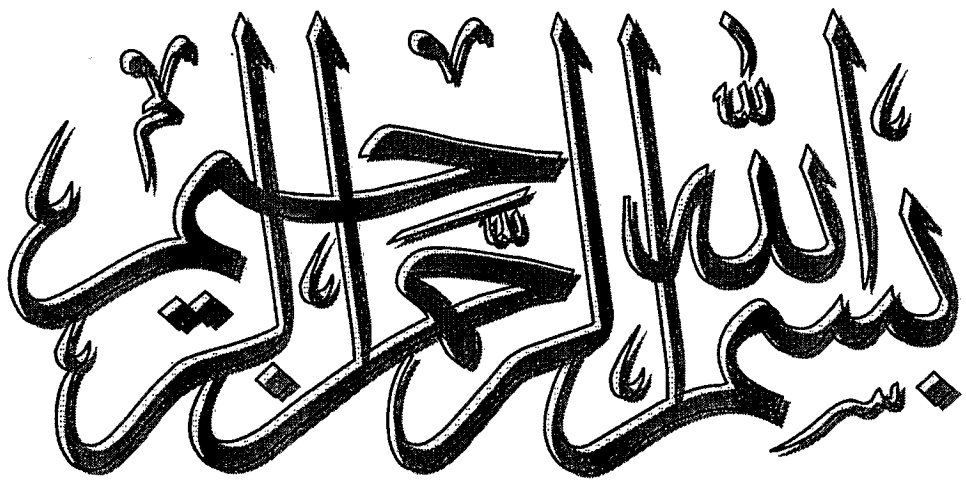

٤٧٣٣٣

از اطلاعات در آرشیو ملی ایران
تصویر مدارک

دانشگاه تبریز

دانشکده فنی

گروه مهندسی مکانیک ۳۰ /۱/ ۱۳۸۲

پایان نامه :

برای دریافت درجه کارشناسی ارشد دررشته مهندسی مکانیک- تبدیل انرژی

عنوان :

مطالعه عددی و تجربی برخورد یک جت متقارن محوری با یک صفحه نفوذپذیر

اساتید راهنما :

دکتر سیدپرویز علوی تبریزی ـ دکتر محمدتقی شروانی تبار

استاد مشاور :

دکتر اسماعیل اسماعیل زاده

از اطلاعات در آرشیو ملی ایران
تصویر مدارک

پژوهشگر:

حمید توتونکوب

٤٥ ٥٥٤

بهمن ماه ۱۳۸۱

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

قدردانی و سپاس

قبل از هر سخنی از خداوند متعال سپاسگزارم که توفیق انجام این تحقیق را به بنده عطا فرمود .

از زحمات و حسن توجه اساتید راهنمای محترم پایان نامه ، آقایان دکتر سیدپرویز علوی تبریزی و دکتر محمدتقی شروانی تبار که نقش عمده ای در پیشبرد این پایان نامه داشته اند ، نهایت تشکر و قدردانی را دارم .

از راهنمایی های استاد مشاور ارجمند ، جناب آقای دکتر اسماعیل اسماعیل زاده که نکات آموزنده ایشان ، موجبات پیشرفت هر چه سریعتر پایان نامه را فراهم آورد ، کمال تشکر و سپاس را دارم .

از استاد گرانقدر جناب آقای دکتر محمدحسن جوارشکیان که لطف کرده و مرا از نظرات سازنده خویش بهره مند ساختند ، کمال تشکر و قدردانی را دارم .

از جناب آقای مهندس نخجیری که زحمت ساخت دستگاه آزمایش را متقبل شدند ، کمال تشکر و سپاس را دارم .

از مسئولین و کارکنان آزمایشگاه های سیالات و ترمودینامیک و مرکز کامپیوتر دانشکده فنی آقایان طلوعی ، سعادت و مردانلو کمال تشکر را دارم .

و لازم می دانم تا مراتب سپاس و تشکر خود را از تمام کسانی که مرا در انجام این پایان نامه یاری نمودند ابراز نمایم ، بخصوص از کارکنان محترم امور طراحی مرکز طراحی و ساخت ماشین تراکتورسازی ایران که نهایت همکاری را با اینجانب داشته اند .

همچنین از صبر و حوصله و همکاری صمیمانه پدر و مادر و خانواده عزیزم که فضای مناسب برای انجام فعالیت من فراهم کرده اند نهایت قدردانی و تشکر را می نمایم .

" خوشا به حال آنانی که می بخشند بی آنکه به یاد آرند و می گیرند بی آنکه فراموش کنند. "

" Elizabeth Bibesco "

و این تحقیق را تقدیم می کنم به :

" مرحوم پدرم و مادر عزیزم "

نام خانوادگی دانشجو : توتونکوب کردی **نام :** حمید

عنوان پایان نامه : مطالعه عددی و تجربی برخورد یک جت متقارن محوری با یک صفحه نفوذپذیر

اساتید راهنما : دکتر سیدپرویز علوی تبریزی ـ دکتر محمدتقی شروانی تبار

استاد مشاور : دکتر اسماعیل اسماعیل زاده

مقطع تحصیلی : کارشناسی ارشد **رشته :** مهندسی مکانیک **گرایش :** تبدیل انرژی

دانشگاه : تبریز **دانشکده :** فنی **تاریخ فارغ التحصیلی :** دی ماه ۱۳۸۱ **تعداد صفحه :** ۱۴۵

کلید واژه ها : جت برخوردی ، جت متلاطم ، صفحه نفوذپذیر ، جریان سه بعدی تراکم ناپذیر ، آنالیز هیدرودینامیکی ، مدل توربولانس K-ε

چکیده :

در کار حاضر برخورد یک جت متلاطم تراکم ناپذیر متقارن محوری با یک صفحه نفوذپذیر در حالت سه بعدی بصورت عددی و تجربی بررسی شده است . تجزیه و تحلیل عددی با استفاده از نرم افزار ANSYS 5.5 به روش المان محدود و با استفاده از مدل های توربولانس K-ε استاندارد ، GIR ، NKE ، RNG و SZL (مدل های دو معادله ای) انجام شده است .

توزیع فشار و سرعت با سرعت های مکش مختلف و سرعت های خروجی شیپوره مختلف مورد بحث قرار گرفته است . همچنین نتایج عددی و تجربی توزیع فشار روی صفحه نفوذپذیر با یکدیگر مقایسه شده اند تا مبنایی برای سنجش صحت نتایج باشند .

طبق نتایج بدست آمده مکش باعث کاهش ضخامت لایه مرزی شده و گرادیان سرعت نزدیک دیواره را افزایش می دهد . همچنین با مقایسه نتایج حاصل از اعمال مدل های توربولانس به این نتیجه می رسیم که در شرایط موجود ، مدل توربولانس RNG مدل مناسب تری نسبت به بقیه مدل ها بوده و میدان متقارن تری را پیش بینی می کند .

حل عددی بصورت سه بعدی در حالات زیر مورد بررسی قرار گرفته است :

۱) جریان خروجی از شیپوره دقیقاً به مرکز صفحه نفوذپذیر برخورد کرده و دارای سه سرعت مختلف u_n= ۶۰ و ۷۰ و ۸۰m/s (جریان تراکم ناپذیر) می باشد .

۲) فاصله دهانه خروجی شیپوره تا صفحه برخورد به ترتیب برابر ۰/۱۷۵m و ۰/۱۵ =H می باشد .

۳) سرعت های نفوذ صفحه نفوذپذیر در سه حالت ۰/۳۵m/s و ۰/۲۵ و ۰/۱۸ =V_p مورد بررسی قرار گرفته است .

۴) برای حالات u_n=۷۰m/s و V_p=۰/۲۵m/s و ۰/۱۷۵m و H= ۰/۱۵ مسأله با چهار مدل توربولانس دیگر ، علاوه بر مدل K-ε استاندارد مورد بررسی قرار گرفته است .

۵) برای حالات u_n=۷۰m/s و ۰/۳۵m/s و ۰/۲۵ و ۰/۱۸ =V_p و ۰/۱۷۵m و H= ۰/۱۵ صفحه نفوذپذیر دارای سرعت V_y=۱۵m/s می باشد که تأثیر متحرک بودن صفحه نفوذپذیر مورد بررسی قرار گرفته است .

مسأله مورد بحث بصورت تجربی نیز در حالات زیر بررسی شده است :

۱) جریان خروجی از شیپوره دقیقاً به مرکز صفحه نفوذپذیر برخورد کرده و ۸۰m/s و ۷۰ و ۶۰ =u_n قرار داده شده است .

۲) فاصله دهانه خروجی شیپوره تا صفحه برخورد ۰/۱۷۵m و H= ۰/۱۵ قرار داده شده است .

۳) سرعت های نفوذ صفحه نفوذپذیر با ۰/۳۵m/s و ۰/۲۵ و ۰/۱۸ =V_p انجام شده است .

نمادها

C	غلظت ذرات
C_r	ثابت وابسته به مدل توربولانس
D_m	ضریب پخش مولکولی
D_n	قطر شیپوره
D_p	قطر صفحه نفوذپذیر
D_t	ضریب پخش حالت توربولانس
g, f	توابع
H	فاصله دهانه شیپوره تا صفحه برخورد
i	شدت توربولانس
h_f	ارتفاع ستون سیال مانومتر
K	انرژی جنبشی متلاطم
K_{nw}	انرژی جنبشی متلاطم نزدیک دیواره
l_m	طول اختلاط
n	فاکتور بعددار
P_s	فشار نقطه سکون
P_w	فشار روی دیواره
Re	عدد رینولدز
r	مختصات در جهت شعاعی
r_0, r_n	شعاع شیپوره
S	فاکتور سفتی
S_{ij}	تانسور تغییر شکل متقارن
S_M	عبارت چشمه
U	مؤلفه سرعت در جهت محورx
U_m	ماکزیمم مقدار سرعت در روی محور جت
u_n, U_{in}, U_0	سرعت خروجی از شیپوره
u, v, w	سرعت در جهت های x, y, z

V	مؤلفه سرعت متوسط در جهت محور r
V_p, V_w	سرعت نفوذ از صفحه نفوذپذیر
V_y	سرعت صفحه نفوذپذیر در راستای محور y
v_r, v_ϕ, v_z	سرعت متوسط در جهت محور r, ϕ, z
v'_r, v'_ϕ, v'_z	نوسانات سرعت نسبی در جهت محور r, ϕ, z
W_{ij}	تانسور دوران پادمتقارن
x	مختصات در جهت محور جت
y	فاصله عمودی از دیواره نفوذپذیر
ρ	چگالی سیال
ξ, η	نسبت های تشابهی
ϕ	متغیر وابسته
Ψ	تابع جریان
β	مقدار ثابت
τ_0, τ_w	تنش برشی دیواره
τ_{0m}	تنش برشی ماکزیمم
μ_e	لزجت مؤثر
μ_t	لزجت دینامیکی توربولانس
υ	لزجت سینماتیکی سیال
λ	ثابت مقیاس طولی
Γ_t	قابلیت نفوذ متلاطم
ε	نرخ پراکندگی انرژی جنبشی متلاطم
ε_{mij}	عملگر تانسور جایگشتی
ε_{nw}	نرخ پراکندگی نزدیک دیواره
δ	ضخامت لایه مرزی
Ω_m	سرعت زاویه ای سیستم مختصات
κ	ثابت فون کارمن

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فصل اول : مقدمه	
۱-۱ مقدمه	۲
فصل دوم : بررسی منابع و پیشینه پژوهش	
۲-۱ مقدمه	۵
۲-۲ مشاهدات تجربی	۷
۲-۳ معادلات حرکت	۷
۲-۳-۱ معادله انتگرالی ممنتوم	۱۰
۲-۳-۱-۱ تحلیل تشابهی معادلات حرکت	۱۲
۲-۳-۱-۲ تحلیل معادله انتگرالی انرژی	۱۳
۲-۳-۲ حل تولمین	۱۵
۲-۳-۳ حل گورتلر	۱۷
۲-٤ نتایج تجربی	۱۸
۲-۵ ناحیه برخورد و جت دیواره	۲۰
۲-۵-۱ بررسی نظری برخورد یک جت سیال با یک سطح	۲۰
۲-۵-۲ نتایج تجربی	۲۱

۲-٦ پخش ۲٦

۲-۷ ماهیت توربولانس ۲۸

۲-۸ مدل‌های توربولانس ۳۰

۲-۸-۱ مدل K-ε استاندارد ۳٤

۲-۸-۲ مدل توربولانس RNG ۳۵

۲-۸-۳ مدل توربولانس NKE ۳٦

۲-۸-٤ مدل توربولانس GIR ۳۷

۲-۸-۵ مدل توربولانس SZL ۳۸

۲-۹ مدل توربولانس دیواره ۳۹

۲-۹-۱ زیرلایه خطی ٤۱

۲-۹-۲ لایه قانون لگاریتمی ٤۱

۲-۹-۳ لایه خارجی ٤۲

۲-۱۰ جت‌های برخوردی با صفحه نفوذپذیر ٤۳

۲-۱۱ صفحه نفوذپذیر ٤۵

۲-۱۱-۱ شرایط در یک دیواره نفوذپذیر ٤٦

فصل سوم : مواد و روشها

۳-۱ مدل عددی ۵۳

۳-۲ مدل محاسباتی ۵۳

۳-۲-۱ شبکه‌بندی مدل محاسباتی ۵٤

۳-۲-۲ شرایط مرزی مدل محاسباتی ۵۷

۳-۳ مراحل انجام حل عددی ۵۸

۳-٤ مدل تجربی ۵۹

۳-۵ روش های اندازه گیری ٦۰

۳-۵-۱ فشارسنج های تفاضلی ٦۱

۳-۵-۲ مانومتر چشمی ٦۱

۳-۵-۳ مانومتر شیب دار ٦۱

۳-۵-٤ لوله پیتو ٦۲

۳-٦ کالیبراسیون ٦۲

۳-۷ عوامل خطا در آزمایش ٦۳

۳-۸ سکوی آزمایش ٦٤

۳-۸-۱ پارچه ٦٤

۳-۸-۲ شیپوره ٦٦

۳-۸-۳ فن سانتریفوژ ٦۷

۳-۸-٤ پیچ تنظیم برنزی ٦۷

۳-۹ مراحل آزمایش تجربی ٦۸

فصل چهارم : نتایج و بحث

٤-۱ نتایج عددی ۷۰

٤-۲ نتایج تجربی ۷۲

٤-٣ نتایج ١١٥

٤-٤ پیشنهادها ١١٥

منابع ١١٦

فصل اول :

مقـدمـه

۱-۱ مقدمه

هدف اصلی از این تحقیق ، پیش بینی میدان جریان در حالت سه بعدی ، برای یک جت باتقارن محوری متلاطم که با یک صفحه نفوذ پذیر (Porous Plate) برخورد می کند ، می باشد . در ادبیات فن بارها با جت های برخوردی توربولانت برخورد می کنیم که کاردبردهای متعددی از جمله خشک کردن کاغذ ، صنایع نساجی ، تمیز کاری سطوح ، سرد کردن اجزای الکترونیکی فشارقوی ، برش کاری و طراحی هواپیماهای عمود پرواز ، دارد . مطالعه حاضر تلاشی است برای دانستن رفتار بعضی از جت های برخوردی در مسائل صنعتی که با یک ساده سازی و در نظر گرفتن الگوهای مختلف بررسی شده است .

در سالهای اخیر محققین زیادی به مطالعه محیط های نفوذپذیر پرداخته اند که علت آن کاربرد تکنولوژیکی گسترده این محیط ها در صنعت می باشد . جریان آب در بین لایه های زمین بارزترین نمونه جریان یک سیال در محیط نفوذپذیری می باشد . در صنعت نیز با توجه به پیشرفت تکنولوژی انرژی ، علاقه زیادی برای افزایش ضریب عایق کاری وجود دارد که جریان سیال عبوری از محیط عایق نمونه ای از محیط نفوذپذیر می باشد . کلاً توسعه تکنولوژی ژئوترمال و همینطور استفاده از عایق هایی با کارآیی بالا تحلیل اینگونه محیط های نفوذپذیر را مطرح ساخته است .

Combarnous [1] ، Chang [2] ، Combarnous & Bories [3] طی یک سری مطالعات جامع به بررسی کلیات محیط های نفوذپذیر پرداخته اند . محیط متخلخل با پارامترهایی مانند تخلخل (Porosity) ، نفوذپذیری (Permeability) تعریف می گردد . این پارامترها به نحوه توزیع مواد جامد و نسبت سیال و جامد بستگی دارد . بنابه تعریف ، تخلخل نسبت حجم مواد جامد به حجم سیال می باشد که برای سادگی در حل ، تخلخل در تمام محیط یکنواخت فرض می گردد .

مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
تهیه مدارک

در این پایان نامه ابتدا سعی شده است که مدل های تئوریکی این مسأله بررسی شوند ، سپس بعنوان نخستین گام در شبیه سازی ، اصول و ماهیت پدیده توربولانس وبالطبع مدل های توربولانس (مانند K-ε و RNG و NKE و ...) را تشریح نموده و با این زمینه مسأله را بصورت ریاضی مدل سازی کنیم و با ارائه فرضیات و ساده سازی های اولیه ، به کمک نرم افزار ANSYS 5.5 به روش المان محدود مسأله را حل نماییم .

در مرحله بعدی مدل تجربی برای بررسی صحت نتایج حاصل از حل عددی ، ساخته شده است تا مقایسه‌ای بین نتایج تجربی حاصل از آزمایشات و نتایج عددی انجام گیرد .

در گام آخر نتایج محاسبات را بررسی نموده و تا جایی که امکان دارد با نتایج سایر تحلیل های نظری و تجربی دیگر محققین مقایسه کرده و نتیجه گیریهای نهایی انجام گیرد .