



## تحلیل اگزورژی و بررسی تاثیر پارامترهای مختلف بر بازدهی قانون دوم در موتورهای احتراق داخلی

قاضی خانی محسن<sup>۱</sup>، حاتمی محمد<sup>۲</sup>

۱- دانشیار، گروه مهندسی مکانیک دانشگاه فردوسی مشهد؛ m\_ghazikhani@yahoo.com

۲- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه فردوسی مشهد؛ m\_hatami2010@yahoo.com

### چکیده

• تشخیص میزان اتلافات اگزورژی در فرآیندها و شناسایی منابع این اتلافات و پیشنهاد راهکارهایی برای کم کردن افت ها، افزایش بازدهی و استفاده از این اتلافات [2].

هرچند که از سال ۱۸۶۸ افراد زیادی به مفهوم اگزورژی توجه کرده اند اما انتشار مقاله ای توسط گوی در سال ۱۸۸۹ اولین سند به ثبت رسیده در این زمینه می باشد [3]. پس از آن مطالعات زیادی انجام شده که اولین مرور کلی بر آنها توسط کاتن و سپس توسط راکوپولس [2] انجام شد در اینجا نیز کلیه ی مطالعات انجام شده تا سال ۲۰۱۰ جمع آوری شده و تاثیر پارامترهای مختلف بر بازدهی قانون دوم بررسی شده است.

### مدلسازی و معادلات حاکم

بر اساس مدلسازی ها و آزمایشات انجام شده معادلات متعددی برای بالانس اگزورژی در قسمت های مختلف موتور بدست می آید [2]. برای یک سیستم باز که تبادل جرمی با محیط را تجربه می کند معادله ی اگزورژی کلی بر پایه ی زمان به صورت زیر است [3].

$$\frac{dA_{cv}}{dt} = \int_j (1 - \frac{T_0}{T_j}) \dot{Q}_j - (\dot{W}_{cv} - p_0 \frac{dV_{cv}}{dt}) + \sum_{in} \dot{m}_{in} b_{in} - \sum_{out} \dot{m}_{out} b_{out} - \dot{I} \quad (1)$$

بازده قانون دوم نیز به صورت زیر تعریف میشود.

$$\varepsilon = \frac{\text{اگ زرژي خروجي در محصولات}}{\text{اگ زرژي ورود ي}} = 1 - \frac{\text{اتلافات اگ زرژي}}{\text{اگ زرژي ورود ي}} \quad (2)$$

### نتایج و نمودارها

هرچه تزریق سوخت زودتر انجام شود دما و فشار داخل سیلندر افزایش می یابد و بازگشت ناپذیری ها را کم می کند اما در عوض افت اگزورژی از طریق انتقال حرارت به دیواره ها افزایش می یابد. دمای احتراق نیز عامل مهم دیگری است که با بالا بردن آن بازگشت ناپذیری های احتراق را کاهش می دهد. اما گاهی

مقاله حاضر به تحلیل اگزورژی در موتورهای احتراق داخلی و متعلقات آن از جمله توربوشارژر، مانیفولدهای ورودی و خروجی و اینترکولر پرداخته است و معادلات بالانس اگزورژی با جزئیات کامل برای هر قسمت نوشته شده است. از آنجا که اتلافات اگزورژی می توانند منبعی برای تبدیل به کار مفید باشند و کاهش آنها منجر به ایجاد موتوری با بازدهی بیشتر می گردد ابتدا می بایست آنها را بشناسیم تا مقدار آنها را به کمک قانون دوم تعیین کنیم.

این پژوهش کلیه ی مطالعات انجام شده در این زمینه را جمع آوری کرده و تاثیر پارامترهای مختلف بر میزان بازگشت ناپذیری ها و بازدهی قانون دوم را بطور جامع و کامل ارائه داده است. برای نمونه تزریق زودتر سوخت، بالا بردن دمای احتراق و افزایش نسبت تراکم بازگشت ناپذیری های احتراق را کاهش می دهد اما افزایش سرعت موتور، افزایش حجم گازهای EGR و افزایش حجم پریچمبر<sup>۱</sup> بازگشت ناپذیری ها را افزایش می دهد. استفاده از سوختهای جایگزین از جمله سوخت های الکیلی و هیدروژن به افزایش راندمان قانون دوم کمک می کند.

کلمات کلیدی : قانون دوم ترمودینامیک، موتورهای احتراق داخلی، اگزورژی، بازگشت ناپذیری، بازده قانون دوم.

مقدمه

اگزورژی یا قابلیت کاردهی یک سیستم می تواند به صورت ماکزیمم کار مفیدی که می تواند از طریق برهم کنش سیستم با محیطش تولید شود تا به تعادل ترمومکانیکی و شیمیایی برسد، تعریف شود [1]. مهمترین اهداف قانون دوم را می توان به صورت زیر طبقه بندی کرد:

۱- شناسایی فرایندهای مختلف موتور و محاسبه ی توانایی<sup>۲</sup> هر کدام از آنها برای تولید کار مفید.

<sup>1</sup> Pre chamber

<sup>2</sup> Ability