دانشکده کشاورزی

گروه مکانیک ماشینهای کشاورزی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

بررسی اثر میدان مغناطیسی بر سوخت مصرفی، عملکرد و آلاینده‌های موتورهای احتراق داخلی

حمید امینائی

شهریور 1388

بسم الله الرحمن الرحيم

پایان‌نامه کارشناسی ارشد

بررسی اثر میدان مغناطیسی بر سوخت مصرفی، عملکرد و آلاینده‌های موتورهای احتراق داخلی

حمید امینائی

اساتید راهنما

دکتر سید محمد رضا مدرس رضوی

دکتر عبدالعلی فرزاد

استاد مشاور

دکتر مهدی خجسته پور

شهریور 1388

تصویب نامه

این پایان نامه با عنوان " بررسی اثر میدان مغناطیسی بر سوخت مصرفی، عملکرد و آلاینده‌های موتورهای احتراق داخلی" توسط " حمید امینائی" در تاریخ با نمره و درجه ارزشیابی در حضور هیات داوران با موفقیت دفاع شد.

هیات داوران:

ردیف	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	سمت در هیات	امضا
1	دکتر محمد رضا مدرس رضوی	استاد	استاد راهنما	
2	دکتر عبدالعلی فرزاد	استادیار	استاد راهنما	
3	دکتر مهدی خجسته پور	استادیار	استاد مشاور	
4	دکتر محمد حسین عباسپور فرد	دانشیار	استاد مدعو	
5	دکتر محمد حسین آق خانی	استادیار	استاد مدعو	
6	مهندس محسن شاکری	مربی	نماینده تحصیلات تکمیلی	

تعهد نامه

عنوان پایان نامه:

اینجانب دانشجوی دوره دکتری / کارشناسی ارشد رشته

دانشکده دانشگاه فردوسی مشهد تحت راهنمایی متعهد می شوم:

- نتایج ارائه شده در این پایان نامه حال مطالعات علمی و عملی اینجانب بدوه، مسئولیت صحت و اصالت مطالب مندرج را به طور کامل بر عهده می گیرم.
- در خصوص استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد نظر استناد شده است.
- مطالب مندرج در این پایان نامه را اینجانب یا فرد یگری به منظور اخذ هیچ نوع مدرک یا امتیازی تاکنون به هیچ مرجعی تسلیم نکرده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد. مقالات مستخرج از پایان نامه، ذیل با نام دانشگاه فردوسی مشهد (Ferdowsi University of Mashhad) به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تاثیر گذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت شده است.
- در صورت استفاده از موجودات زنده یا بافتهای آنها برای انجام پایان نامه، کلیه ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.

تاریخ

نام و امضاء دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- **کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) به دانشگاه فردوسی مشهد تعلق دارد و بدون اخذ اجازه کتبی از دانشگاه قابل واگذاری به شخص ثالث نیست.**
- **استفاده از اطلاعات و نتایج این پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نیست.**

چکیده

به منظور کاهش آلایندگی و مصرف سوخت موتورهای احتراق داخلی راهکارهای زیادی تاکنون پیشنهاد شده است. یکی از آنها ایجاد میدان مغناطیسی به عنوان میدان خارجی بر سوخت ورودی به موتور می باشد. آنچه در این تحقیق مورد توجه قرار می گیرد، بررسی عملکرد و آلاینده های موتور XU7 با به خدمت گرفتن میدان مغناطیسی قوی در مسیر سوخت ورودی موتور می‌باشد. بر این اساس آزمایشاتی در شرایط کاری متفاوت روی موتور XU7 انجام گرفت. آزمایشات در دو دریچه گاز (40 و 60 درصد) و در سه دور موتور (1800، 3000 و 4200 rpm) و در 5 تکرار انجام گرفت. با توجه به همخوانی مناسب ضوابط استاندارد ISO 1585 با تجهیزات و توانمندی‌های آزمایشگاه، به عنوان مبنا و مرجع انجام کلیه آزمایش‌ها انتخاب گردید. از نرم افزار آماری SAS در تحلیل نتایج استفاده شد. نتیجه نهائی کاهش آلاینده های UHC و NOx در بعضی از شرایط کاری موتور را نشان می‌داد. تغییر معنی داری در میزان مصرف سوخت مشاهده نگردید. گشتاور (توان) خروجی موتور نیز در دریچه گاز 60 % افزایش جزئی ولی معناداری داشت. نتایج حاصل نشان دهنده لزوم توجه بیشتر به این موضوع و انجام آزمایشات بیشتر در این زمینه را آشکار می سازد.

کلمات کلیدی: آلاینده ها، سوخت، عملکرد، موتور XU7، میدان مغناطیسی.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

1- مقدمه 1

2- پیشینه پژوهش 5

2-1- مرور منابع 6

2-2- تئوری مغناطیس 7

2-2-1- دیا مغناطیس 9

2-2-2- پارامغناطیس 9

2-2-3- فرومغناطیس 9

2-3- سوخت 10

2-4- اثر مغناطیس بر روی گرانروی سوخت 11

2-5- رابطه گرانروی با احتراق سوخت 11

2-6- اثر مغناطیس بر واکنش پذیری هیدروژن 12

2-7- اثر میدان مغناطیسی بر شعله 13

2-8- اثر میدان مغناطیسی بر اکسیژن هوا 15

2-9- اثر میدان الکتریکی روی سوخت 15

3- مواد و روش ها

3-1 – تجهیزات بستر تست ..... 17.

3-1-1- موتور 17

3-1-2- تجهیزات موتور 20

3-1-3- سیستم سوخت رسانی انژکتوری 21

3-1-4- دینامومتر 23

3-1-5-آنالایزر 27

3-2- روش انجام آزمایش 28

3-2-1- ایجاد میدان مغناطیسی 28

3-2-2- روش آزمایش 30

3-2-3- روش تحلیل داده ها 31

4- نتایج و بحث

4-1- آلاینده های خروجی از اگزوز.....34
4-1-1- مونوکسید کربن.....34
4-1-2- هیدروکربن های نسوخته 35
4-1-3- اکسید های نیتروژن.....35
4-2- گشتاور (توان).....35
4-3- مصرف سوخت.....36
4-4- مصرف سوخت ویژه.....36

5- نتیجه گیری و پیشنهادات

5-1- نتیجه گیری.....43
5-2- پیشنهادات برای ادامه کار.....44
منابع.....45

پیوست ها

پیوست 1.....50
پیوست 2.....51
پیوست 3.....52
پیوست 4.....54

فهرست اشکال

عنوان **شماره صفحه**

1-2 افزایش واکنش پذیری مولکول تحت اثر میدان مغناطیسی.....13

1-2 افزایش واکنش پذیری مولکول تحت اثر میدان مغناطیسی.....14

.2-3 اثر میدان الکتریکی بر روی سوخت.....15

1-3- الف- نمای شماتیک بستر تست.....18

1-3- ب- نمای شماتیک بستر تست.....19

2-3 واسط گرافیکی نرم افزار سیستم دینامومتر.....26

3-3 نمونه ای از فایل داده ثبت شده.....26

4-3 نمونه فرم ثبت اطلاعات گرفته شده از آنالایزر.....28

5-3 نحوه اعمال میدان مغناطیسی بر روی سوخت.....29

6-3 مکان نصب مگنت های دائمی روی موتور.....29

فهرست جداول

عنوان **شماره صفحه**

1-3 مشخصات موتور XU7JP/L3 20
2-3 تجهیزات نصب شده بر روی موتور در بستر تست 22
3-3 مشخصات سنسور های به کار رفته در سیستم 25
4-3 محدوده و دقت اندازه گیری آنالیزور 27
1-4 نتایج تحلیل آماری مقادیر اندازه گیری شده CO 37
2-4 نتایج تحلیل آماری مقادیر اندازه گیری شده UHC 38
3-4 نتایج تحلیل آماری مقادیر اندازه گیری شده Nox 39
4-4 نتایج تحلیل آماری مقادیر اندازه گیری شده گشتاور(توان) 40
5-4 نتایج تحلیل آماری مقادیر اندازه گیری شده مصرف سوخت 41
6-4 نتایج تحلیل آماری مقادیر اندازه گیری شده مصرف سوخت ویژه 42

فهرست علائم

معادل فارسی	علامت اختصاری	معادل انگلیسی
اکسیدهای نیتروژن	NOx	
انحراف معیار	S	
دور موتور(دور بر دقیقه)	rpm	
دی‌اکسیدکربن	CO_2	
سیستم پاشش چند نقطه ای	MPFI	Multi Point Fuel Ignition
ضریب تغییرات	C.V	Coefficient of Variation
مصرف سوخت ویژه	SFC	Specified Fuel Consumption
مونوکسیدکربن	CO	
واحد کنترل الکترونیکی	ECU	Electronic Control Unit
هیدروکربن‌های محترق نشده	UHC	Unburned Hydrocarbons

فصل اول

مقدمه

پیشرفت تکنولوژی بدون استفاده بهینه از انرژی موجود میسر نیست. استفاده از منابع انرژی از قبیل سوختهای فسیلی با آنکه تسهیلات فراوان برای جوامع بشری به ارمغان آورده است، اما معضلاتی از قبیل تغییر شرایط اقلیم، اثرات گلخانه‌ای، گرم شدن زمین، بارش باران‌های اسیدی، پراکندگی مواد سرطان‌زا، دود و سایر عوامل آلاینده در محیط زیست را به همراه دارد.

پس از انقلاب صنعتی شرط لازم برای حرکت چرخ‌های صنعت، دستیابی به منابع انرژی بود. با پیدایش نفت این شرایط تأمین شد و نفت و مشتقات آن همانند خون در پیکره دنیای صنعتی به گردش افتاد. موتورهای احتراق داخلی اختراع شد و تولید محصولاتی که از سوخت‌های فسیلی به عنوان منبع انرژی استفاده می‌کردند، به شدت رو به افزایش گذاشت. اما دیری نپایید که دو سوال مهم در ذهن بشر نقش بست. اول اینکه سوخت‌های فسیلی تا چه مدت قابلیت بهره برداری دارند و دوم اینکه انباشته شدن گازهای سمی و غیر سمی ناشی از احتراق در کره زمین و آلودگی هوا تا چه میزان قابل تحمل است؟ پاسخ به سوال اول باعث شد که به تدریج خودروها و وسایل کم مصرف‌تر و پر بازده‌تر و نیز سوخت‌های جایگزین استفاده شود و پاسخ به سوال دوم باعث شد که قوانین و استانداردهای آلایندگی در کشورهای مختلف جهان تدوین و اعمال شود.

آنچه که در عملکرد موتور درونسوز اهمیت خاص دارد، آلاینده‌های تولیدی و مصرف سوخت ویژه است. لذا فعالیت محققان براین دو امر مهم متمرکز گردیده است و تلاش‌های صورت گرفته همواره در جهت کاهش این دو پارامتر کلیدی حاکم بر عملکرد موتور می‌باشد.

در پاسخ به استانداردهایی که تا به حال برای آلاینده‌های خروجی از موتورهای احتراق داخلی تدوین شده و به مرحله اجرا گذاشته شده‌اند، تحقیق برای یافتن راه حل‌های مختلف را در سراسر جهان الزامی می نماید. از یک طرف کار تحقیقاتی به طرف کاهش آلاینده‌ها به تجهیزات توسعه یافته جهت بهبود احتراق منجر شده و از طرف دیگر سوخت‌های تغییر یافته و جایگزین به دلیل امکان بالقوه آنها برای کاهش آلاینده‌ها به طور فزاینده‌ای مطرح می‌باشند. تابحال بسیاری از سوخت‌های جایگزین و تغییر یافته مورد بررسی قرار گرفته‌اند که هر کدام از این سوخت‌ها دارای مزایا و معایبی می‌باشند.

آنچه در این پروژه مورد توجه قرار گرفته این است که بجای استفاده از سوخت‌های جایگزین می-توان با ایجاد تغییراتی در ساختار سوخت ورودی به موتور به نتایج مطلوبی دست یافت. بدین صورت که با اعمال میدان مغناطیسی نسبتا قوی به سوخت ورودی به موتور و افزایش واکنش‌پذیری آن با اکسیژن هوا، احتراق کامل‌تر و تمیزتری بدست آید و بدین ترتیب عملکرد موتور تا حدودی بهبود یابد.

تحقیقات و آزمایشات متعددی در زمینه کیت‌های مغناطیسی کاهش مصرف سوخت گزارش شده است و ادعاهایی مبنی بر کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌های خروجی از موتور و افزایش قدرت موتور صورت گرفته که با توجه به اهمیت موضوع و این که تبلیغات فراوانی برای فروش این محصول در ایران انجام گرفته است، انجام آزمایشات برای بررسی صحت ادعاهای مطرح شده لازم و ضروری است.

آنچه در این پروژه انجام گرفته این است که با ایجاد یک میدان مغناطیسی با استفاده از کیت‌های مغناطیسی دائمی بر روی سوخت ورودی به موتور(قبل از انژکتور) و همچنین هوای ورودی به موتور و انجام تست‌های مختلف و تحلیل نتایج بدست آمده، صحت ادعاهای مطرح شده بررسی شده است.

با توجه به اینکه نتایج بدست آمده تنها مختص به یک نوع موتور، سوخت و مگنت خاص است، اما می‌توان با کمی ملاحظه به آن عمومیت بخشید. البته در انتهای تحقیق به این نتیجه خواهیم رسید که موضوع مورد بررسی، تحقیقات و آزمایشات بیشتر و کامل‌تری را می طلبد که از حیطه وظایف این پایان نامه خارج می‌باشد.

در ادامه فصل دوم به تشریح مبانی و اصول مغناطیس و اثرات آن بر مواد گوناگون خواهیم پرداخت و در ادامه تحقیقات انجام گرفته و منابع موجود در راستای انجام این پروژه بررسی شده است که به عقیده نویسنده نمی‌توان به طور کامل به این منابع استناد کرد و نتیجه‌گیری نهایی بر اساس نتایج آزمایشات صورت گرفته می‌باشد.

در فصل سوم بستر انجام آزمایش و روش انجام و تحلیل‌های انجام گرفته شرح داده خواهد شد.

در فصل چهارم نتایج بدست آمده از آزمایش تشریح شده و برای هر پارامتر نتایج بدست آمده تفسیر شده است. پارامترهای اندازه‌گیری شده در این تحقیق عبارتند از مصرف سوخت ویژه، توان و میزان آلاینده‌های خروجی از اگزوز.

در فصل پنجم و انتهای این تحقیق نیز نتیجه‌گیری نهایی به همراه پیشنهادات مطرح شده برای انجام تحقیقات بیشتر ارائه گردیده است.

فصل دوم

پیشینه پژوهش

تحقیقات و آزمایشات متعددی تاکنون بر روی وسایلی که بتواند با ایجاد میدان مغناطیسی روی سوخت قبل از ورود به موتور، عملکرد آن را بهبود بخشد، انجام گرفته و اختراعات زیادی نیز در این زمینه به ثبت رسیده است(پیوست 2)، ولی به طور خلاصه آنچه محققان در این زمینه به آن اشاره کرده-اند این است که به طور کلی استفاده از میدان مغناطیسی باعث جهت گیری و پلاریزه شدن مولکول‌های غیر متقارن (قطبی) سوخت مطابق توضیحات زیر می شود..

1- جاذبه واندروالسی[1] کاهش، و در نتیجه جاذبه بین مولکول‌های هیدروکربن کم شده و مولکول‌ها به صورت مجزا قرار می‌گیرند و جهت تماس و پیوند با اکسیژن، سطح تماس مضاعفی خواهند یافت که موجب پیوند سریعتر اکسیژن با کربن و هیدروژن می‌گردد.

2- میدان مغناطیسی موجب تبدیل درصد بالایی از هیدروژن‌های موجود درهیدروکربن از حالت پارا[2] به اورتو[3] می‌گردد. با فعال‌تر شدن هیدروژن موجود در سوخت تمایل آن به اکسیداسیون و شرکت در واکنش بیشتر شده، لذا باعث افزایش سرعت احتراق می‌گردد.

[1] VanderWaals
[2] para
[3] ortho

3- احتراق کامل کربن و هیدروژن موجب کاهش موجودی اکسیژن در مخزن احتراق می‌گردد، کاهش حجم اکسیژن موجود باعث کاهش احتمال اکسیداسیون نیتروژن موجود گشته و به صورت N_2 (بی ضرر) وارد هوا خواهد شد.

و در نهایت میدان مغناطیسی منجر به افزایش واکنش‌پذیری سوخت با اکسیژن و بهبود عملکرد موتور می‌شود.

2-1- مرور منابع

آلاینده‌های خروجی از موتور می‌تواند به وسیله مغناطیسی کردن سوخت کاهش یابد. واکنش پذیری سوخت با اکسیژن با پلاریزه کردن سوخت می تواند تا حدی بهبود یابد که به احتراق کامل‌تر منجر خواهد شد. این عقیده که مغناطیسی کردن سوخت‌های هیدروکربنی می تواند احتراق و بازده موتور را بهبود بخشد، به حدود سال 1930 میلادی برمی‌گردد. در سال 1936 ماهی‌گیران ژاپنی از کیت-های مغناطیسی بر روی لوله سوخت‌رسانی قایق‌های ماهی‌گیری برای بهبود مصرف سوخت استفاده می کردند(سانتیلی، 2000) و (بوش و همکاران، 1976).

گزارش بدست آمده از نتیجه آزمایش‌های تحقیقاتی مؤسسه تحقیقاتی بولتون نشان از کاهش آلودگی دوده برای موتور دیزل تویوتا و مرسدس بنز بوده است(چونگ، 1996).

گاویناسی و خانداپانی(2007) گزارش کردند، ویسکوزیته[4] سینماتیک سوخت جاری در لوله سوخت تحت اثر میدان مغناطیسی با شدت 2500 و 9000 گوس به طور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند. همچنین نتیجه تست بر روی موتور دیزل با سوخت بیودیزل نیز نشان از کاهش آلاینده HC و CO و کاهش بازده گرمایی مؤثر در حدود 5 درصد بود.

با استفاده از میدان مغناطیسی می‌توان انرژی داخلی سوخت را افزیش داد که این عمل باعث تغییراتی در سطح مولکولی سوخت خواهد شد. افزایش انرژی داخلی سوخت، جداسازی مولکول‌های آن و

[4] viscosity

واکنش پذیری آنها با اکسیژن را افزایش داده که نهایتا منجر به بهبود احتراق خواهد شد(گاویندسی و خانداپانی، 2007).

نتیجه آزمایش‌های انجام گرفته توسط سازمان توسعه محیط زیست (راند، 2007)، با همکاری سازمان حفظ هوای پاک آمریکا، کاهش آلاینده CO خروجی از موتور فورد و کاهش آلاینده‌ها و مصرف سوخت موتورسیکلت را، نشان می‌دهد. بر اساس این گزارش میزان ویسکوزیته و کشش سطحی سوخت-های دیزلی و بنزینی تحت اثر میدان مغناطیسی کاهش می‌یابد.

همچنین در تحقیقی دیگر نیز رابطه بین اندازه قطره، نسبت شکست ذرات، کشش سطحی و ویسکوزیته برای مدل‌های گوناگون احتراق به اثبات رسیده است(والری،1999) و (خاکین،1989).

گوردینکو و همکاران(1998) به این نتیجه رسیدند که با اعمال میدان مغناطیسی می‌توان مولکول-های بیشتری از سوخت را به رادیکال آزاد تبدیل کرد. اشکال مختلفی از مولکول در سوخت وجود دارد، لیکن زمانی که مولکولهای سوخت شروع به تبدیل به رادیکال آزاد می‌کنند، مقداری انرژی لازم دارند که از طریق ایجاد میدان مغناطیسی می‌توان این انرژی را تأمین و به راحتی مولکول‌های سوخت به رادیکال آزاد تبدیل شوند که باعث بهبود احتراق و کاهش آلاینده‌ها خواهد شد.

اعمال میدان مغناطیسی می‌تواند روی خصوصیات دی‌الکتریک و مقاومت الکتریکی سوخت تأثیر داشته باشد. تریتیاکو و همکاران (1985) با اعمال میدان مغناطیسی روی هیدروکربن‌های مایع و اندازه-گیری خواص الکتریکی- فیزیکی سوخت این ادعا را تائید کردند.

2-2- تئوری مغناطیس

میدان‌های مغناطیسی توسط حرکت ذرات باردار تولید می‌شوند. برای مثال الکترون‌های جاری در سیم، یک میدان مغناطیسی در اطراف آن ایجاد می‌کنند. امروزه شاهد کاربرد چشمگیر میدان‌های مغناطیسی در وسایل الکتریکی، ماشین‌های صنعتی، اتومبیل و غیره هستیم. توسط تعدادی سیم‌پیچ به

دور یک هسته آهنی می‌توان میدان‌های الکترومغناطیسی تولید کرد که میدان مغناطیسی با جریان الکتریکی از درون سیم پیچ تولید می‌شود(گلستانیان، 1374).

برای تشریح خواص مغناطیسی اجسام از مدل ساده شده اتم استفاده می‌کنیم بر اساس چنین مدلی، در هر اتم الکترون‌ها در مدارهای دایره‌ای شکلی به دور هسته گردش می‌کنند و در عین حال هر الکترون حول محوری به دور خود نیز می‌چرخد. این حرکت الکترون‌ها که شبیه حرکت انتقالی و وضعی کره زمین هستند را به ترتیب حرکت مداری و حرکت چرخشی می‌نامیم. علاوه بر الکترون‌ها هسته نیز به نوبه خود دارای حرکت چرخشی می‌باشد. از آنجا که حرکت ذرات باردار ایجاد جریان الکتریکی می‌کند، حرکت مداری و چرخشی ذات اتم را باید به منزله حلقه‌های جریان و به تعبیری دیگر به عنوان دو قطبی‌های مغناطیسی با گشتاورهایی در مقیاس اتمی دانست. گشتاور مداری یک الکترون مقادیر متفاوتی را بسته به نوع اتم و شعاع مدار الکترون داراست، ولی محاسبات مکانیک کوانتومی نشان می‌دهد که گشتاور چرخشی هر الکترون فقط ممکن است یکی از دو مقدار $\pm 9/3\times ۱۰^{-10}$ را بر حسب واحد آمپر متر مربع به خود اختصاص دهد. بدین ترتیب هر اتم را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از دو قطبی‌های مغناطیسی در نظر گرفت که گشتاور کل آن ممکن است مقداری برابر صفر یا غیر صفر داشته باشد. پس به طور خلاصه، حاصل جمع گشتاورهای مداری و چرخشی الکترون‌های یک اتم، گشتاور مغناطیسی خالص آن اتم را تشکیل می‌دهد و چگونگی ترکیب گشتاورهای اتم‌های یک جسم خاصیت مغناطیسی آن را تعیین می‌کند. بنابراین ماهیت و خواص مغناطیسی اجسام را می‌توان فقط در حرکات مداری و چرخشی الکترون‌ها جستجو نمود(صفائی، 1386).

به طور کلی سه پدیده مغناطیسی اصلی بنام‌های دیامغناطیس، پارامغناطیس و فرومغناطیس شناخته شده‌اند که پدیده اول به حرکت مداری الکترون‌ها نسبت داده می‌شود و دو پدیده دیگر را ناشی از حرکت چرخشی الکترون‌ها می‌دانند. وقتی که جسمی تحت یک میدان مغناطیسی خارجی قرار می-گیرد یکی از پدیده‌های مذکور به طور عمده در جسم رخ می‌دهد بر حسب اینکه تأثیر کدام پدیده جنبه

غالب داشته باشد، جسم را از نظر خاصیت مغناطیسی به اسم آن پدیده نامگذاری می‌کنند. در اینجا به اختصار به شرح هر یک از این پدیده‌ها می‌پردازیم(صفائی، 1386).

2-2-1- دیامغناطیس

در بسیاری از اجسام گشتاور مغناطیسی کل هراتم درغیاب یک میدان مغناطیسی خارجی برابر صفر است. در مجاورت میدان مغناطیسی خارجی، در مواد دیامغناطیس، گشتاور دوقطبی القا می‌شود که مخالف میدان خارجی است. لذا این مواد باعث تضعیف میدان مغناطیسی می‌شوند. در واقع همه مواد در میدان مغناطیسی از خود *خاصیت* دیامغناطیس نشان می‌دهند، ولی این خاصیت در مواد فرومغناطیس و پارامغناطیس نامحسوس است. اگر نمونه‌ای از چنین ماده‌ای را در میدان مغناطیسی غیر یکنواخت نزدیک یک قطب آهنربای قوی قرار دهیم، یک نیروی بسیار ضعیف به نمونه اثر خواهد کرد. اما بر خلاف حالت الکتریکی نمونه به جای جذب شدن به طرف قطب آهنربا، از آن دفع می‌شود(صفائی، 1386).

2-2-2- پارامغناطیس

پارامغناطیس شکل ضعیفی از خاصیت مغناطیسی است. اتمهای مواد پارامغناطیس گشتاور دوقطبی مغناطیسی دائمی دارند که در میدان مغناطیسی خارجی دو قطبی‌ها را با یکدیگر همسو کرده و میدان را تا اندازه‌ای تقویت می‌کنند. ماده پارامغناطیس در میدان مغناطیسی غیریکنواخت ، به طرف ناحیه قوی‌تر کشیده می‌شود(صفائی، 1386).

2-2-3- فرومغناطیس

مواد فرومغناطیس دسته‌ای از مواد مغناطیسی هستند که دارای دوقطبی‌های مغناطیسی همسو شده می‌باشند. این مواد در مجاورت میدان مغناطیسی خارجی تبدیل به آهنربا می‌شوند.