نشریه علمی دانشجوی مهندسی مکانیک دانشگاه اصفهان

شماره هفتم- بهار ۱۴۰۳- سال سوم

فیزیک

تست‌های غیر مخرب

مقدمه‌ای بر دینامیک سیالات محاسباتی

پیل سوختی و هیدروژن

تصادف زنجیره‌ای بهبهان

۰ مقدمه

۱ CFD نیاز کاربرد استراژی

۵ تست‌های غیر مخرب

۹ پیل سوختی و هیدروژن

۱۳ تصادف زنجیره‌ای بهبهان

گرافیک و صفحه آرایی گروه هنری آبالون

سردبیر زهرا قره داقلی

مدیر مسئول یگانه جمالی

مدیر اجرایی معصومه رجبی

تیم تحریریه و ویراستاری پاشا تحصیلی،پرهام جفری، سید علی ترابی، هلیا بستانی، زهرا قره داقلی، علی سینا ترابی، معصومه رجبی

گر نکوبی شیشه غم را به سنگ
هفت رنگش میشود هفتاد رنگ

مایه مسرت و افتخار است که در اولین فصل سال ۱۴۰۳با هفتمین نسخه فیدار پذیرای شما عزیزان هستیم؛

طی این نسخه بیان کردیم: تست‌های مخرب، دینامیک سیالات محاسباتی، پیل‌های سوختی و در نهایت شرح ماوقعی که وضعیت صنعت خودروسازی ایران را بیان می‌کند؛ ماحصل هر آن‌چه که در توانمان بوده است!

طی آماده‌سازی این نسخه افرادی در کنار ما گام برداشتند که همراهی‌شان موجب دلگرمی و استقرار قدم‌هایمان در این مسیر شد، از تمامی دانشجویان بزرگوار و همچنین جناب مهندس اسدی کمال تشکر و قدردانی را داریم. در نهایت نسخه‌ای که اکنون در دست شماست خالی از عیب نیست، همچنان که نبوده و نخواهد بود؛ لیکن در مسیر ترقی، تلاش می‌کنیم که بالاترین کیفیت مهیا شود؛ در این راستا آن‌چه اشتباهات را مشخص و گوشزد می‌کند انتقادات شما عزیزان است؛ که با گوشِ جان در انتظارشان نشستیم.

همچنین اگر به فعالیت در محیط فیدار علاقه‌مندید با آغوش باز پذیرای شما هستیم.

ارادتمند

معصومه رجبی

راه‌های ارتباطی:

FidarMagazine@gmail.com

@fidar.magazine

نیـــــاز C

علی سینا ترابی

استراژی F

سال چهارم مهندسی مکانیک

کاربـــرد D

در علم مکانیک سیالات، معادلات حاکم بر سیال از جمله معادله بقا جرم و بقای مومنتوم و بقای انرژی که رفتار یک سیال را توصیف می‌کنند؛ مجموعه‌ای از معادلات دیفرانسیل جزئی غیرخطی[1]، تشکیل می‌دهند که به صورت کوپل شده[2] هستند. حل تحلیلی این معادلات به دلیل پیچیدگی‌های خاص خود برای بسیاری از مسائل مهندسی ممکن نیست؛ با این وجود دستیابی به راه حل‌های تقریبی معادلات حاکم، مبتنی بر کامپیوتر برای انواع مسائل مهندسی ممکن است؛ راه حلی که موضوع بحث دینامیک سیالات محاسباتی است.

Computational Fluid Dynamics یا به اختصار CFD به تجزیه و تحلیل جریان سیال با استفاده از روش‌های عددی می‌پردازد. با استفاده از دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) می‌توان جریان سیال، انتقال حرارت، انتقال جرم و دیگر پدیده‌های مرتبط با سیال را با حل معادلات حاکم تجزیه و تحلیل کرد. بسیاری از سیستم‌ها نیاز به طراحی مجدد و افزایش بازده دارند. یک راه حل انجام آزمایش و تست‌های مختلف است که معمولا پرهزینه و یا به دلیل محدودیت آزمایش، غیرقابل انجام است؛ در صورتی که به کمک CFD می‌توان این گونه پدیده‌ها را شبیه‌سازی کرد.

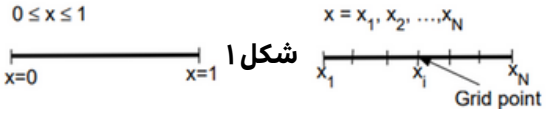
استراژی CFD بدین صورت است که با استفاده از یک شبکه، دامنه پیوسته[3] مسئله را با دامنه گسسته[4] جایگزین می‌کند. در دامنه پیوسته، هر متغیر جریان در هرنقطه از دامنه تعریف می‌شود. برای مثال، فشار در دامنه پیوسته نشان داده شده در شکل ۱ بدین صورت تعریف می‌شود:

$$p = p(x), 0 < x < 1$$

در دامنه گسسته، هر متغیر جریان فقط در نقاط شبکه تعریف می‌شود، بنابراین در دامنه گسسته فشار فقط در نقاط شبکه تعریف می‌شود:

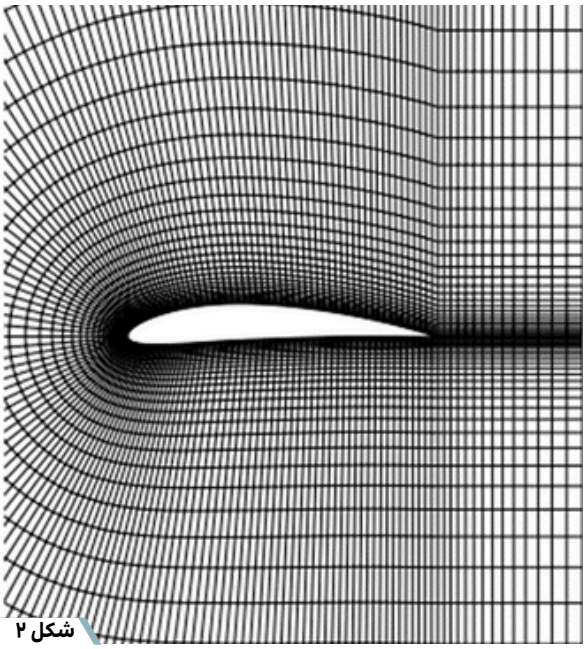
$$p_i = p(x_i), i = 1, 2, \cdots, N$$

۲.دسته‌ای از معادلات که متغیرها مجهول مشترک دارند.



شکل ۱

در CFD، متغیرهای جریان مستقیما در نقاط شبکه حل می‌شوند و متغیرهای جریان در مکان‌های دیگر با درون‌یابی مقادیر، نقاط شبکه به دست می‌آیند. به بیان ساده‌تر معادلات دیفرانسیل پاره‌ای و شرایط مرزی حاکم بر مسئله بر حسب متغیرهای پیوسته تعریف می‌شوند. می‌توان معادلات و شرایط مرزی را بر حسب متغیرهای گسسته تقریب زد؛ در نتیجه مجوعه بزرگی از معادلات جبری بر حسب نقاط شبکه به دست می‌آید که حل این مجموعه نیازمند تعداد بسیار زیادی محاسبات تکراری است؛ وظیفه‌ای که ما انسان‌ها آن را به کامپیوتر دیجیتالی می‌سپاریم. بدین صورت می‌توان هر هندسه‌ای را با شبکه بندی، بررسی کرد. شکل ۲ شبکه مورد استفاده برای حل جریان روی ایرفویل را نشان می‌دهد.



شکل ۲

تا کنون با گسسته سازی دامنه مسئله آشنا شدیم، اما گسسته سازی معادلات چگونه انجام می‌شود و چگونه می‌توان معادله دیفرانسیل پاره‌ای غیرقابل حل را به معادلات جبری قابل حل تبدیل کرد؟

۱.nonlinear partial differential equations

۳.Continuous Domain

۴.Discrete Domain

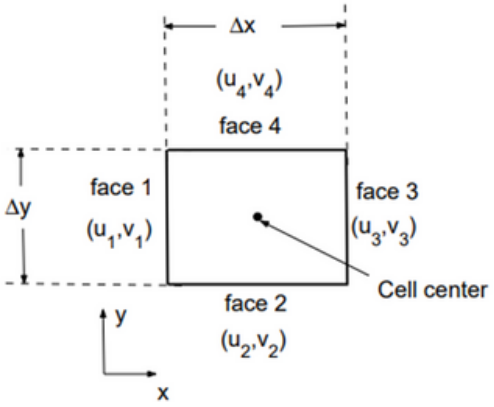
روش‌های متفاوتی برای گسسته سازی معادلات وجود دارد از جمله روش المان محدود، حجم محدود و روش تفاضل محدود. اکثر کدهای CFD از روش‌های حجم محدود و یا از اجزا محدود استفاده می‌کنند که برای مدل سازی جریان عبوری از هندسه‌های پیچیده‌تر مناسب است؛ برای مثال، کد فلوئنت[1] از روش حجم محدود استفاده می‌کند در حالی که انسیس[2] از روش المان محدود پیش می‌رود.

در این مقاله به طور خلاصه با روش حجم محدود آشنا خواهیم شد :

شبکه ایروفیل شکل ۲ از چهار ضلعی تشکیل شده است، این چهار ضلعی را سلول و هرنقطه شبکه را گره می‌نامند، در دو بعدی علاوه بر سلول‌های چهار ضلعی، سلول‌های مثلثی هم داریم. در سه بعدی سلول‌ها معمولا شیش وجهی، چهار وجهی یا منشوری هستند. ایده اصلی این روش، این است که ناحیه‌ای که محاسبات در آن انجام می‌شود را به چندین حجم محدود یا سلول تقسیم کنیم و انتگرال معادلات مربوط به قوانین بقا را در هرکدام از حجم کنترل‌ها تقریب بزنیم. معادله رو به رو شکل انتگرالی معادله پیوستگی برای جریان تراکم ناپذیر و پایا را نشان می‌دهد. S سطح حجم کنترل و بردار نرمال آن است.

$$\int_S \vec{\mathbf{V}} \cdot \hat{\mathbf{n}}\, dS = 0$$

سلول مستطیل شـــکل زیـــر را در نظر بگیرید :



با توجه به دو بعدی بودن آن سرعت
تعریف می‌شود. با اعمال معادله بقا جرم به حجم کنترل تعریف شده:

$$-u_1\Delta y - v_2\Delta x + u_3\Delta y + v_4\Delta x = 0$$

به شکل گسسته معادله پیوستگی می‌رسیم، در این رابطه که مقادیر مرزی سلول است، با درون‌یابی مرکز حجم کنترل‌های سلول‌های مجاور به دست می‌آید؛ بنابراین می‌توان معادلات حاکم بر هر مسئله‌ای را گسسته سازی کرد.
شکل بدنه بسیار پیچیده خودرو فرمول یک ، نشان دهنده کارایی و عملکرد آیرودینامیکی آن است. کوچک‌ترین تغییرات در جزئیات هندسه خودرو یا چیدمان خودرو بر عملکرد خودرو تاثیر قابل توجه‌ای دارد و می‌تواند باعث موفقیت یا شکست در مسابقات بشود. چنین بهینه‌سازی در جزئیات بدنه خودرو در تونل‌های باد انجام می‌شود؛ این فرآیند تکاملی، طراحی‌ای از طریق آزمایش فیزیکی تا حدودی یک روش اکتشافی است. بعضی از رویدادهای فیزیکی از جمله گازهای داغ اگزوز، گرمایش و خنک‌کاری ترمز، تغییر شکل لاستیک‌ها و پر و خالی شدن سوخت به دلیل محدودیت‌های عملی که دارند با آزمایش‌های فیزیکی قابل انجام نیستند، در اینجا نقش یک مکمل برای تونل باد پررنگ می‌شود. این مکمل حیاتی، CFDاست. پیچیدگی و ماهیت آیرودینامیک فرمول‌یک از طریق شبیه سازی‌های پیشرفته و بسیار دقیقCFD قابل درک است. رایانه‌های موازی قدرتمند با ظرفیت شبیه‌ساز بالایی که دارند، اجازه می‌دهند تا طراحان بتوانند برخی از ظریف‌ترین پدیده‌های جریان که در رفتار و هندلینگ و کارایی خودرو نقش دارند را، کشف کنند. به طوری که می‌توان گفت CFD سنگ بنای توسعه خودرو است و به طور گسترده از طراحی اولیه تا تجزیه و تحلیل دقیق محصول نهایی استفاده می‌شود. به طور ویژه در صنعت فرمول یک نه تنها یک ماشین مسابقه‌ای کاملا جدید در شروع فصل متولد می‌شود بلکه توسعه ماشین در طول فصل برای هر مسابقه نیز ادامه می‌یابد؛ در نتیجه اهمیت یک فرآیند توسعه کارآمد و سریع در مدت زمان کم مشخص می‌شود.
شکل ۳ میدان‌های جریان شبیه‌سازی شده در اطراف خودرو فرمول یک ۲۰۲۱ را نشان می‌دهد.
ماهیت میدان جریان در اطراف یک خودرو فرمول یک در این زمینه را CFD بسیار پیچیده است. نقش کلیدی می‌توان در تصویر مشاهده کرد .

۱.FLUENT
۲.ANSYS

تیم‌های فرمول یک بر نرم افزارهای تجاری CFD تکیه می‌کنند که قابل اعتمادند و کاربری ساده‌ای دارند؛ ازجمله انسیس که برای بررسی عملکرد آیرودینامیکی و کدهای منبع باز[1] (به مانند مانند OpenFOAM) که برای مش‌بندی و محاسبات دینامیک سیال استفاده می‌شوند.

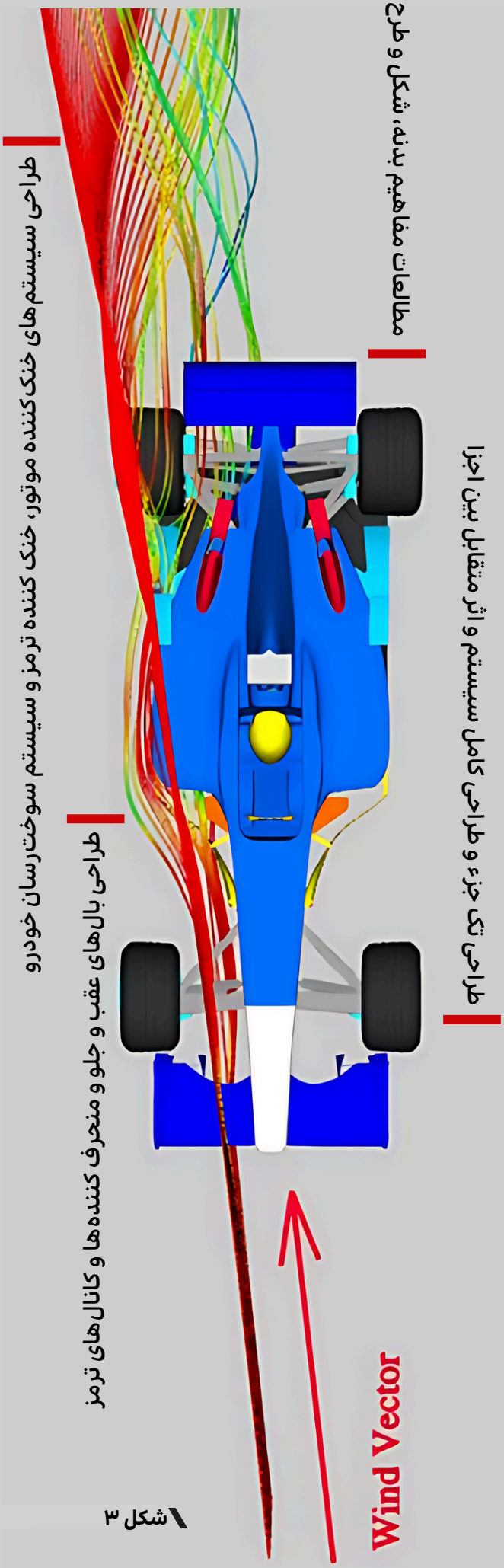
در اوایل فصل ۲۰۰۳، تیم متوجه شد که خودرو مسابقه ای C۲۲ در پیچ‌ها، به دلیل نقص آیرودینامیکی عملکرد خوبی ندارد. به طوری که قسمت عقب ماشین نیروی رو به پایین[2] زیادی را در حین رفتن به پیچ‌های کم سرعت از دست می‌داد. هدف از این نیرو این است که با افزایش نیرو عمودی وارد بر لاستیک‌ها ، باعث افزایش چسبندگی لاستیک در نتیجه افزایش سرعت خودرو بشود؛ به کمک تجزیه و تحلیل دقیق CFD به بررسی این مشکل پرداختند. به طوری که یک شبکه با ۱۰۰ میلیون سلول برای گسسته سازی دامنه هندسه در نظر گرفته شد. نتایج ارزشمندی از طریق CFD به دست آمد؛ در نهایت مشخص شد که حرکت لاستیک‌های جلو در شرایط انحراف بر عملکرد بال عقبی ماشین مضر است.

همان‌طور که در شکل ۳ مشخص است، جریان رو به رو به دلیل بال جلویی ماشین تغییر کرده و بر روی بال عقب ماشین اثر می‌گذارد. بال جلویی گرداب‌هایی ایجاد می‌کند که لاستیک‌های جلو را دور می‌زند. به کمک این یافته‌ها، منحرف کننده‌هایی (bargeboard) برای اصلاح جریان بر روی ماشین قرار گرفتند.

آیرودینامیک بسیار پیچیده خودرو فرمول یک ۲۰۱۷ توسط Open FOAM مورد بررسی عددی قرار گرفته است. فرآیند مش زنی به کمک ۶ گره محاسباتی که هر کدام از ۱۶ هسته تشکیل شده است، انجام شد.

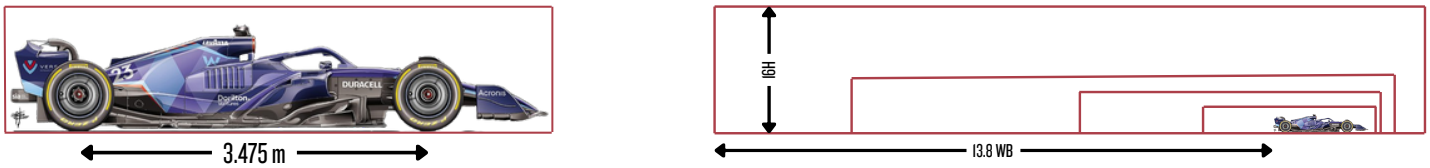
مش زنی این ماشین چالش‌های زیادی دارد. فاصله بین دو محور ماشین (WB)، ۳.۴۷۵ متر طول دارد. طول دامنه مسئله ۱۸[3] برابر WB است و ارتفاع دامنه ۱۶ برابر ارتفاع ماشین است. خروجی تونل مجازی جایی که فشار اتمسفر تحمیل می‌شود، ۱۳.۸ برابر WB طول دارد و به خوبی در پایین دست ماشین قرار دارد. از آن جایی که خودرو فرمول یک کاملا متقارن است، فقط نیمی از ماشین در نظر گرفته می‌شود و سه شبکه مختلف با ۱۴۰ و ۱۲۰ و ۹۰ میلیون سلول تست شدند؛ از آن‌جایی که نتایج تفاوت چندانی نداشتند، درشت‌ترین شبکه در نظر گرفته شد. سپس به نقش بال جلویی و عقبی پرداخته شده است.

۱.Open-Source Codes
۲.downforce
۳.Whose wheelbase

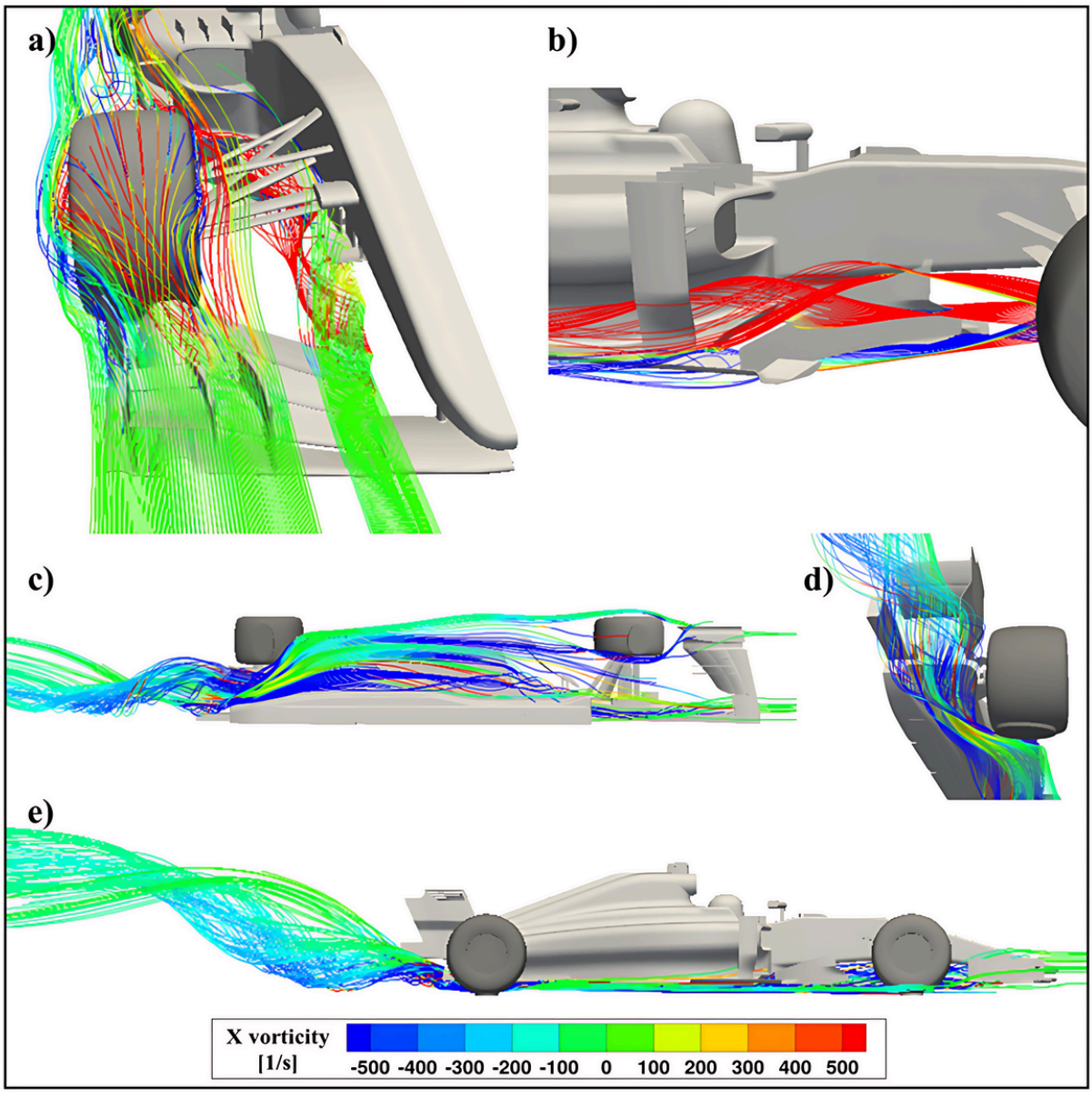


شکل ۳

شکل ۴



همان‌طور که قبلا گفته شد نیروی رو به پایین نقش بسیار مهمی در عملکرد خودرو دارد و باعث می‌شود ماشین در پیچ‌ها و سرعت‌های بالا از زمین جدا نشود. ماشین‌های فرمول یک، از روش‌های متفاوتی برای ایجاد این نیرو رو به پایین استفاده می‌کنند. در ماشین فرمول یک بال عقب به دلیل انحنا ناشی از طراحی ایروفیلی که دارد، نیروی رو به پایین ایجاد می‌کند در حالی که بال جلویی خودرو علاوه بر اینکه خودش نیرو رو به پایین ایجاد می‌کند، از اثر زمین برای سرعت بخشیدن به جریان در سمت مکش و ایجاد نیرو رو به پایین نیز استفاده می‌کند. همان طور که در شکل۴مشخص است با عبور جریان هوا از زیر ماشین، یک ناحیه با فشار هوا کم به وجود می‌آید و باعث می‌شود ماشین به سمت پایین کشیده شود، که به "اثر زمین" معروف است. بال جلویی نه تنها نیرو رو به پایین ایجاد می‌کند بلکه گرداب‌هایی ایجاد کرده که از اطراف لاستیک جلو عبور می‌کند. Bargeboard علاوه بر محافظت بدنه در برابر لاستیک ، یک جفت گردابه ضد چرخش[1] نیز ایجاد می‌کند.



شکل ۵

۱.Counter-Rotating Vortices

سید علی ترابی

سال چهارم مهندسی مکانیک

تست‌های غیر مخرب

همواره بررسی و آزمون سلامت ساختارها و سازه‌های مکانیکی یکی از مهم‌ترین زمینه‌های مورد بحث و پژوهش در زمینه مهندسی مکانیک بوده‌است. با پیشرفت علم، شیوه‌های مختلف این آزمون‌ها دچار توسعه بسیاری شده‌اند. به طور کلی مجموعه این آزمون‌ها به ۲ دسته مخرب و غیرمخرب[۱] تقسیم می‌شوند. در این مقاله به بررسی کلی حوزه آزمون‌های غیرمخرب در بررسی سلامت سازه‌های مکانیکی خواهیم پرداخت.

آزمون‌های غیرمخرب مجموعه‌ای از روش‌ها و فرآیندهایی هستند که در آن بدون آسیب رسیدن به سازه یا قطعه می‌توانید وضعیت سلامت و پایداری آن را بررسی کرد. به عنوان مثال، شما برای اطمینان از خواص مکانیکی یک قطعه فولادی مجبورید قسمتی از آن را برش داده و با استفاده از روش‌های معمول آزمایشگاهی آن را بررسی کنید؛ این یعنی آسیبی به ساختارکلی سازه وارد می‌کنیم (با برش دادن قطعه) اما در روش‌های غیر مخرب نکته حائز اهمیت عدم آسیب و ایجاد مشکل در ساختارقطعه یا سازه است.

امروزه روش‌های بسیاری در حوزه آزمون‌های غیرمخرب وجود دارند که نمونه‌های آن‌ها شامل: روش‌های بصری[۲]، روش مایعات نافذ[۳]، روش ذرات مغناطیسی[۴]، روش فراصوت[۵]، روش جریان گردابی[۶]، روش ترموگرافی[۷] و روش ارتعاشی[۸] می‌باشد که آن‌ها را بررسی خواهیم کرد

۱. Nondestructive testing
۲. Visual inspection
۳. Fluorescent penetrant inspection (FPI)
۴. Magnetic particle inspection (MPI)
۵. Ultrasonic testing (UT)
۶. Eddy current testing
۷. Thermography test
۸. Vibration-based methods

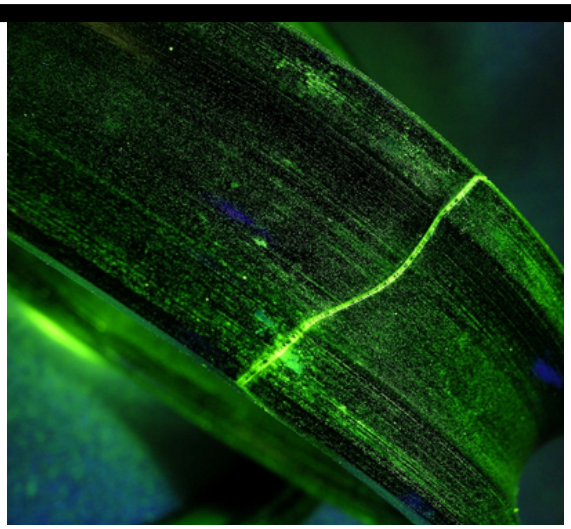
روش بصری

این روش پایه‌ای‌ترین و معمولا ساده‌ترین روش آزمون کنترل‌کیفیت و پایش می‌باشد . در این روش متخصصین مسائل قابل مشاهده را به صورت بصری بررسی می‌کنند، البته در مواقعی تصاویر با استفاده از دوربین‌هایی به رایانه ارسال شده و عیوب توسط رایانه تشخیص داده می‌شود.

آزمون ذرات مغناطیسی

در این روش ذرات آهن بر روی سطح ماده ای با خاصیت آهنربایی ریخته می شود و میدان مغناطیسی در آن القا می‌شود. در صورت وجود عیوب سطحی مانند خراش یا ترک و غیره در محل عیب قطب‌های مغناطیسی تشکیل می‌شوند و میدان در آن ناحیه دچار اعوجاج و ناهمگونی می‌شود. کاربرد این روش هم در تشخیص و بررسی عیوب سطحی است.

آزمون مایعات نافذ



در این روش سطح قطعه یا سازه با مایعی رنگی قابل-مشاهده و یا فلورسنت پوشیده می‌شود. پس از گذشت زمانی مایع، داخل ترک‌ها و منافذ سطح نفوذ می‌کند، بعد از آن مایع از سطح زدوده شده و ماده ظاهر کننده به سطح پاشده می‌شود که باعث ظاهر شدن عیوب سطح می‌شود. نکته مهم در این روش تمیز بودن سطح، قبل از انجام آزمون و میزان مناسب نگهداشتن ماده اولیه روی سطح است. همان‌طور که مشخص است کاربرد این روش تنها در تشخیص عیوب سطحی خواهدبود.

آزمون فراصوت

این روش از مهم‌ترین آزمون‌های غیرمخرب است که کاربرد گسترهای در تعیین عیوب داخلی مواد دارد. در این روش امواج صوتی[1] با فرکانس بالا و با دامنه کم به داخل قطعه فرستاده می‌شوند.

۱. Acoustic emission testing

این امواج در واقع امواج فراصوت ارتعاشات مکانیکی هستند که توسط مبدل‌ها و محرک‌های پیزوالکتریک در ماده ایجاد می‌شوند. در اکثر کاربردهای صنعتی از فرکانس بین ۱ تا ۱۵ مگاهرتز استفاده می‌شود. این امواج بعد از برخورد به هر ناپیوستگی و عیب بازتابیده می‌شوند و قسمتی از آن‌ها توسط حسگر دریافت می‌شود؛ می‌توان با دریافت خروجی حسگر و و بررسی دامنه و زمان بازگشت به مشخصه‌های گسستگی و عیوب داخلی قطعه پی‌برد. تنوع دستگاه‌های مورد استفاده در این آزمون‌ها با توجه به کاربرد می‌توان از یک دستگاه کوچک قابل حمل تا یک دستگاه بزرگ ۱۰ کاناله متغیر باشد.

آزمون جریان گردابی

در این روش با استفاده از یک میدان مغناطیسی متغیر در یک ماده رسانا، جریان الکتریکی گردابی القا می‌شود و جریان خروجی اندازه‌گیری می‌شود. وجود ناپیوستگی‌ها و عیوبی همانند ترک و غیره باعث ایجاد وقفه در جریان الکتریکی می‌شود. و بدین طریق می‌توان به وجود عیوب پی‌برد. همان‌طور که مشخص است این روش مانند آزمون فراصوت توانایی تشخیص آسیب‌های داخلی سازه‌ها را دارا می‌باشد.

آزمون ترموگرافی

یکی از روش‌های متداول مراقبت و پیش‌بینی عیوب ماشین‌آلات مکانیکی و الکتریکی بهره گیری از آنالیزهای حرارتی است. عملکرد این ماشین‌آلات همواره با انتشار گرما همراه است و معمولا عیوب مکانیکی در سازه باعث کاهش یا افزایش دما و انتشار گرما می شوند. گرمای منتشر شده از سطح بیرونی سازه‌ها به صورت تشعشعات مادون قرمز است که با چشم قابل مشاهده نیست، اما می‌توان این تشعشعات را با استفاده از دوربین‌های ترموگرافی مشاهده کرد. از این روش می‌توان جهت شناسایی و تشخیص عیوبی مانند خنک‌کاری نامناسب، اشکال در اتصالات، ولتاژ نامناسب، کثیف بودن قطعات و غیره استفاده کرد .

آزمون ارتعاشی

آزمون ارتعاشی : این روش یک روش نوین جهت شناسایی عیوب در مواد، قطعات و مجموعه‌های همگن و کامپوزیت‌ها می‌باشد. مبانی تشخیص در این روش، پارامترهای ارتعاشی مانند فرکانس طبیعی سیستم است. این روش‌ها مشکلات روش‌های دیگر مانند نیاز به توقف سیستم و جداسازی قطعات را ندارد و می‌توان از آن در هنگام کار سیستم نیز استفاده کرد. در این روش، متغییرهای ارتعاشی سیستم توسط حسگرهای پیزوالکتریک اندازه‌گیری می‌شوند و می‌توانند در شناسایی عیوب مختلف با سرعت و دقت مناسب به ما کمک کند.

در این مقاله به بررسی کلی روش‌های آزمون‌های غیرمخرب و کاربرد آن‌ها پرداختیم، با توجه به پیشرفت‌های روز افزون علم روش‌های غیرمخرب سازه ها و ماشین‌آلات صنعتی نیز دست‌خوش پیشرفت‌های بسیاری شده‌اند؛ مانند ترکیب شدن این روش‌ها با الگوریتم‌های هوش مصنوعی جهت پیش‌بینی عیوب و یا استفاده از روش‌های نوین فراصوت و غیره که جای بحث بسیاری دارند و امید است بتوانیم در نسخه‌های بعدی به صورت تخصصی در مورد این روش‌ها بحث کنیم.

پاشا تحصیلی
سال سوم مهندسی مکانیک

پیل سوختی و هیدروژن

با نگاه به تاریخچه زندگی بشریت خواهیم دید که سوخت‌های فسیلی از آغاز قرن ۱۸ نقش کلیدی در زندگی انسان‌ها داشته است. با آغاز انقلاب صنعتی زغال سنگ به عنوان اولین سوخت در حمل و نقل ریلی و گرمایش مورد استفاده قرار گرفت و در قرن ۱۹ با کشف نفت به عنوان دومین منبع و پراستفاده‌ترین سوخت فسیلی تا به امروز، در مناطقی از خلیج فارس تحول بزرگی در صنعت رخ داد. همگام با پیشرفت صنایع در دنیا تجهیزات نوینی برای کشف و استخراج منابع گازهای طبیعی به عنوان سومین سوخت فسیلی توسط بشر در اوایل قرن ۲۰ ام یافت شد. از سوخت‌های فسیلی به عنوان پراستفاده‌ترین منبع انرژی در جهان تا به امروز نامبرده می‌شود، منبعی که سرعت مصرف آن بسیار سریع‌تر از سرعت شکل‌گیری آن می‌باشد و همچنین مشکلاتی اعم از آلودگی هوا و گرمایش جهانی را به ارمغان می‌آورد. مشکلاتی که آینده بشر و محیط زیست جهان را تحت تاثیر قرار داده است و از این رو دولت‌ها و دانشمندان به دنبال راه‌های جایگزین برای تامین انرژی می‌باشند.

انرژی‌های تجدیدپذیر یکی از منابع اصلی تامین انرژی در آینده خواهند بود که به چند دسته کلی تقسیم می‌شوند:

.انرژی خورشیدی: این انرژی می‌تواند به‌طور مستقیم از انرژی حرارتی خورشید برای گرمایش و یا به‌طور غیرمستقیم از طریق پنل‌های خورشیدی برق تولید کند.

۲.انرژی بادی: تبدیل انرژی حرکت باد به انرژی الکتریکی توسط توربین‌های بادی.

۳.انرژی آب: تبدیل انرژی جنبشی آب به انرژی الکتریکی از طریق قرارگرفتن توربین در کانال‌های آب.

۴.انرژی گرمایی زمین: استفاده از انرژی حرارتی در پوسته جامد زمین.

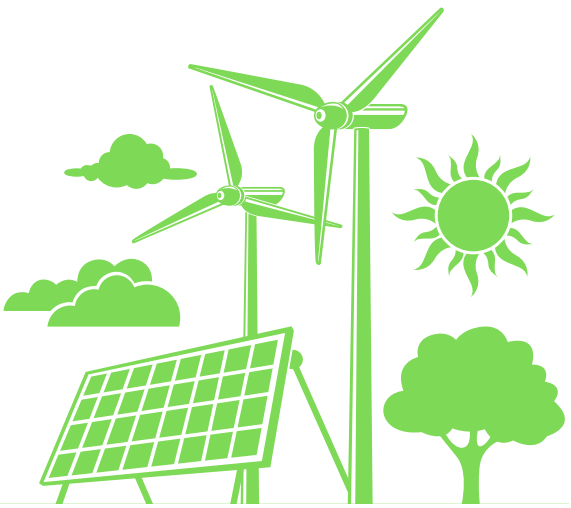
۵.انرژی دریا: بهره‌گیری از جریانات آب در دریا اعم از موج ها و یا جزر و مد برای تولید انرژی الکتریکی.

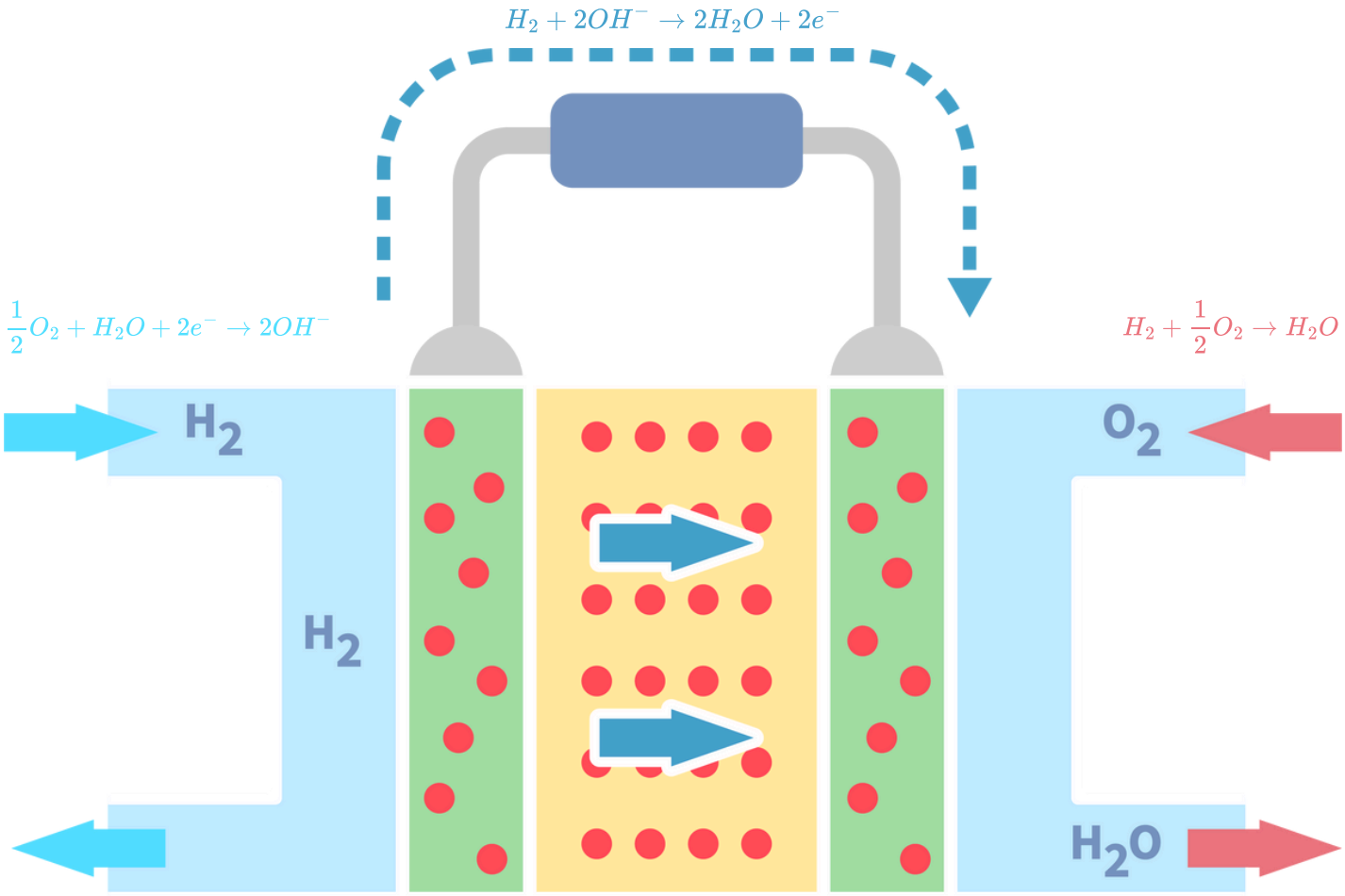
۶.زیست توده‌ها: استفاده از مواد آلی مانند چوب، زباله‌ها و گیاهان برای تولید برق یا گرما از طریق واکنش‌های شیمیایی آن‌ها.

۷.پیل سوختی: تبدیل کننده انرژی الکتروشیمیایی به انرژی الکتریکی است و در این مقاله درباره آنها و پرکاربردترین سوخت مورد استفاده (هیدروژن) در این تکنولوژی از تولید تا ذخیره‌سازی، خواهیم پرداخت.

پیل سوختی چیست؟

همان‌طور که گفته شد پیل‌های سوختی مبدل انرژی الکتروشیمیایی هستند. به عنوان مثال واکنش در پیل سوختی با سوخت هیدروژن را بررسی می‌کنیم. پیل سوختی از یک الکترود مثبت (کاتد)، یک الکترود منفی (آند) و الکترولیت در میان آن‌ها تشکیل شده است. سه واکنش درون یک پیل سوخی رخ می‌دهد





کاربرد و انواع پیل‌های سوختی

تاریخچه استفاده از این تکنولوژی به فضاپیمای آپولو ۱۳ بازمی‌گردد و از آن زمان تاکنون گستره استفاده آن‌ها پیشرفت چشم‌گیری داشته است. از مزیت‌های قابل توجه آن می‌توان به تاثیرات محیط زیستی غیرمخرب اشاره کرد. به عنوان مثال پیل سوختی هیدروژن تنها آب و حرارت به عنوان محصول نهایی تولید می‌نماید.

در کاربری ایستا می‌توان از ۱KW تا ۱۰MW، توان از "پیل‌های سوختی دما بالا" استخراج کرد که حرارت زیادی نیز از خود تولید می‌کنند. در سیکل‌های ترکیبی با استفاده از گرمای بازیاب، بازده الکتریکی به بیش از ۸۵ درصد می‌رسد این در حالی است که در نیروگاه‌های سوخت فسیلی این عدد در بالاترین حالت به ۶۰.۲۵ درصد می‌رسد. در پیل‌های سوختی SOFC[1]، با افزایش فشار کاری بازده بالاتر خواهد رفت همچنین گاز خروجی فشرده با استفاده از یک توربین می‌تواند برای ما توان بیشتری(بازده ۷۰ درصد) تولید کند.

حمل نقل در حال حاضر به عنوان سومین عامل اصلی آلودگی محیط زیستی، راهکاری به نام خودروهای برقی را درپیش دارد که این نیز چالش‌هایی را خواهد داشت اعم از مدت زمان شارژ این خودروها توسط جریان برق که تولید آن نیز خود می‌تواند آلودگی داشته باشد. پیل‌های سوختی با ذخیره انرژی درون سوخت، به مانند موتورهای احتراق داخلی، نیازمند ذخیره‌سازی انرژی در باتری نیستند و لازمه این‌کار پیل‌های سوختی غشا پلیمری می‌باشد که با داشتن دمای عملیاتی پایین (۰ درجه تا ۲۰ درجه سانتیگراد) و همچنین زمان کوتاه عملیاتی، توان را در فاصله زمانی کوتاه دربرابر گاز به خودرو می‌رساند. از نکات مهم در عملکرد PEMFC[2]ها می‌توان به دمای عملیاتی آن‌ها اشاره کرد.

غشاء آن‌ها باید حاوی آب در فاز مایع باشد و برای جلوگیری از خشک شدن غشا، سوخت باید قبل از ورود به سلول توسط یک گاز مرطوب کننده مرطوب شده و این‌کار باعث می‌شود بازه مجاز دما از۲۰- درجه تا نقطه جوش آب ۱۰۰ محدود شود. رسیدن به دمای ۲۰ درجه، حدود ۵۰ درصد از توان اسمی را به ما تحویل می‌دهد و با رسیدن به دمای ۷۰ الی ۸۰ درجه بازده به بالاترین مقدار خود می‌رسد؛ از این رو، حفظ دما در این محدوده بسیار حائز اهمیت است.

۱.SOFC: پیل سوختی اکسید جامد
۲.PEMFC: پیل سوختی غشاء پلیمری

تولید هیدورژن

راه‌های مختلفی برای استخراج هیدروژن وجود دارد که هر کدام با یک رنگ خاص توصیف می‌شود، شایان ذکر است که هیدروژن تولیدی در نهایت بی‌بو و بی‌رنگ می‌باشد:

هیدروژن سبز: الکترولیز آب توسط برق تولیدی از انرژی‌های تجدید پذیر به استثنای انرژی خورشیدی انجام می‌شود.

هیدروژن آبی: در فرآیند اصلاحی بخار، گاز طبیعی در کنار بخار آب قرار گرفته و محصول این فرآیند هیدروژن و دی‌اکسیدکربن می‌باشد.

هیدروژن خاکستری: در فرآیند اصلاحی متان و بخار آب، متان جدا شده از گاز طبیعی به همراه بخار آب حرارت می‌بینند و به مانند فرآیند اصلاحی بخار، محصول آن هیدروژن و دی اکسید کربن خواهد بود؛ با این تفاوت که در این روش گازهای گلخانه‌ای تولید نخواهد شد.

هیدروژن قهوه‌ای/مشکی: استخراج هیدروژن از ذغال سنگ از طریق گازی‌سازی و یا با استفاده از زیست توده‌ها صورت می‌گیرد.

هیدروژن صورتی: الکترولیز آب توسط برق تولیدی از انرژی هسته‌ای انجام می‌شود.

هیدروژن فیروزه‌ای: با اعمال حرارت به گاز متان هیدروژن و کربن جامد تحت فرآیند پرولایز متان تولید می‌شود. این روش آلودگی ناشی از کربن را وارد هوا نمی‌کند و تا به حال در مقیاس‌های بزرگ انجام نگرفته است.

هیدروژن زرد: الکترولیز آب با برق تولیدی از انرژی خورشیدی صورت می‌گیرد.

هیدروژن سفید: هیدروژنی که به‌طور طبیعی از زمین استخراج می‌شود.

همان‌طور که اشاره شد، در اکثر روش‌ها یک سوخت برای تامین انرژی لازم جهت شکست میان پیوند اتم‌های آب و یا اتم‌های گاز متان، نیاز است. نوع این سوخت و آلودگی ناشی از آن در هر یک از این فرآیندها، تولید هیدروژن را به یک فرآیند پاک و یا ناپاک تبدیل می‌کند.

SOFC — 1000 c°

در پیل سوختی اکسید جامد یک لایه نازک سرامیکی از اکسید زیرکونیوم با اکسید ایتریم (YSZ) ترکیب شده به عنوان الکترولیت عمل می‌کند که اجازه عبور آنیون‌های اکسیژن را در دمای عملیاتی خود بین ۹۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌دهد. توان خروجی سیستم‌هایی که در حال حاضر آزمایش می‌شوند، از یک کیلووات برای تأمین انرژی خانگی با استفاده از گاز طبیعی، تا واحدی ترکیبی با یک توربین گازی هیبریدی با بازده الکتریکی مورد انتظار در محدوده ۷۰ درصد با توان ۲۰۰ کیلو وات، می‌باشند.

HT-PEM — 180 c°

پیل سوختی PEM با دمای بالا، که یک هیبرید میان پیل‌های سوختی PEM و PAFC است و در دماهای بالاتری نسبت به PEM سنتی کار می‌کند. این افزایش دما به HT-PEM اجازه می‌دهد تا از الکترولیت‌هایی استفاده شود که می‌توانند حاوی اسید فسفریک باشند، که به طور معمول در PAFC یافت می‌شود و در دمای حدود ۱۶۰ تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد کار می‌کنند.

این دمای بالاتر، حساسیت پیل سوختی به سموم کاتالیزوری مانند مونوکسید کربن (CO) را کاهش می‌دهد و پیچیدگی‌های مرتبط با پالایش گاز سوخت حذف شود. علاوه بر آن، می‌تواند حرارت بیشتری را نسبت به PEM سنتی تولید کند، که برای گرمایش یا فرآیندهای صنعتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در مجموع، HT-PEMها پتانسیل بالایی برای کاربردهایی دارند که نیاز به دماهای عملیاتی بالاتر و مقاومت در برابر سموم کاتالیزوری دارند، اما هنوز نیاز به تحقیق و توسعه بیشتری برای رفع چالش‌های موجود و بهبود پایداری و کارایی آن‌ها وجود دارد.

PEMFC — 80 c°

کاربردهای متمرکز پیل سوختی پلیمری تبادل پروتون برای تولید گرما و برق به دلیل سطح پایین حرارت زائد از این نوع سلول به عنوان تأمین‌کنندگان انرژی خانگی می‌توانند مورد استفاده قرار گیرند. هرچند نیازمند تصفیه سوخت گران‌قیمتی هستند که بازده کلی آن‌ها را کاهش می‌دهد، اما صلاحیت آن‌ها به عنوان تأمین‌کنندگان انرژی خانگی به اندازه کافی در آزمایش‌های میدانی قابل مشاهده است.

MCFC — 650 C°

پیل سوختی کربنات مذاب (MCFC) نام خود را از الکترولیت کربنات‌های قلیایی خود می‌گیرد، که در دمای عملیاتی ۶۵۰ درجه سانتی‌گراد به صورت مذاب استفاده می‌شود. نصب MCFC با توان خروجی تا ۲.۸ مگاوات ساخته شده‌اند؛ بازده‌های الکتریکی آن‌ها ۴۷ درصد بوده و بازده‌های کلی (الکتریکی و حرارتی) بیش از ۸۵ درصد اندازه‌گیری شده‌اند. با این حال، در بیش از ۲۰ سال آزمایش‌های این پیل سوختی، اطلاعاتی مربوط به عمر عملیاتی و هزینه‌های آن‌ها هنوز محقق نشده‌اند.

PAFC — 100 C°

به دلیل دمای عملیاتی بالاتر ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد، پیل‌های سوختی اسید فسفریک می‌توانند غلظت بالاتری از CO به میزان ۱ تا ۲ درصد را در سوخت گازی تحمل کنند. این بدان معناست که پالایش پیچیده گاز گاز طبیعی در پایین دست غیرضروری است. از میان انواع پیل‌های سوختی که به عنوان نامزدهای تولید انرژی ایستگاهی هستند، PAFC از نظر فنی بهترین گزینه است. آمریکا و ژاپن یک سیستم کامل با خروجی توان تا ۴۰۰ کیلووات را به بازار عرضه کرده است و طی سال‌ها عملیات خود را به ثبات رسانده‌اند.در اینجا نیز بازده الکتریکی بیش از ۴۰ درصد نیست و انرژی حرارتی تنها در محدوده دمایی حدود ۹۰ درجه سانتی‌گراد خروجی دارد و نمی‌توان آن‌را بازیابی کرد. علاوه بر این، هزینه‌های سرمایه‌گذاری لازم در حال حاضر بسیار بالاتر از فناوری‌های سنتی است.

ذخیره سازی هیدورژن

در جدول تناوبی هیدروژن اولین عنصر می‌باشد و این به این معناست که این عنصر امکان واکنش پذیری بالایی را دارا می‌باشد که خطرات قابل توجهی را مشمول ذخیره‌سازی آن می‌کند. خطرات ذخیره‌سازی آن به دو دسته فیزیکی و شیمیایی دسته بندی می‌شوند.
خطرات فیزیکی هیدروژن به علت اندازه کوچک آن می‌تواند تاثیرات مخربی را بر سطوحی که با ان در تماس است داشته باشد. بسیاری از فلزات با در تماس قرار گرفتن با هیدروژن خواص مکانیکی خود را به تدریج از دست خواهند داد. از این رو فیبرکربن به عنوان یک جنس قابل اعتماد برای جنس داخلی مخازن تحت فشار هیدروژن گازی استفاده می‌شود.

همانطور که از مثلث آتش می‌دانیم هیدروژن در صورت تماس با هوا و مقدار اندکی انرژی (حدود ۰.۰۲ ژول) اشتعال می‌یابد. بیش از نیمی از حوادث مربوط به ذخیره‌سازی هیدروژن به نشتی آن و به تبع آن انفجار آن اختصاص یافته است. انفجار ناشی از هیدروژن می‌تواند تاثیرات مستقیمی بر ارگان‌های حیاتی انسان اعم از ریه و یا موجب از دست دادن شنوایی و هوشیاری شود.

برای ذخیره سازی هیدروژن به صورت مایع، دمای آن را به دمای چگالش رسانده (-۲۵۱) و سپس درون یک محفظه‌ی عایق ذخیره سازی می‌شود. دمای پایین هیدروژن می‌تواند خطرات سرمازدگی برای انسان به ارمغان بیاورد. شعله ناشی از اشتعال هیدروژن به علت عدم وجود کربن، دمای پایین تری دارد اما سرعت انتشار آتش بسیار بالا است و می‌تواند آسیب ناگهانی گسترده‌ای داشته باشد.

با توجه به موارد ذکر شده و چالش‌های موجود برای پیل‌های سوختی و سوخت مورد استفاده در آن‌ها، به نظر می‌رسد که این تکنولوژی با وجود تمام تحقیقات انجام شده حول آن، به یکی از به روزترین و لوکس‌ترین موضوعات تحقیقاتی جهان و مهندسان مکانیک تبدیل شده است.

زهرا قره‌داقلی
هلیا بستانی
سال اول مهندسی مکانیک

تصادف زنجیره‌ای بهبهان

تصادف زنجیره‌ای ۵۹ خودرویی و عدم کارکرد ایربگ[1]ها جان ۵ نفر را گرفت.

بر اثر مه شدید درصبح ۲۰ دی ۱۴۰۰ در محور بهبهان-رامهرمز ۵۰ خوردو در یک مسیر و ۹ خودرو در خط دیگر بشدت باهم برخورد کرده و ۵ نفر کشته و ۴۱ نفر مصدوم شدند.[2]

اما حادثه چگونه رخ داد؟

در تصادف بهبهان با توجه به اینکه به طور ناگهانی مه غلیظ جاده را فراگرفت یک دستگاه تریلی که جلوتر در حال حرکت بود با مشاهده مه سرعت خود را کم کرده و با احتیاط مسیر را ادامه می‌دهد، اما خودروهای دیگر از سرعت خود نکاسته و با همان سرعتی که در شرایط عادی رانندگی می‌کنند به مسیر خود ادامه داده که در نهایت منجر به این حادثه می‌شود؛ به‌طوری‌که ۴ خودروی اول که باهم برخورد کردند آتش گرفتند و سرنشینان بدلیل باز نشدن درها نتوانستند از ماشین‌ها خارج شوند.

۱. Airbag
۲. خبرگزاری ایسنا

حال قضیه ایربگ ماشین‌ها در این تصادف چه بود؟

طبق گزارش ناجا در این تصادف ۲۸ خوردو آسیب جدی دیدند که ایربگ در هیچکدام از خودروهای داخلی باز نشدند.

دبیر انجمن خودروسازان ایران- احمد نعمت بخش- گفت: باید این نکته را اعلام کرد که اکثر خودروهای حادثه دیده دارای ایربگ بودند اما در این تصادف از عقب دچار حادثه شده‌اند و به همین دلیل ایربگ‌ها باز نشده است. همچنین براساس قوانین، اگر سرعت خودرو در حادثه کمتر از ۱۵ کیلومتر باشد ایربگ آن‌ها باز نمی‌شود. ناگفته نماند برخی از خودروها طی این حادثه بعد از تصادف خاموش بوده‌اند و طبیعی است که ایربگ عمل نکند.
از میان ۱۵ خودروی پراید ۱۱ خودرو به دلیل سال ساخت تولید، فاقد ایربگ بودند. در این حادثه از محصولات سایپا هشت خودرو دارای ایربگ بوده‌اند که چون برخورد از عقب صورت گرفته ایربگ‌ها عمل نکرده‌اند.

ایربگ چیست؟

کیسه‌هوا بالشتی اضطراری است که هنگام تصادف پر از گاز شده و مانند محافظ بین سرنشین و خودرو قرار می‌گیرد. کیسه‌های هوا بعد از کمربندهای ایمنی، دومین وسیله‌ای بودند که جهت ارتقای ایمنی خودروها مورد استفاده قرار گرفتند. در ایران از سال ۱۳۹۲[1] نصب حداقل ۲ کیسه ایمنی هوا[2] اجباری شد.
در تصادفات از جلو، کیسه‌های هوای جلو مرگ و میر راننده را تا ۲۹ درصد و مرگ و میر سرنشینان ۱۳ ساله و بزرگتر بر روی صندلی جلو (شاگرد) را تا ۳۲ درصد کاهش می‌دهد. NHTSA تخمین می‌زند که ترکیب کیسه هوا و کمربند ایمنی خطر مرگ در تصادفات از جلو را تا ۶۱ درصد کاهش می‌دهد.

۱.ابتدا در سال ۱۹۹۸ سازمان ایمنی جاده‌ای آمریکا استفاده از کیسه هوا را برای راننده و سرنشین جلو در تمام خودروها الزامی کرد.
۲. دو کیسه هوای سرنشینان جلو که یکی روی فرمان و دیگری روی داشبورد قرار میگرد
۳. Airbag Control Unit

کاربرد ایربگ چیست؟

معمولا هنگام تصادفات جاده‌ای، چه زمان برخورد دو خودرو و چه مواقع برخورد با مانع، خودرو به سرعت و تقریبا آنی متوقف می‌شود؛ اما سرنشینان که تحت تاثیر نیروی ضربه وارده از برخورد به خودرو قرار می‌گیرند، به جلو پرتاب می‌شوند. درصورت استفاده کمربند ایمنی توسط آن‌ها، احتمال آسیب تقریبا به پیشانی بینی، چانه و گردن‌شان محدود می‌شود. در واقع ایربگ‌ها به عنوان حفاظی امن بین سرنشین و راننده و قطعات سخت خودرو مانند شیشه‌ها، فرمان، داشبورد و غیره قرار می‌گیرند یعنی با افزایش سطح تماس باعث کاهش نیروی وارده[s۲] به جسم و سر می‌شود و حرکات غیرارادی و خارج از کنترل بدن را که ناشی از ضربه تصادف است محدود می‌کند.
که این با تغییرات تکانه در روابط فیزیکی قابل درک است.

برای مثال اگر سرعت خوردو ۲۵ متر برثانیه و جرم سر شخص ۲ کیلوگرم و زمانی که طول می‌کشد تا سر به هنگام ایست به قطعه ماشین برخورد کند ۰.۰۰۲ ثانیه فرض شود:

$P = M.V\ (kg.m/s)$ $F = \Delta P/\Delta t\ (N)$

$P_1 = 50\ kg.m/s$ $P_2 = 0\ kg.m/s \rightarrow F = 25000\ N$

اما با وجود ایربگ این زمان به ۰.۵ ثانیه افزایش می‌یابد یعنی :

$F' = 100\ N$

که این نشان می‌دهد در صورت عدم وجود کیسه‌هوا ۲۵۰ برابر نیروی بیشتری به سر وارد می‌شود در نتیجه آسیب بیشتری وجود خواهد داشت.

ایربگ چگونه عمل می‌کند؟

ایربگ‌ها توسط یک واحد کنترل مرکزی کیسه هوا[3] (ACU) کنترل می‌شوند که بر سنسورهایی مانند شتاب سنج‌ها، حسگرهای ضربه، حسگرهای جانبی، سنسورهای سرعت چرخ‌ها و سنسورهای ترمز صندلی‌ها نظارت و داده‌ها را ثبت می‌کند[4] تا تصویری فوری از رویداد تصادف را تشخیص دهد.

۴. معمولا در خودروها دو سنسور در دو طرف محور جلو و نزدیک چرخ‌ها کار گذاشته می‌شود. در برخی خودروها حسگرهایی در درها، سقف یا بخش‌های دیگر قرار داده می‌شوند.

این سنسورها سیگنال‌هایی را برای ACU می‌فرستند که توسط آن‌ها، زاویه برخورد، شدت یا نیروی تصادف و سایر متغیرها تعیین می‌شوند. بسته به نتیجه محاسبات این سیگنال‌ها واحد کنترل می‌تواند دستگاه‌های مهار[1] از جمله ایربگ‌ها را فعال کند. هر وسیله مهار با یک یا چند وسیله آتش‌نشانی فعال می‌شود که از یک هادی الکتریکی پیچیده شده در یک ماده قابل احتراق تشکیل شده است.هنگامی که هادی به اندازه کافی داغ می‌شود مواد قابل احتراق را مشتعل می‌کند و ژنراتور گاز را راه اندازی می‌کند.

$$NaN_3 \rightarrow 2Na + 3N_2$$

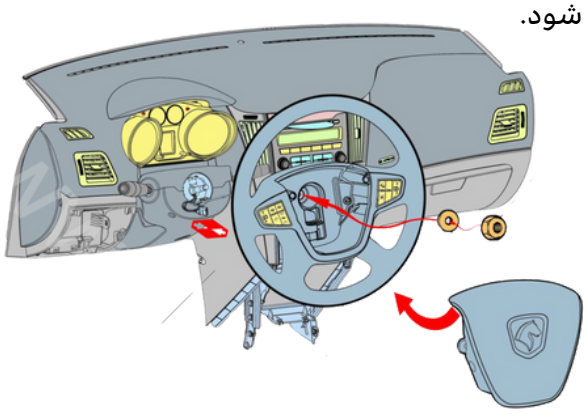
$$10Na + 2KNO_3 \rightarrow K_2O + 5Na_2O + N_2$$

$$K_2O + Na_2O + 2SiO_2 \rightarrow K_2SiO_3 + Na_2SiO_3$$

البته در گذشته فقط از سدیم آزید استفاده می‌شد اما به دلیل ایجاد ماده سمی[2] و همچنین ایجاد رطوبت، با مواد دیگر ترکیب شد تا گاز های بی اثر تولید کنند؛ اما همچنان تلاش‌های مداومی برای ترکیبات جایگزین وجود دارد که کمترین میزان سمیت را برای افراد دارای بیماری و حساسیت پوستی و ریوی و کمترین دمای اولیه را برای واکنش داشته باشد.

بعد از احتراق این گازها کیسه هوا را در حدود ۲۰ تا ۳۰ میلی ثانیه باد می‌کنند همچنین ۱۵ تا ۳۰ میلی ثانیه طول می‌کشد تا فرمان باز کردن ایربگ‌ها داده شود و حدود ۶۰ تا ۸۰ میلی ثانیه طول می‌کشد تا کامل پر شود.

پس از آن، گازها از سوراخ خروجی‌ای که بر روی ایربگ وجود دارد، خارج می‌شوند و در نتیجه به حالت عادی برمی‌گردند و سرنشین می‌تواند از ماشین خارج شود.



۱. restraint devices

۲.سدیم آزید در نتیجه تجزیه سدیم تولید می‌کند که یک فلز بسیار واکنش پذیر است و به سرعت با آب واکنش داده و هیدروکسید سدیم را تشکیل می‌دهد. در نتیجه، اگر وارد چشم، بینی یا دهان شما شود، بسیار مضر خواهد بود

انواع ایربگ

برای محافظت بیشتر امروزه کیسه‌های هوای مختلفی برای مواقع خاص به وجود آمده‌اند، که این انواع معمولا براساس محل نصب و خروج‌شان نام‌گذاری می‌شوند.

۱. کیسه‌هوای سرنشینان جلو
۲. کیسه‌هوای جانبی
۳. کیسه‌هوای پرده‌ای
۴. کیسه‌هوای زانو
۵. کیسه‌هوای میانی
۶. کیسه‌هوای عابر
۷. کیسه‌هوای کمربندی
۸.کیسه هوای سقف (در خودروهایی با سقف شیشه‌ای)
۹.کیسه هوای شیشه عقب(درخودروهای هاچ‌بک)

موارد عدم کارکرد ایربگ

·ایربگ‌ها برای ضربه‌هایی با شدت بالا که از جلو وارد می‌شوند طراحی شدند و عمل می‌کنند. اگر ضربه‌ای از کنار خودرو وارد شود سنسورهای ضربه جانبی آن را تشخیص داده و پس از محاسبه میزان ضربه در صورت نیاز فقط کیسه‌های هوای جانبی را فعال می‌کنند و نباید انتظار داشت که ایربگ‌های جلویی باز شوند.

·کیسه‌های هوا برای تصادفات متوسط تا شدید طراحی شده‌اند و معمولا در سرعت‌های بالاتر از ۲۳ کیلومتر بر ساعت عمل می‌کنند در واقع اگر تصادف به اندازه کافی شدید باشد ولتاژ لازم برای احتراق ماده موجود در ایربگ تامین می‌شود و باد می‌شوند پس در صورت رخداد ضربه‌ای با شدت کم، ایربگ‌ها عمل نخواهند کرد

·در تصادفاتی که باعث واژگونی خوردو می‌شود عمدتا کیسه های هوای جانبی عمل می‌کنند که از پرتاب شدن سرنشین به بیرون خوردو جلوگیری می‌کند و کیسه هوای جلوی سرنشین در این مواقع عمل نمی‌کنند؛ البته عملکرد انواع ایربگ می‌تواند باتوجه به نظر طراح متفاوت باشد.

·ایربگ‌ها یک بار مصرف هستند؛ یعنی بعد از یک بار عمل کردن باید تعویض و جایگزین شوند که در بیشتر خودروهای دست دوم این کار انجام نشده پس درنتیجه ایربگ کاربردی نخواهد داشت.

·در صورت وجود نقص در سیستم از جمله سنسورها و قطعات الکتریکی و ماژول‌های معیوب می‌تواند از باز شدن کیسه‌های هوا در هنگام برخورد جلوگیری کنند.

به طور کلی، اگر موارد عدم کارکرد و همچنین گفته‌های خودروسازان و گزارش پلیس راهور را بررسی کرد می‌توان دلایل اصلی باز نشدن ایربگ‌ها در این حادثه، سال ساخت قدیمی برخی از خودروها و عدم وارد شدن ضربه شدید در قسمت جلویی خودروها دانست؛ همچنین بدلیل آنکه اکثر خودروهای ایرانی فقط دو ایربگ جلویی را دارا هستند، که در هنگام واژگونی کاربرد قابل توجهی ندارند.

امتیاز این نشریه منحصرا در اختیار انجمن علمی
مهندسی مکانیک دانشگاه اصفهان می‌باشد