



وزارت علوم، تحقیقات و فناوری  
موسسه آموزش عالی اوج  
فیردزنی



# اوج

فصلنامه فنی مهندسی موسسه آموزش عالی اوج  
سال اول - زمستان ۹۶ - شماره اول - قیمت ۵۰۰۰ تومان

شناسه : ۷۹۸۵۲

# فراخوان

انجمن علمی دانشجویان موسسه آموزش عالی اوج  
از همه دانشجویان در تمامی رشته ها  
دعوت به فعالیت و همکاری می نماید.



@oojscisociety



anjomane\_elmi\_ooj

## نشریه فنی مهندسی پیام اوج

فهرست مطالب:

- بخش اول: مقالات علمی تحقیقاتی ..... ۱
- بررسی مشخصه های جریان در آلفاتوربولانس ..... ۲
- آشوب ..... ۱۱
- بررسی عملکرد پیستون در موتور ..... ۲۰
- بررسی سیستم خنک کاری موتور خودروها ..... ۲۵
- بخش دوم: چکیده پایاننامه های برتر موسسه ..... ۳۵
- بخش سوم: گزارشها و ویژه های این شماره ..... ۴۵
- گزارش بازدید های دانشجویی ..... ۴۶
- موفقیت تیم رباتیک موسسه آموزش عالی اوج در مسابقات  
رباتیک آزاد شیراز و راهیابی به مسابقات جهانی ..... ۴۷
- انجمن علمی دانشجویان ..... ۴۸
- مروری بر پیش شماره های اول و دوم نشریه اوج ..... ۵۰
- دعوت به همکاری: ..... ۵۱
- روز جهانی زمین ..... ۵۲
- آدرس: کیلومتر ۳۰ اتوبان کرج - قزوین، آبیگ ابتدای  
شهرک قدس،  
موسسه آموزش  
عالی اوج، طبقه  
اول، دبیرخانه  
نشریه



تلفن:

۰۲۸-۳۲۸۸۲۳۱۰-۱۳

E-mail: [info@ooj.ac.ir](mailto:info@ooj.ac.ir)

## صاحب امتیاز:

موسسه آموزش عالی غیر انتفاعی اوج

## مدیر مسئول و سردبیر:

مهندس حمید اکبریگلو

## هیئت تحریریه:

دکتر کرامت ملکزاده، دکتر ایرج فروزان، دکتر  
کامران کیانی منش، مهندس حسین اتحادی،  
مهندس مهدی کشاورزی، مهندس نسیم خزان،  
مهندس کتایون رهبری

## مدیر داخلی:

مهندس عزیزاله یونسی

## مدیر روابط عمومی:

مهندس شراره مهاجری

## ویراستار:

مهندس مسعود باقرزاده

## طرح روی جلد:

نیلوفر نعمت الهی

## مقررات نشریه:

- ۱- نشریه پیام اوج آماده پذیرش آثار و مقالات ارسالی  
اساتید، دانشجویان و محققین می باشد.
- ۲- پذیرش مقالات باید به صورت تایپ شده و طبق فرمت  
مجله باشد.
- ۳- نشریه در ویرایش و اصلاح مطالب رسیده آزاد است.
- ۴- استفاده از مقالات نشریه با ذکر منابع و رعایت حقوق  
نویسندگان بلامانع می باشد.
- ۵- نتایج، صحت و درستی مطالب به عهده نویسندگان  
می باشد و نشریه در این مورد تعهدی ندارد.



## سخن سردبیر

بعد از انتشار دو شماره با عنوان نشریه اوج برای ماور رسیدیم که با تشکیل تیمی نسجم و با انگیزه میتوان نشریه ای پر محتوا و منظم تهیه کرد که از همه دست اندرکاران و تلاشگران که با کمک و همراهی آنها این کار میسر شد، تشکر و قدردانی می شود. شماره اول نشریه که آماده و تهیه شده بی شک اشکالات و ایرادات فراوانی دارد که صمیمانه از همه اندیشمندان و فریختگان کرامی تقاضا داریم ما را در جهت رفع این ایرادات و بهبود آن یاری رسانند.

هدف از انتشار این نشریه، آماده سازی دانشجویان برای حضور در عرصه های مختلف علمی و همچنین نشر و گسترش دانش و یافته های علمی است. اندیشمندان و دانشجویان کرامی می باشد.

این نشریه از سه بخش تشکیل شده که بخش اول مقالات علمی و تحقیقاتی و یادداشت های فنی که حاصل تحقیق و پژوهش استاید و دانشجویان می باشد، را شامل بوده و در بخش دوم پایان نامه های برتر موسسه که از نظر استاید و بیست تحریریه حائز شرایط هستند، معرفی می گردند و در نهایت بخش پامانی که گزارش از فعالیت های علمی و پژوهشی موسسه در آن آورده می شود.

باتوجه به تقارن زمان انتشار این نشریه با ۲۲ آوریل، روز جهانی زمین، طرح پشت جلد این شماره به این موضوع اختصاص پیدا کرده است تا سهمی در بزرگداشت این روز داشته باشیم.

حمید - اکبری سگلو







[www.elsevier.com](http://www.elsevier.com)



[www.ieee.org](http://www.ieee.org)



[www.aiaa.org](http://www.aiaa.org)

[www.springer.com](http://www.springer.com)

[www.taylorandfrancis.com](http://www.taylorandfrancis.com)

[www.civilica.com](http://www.civilica.com)

[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

بخش اول: مقالات علمی تحقیقاتی



## بررسی مشخصه های جریان در آلفاتوربولانس\*

حسین اتحادی<sup>۱</sup>، مانی فتحعلی<sup>۲</sup>، مسعود میرزایی<sup>۳</sup>

ettehadi@mail.kntu.ac.ir

**چکیده:** در این پژوهش، به بررسی رفتار معادلات عمومی دوبعدی دینامیک سیال پرداخته شده است. در این معادلات، اسکالر عامل  $\theta = (-\Delta)^{\frac{1}{2}}\psi$  توسط میدان سرعت  $u = (-\psi_y, \psi_x)$  جابجا می شود. به این مبحث از آشفتگی، اصطلاحاً آلفا-توربولانس گفته می شود. در آلفاهای خاصی، این معادلات به معادلات نویر استوکس و شبه زمینگرد (SQG) تبدیل می شوند. برای تحلیل رفتار معادلات از شبیه سازی عددی به کمک نرم افزار متلب استفاده شده است. با محاسبه ی پارامترهای آماری، اثر تغییرات آلفا بر دینامیک سیال مطالعه شده است. در این مطالعه نشان داده شده است که با افزایش آلفا رفتار غیر محلی میدان افزایش می یابد.

**واژه های کلیدی:** توربولانس دوبعدی - آلفاتوربولانس - رفتار محلی و غیر محلی - معادله عمومی دینامیک سیال

مشابه دوران بازی می کند [۳]. زمانی که عدد رینولدز زیاد است و انرژی پایسته می ماند جریان آشفته دوبعدی ویژگی خاص خود را نشان می دهد. این ویژگی اصطلاحاً زندگی - بلندمدت نامیده می شود. در مقایسه با جریان آشفته سه بعدی که استهلاک انرژی [۱]،

$$\frac{d}{dt} \left[ \frac{1}{2} (\mathbf{u}^2) \right] \sim \frac{u^3}{l} \quad (1)$$

مستقل از  $l$  است، در جریان آشفته دوبعدی

۱-۱- مقدمه:

جریان آشفته دوبعدی در چهل سال اخیر مورد توجه زیادی قرار گرفته و تحقیقات انجام شده درک فیزیک این نوع جریان را افزایش داده است. جریان آشفته دوبعدی در علوم اتمسفری و اقیانوس شناسی مورد استفاده قرار می گیرد. اما باید توجه داشته باشیم که بخش اعظم انگیزه برای مطالعه جریان آشفته دوبعدی به علت توجه به پلاسما متأثر از میدان مغناطیسی است، میدان مغناطیسی نقشی

\* این مقاله در شانزدهمین کنفرانس بین المللی انجمن هوافضای ایران در سال ۱۳۹۵ ارائه شده است.

۱ دانشجوی دکتری دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - دانشکده هوافضا

۲ دانشیار دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - دانشکده هوافضا

۳ استاد دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی - دانشکده هوافضا



می شود. این خطوط توسط سیال به طور مداوم مورد تغییر شکل قرار می گیرند. برای تصور بهتر فرض کنید مقداری شکلات در یک لیوان شیر ریخته شود، درروی سطح لیوان شکلات به صورت دوبعدی توسط سیال کشیده شده و حمل می گردد و رگه هایی نازک تشکیل می شود [۱].

$$\frac{D\omega}{Dt} = \nu \nabla^2 \omega \quad (2)$$

همانند جریان آشفته سه بعدی، در جریان آشفته دوبعدی، به طور میانگین، خطوط ماده دائماً در حال کشیده شدن است. یک میدان جریان آشفته با شرایط اولیه ی میدان سرعت و چرخش که دارای مقیاس های طولی مشابه هستند را فرض کنید. با تأثیر فرآیند کشش روی خطوط ماده و در نتیجه آن کشش خطوط هم چرخش، میدان گردایان چرخش افزایش می یابد. حباب های میدان چرخش به شکل رشته ای کشیده شده می شوند و در نتیجه  $(\nabla \omega)^2$  افزایش یافته و سهم مقیاس های کوچک در بودجه بندی انستروپی افزایش پیدا می کند. گاهی رشته ای شدن دائمی میدان چرخش تعبیر به آبشار انستروپی می شود که با آبشار انرژی در جریان آشفته سه بعدی قیاس می شود. بنابراین چرخش به دلیل رشته ای شدن به مقیاس های کوچک و کوچک تر تبدیل شده و انستروپی از مقیاس های بزرگ به مقیاس های کوچک و کوچک تر منتقل می شود. با این وجود کمی محدودیت برای استفاده از اصطلاح آبشار وجود

استهلاک به  $\nu$  وابسته است. تفاوت به دلیل نداشتن کشش گردابه ای در توربولانس دوبعدی است. در جریان آشفته سه بعدی کشش گردابه ای، مقیاس های چرخش را آن قدر کوچک می کند تا زمانی که عبارت اتلاف،  $\nu \langle \omega^2 \rangle$ ، آن قدر بزرگ شود که بتواند انرژی گردابه های شکسته شده را مستهلک نماید. در آبشار انرژی مستقیم که انرژی از مقیاس های بزرگ تر به کوچک تر منتقل می شود اگر  $\nu$  خیلی کوچک باشد، مقدار  $\langle \omega^2 \rangle$  توسط فرآیند کشش گردابه ای طوری افزایش می یابد که اتلاف از مرتبه  $u^3/l$  باقی بماند.

نرخ اتلاف انرژی برای جریان آشفته سه بعدی وابسته به نرخ شکسته شدن گردابه های مقیاس بزرگ است که یک فرآیند غیر لزج است. اما در جریان آشفته دوبعدی  $\langle \omega^2 \rangle$  مقداری ثابت است که به شرایط اولیه بستگی دارد و نمی تواند رشد کند (به وسیله فرآیند کشش گردابه ای) تا کوچک بودن  $\nu$  را جبران کند. رابطه (۲)، معادله میدان چرخش را بیان می کند. این معادله شبیه به معادله اسکالر غیرفعال است. زمانی که رینولدز به بینهایت میل کند عبارت لزجت کوچک شده و قابل صرف نظر می باشد. در این شرایط  $\omega$  دارای رفتاری شبه ماده ای می شود که میل به حل شدن ندارد و بنابراین خطوطی را می توان یافت که مقدار چرخش،  $\omega$  در آن ها باهم برابر هستند. چیزی شبیه به خطوط ماده حاصل می شود. این خطوط هم چرخش نامیده



تابع جریان باشند. اما در هیدرودینامیک دوبعدی،  $\theta$  و  $\psi$  به یکدیگر کوپل می‌باشند. که باعث غیرخطی بودن معادله می‌شوند. نوع کوپلینگ  $\theta$  و  $\psi$  درجه‌ی محلی بودن معادله را تعیین می‌کند. رابطه‌ی بین  $\theta$  و  $\psi$  در هیدرودینامیک دوبعدی به صورت زیر است:

$$\psi(k) = |k|^{-\alpha} \theta(k) \quad (6)$$

### ۱-۳- ویژگی‌های معادله ورتیسیته عمومی

در سیستم‌های ورتیسیته عمومی دو نامتغیر بسیار مهم وجود دارند که به تحلیل این سیستم‌ها کمک شایانی می‌کنند. رابطه‌ی انرژی عمومی و انستروپی عمومی که به ترتیب به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\begin{aligned} E_\alpha &= -\frac{1}{2} \overline{\psi\theta} \\ Q_\alpha &= \frac{1}{2} \overline{\theta^2} \end{aligned} \quad (7)$$

دیمانسیون عبارات فوق وابسته به مقدار آلفا

می‌باشد:

$$\begin{aligned} [\theta] &= L^{2-\alpha} T^{-1} \\ [Q_\alpha] &= L^{4-2\alpha} T^{-2} \\ [E_\alpha] &= L^{4-\alpha} T^{-2} \end{aligned} \quad (8)$$

اسپکتروم انستروپی و انرژی به صورت زیر

تعریف می‌شوند:

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2} \overline{\psi\theta} = \int_0^\infty E(k) dk \\ Z &= \frac{1}{2} \overline{\theta^2} = \int_0^\infty z(k) dk \end{aligned} \quad (9)$$

با توجه به معادله‌ی فوق:

دارد. در جریان آشفته سه‌بعدی یک فرایند چند مرحله‌ای شامل شکسته شدن گردابه‌های بزرگ به کوچک، گردابه‌های کوچک به کوچک‌تر و این شکسته شدن تا مقیاس‌های کلموگروف ادامه دارد. اما در جریان آشفته دوبعدی واضح نیست که انتقال انستروپی به مقیاس‌های کوچک در یک فرآیند چند مرحله‌ای انجام شود. اما در منابع معتبر این اصطلاح استفاده می‌شود. پس به صورت قراردادی از اصطلاح آبشار انستروپی استفاده خواهد شد [۱].

### ۱-۲- معادله‌ی عمومی دینامیک سیال

رابطه‌ی جابجایی- بقا برای کمیت اسکالر  $\theta$  که در میدان سرعت با تابع جریان  $\Psi$  قرار دارد به صورت زیر است:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + J(\psi, \theta) = g \nabla^2 \theta + f \quad (3)$$

که در این رابطه،  $\theta$  ورتیسیته عمومی،  $\psi$  تابع جریان،  $f$  نیروهای حجمی و  $g$  لزجت سینماتیک، می‌باشند. همچنین در رابطه‌ی فوق  $J$  ژاکوبین دوبعدی می‌باشد که به صورت ذیل تعریف می‌گردد:

$$J(A, B) = \partial_x A \partial_y B - \partial_x B \partial_y A \quad (4)$$

درواقع ژاکوبین دوبعدی همان ترم جابجایی می‌باشد که در آن میدان سرعت به صورت زیر تعریف شده است:

$$u = (-\psi_y, \psi_x) \quad (5)$$

پدیده‌های زیادی در طبیعت وجود دارند که در آن، جابجایی دو اسکالر غیرعامل مستقل از





$$\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla)u = \frac{1}{\rho} \nabla p + g \nabla^2 u$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho u) = 0 \quad (12)$$

$$p = p(\rho)$$

در معادله ی فوق  $u$  و  $\rho$  و  $p$  به ترتیب میدان های سرعت، چگالی و فشار می باشند. اگر معادله نویر استوکس را بی بعد شوند معادله ی زیر حاصل می شود:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + (u \cdot \nabla)u = \frac{C_s^2}{U^2} \nabla \rho + \frac{g}{UL} \nabla^2 u \quad (13)$$

در رابطه ی فوق  $L$ ، مقیاس طولی است و  $C_s = \sqrt{\frac{dp_0}{d\rho_0}}$  سرعت صوت می باشد. اگر  $C_s$  و  $\frac{g}{UL}$  مقادیری متنهای باشند. ما می توانیم مقادیر  $u(x, t+dt)$  و  $\rho(x, t+dt)$  را توسط مقادیر  $u(x, t)$  و  $\rho(x, t)$  بیابیم (البته به شرطی که مشتق مرتبه اول  $u(x, t)$  و  $\rho(x, t)$  متنهای باشد). بنابراین در این حالت معادله ی نویر استوکس در فضای واقعی محلی است.

نکته ی مهمی که بایستی به آن توجه نمود این است که در معادله ی نویر استوکس، اختلالات توسط سرعت صوت منتشر می شوند. هراندازه سرعت صوت بیشتر باشد، مقدار نفوذ بر واحد زمان نیز افزایش میابد. تا زمانی که سرعت صوتی متنهای باشد کماکان وضعیت معادله محلی می باشد، اگر سرعت صوت نامتنهای باشد، تمامی اختلالات شبکه به صورت آنی منتقل می شوند و تمامی قسمت های سیستم شروع به اندرکنش با یکدیگر می کنند. این وضعیت سیستم را غیر محلی

$$Z(k) = k^{-\alpha} E(k) \quad (10)$$

با توجه به منبع [8] طیف انستروپی وابسته به عدد موج محلی  $k$  می باشد، رابطه ی اسپکتروم انستروپی با آلفا در محدوده ی اینرسی عدد موج به صورت زیر بیان شده است:

$$Q(k) \propto \begin{cases} k^{-(7-2\alpha)/3}, & (0 < \alpha < 2), \\ k^{-1} \ln k, & (\alpha = 2), \\ k^{-1}, & (\alpha > 2). \end{cases} \quad (11)$$

رفتار اسپکتروم انستروپی در  $\alpha > 2$  مخصوص اسکالره های غیرعامل می باشد. همان طور که مشاهده می شود  $\alpha = 2$  نقطه ی گذار می باشد. از این نقطه به بعد رفتار کمیت  $\theta$  تغییر می کند. به گونه ای که با توجه به مقدار آلفا، عامل یا غیرعامل بودن کمیت  $\theta$  در مقیاس های کوچک تعیین می شود. در واقع شیب طیف در فضای عدد موج مشخص می کند که انتقال انستروپی به صورت محلی و یا به صورت غیر محلی اتفاق می افتد.

### ۱-۳-۱ محلی و غیر محلی بودن معادله ی عمومی دینامیک سیال

با توجه به نظریه طیف خود متشابه انرژی، اثرات گردابه های بزرگ تر از مقیاس معلوم  $L$  نمی توانند بر اثرات ادی هابی با مقیاس مشابه  $L$  غلبه کنند. بنابراین محدوده ی انستروپی در معادله ی دینامیک سیال عمومی دوبعدی، کاملاً محلی می باشد. برای معادله نویر استوکس دوبعدی به فرم زیر داریم:



ورتیسیته عمومی می توان از حل تحلیلی گردابه- های تیلور - گرین استفاده نمود. شرط اولیه چرخش و جواب تحلیلی معادله چرخش برای این گردابه ها به صورت رابطه (۱۴) است،

$$\begin{aligned} \omega_a(t) &= \omega_0 \exp(-2a^2 \nu t) \\ \omega_0 &= 2 \sin(ax) \sin(ay) \end{aligned} \quad (14)$$

مقدار خطا به دو صورت رابطه ی (۱۵) تعریف شده و اندازه گیری می شود.

$$\begin{aligned} MSE &= \langle (|\omega_a| - |\omega_n|)^2 \rangle \\ SMSE &= \frac{\langle (|\omega_a| - |\omega_n|) \rangle}{\omega_a^2} \end{aligned} \quad (15)$$

شرایط حل مسئله به صورت زیر فرض شده است،

$$\begin{aligned} L_x &= 2\pi, L_y = 2\pi \\ a &= 4, \nu = 5 \times 10^{-4} \\ dt &= 0.16, N_x = 128, N_y = 128 \end{aligned} \quad (16)$$

که  $L_x, L_y$  طول و عرض میدان و  $N_x, N_y$  وضوح محاسبات و  $dt$  بازه ی زمانی است. میدان چرخش به صورت شکل ۳ خواهد شد.

میگویند. برای درک فیزیک حاکم بر مسائل محلی و غیر محلی می توان به مثال جالبی از سیستم های جرم و فنر اشاره نمود.

در یک سیستم جرم و فنر اگر ثابت فنرها متناهی باشند، اختلالات وارد بر سیستم، با سرعت متناهی منتشر می شوند، بنابراین فیزیک مسئله محلی است. زمانی که ثابت فنر خیلی بزرگ باشد، فیزیک مسئله کماکان محلی است ولی سرعت انتشار اختلالات بر واحد زمان بیشتر می شود. و جرم به صورت محلی جابجا می شود. اما زمانی که ثابت فنر بی نهایت می شود، کل سیستم همانند یک جسم صلب عمل می کند و سرعت انتشار اختلالات بی نهایت می شود. لذا این سیستم دارای اندرکنش های غیر محلی است.

در این سیستم ها، حرکت هر جرم، بر حرکت جرم و فنرهای بسیار دورتر از آن جرم تأثیر می گذارد، در واقع می توان چنین فرض کرد که یک جرم به تمامی جرم های دیگر سیستم متصل می باشد. این ویژگی بارزترین ویژگی سیستم های غیر محلی می باشد. در تصاویر (۳ و ۴) میدان جریان توسعه یافته  $\theta$  در آلفاهای متفاوت نشان داده شده است.

#### ۱-۴- روش شبه طیفی

برای اندازه گیری دقت زمانی و هم چنین میزان پایداری روش های عددی در حل معادلات

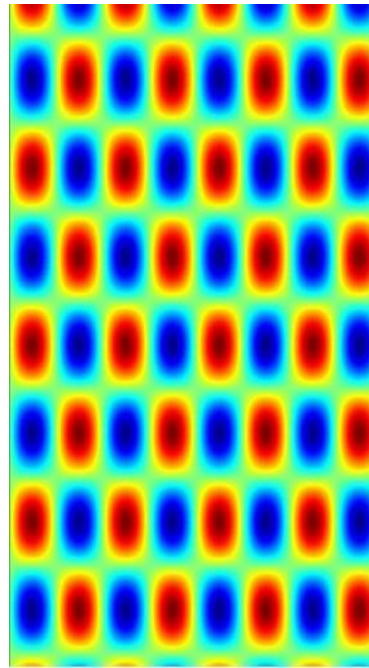


می شود شبیه سازی با پایداری بالا و دقت بالا در مقیاس زمانی همراه است.

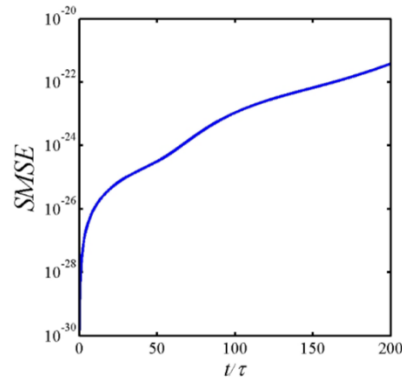
### ۱-۵- نتایج

برای تحلیل مشخصه های جریان در آلفاتوربولانس، یک میدان اولیه یکسان به ازای آلفاهای متفاوت حل شده است. معادله ی عمومی (۳) به ازای  $\alpha=1$  به معادله ی SQG یا جریان های زمینگرد سطحی<sup>۱</sup> تبدیل می شود که در واقع مدل ساده شده ی امواج لبه، در لایه ی بین استراتوسفر و تروپوسفر (تروپوپاز) می باشد. همچنین می توان از معادله ی SQG برای تشریح دینامیک جابجایی هوا در نزدیکی سطح زمین استفاده نمود [۹]. این معادله ی عمومی به ازای  $\alpha=2$  بیان گر معادله ی دینامیک دوبعدی نویر استوکس<sup>۲</sup> می باشد که البته نسبت به سایر آلفاها شناخته شده تر می باشد. نویر استوکس به طور وسیع در دینامیک سیالات مورد استفاده قرار می گیرد. معادله ی عمومی (۳) به ازای  $\alpha=3$  تبدیل به معادله RSF یا جریان های کم عمق چرخشی<sup>۳</sup> می شود [۳].

در  $\alpha=1$  میدان توسط گردابه های ریزمقیاس توسعه میابد. به طور کلی در آلفاهای کوچک ساختارهای ریزمقیاس فراوانی وجود دارند، با توجه به رابطه ی (۱۱)، برای این ساختارها  $Q(k) \propto k^{-5/3}$  می باشد. بنابراین رفتار میدان کاملاً محلی می باشد.



شکل ۱: تصویر میدان چرخش مربوط به گردابه های گرین - تیلور



شکل ۲: نمودار مربوط به میانگین مربعات خطا (سمت چپ) و میانگین مربعات خطای مقیاس شده (سمت راست).

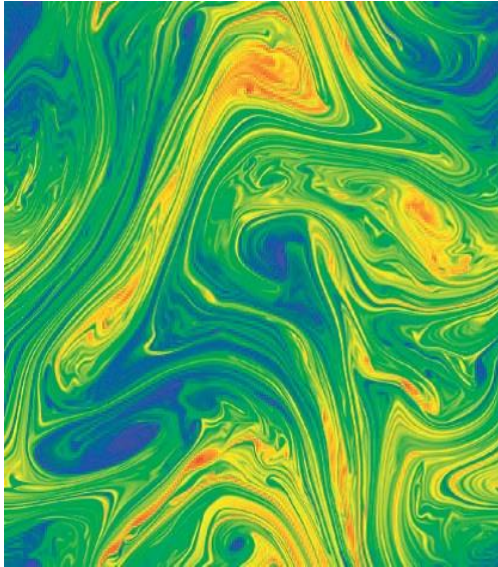
در شکل ۲ نمودار میانگین مربعات خطا مقیاس شده،  $SMSE$  مشاهده می شود. چنانکه ملاحظه

<sup>۳</sup> -Rotating shallow flow (RSF)

<sup>۱</sup> - surface quasigeostrophic dynamics (SQG)

<sup>۲</sup> -2D navier stokes dynamics

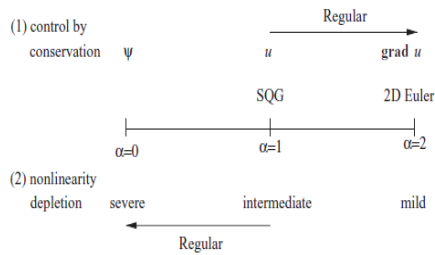




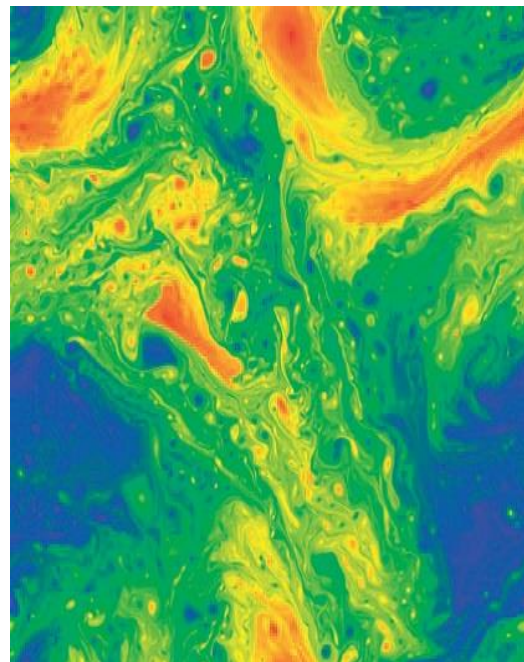
شکل ۴: میدان جریان توسعه یافته  $\theta$  (ورتیسیتی) در  $\alpha = 2$

برخلاف آلفاهای کوچک، در آلفاهای بزرگ، میدان توسط ساختارهای رشته‌ای نازک و روان<sup>۱</sup> بزرگ مقیاس احاطه شده است. این رفتار به علت طبیعت غیر محلی بودن دینامیک جابجایی سیال در آلفاهای بزرگ می‌باشد. همان‌طور که در رابطه‌ی (۱۱) اشاره شد در  $\alpha = 3$ ، رابطه‌ی  $Q(k) \propto k^{-1}$  برقرار است.

در  $\alpha = 2$  رفتار میدان تا حد زیادی شبیه حالت  $\alpha = 3$  می‌باشد، با این تفاوت که تعداد اندکی، گردابه‌های رشته‌ای در آن مشاهده می‌شود. علت وجود این گردابه‌ها، تصحیح لگاریتمی رابطه‌ی (۱۱) می‌باشد.



شکل ۵: مقایسه اثرات قانون بقا و غیرخطی شدن معادله [۳۷]



شکل ۳: میدان جریان توسعه یافته  $\theta$  (ورتیسیتی) عمومی) در  $\alpha = 1$

<sup>۱</sup> thin striped structures smooth and

انتگرال متناسب با اندازه ی آلفا می باشد. بدین معنی که با افزایش مقدار  $\alpha$  تابع  $\psi$  در وضعیت منظم قرار می گیرد. بنابراین با  $\alpha$  بیشتر میدان سیال بهتر کنترل می شود.

۲- کاهش غیرخطی بودن:

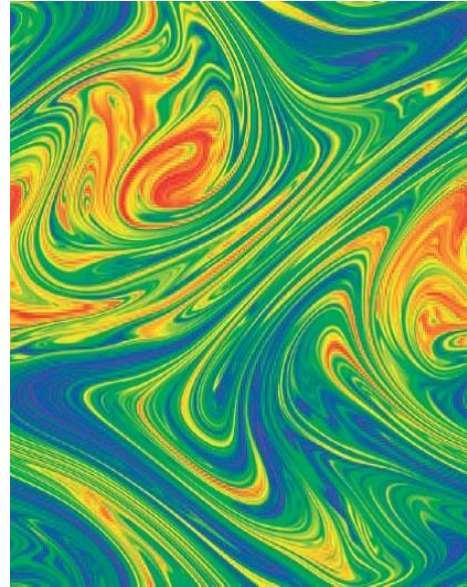
با کاهش  $\alpha$  میزان غیرخطی بودن معادله کاهش میابد. تا جایی که در  $\alpha=0$ ، مقادیر تابع جریان و ورتیسسته عمومی برابر می گردند ( $\theta=\psi$ ). بنابراین ترم غیرخطی معادله که همان ژاکوبین دوبعدی تابع جریان و ورتیسسته می باشد در  $\alpha=0$ ، صفر می شود.

$$J(\psi, \theta) = J(\psi, \psi) = 0 \quad (20)$$

بنابراین با کاهش مقدار آلفا، رفتار تکین میدان افزایش خواهد یافت.

### ۱-۶- مراجع

- [1] P.A. Davidson, *Turbulence: An Introduction for Scientists and Engineers*, Oxford University Press, United Kingdom, 2004.
- [2] J.R. Herring, Y. Kimura, J. Chasnov, Evolution of decaying two-dimensional turbulence and self-similarity, *Trends in Mathematics*, Birkhauser Verlag Basel, Switzerland, 1999
- [3] A.J. Lowe, P.A Davidson, The evolution of freely-decaying, isotropic two-dimensional turbulence, *European Journal of Mechanics B/ Fluids*, Vol 24, No. 3, pp. 314-327, 2005.



شکل ۶: میدان جریان توسعه یافته  $\theta$  (ورتیسسته عمومی) در  $\alpha=3$

برای درک بیشتر معادله، سیال را غیر لزج، دوبعدی و بدون وجود نیروهای خارجی در نظر گرفته شده است. معادله ی حاکم به صورت زیر است:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + (u \cdot \nabla) \theta = 0 \quad (17)$$

پس از انتقال معادله ی فوق به فضای فوریه معادله ی زیر حاصل می شود:

$$\frac{\partial \theta(k)}{\partial t} = \sum_{k=p+q} \frac{p \times q}{|q|^\alpha} \theta(p) \theta(q) \quad (18)$$

$$Q = \frac{1}{2} \sum_k |\theta(k)|^2 \text{ and } H_\alpha = \frac{1}{2} \sum_k \frac{|\theta(k)|^2}{|k|^\alpha} \quad (19)$$

با دقت در معادله ی ۱۸ دو دیدگاه در رابطه با معادله ی عمومی ورتیسسته حاصل می شود و نتایج کلی عبارتند از:

۱- کنترل توسط قانون بقا:

با توجه به معادله ۱۸ نتیجه می شود که  $\psi$  در واقع فرم انتگرالی  $\theta$  می باشد. که در آن مرتبه





- [4] J. Cannon, B. Shivamoggi, *Mathematical and Physical Theory of Turbulence*, Chapman/CRC Press, London/New York, 2006.
- [5] A.J. Majda, A. Bertozzi, *Vorticity and Incompressible Flow*, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- [6] M.I. Iovieno, C. Cavazzoni, D. Tordella, A new technique for a parallel dealiased pseudospectral Navier-Stokes code, *Computer Physics Communications*, Vol. 141, pp. 365-374, 2001.
- [7] R.S. Cant, E. Mastorakos, *An Introduction to Turbulent Reacting Flows*, Imperial College Press, London, 2008.
- [8] M. Khoshnami Deshiri, M. Fathali, Numerical study of the impact of the initial turbulent integral length scale on the dynamics of a two dimensional shear-free turbulent mixing layer, *Modares Mechanical Engineering*, Issue. 14, No., pp. 2014. (In Persian)
- [9] B. Protas, A. Babiano, N.K.R. Kevlahan, On geometrical alignment properties of twodimensional forced turbulence, *Physica D: Nonlinear Phenomena*, Vol 128, No. 2-4, pp. 169-179, 1999.
- [10] P.G. Saffman, On the spectrum and decay of random two-dimensional vorticity distributions at large Reynolds number, *Studies in Applied Mathematics*, Vol 50, pp. 377-383, 1971.



## آشوب

جواد جمالی خویی<sup>۱</sup>

javadjamalikhoyi@gmail.com

آن را امری عجیب و جالب تلقی کردند، تنها در دنیای کوانتوم ذرات کوچک برقرار است و پیامد چندانی برای پیش‌بینی در مقیاس بزرگ ندارد.

شناخت آشوب سرانجام به رؤیای پیش‌بینی کامل تمام سیستم‌های پیچیده، کوانتوم یا غیر آن، پایان داد. تعریف ایده‌ی آشوب این است که سیستم‌هایی وجود دارند که حتی عدم قطعیت اندکی در اندازه‌گیری موقعیت و اندازه حرکت اولیه می‌تواند منجر به خطاهای عظیمی در پیش‌بینی این مقادیر شود. این امر معروف است به «وابستگی حساس به شرایط اولیه».

در بخشی از دنیای طبیعی چنین عدم قطعیت‌هایی اهمیت چندانی ندارند. وقتی اندازه‌گیری‌های اولیه‌ی شما واقع‌بینانه هستند اما کاملاً دقیق نیستند، پیش‌بینی‌های شما هم، حتی اگر دقیقاً هدف‌گیری نشده باشند، در هر حال به واقعیت نزدیک هستند. برای مثال، اخترشناسان می‌توانند گرفتگی خورشید یا ماه را کمابیش به خوبی پیش‌بینی کنند، حتی به رغم این که عدم قطعیت‌های نسبتاً زیادی در اندازه‌گیری موقعیت سیاره‌ها وجود دارد. اما وابستگی حساس به شرایط اولیه به ما می‌گوید که در سیستم‌های آشوبناک،

مکانیک نیوتنی تصویری از یک «کائنات کوکی» ترسیم کرد، جهانی که با سه قانون کوک می‌شود و سپس مسیر مکانیکی‌اش را طی می‌کند. ریاضی‌دان پیر سیمون لاپلاس متوجه معنای تلویحی این دیدگاه کوکی برای پیش‌بینی شد: در سال ۱۸۱۴ او تأکید کرد که با توجه به قوانین نیوتن و با فرض دانستن موقعیت و سرعت هر ذره در کائنات، می‌توان در اصل، هر چیزی را در تمام زمان‌ها پیش‌بینی کرد. با اختراع کامپیوترهای الکترونیک در دهه‌ی ۱۹۴۰، این «در اصل» ظاهراً به «در عمل» نزدیک‌تر شد.

اما دو اکتشاف عمده‌ی قرن بیستم نشان دادند که رؤیای لاپلاس درباره‌ی پیش‌بینی کامل ممکن نیست، حتی در اصل. یکی از این اکتشافات «اصل عدم قطعیت» در مکانیک کوانتوم بود که ورنر هایزنبرگ در سال ۱۹۲۷ مطرح کرد، مبنی بر این که نمی‌توان مقدار دقیق موقعیت و اندازه حرکت (جرم ضرب در سرعت) یک ذره را هم‌زمان مشخص کرد. هر چه قدر که فرد در مورد این که یک ذره در یک زمان معین در کجا قرار دارد مطمئن‌تر باشد، کمتر می‌تواند درباره‌ی اندازه حرکت آن بداند و برعکس. اما تأثیرات اصل هایزنبرگ که اکثر مردم

۱ کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، دانشگاه تبریز



استفاده از قوانین نیوتن حرکات سه جرم را تعیین کند که نیروی جاذبه بر یکدیگر اعمال می‌کنند. نیوتن مسأله‌ی دو جرم را حل کرده بود، اما مسأله‌ی سه جسم بسیار دشوارتر از کار درآمد.

او به موفقیت کامل دست نیافت، مسأله بسیار دشوار بود. مانند مورد نیوتن و آنالیز ریاضی (نیوتن در جریان محاسبات خود، آنالیز ریاضی را ابداع کرد)، پوانکاره باید شاخه‌ی جدیدی از ریاضیات را ابداع می‌کرد، توپولوژی جبری، که بدون آن پرداختن به مسأله اساساً امکان‌پذیر نبود. توپولوژی شکل بسط یافته‌ای از هندسه است و در جریان بررسی پیامدهای هندسی مسأله‌ی سه جسم بود که پوانکاره به امکان «وابستگی حساس به شرایط اولیه» پی برد. او کشف خود را به این شرح جمع‌بندی کرد:

• اگر قوانین طبیعت و وضعیت کائنات را در لحظه‌ی اولیه دقیقاً می‌دانستیم، می‌توانستیم وضعیت همین کائنات را در یک لحظه‌ی بعدی دقیقاً پیش‌بینی کنیم؛ اما حتی اگر قوانین طبیعی هیچ راز نامکشوفی نداشتند، وضعیت اولیه را کماکان با تقریب می‌دانستیم. اگر این امر ما را قادر می‌کرد وضعیت بعدی را با همان تقریب پیش‌بینی کنیم، این همه‌ی آن چیزی بود که نیاز داشتیم و می‌توانستیم بگوییم پدیده را پیش‌بینی کرده‌ایم و این که از قوانین تبعیت می‌کند. اما همیشه این گونه نیست؛ این امکان هست که تفاوت‌های کوچکی در شرایط اولیه منجر به تفاوت‌های بزرگی در پدیده‌ی نهایی شود. خطای کوچکی در اولی خطای عظیمی در

حتی کوچک‌ترین خطا در اندازه‌گیری اولیه‌ی شما سرانجام خطاهای عظیمی در پیش‌بینی حرکت آینده‌ی یک شیء به وجود می‌آورد. در چنین سیستم‌هایی (توفان‌های شدید نمونه‌ی خوبی هستند) هرگونه خطا، صرف‌نظر از این که چه قدر کوچک باشد، پیش‌بینی‌های درازمدت را به طور جدی فاقد دقت لازم می‌کند.

مشکل بتوان گفت که چه کسی اول بار به امکان وجود چنین سیستم‌هایی پی برد. امکان وابستگی حساس به شرایط اولیه را عده‌ای مدت‌ها قبل از ابداع کوانتوم مطرح کرده بودند. برای مثال، فیزیکدان جیمز کلرک ماکسول در سال ۱۸۷۳ این فرضیه را مطرح کرد که گروهی از پدیده‌ها وجود دارند که از «عوامل مؤثری تأثیر می‌گیرند که اندازه‌ی فیزیکی آن‌ها کوچک‌تر از آن است که یک موجود متناهی به حساب بیایند، اما ممکن است نتایجی فوق‌العاده بااهمیت به بار بیاورند.»

احتمالاً اولین مثال روشن یک سیستم آشوبناک را ریاضی‌دان فرانسوی هانری پوانکاره در اواخر قرن نوزدهم مطرح کرد. پوانکاره بنیان‌گذار و احتمالاً پرنفوذترین تدوین‌کننده‌ی رشته‌ی مدرن نظریه‌ی سیستم‌های دینامیک بود که پیامد طبیعی علم نیوتنی دینامیک است. پوانکاره وقتی کوشید مسأله‌ای بسیار ساده‌تر از پیش‌بینی حرکت یک توفان شدید (توفان‌های شدید نمونه‌ی بسیار خوبی برای سیستم‌های آشوبناک هستند) را حل کند، متوجه وابستگی حساس به شرایط اولیه شد. او سعی کرد که به مسأله‌ای ساده‌تر یعنی به مسأله‌ای که مسأله‌ی سه جسم نامیده می‌شود، بپردازد: با



دومی به بار می‌آورد و پیش‌بینی غیرممکن می‌شود...

به عبارت دیگر، حتی اگر قوانین حرکت را به طور کامل بدانیم، دو مجموعه‌ی متفاوت از شرایط اولیه (در این‌جا: موقعیت‌ها، جرم‌ها و سرعت‌های اشیاء)، حتی اگر به مقیاس اندکی متفاوت باشند، برخی اوقات می‌توانند نتایج بی‌نهایت متفاوتی در حرکت بعدی سیستم به بار آورند. پوانکاره در مسأله‌ی سه جسم نمونه‌ای از این را یافت.

حال بیابید «وابستگی حساس به شرایط اولیه» را دقیق‌تر بررسی کنیم. بزرگ‌نمایی عظیم عدم قطعیت اولیه در سیستم‌های آشوبناک حقیقتاً چگونه پیش می‌آید؟ خاصیت اصلی این گونه سیستم‌ها غیرخطی بودن است. سیستم خطی با فهمیدن تک‌تک اجزای آن و بعد کنار هم قرار دادن آن‌ها قابل درک می‌شود؛ در حالی که در سیستم غیرخطی، کل با مجموع اجزا متفاوت است.

خطی بودن رؤیای تقلیل‌گرایان است و غیرخطی بودن گهگاه کابوس آنان است. درک تمایز بین خطی بودن و غیرخطی بودن بسیار مهم و باارزش است. برای درک بیشتر این تمایز و همچنین پدیده‌ی آشوب، اجازه بدهید با استفاده از نمایش کلاسیک سیستم‌های خطی و غیرخطی در زمینه‌ی پویایی زیستی جمعیت، دست به یک کاوش ریاضی بزنیم.

فرض کنید جمعیتی از خرگوش‌ها را دارید که زادولد می‌کنند و فرض کنید که هر سال تمامی

این خرگوش‌ها جفت‌گیری می‌کنند و هر زوج دقیقاً چهار نوزاد به دنیا می‌آورند و می‌میرند. رشد جمعیت، وقتی با دو خرگوش شروع شود بدین صورت خواهد بود:

سال ۰ : دو خرگوش

سال ۱ : چهار خرگوش

سال ۲ : هشت خرگوش

فهم این موضوع ساده است که جمعیت در هر سال دو برابر می‌شود، بدون آن‌که حدی داشته باشد (که به این معناست که نه تنها این سیاره، بلکه منظومه‌ی شمسی و کائنات را به اشغال خود درمی‌آورند).

این یک سیستم خطی است: کل مساوی با جمع اجزاست. از گفتن این حرف منظورم چیست؟ بیابید جمعیت چهار خرگوش را در نظر بگیریم و آن‌ها را در میان دو جزیره‌ی جداگانه تقسیم کنیم، در هر جزیره دو خرگوش. سپس اجازه بدهید خرگوش‌ها به تولید مثل پردازند. رشد جمعیت در طول دو سال به صورت زیر خواهد بود:

• سال ۰ : جزیره‌ی اول، دو خرگوش

جزیره‌ی دوم، دو خرگوش

• سال ۱ : جزیره‌ی اول، چهار خرگوش

جزیره‌ی دوم، چهار خرگوش

• سال ۲ : جزیره‌ی اول، هشت خرگوش

جزیره‌ی دوم، هشت خرگوش



شرایطی که جمعیت زیاد است از معادله‌ای استفاده می‌کنند که مدل منطق‌گرا نامیده می‌شود. در این جا واژه‌ی مدل به معنای یک فرمول ریاضی است که رشد جمعیت را به شکلی ساده نشان می‌دهد.

مدل منطق‌گرا به صورت زیر است:

$$n_{t+1} = (B - D)[kn_t - n_t^2] / k \quad (1)$$

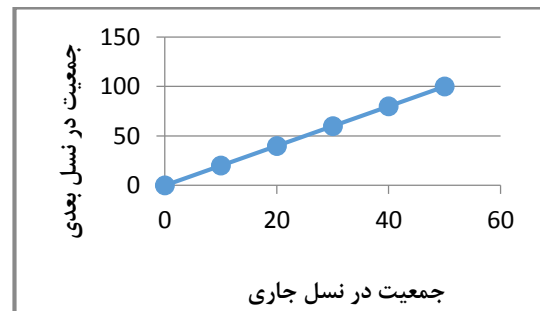
که در آن  $n_t$  جمعیت نسل کنونی،  $k$  ظرفیت تحمل (حد مطلق افزایش جمعیت که زیستگاه می‌تواند تحمل کند)،  $B$  نرخ زادولد و  $D$  نرخ مرگ و میر است.

بیاپید در این معادله میزان مرگ و میر را برابر  $0/4$ ، میزان زادولد را برابر با  $2$  و ظرفیت تحمل را برابر با  $64$  در نظر بگیریم. اگر با بیست خرگوش شروع کنیم، تا سال نهم جمعیت به بیست و چهار می‌رسد و بعد ثابت می‌ماند.

احتمالاً از این مثال پی برده‌اید که رفتار، پیچیده‌تر از وقتی است که هر سال جمعیت را صرفاً دو برابر می‌کنیم. دلیل این امر آن است که به خاطر مرگ ناشی از فراوانی جمعیت، مدل غیرخطی است. بر مبنای مدل منطق‌گرا، رشد جمعیت با جمع اجزا کاملاً مساوی نیست. برای نشان دادن این امر اجازه بدهید ببینیم اگر جمعیتی از بیست خرگوش را در نظر بگیریم و آن را به دو گروه ده‌تایی تقسیم کنیم و مدل را برای هر جمعیت

هر یک از دو جمعیت هر سال دو برابر می‌شود. اگر دو جزیره را به هم اضافه می‌کردید، همان تعداد خرگوش را داشتید که وقتی آن‌ها را جدا نکرده بودید (یعنی اگر از ابتدا در جزیره چهار خرگوش بود، در سال دوم تعداد خرگوش‌ها به شانزده می‌رسید و اکنون که در دو جزیره‌ی جدا از هم هستند نیز مجموعشان همان شانزده خرگوش است).

اگر منحنی رابطه‌ی این دو را در صفحه‌ی مختصاتی ترسیم کنید که محور افقی آن جمعیت سال جاری و محور عمودی جمعیت سال بعد را نشان می‌دهد، یک خط مستقیم به دست می‌آورید. دانش‌واژه‌ی سیستم خطی از این جا ناشی می‌شود.



اما وقتی به طور واقع‌بینانه حدی برای رشد جمعیت قائل شویم چه اتفاقی می‌افتد؟ این ما را ملزم می‌کند که قاعده‌ی رشد را غیرخطی کنیم. مثل قبل فرض کنید که هر سال هر زوج خرگوش چهار بچه به دنیا می‌آورند و بعد می‌میرند. اما حال فرض کنید که برخی از بچه‌ها قبل از این که تولید مثل کنند، به دلیل جمعیت زیاد بمیرند. زیست-جمعیت‌شناسان برای تشریح رشد جمعیت در





تعداد جمعیت با مفهومی مربوط به نام «کسری از ظرفیت تحمل» که  $x$  نام می‌گیرد، جایگزین می‌شود. با در نظر گرفتن این مدل ساده، دانشمندان و ریاضی‌دانان موضوع رشد جمعیت، ظرفیت تحمل و هر چیز دیگر مربوط به دنیای واقعی را بی‌درنگ و به کلی فراموش می‌کنند و خیلی ساده در رفتار حیرت‌آور خود این معادله غرق می‌شوند. ما هم همین کار را می‌کنیم. معادله به قرار زیر است:

$$x_{t+1} = Rx_t(1-x_t) \quad (2)$$

وقتی مقادیر  $R$  را تغییر می‌دهیم نگاهی منطقی‌گرا رفتار خیلی جالبی بروز می‌دهد. اجازه بدهید با  $R=2$  آغاز کنیم. این هم ضروری است که  $x_0$  را در ابتدا بین صفر و یک، برای مثال  $0/5$  در نظر بگیریم. اگر این اعداد را به نداشت منطقی‌گرا وارد کنیم، حل معادله نشان می‌دهد که  $x_1$  مساوی  $0/5$  است.  $x_2$  و از آن به بعد هم  $0/5$  می‌شوند. در نتیجه اگر  $R=2$  و جمعیت از مقدار نصف حداکثر شروع شود، همیشه در آن مقدار ثابت می‌ماند.

حال بیایید  $x_0=0.2$  را امتحان کنیم.

$$x_0 = 0.2$$

$$x_1 = 0.32$$

$$x_2 = 0.4352$$

$$x_3 = 0.4916019$$

$$x_4 = 0.4998589$$

$$x_5 = 0.5$$

تکرار کنیم، چه اتفاقی می‌افتد (برای این مثال، میزان زادولد ۲، میزان مرگ و میر  $0/4$  و ظرفیت تحمل ۳۲ در نظر گرفته شده است):

• سال ۰: جزیره‌ی اول، ۱۰ خرگوش

جزیره‌ی دوم، ۱۰ خرگوش

• سال ۱: جزیره‌ی اول، ۱۱ خرگوش

جزیره‌ی دوم، ۱۱ خرگوش

در حالی که اگر همه‌ی بیست خرگوش در یک

جزیره بودند، تعداد آن‌ها به قرار زیر می‌شد:

• سال ۰: ۲۰ خرگوش

• سال ۱: ۱۲ خرگوش

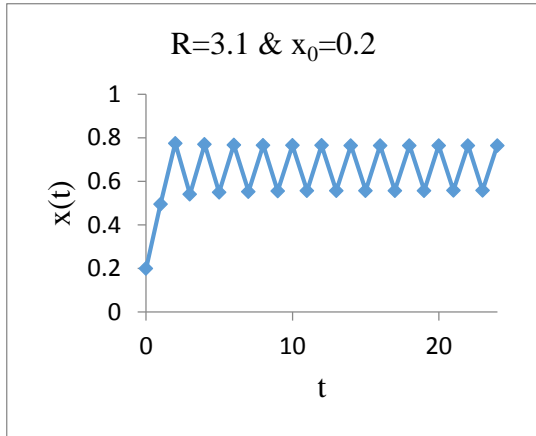
همان‌طور که مشخص است در حالت اول (دو جزیره‌ی مجزا) تعداد کل خرگوش‌ها در پایان سال اول  $11+11=22$  خرگوش است در حالی که در حالت دوم (یک جزیره) تعداد کل خرگوش‌ها برابر با ۱۲ هست. رفتار کل به وضوح مساوی جمع رفتار دو جزء نیست.

## ۲-۱- نداشت منطقی‌گرا

بسیاری از دانشمندان و ریاضی‌دانانی که این‌گونه امور را مورد مطالعه قرار داده‌اند از شکل ساده‌تری از مدل منطقی‌گرا به نام نداشت منطقی‌گرا استفاده کرده‌اند که شاید مشهورترین معادله در علم سیستم‌های پویا و آشوب باشد. با ترکیب تأثیرات میزان مولید و میزان مرگ و میر در قالب یک عدد به نام  $R$ ، مدل منطقی‌گرا ساده می‌شود و



برای کمی تفریح بیشتر، فرض می‌کنیم  $R=3.1$ . حال رفتار نگاشت منطبق‌گرا بغرنج‌تر می‌شود. فرض می‌کنیم  $x_0=0.2$ . منحنی مربوط در زیر نمایش داده شده است.



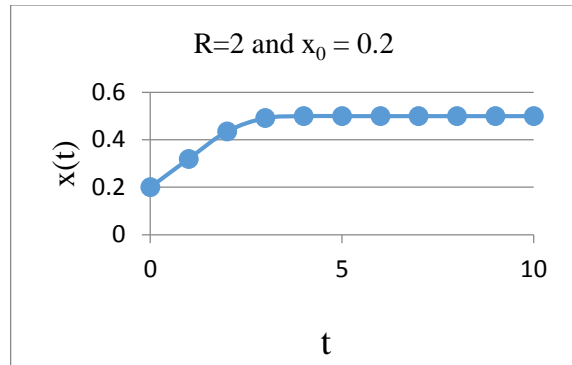
در این مورد  $x$  هرگز در یک نقطه ثابت نمی‌ماند، در عوض سرانجام بین دو مقدار به نوسان می‌افتد، که تصادفاً  $0.5580141$  و  $0.7645665$  هستند. اگر اولی به فرمول داده شود، دومی حاصل می‌شود و برعکس. در نتیجه این نوسان برای همیشه ادامه پیدا می‌کند. این نوع رفتار نهایی (نقطه‌ی ثابت در مثال‌های قبلی و نوسان در این مثال) «جلب کننده» نامیده می‌شود، چون با مسامحه می‌توان گفت هر شرط اولیه‌ای سرانجام جلب آن می‌شود.

برای مقادیر کمتر از  $3/4$  و نزدیک آن، نگاشت منطبق‌گرا رفتار مشابهی را نشان می‌دهد. پس از چند بار تکرار، سیستم بین دو مقدار مختلف نوسان می‌کند.

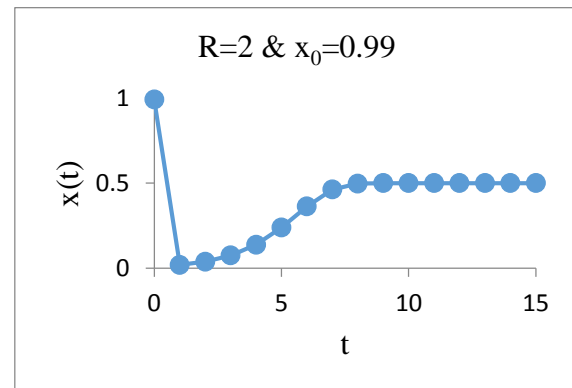
اما در مقدراری بین  $R=3.4$  و  $R=3.5$  یک تغییر

$$x_6 = 0.5$$

همان نتیجه‌ی نهایی ( $x_t=0.5$  دائمی) به دست می‌آید اما در این مورد برای رسیدن به آن به پنج تکرار نیاز است.



اگر  $x_0$  بزرگ باشد، مثلاً  $0.99$  باشد، چه اتفاقی می‌افتد؟ شکل زیر منحنی به دست آمده را نشان می‌دهد.

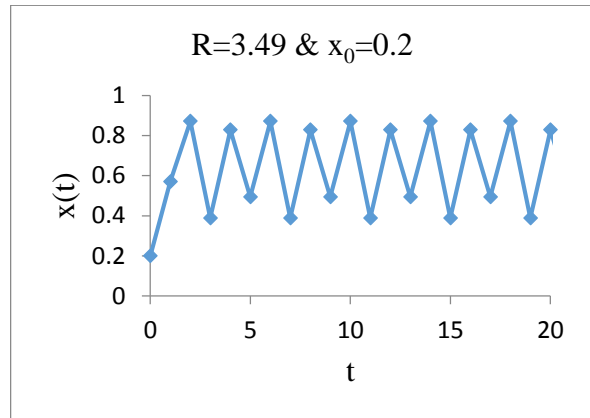


با دیگر همان نتیجه‌ی نهایی به دست می‌آید، اما مسیر رسیدن به آن طولانی‌تر است.

اگر مایل باشید می‌توانید یک مجموعه محاسبات برای  $R=2.5$  انجام دهید، در این حال پی می‌برید که این سیستم نیز همیشه به نقطه‌ی ثابتی می‌رسد، اما این بار به جای  $0.5$  به نقطه‌ی ثابت  $0.6$  می‌رسد.

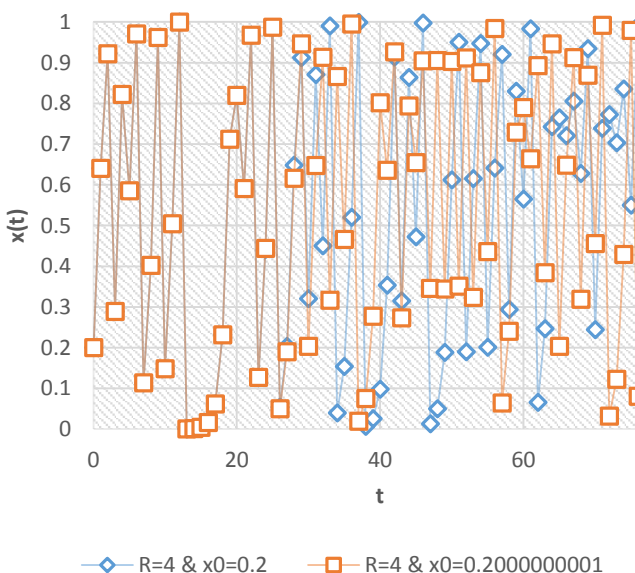


غیرمنتظره رخ می‌دهد. هر مقداری به  $x_0$  داده شود، سیستم سرانجام به جای دو مقدار بین چهار مقدار متمایز به نوسان می‌افتد. برای مثال اگر داشته باشیم  $R=3.49$  و  $x_0=0.2$ ، نتایج به دست آمده را در شکل زیر می‌بینیم:



در جایی بین  $R=3.54$  و  $R=3.55$  دوره‌ی تناوب به طور غیرمنتظره باز هم دو برابر می‌شود و به ۸ جهش می‌کند. جایی بین  $3/564$  و  $3/565$  دوره‌ی تناوب به ۱۶ جهش می‌کند. جایی بین  $3/567$  و  $3/568$  دوره‌ی تناوب به ۳۲ جهش می‌کند. پس از افزایش‌های کوچک‌تر و کوچک‌تر  $R$ ، دوره‌ی تناوب دوباره و دوباره دو برابر می‌شود، تا زمانی که مقدار  $R$  تقریباً  $3/569946$  می‌شود که در این حال دوره‌ی تناوب تقریباً بی‌نهایت است. قبل از آن نقطه، رفتار نگاشت منطق‌گرا تا حدودی قابل پیش‌بینی بود. وقتی  $R$  تقریباً  $3/569946$  است، مقادیر  $x$  دیگر در نوسان نیستند، در عوض دچار آشوب می‌شوند. در این جا معنای آن را توضیح می‌دهم. اجازه بدهید رشته مقادیر  $x_0, x_1, x_2$  و غیره را خط سیر بنامیم. در مقادیری از  $R$  که آشوب

به دنبال می‌آید، دو خط سیر که از مقادیر بسیار مشابه  $x_0$  آغاز می‌شوند، به جای این که به نقطه‌ی ثابت یکسانی همگرا شوند یا نوسان کنند، در عوض گام به گام از هم واگرا می‌شوند. در  $R=3.569946$  این واگرایی به آهستگی رخ می‌دهد، اما یک وابستگی حساس چشمگیرتر وقتی رخ می‌دهد که  $R=4/0$  باشد. ابتدا  $x_0=0.2$  را در نظر می‌گیرم و نداشت منطق‌گرا را تکرار می‌کنم تا یک خط سیر را به دست آورم. سپس با یک  $x_0$  جدید کار را دوباره آغاز می‌کنم، که با قرار دادن یک ۱ در دهمین رقم اعشار، آن را اندکی افزایش می‌دهم، یعنی  $x_0=0.2000000001$  و بار دیگر نگاشت منطق‌گرا را تکرار می‌کنم تا دومین خط سیر را به دست آورم. در شکل زیر اولین خط سیر به رنگ آبی با دایره‌های توپر نشان داده شده است و دومین خط سیر به رنگ قرمز و با مربع نشان داده شده است.



دو خط سیر بسیار نزدیک به یکدیگر شروع



که آشوب به دنبال می‌آید، عدم قطعیت در هر محل رقم اعشاری  $x_0$ ، هر قدر هم که در بسط اعشاری دور از ممیز اعشاری باشد، منجر به پیش‌بینی ناپذیری در بعضی مقادیر  $t$  می‌شود. رابرت می، زیست-ریاضی‌دان، این خواص کمابیش حیرت‌آور را جمع‌بندی می‌کند، که واگویه‌ی گفته‌ی پوانکاره است:

• این واقعیت که این معادله‌ی ساده و قطعی (نگاشت منطبق‌گرا) می‌تواند خط سیرهای پویایی داشته باشد که شبیه نوعی پارازیت تصادفی است، پیامدهای عملی نگران‌کننده‌ای دارد. برای مثال، به این معنی است که نوسان‌های به ظاهر نامنظم در داده‌های آماری در مورد یک جمعیت جانوری لزوماً نباید نشانه‌ی بی‌نظمی‌های یک محیط غیرقابل پیش‌بینی یا خطاهای نمونه‌برداری باشند: این بی‌نظمی‌ها ممکن است ناشی از رابطه‌ی رشد جمعیت سخت قطعی، مانند معادله‌ی نگاشت منطبق‌گرا باشند... به جای آن، امکان این مشاهده وجود دارد که در یک نظام آشوب زده، شرایط اولیه‌ای که به میزان دلخواه نزدیک به هم هستند، منجر به خط سیرهایی شوند که پس از مدت زمانی به اندازه‌ی کافی طولانی، به طور گسترده‌ای واگرا شوند؛ یعنی این که حتی اگر مدل ساده‌ای داشته باشیم که تمامی پارامترهای آن دقیقاً مشخص باشند، پیش‌بینی درازمدت در هر صورت غیرممکن است.

در یک کلام وجود آشوب در یک سیستم حاکی

می‌شوند (آن قدر نزدیک که هر دو خط سیر آبی و قرمز بر روی هم می‌افتند)، اما بعد از ۳۰ یا همین حدود تکرار، رفته‌رفته به شکل چشمگیری واگرا می‌شوند و در فاصله‌ی کوتاهی دیگر پس از آن هیچ رابطه‌ای بین آن‌ها وجود ندارد. منظور از «وابستگی حساس به شرایط اولیه» همین است.

بیاید یک دقیقه‌ای مکث کنیم و در نظر بگیریم که رفتار آشوبناک واقعاً چقدر چشمگیر است. نگاشت منطبق‌گرا معادله‌ای بی‌نهایت ساده و کاملاً قطعی است: هر  $x_t$  به یک و فقط یک مقدار  $x_{t+1}$  ربط داده می‌شود و با وجود این، خط سیرهای آشوب زده که با توجه به مقادیر معین  $R$ ، از این نگاشت به دست می‌آیند، خیلی تصادفی به نظر می‌رسند - آن قدر که برای تولید اعداد شبه تصادفی در کامپیوترها از نگاشت منطبق‌گرا استفاده می‌شود. بدین ترتیب تصادفی بودن می‌تواند از یک سیستم بسیار ساده‌ی قطعی پدیدار شود.

افزون بر این، به ازای مقادیری از  $R$  که آشوب را به وجود می‌آورند، اگر هرگونه عدم قطعیت در شرط اولیه‌ی  $x$  وجود داشته باشد، زمانی می‌رسد که در ورای آن، مقدار آتی را نمی‌توان پیش‌بینی کرد. این امر در مورد  $R=4$  در بالا نشان داده شد. اگر مقدار دهمین اعشار، یا بعد از آن، را در  $x_0$  ندانیم - محدودیت کاملاً احتمالی در بسیاری از مشاهدات تجربی - در  $t=30$  یا حدود آن، مقدار  $x_t$  غیرقابل پیش‌بینی است. در بسیاری از مقادیر  $R$



از این است که پیش‌بینی کامل به شیوه‌ی لاپلاس غیرممکن است، نه تنها در عمل، بلکه هم‌چنین در اصل؛ چون هرگز نمی‌توانیم  $x_0$  را تا بی‌نهایت رقم اعشار بدانیم. این یک نتیجه‌ی منفی تام و تمام است که همراه با مکانیک کوانتوم، دیدگاه خوش‌بینانه‌ی قرن نوزدهمی درباره‌ی کائنات کوکی نیوتنی را که در مسیری قابل پیش‌بینی تیک تاک می‌کرد، به دست فراموشی سپرد...

## ۲-۲-۲- مراجع

برگرفته از کتاب «سیری در نظریه‌ی پیچیدگی» نوشته‌ی ملانی میچل، ترجمه‌ی رضا امیررحیمی، نشر نو

<http://mathworld.wolfram.com/LogisticEquation.html>

Ulam, S. M. and von Neumann, J., On combination of stochastic and deterministic processes (abstract). Bulletin of the American Mathematical Society, 53, 1947, p.1120

Aubin, D. and Dalmedico, A. D., Writing the history of dynamical systems and chaos: Longue Duree and revolution, disciplines, and cultures. Historia Mathematica 29, 2002, pp. 273-339.





## بررسی عملکرد پیستون در موتور

کاروان صوفی زاده<sup>۱</sup>، محمد مهدی کشاورزی<sup>۲</sup>

**چکیده:** این مقاله به معرفی پیستون و اجزای آن پرداخته و سپس نحوه ی کار آن در موتور را تشریح می کند و در مورد معایب آن بحث می شود. نحوه ی محاسبه پیستون در شرایط مختلف و فرمول های مربوطه و چگونگی محاسبه ی آن ها بیان می شود.

واژه های کلیدی: پیستون - موتور - محاسبه پیستون

بانک ماشین آلات است و برای تعمیرکاران و استادکاران هم می تواند مفید واقع شود. از طریق معاینه، پیستونهای کارکرده و کهنه می توان اطلاعات ارزشمندی را از وضعیت کارکرد موتور کسب کرده و در اختیار مکانیک ها قرارداد تا بهتر بتوانند به تعمیر و نگهداری موتور بپردازند.

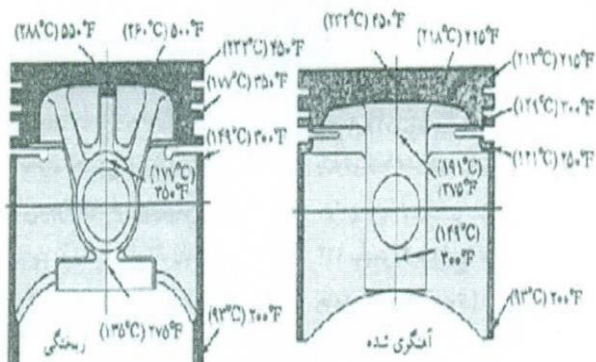
**پیستون:** قطعه استوانه ای شکلی است که در داخل سیلندر با اتصال داشتن به شاتون حرکت رفت و برگشتی دارد. پیستون قطعه اصلی موتور است و زمان های موتور را بوجود می آورد. ضمناً نیروهای تراکمی و انبساطی ناشی از احتراق را تحمل می کند. [۱]

مقدمه: برای ارزیابی عملکرد کار موتور و اینکه شرایط کاری آن چگونه است و آیا مشکلی دارد و یا در آینده دچار مشکلی خواهد شد یا نه روشهای متفاوتی وجود دارد یکی از این شاخص ها چگونگی وضعیت پیستونهاست. که البته مربوط به باز کردن موتور است ولی وقتی موتور را باز کردیم برای ارزیابی چگونگی بروز اشکالات موتور و جلوگیری از بروز مجدد این اشکالات وضعیت پیستون می تواند اطلاعات مفیدی در اختیار مکانیک ها و تعمیرکاران قرار دهد. متن زیر اشاره ای به همین موضوع دارد هر چند بیشتر با دیدن موتورهای بنزینی دو زمانه است. ولی اطلاعات آن به گونه ای است به همین موضوع دارد هر چند که برای انواع دیگر موتورها و از جمله موتورهای دیزل که مورد استفاده ما در

۱ دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک، موسسه آموزش عالی اوج

۲ کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک، مربی موسسه آموزش عالی اوج

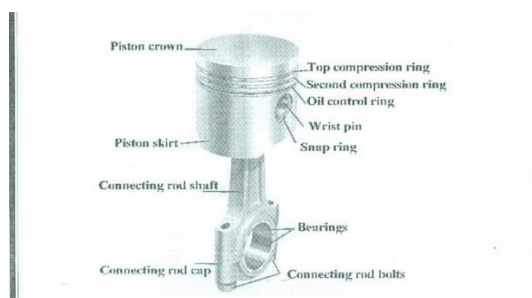




شکل ۲: مقایسه دمای کار پیستون های ریخته گری و دمای کار پیستون های آهنگری

در بیشتر موتورهای پر قدرت از پیستون های آهنگری شده استفاده می شود پیستونهای آهنگری شده در مقایسه با پیستون های ریخته گری متراکم تر و محکم ترند و در دمای پایین تری کار می کنند زیرا گرما را بهتر انتقال می دهند. [۲]

**خلاصی پیستون :** خلاصی پیستون عبارت است از فاصله بین جداره سیلندرو دامنه پیستون، پیستون طوری طراحی می شود که حتی اگر خیلی داغ شود با ز هم به اندازه ای انبساط پیدا نکند که به سیلندر بچسبد. این فاصله معمولاً بین ۰/۰۲۵ تا ۰/۱۰ میلی متر است. وقتی موتور روشن است پیستون و رینگ ها روی لایه ای از روغن حرکت می کنند که این فاصله را پر کرده است. اگر خلاصی پیستون خیلی کم باشد، در نتیجه اصطحلاک زیاد و سایش شدید توان موتور کاهش می یابد. در این حالت ممکن است



شکل ۱: پیستون

**شرح کلی پیستون:** در حرکت انبساط تا

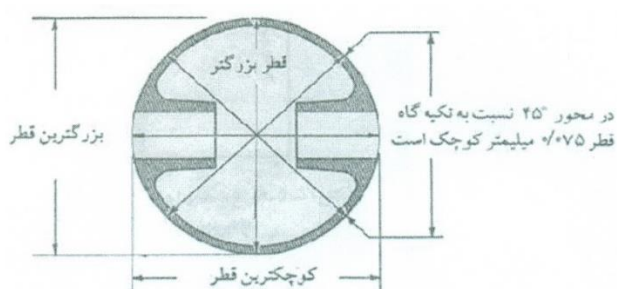
۱۸۰۰۰ نیوتون (۴۰۰۰ پوند) نیرو به طور ناگهانی به کف پیستون وارد می شود. وقتی با سرعت زیاد رانندگی می کنید این اتفاق در هر سیلندر ۳۰ تا ۴۰ بار در ثانیه رخ می دهد. دمای کف پیستون به ۲۲۰۰ درجه سانتی گراد (۴۰۰۰ درجه فارنهایت) یا بیشتر می رسد.

پیستون از آلیاژ آلومینیوم ساخته می شود زیرا فلز سبکی است وزن هر پیستون در حدود ۰/۴۵۰ کیلوگرم (۱ پوند) است. دامنه یا قسمت پایین پیستون را می تراشند تا هم وزن آن کاهش یابد و هم جا برای وزنه های تعادل میل لنگ باز شود. قطر پیستون های موتور خودرو بین ۷۶ تا ۱۲۲ (۳ تا ۴ اینچ) تغییر می کند. همه پیستون ها باید هم وزن

باشند تا موتور دچار لرزش نشود. پیستون های آلومینیومی را به یکی از دو روش ریخته گری و آهنگری می سازند.

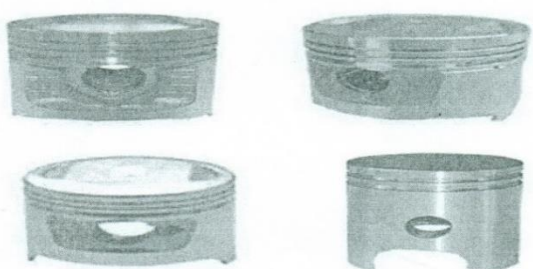


هوا - سوخت مجاور آن نمی سوزد. مخلوط هوا - سوخت نسوخته از طریق اگزوز در محیط پخش می شود. در نتیجه بازده موتور کاهش و دود آن افزایش می یابد برای کمک کردن به کنترل پیستون بیشتر پیستون ها را طوری تراشکاری می کنند که اتاقک آنها اندکی بیضوی شکل می شود. [۴]



شکل ۳: پیستون بیضی شکل

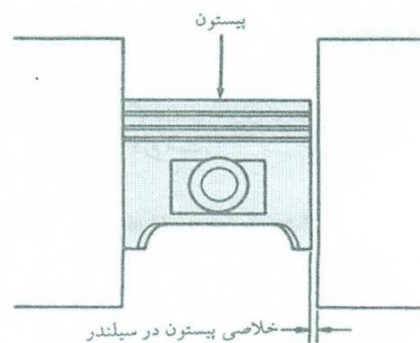
**شکل کف پیستون:** در بسیاری از موتورها پیستون کف تخت استفاده می شود. اما شکل کف پیستون ممکن است مطابق با طرح موتور تغییر کند. شکل کف پیستون با شکل سرسیلندر و شکل محفظه احتراق نیز تغییر می کند. [۱]



شکل ۴: پیستون موتورهای جدید

**شکاف در پیستون ها:** شکاف افقی

پیستون به جداره سیلندر بچسبد و به اصطلاح گریپاژ کند. اگر خلاصی پیستون بیش از حد باشد سبب زدن پیستون در کورس قدرت می شود. [۳]



### کنترل انبساط پیستون: پیستون های

آلومینیومی در نتیجه افزایش دما بیشتر از سیلندرها چدنی منبسط می شوند و همین امر ممکن است سبب از بین رفتن خلاصی پیستون شود. پیستون از جداره سیلندر بیشتر گرم می شود و همین امر سبب می شود که باز هم بیشتر انبساط یابد. اما اگر کف پیستون خیلی داغ شود ممکن است سبب خود سوزی شود در نتیجه ترتیب احتراق به هم می خورد و ممکن است موتور آسیب ببیند. یکی از راههای کنترل انبساط پیستون افزایش آهنگ دفع گرما از کف پیستون است هر چه کف پیستون ضخیم تر باشد.

گرمای بیشتر دفع می شود و پیستون خنک تر کار می کند اما افزایش ضخامت کف پیستون سبب افزایش وزن آن می شود همچنین اگر کف پیستون خیلی سرد کار کند ، لایه های مخلوط

است یا اینکه اشکالی در سیستم خنک کاری موتور پدید آمده است.

### ۳-۲-۳- شکسته شدن حاشیه پیستون Shattered skirt

شکستگی حاشیه ( دامنه ) پیستون بدین علت است که لقی ( شکاف ) بین پیستون و سیلندر زیادتر از حد معمول است و باعث می شود که صدای تلق تلق پیستون در داخل سیلندر شنیده شود و باعث بوجود آمدن تنش و ترک و در نهایت شکستگی سیلندر می گردد.

### ۳-۲-۴- گیر کردن پیستون در چار گوشه Fourcorner seizure

گیر کردن تمام عیار پیستون در داخل چهار گوشه سیلندر بیشتر به این عمل اتفاق می افتد که سرعت انبساط پیستون سریعتر از انبساط سیلندر است و همین امر باعث می شود که لقی بین پیستون و سیلندر کاهش پیدا کند. علت رایج دیگری که برای این کار وجود دارد انبساط بیش از اندازه پیستون در محل خروج دود است اما این حالتی بیشتر در سیلندرهایی اتفاق می افتد که بر روی دهانه خروجی آنها پل زده شده است علت اصلی بوجود آمدن این مشکل گرم شدن سریع و بیش از اندازه ، تزریق رقیق و یا داغ بودن بیش از اندازه نوع شمع ها است [۱]

۳-۳- دوده و لجن سیاه بلای جان موتور  
دوده و لجن به عنوان بلای جان موتور شناخته شده اند این ذرات هیدروکربنی که بیش

پیستون ها در زیر رینگ ها می باشد و به عنوان سد حرارتی، از هدایت گرمای قسمت رینگ ها به بدنه پیستون که دارای حداقل بازی نسبت به سیلندر است جلوگیری کند. پیستون های شکاف دار T شکل، دارای دو شیار افقی و عمودی هستند که شکاف افقی آنها نزدیک سر پیستون در زیر رینگ ها و شکاف عمودی آنها در قسمت راهنمای پیستون قرار دارد. طرف مقابل فقط یک شکاف افقی ایجاد می شود. [۳]

### ۳-۲-۱- اشکالات رایج در پیستون:

#### ۳-۲-۱- قهوه ای شدن تاج پیستون Perfect Brown Crown

در این حالت تاج پیستون کاملاً قهوه ای شده است و الگوی ایده آلی از سوختگی حاصل از کربن است. در موتورهای دو زمانه این رنگ به شکل قهوه ای شکلاتی است و این موضوع حاکی از آن است که ترکیب اکسیژن و سوخت به درستی در محفظه ی احتراق تزریق شده است.

#### ۳-۲-۲- لکه های داغی سیاه Black Spot Hot

این لکه در قسمت زیرین پیستون مشاهده می شوند و ناشی از رسوب کربن و دوده ای است که در اثر سوختن مخلوط روغن و سوخت به قسمت پایینی پیستون چسبیده اند و دلیل آن هم گرم شدن بیش از اندازه تاج پیستون است. علت اصلی این گرم شدن بیش از اندازه هم آن است که یا مخلوط سوخت و هوا خیلی رقیق



از ۹۸ درصد کربن و کمتر از دو درصد هیدروژن تشکیل شده اند در شرایطی تولید می شوند که انژکتور موتور به درستی عمل نکند و نسبت سوخت به هوا تغییر کرده و هوای کافی برای سوختن کامل هیدروکربن ها وجود نداشته باشد در چنین شرایطی ناکافی بودن هوا برای سوختن سوخت موجب تولید CO و دوده می شود [۴]

### ۳-۴- محاسبه و طراحی ابعاد سیلندر و سرعت پیستون

برای شروع طراحی یک موتور فرضیات اساسی را در چند گروه باید طبقه بندی کرد کسانی که در دانشگاه در رشته مهندسی مکانیک تحصیل کرده و درس موتورهای احتراقی را گذرانده باشد به راحتی با روند طراحی موتور آشنایی دارند. پس اولین گام محاسبه حجم جابه جایی یک سیلندر خواهد بود.

تعداد سیلندر / حجم جابه جایی کل = حجم جابه جایی یک سیلندر

با این فرمول حجم جابه جایی یک سیلندر محاسبه می شود با معلوم شدن حجم جابه جایی یک سیلندر نوبت به محاسبه کورس و قطر سیلندر می رسد.

طبق فرمول دیگری حجم جابه جایی سیلندر عبارتست از حاصل ضرب مساحت پیستون در کورس جابه جایی آن یعنی :

مساحت پیستون × کورس جابه جایی

پیستون = حجم جابه جایی یک سیلندر  
ولی در فرمول فوق هر دو مقدار کورس جابه جایی پیستون و مساحت پیستون مجهول می باشد. فرض اول این است که سیلندر مربعی فرض شده و قطر سیلندر با کورس آن مساوی فرض می شود در این صورت :

$$۴ / قطر پیستون \times قطر پیستون \times ۳/۱۴ =$$

مساحت پیستون

$$۴ / کورس \times کورس \times کورس \times ۳/۱۴ = حجم$$

جابه جایی سیلندر

به این ترتیب قطر و کورس سیلندر معلوم می شود. [۲]

### ۳-۵- مراجع

1. Internal combustion engine in theory

and practice By C.F Taylor

vol 1.2. IT.PUBLICATION1966

2. croore, W.H.small Engrines,

operationmain tenance.NewYork

mcgraw Hill1974

3. Automotive Hand book

۴. تکنولوژی مولد قدرت، مولف: مهندس مهدی خرازان،

انتشارات امیرکبیر





## بررسی سیستم خنک کاری موتور خودروها

صابر جمشیدی<sup>۱</sup>، حمید اکبریگلو<sup>۲</sup>

**چکیده:** سیستم خنک کاری در عملکرد موتور یک خودرو، نقش اساسی را ایفا می‌کند. دلایل اصلی خنک-کاری موتور خودروها، افزایش راندمان حجمی، اطمینان از یک احتراق مناسب و اطمینان از عملکرد مناسب قطعات مکانیکی می‌باشد که اگر این قطعات توسط خنک‌کننده‌ای مثل آب و یا هوا خنک نشوند، موجب آسیب دیدگی و پدیده کوبش در هنگام احتراق می‌گردد. سیستم‌های خنک‌کننده موتور با توجه به نیاز و قابلیت هر یک از روش‌ها متفاوت می‌باشد. سیستم‌های رایج خنک‌کاری عبارتند از: هوایی، ترموسیفون، جوشان و تحت فشار. برای مدلسازی مقدار حرارتی که سیستم خنک‌کاری باید از موتور دور کند، باید مقدار حرارت تولید شده در موتور محاسبه شده و سپس با در نظر گرفتن دیگر پارامترها مانند مقدار حرارت دفع شده توسط محیط اطراف و مقدار حرارت لازم جهت گرم کردن اتاق و دیگر پارامترهای موثر، مقدار بار حرارتی سیستم خنک‌کاری تعیین می‌شود. با توجه به این مقدار حرارت، طراح بایستی با در نظر گرفتن دیگر الزامات و محدودیت‌ها سیستم خنک کاری مناسب را طراحی نماید.

در بخش آخر ارزیابی میدانی عیوب سیستم خنک‌کاری موتور بررسی شده است. یک مقایسه از پرتو در جدول آورده شده است که در آن بیشترین خرابی و بیشترین رضایتی که در قطعات سیستم خنک‌کاری خودرو وجود دارد مطرح شده است.

واژه های کلیدی: سیستم خنک‌کننده موتور خودرو، انتقال حرارت در موتور خودرو، رادیاتور خودرو، مدلسازی انتقال حرارت موتور

می‌سوزد و عمل احتراق انجام می‌شود. گرمای حاصل از احتراق، به میزان زیادی از طریق اگزوز خارج می‌شود، اما مقداری از گرمای ایجاد شده به داخل موتور رسوخ کرده و باعث افزایش دما و در نهایت گرم شدن موتور می‌شود.

### ۴-۱- مقدمه:

موتورهای بنزینی گرچه تا حد زیادی بهبود یافته و اصلاح شده‌اند، اما هنوز بازده بالایی برای تبدیل انرژی شیمیایی به توان مکانیکی ندارند. درون موتور خودرو، سوخت به طور دائم

۱ کارشناسی مهندسی مکانیک خودرو، موسسه آموزش عالی اوج

۲ کارشناسی ارشد مهندسی هوافضا، مربی موسسه آموزش عالی اوج



## مکانیکی

موتورهای احتراق داخلی که از سوخت‌های هیدروکربنی استفاده می‌کنند. در دمای کاری بالایی قرار می‌گیرند به طوری که گازهای درون سیلندر، به دمایی بیش از ۲۵۰۰ درجه کلوین می‌رسند و این موجب گرم شدن قطعات می‌شود.

[۱]

به طور متوسط میزان انرژی دفع شده از طریق انتقال حرارت در حدود ۳۰ تا ۳۵ درصد کل انرژی ورودی به موتور را می‌تواند شامل شود.

[۱]

### ۴-۲- اهمیت خنک کاری در موتور

اصلی ترین دلایل خنک کاری موتور خودروها شامل موارد زیر می‌شود:

- ثابت نگه داشتن دمای اجزای موتور (به موتور اجازه داده با سرعت ممکن به دمای بالای بهینه و مناسب رسیده و گرم شده، سپس موتور را در دمایی ثابت نگه دارد).
- به سلامت قطعات موتور صدمه وارد ننماید.
- افزایش راندمان حجمی.
- کاهش حرارت موتور از طریق انتقال حرارت به سیال خنک کن و محیط.
- حفظ فیلم روغن روی قطعات از طریق تنظیم دما برای درجه لزجت مناسب.

سیستم خنک کاری در عملکرد موتور یک خودرو، نقش اساسی را ایفا می‌کند. در این سیستم، رادیاتور و فن از اجزا اصلی می‌باشد. چون در موتور عمل احتراق صورت می‌گیرد بنا براین در قطعات داخل موتور اتومبیل حرارت تولید می‌شود و اگر این قطعات توسط خنک کننده‌ای مثل آب و یا هوا خنک نشوند، شاهد آسیب دیدگی و نیز در هنگام احتراق پدیده کوبش را شاهد هستیم. این دو عامل در یکدیگر و حتی هر یک به تنهایی، به قطعات آسیب شدید می‌رسانند و از طرفی کمبود حرارت نیز باعث خرابی موتور خواهد شد پس موتور باید همیشه دارای حرارت متعادل باشد.

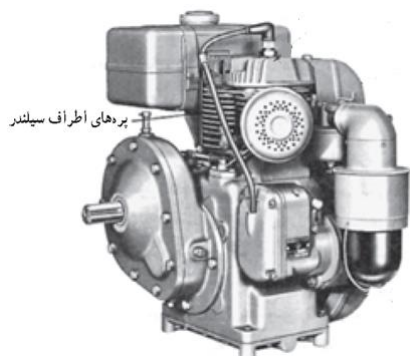
در برخی موارد نیز به دلیل انبساط بیش از حد، قطعات درگیر، در یکدیگر گیر خواهند کرد. همچنین دمای کاری بالا، راندمان حجمی نامطلوب را به دنبال دارد. که این در کنار پدیده کوبندگی موجب افت راندمان موتور خواهد شد. اما اگر دمای موتور بیش از حد کاهش پیدا کند مشکل کاهش قدرت و کشش موتور را در پی خواهد داشت. بنابراین با توجه به مقدمات فوق سه دلیل مهم لزوم خنک کاری را به شکل زیر می‌توان خلاصه نمود:

۱- افزایش راندمان حجمی

۲- اطمینان از یک احتراق مناسب

۳- اطمینان از عملکرد مناسب قطعات





شکل ۱: موتور هواخنک [۲]

- کمک به حفظ لقی‌ها و تلرانس‌های مجاز بین قطعات.
- تامین حرارت لازم کابین خودرو در فصل زمستان.
- کمک به حفظ پدیده ضربت<sup>۱</sup> و انفجار<sup>۲</sup> در موتور.

### ۳-۴- بررسی انواع سیستم‌های خنک‌کننده

دستگاه‌های خنک‌کننده را میتوان به چند نوع زیر تقسیم کرد:

سیستم خنک‌کننده هوایی، سیستم خنک‌کاری به روش ترموسیفون، سیستم خنک‌کاری به روش اجباری یا با گردش آب تحت فشار.

### ۳-۴-۱- سیستم خنک‌کننده هوایی

دستگاه خنک‌کننده مستقیم، که با استفاده از هوا خنک می‌شود و اجزای آن با توجه به شکل زیر تعریف می‌شود:

### • خنک‌کننده هوایی<sup>۳</sup>:

بدنه و بلوک موتور با پره‌های آلومینیومی پوشیده شده است تا گرمای سیلندر را به هوای اطراف منتقل کند. یک فن بسیار قوی نیز تعبیه شده که هوا را با سرعت و فشار زیاد به سطح این پره‌ها می‌دمد و در نهایت گرما را به هوای اطراف منتقل می‌کند.

در این سیستم برای خنک کردن موتور از هوا استفاده می‌شود و معمولاً به دو صورت وجود دارد:

از جریان هوای آزاد برای خنک کردن موتور استفاده می‌شود مثل موتور سیکلت‌ها.

از جریان هوای آزاد که به وسیله پروانه مکیده می‌شود و از طریق کانالی که دور موتور قرار گرفته به اطراف موتور رسیده و آن را خنک می‌کند مثل خودروهای ژیان و فولکس.

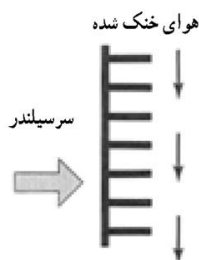
نکته: در موتورهایی که از هوا جهت

<sup>۳</sup> Air-Cooled System

<sup>۱</sup> knock

<sup>۲</sup> detonation





شکل ۲: سیستم خنک کاری با سیال خنک کننده هوا. [۳]

#### ۴-۳-۲- سیستم خنک کاری به روش

##### ترموسیفون یا بر اساس جاذبه<sup>۱</sup>

کار اصلی این سیستم براساس سبک تر بودن آب گرم از آب سرد قرار دارد، به این علت آبی که در موتور گرم می شود و به مخزن بالای رادیاتور جریان می یابد و آبی که دوباره خنک شده به مخزن پایین رادیاتور نزول کرده و براساس فشار بالا به داخل موتور جریان می یابد. این نوع گردش برای موتورهای کوچک تا ۳۰ اسب بخار قابل استفاده است. [۴]

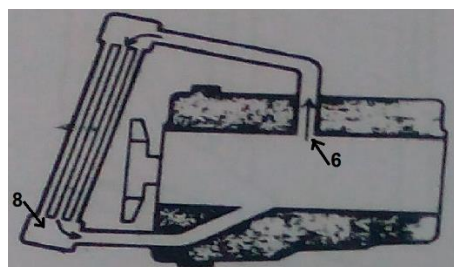
در روش گردش ترموسیفون آب سرد متراکم تر، از مخزن پایین رادیاتور (۸) وارد مجرای آب (۶) در داخل بدنه ی سیلندر می شود و آب گرم شده را از آن جا با فشار به طرف بالا می رود (شکل ۳).

سیستم خنک کاری ترموسیفون ساده است ولی به علت سرعت کم گردش آب، حجم زیاد و خنک کردن غیریکنواخت قطعات به حد کافی خوب نیست. بنابراین در حال حاضر برای خنک کاری موتورهای بنزینی استاتر که طرح

خنک کاری استفاده می شود، سیلندر و سرسیلندر را از جنس آلومینیوم و به صورت پره پره می سازند تا انتقال حرارت سریع تر انجام شود. در این روش گرمای اضافی موتور به وسیله هوایی که از اطراف بدنه موتور عبور می کند گرفته می شود، وسیع بودن سطح خارجی بدنه موتور تبادل حرارت بین بدنه و هوای محیط را بیشتر می کند، لذا این موتورها دارای سطح خارجی پره دار هستند، با این توصیف (تصور) در موتورهایی که به روش هوایی خنک می شوند، دیواره های سیلندر گرم تر از موتورهایی است که به روش آبی خنک می شوند و کنترل دمای سیلندر در این موتورها مشکل است. این سیستم بیشتر در موتور سیکلت ها که از جریان هوای آزاد برای خنک کاری موتور استفاده می شود و برخی از خودروهای قدیمی، همچون فولکس قورباغه ای و ژیان مورد استفاده قرار می گیرد که از طریق کانالی که دور موتور قرار گرفته به اطراف موتور رسیده و آن را خنک می کند.

<sup>۱</sup> Gravity

بسیار ساده ای دارند استفاده می شود.



شکل ۳: روش خنک کاری ترموسیفون. [۴]

در این روش به علت چرخش آهسته آب عمل تبادل حرارت به کندی انجام می شود. البته رادیاتور در روش ترموسیفون بلندتر ساخته می شود و قدری مایل نصب می گردد تا سرعت نسبی بیشتری به چرخش آب بدهد. با وجود این تغییرات ترموسیفون امروزه به هیچ وجه قابل مصرف نمی باشد. زیرا در طرح های جدید موتورها در عین تولید قدرت زیاد بسیار کم حجم ساخته می شوند و لذا نیاز به خنک کاری اطمینان بخشی دارند.

خودروها تا سال ۱۹۴۰ از سیستم ترموسیفون استفاده می کردند ولی این سیستم در دهه های اخیر مورد استفاده قرار نگرفته است. مزایای ترموسیفون:

- ساختمان آن بسیار ساده است ۲- سیستم دارای قسمت های متحرک نیست ۳- هزینه اولیه سیستم نسبتا کم است.

معایب ترموسیفون:

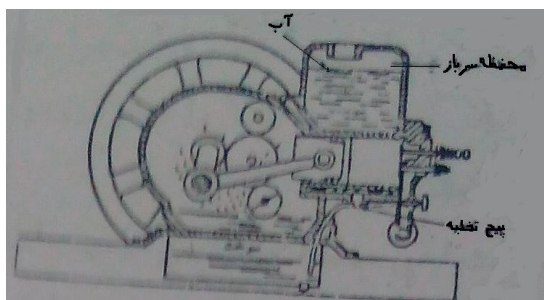
- اگر در موتورهای چند سیلندر استعمال شود خنک کردن سیلندرها یکنواخت صورت نخواهد گرفت.
- هر گاه سطح آب کاهش پیدا کند سیستم ترموسیفون اثر خود را از دست خواهد داد.
- وقتی بار وارده بر موتور خیلی زیاد باشد ممکن است به علت کافی نبودن سرعت گردش آب خنک کننده، درجه حرارت این آب فوق العاده بالا رود و در نتیجه آب در اطراف سیلندر تبخیر شود.
- هنگامی که آب بخار می شود مواد معدنی محلول یا معلق موجود در آب تدریجا رسوب کرده، رسوبات حاصله روی سطح دیواره های محفظه و مجاری آب خنک کننده ی موتور ته نشین خواهد شد و پس از مدتی تبادل گرما بین جدار سیلندر و آب خنک کننده به نحو رضایت بخش صورت نخواهد گرفت.

#### ۴-۳-۳- سیستم خنک کاری به روش اجباری یا با گردش آب تحت فشار

بیشتر موتورها توسط پمپ به روش اجباری خنک می شوند که کارآمدتر است. به علت سرعت زیاد گردش آب اختلاف درجه حرارت آب در ورودی و خروجی موتور در حدود ۴ الی ۸ درجه سانتی گراد می باشد. [۴]

سیستم خنک کاری می تواند مدار باز باشد یعنی رادیاتور با محیط اطراف همیشه در ارتباط





شکل ۴: یک موتور افقی یک سیلندر با سیستم چربکاری پاشیدنی. [۴]

• روشی که در آن آب خنک کننده از اطراف سیلندر گذشته و به خارج منتقل می گردد. [۴]

در این طریقه، در مواردی که برای موتور، آب فراوان و ارزان موجود باشد. بدیهی است که این طریقه در موتورهای متحرک مانند موتور اتومبیل قابل استفاده نیست و به علاوه روشن است که در مورد موتورهای ساکن مصرف آب خنک کننده بسیار زیاد خواهد بود. برای کنترل درجه حرارت یک ترموستات لازم است. موتورهایی که با این سیستم خنک می شوند بیشتر در درجات حرارت کم کار خواهند کرد و در نتیجه راندمان آنها کمتر خواهد بود. چون باید تمام گرمای موتور را بگیرد و به خارج (نه به رادیاتور) منتقل کند از این رو مقدار آب مورد لزوم نسبتاً زیاد خواهد بود. گردش آب در داخل سیستم خنک کاری آبی می تواند به روش ترموسیفون یا فشاری باشد.

باشد یا از نوع خنک کاری مدار بسته باشد که در آن رادیاتور با محیط اطراف فقط وقتی که فشار داخل رادیاتور کمی از فشار نرمال جو بالاتر یا پایین تر می رود ارتباط برقرار می کند. در ادامه بیشتر توضیح داده می شود.

#### ۴-۳-۴- چند روش سیستم خنک کاری

##### خاص دیگر با استفاده از آب

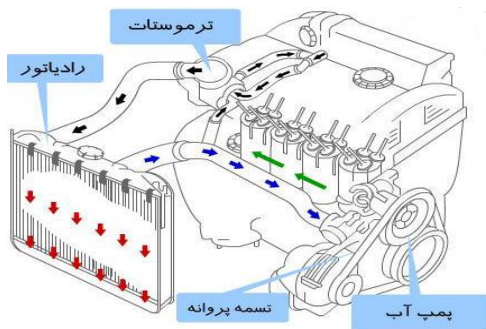
• طریقه ای که در آن آب خنک کننده در اثر گرم شدن به جوش آمده و تبخیر می شود. [۴]

در این روش موسوم به دستگاه خنک کننده سرباز یا محفظه ای است و موتورهایی که با این سیستم خنک می شوند در درجه حرارت نزدیک به نقطه جوش آب کار می کنند. در شکل پایین طرح یک موتور یک سیلندر افقی، که با چنین سیستمی خنک می شود نشان داده شده است [۴]

در این طریقه، آب خنک کننده کاملاً اطراف سیلندر را احاطه می کند و تا هنگامی که در محفظه دور سیلندر آب موجود باشد، موتور به نحو رضایت بخشی به کار ادامه خواهد داد. [۴]

ارتباط باشد یا از نوع خنک کاری مدار بسته باشد که در آن رادیاتور با محیط اطراف فقط وقتی که فشار داخل رادیاتور کمی از فشار نرمال جو بالاتر یا پایین تر می رود ارتباط برقرار می کند.

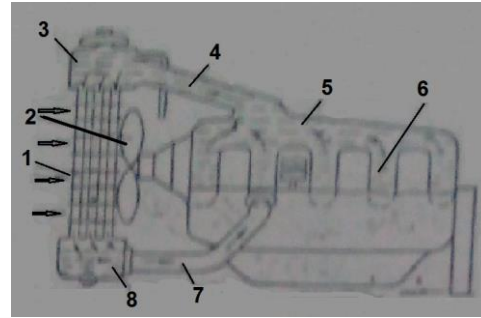
دستگاه خنک کننده غیر مستقیم، که در آن دستگاه با آب خنک شده و دارای رادیاتور می باشند. (مطابق شکل زیر)



شکل ۶: موتور آب خنک [۵]

در این روش آب در مجاری بدنه جریان می یابد و گرمای آن را می گیرد، پس آب به رادیاتور منتقل می شود و در حین عبور از رادیاتور توسط هوایی که از اطراف لوله های رادیاتور عبور می کند، و با سه عامل خنک می شود:

- به علت سطح گسترده رادیاتور.
- به علت ضریب تبادل حرارتی بالایی که پره های رادیاتور دارند. ضریب تبادل حرارتی به شرایط جریان هوا در مجاورت سطح بستگی دارد. هر چه سرعت هوا در مجاورت سطح بیشتر باشد، مقدار ضریب تبادل حرارت در سطح جدار بیشتر خواهد بود.



شکل ۵: سیستم خنک کاری آبی. [۴] ۱-رادیاتور ۲- پروانه ۳-مخزن بالا ۴-لوله ۵-کانال آب ۶-سرسیلندر ۷-سرسیلندر ۸-مخزن پایین

#### ۴-۴- تشریح سیستم خنک کاری به روش اجباری یا با گردش آب تحت فشار

بیشتر موتورها توسط پمپ به روش اجباری خنک می شوند که اغلب نوع پمپ سانتریفوژ می باشد.

سیستم خنک کاری با گردش آب تحت فشار که به وسیله ی پمپ ایجاد می شود کارآمدتر است. به علت سرعت زیاد گردش آب اختلاف درجه حرارت آب در ورودی و خروجی موتور در حدود ۴ الی ۸ درجه سانتی گراد می باشد. [۴]

برای خنک کاری یکنواخت تمام قطعات موتور، در موتورهای مدرن آب قبل ورود به مجرای خنک کاری ابتدا به داخل کانال مخصوص مقسم آب تحویل شده از آن جا به طرف قطعاتی که زیاد گرم می شوند جریان می یابد و سپس به طرف قطعاتی که کم گرم می شوند جریان می یابد. سیستم خنک کاری می تواند مدار باز باشد یعنی رادیاتور با محیط اطراف همیشه در





گذشته، آلومینیوم جایگزین این مواد شده است. عوامل دیگر در طراحی رادیاتور شامل چند گذرگاه بودن، شمارش باله در هر اینچ و پیکربندی مخزن (از قبیل جریان پایین (مخزن بالا) و یا جریان متقاطع (سمت تانک)) می باشد. اندازه ورودی و خروجی نیز یکی دیگر از عوامل در هنگام طراحی یک رادیاتور هستند. [۶]

هدف از یک رادیاتور انتقال حرارت از پره های اصلی به سمت هوا است. به همین دلیل، عامل مهم در یک سیستم خنک کننده جریان هوا است. این می تواند در بهره وری یک رادیاتور تاثیر گذارد. طراحی رادیاتور باید براساس درجه حرارت هوا در گرم ترین منطقه ای که وسیله ممکن است در آن کار کند، صورت گیرد. در آب و هوای سردتر مقدار آب در گردش رادیاتور به وسیله ترموستات تنظیم می شود.

#### ۴-۶- ارزیابی میدانی خرابی سیستم خنک کننده خودروها

در این تحقیق ارزیابی میدانی عیوب سیستم خنک کاری موتورهای موجود در کشور از جمله پراید، پژو ۴۰۵، پژو پارس و سمند EF7 بررسی شده است.

بیشترین خرابی در همه ی خودروها در مرحله اول مربوط به فن بوده و بعد واترپمپ و بستگی به خودروها می تواند از رله فن، فیوز فن، سنسور آب و غیره نیز باشد.

• به علت اصابت جریان هوا که با سرعت به پره های رادیاتور برخورد می کنند.

آب به عنوان یک عامل خنک کننده خیلی کارآمدتر از هوا می باشد. بنابراین موتوهای آب خنک زیاده تر از موتوهای هواخنک مورد استفاده قرار می گیرند هر چند که ابعاد و جرم موتور آب خنک بزرگ تر و تعمیر و نگهداری مشکل تر می باشد. [۴]

سیستم های آب خنک بسیار کم سر و صداتر از سیستم های هواخنک می باشند، زیرا کانال های خنک کاری صدای فرآیندهای احتراق را جذب می کند، سیستم های مایع نیز در معرض مشکلاتی چون یخ زدن، خوردگی و نشتی هستند، در حالی که این مشکلات در سیستم های هواخنک وجود ندارد. [۳]

#### ۴-۵- طراحی سیستم خنک کننده موتور

پنج عامل ضروری و تاثیرگذار برای طراحی یک سیستم خنک کننده موارد زیر می باشد:

• تولید حرارت (BTU/HP)

• ظرفیت رادیاتور (اتلاف حرارت)

• جریان هوا

• جریان آب

• فشار پمپ و سیستم

در گذشته بیشتر از مواد مس و برنج در ساخت رادیاتور استفاده می شد، اما در دو دهه



تعمیرگاه مکانیک شماره ۱۵	۳	۸	۸	۸	بژو
باتری سازی شماره ۱۶	۲	۱	۱	۱	براید
باتری سازی شماره ۱۷	۱	۱	۱	۱	-
باتری سازی شماره ۱۸	۳	۱	۱	۱	براید
باتری سازی شماره ۱۹	۱	۱	۱	۱	-

۱. رله فن ۲. فشنگی فن ۳. جعبه فیوز و سیم کشی ۴. رادیاتور ۵.

ترموستات ۶ واترپمپ ۷. فشنگی آب ۸. درب رادیاتور ۹. تسمه پروانه

۱۰. سرسیلندر و واشر

#### ۴-۷- جمع بندی

وظیفه اصلی سیستم خنک کاری خودرو، ثابت نگه داشتن دمای اجزا و صدمه وارد نکردن به سلامت قطعات موتور می باشد. از دیگر مزایای سیستم خنک کاری میتوان به افزایش راندمان حجمی، کاهش حرارت موتور، حفظ فیلم روغن روی قطعات، کمک به حفظ لقی ها و تلرانس های مجاز بین قطعات، تامین حرارت لازم کابین خودرو در فصل زمستان، کمک به حفظ پدیده ضربت<sup>۱</sup> و انفجار<sup>۲</sup> در موتور اشاره کرد.

پنج عامل تاثیرگذار در سیستم خنک کننده مطرح شده که در ابتدا مقدار تولید حرارت می باشد که یک سوم از گرمای موتور به سوی آب رفته و بایستی توسط رادیاتور پراکنده شود. دوم ظرفیت رادیاتور بوده که ظرفیت رادیاتور بستگی به مقدار حرارتی که باید از بین برود، دارد. سوم جریان هوا که در هنگام انتخاب یک رادیاتور، باید بخشی از سرعت وسیله نقلیه در نظر گرفته شده

اما در زمستان بیشترین خرابی از واترپمپ می باشد و علت آن نداشتن ضدیخ بوده که باعث یخ زدن آب رادیاتور شده و شخص بخاطر فراموش کردن استارت زده و باعث خورده شدن پره می شود.

مقایسه ای از چند خودرو سواری در جدول ۱ آورده شده است که در آن بیشترین خرابی که در قطعات سیستم خنک کاری خودرو وجود دارد و بیشترین رضایتی که در قطعات سیستم خنک کاری خودرو وجود دارد مطرح شده است.

جدول ۱: مقایسه خودروهای سواری برای نرخ خرابی

بیشترین رضایتی که در قطعات سیستم خنک کاری خودرو وجود دارد	بژو	سمند	بژو ۴۰۵	براید	بیشترین خرابی که در قطعات سیستم خنک کاری خودرو وجود دارد
تعمیرگاه مکانیک شماره ۱	۶	۶	۶	۶	بژو
تعمیرگاه مکانیک شماره ۲	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	براید
تعمیرگاه مکانیک شماره ۳	۱۰	۱۰	۱۰	۶	براید
تعمیرگاه مکانیک شماره ۴	۶	۶	۶	۶	براید
تعمیرگاه مکانیک شماره ۵	۵	۵	۵	۱	بژو
تعمیرگاه مکانیک شماره ۶	۱۰	۱۰	۱۰	۱	بژو
تعمیرگاه مکانیک شماره ۷	۱	۱	۱	۱	بژو
تعمیرگاه مکانیک شماره ۸	۶	۱	۶	۱	براید
تعمیرگاه مکانیک شماره ۹	۱۰	۱	۱۰	۳	براید
تعمیرگاه مکانیک شماره ۱۰	-	۳	۳	۳	-
تعمیرگاه مکانیک شماره ۱۱	۱	۱	۱	۲	بژو
تعمیرگاه مکانیک شماره ۱۲	-	۵	۵	۱	-
تعمیرگاه مکانیک شماره ۱۳	۸	۸	۸	۳	براید
تعمیرگاه مکانیک شماره ۱۴	۶	۶	۶	۶	براید

<sup>۲</sup> detonation

<sup>۱</sup> knock



و اکثراً سوختن واشرسرسیلندر پژو به علت طولانی بودن مسیر گردش آب از واترپمپ تا رادیاتور می‌باشد.

به گفته‌ی بعضی تعمیرگاه‌های دیگر علت این که پژو را از نظر خنک کاری موتور بهتر از پراید می‌دانستند، تعداد فن می‌باشد. به علت داشتن دو فن خنک کاری موتور پژو را بهتر از پراید دانسته‌اند.

#### ۴-۸- مراجع

- [۱] صابر جمشیدی، سیستم خنک کاری موتور خودروها، پایان نامه کارشناسی مهندسی مکانیک، موسسه آموزش عالی اوج آذر ۹۴
- [۲] آویکی، سروب؛ تولا، محمدحسن "موتورهای احتراقی"، وزارت آموزش و پرورش سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی، چاپ هفدهم، ۱۳۹۳
- [۳] نورپور، علیرضا؛ آقاخانی، احمد "تکنولوژی مولد قدرت"، اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی، چاپ چهارم، ۱۳۹۴
- [۴] قائم سیگارچیان، سارا؛ "بررسی سیستم خنک کاری موتور اتومبیل و طراحی شبکه رادیاتور برای موتور اتومبیل پژو"، دانشگاه علم و صنعت، تیرماه ۱۳۸۱
- [۵] فروغی فر، جزوه کارگاه اتومکانیک قسمت دوم - اردیبهشت ۹۳
- [۶] *Cooling System Principles & Racing Meziere & Racing Saldana Products*

باشد. چهارم جریان آب، پنجم پمپ و فشار سیستم.

در طراحی و انتخاب اجزای سیستم خنک کاری باید در ملاحظات طراحی رادیاتور براساس درجه حرارت هوا در گرم‌ترین منطقه‌ای که وسیله ممکن است در آن کار کند، صورت گیرد. رادیاتورها اغلب از جنس آلومینیوم ساخته می‌شوند. واضح است که ساختمان رادیاتور در قدرت تبادل حرارت آن نیز تاثیر دارد.

بنابراین علاوه بر نوع رادیاتور، ابعاد آن و فضای در نظر گرفته شده برای پره‌ها و لوله‌ها عوامل مهمی هستند که باید طراح در نظر بگیرد. در انتها یک مقایسه از چند خودرو سواری داخل کشور آورده شده است که در آن بیشترین خرابی که در قطعات سیستم خنک کاری خودرو وجود دارد و مقدار رضایت از قطعات سیستم خنک کاری خودروها آورده شده است.

به گفته‌ی بعضی تعمیرگاه‌ها، پراید از نظر خنک کاری موتور بهتر از پژو می‌باشد و آن به دلیل فاصله کوتاه واترپمپ تا رادیاتور می‌باشد و با این که تعداد فن پراید نسبت به پژو یکی می‌باشد به علت دو دور بودن فن پراید از لحاظ خنک کاری بهتر عمل می‌کند. با این که پژو دارای دو فن می‌باشد زیاد تاثیری در خنک کاری نداشته





## بخش دوم: چکیده پایان نامه های برتر موسسه



## دستگاه تست خمش سه نقطه

مقطع کارشناسی مکانیک خودرو

نگارش: امیر حسین کاظمی، محمدرضا یوسف زاده، علی اسماعیل نژاد

استاد راهنما: مهندس مهدی کشاورزی

بهمن ۹۵

**چکیده:** امروزه با دستگاه خمش تیر آزمایش‌های متفاوتی در مورد تیرها می‌توان انجام داد مانند بدست آوردن مدول الاستیسیته، شعاع انحنای تیر، خیز تیرها. همچنین شرایط متنوعی با تکیه‌گاه‌های متنوع ( ساده، لغزشی، گیردار) و بارگذاری‌های: نقطه‌ای، گسترده، ثابت یا در حال حرکت، برای تیر قابل ایجاد است. در این تحقیق تیر به صورت تیر ساده یعنی با دو تکیه‌گاه ساده در دو طرف تیر به کار گرفته می‌شود و بارگذاری را در دو انتهای لبه‌ی تیر خارج از تکیه‌گاه‌های ساده انجام می‌گیرد که در این تست تیر تحت خمش ساده قرار می‌گیرد و نیروی عرضی‌ای در طول موثر تیر مورد نظر وجود ندارد. تیرها یکی از سازه‌های مهم مورد بررسی در مقاومت مصالح هستند. تیر عبارت است از یک عضو با مقطع منشوری که ابعاد سطح مقطع آن در مقایسه با طول آن ناچیز است و تحت بارهای عرضی و یا ممان خمشی می‌توان قرار بگیرد.

**واژه‌های کلیدی:** خمش، کرنش، تنش، خیز، تغییر طول



## طراحی سیستم امنیتی خودرو

مقطع کارشناسی مکانیک خودرو

نگارش: آرمان محمدی - سید مسعود حسینی - حامد حسین زاده

استاد راهنما: مهندس بابک منافی

بهمن ۱۳۹۵

**چکیده:** در جوامع امروزی با توجه به سितره علم و فناوری و نیاز اساسی در آینده ای نه چندان دور ما را بر این داشت تا با استفاده از این تکنولوژی روز بخش کوچکی از آنها را برطرف نماییم. چراکه امنیت و از طرفی دیگر آسایش و راحتی در بکارگیری وسایل موجود جزء لاینفک جوامع امروزی بوده. با افزایش روز افزون وسایل نقلیه نیاز به امنیت و راحتی کاربران بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته تا جایی که می توان دید که شرکت‌های بزرگ خودروسازی در این جهت گام‌های بزرگی برداشته اند و مانیز در ابتدای امر در جهت ارتقای سطح کیفی علمی خود و در سوی دیگر کمکی جزئی در این راستا قدم برداشتیم که هدفمان را بوسیله ابزارالات موجود به سرمنزل برسانیم. هدف اصلی این پروژه حفظ امنیت در درجه اول و در گام بعدی راحتی استفاده از وسیله نقلیه را برای راننده فراهم نماید چراکه امنیت برای وسایل نقلیه بسیار حائز اهمیت است طراحی برد این محصول بسیار صنعتی بوده تا جایی که ما بدنبال تولید انبوه در بازار می باشیم و از طرفی دیگر امکانات رفاهی نصب شده بر روی بورد این محصول هر راننده ای را وسوسه برای خرید آن می نماید این دستگاه با بهره گیری از یک میکروکنترلر پیشرفته در مرکز فرماندهی اصلی تمامی محاسبات و فرمانهای لازم را دربر میگیرد و از این حیث به ما اطمینان بالایی عرضه می دارد. سخت افزار بسیار ساده از یک سو و از سوی دیگر بسیار قدرتمند میدان حرکتی ویژه ای در جهت اهدافمان به ما عرضه کرده. بطوری که در آینده ای نه چندان دور این تیم بدنبال وسعت امکانات محصول نهایی بوده تا بهترین روش جهت (COMFORT & SECURITY) در اختیار کاربر قرار دهد.



## تابلو گسترده آموزشی، فن خنک کننده و سیستم روشنایی خودرو ۴۰۵

مقطع کارشناسی مکانیک خودرو

نگارش: ابراهیم لطفی بخش، امیرحسین کمالی پور، ابوالفضل وطن دوست

استاد راهنما: مهندس مهدی کشاورزی

بهمن ۱۳۹۵

**چکیده:** شرح مختصر کاربرد سیستم های بوق اتوماتیک راهنما و فلاشر چراغ های جلو و سیستم خنک کننده موتور. سیستم چراغ های جلو، اتوماتیک راهنما و فلاشر جزو سیستم روشنایی می باشد که شامل چراغ های نور بالا، نور پایین و چراغ های راهنما و فلاشر می باشد. در مدار سیستم های روشنایی معمولاً تعدادی چراغ، کلید، فیوز، باتری و غیره وجود دارد. سیستم بوق جزو سیستم هشداردهنده می باشد منظور از سیستم هشداردهنده این است که به راننده خودرو و یا سایر رانندگان اطلاع رسانی می کند. سیستم خنک کاری پژو ۴۰۵ دارای ۲ عدد فن می باشد که وظیفه خنک کاری و کاهش دمای آب رادیاتور را برعهده دارد این فن ها به طور خودکار و متناسب با دمای آب به کار می افتد به طوری که ابتدا با دو راهنما به کار می افتند و سپس در صورت بالا رفتن دمای آب با دور تند شروع به گردش خواهند نمود.

**کلمات کلیدی:** موتور فن، یونیت کنترل فن، رله، دسته راهنما، اتوماتیک راهنما، سنسور دما PTC





## مدل سازی و شبیه سازی سیستم تعلیق محور جلو در نرم افزار ADAMS/CAR مقطع کارشناسی مکانیک خودرو

نگارش: محسن قنبری، میلاد خیام دار، رامین قادری

استاد راهنما: مهندس خشنودی

خرداد ۹۶

**چکیده:** وظیفه سیستم تعلیق که یکی از مهمترین اجزای خودرو به شمار می رود، ایجاد ارتباط بین جاده و خودرو است. این سیستم در مواردی هم چون هدایت خودرو، شتاب گیری، و ترمز نقش ویژه ای ایفا می کند. لازم به یادآوری است، در صورت عدم وجود سیستم تعلیق، تمام قطعات خودرو به دلیل شدت ضربات وارده از جاده، به سرعت از بین می روند و عمر خودرو کوتاه می شود. یک جاده هر چقدر هم صاف و مسطح باشد، محل مناسبی برای به حرکت در آوردن چند تن فلز با سرعت بالا، نیست. پس به سیستمی نیاز است که توانایی کاهش ضربات، تکانها و لرزشهای ناشی از شرایط جاده را داشته باشد. علاوه بر این، یک خودرو باید در مقابل تغییر مقدار بار وارده و تغییر نقطه ثقل، انعطاف پذیر بوده و توانایی مواجهه با آنها را داشته باشد. یک سیستم تعلیق دارای اجزاء بسیاری می باشد، اما اصلی ترین اجزای آن فنر و کمک فنر می باشند. یک خودرو برای داشتن راحتی بیشتر، نیاز به فنرهای خیلی نرم و انعطاف پذیر دارد. اما راحتی فقط هدف ما در ساخت یک خودرو نیست. ضمن اینکه باید بتواند سریع حرکت کند. ایمنی بالایی نیز باید داشته باشد.



## دستگاه بازیافت انرژی اتلاف شده در لوازم گرمایشی

مقطع کارشناسی مکانیک خودرو

نگارش: علیرضا علوی، علی معصومی

استاد راهنما: مهندس مهدی کشاورزی

بهمن ۹۵

**چکیده:** دستگاه بازیافت انرژی اتلاف شده وسیله ای است که با قرار گیری در مسیر گاز های گرم خروجی ناشی از اشتعال در لوازم گرمایشی مثل بخاری گرما را از آن ها می گیرد و طبق محاسبات انجام شده در این تحقیق میتواند راندمان حرارتی را تا حدود ۲۲٪ افزایش دهد.

**واژه های کلیدی:** انرژی، راندمان حرارتی، بازیافت، فن، لوازم گرمایشی



## موتورهای پیستونی اشتعال جرقه ای مقطع کارشناسی مکانیک خودرو

نگارش: سجاد نجفی امین ، احسان شریعتی، سجاد مقامی، مهدی آقاباری

استاد راهنما: مهندس مهدی کشاورزی

بهمن ۹۵

**چکیده:** موتورهای احتراق داخلی پیستونی متداول ترین موتورهای استفاده شده در خودروها هستند که به دو دسته اشتعال جرقه ای (معمولا در سواری ها) و اشتعال تراکمی (دیزل) تقسیم می شوند. موتورهای اشتعال جرقه ای که موضوع بررسی این پروژه است دارای دو نوع دوزمانه و چهار زمانه است. هرکدام از موتور ها دارای چهار زمان مکش، تراکم، احتراق و تخلیه می باشد. در این موتورها اشتعال به وسیله جرقه شمع شروع می شود ، و کم کم جبهه آتش به تمام محفظه احتراق میرسد و فشار به یک باره بسیار زیاد می شود. به همین دلیل به این موتور ها موتورهای حجم ثابت گفته می شود. و به سیکل اتو مشهور است.

**واژه های کلیدی:** اشتعال جرقه ای-مکش-تراکم-احتراق-تخلیه-حجم ثابت-سیکل اتو



---

## طراحی فروشگاه آنلاین با پنل فروشندگان در طرح‌های درآمد زایی مقطع کارشناسی مهندسی کامپیوتر

نگارش: جعفر مصطفی درو

استاد راهنما: مهندس مهسا معزز

بهار ۹۶

**چکیده:** وب سایت یکی از تکنولوژی‌های مطرح دنیا می‌باشد که روزانه افراد زیادی در کل دنیا را به خود جلب کرده است و نوع کسب و کارها و ارتباط‌ها و... را تغییر داده است. در باره استفاده از وب سایت می‌توان گفت سایت‌ها، نرم‌افزاری چندکاره هستند. یعنی یک سایت می‌تواند به حالت‌های مختلفی تقسیم شود به عنوان مثال سایت‌های معرفی و یا نرم‌افزارهای مالی و حسابداری و یا قسمت سرور کد یک برنامه بر روی گوشی شما باشند. اما نکته‌ای که ما قرار است به آن بپردازیم طراحی و تولید یک وبسایت با تمام قابلیت‌های یک فروشگاه اینترنتی می‌باشد اما با یک مقدار تفاوت در همه فروشگاه‌های آنلاینی که تا به امروز مشاهده کردید، به این علت متفاوت که در این فروشگاه قرار نیست که مدیریت یک کالا را به فروش بگذارد، فروشندگان‌های مختلفی در کشورها و شهرهای دور و نزدیک این کار را انجام می‌دهند. در این مقاله می‌خواهیم درباره طراحی سایت فروشگاهی و برنامه نویسی به سبک اختصاصی به کمک زبان php و wordpress و درآمد زایی از این حرفه صحبت کنیم.

**واژه‌های کلیدی:** طراحی سایت، سایت فروشگاه، زبان php و Wordpress



## کارت های هوشمند

مقطع کارشناسی مهندسی کامپیوتر

نگارش: محمد صادق بردوئی

استاد راهنما: مهندس مهسا معزز

تیر ۹۶

**چکیده:** از حدود چهار دهه قبل، اولین کارتهای هوشمند به بازار عرضه شدند و به دلیل کاربردهای گسترده آنها با سرعت فزاینده ای در کشورهای مختلف مورد استفاده قرار گرفتند. یک کارت هوشمند عبارت است از جسم فیزیکی کارت که یک تراشه رایانه‌ای بر روی آن نصب شده باشد. ظرفیت حافظه این کارتها بین 1 الی 64 کیلو بایت قابل تغییر است. از طرفی، قابلیت ذخیره سازی و پردازش اطلاعات و نیز، قابلیت بالای مراقبت از اطلاعات ذخیره شده، کاربرد این کارت ها را به کلیه عرصه های زندگی انسان گسترش داده است. در این پروژه ضمن معرفی کارتهای هوشمند و اشاره ای به تاریخچه ظهور و رشد آنها، به فناوری انواع کارت های هوشمند پرداخته شده و پس از برشمردن مزایای استفاده از این کارتها، به کاربردهای کارت در پنج حوزه مختلف، از جمله: حمل و نقل؛ گردشگری؛ فرهنگی – رفاهی؛ پرداخت های روزمره شهروندان و خدمات نیروی انسانی سازمانها توجه شده است.

**واژه های کلیدی:** کارت های هوشمند – کارت های بانکی – کارت های تراشه دار – دستگاه های چاپ دیجیتال



## طراحی قالب صفحات سایت با نرم افزار Photoshop و درآمد زایی

مقطع کارشناسی مهندسی کامپیوتر

نگارش: سجاد محمدنیا

استاد راهنما: مهندس مهسا معزز

بهار ۹۶

**چکیده:** طراحی قالب وب سایت از اولین مراحل در طراحی وب سایت است. طراحی قالب سایت انواع مختلفی دارد مانند HTML و طراحی psd با استفاده از نرم افزار فتوشاپ و یا طراحی قالب با فلش و... می توان گفت فتوشاپ، نرم افزاری چندکاره است. یعنی تقریباً در هر جایی که به طراحی یا کار روی تصویر و عکس نیاز باشد خودی نشان می دهد و قابل استفاده است. بر مبنای نوع کاربرد می توان کاربران فتوشاپ را به ۳ دسته تقسیم کرد: طراحان گرافیکست ، عکاسان ، طراحان وب و چندرسانه‌ای. بخش اول محیط گرافیکی صفحه و بخش دوم محیط کدنویسی است که به کمک آن محیط گرافیکی ایستا به یک محیط پویا تبدیل می شود. به جرات می توان گفت به همان اندازه که کدنویسی درست در طراحی وب سایت مهم است، طراحی گرافیکی وب سایت نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. اینجاست که فتوشاپ پا به میدان می گذارد و طراح وب می تواند با کمک آن به بهترین نحو ممکن قدرت کدنویسی خود را به نمایش بگذارد. در این مقاله می خواهیم درباره طراحی صفحات وب به کمک فتوشاپ و ابزارها و فرآیندی که به ما در این زمینه کمک می کنند و درآمد زایی از این حرفه صحبت کنیم.

واژه های کلیدی: طراحی سایت، نرم افزار Photoshop





بخش سوم: گزارش‌ها و ویژه‌های این شماره





## گزارش بازدید های دانشجویی

بازدید دانشجویان مهندسی مکانیک و صنایع از شرکت صنایع نوآوران<sup>۱</sup> که در زمینه ماشین آلات دارویی

فعالیت دارد و همچنین شرکت پلاسکو کار سایپا<sup>۲</sup>

که در زمینه تولید، مونتاژ و رنگ آمیزی قطعات پلیمری خودرو از جمله داشبورد، سپر و رودری انواع

خودروهای سواری فعالیت دارد.



<sup>۱</sup> آدرس: کرج - محمدشهر - شهرک صنعتی زیبادشت

<sup>۲</sup> آدرس: کیلومتر ۲۵ اتوبان قزوین-کرج شهرک صنعتی کاسپین



## موفقیت تیم رباتیک موسسه آموزش عالی اوج در مسابقات رباتیک آزاد شیراز و راهیابی به مسابقات جهانی



این مسابقات در اسفند ماه سال ۹۶ در شیراز برگزار و تیم  
رباتیک موسسه آموزش عالی اوج موفق به کسب جایگاه دوم و اخذ  
مجوز جهت حضور در مسابقات جهانی ترکیه و روسیه گردید.

## انجمن علمی دانشجویان



با عرض سلام و تشکر خدمت تمامی عزیزان، دوستان، اساتید و همراهانی که برای تشکیل این انجمن هیچ فداکاری و کمکی را از ما دریغ نکردند.

با توجه به نیاز اساسی هر کانون، موسسه و یا نهاد آموزشی که خواهان رسیدن و پای نهادن به عرصه‌ی ترقی است واجب می‌باشد تا

علاوه بر اجلاس مسئولین، اساتید و دیگر همکاران آموزشی نهادی به دانشجویانی که در حال تحصیل در آن مرکز هستند نیز اختصاص داده شود تا نیازهایی را که تنها اجتماعات داخلی خود ایشان قادر به درک آن هستند را با کادر مدیریتی و آموزشی مربوطه اعم از نظارت بر اجرای صحیح قوانین آموزشی مصوبه وزارت علوم، مجهز بودن و تجهیز گردانیدن کارگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها و نحوه‌ی تدریس اساتید

که می‌بایست به زبانی ساده، روان و شیوا که باید دربرگیرنده آموزش صحیح و جامع محتوای کامل آموزشی باشد از سوی انجمن رسیدگی شود. از این رو با رویکردی مثبت که منجر به همکاری نمایندگان دانشجویان گروه آموزشی هوافضا با دیگر گروه‌های آموزشی شد انتخاباتی مورخ ۳۰ اسفند ۱۳۹۵ صورت گرفت که بدین ترتیب از هر رشته و گروه آموزشی نماینده‌ای طبق آراء دانشجویان انتخاب گردید که به شرح زیر می‌باشد:

۱- دانیال حیدری - هوافضا

۲- نیلوفر نعمت الهی - نرم افزار

۳- علیرضا شهنوازینیا - نرم افزار

۴- زهرا بیات - صنایع

۵- نرگس شفیعی نسب - هوافضا

۶- محمد اینانلو - مکانیک

۷- علی اصلانی - عمران

۸- مهران روزبان - برق

۹- مجید کسروی - صنایع



در اولین جلسه نمایندگان که بعد از تعطیلات نوروزی با حضور معاون محترم پژوهشی جناب آقای استاد اکبر بیگلو انجام شد خانم نرگس شفیعی نسب طبق آراء اعضای هیئت انجمن به عنوان دبیر این نهاد منصوب گشتند که بنا بر نظر شخصی من ایشان بسیار توانمند در امور مدیریت و فعالیت‌های اجرایی می‌باشند و مناسب‌ترین شخص در این مقام هستند که تا کنون با همکاری ایشان در انجمن موفق به برگزاری سمینارهای متعدد و همچنین بازدیدهای علمی بسیاری از جمله بازدید دانشجویان هوافضا از مجموعه نمایشگاه‌های صنایع هوایی و هوافضا شده ایم.

اما در ادامه صحبتی با ادامه دهندگان این راه در میان باقی مانده است که آن‌ها باید بدانند و آگاه باشند که هدف از تشکیل انجمن علمی تولید، اختراع یا به ثبت رسانیدن یک محصول صنعتی یا چیزی شبیه به آن نیست بلکه باید یاد بگیرند که چگونه موسسه‌ای را که در آن مشغول به تحصیل هستند را بر پایه‌ی یک نظام آموزشی صحیح، اصولی و درست با برنامه‌ای راسخ و جامع شکل بدهند.

با تشکر

دانیال حیدری

نائب دبیر انجمن علمی دانشجویی اوج

آبیک ۱۳۹۷





## مروری بر پیش شماره‌های اول و دوم نشریه اوج

- بررسی رابطه بین خواص مکانیکی و ضخامت لایه‌ها در روش استریولیتوگرافی
- طراحی سیستمی فضایی زیرمداری با ترکیب ماتریس ساختار طراحی اجزا محور و پارامتر محور
- تکنولوژی پیل سوختی و کاربرد آن در خودرو
- انواع سیستم تعلیق در اتومبیل‌ها
- مروری بر سیستم کنترل دمای ماهواره‌ها



- معرفی سیستم‌های خورشیدی به عنوان جایگزینی پاک برای تولید برق
- مقدمه‌ای بر فرایندهای اکستروژن فلزات
- آموزش ساخت یک ربات ساده بدون نیاز برنامه نویسی
- گزارش از پروژه‌های انجام شده موسسه



## دعوت به همکاری:

### طرح روی جلد:

نشریه اوج از عموم علاقه‌مندان دعوت میکند طرح‌های پیشنهادی خود برای طرح روی جلد نشریه شماره بعدی را به آدرس این نشریه ارسال کنند.

طرح روی جلد در اندازه A4 و در فرمت JPEG و در برگزیده عکس و مفاهیم مرتبط با موسسه و رشته‌های تحصیلی موجود در آن باشد.

### صفحه آرایشی:

از دانشجویان علاقه‌مند به صفحه‌آرایی و مسلط به Word جهت انجام صفحه‌آرایی و نگارش مطالب نشریه دعوت به همکاری می‌شود.



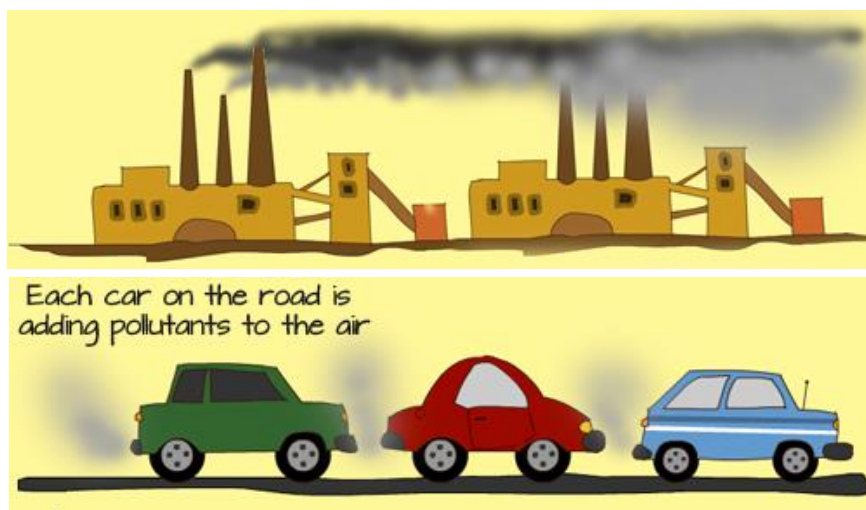


## روز جهانی زمین

روز زمین، روزی برای افزایش آگاهی و قدردانی نسبت به محیط زیست کره زمین است. این روز در هر در سال، در ۲۲ آوریل برابر با ۲ اردیبهشت برگزار می‌شود. کشورهای مختلف این روز را گرمی داشته و برنامه های مختلف آموزشی و فرهنگی جهت آشنایی مردم با محیط زیست برگزار می‌کنند. توافقنامه زیست محیطی پاریس نیز که یک معاهده بین‌المللی در جهت کاهش گازهای گلخانه‌ای بود، در ۲۲ آوریل ۲۰۱۶ به تصویب جامعه جهانی رسید. هر ساله مراسم با یک شعار نیز همراه است که شعار امسال روز جهانی زمین کاهش آلودگی پلاستیک است.

جوامع و کشورهای بسیاری هفته زمین را با آغاز روز زمین جشن می‌گیرند و تمام هفته را به فعالیت‌های زیست محیطی اختصاص می‌دهند. همچنین این روز فرصت خوبی است تا دانش خود را در مورد زمین و راه های مقابله با آلوده شدن آن را بیفزاییم. از این رو بنا داریم در این شماره از نشریه در مورد آلودگی هوا و راه کار های مقابله و کاهش آن مطالبی آورده شده است.

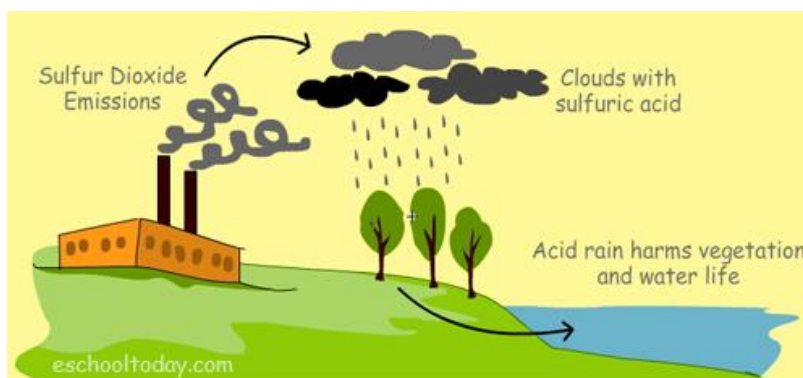
آلودگی هوا ترکیبی از مواد جامد و گازها در هوا هستند. انتشارات خودروها و صنایع، گرد و غبار و مانند آن. اکثر آلودگی که ما انسانها آن را تولید می‌کنیم ناشی از سوختن نفت، زغال سنگ، گاز و گازوئیل برای تولید نیروی الکتریسیته و همچنین نیروی محرکه خودروها هست. همچنین بخشی از آلودگی به دلیل فعالیت انسانها در معادن و حتی فعالیت های کشاورزی می‌باشد. بخشی از آلودگی هوا نیز به صورت طبیعی صورت می‌گیرد مانند فوران های آتش فشان ها، آتش سوری جنگل ها، پراکندگی گرده ها و مانند آن که حجم آنها بسیار کم می‌باشد.



آلودگی هوا زمانی تعریف میشود که تنفس و زنده ماندن را برای انسانها، حیوانات و گیاهان دشوار میکند.



یکی از تاثیرات خطرناک آلودگی هوا، ایجاد بارانهای اسیدی است و آن زمانی رخ میدهد که اسید سولفوریک حاصل از دود آلاینده ها با آب باران ترکیب شده و منجر به بارش باران اسیدی میگردد که صدماتی را به گیاهان و همچنین ساختمان ها وارد می کند.



تاثیر دیگر آلودگی هوا بر لایه ازن است. زمین توسط لایه ای از اتمسفر پوشانده شده که زمین را از تشعشعات شدید خورشید در طول روز و همچنین سرد شدن شدید آن در طول شب حفظ می کند. اضافه کردن هر گونه ذرات و یا گازهای آلاینده که تعادل این لایه را برهم بزند، زندگی انسان ها را در این کره خاکی به خطر خواهد انداخت.

بیشترین حجم آلودگی هوا شامل موارد زیر می باشد:

مناوکسید کربن که از سوختن سوخت در موتورها و خودروها حاصل میشود که تنفس آن اکسین رسانی به اندامهای بدن را دچار مشکل کرده و موجب درد قفسه سینه و بیماری های قلبی میشود. سرب که از کارخانجات ذوب فلزات، سوخت موتورهای هواپیماها، کارخانجات سوخت زباله ها، و کارخانجات تولید باتری ناشی میشود که سیستم عصبی را دچار مشکل کرده و ضریب هوشی، حافظه و یادگیری را در کودکان پایین می آورد. اسید سولفوریک که از سوختن زغال سنگ ها حاصل میشود. صنایعی مانند نیروگاه ها بیشترین حجم تولید آن را دارند که تنفس آن منجر به بیماری های تنفسی و آسم میشود.

راه کارها کاهش آلودگی:

برای کاهش آلودگی هوا در دو سطح می توان اقدام کرد:

در سطح دولتی می توان با وضع قوانین، شرکت ها را مسئولیت پذیر تر کرد تا آلودگی کمتری ایجاد کنند و همچنین به سمت استفاده از انرژی های پاک مانند خورشیدی، بادی و انرژی های نو بروند که نیاز به سوخت های فسیلی کمتر بشود. تشویق تولید کنندگان خودروها به تولید خودروهایی با راندمان بالا و در نتیجه کاهش مصرف سوخت نیز از دیگر راه کارها هست. اما در بخش شخصی نیز میتوان با تشویق خانواده خود به استفاده



از حمل و نقل عمومی و در نتیجه کاهش تعداد خودروها به کاهش آلودگی هوا کمک کرد. استفاده درست از انرژی در دسترس برای روشنایی، پخت و پز و گرمایش و سرمایش نیز نقش زیادی در کاهش آلودگی هوا دارد، چرا که برق مورد نیاز این قبیل کارها نیاز به سوختن مقدار زیادی سوخت های فسیلی دارد که موجب آلودگی هوا میگردند. بازیافت و دوباره استفاده کردن از وسایل نیز تاثیر چشم گیری در کاهش آلودگی دارد. برای تولید لوازم و وسایل مقدار زیادی انرژی مصرف می شود که با دوباره استفاده کردن از آنها میزان انرژی مصرفی نیز کاهش میابد.



# فراخوان مقاله

نشریه پیام اوج از عموم اندیشمندان \_ اساتید ودانشجویان گرامی  
جهت ارسال مقالات و یادداشت های فنی و علمی خود دعوت می نماید.



**آدرس:** ایبک \_ موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی اوج \_

طبقه اول \_ دبیرخانه نشریه اوج

**ایمیل:** Akbarbeyglou.hamid@ooj.ac.ir

پیش شماره های اول و دوم نشریه اوج



22 APRIL

EARTH DAY



*End Plastic Pollution*

۲ اردیبهشت