱۷,۲۵

شماره برگ سنج مهم

نمره پایان نامه (به حروف) :

هیات داوران :

استاد راهنما : دکتر داود دومیری گنجی

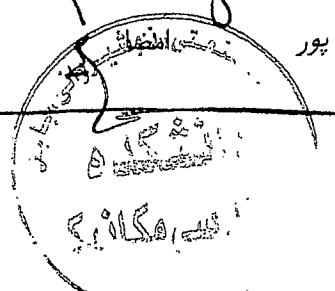
استاد مشاور : دکتر مفیدگرچی

استاد مدعو : دکتر کورش صدیقی

استاد مدعو : دکتر موسی فرهادی

نماینده کمیته تحصیلات تکمیلی : دکتر سید جمال حسینی پور

امضا
امضا
امضا
امضا



تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

که تنها دلیل تلاش من برای اتمام این مقطع بوده اند.

سپاسگزاری

در آغاز مراتب سپاسگزاری خود را از جناب آقای دکتر دومیری گنجی استاد راهنمای ارجمندم که در همه مراحل انجام این پایان نامه یاریم نمودند و همینطور جناب آقای دکتر مفید گرجی که مرا از راهنماییهای شان بی نصیب نگذارند، اعلام می دارم.

سلامت و پیروز باشند ...

چکیده:

در این پایان نامه نفوذ و تبخیر اسپری در محفظه احتراق بصورت دوبعدی مدل‌سازی می‌شوند. برای مدل‌سازی جریان اسپری از مدل قطره‌های مجزا (*DDM*) که بر اساس روش اولری-لاگرانژی می‌باشد، استفاده شده است. برای بررسی پدیده تبخیر نیز از معادلات بورمن و جانسون استفاده شده است. همچنین برای مدل‌سازی فازهای گاز و مایع از معادلات حاکم بر این فازها شامل معادلات بقای جرم، اندازه‌ی حرکت، توربولانس، انرژی و کسر جرمی بخار سوخت، برای فاز گاز و معادلات مسیر و اندازه حرکت برای فاز مایع استفاده شده است. دو فاز گاز و مایع توسط عبارتهای منبع به یکدیگر مربوط می‌شوند. برای گسسته‌سازی معادلات حاکم از روش حجمهای محدود و برای تصحیح فشار و سرعت از الگوریتم *PISO* در معادلات استفاده شده است. در نهایت تأثیر هندسه محفظه احتراق و قطر انژکتور روی نفوذ و تبخیر اسپری مورد بررسی قرار گرفت.

صفحه	فهرست مطالب
i	علائم و نشانه ها
v	فهرست اشکال و جداول

فصل اول - مقدمه ای بر جریان دو فازی

۲	۱-۱- پیشگفتار
۶	۱-۲- معرفی سیستم تزریق انژکتوری
۶	۱-۲-۱- موارد استفاده و برتریهای این سیستم
۱۰	۱-۲-۲- تزریق فاز مایع
۱۶	۱-۲-۳- نحوه احتراق
۱۷	۱-۳- توصیف دامنه مسأله
۱۸	۱-۴- اهداف این پایان نامه

فصل دوم - فاز مایع

۲۰	۲-۱- اسپری و نحوه شکل گیری
۲۰	۲-۲- مدل‌های به کار رفته در شبیه سازی فاز مایع
۲۰	۲-۲-۱- مدل‌های برخورد
۲۴	۲-۲-۲- مدل‌های نفوذ
۲۶	۲-۲-۲-۱- تأثیر پارامترهای مختلف روی نفوذ
۲۸	۲-۲-۳- مدل‌های شکست
۳۵	۲-۲-۴- مدل‌های جریان

فصل سوم - روابط ریاضی حاکم بر مسأله

۵۱	۳-۱- فرضیات مسأله
۵۲	۳-۲- روابط فاز گاز
۵۲	۳-۲-۱- معادلات کلی
۶۰	۳-۳- روابط فاز مایع
۶۲	۳-۳-۱- اثر حرکت آشفته بر فاز مایع

فصل چهارم - حل عددی مسأله

- ۶۵ ۴-۱- روش به کار رفته در حل عددی
۶۵ ۴-۲- گام اول در حل عددی (تعیین شبکه)
۶۶ ۴-۳- گام دوم در حل عددی (گسسته سازی)
۶۷ ۴-۳-۱- روابط فاز گاز
۷۴ ۴-۳-۲- روابط ممتنم
۷۹ ۴-۳-۳- روابط فاز مایع
۸۱ ۴-۴- شرایط مسأله
۸۱ ۴-۴-۱- شرایط مرزی
۸۴ ۴-۴-۲- شرایط اولیه
۸۵ ۴-۵- فرآیند حل مسأله

فصل پنجم - نتایج بررسی نفوذ و تبخیر

- ۹۳ ۵-۱- بررسی رفتار اسپری
۹۴ ۵-۲- شبکه محاسباتی
۹۴ ۵-۳- اثر اندازه سلول محاسباتی
۹۵ ۵-۴- اثر گام زمانی
۹۵ ۵-۴-۱- اثر گام زمانی بر میزان نفوذ اسپری
۹۶ ۵-۴-۲- اثر گام زمانی بر جرم کلی تبخیر
۹۶ ۵-۵- اثر تعداد قطره های اضافه شده در هر گام زمانی
۹۶ ۵-۵-۱- اثر تعداد قطره های اضافه شده در هر گام زمانی نسبت به میزان نفوذ اسپری
۹۷ ۵-۵-۲- اثر تعداد قطره های اضافه شده در هر گام زمانی بر جرم کلی تبخیر
۹۸ ۵-۶- تأثیر دمای اولیه محفظه احتراق
۹۸ ۵-۶-۱- تأثیر دمای اولیه محفظه بر نفوذ اسپری
۹۸ ۵-۶-۲- تأثیر دمای اولیه محفظه بر نفوذ جرم کلی تبخیر
۹۹ ۵-۷- تأثیر فشار اولیه محفظه احتراق بر نفوذ اسپری
۱۰۰ ۵-۸- تأثیر قطرات سوخت بر شدت آشفستگی و نرخ اضمحلال آشفستگی
۱۰۵ ۵-۹- اثر هندسه بر نفوذ و تبخیر اسپری
۱۰۶ ۵-۹-۱- بررسی هندسه
۱۰۶ ۵-۹-۱-۱- هندسه مستقل از زمان

۱۰۶	۵-۹-۱-۲- هندسه وابسته به زمان
۱۰۶	۵-۹-۲- اثر طول کورس پیستون بر نفوذ و تبخیر اسپری
۱۰۸	۵-۹-۲-۱- اثر طول کورس بر نفوذ
۱۰۸	۵-۹-۲-۲- اثر طول کورس بر تبخیر
۱۱۱	۵-۹-۳- اثر شعاع سیلندر بر نفوذ و تبخیر اسپری
۱۱۲	۵-۹-۳-۱- اثر شعاع سیلندر بر نفوذ
۱۱۳	۵-۹-۳-۲- اثر شعاع سیلندر بر تبخیر
۱۱۶	۵-۹-۴- اثر نسبت طول به شعاع سیلندر بر نفوذ و تبخیر اسپری
۱۱۷	۵-۹-۴-۱- اثر نسبت طول به شعاع بر نفوذ
۱۱۷	۵-۹-۴-۲- اثر نسبت طول به شعاع بر تبخیر
۱۱۷	۵-۹-۵- اثر شعاع انژکتور بر نفوذ و تبخیر اسپری
۱۱۸	۵-۹-۵-۱- اثر شعاع انژکتور بر نفوذ
۱۱۸	۵-۹-۵-۲- اثر شعاع انژکتور بر تبخیر
۱۱۹	۵-۹-۶- نتیجه گیری و پیشنهاد
۱۱۹	۵-۹-۶-۱- نتایج
۱۲۰	۵-۹-۶-۲- پیشنهادات
۱۲۱	فهرست مراجع

فهرست علائم و نشانه ها

	پارامترها
ضریب معادلات منفصل شده	A
مساحت دیواره سلول	a
غلظت	C
ضریب درگ	C_D
گرمای ویژه در فشار ثابت	C_p
ضریب معادله سرعت محوری گاز در اثرات متقابل با قطره	C_u
ضریب معادله سرعت شعاعی گاز در اثرات متقابل با قطره	C_v
قطر، ضریب پخش	D
انرژی، مقدار ثابت	E
عدد تصادفی، نسبت فاصله	f
مربع نوسانات غلظت	g
آنتالپی سکون	h
انرژی جنبشی توریولانس	K(j)
هدایت حرارتی	K(j/m.s.k)
طول	L
جرم	M
مشخصه ذره	M
تعداد قطرات	N
عدد نوسلت	Nu
عدد پکلت	Pe
عدد پرائنتل	Pr
جریان همگن موضعی	LHF
جریان جدا شده	SF
فشار	P
گرمای نهان تبخیر	Q
شعاع	R, r
ثابت جهانی گاز	R_u
عدد رینولدز	Re
مختصات شعاعی	R
جمله منبع	S
عدد اشمیت	Sc

عدد شروود	Sh
قطر متوسط ساتر (D ₃₂)	SMD
درجه حرارت	T
زمان	T
سرعت محوری	U
سرعت شعاعی	V
حجم	V
وزن مولکولی	W
مختصات محوری	X
فاصله عمودی از دیواره	Y
جزء جرمی	Y
پارامتر تصحیح ضریب انتقال حرارت	Z

علائم یونانی

نصف زاویه اسپری	β
طول محوری سلول	δx
طول شعاعی سلول	δr
مرحله زمانی	δt
حجم سلول	δV
نرخ تلفات انرژی جنبشی توربولانس	ε
متغیر اسکالر عمومی	ϕ
دانسیته	ρ
لزجت موثر، جرم کاهش یافته	μ
شعاع مولکول	σ
عدد پرانتل مغشوش	Pr _t
عدد اشمیت	Sc
نسبت فضای اشغال شده	θ
تنش برشی	τ
ضریب پخش	Γ

زیر نویس ها

اکتیواسیون	A
درجه حرارت جوشش	boil
مربوط به قطره	D
مربوط به سوخت	F
مربوط به آنتالپی	H
اندیس های شمارنده مکانی، ذره i ام	I
پاشش	inj
مقدار متوسط	M
مخلوط	mix
ذره نوع M ام	M
نازل	N
نقاط سلول	P,N,S,E,W,n ,s,e,w
نقطه نزدیک دیواره	P
شعاعی	R
اسپری	S
بخار در سطح قطره	v,s
بخار در شرایط دور دست	v,∞
نقطه روی دیواره	W
مربوط به متغیر اسکالر عمومی	ϕ
سلول پاشش	.
مربوط به نرخ اتلاف انرژی	ε

بالانویس ها

مراحل زمانی قبل و جدید	$n,n+1$
مشتق زمانی	.
مقدار اصلی	*
تصحیح، تابع توربولانس	/
متوسط	-
بدون بعد	+

اختصارات

جریان همگن موضعی (Local Homogeneous Model)	LHF
جریان جدا شده (Separated Flow)	SF
مدل کل میدان (Full Field Model)	FFM
شبیه سازی ادی های بزرگ (Large Eddy Simulation)	LES
مدل ذرات چشمه داخل بسته	PSICM
مدل قطره مجزا (Discrete Droplet Model)	DDM
مدل قطره پیوسته (Continues Droplet Model)	CDM
مدل فرمولاسیون محیط پیوسته (Continues Formulation model)	CFM
مدلهای جریان جدا شده قطعی (Deterministic Separated Flow)	DSF
مدلهای جریان جدا شده اتفاقی (Stochastic Separated Flow)	SSF
Pressure Implicit with Splitting of Operators	PISO

فهرست اشکال و جداول

صفحه	شماره شکل	
۱۳	شکل ۱-۱	مقدار نفوذ اسپری سوخت در زمانهای مختلف
۱۴	شکل ۱-۲	مقدار نفوذ اسپری سوخت در زمانهای مختلف به ازای فشار تراکم ثابت ۲ مگا پاسکال و فشارهای مختلف تزریق
۱۴	شکل ۱-۳	میزان نفوذ اسپری سوخت در حرکت‌های گردابی با سرعت‌های مختلف و در فشار ثابت تزریق سوخت (۲۰ مگا پاسکال) و تراکم هوای درون محفظه (۱/۱ مگاپاسکال)
۲۲	شکل ۲-۱	دو بسته در حال حرکت به سمت یکدیگر
۲۹	شکل ۲-۲	مدل‌های شکست قطرات
۳۰	شکل ۲-۳	مدل شکست قطره در روش اینگل (گرزی)
۳۱	شکل ۲-۴	مدل شکست قطره در روش استرپینگ (گسترش قطبین)
۳۳	شکل ۲-۵	مدل شکست قطره در روش کیفی (چترنجاتی)
۶۶	شکل ۴-۱	بخشی از شبکه محاسباتی (نمایش حجم کنترل اسکالر)
۷۳	شکل ۴-۲	استفاده از میانبایی بین گره‌های مجاور برای محاسبه ضرایب وزنی
۷۵	شکل ۴-۳	حجم کنترل جابجا شده ممنتم محوری
۷۶	شکل ۴-۴	نمایش سرعت‌ها و مساحت‌ها برای حجم کنترل ممنتم محوری
۷۸	شکل ۴-۵	حجم کنترل جابجا شده ممنتم شعاعی
۷۹	شکل ۴-۶	نمایش سرعت‌ها و مساحت‌ها در حجم کنترل ممنتم شعاعی
۹۱	شکل ۴-۷	فلوچارت کلی کد کامپیوتری
۹۳	شکل ۵-۱	نمایش کلی حرکت اسپری در محفظه احتراق
۹۴	شکل ۵-۲	شبکه محاسباتی
۹۴	شکل ۵-۳	بررسی حساسیت شبکه در پیش‌بینی نفوذ اسپری
۹۵	شکل ۵-۴	بررسی حساسیت شبکه در پیش‌بینی تبخیر اسپری
۹۵	شکل ۵-۵	اثر گام زمانی بر میزان نفوذ اسپری
۹۶	شکل ۵-۶	اثر گام زمانی بر جرم کلی تبخیر
۹۷	شکل ۵-۷	اثر تعداد قطره‌های اضافه شده در هر گام زمانی بر نفوذ اسپری
۹۷	شکل ۵-۸	اثر تعداد قطره‌های اضافه شده در هر گام زمانی بر جرم کلی تبخیر
۹۸	شکل ۵-۹	تأثیر دمای اولیه محفظه بر نفوذ قطره‌ها
۹۹	شکل ۵-۱۰	تأثیر دمای اولیه محفظه بر جرم کلی تبخیر
۹۹	شکل ۵-۱۱	تأثیر فشار اولیه محفظه بر نفوذ قطره‌ها
۱۰۰	شکل ۵-۱۲ الف	کانتور شدت آشفتنگی در سیلندری با شعاع ۳۲/۵ و طول کورس ۶۰/۵ میلیمتر
۱۰۱	شکل ۵-۱۲ ب	کانتور نرخ اضمحلال آشفتنگی در سیلندری با شعاع ۳۲/۵ و طول کورس ۶۰/۵ میلیمتر
۱۰۱	شکل ۵-۱۳ الف	کانتور شدت آشفتنگی در سیلندری با شعاع ۳۲/۵ و طول کورس ۹۴ میلیمتر

- شکل ۱۳-۵-ب- کانتور نرخ اضمحلال آشفته‌گی در سیلندری با شعاع $32/5$ و طول کورس 94 میلی‌متر
 شکل ۱۴-۵-الف- کانتور شدت آشفته‌گی در سیلندری با شعاع $32/5$ و طول کورس 156 میلی‌متر
 شکل ۱۴-۵-ب- کانتور نرخ اضمحلال آشفته‌گی در سیلندری با شعاع $32/5$ و طول کورس 156 میلی‌متر
 شکل ۱۵-۵-الف- کانتور شدت آشفته‌گی در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع 30 میلی‌متر
 شکل ۱۵-۵-ب- کانتور نرخ اضمحلال آشفته‌گی در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع 30 میلی‌متر
 شکل ۱۶-۵-الف- کانتور شدت آشفته‌گی در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع $37/5$ میلی‌متر
 شکل ۱۶-۵-ب- کانتور نرخ اضمحلال آشفته‌گی در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع $37/5$ میلی‌متر
 شکل ۱۷-۵-الف- کانتور شدت آشفته‌گی در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع $42/5$ میلی‌متر
 شکل ۱۷-۵-ب- کانتور نرخ اضمحلال آشفته‌گی در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع $42/5$ میلی‌متر
 شکل ۱۸-۵- خطوط جریان در سیلندری با شعاع $32/5$ و طول کورس $60/5$ میلی‌متر
 شکل ۱۹-۵- خطوط جریان در سیلندری با شعاع $32/5$ و طول کورس 94 میلی‌متر
 شکل ۲۰-۵- خطوط جریان در سیلندری با شعاع $32/5$ و طول کورس 156 میلی‌متر
 شکل ۲۱-۵- نمودار تبخیر بر اساس کورس پیستون در شعاع سیلندرهای مختلف
 شکل ۲۲-۵- کانتور جزء جرمی بخار سوخت در سیلندری با شعاع $32/5$ و طول کورس $60/5$ میلی‌متر
 شکل ۲۳-۵- کانتور جزء جرمی بخار سوخت در سیلندری با شعاع $32/5$ و طول کورس 94 میلی‌متر
 شکل ۲۴-۵- کانتور جزء جرمی بخار سوخت در سیلندری با شعاع $32/5$ و طول کورس 156 میلی‌متر
 شکل ۲۵-۵- خطوط جریان در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع 30 میلی‌متر
 شکل ۲۶-۵- خطوط جریان در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع $37/5$ میلی‌متر
 شکل ۲۷-۵- خطوط جریان در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع $42/5$ میلی‌متر
 شکل ۲۸-۵- نمودار زاویه لنگ در زمانی که بیشترین نفوذ اتفاق می‌افتد بر حسب شعاع سیلندر
 شکل ۲۹-۵- نمودار تبخیر بر حسب شعاع سیلندر در طول کورسهای مختلف
 شکل ۳۰-۵- کانتور جزء جرمی بخار سوخت در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع 30 و میلی‌متر
 شکل ۳۱-۵- کانتور جزء جرمی بخار سوخت در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع $37/5$ و میلی‌متر
 شکل ۳۲-۵- کانتور جزء جرمی بخار سوخت در سیلندری با طول کورس 94 و شعاع $42/5$ و میلی‌متر
 شکل ۳۳-۵- نمودار تبخیر بر حسب نسبت طول به شعاع سیلندر در حجم ثابت
 شکل ۳۴-۵- نمودار زاویه لنگ مربوط به بیشترین نفوذ قطرات بر حسب شعاع انژکتور
 شکل ۳۵-۵- نمودار تبخیر بر حسب شعاع انژکتور

صفحه

شماره جدول

- ۳-۱- ضرایب ثابت مدل توربولانس
 ۴-۱- ترم های منبع
 ۴-۲- ترم های اثر متقابل فازها
 ۵-۱- مشخصات هندسی سیلندر و پیستون در نسبتهای مختلف طول به شعاع سیلندر در حجم ثابت

فصل اول

مقدمه ای بر جریان دو فازی

۱-۱- پیشگفتار

از حدود پنجاه سال پیش، محققان به تأثیر جریان ورودی به داخل سیلندر بر فرآیند احتراق پی برده اند، و تا به امروز که پیشرفت های شگرفی در این زمینه صورت پذیرفته است با استفاده از مدل های آزمایشگاهی و مدل های عددی به تحلیل دقیق جریان در داخل سیلندر دست یافته اند. بهبود فرآیند احتراق و بدنبال آن کاهش مصرف سوخت و کاهش آلودگی از مهمترین عوامل برای بررسی جریان داخل سیلندر می باشند.

تاریخ استفاده از مدل های عددی به سال ۱۹۷۳ میلادی برمی گردد. در آن زمانها با امکانات کم تنها به تحلیل جریان های داخل سیلندر در حالت بسیار ساده، پرداختند. اما بعدها با افزایش سرعت کامپیوترها و تکنیک های عددی امکان تحلیل در حالت های پیچیده نیز مهیا گردید.

از طرفی دیگر علاوه بر مطالعه رفتار جریان مطالعه رفتار قطره مایع در داخل سیال دیگر یک مسئله اساسی در سیالات است که کاربرد فراوان دارد. چرا که قوانین مواد معلق، جریان دوفازی، قوانین اسپری، قوانین تبخیر و قوانین توربولانس را به همراه دارد. مطالعه اسپری در دیدگاه کلی شامل بررسی حرکت سیال اطراف، سطح آزاد قطرات، فصل مشترک دو سیال ناهمگون و غیره می باشند، همچنین مطالعه جریان در اطراف قطره ما را به درک مکانیزم انتقال گرما، ممنت، جزء بقای جرم و ... رهنمون می سازد. بعلاوه رفتار قطره می تواند به عنوان مدلی برای ذرات پیچیده تر مانند کپسولها با پوسته های الاستیک یا گلبولهای قرمز بکار رود.

یک گروه از پژوهشگران قطره را بصورت کروی در نظر گرفته و فقط جریان در داخل و اطراف آن را تحلیل کرده اند.

گروه دیگر، حرکت و تغییر شکل قطره را همراه با حباب در سیال دیگر مورد بررسی قرار داده اند. تحقیقات وسیع دیگری در مورد تحلیل جریان در اطراف قطره انجام گرفته است. در سال ۱۹۸۳ ویلیامز [۱] نفوذ و تبخیر قطرات سوخت مایع را بررسی کرد و قطرات را بصورت کروی در نظر گرفت. در این تحقیق از اثرات جابجائی محیط بر روی قطره صرف نظر شده بطوریکه نیروهای برشی بر روی سطح قطرات نادیده گرفته شد. در همان سال کریئر [۲] در مورد تغییر اندازه قطرات یک سری روابط تحلیلی بدست آورد و وارد جزئیات تحلیلی آنها گردید ایشان نیز فرضیات ویلیامز را در نظر گرفت، و آنرا تکمیل کرد.

در سال ۱۹۸۷ فیئت [۳] حرکت قطرات را در داخل سیال دیگر بصورت تجربی بررسی نمود. در سال ۱۹۸۷ لو [۴] بررسی کامل تری از قطرات، میزان تبخیر شدن و نحوه تبخیر آن را مورد مطالعه قرار داد.

در سال ۱۹۸۹ یک سری مقالاتی توسط آیا سوامی و همکاران ایشان ارائه شده [۵] که در آن با استناد از نظریه اغتشاشی جریان با رینولدز کم حول قطره کروی مورد بررسی قرار گرفت.

دویرو همکاران [۶] نیز جریان حول قطره با رینولدز پایین را تحلیل کرده اند.

در تمام مدل‌های قبلی که توسط محققین ارائه شده عموماً فرضیات زیر در نظر گرفته شد:

- قطره کروی می باشد و میدان جریان اطراف بر روی شکل آن بی تأثیر است.
- در ناحیه رقیق اسپری جزء حجمی فاز مایع قابل چشم پوشی است.
- اندرکنش ذرات با یکدیگر قابل صرف نظر کردن است یعنی از برخورد ذرات

چشم پوشی می شود.

شوارتز [۷] تزریق متقارن جت مایع بداخل محیطی با گاز متراکم در جریان دوبعدی غیردائم را مورد بررسی قرار داده است. ایشان تزریق مایع درون سیال دیگر را بصورت کروی فرض نمود، قطرات کروی شکل بدلیل اختلاف فشار و شرایط مختلف آیرودینامیکی شکسته می شوند و قطرات جدید از آنها ایجاد می شود. شوارتز برای دستیابی به جزئیات جریان حاصله معادلات بقای جرم و ممنتوم را برای دوفاز گاز و مایع حل نمود، نتایج بررسی ایشان نشان می دهد که اسپری در فشار بالا روی نفوذ، تبخیر و مخلوط شدن قطرات اثر می گذارد اندازه قطرات نیز نتیجه توازن بین شکست و بهم پیوستگی قطرات می باشد.

در بررسی های دیگر که توسط ریتس و دیواکر [۸-۹]، برای مدلسازی حرکت قطرات و تبخیر آن، در نظر گرفته شده است، قطرات و گاز بصورت دوفاز مجزا از هم در نظر گرفته شده اند، و از برخورد و بهم پیوستگی قطرات صرف نظر شده است.

همچنین در بررسی های دیگر که توسط واتکینز و خالقی [۱۰] انجام شد، قطر متوسط قطرات در نازل و مدل شکست آن و همچنین پیشروی بیشتر قطرات در فشار کمتر و تطابق خوب آن با اطلاعات تجربی از جمله نتایج بدست آمده از این تحقیق می باشد.

خالقی و گنجی [۱۱ و ۱۲] در بررسیهای خود از مدل توربولانس $k-\epsilon$ غیر خطی استفاده نمودند. نتایج نشان می دهد که توانمندی مدل توربولانس $k-\epsilon$ غیر خطی زمانی که گرادیان سرعت در جهت محوری و شعاعی دارای تغییرات باشد بیش از مدل $k-\epsilon$ خطی می باشد. با مدل غیر خطی می توان جریان در مجاورت مرز، گوشه های محفظه و اطراف اسپری را بهتر تحلیل نمود و نتایج سازگاری بهتری با داده های عددی دارد. گنجی [۱۳] نیز در پایان نامه دکتری خود جریان اسپری مایع در محفظه احتراق را به شکل سه بعدی مدلسازی نمود. همچنین خالقی و گنجی [۱۴ و ۱۵] ضمن مدلسازی اسپری مایع و

مطالعات پارامتریک آن در جریان دو فازی محفظه احتراق، مدل‌های مختلف شکست قطرات را در این جریانها مقایسه نمودند.

در بررسیهای فوق، بیشتر اسپری قطرات مورد توجه است، تعدادی از قطراتی که دارای سرعت، موقعیت مکانی، دانسیته و ... یکسان باشند را بعنوان یک دسته قطره^۱ در نظر می‌گیرند و سپس تمام اتفاقاتی که برای یک قطره پیش می‌آید را برای کلیه قطره‌های یک دسته اعمال می‌کنند.

علم تحلیل حرکت اسپری و تبخیر آن در محفظه گسترش قابل ملاحظه‌ای داشته است بطوریکه طراحان را در پیدا کردن ساختار مطلوب و بهینه جریان ورودی و چگونگی انتخاب هندسه پیستون کمک می‌کند این امر باعث توسعه برنامه‌های جدید کامپیوتری و بررسی حرکت جریان سیال در موتور گردید [۱۶].

اما در این پایان نامه نفوذ و تبخیر قطرات در جریان مغشوش هوا در محفظه احتراق موتورهای دیزلی بررسی می‌شود. هنگامی که جریان سیال در محفظه موتور بصورت مغشوش در حرکت است، اسپری سوخت پاشیده می‌شود در این پاشش به دلیل بالا بودن دمای محفظه موتور و وجود اختلاف فشار بین سوخت و اکسید کننده قطرات در محفظه نفوذ کرده و باعث پودر شدن سوخت و تبخیر شدن آن می‌شود. معادلات حاکم بر این سیستم بصورت معادلات پیوستگی، ممنتوم، انرژی، معادلات انتقال جرم در فاز گازی و مایع خواهند بود. در اینجا فرض می‌شود سوختی که به درون هوا پاشیده می‌شود و با آن مخلوط می‌گردد سوخت دیزل سبک باشد و همچنین قطرات بصورت کروی فرض می‌شوند و اسپری قطرات مورد توجه است، تعدادی از قطراتی که دارای سرعت، موقعیت مکانی، دانسیته و ... یکسان باشند بعنوان یک دسته قطره در نظر گرفته می‌شوند و سپس تمام اتفاقاتی که برای یک قطره پیش می‌آید برای کلیه قطره‌های یک دسته اعمال می‌شوند. جریان در محفظه موتور با تقارن محوری، غیردائم

^۱ Droplet parcel