

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه اورینٹ

دانشکده فنی مهندسی - گروه مهندسی مکانیک

پایان نامه کارشناسی ارشد

گرایش تبدیل انرژی

عنوان:

شیبه سازی عددی جریان سیال رسانا تحت اثر
میدان های الکتریکی و مغناطیسی

دانشجو:

مهدی کیاست فر

اساتید راهنما:

دکتر نادر پور محمود

دکتر سید مقصود گلزان

بهمن ماه ۱۳۸۸

۱۳۸۵ / ۴ / ۸

آب انبار اطلاعات مذکور همین بود
توسط مرکز

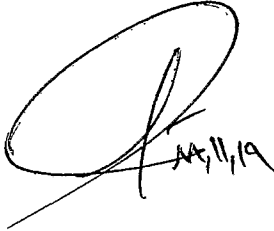
۱۳۸۷۱۶

مورد پذیرش هیأت محترم

شماره ۸۸،۱۱،۱۹

پایان نامه محمد کبیر حسین فرید به تاریخ
۸۷۰۸۰۱۰۱۰

داوران بارتبه عالی و نمره ۲۰ (سب) قرار گرفت.


۸۸،۱۱،۱۹

۱- استاد راهنما و رئیس هیئت داوران: دکتر نادر پور عمور

۲- استاد مشاوری: دکتر سید منصور گلزان

۳- داور خارجی: دکتر شهبان فضل آبادی

۵- نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر مجاهد نورانی

۷- داور داخلی: دکتر امیرج میرزائی

مجلس عالی داوران
فرمانده هیأت عالی داوران

سونولور

حایا تسمین ان قیمت لی نعمت لرینه:

حور منلی آتا و عزیز آنا

تقدیر و تشکر

پاس و ستایش برای اوست به خاطر الطاف بیکرانش، هدایتهای روشنگرش و محبت‌های بی‌دینش.
بر خود لازم می‌دانم از زحمات اساتید راه‌های ارجمند آقایان دکتر نادر پور محمود و دکتر سید مقصود گلزان به خاطر
کجک‌های بی‌شائبه‌شان در انجام این پایان‌نامه، صمیمانه تقدیر و تشکر نمایم.
از خانواده محترم که همه دلگرمی و امیدم به زندگی هستند سپاسگزارم.

از اساتید محترم گروه مکانیک دانشگاه اورمی که در دوره‌های کارشناسی و کارشناسی ارشد از حضورشان فواید بسیار برده‌ام
تقدیر و تشکر می‌کنم.

همچنین از همه دوستان دوران دانشگاه و هم‌اتاقی‌های عزیزم که بودن در کنار آنها تکل غربت را بر ایمن آسان نمود،
بخصوص دوستان عزیزم مهندس محمد اصغر پور قورچی، مهندس رامین برزگر، دکتر وحید حیدر پور، دکتر محمد فتحعلیلو،
مهندس امین چلبیانی، مهندس وحید فتحی، مهندس یشم جلدی نسیرین، مهندس رضا نخشی، مهندس علی حاتمی،
مهندس سینا شفیق و مهندس مونس برزگر صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم.

مهدی کیاست‌فر

زستان ۱۳۸۸

چکیده:

این پایان‌نامه با هدف بررسی جریان سیال رسانا تحت اثر میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی تعریف شده است. برای این منظور، با توجه به اهمیت روزافزون سیستم‌های میکرونی، تاثیر میدان الکترومغناطیسی در میکروپمپ‌های مگنتوهیدرودینامیکی مورد مطالعه قرار گرفته است. برای بررسی تاثیر پارامترهای موثر بر عملکرد میکروپمپ MHD، یک مدل دو بعدی توسعه داده شده است و معادلات حاکم بر میکروپمپ-های مگنتوهیدرودینامیکی با جریان متناوب و جریان مستقیم استخراج شده و بصورت عددی و تحلیلی حل شده است و تاثیر پارامترهای مختلف بر روی ایجاد جریان، تولید حرارت و آنتروپی بررسی شده است. با توجه به نتایج بدست آمده، مشخص شد که افزایش شار مغناطیسی و چگالی جریان الکتریکی باعث افزایش چگالی جریان حجمی می‌شود، ولی با توجه به تاثیرات حرارتی ناشی از افزایش چگالی جریان الکتریکی، در کاربردهای بیولوژیکی، استفاده از شار مغناطیسی برای ایجاد دبی حجمی مورد نظر توصیه می‌شود. در سیالات با رسانایی الکتریکی خیلی بالا، بدلیل ایجاد جریان الکتریکی القایی، نیاز به کنترل چگالی جریان الکتریکی وجود دارد. بدلیل تاثیرات اصطکاکی دیواره‌های کناری میکروکانال بر روی جریان سیال، بهینه سازی ابعاد کانال با توجه به نوع کاربرد، ضروری است. وجود میدان الکتریکی باعث ایجاد پدیده‌ی الکترولیز و تولید حباب می‌شود، که بر عملکرد میکروپمپ تاثیر منفی داشته و نیاز به طراحی قسمت‌هایی داخل میکروکانال جهت حذف حباب احساس می‌شود. همچنین مشخص شد که با افزایش عدد هارتمان، سرعت و دما داخل کانال کاهش می‌یابد و پروفیل سرعت پهن‌تر می‌شود و این به معنی قابلیت کنترل دما و جریان سیال با استفاده از رسانایی الکتریکی سیال است.

کلمات کلیدی: مگنتوهیدرودینامیک، میکروپمپ، سیال رسانا، نیروی لورنتز، میدان الکترومغناطیس

فهرست مطالب

i	چکیده
ii	فهرست مطالب
v	فهرست اشکال
ix	فهرست جداول
x	علائم و اختصارات
۱	فصل اول - مقدمه
۱-۱	۱-۱- اهمیت و اهداف تحقیق
۲-۱	۲-۱- ساختار پایان نامه
۳	فصل دوم - مروری بر انواع میکروپمپ‌ها
۱-۲	۱-۲- مقدمه
۲-۲	۲-۲- دسته بندی میکروپمپ‌ها
۳-۲	۳-۲- میکروپمپ‌های مکانیکی
۱-۳-۲	۱-۳-۲- میکروپمپ‌های رفت و برگشتی
۱-۱-۳-۲	۱-۱-۳-۲- محفظه‌ی پمپ
۲-۱-۳-۲	۲-۱-۳-۲- مهندسی دیافراگم

- ۸..... ۳-۱-۳-۲- محرک‌ها
- ۹..... ۱-۳-۱-۳-۲- محرک‌های پیزوالکتریک با کرنش عرضی
- ۱۰..... ۲-۳-۱-۳-۲- محرک‌های پیزوالکتریک با کرنش محوری
- ۱۰..... ۳-۳-۱-۳-۲- محرک‌های ترمونیوماتیکی
- ۱۱..... ۴-۳-۱-۳-۲- محرک‌های الکترواستاتیکی
- ۱۲..... ۵-۳-۱-۳-۲- محرک‌های نیوماتیکی خارجی
- ۱۲..... ۴-۱-۳-۲- سوپاپ‌های یکطرفه
- ۱۳..... ۲-۳-۲- میکروپمپ‌های دورانی
- ۱۴..... ۳-۳-۲- میکروپمپ‌های غیر دورانی
- ۱۴..... ۴-۲- میکروپمپ‌های غیر مکانیکی
- ۱۴..... ۱-۴-۲- میکروپمپ‌های الکترواستاتیکی
- ۱۵..... ۱-۱-۴-۲- میکروپمپ‌های القایی
- ۱۵..... ۲-۱-۴-۲- میکروپمپ‌های هدایتی
- ۱۶..... ۳-۱-۴-۲- میکروپمپ‌های تزریقی
- ۱۶..... ۲-۴-۲- میکروپمپ‌های الکتروسمزی
- ۱۷..... ۳-۴-۲- میکروپمپ‌های مگتوهیدرودینامیکی
- ۱۸..... ۴-۴-۲- میکروپمپ‌های حرارتی

۱۹	۲-۴-۵- میکروپمپ‌های الکتروشیمیایی
۱۹	۲-۵- مقایسه‌ی میکروپمپ‌های مکانیکی و غیر مکانیکی
۲۲	فصل سوم - مروری بر پژوهش‌های انجام یافته
۲۲	۳-۱- مقدمه
۲۳	۳-۲- مروری بر پژوهش‌های انجام گرفته بر روی میکروپمپ MHD
۲۵	فصل چهارم - معادلات حاکم بر مسایل مگنتوهیدرودینامیک
۲۵	۴-۱- مقدمه
۲۵	۴-۲- پلاسما چیست؟
۲۵	۴-۲-۱- یک گاز یونیزه
۲۷	۴-۲-۲- پلاسماها شبه‌خشی هستند
۲۷	۴-۲-۳- پلاسماها
۲۸	۴-۲-۴- توصیف سیالی پلاسما
۲۸	۴-۲-۴-۱- پایستگی ذرات در سه بعد
۳۰	۴-۲-۵- حرکت سیال
۳۰	۴-۲-۶- معادله‌ی پایستگی یا تکانه
۳۱	۴-۲-۶-۱- نیروی فشار
۳۳	۴-۳- معادلات تک سیالی MHD

- ۳۴.....۱-۳-۴- استخراج و توضیح ابتکاری.....
- ۳۴.....۱-۱-۳-۴- قانون اهم.....
- ۳۵.....۲-۳-۴- معادلات ماکسول برای کاربرد در MHD.....
- ۳۵.....۱-۲-۳-۴- قانون گاوس برای میدان الکتریکی.....
- ۳۶.....۲-۲-۳-۴- قانون گاوس برای میدان مغناطیسی.....
- ۳۷.....۳-۲-۳-۴- قانون فاراده.....
- ۳۸.....۴-۲-۳-۴- قانون بقای آمپر.....
- ۴۰.....۳-۳-۴- جمع بندی کلی از معادلات ماکسول.....
- ۴۱.....۱-۳-۳-۴- تئوری هلمهولتز.....
- ۴۱.....۲-۳-۳-۴- معادلات ماکسول.....
- ۴۲.....۳-۳-۳-۴- شرایط مرزی برای معادلات ماکسول.....
- ۴۴.....۴-۴- مروری بر روش های حل عددی.....
- ۴۴.....۱-۴-۴- مقدمه.....
- ۴۵.....۲-۴-۴- روش اختلاف محدود.....
- ۴۶.....فصل پنجم - مدل ها و روابط حاکم بر آنها.....
- ۴۶.....۱-۵- مقدمه.....
- ۴۷.....۲-۵- مدل و روابط مربوط به میکروپمپ AC MHD.....

۵۰	۳-۵- مدل و روابط مربوط به میکروپمپ DC MHD
۵۳	۴-۵- مدل و روابط مربوط برای تعیین میدان‌های سرعت و دما و تولید آنتروپی بی‌بعد در میکروپمپ MHD
۵۶	۱-۴-۵- مدل‌سازی تحلیلی
۶۳	فصل ششم - تجزیه و تحلیل نتایج
۶۳	۱-۶- مقدمه
۶۳	۲-۶- نتایج حاصل از مدل‌سازی میکروپمپ AC MHD
۶۳	۱-۲-۶- مقایسه‌ی رفتار سیالات مختلف داخل میکروپمپ
۶۶	۲-۲-۶- بررسی اثرات اصطکاکی دیواره‌های میکروپمپ
۶۹	۳-۲-۶- اعتباردهی به نتایج حاصل از مدل دوبعدی
۷۲	۳-۶- نتایج حاصل از مدل‌سازی میکروپمپ DC MHD
۶۹	۱-۳-۶- بررسی تاثیر تغییرات میدان مغناطیسی و الکتریکی بر روی عملکرد میکروپمپ
۷۵	۲-۳-۶- اعتباردهی به نتایج حاصل از حل عددی
۷۷	۴-۶- نتایج حاصل از حل معادلات بی‌بعد شده‌ی حاکم بر میکروپمپ MHD
۷۷	۱-۴-۶- مقدمه
۷۷	۲-۴-۶- بررسی نتایج مربوط به میدان سرعت و دما
۸۲	۳-۴-۶- بررسی نتایج مربوط به آنتروپی
۸۴	۴-۴-۶- اعتباردهی به نتایج حل عددی با استفاده از نتایج حل تحلیلی

فصل هفتم - نتیجه گیری کلی و پیشنهادات.....	۸۶
۱-۷- مقدمه	۸۶
۲-۷- نتیجه گیری کلی.....	۸۶
۱-۲-۷- نتایج حاصل از مدل سازی میکروپمپ مگتوهیدرودینامیکی جریان متناوب.....	۸۶
۲-۲-۷- نتایج حاصل از مدل سازی میکروپمپ مگتوهیدرودینامیکی جریان مستقیم.....	۸۷
۳-۲-۷- نتایج حاصل از حل معادلات بی بعد حاکم بر میکروپمپ های MHD.....	۸۷
۳-۷- پیشنهادات برای کارهای آتی.....	۸۸
مراجع و منابع	۸۹

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲- نمونه‌هایی از میکروکانال‌های ساخته شده ۴
- شکل ۲-۲- اجزای یک نمونه میکروپمپ رفت و برگشتی..... ۶
- شکل ۳-۲- میکروپمپ با سه محفظه سری..... ۷
- شکل ۴-۲- نحوه عملکرد چاپگرهای جوهرافشان با محرک پیزوالکتریک..... ۹
- شکل ۵-۲- محرک پیزوالکتریک با کرنش عرضی..... ۱۰
- شکل ۶-۲- محرک پیزوالکتریک با کرنش محوری..... ۱۱
- شکل ۷-۲- محرک ترمونیوماتیکی..... ۱۱
- شکل ۸-۲- محرک الکترواستاتیکی..... ۱۱
- شکل ۹-۲- محرک نیوماتیکی خارجی..... ۱۲
- شکل ۱۰-۲- نحوه عملکرد میکروپمپ نازل دیفیوزری..... ۱۳
- شکل ۱۱-۲- نحوه عملکرد میکروپمپ الکترو هیدرودینامیکی..... ۱۵
- شکل ۱۲-۲- نحوه عملکرد میکروپمپ الکترواسمزی..... ۱۷
- شکل ۱۳-۲- نحوه عملکرد میکروپمپ مگنتو هیدرودینامیکی..... ۱۸
- شکل ۱۴-۲- نمودار اندازه میکروپمپ در برابر حداکثر گذر حجمی برای میکروپمپ های مکانیکی..... ۱۹
- شکل ۱۵-۲- نمودار اندازه میکروپمپ در مقابل حداکثر گذر حجمی برای میکروپمپ بهای غیرمکانیکی..... ۲۰
- شکل ۱-۴- یونش برخوردی و باز ترکیب ۲۶
- شکل ۲-۴- ضرایب آهنگ یونش و باز ترکیب تابشی برای هیدروژن اتمی..... ۲۶
- شکل ۳-۴- المان حجم برای پایداری ذرات..... ۲۸
- شکل ۴-۴- نیروی فشار روی سطوح مخالف المان..... ۳۱

- شکل ۱-۵-۱- نمایی از میکروپمپ MHD ۴۷
- شکل ۲-۵-۲- نمایی از یک میکروپمپ DC MHD ۵۰
- شکل ۳-۵-۳- شماتیکی از میکروپمپ MHD و مختصات مربوطه ۵۳
- شکل ۱-۶-۱- شدت جریان حجمی محلول آبی کلرید سدیم به صورت تابعی از چگالی میدان مغناطیسی و جریان الکتریکی اعمالی ۶۴
- شکل ۲-۶-۲- نشان دهنده ی شدت جریان حجمی گالیوم مایع به صورت تابعی از جریان اعمالی و چگالی میدان مغناطیسی ۶۴
- شکل ۳-۶-۳- سرعت جریان بصورت تابعی از عرض کانال ۶۶
- شکل ۴-۶-۴- سرعت جریان بصورت تابعی از عمق کانال ۶۷
- شکل ۵-۶-۵- شدت جریان حجمی بصورت تابعی از عمق کانال ۶۷
- شکل ۶-۶-۶- نشان دهنده ی ماکزیمم سرعت بصورت تابعی از چگالی شار مغناطیسی ۷۰
- شکل ۷-۶-۷- نشان دهنده ی ماکزیمم دما بصورت تابعی از چگالی شار مغناطیسی ۷۰
- شکل ۸-۶-۸- نشان دهنده ی ماکزیمم سرعت بصورت تابعی از جریان الکتریکی ۷۱
- شکل ۹-۶-۹- نشان دهنده ی ماکزیمم دما بصورت تابعی از جریان الکتریکی ۷۲
- شکل ۱۰-۶-۱۰- توزیع شدت آنتروپی محلی ۷۳
- شکل ۱۱-۶-۱۱- توزیع شدت تولید آنتروپی محلی ۷۳
- شکل ۱۲-۶-۱۲- توزیع شدت تولید آنتروپی محلی ۷۴
- شکل ۱۳-۶-۱۳- نشان دهنده ی آنتروپی کل داخل میکروپمپ بصورت تابعی از میدان مغناطیسی ۷۴
- شکل ۱۴-۶-۱۴- نشان دهنده ی آنتروپی کل داخل میکروپمپ بصورت تابعی از جریان الکتریکی ۷۵
- شکل ۱۵-۶-۱۵- مقایسه بین نتایج عددی و آزمایشگاهی ۷۶
- شکل ۱۶-۶-۱۶- مقایسه بین نتایج عددی و آزمایشگاهی ۷۶

- شکل ۶-۱۷- تغییرات سرعت در وسط عرض میکروپمپ به ازای هارتمان‌های مختلف..... ۷۸
- شکل ۶-۱۸- تغییرات دما در وسط عرض میکروپمپ به ازای اعداد هارتمان مختلف..... ۷۸
- شکل ۶-۱۹- رفتار گذرای سرعت خط میانی به ازای اعداد هارتمان مختلف..... ۷۹
- شکل ۶-۲۰- رفتار گذرای دمای خط میانی به ازای اعداد هارتمان مختلف..... ۷۹
- شکل ۶-۲۱- رفتار گذرای دمای خط میانی به ازای اعداد پرانتل مختلف..... ۸۰
- شکل ۶-۲۲- رفتار گذرای دمای خط میانی به ازای اعداد اکرت مختلف..... ۸۰
- شکل ۶-۲۳- رفتار سرعت گذرا روی خط میانی به ازای نسبت عمق به عرض‌های مختلف..... ۸۱
- شکل ۶-۲۴- رفتار دمای گذرا روی خط میانی به ازای نسبت عمق به عرض‌های مختلف..... ۸۲
- شکل ۶-۲۵- تغییرات شدت تولید آنتروپی حجمی میانگین در مقیاس لگاریتمی بصورت تابعی از عدد هارتمان..... ۸۲
- شکل ۶-۲۶- تغییرات شدت تولید آنتروپی حجمی میانگین در مقیاس لگاریتمی بصورت تابعی از عدد اکرت..... ۸۳
- شکل ۶-۲۷- تغییرات شدت تولید آنتروپی حجمی میانگین در مقیاس لگاریتمی بصورت تابعی از عدد پرانتل..... ۸۳
- شکل ۶-۲۸- تغییرات شدت تولید آنتروپی حجمی میانگین در مقیاس لگاریتمی بصورت تابعی از گرمایش ژول..... ۸۴
- شکل ۶-۲۹- مقایسه‌ی روش‌های عددی و تحلیلی برای دمای حالت پایا..... ۸۵

فهرست جدول

- جدول ۱-۲- انواع مختلف میکروپمپ... ۵
- جدول ۱-۵- ویژگی‌های فیزیکی محلول آبی کلرید سدیم... ۴۹
- جدول ۲-۵- پارامترهای مورد استفاده در شبیه‌سازی عددی... ۴۹
- جدول ۳-۵- ابعاد میکروپمپ و پارامترهای مربوط به مساله... ۵۰
- جدول ۱-۶- مقایسه نتایج عددی با نتایج آزمایشگاهی... ۶۹
- جدول ۲-۶- مقایسه نتایج حاصل از روش‌های عددی و تحلیلی برای سرعت و دمای بی بعد پایا روی خط مرکزی... ۸۵

فصل اول

مقدمه و ساختار پایان‌نامه

۱-۱ اهمیت و اهداف تحقیق

در سال‌های اخیر، با گسترش علوم مربوط به الکترومغناطیس و کشف کاربردهای فراوان و منحصر به فرد آن، مطالعه‌ی اثرات الکترومغناطیس بر روی سیالات مورد توجه خاص محققین قرار گرفته است. علوم مربوط به سیالات تحت اثر الکترومغناطیس با توجه به نوع تاثیر و ویژگی سیال عامل با نام‌های چون مگنتوهیدرودینامیک و مگنتو پلازما دینامیک شناخته می‌شوند.

کاربردهای فراوان مگنتوهیدرودینامیک در امور نظامی، هوا فضا، پزشکی، میکرو و نانوسیستم‌ها، نیروگاه‌ها و تحقیقات هسته‌ای باعث انحصاری شدن این بحث از علم شده است. سازمان تحقیقات فضایی آمریکا (NASA)، بیشترین حجم تحقیقات در این زمینه را در اختیار داشته و پیشرف‌های علمی و عملی در این زمینه را به عنوان علوم سری و طبقه بندی شده قرار داده است. امروزه با توجه به اهمیت مطالعه‌ی سیستم‌های میکرونی به دلیل کاربردهای حیاتی و فراوان در صنایعی از جمله تجهیزات خنک کننده سیستم‌های الکترونیکی، آنالیزورهای بیولوژیکی، دارویی، شیمیایی و غیره، در این پایان‌نامه سعی شده است بر روی کاربردهای مگنتوهیدرودینامیک در سیستم‌های میکروسیالاتی بحث شود. در کنار مطالعات آزمایشی، مدلسازی تحلیلی و عددی اینگونه سیستم‌ها نیز برای دستیابی به روشهایی ساده و کم هزینه جهت پیش بینی رفتار آنها در حال گسترش است. ایجاد جریان در سیستم‌های میکرونی نیز مشابه هر سیستم دیگر نیازمند محرکی است که به جهت کار در ابعاد کوچک ملزومات خاص خود را می‌طلبد. با این توضیحات، پروژه حاضر با هدف مدلسازی میکروپمپ مگنتوهیدرودینامیکی (MHD)، به عنوان نوعی از میکروپمپ‌های غیرمکانیکی، تعریف شده است

که در آن ضمن ارائه مدل عددی و تحلیلی برای مجموعه معادلات حاکم بر کارکرد میکروپمپ، با استفاده از نتایج حاصل، راهکارهای مناسب جهت بهبود کارایی آن نیز بررسی می‌گردد.

۲-۱ ساختار پایان‌نامه

در فصل دوم، به جهت آشنایی و مقایسه نحوه کارکرد انواع میکروپمپ‌ها، مقدمه‌ای در این رابطه ارائه می‌شود. فصل سوم به مطالعه سیستم‌های مگنتوهیدرودینامیکی بخصوص ساختار میکروپمپ MHD و بررسی مجموعه کارهایی اختصاص دارد که پیش از این در حیطه آزمایش و مدلسازی این نوع میکروپمپ، صورت گرفته است. بر پایه مباحث مطرح شده، در فصل چهارم مجموعه معادلات حاکم بر مسایل MHD بررسی شده است و پلاسما به عنوان سیال رسانا با ویژگی‌های منحصر بفرد و پر کاربرد در مسایل مگنتوپلاسما دینامیک مورد مطالعه قرار گرفته است و در ادامه معادلات ماکسول ارایه شده و بحث‌های لازم انجام گرفته است و در پایان مقدمه‌ای بر روش‌های عددی حل معادلات آورده شده و بدلیل استفاده از روش اختلاف محدود در این پایان‌نامه، توضیح مختصری بر این روش داده شده است. مدل‌های مورد مطالعه قرار گرفته در این پایان‌نامه، در فصل پنجم ارایه شده است. در فصل ششم، نتایج حاصل از شبیه سازی عددی مدل‌های مساله مورد مطالعه قرار گرفته است. در این فصل، میزان اعتبار نتایج حاصل با توجه به داده‌های آزمایشی تعیین شده و سپس نحوه ایجاد جریان بر اثر برهم کنش میدان الکتریکی و مغناطیسی متعامد در میکروکانال مورد بررسی قرار گرفته است. در این فصل همچنین تأثیر متغیرهای مختلف بر نحوه عملکرد میکروپمپ مگنتوهیدرودینامیکی مطالعه می‌گردد. در نهایت با توجه به نتایج بدست آمده راهکارهایی جهت بهبود عملکرد میکروپمپ پیشنهاد می‌شود. فصل هفتم به جمع بندی مطالب ارائه شده، نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد جهت ادامه کار در این زمینه اختصاص دارد.

فصل دوم

مروری بر انواع میکروپمپ‌ها

۱-۲ مقدمه

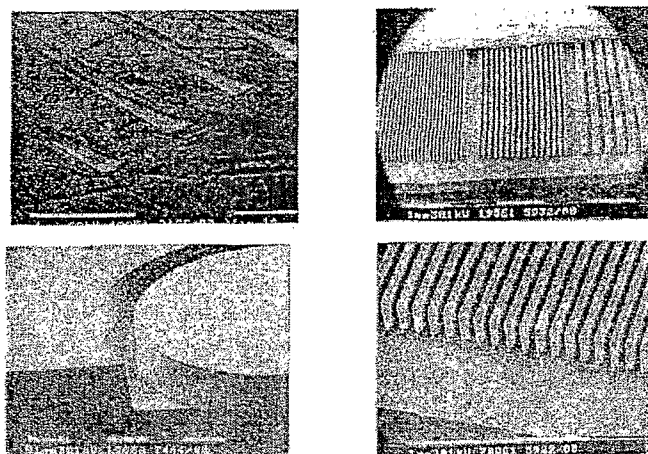
در دو دهه اخیر میکروجریان‌ها و سیستم‌های مرتبط با آن نظیر سیستم‌های میکروالکترومکانیکی^۱ به دلیل کاربردهای روزافزون آن در علوم و صنایع مختلف نظیر سیستم‌های تزریق دارو، خنک کننده‌های تجهیزات الکترونیکی و آنالیزورهای بیولوژیکی و شیمیایی مورد توجه خاص قرار گرفته‌اند. اگرچه اتفاق نظر کلی در مورد این تقسیم بندی وجود ندارد، اما عموماً از تقسیم بندی‌های زیر براساس قطر هیدرولیکی کانالها (D_h) استفاده می‌شود: [۱]

$D_h > 3 \text{ mm}$	کانالهای معمول (Conventional channels)
$3 \text{ mm} \geq D_h > 200 \mu\text{m}$	مینی کانالها (Mini channels)
$200 \mu\text{m} \geq D_h > 10 \mu\text{m}$	میکروکانالها (Micro channels)
$10 \mu\text{m} \geq D_h > 0,1 \mu\text{m}$	کانالهای گذار (انتقالی) (Transitional channels)
$10 \mu\text{m} \geq D_h > 1 \mu\text{m}$	میکروکانالهای گذار (Transitional Micro channels)
$1 \mu\text{m} \geq D_h > 0,1 \mu\text{m}$	نانوکانالهای گذار (Transitional Nano channels)
$D_h \leq 0,1 \mu\text{m}$	نانو کانالهای مولکولی (Molecular Nano channels)

حجم، گذر جریان و فشار کاری، قابلیت اطمینان و نیز انرژی مصرفی از اصلی‌ترین عوامل مؤثر بر کارایی چنین سیستم‌هایی است. طبق تحقیقات صورت گرفته در اوایل هزاره سوم بازار سیستم‌های میکروسیالی چیزی در حدود ۳ تا ۴/۵ میلیارد دلار در سال بود [۲] که با توجه به رشد ۲۵ تا ۳۵ درصدی آن، امروزه رقم به مراتب بالاتری را شامل می‌گردد. بر طبق همین تحقیقات بیشترین تولیدات میکروسیالی را تجهیزات مربوط به

^۱ . Micro Electro Mechanical System (MEMS)

آنالیزورهای DNA و پروتئین و تجهیزات دارویی تشکیل می‌دهد. جهت آشنایی با انواع میکروپمپ به عنوان یکی از اجزای اصلی سیستم‌های میکروسیالی و مقایسه کلی عملکرد آنها، در این فصل مقدمه‌ای در رابطه با میکروپمپ‌ها و تقسیم بندی‌های آن ارائه می‌گردد.



شکل ۱-۲: نمونه‌هایی از میکروکانال‌های ساخته شده

۲-۲ دسته بندی میکروپمپ‌ها

سیستم‌های میکروسیالی گستره وسیعی از تجهیزات نظیر پمپ‌ها، محرک‌ها و حسگرها را در بر می‌گیرد. برخلاف سایر تجهیزات، میکروپمپ از جمله اجزایی است که اصول کاری آن بسیار متنوع می‌باشد. میکروپمپ‌ها به دو گروه قابل تقسیم است: میکروپمپ‌های مکانیکی و میکروپمپ‌های غیرمکانیکی [۲]. در دسته بندی دیگر می‌توان میکروپمپ‌ها را با توجه به نحوه تولید جریان و ایجاد فشار به دو دسته میکروپمپ‌های جابجایی و میکروپمپ‌های دینامیکی تقسیم نمود. در میکروپمپ‌های جابجایی نیروی فشاری از طریق مرزهای متحرک مستقیماً به سیال وارد می‌شود. در مقابل میکروپمپ‌های دینامیکی با انتقال پیوسته مومنتوم به سیال موجب بالا رفتن مومنتوم سیال یا افزایش فشار آن می‌گردد [۳].