J. Energy Conversion
Volume: 8, Issue: 4, 2022: 1-10

نشریه علمی-تخصصی تبدیل انرژی (JEED)
دوره ۸، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۰، ص: ۱- ۱۰

DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1

بررسی تاثیر نوع ضرایب گرمائی ویژه بر عملکرد سیکل استاندارد اتو

پیمان لشگری[۱و*]، محسن گودرزی [۲]

*۱- کارشناس ارشد مهندسی مکانیک، تبدیل انرژی، گروه مکانیک، دانشکده مهندسی ، دانشگاه بوعلی سینا، pl1361@gmail.com
۲- دانشیار، گروه مکانیک، گروه مکانیک، دانشکده مهندسی ، دانشگاه بوعلی سینا، m.goodarzi@basu.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۲۸، بازنگری: ۱۴۰۰/۰۵/۰۱، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۵/۱۰

چکیده

در تحلیل ترمودینامیکی موتورهای احتراق داخلی، ضرایب گرمائی ویژه مقادیر ثابتی درنظر گرفته می‌شود که با توجه به اینکه این ضرایب در محدوده دمایی کارکرد موتورها تابعی از دما می‌باشد، ثابت درنظر گرفتن این ضرایب سبب بروز خطاء در نتایج می‌گردد. در این مقاله، تحلیل ترمودینامیکی سیکل استاندارد اتو در سه حالت مختلف با ضرایب گرمائی ویژه ثابت، ضرایب گرمائی ویژه به صورت تابع خطی دما و ضرایب گرمائی ویژه به صورت تابع چند جمله‌ای از دما به کمک روشهای عددی با استفاده از کد کامپیوتری نوشته شده در زبان برنامه‌نویسی فورترن مورد مطالعه قرار گرفته است. مشاهده گردید که کار مخصوص خروجی و راندمان حرارتی حاصل از تحلیل سیکل اتو با درنظر گرفتن ضرایب گرمائی ویژه ثابت، اختلاف زیادی با نتایج حاصل از دو حالت ضرایب گرمائی ویژه متغیر داشته و نتایج بدست آمده از دو ضریب گرمائی ویژه خطی و چند جمله‌ای به هم نزدیک بوده و در بسیاری از موارد با هم انطباق زیادی دارند. لذا با توجه به نتایج حاصل، بررسی زمان محاسباتی و حافظه کامپیوتری مورد نیاز برای هر سه حالت از ضرایب گرمائی، ضرایب گرمائی ویژه متغیر خطی بهترین نتایج را با کمترین حافظه و زمان محاسباتی مورد نیاز شامل گردیده که بایستی در تحلیل‌های کاربردی سیکل استاندارد اتو در نظر گرفته شود.

* **عهده‌دار مکاتبات:** pl1361@gmail.com

کلمات کلیدی: سیکل استاندارد اتو، ضرایب گرمائی ویژه، تحلیل ترمودینامیکی، راندمان حرارتی.

۱- مقدمه

در زمینه تحلیل ترمودینامیکی موتورهای احتراق داخلی تحقیقات متعددی صورت گرفته است. هافمن [۱]، از روشهای عددی ترمودینامیکی جهت بهینه‌سازی حرکت پیستون در سیکل دیزل استفاده نمودند. بلانک [۲] به بررسی اثر احتراق بر روی عملکرد بهینه سیکل دیزل پرداخت. آنگلو [۳] تحلیل عملکرد سیکل اتو با درنظر گرفتن اصطکاک را مورد مطالعه قرار داد. کین [۴]، عملکرد سیکل اتو را با در نظر گرفتن اتلاف حرارتی بررسی نمود. ژائو [۵]، عملکرد سیکل بازگشت‌ناپذیر آتکینسون را بهینه نمود. لین [۶]، به بررسی تأثیر اتلاف انرژی و اصطکاک بر عملکرد سیکل بازگشت‌ناپذیر آتکینسون پرداخت. غاتاک [۷]، با درنظر گرفتن ضرایب گرمائی ویژه متغیر و اتلاف انرژی به بررسی عملکرد سیکل دوگانه پرداخت. لشگری [۸و۹]، در دو مطالعه جداگانه، تحلیل ترمودینامیکی سیکل آتکینسون با ضرایب گرمائی ویژه متغیر چند جمله‌ای و سیکل دیزل را با ضرایب گرمائی ویژه متغیر خطی مورد بررسی قرار داد.

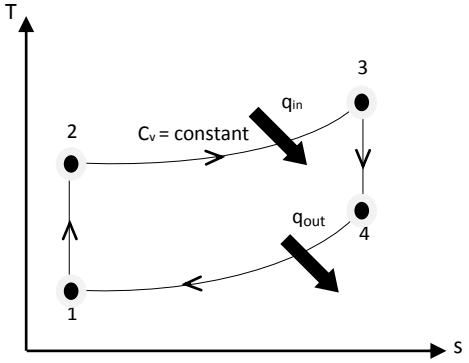
نحوه استناد به این مقاله: پیمان لشگری، محسن گودرزی. بررسی تاثیر نوع ضرایب گرمائی ویژه بر عملکرد سیکل استاندارد اتو. مهندسی مکانیک تبدیل انرژی. ۱۴۰۰; ۸ (۴) : ۱-۱۰. DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-08-28]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1]

با توجه به اینکه ضرایب گرمائی ویژه سیال عامل تابعی از دما بوده و نسبت به آن متغیر می‌باشد، لذا در این تحقیق، تحلیل ترمودینامیکی و عددی سیکل استاندارد اتو با استفاده از کد کامپیوتری نوشته شده در زبان برنامه‌نویسی فورترن و در سه حالت ضرایب گرمائی ویژه الف) مقدار ثابت، ب) تابع خطی دما و ج) تابع چند جمله‌ای دما به کمک روشهای عددی مورد مطالعه قرار گرفته و پارامترهای عملکردی سیکل شامل راندمان حرارتی و کار خروجی سیکل و نیز زمان محاسباتی و حافظه کامپیوتری مورد نیاز برای سه حالت فوق محاسبه و نتایج حاصل با یکدیگر مقایسه گردیده است.

۲- تحلیل ترمودینامیکی سیکل اتو

دیاگرام T-s سیکل اتو مطابق شکل ۱ شامل چهار فرآیند تراکم ایزنتروپیک ۲⟵۱، ورود گرما در فرآیند حجم ثابت ۳⟵۲، فرآیند انبساط ایزنتروپیک ۴⟵۳ و خروج گرما در فرآیند حجم ثابت ۱⟵۴ است.



شکل ۱: دیاگرام T-s سیکل استاندارد هوائی اتو.

گرمای ویژه اضافه شده به سیال عامل در فرآیند ۳⟵۲ و گرمای ویژه دفع شده از سیال عامل در فرآیند ۱⟵۴، به ترتیب برابرند با:

$$q_{in} = \int_{T_2}^{T_3} C_v \, dT$$
$$q_{out} = \int_{T_1}^{T_4} C_v \, dT \qquad (۱)$$

که C_v ضریب گرمائی ویژه است.

حجم ثابت می‌باشد. در تحقیق حاضر سه حالت مختلف برای ضریب گرمائی ویژه درنظر گرفته شده که در حالت اول این ضریب مقدار ثابت ۰/۷۱۷KJ/Kg.K [۱۰] لحاظ گردیده که در این صورت، معادلات (۱) به صورت زیر ساده می‌گردد:

$$q_{in} = \int_{T_2}^{T_3} C_v \, dT = 0.717(T_3 - T_2)$$
$$q_{out} = \int_{T_1}^{T_4} C_v \, dT = 0.717(T_4 - T_1) \qquad (۲)$$

در موتورهای احتراق داخلی، برای شرایط کارکرد موتور در محدوده دمائی ۳۰۰ تا ۱۵۰۰ درجه کلوین، ضرایب گرمائی ویژه تابعی از دما می‌باشد، لذا در حالت دوم تحقیق حاضر، ضرایب گرمائی ویژه به صورت تابعی خطی از دما در نظر گرفته شده است [۱۰]:

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-08-28]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1]

$$C_p = a_1 + a_2 T$$
$$C_p - C_v = R \qquad (۳)$$

که a_1 و a_2 ضرایب ثابت معادله، C_P ضریب گرمائی ویژه فشار ثابت و R ثابت گازی سیال عامل است. در این حالت، معادلات (۱) به صورت زیر بازنویسی می‌گردد:

$$q_{in} = \int_{T_2}^{T_3} C_v \, dT = a_1 (T_3 - T_2) + \frac{a_2}{2}(T_3^2 - T_2^2)$$
$$q_{out} = \int_{T_1}^{T_4} C_v \, dT = (a_1 - R)(T_4 - T_1) + \frac{a_2}{2}(T_4^2 - T_1^2) \qquad (۴)$$

در آخرین حالت، ضرایب گرمائی ویژه به صورت تابعی چند جمله¬ای از دما لحاظ گردیده است [۱۱]:

$$C_p = 2.506 \times 10^{-11} T^2 + 1.454 \times 10^{-7} T^{1.5} - 4.246 \times 10^{-7} T + 3.162 \times 10^{-5} T^{0.5} + 1.3303 - 1.512 \times 10^4 T^{-1.5} + 3.063 \times 10^5 T^{-2} - 2.212 \times 10^7 T^{-3} \qquad (۵)$$

$$C_p - C_v = R$$

و در این حالت معادلات (۱) به صورت ذیل خواهد بود:

$$q_{in} = \int_{T_2}^{T_3} C_v \, dT = [8.353 \times 10^{-12} T^3 + 5.816 \times 10^{-8} T^{2.5} - 2.123 \times 10^{-7} T^2 + 2.108 \times 10^{-5} T^{1.5} + 1.0433T + 3.024 \times 10^4 T^{-0.5} - 3.063 \times 10^5 T^{-1} + 1.106 \times 10^7 T^{-2}]_{T_2}^{T_3}$$

$$q_{out} = \int_{T_1}^{T_4} C_v \, dT = [8.353 \times 10^{-12} T^3 + 5.816 \times 10^{-8} T^{2.5} - 2.123 \times 10^{-7} T^2 + 2.108 \times 10^{-5} T^{1.5} + 1.0433T + 3.024 \times 10^4 T^{-0.5} - 3.063 \times 10^5 T^{-1} + 1.106 \times 10^7 T^{-2}]_{T_1}^{T_4} \qquad (۶)$$

از آنجایی‌که سیکل موردنظر یک سیکل برگشت‌پذیر می‌باشد، لذا آنتروپی در کل سیکل (ΔS_{total}) برابر صفر است. از آنجایی‌که دو فرآیند ۲→۱ و ۴→۳، فرآیندهای ایزنتروپیک بوده که تغییرات آنتروپی هریک از آنها برابر صفر می‌باشد، بنابراین:

$$\Delta s_{total} = \Delta s_{1\to2} + \Delta s_{2\to3} + \Delta s_{3\to4} + \Delta s_{4\to1} = 0$$
$$\left.\begin{aligned} \Delta s_{2\to3} &= c_v \ln(\frac{T_3}{T_2}) + R \ln(\frac{V_3}{V_2}) = c_v \ln(\frac{T_3}{T_2}) \\ \Delta s_{4\to1} &= c_v \ln(\frac{T_1}{T_4}) + R \ln(\frac{P_1}{p_4}) = c_v \ln(\frac{T_1}{T_4}) \end{aligned}\right\}$$
$$\Rightarrow c_v \ln(\frac{T_3}{T_2}) + c_v \ln(\frac{T_1}{T_4}) = 0 \Rightarrow \frac{T_4}{T_1} = \frac{T_3}{T_2} \qquad (۷)$$

که نسبت ضرایب گرمائی ویژه است. برای بی‌بعدسازی معادلات فوق از گروههای بی‌بعد زیر استفاده می‌گردد:

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-08-28]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1]

$$\left.\begin{aligned}\theta&=\frac{T_2}{T_1}\\ \tau&=\frac{T_3}{T_1}\end{aligned}\right\}\Rightarrow\frac{T_4}{T_1}=\frac{\tau}{\theta} \qquad (۸)$$

در روابط فوق، نسبت دمای ایزنتروپیک و نسبت دمای سیکل می‌باشند. لذا، کار مخصوص خروجی سیکل و راندمان حرارتی برحسب گروههای بی‌بعد فوق برای حالت‌های مختلف ضرایب گرمائی ویژه به صورت ذیل بازنویسی می‌شوند:

الف) حالت ضرایب گرمائی ویژه ثابت:

$$\begin{aligned}w_{net}&=q_{in}-q_{out}=C_vT_1(1_1-\theta+\tau-\tau/\theta)\\ \eta_{th}&=1-\frac{q_{in}}{q_{out}}=1-\frac{\tau/\theta-1}{\tau-\theta}\end{aligned} \qquad (۹)$$

ب) حالت ضرایب گرمائی خطی:

$$w_{net}=T_1\begin{bmatrix}a_1(\tau-\theta)+(a_1-R)(1-\tau/\theta)+\\ \frac{a_2T_1}{2}\left[1-\theta^2+\tau^2-(\tau/\theta)^2\right]\end{bmatrix} \qquad (۱۰)$$

$$\eta_{th}=1-\frac{(a_1-R)\left[(\tau/\theta)-1\right]+\frac{a_2T_1}{2}\left[(\tau/\theta)^2-1\right]}{a_1(\tau-\theta)+\frac{a_2T_1}{2}(\tau^2-\theta^2)} \qquad (۱۱)$$

ج) حالت ضرایب گرمائی چند جمله‌ای:

$$\begin{aligned}w_{net}=\;&8.353\times10^{-12}T_1^3(1-\theta^3+\tau^3-(\tau/\theta)^3)+\\ &5.816\times10^{-8}T_1^{2.5}(1-\theta^{2.5}+\tau^{2.5}-(\tau/\theta)^{2.5})-\\ &2.123\times10^{-7}T_1^2(1-\theta^2+\tau^2-(\tau/\theta)^2)+\\ &2.108\times10^{-5}T_1^{1.5}(1-\theta^{1.5}+\tau^{1.5}-(\tau/\theta)^{1.5})+\\ &1.0433T_1(1-\theta+\tau-(\tau/\theta))+\\ &3.024\times10^4T_1^{-0.5}(1-\theta^{-0.5}+\tau^{-0.5}-(\tau/\theta)^{-0.5})-\\ &3.063\times10^5T_1^{-1}(1-\theta^{-1}+\tau^{-1}-(\tau/\theta)^{-1})+\\ &1.106\times10^7T_1^{-2}(1-\theta^{-2}+\tau^{-2}-(\tau/\theta)^{-2})\end{aligned}$$

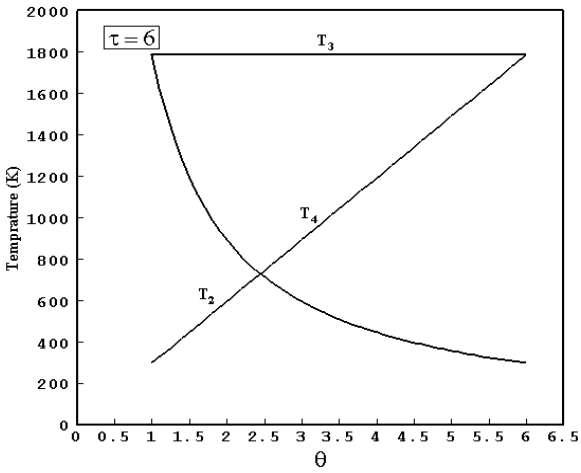
$$\begin{aligned}\eta=1-\frac{1.0433T_1(\tau-\theta)]}{[\,&8.353\times10^{-12}T_1^3(1-\theta^3+\tau^3-(\tau/\theta)^3)+\\ &5.816\times10^{-8}T_1^{2.5}(1-\theta^{2.5}+\tau^{2.5}-(\tau/\theta)^{2.5})-\\ &2.123\times10^{-7}T_1^2(1-\theta^2+\tau^2-(\tau/\theta)^2)+\\ &2.108\times10^{-5}T_1^{1.5}(1-\theta^{1.5}+\tau^{1.5}-(\tau/\theta)^{1.5})+\\ &3.024\times10^4T_1^{-0.5}(1-\theta^{-0.5}+\tau^{-0.5}-(\tau/\theta)^{-0.5})-\\ &3.063\times10^5T_1^{-1}(1-\theta^{-1}+\tau^{-1}-(\tau/\theta)^{-1})+\\ &1.106\times10^7T_1^{-2}(1-\theta^{-2}+\tau^{-2}-(\tau/\theta)^{-2})+\\ &1.0433T_1((\tau/\theta)-1)]\end{aligned} \qquad (۱۰)$$

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-08-28]

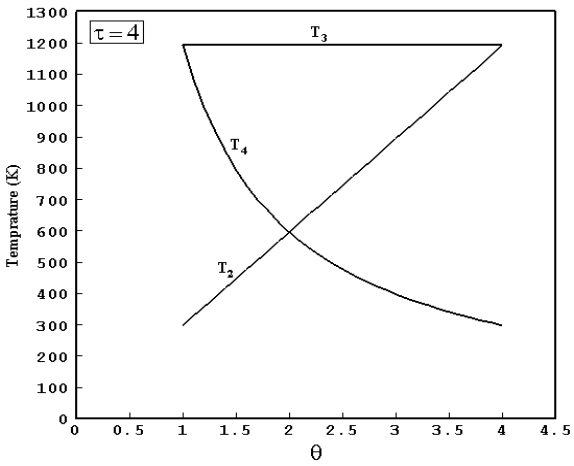
[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1]

۳- بررسی و تحلیل نتایج

برای تحلیل عددی سیکل موردنظر از کد کامپیوتری نوشته شده در زبان برنامه‌نویسی فورترن استفاده گردید که در این کد مقادیر پارامترهای ثابت معادلات فوق به صورت زیر درنظر گرفته شده است: a_1 = ۰/۹۵۲۱ $KJ.Kg^{-1}.K^{-1}$، a_2 = ۰/۰۰۰۲ $KJ.Kg^{-1}$ [۱۰ و ۱۱]، R = ۰/۲۸۷ $KJ.Kg^{-1}.K^{-1}$، T_1 = ۲۹۸ K، k = ۱/۴ و τ = ۳ − ۶.



شکل (۲-ب)



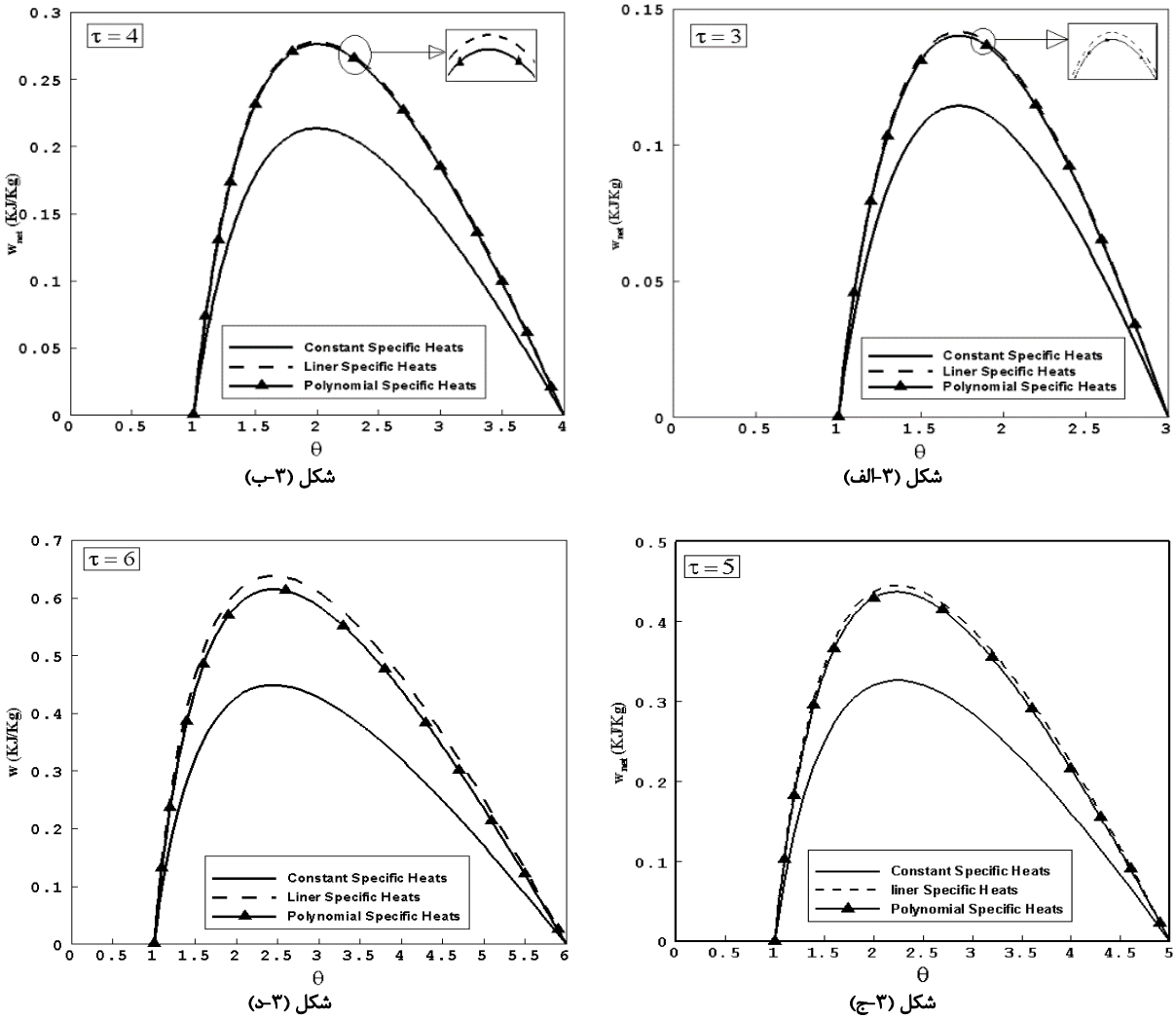
شکل (۲-الف)

شکل ۲: منحنی تغییرات دماهای T_2، T_3 و T_4 سیکل برحسب θ در الف) $\tau = 4$ و ب) $\tau = 6$

تغییرات دماهای T_2، T_3 و T_4 برحسب θ (نسبت دمای ایزنتروپیک) برای τ های مختلف در اشکال ۲ نشان داده شده است. همانگونه که در این اشکال مشاهده می‌شود با افزایش θ، دمای T_2 افزایش، T_3 ثابت و دمای T_4 کاهش می‌یابد. در این اشکال دو نقطه ویژه وجود دارد: یکی از نقاط، حالتی است که دماهای T_2 و T_4 با هم برابر هستند که در این نقطه، کار مخصوص خروجی سیکل ماکزیمم است و نقطه دیگر، حالتی است که دماهای T_2 و T_3 با هم برابر بوده که در این نقطه، کار مخصوص خروجی سیکل برابر صفر می‌باشد.

در اشکال ۳، منحنی کار مخصوص خروجی سیکل برحسب دمای ایزنتروپیک (θ) برای τ های مختلف برای سه حالت مختلف ضرایب گرمائی ویژه رسم گردیده است. همانطورکه مشاهده می‌شود هر سه منحنی رفتار سهموی‌گون داشته و زمانیکه $\theta=\tau$ می‌باشد، کار مخصوص خروجی سیکل برابر صفر است. همچنین برای τ ثابت، بین کار مخصوص خروجی سیکل در حالت ضرایب گرمائی ویژه متغیر خطی و چندجمله‌ای با حالت مقدار ثابت اختلاف وجود دارد که با افزایش مقدار، τ این اختلاف بیشتر می‌شود و نیز مشاهده می‌شود که برای دو حالت ضرایب گرمائی ویژه خطی و چندجمله‌ای اختلاف ناچیزی وجود دارد که در بیشتر موارد این دو منحنی برروی هم منطبق بوده و این اختلاف در ماکزیمم مقدار کار خروجی سیکل بیشتر خود را نشان می‌دهد. همچنین با افزایش مقدار τ، ماکزیمم کار خروجی و محدوده نسبت دمای ایزنتروپیک سیکل افزایش می‌یابد.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-08-28]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1]



شکل (۳-الف)

شکل (۳-ب)

شکل (۳-ج)

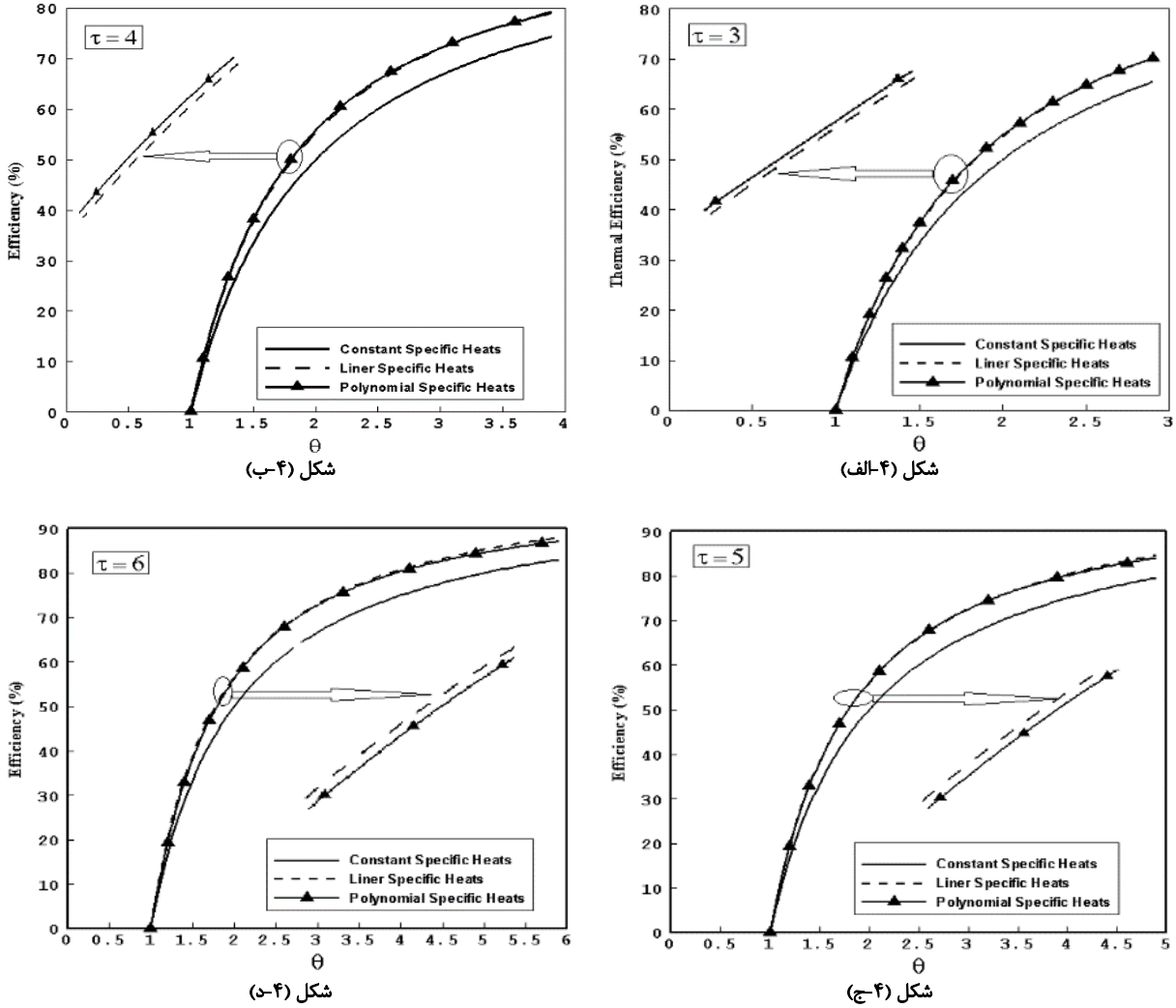
شکل (۳-د)

شکل ۳: منحنی تغییرات کار مخصوص خروجی سیکل برحسب θ

در اشکال ۴، منحنی تغییرات راندمان حرارتی سیکل برحسب دمای ایزنتروپیک برای τ های مختلف برای سه حالت ضرایب گرمائی ویژه متغیر چند جمله‌ای، خطی و ثابت رسم و با هم مقایسه شده است. در هر سه حالت با افزایش دمای ایزنتروپیک سیکل (θ)، راندمان حرارتی افزایش یافته و بیشترین مقدار راندمان حرارتی زمانی رخ می‌دهد که θ=τ باشد. همچنین برای τ ثابت، بین راندمان حرارتی سیکل در حالت ضرایب گرمائی ویژه متغیر خطی و چندجمله‌ای با حالت مقدار ثابت اختلاف وجود دارد که با افزایش مقدار τ، این اختلاف بیشتر می‌شود و برای دو حالت ضرایب گرمائی ویژه خطی و چندجمله‌ای اختلاف ناچیزی وجود دارد که در بیشتر موارد این دو منحنی برروی هم منطبق می‌باشند.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-08-28]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1]



شکل (۴-الف) شکل (۴-ب)

شکل (۴-ج) شکل (۴-د)

شکل ۴: منحنی تغییرات راندمان حرارتی سیکل برحسب θ

در جدول شماره ۱، حافظه کامپیوتری و زمان محاسباتی مورد نیاز جهت تحلیل ترمودینامیکی سیکل مورد نظر در سه حالت مختلف با یکدیگر مقایسه شده که حالت اول با ضرایب گرمائی ویژه ثابت کمترین زمان محاسباتی و حافظه کامپیوتری را به خود تخصیص داده و حالت سوم با ضرایب گرمائی چند جمله‌ای، نیازمند بیشترین زمان محاسباتی و حافظه کامپیوتری می-باشد.

جدول ۱: زمان محاسباتی و حافظه کامپیوتری مورد نیاز

نوع ضریب گرمائی	زمان محاسباتی *(Min)*	حافظه کامپیوتری *(MB)*
مقدار ثابت	۱۰	۱۶
تابع خطی دما	۱۷	۲۲
تابع چند جمله ای دما	۲۱	۳۵

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-08-28]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1]

۴- نتیجه‌گیری

در این مقاله به بررسی تاثیر نوع ضرایب گرمائی ویژه سیال عامل بر روی عملکرد سیکل اتو پرداخته شده است. با توجه به اینکه این ضرایب تابعی از دمای عملکردی سیکل می‌باشند، لذا سه حالت ضرایب گرمائی ویژه با مقادیر ثابت، ضرایب گرمائی به صورت تابع خطی دما و ضرایب گرمائی به صورت تابع چندجمله‌ای از دما در نظر گرفته شده است و در هر حالت منحنی-های کار مخصوص خروجی، راندمان حرارتی سیکل و نیز دو پارامتر حافظه کامپیوتری و زمان محاسباتی مورد نیاز جهت تحلیل هریک از حالتها محاسبه و با یکدیگر مقایسه گردید. نتایج نشان داد که در دو حالت تابع خطی و چندجمله‌ای، انطباق زیادی بین نتایج وجود داشته و نتایج حاصل از ضرایب گرمائی با مقادیر ثابت اختلاف زیادی با نتایج دو حالت دیگر دارد که در تحلیل‌های واقعی این اختلاف سبب بروز خطاء در بررسی‌ها می‌گردد. همچنین باتوجه به کمتر بودن زمان محاسباتی و حافظه کامپیوتری مورد نیاز برای تحلیل با ضرایب گرمائی خطی نسبت به ضرایب گرمائی چند جمله‌ای، می‌توان نتیجه گرفت که حالت ضرایب گرمائی ویژه خطی ایده‌آل‌ترین حالت جهت بررسی عملکرد سیکل اتو می‌باشد که ضمن حفظ میزان دقت نتایج، نیاز به زمان محاسباتی و حافظه کامپیوتری زیادی ندارد.

فهرست علائم :

علائم انگلیسی

نسبت ضرایب گرمائی ویژه، بی‌بعد	k
کار مخصوص خروجی سیکل،KJ/kg	w_{net}
دما، کلوین	T
آنتروپی، KJ/kg	s
ضریب گرمائی ویژه حجم ثابت، KJ/Kg.K	Cv
ضریب گرمائی ویژه فشار ثابت، KJ/Kg.K	Cp
ضرایب ثابت	a
گرمای ویژه، KJ/kg	q

علائم یونانی

چگالی،kg/m^3	ρ
نسبت دمای ایزنتروپیک، بی‌بعد	θ
نسبت دمای سیکل، بی‌بعد	τ
راندمان حرارتی، بی‌بعد	η_{th}

مراجع

[1] Hoffman, K.H., Watowich, S.J. and Berry, R. S., "Optimal Path for Thermodynamic System: The Ideal Diesel Cycle", J. Appl. Phys., 58 (1985), 2125-2134.

[2] Blank, D.A. and Wu, C., "The Effect of Combustion on a Power Optimized Endoreversible Diesel Cycle", Energy Conversation & Management, 34 (1993), 493- 498.

[3] Angulo-Brown, F., Fernandez-Betanzos, J. and Diaz-Pico, C.A., "Compression Ratio of an Optimized Otto – Cycle Model", 15 (1994), 38-42.

[4] Qin, X., Chen, L. and Sun, F., "The Universal Power and Efficiency Characteristricts for Irreversible reciprocationg Heat Engine Cycles", Eur. J. Phys., 24 (2003), 359 – 366.

[5] Zhao, Y. and Chen, J., "performance Analysis and Parametric Optimum Criteria of an Irreversible Atkinson Heat-Engine", Appl. Energy, 83 (2006), PP. 789 – 800.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-08-28]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1]

[6] Lin, J. and Hou. S., "Influence of Heat Loss on the Performance of an Air-Standard Atkinson Cycle", Appl. Energy, 84 (2007), 904 – 920.
[7] Ghatak, A. and Chakraborty. S., "Effect of External Irreversibility and Variable Thermal Properties of Working Fluid on Thermal Performance of a Dual Internal Combustion Engine", Journal of Mechanical Energy, 58 (2007), 1-12, 2007.
[۸] لشگری، پیمان (۱۳۹۰)، تحلیل عملکرد سیکل آتکینسون با ضرایب گرمائی ویژه متغیر چند جمله‌ای ، سومین کنفرانس تخصص ترمودینامیک ایران، دانشگاه گیلان
[۹] لشگری، پیمان (۱۳۹۰)، تحلیل عددی عملکرد سیکل بازگشت پذیر دیزل با ضرایب گرمائی ویژه متغیر، سومین کنفرانس تخصص ترمودینامیک ایران، دانشگاه گیلان
[10] Cengel. Y. and Turner. R., "Fundamental of Thermal – Fluid Sciences", 2nd Edition, New York, Mc Graw-Hill (2005).
[11] Abu – Nada. E. "Thermodynamic Modeling of Spark – Ignition Engine: Effect of Temprature Dependent Sppecific Heats", Int. Comm. Heat Mass Transfre, 32 (2005), 1045 – 1056.

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-08-28]
[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1]

چکیده انگلیسی:

The Effect Of Type Of Specific Heats Ratio Of Working Fluid On The Thermal Performance Of Standard Otto Cycle

Peyman Lashgari[1*], Mohsen Goodarzi[1]

[1]Department of Mechanical Engineering, Engineering Faculty, Bu Ali Sina University, Hamedan, Iran

Received: June 2021 Accepted: August 2021

Abstract

In thermodynamic analysis of internal combustion engine, the specific heats of working fluid is considered to be constant. Due to specific heats are functions of operation temperature of cycle, this consideration cause to several errors in the thermal analysis. In this paper, standard Otto cycle with three various types of specific heats ratios has been analyzed numerically and effect of these ratios on the thermal performance of cycle such as specific output work and thermal efficiency has been studied and results has been investigated. For three types of specific heats ratio, these ratios are considered constant, linear function of operation temperature of cycle and polynomial function of cycle temperature. Results showed that both linear and polynomial specific heats ratios gave approximately same results such as specific output work and thermal efficiency and there are difference between thermal result of both linear and polynomial type with constant ratio. Also CPU time consumption and required memory usage for analyzing these here type had been evaluated . all results mentioned that linear specific heats ratio should be considered for the design of practical Otto cycle.

Key words: Standard Atkinson Cycle, Specific Heats Ratio, Thermodynamic Analysis, Thermal Efficiency.

*corresponding author: PL1361@GMAIL.COM

Cite this article as: Peyman Lashgari, Mohsen Goodarzi. The Effect Of Type Of Specific Heats Ratio Of Working Fluid On The Thermal Performance Of Standard Otto Cycle. Journal of Energy Conversion, 2022, 8(4), 1-10. DOR: **20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1**

[Downloaded from jeed.dezful.iau.ir on 2025-08-28]

[DOR: 20.1001.1.20089813.1400.8.4.1.1]