دانشگر

فصلنامه انجمن علمی دانشجویی مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز
شماره ۲۵ | بهار و تابستان ۱۴۰۴

از ناسا تا انفلاگس

پرونده ویژه: فرمول ۱



در این شماره می‌خوانیم:

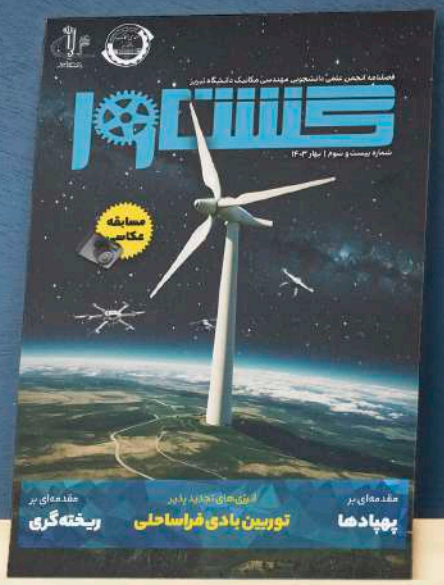
پلاستیک در مهندسی مکانیک

رتبه‌های برتر ۱۴۰۳-۱۴۰۴

پنل‌های خورشیدی

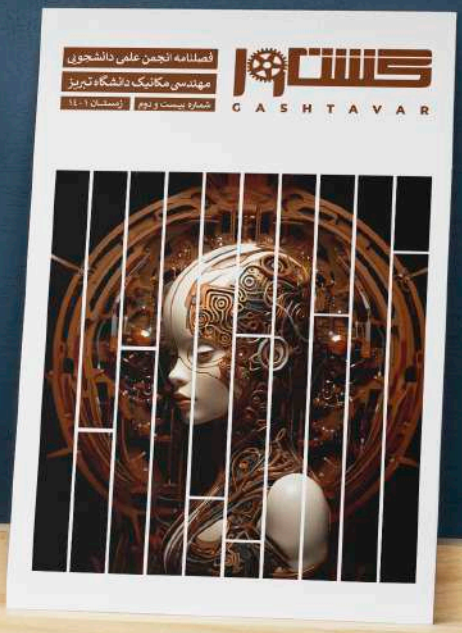
بسم الله الرحمن الرحیم

نمایی از
شماره‌های قبلی
نشریه گشتاور









گشتاور

تاریخ اخذ مجوز | ۱۳۹۰/۰۸/۲۹
شماره مجوز | ۵۴۴ ک.ن.ت.

فصلنامه علمی - دانشجویی انجمن
مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز
شماره ۲۵ | بهار و تابستان ۱۴۰۴

صاحب امتیاز | انجمن علمی - دانشجویی مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز
استاد مشاور | دکتر حسن بیگلری
مدیر مسئول | احسان کوره‌پز ساعی
سردبیر | آیدین بدیعی‌پور
دبیر علمی | عرفان رحمت‌زاده
دبیر فرهنگی | امیر شیرسوار
دبیر خبری | امیرحسین شیری
ویراستار علمی | حمیدرضا طلوعی‌نسب
ویراستار فنی | کیمیا اقبال، آیدین بدیعی‌پور
گرافیک و صفحه‌آرایی | مهتاب پورزکی
mahtab.pourzaki@gmail.com

اعضای هیئت تحریریه |
آیدین بدیعی‌پور، عرفان رحمت‌زاده، امیرحسین سلطانی، امیر شیرسوار، امیرحسین شیری، پویا عبدالمنافی، محمدرضا علیئ



تبریز | فلکه دانشگاه | بلوار ۲۹ بهمن | دانشگاه تبریز | دانشکده فنی مهندسی مکانیک (ساختمان ۱۴ - دانشکده فنی) | طبقه اول | دفتر انجمن علمی دانشجویی مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز
gashtavar@sametbz.ir
www.sametbz.ir
۰۴۱-۳۳۳۹۳۰۴۷

برای دسترسی به سایر شماره‌های نشریه گشتاور می‌توانید به وبسایت انجمن علمی-دانشجویی مهندسی مکانیک مراجعه فرمایید.



در نسخه الکترونیکی نشریه
با کلیک روی هر شماره صفحه،
به مقاله همان صفحه منتقل
خواهید شد.

۴ سرمقاله

۶ بخش مقالات: **پرونده ویژه | فرمول ۱**

۸ تحلیل آیرودینامیک خودروهای فرمول یک

۲۰ نسل جدید موتورهای مسابقه‌ای فرمول یک-واحدهای هیبریدی

۲۸ بررسی توسعه گیربکس در فرمول یک

۳۸ تحلیل انتقال حرارت در دیسک‌های ترمز فرمول یک

۵۰ بخش مصاحبه: **از ناسا تا انفلاکس** مصاحبه با دکتر سجادی

۷۸ بخش معما و سرگرمی: **شطرنج**

۸۱ بخش گزارش: **پنل‌های خورشیدی** راهکار جدید برای بحران آب

۹۱ بخش تکنوصنعت: **پلاستیک در مهندسی مکانیک**

۱۰۸ نقشه راه انتخاب روش تولید برای محصول پلاستیکی

۱۱۵ بخش فرهنگی: **معرفی کتاب** | نمی‌توانی به من آسیب بزنی

۱۲۰ **معرفی پادکست** | طبقه ۱۶

۱۲۶ به وقت نقد: **کوچ علم از دانشگاه**

۱۲۸ رتبه‌های برتر مهندسی مکانیک ۱۴۰۳-۱۴۰۴

۱۳۴ سخن مدیر مسئول

سرمقاله

به نام هستی‌بخش

وچه سخت است پایان هر مسیر، ولیکن شروعی ست بر راه و روشی جدید.

گلستاور نه فقط یک مجله، بلکه راهی و روشی است برای فرهیختگی، برای کارآمدی و نیز تلاشی برای بهترشدن. دلگرمی است به نام امیدواری. گلستاور، این مجله پرآوازه که سال‌هاست برافراشته است، ابزاری ست برای شنیده‌شدن، فریادی است برای نبوده‌ها و نیز زرهه‌ای برای یادآوری داشته‌ها. گلستاور، این مجله به‌یادگارمانده، مسیری است برای آنان که دل‌هایشان نور امید به خود گرفته؛ برای تغییر، برای بهترشدن، هرچند کم، ولی به حق گفتنی.

و این بود مسیر گلستاوریِ من و اکنون پایانش فرارسیده. پایانی دل‌نکندنی اما پربار و به‌یادماندنی.

و گلستاور خواهد ماند برای آیندگان، تا شکوفا کنند، تا به چالش بکشند و صدا کنند. تا از نداشته‌ها و داشته‌ها بنویسند و بخوانند. تا امید بهترشدن زنده بماند.

با بیتی چند از دعای نیک مولانا که بسیار علاقه‌مند به آن هستم، کلام پایان می‌یابد:

ای خدا این وصل را هجران مکن — سرخوشان عشق را نالان مکن

باغ جان را تازه و سرسبز دار — قصد این مستان و این بستان مکن

چون خزان بر شاخ و برگ دل مزن — خلق را مسکین و سرگردان مکن

کعبه اقبال این حلقه است و بس — کعبه امید را ویران مکن

نیست در عالم ز هجران تلخ‌تر — هرچه خواهی کن ولیکن آن مکن

آیدین بدیعی‌پور

سردبیر نشریه گلستاور

بخش مقالات





فرمول ۱



جیمیل نویسنده

عرفان رحمت‌زاده

دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز

«در این شماره از مجله گشتاور، تمرکز ما در بخش علمی بر ارائه مقالات و مطالبی در حوزه خودروهای فرمول ۱ می‌باشد و بدین منظور، به مطالعه چکیده‌ای از چهار مقاله در این حوزه خواهیم پرداخت.

در پایان هر بخش، نام نویسندگان و QR کد هر مقاله جهت دانلود کل مقاله و مطالعه بیشتر، در خدمت شما عزیزان قرار گرفته است.»



تحلیل آیرودینامیک خودروهای فرمول یک

نسل جدید موتورهای مسابقه‌ای فرمول یک واحدهای هیبریدی

بررسی توسعه گیربکس در فرمول یک

تحلیل انتقال حرارت در دیسک‌های ترمز فرمول یک



Aerodynamic analysis of Formula one Vehicles

Atsushi OGAWA
Susumu MASHIO
Diasuke NAKAMURA
Yasutaka MASUMITSU
Masayuki MINAGAWA
Yusuke NAKAI

تحلیل آیرودینامیک خودروهای فرمول یک

نوشتهٔ آتسوشی اوگاوا، سوسومو ماشیو، یاسوکا ماسومیتسو، ماسایوکی میناگاوا،
دایسوکه ناکامورا و یوسوکه ناکای

مقدمه: نقش آیرودینامیک در فرمول یک

مسابقات فرمول یک (F1) به مهندسی دقیق آیرودینامیکی متکی است تا عملکرد خودرو را با حداکثر نیروی روبه‌پایین (Downforce)، حداقل نیروی پسا (Drag) و بهبود پایداری در سرعت‌های بالا بهینه‌سازی کند. مهندسان از آزمایش تونل باد و دینامیک سیالات محاسباتی (CFD) برای تحلیل رفتار جریان هوا و افزایش بهره‌وری طراحی استفاده می‌کنند.

این مطالعه تعاملات غیرخطی بین اجزای مختلف آیرودینامیکی را بررسی کرده و نتایج حاصل از آزمایش تونل باد مدل ۵۰٪ هوندا همراه با شبیه‌سازی CFD را ارائه می‌دهد. چالش اصلی، دستیابی به تعادل ایده‌آل بین نیروی روبه‌پایین، کاهش نیروی پسا و توازن جلو - عقب خودرو است تا در مسابقات، سرعت و کنترل پایدار تضمین شود.

۱. اثرات زمین و مدیریت جریان هوا

علم پشت اثرات زمین

خودروهای فرمول یک از اثرات زمین (Ground Effects) بهره می‌برند که گردابه‌های تصویر آینه‌ای تولید شده توسط بال‌ها را برای افزایش کارایی آیرودینامیکی مهار می‌کنند.

• اثر زمینی دوبعدی:

افزایش فشار دینامیکی، کاهش زاویه دنباله (Wake angle) و نیز کاهش جریان روبه‌بالا (Upwash)، که منجر به پایداری بیشتر جریان هوا می‌شود. (تصویر ۱)

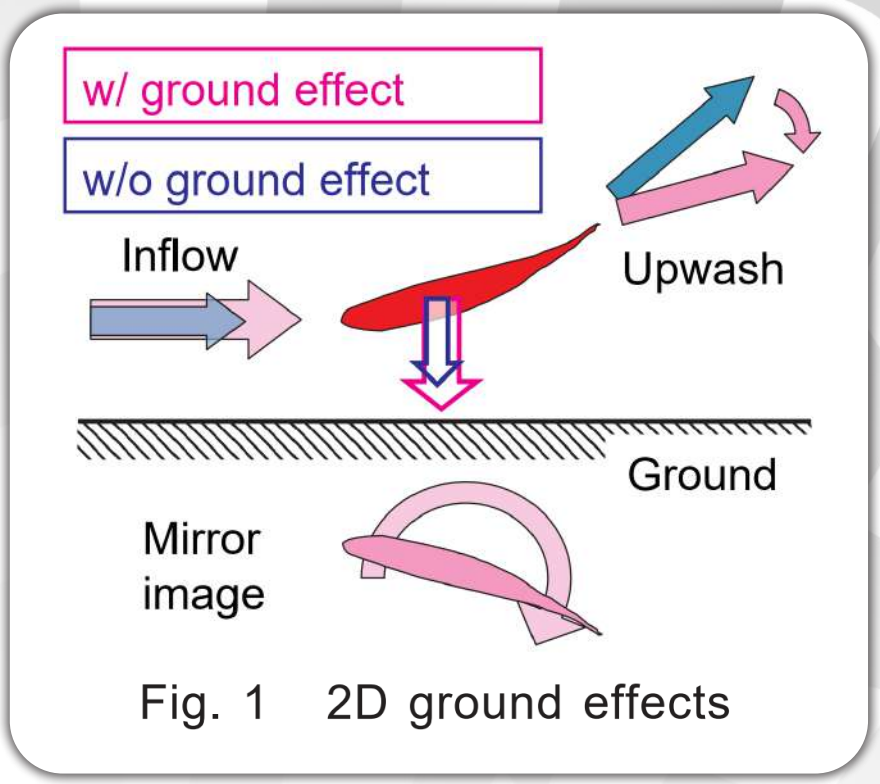


Fig. 1 2D ground effects

• اثر زمینی سه‌بعدی:

کاهش نیروی پسا القایی (Induced Drag) از طریق گردابه‌های تصویر آینه‌ای که به کنترل رفتار جریان کمک می‌کنند. (تصویر۲)

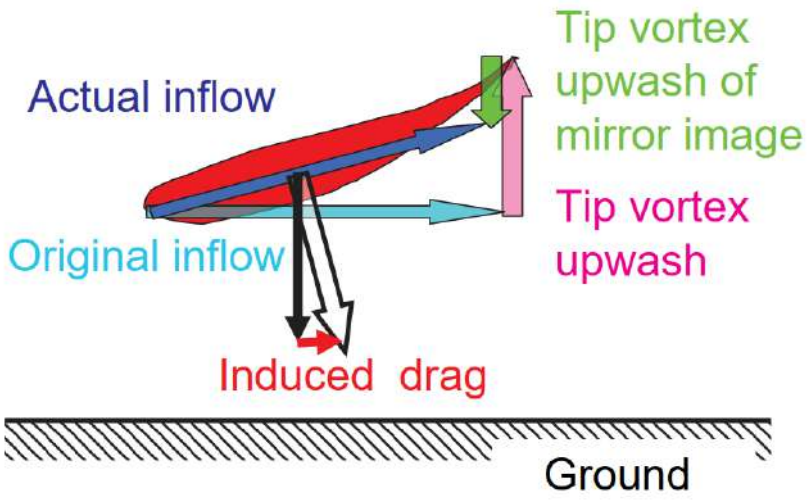


Fig. 2 3D ground effects



بهینه‌سازی اثرات زمینی برای عملکرد بهتر

اگرچه تولید نیروی روبه‌پایین (Downforce) در نزدیکی زمین مفید است، ولی مهندسان به طور هدفمند نیروی بالابر را در نقاط خاص ایجاد می‌کنند تا جریان هوا را برای عملکرد بهتر آیرودینامیکیِ عقب خودرو هدایت کنند. (برای ایجاد کوپل‌هایی برای کنترل بهتر)

- تجهیزاتی مانند گوش‌های خرگوشی (Bunny Ears) و گوش‌های روباهی (Fox Ears) در بخش بالایی شاسی قرار می‌گیرند تا جریان هوا را به سمت پایین هدایت کنند، که موجب بهبود کف خودرو، دیفیوزر و بال عقب (RW) می‌شود.

وجود گوش‌های خرگوشی باعث افزایش ۲ درصدی نیروی روبه‌پایین می‌شوند.



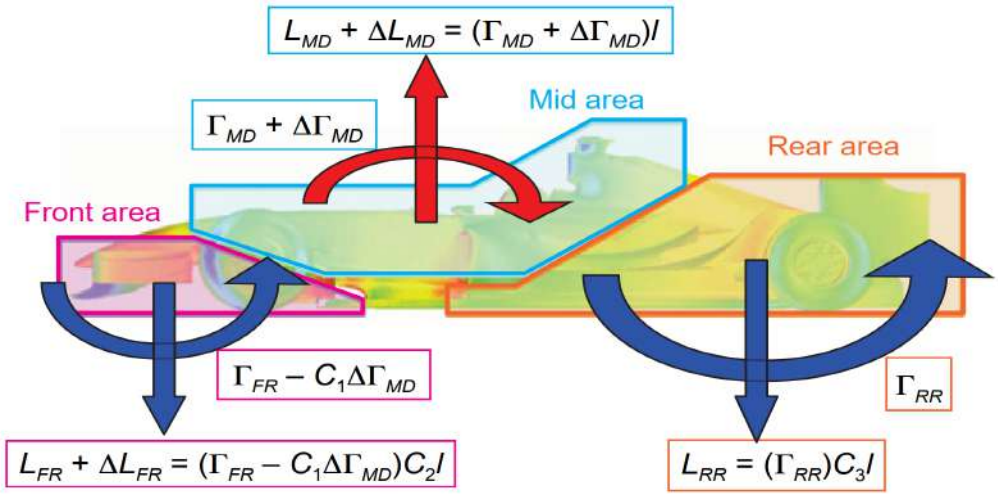


Fig. 3 Ideal chassis circulation

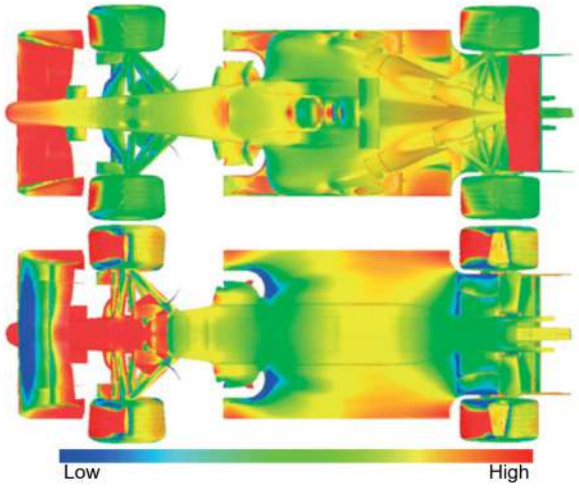


Fig. 4 Surface static pressure

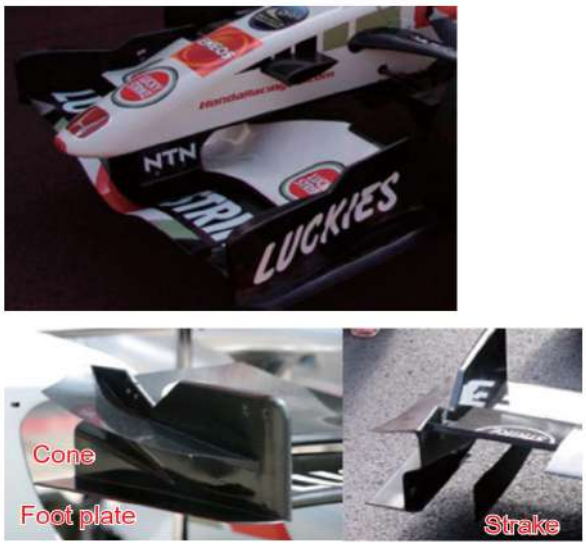


Fig. 5 Front wing

• طراحی بازوی تعلیق جلو و دماغه به حفظ توزیع فشار استاتیکی کمک کرده و کارایی آیرودینامیکی اجزای عقب را اصلاح می‌کند. (تصاویر ۳ و ۴)

۲. بال جلو (Front Wing): اساس پایداری

نقش بال جلو

بال جلو (FW) حدود ۲۰ تا ۲۵ درصد از نیروی روبه‌پایین کلی خودرو را تأمین می‌کند؛ بنابراین یک عنصر حیاتی در آیرودینامیک خودرو است. مهندسان زاویه فلپ، کنترل گردابه‌های نوک بال و حساسیت به زاویه انحراف (Yaw angle) را بهینه می‌کنند تا پایداری را حفظ کرده و دینامیک کلی خودرو را بهبود بخشند. (تصویر ۵)

تعادل بین نیروی روبه‌پایین و زاویه جدایش

• جریان پشت بال جلو می‌تواند باعث کاهش بهره‌وری بال عقب شود.

• کنترل گردابه‌های نوکِ بال جلو ضروری است تا از افت فشار دینامیکی نزدیک کف خودرو جلوگیری شود.

(تصاویر ۶ و ۷)

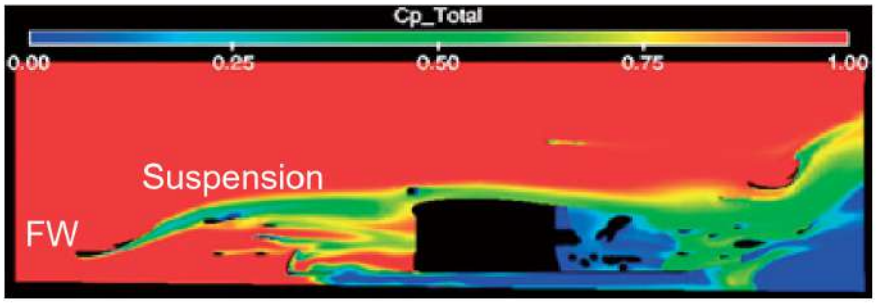


Fig. 6 Suspension stall (CpT, Y=300 mm)

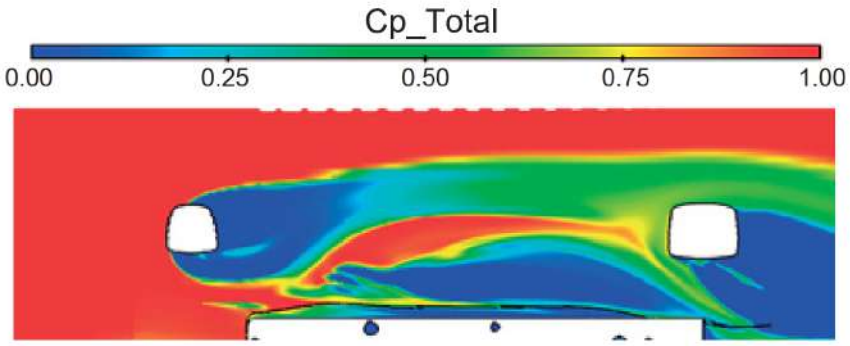


Fig. 7 Tire LE separation wake (CpT, Z=0 mm)



مدیریت تعامل گردابه‌های بال جلو

برای مقابله با گردابه‌های ناشی از جدایش تایرها، مهندسان موارد زیر را تنظیم می‌کنند:

۱. شکل صفحه انتهایی بال جلو (FWEP)

۲. افزودن نوارهای آیرودینامیکی (Strakes)، مخروطها و صفحات جانبی برای تنظیم رفتار گردابه‌ها (تصویر۸)

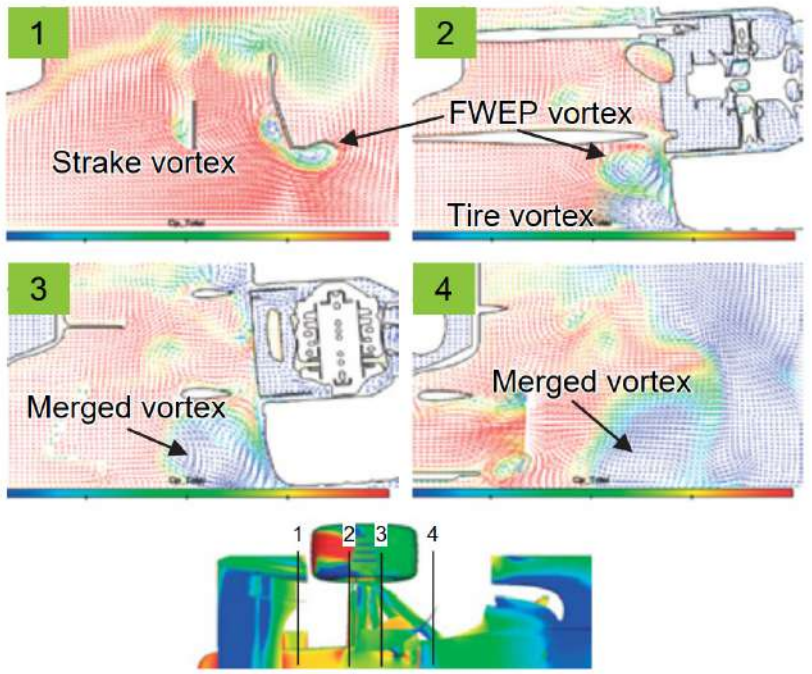


Fig. 8 FWEP and tire vortices (CpT, velocity vector)

۳. اجزای بالایی شاسی: بهبود جریان روبه‌پایین

نحوه تأثیر اجزای بالایی بر جریان هوا

شاسی بالایی مسیر جریان هوا را مدیریت می‌کند تا مکش زیر خودرو را افزایش داده و بهره‌وری بال عقب (RW) را بهینه‌سازی کند.

اجزای کلیدی:

- گوش‌های خرگوشی و گوش‌های روباهی: جریان روبه‌پایین را تقویت می‌کنند و به کنترل آیرودینامیک بال عقب کمک می‌کنند.
  (تصاویر ۱۰ و ۱۱ و ۱۲)
- بازوهای تعلیق جلو: جریان هوای بال جلو را به سمت پایین هدایت می‌کنند تا پایداری گردابه‌ها در صفحات جانبی شاسی را بهبود بخشند.
  (تصویر ۹)



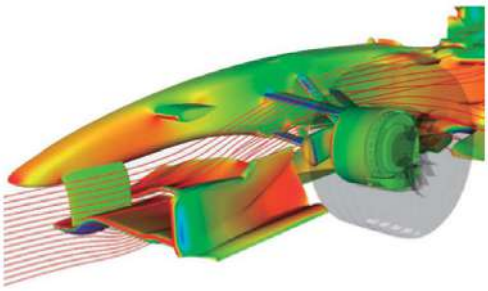


Fig. 9 FW upwash deflection by suspension arm

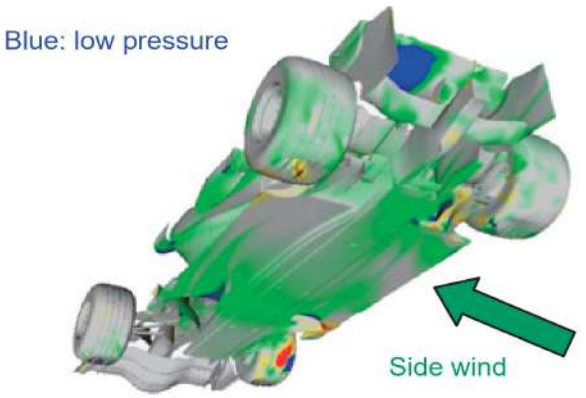


Fig. 11 Effect of bunny ears (delta Cp)



Fig. 10 Bunny ears



Fig. 12 Fox ear

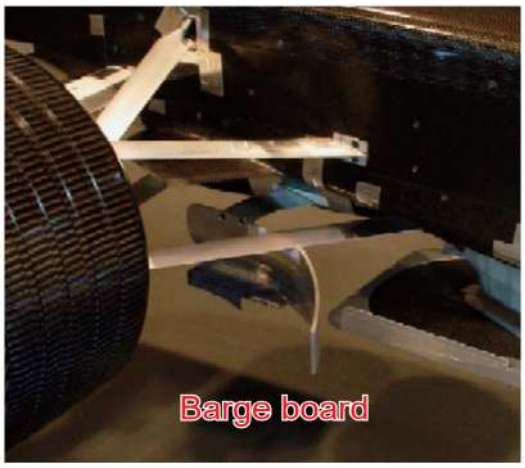


Fig. 14 Barge board

۴. اجزای پایینی شاسی: مدیریت کارایی جریان هوا

تنظیمات استراتژیک آیرودینامیکی

اجزای پایینی شاسی، مسیر جریان هوا را هدایت می‌کنند تا عملکرد دیفیوزر بهبود یابد و شتاب جریان زیر خودرو نیز افزایش پیدا کند.

دستگاه‌های مهم:

• تخته‌های بارج (Barge Boards): این صفحات گردابه‌های طولی ایجاد می‌کنند و جریان روبه‌پایین را قبل از رسیدن به دیفیوزر بهبود می‌بخشند. (تصاویر ۱۴ و ۱۵)

• سرچکشی‌ها (Hammer Heads) و بال‌های آبی (Water Wings - WW): به پایداری گردابه‌ها کمک کرده و موجب مهروموم شدن جریان زیر خودرو می‌شوند. (تصویر ۱۹)

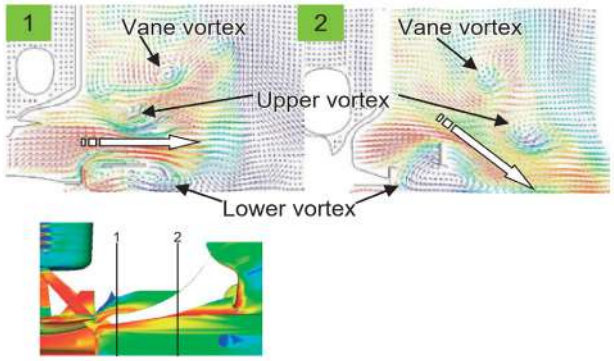


Fig. 19 ONF vortices

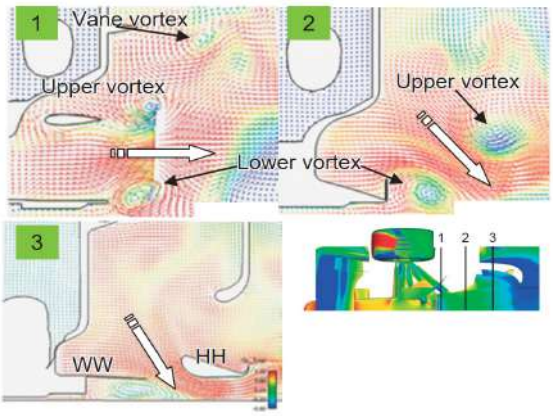


Fig. 15 BBD vortices

• نرده‌های دماغه‌ای (O-Nose Fences - ONF): از اثر ونتوری برای افزایش مکش دماغه و تقویت سرعت جریان در زیر خودرو استفاده می‌کنند. (تصاویر ۱۷ و ۱۸)



Fig. 17 O-nose fence

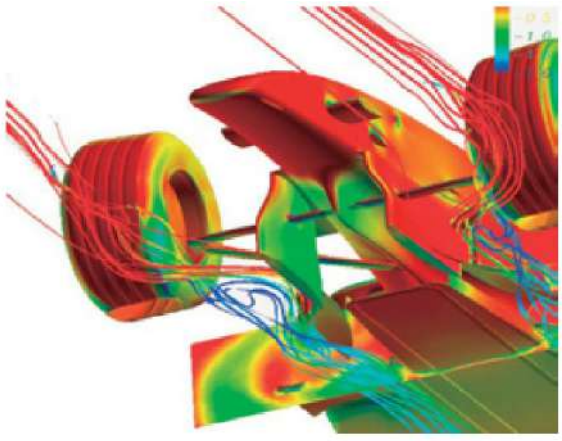


Fig. 18 ONF suction

۵. تأثیر ساید پادها و جریان خروجی اگزوز

تنظیم دقیق بدنه برای بهبود آیرودینامیکی

• برش‌های زیرین محفظه جانبی (Side Pod Undercuts) از نشت جریان هوا جلوگیری کرده و موجب مهروموم شدن آیرودینامیک زیر خودرو می‌شوند، که عملکرد دیفیوزر را افزایش می‌دهد. (تصاویر ۲۳ و ۲۴)



(a) Flat SP (b) Undercut SP

Fig. 23 Side pod variations



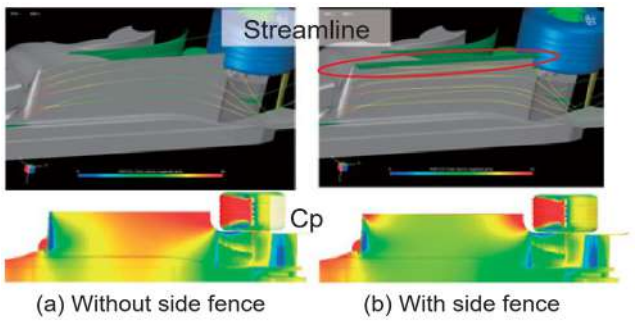


Fig. 24 Floor seal effect

• اگزوزهای دودکش (Chimney Exhausts) موقعیت گردابه‌های ناحیه پشت خودرو را تغییر داده و کارایی بال عقب (RW) را بهبود می‌بخشند. (تصاویر ۲۸ و ۲۹)



Fig. 28 Chimney and upper flick-up

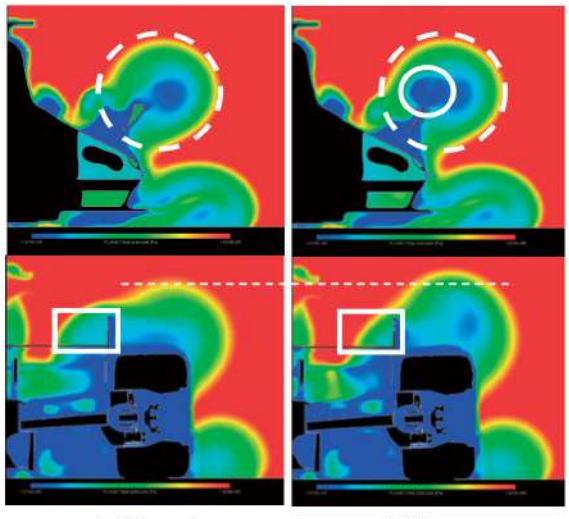


Fig. 29 Total pressure distribution in section around chimney trailing edge and RW leading edge

۶. دیفیوزر: بهینه‌سازی آیرودینامیک عقب خودرو

چرا طراحی دیفیوزر حیاتی است؟

ناحیه خروجی دیفیوزر تعیین می‌کند که جریان هوا چگونه شتاب می‌گیرد تا نیروی روبه‌پایین (Downforce) عقب را حفظ کند و درعین‌حال پسا (Drag) را محدود سازد.



Fig. 31 Diffuser

افزایش سطح مقطع خروجی

• گسترش سطح مقطع خروجی مکش زیر خودرو را افزایش داده و چسبندگی خودرو به زمین را بهینه می‌کند. (تصاویر ۳۱ و ۳۲)

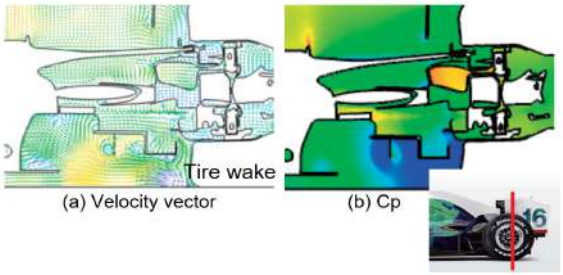


Fig. 32 Flow around diffuser

کاهش و افت فشار استاتیکی

• حداقل‌سازی افت فشار استاتیکی باعث افزایش شتاب دیفیوزر شده و پایداری عقب را بهینه می‌کند. (تصویر ۳۴)

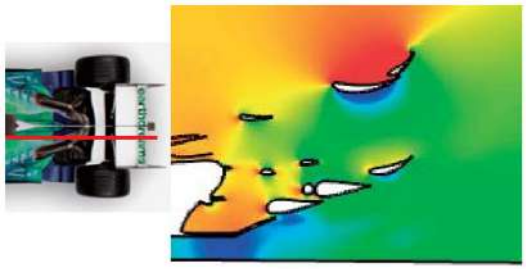
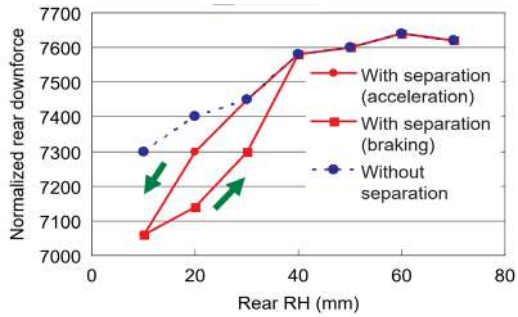


Fig. 34 Diffuser exit static pressure

تأثیر تنظیم ارتفاع خودرو

• تغییرات ارتفاع خودرو بر عملکرد دیفیوزر تأثیر می‌گذارد و نیاز به مدیریت دقیق مرکز فشار (CoP) دارد. (تصویر ۳۵)





۷. بال عقب (RW): تعادل میان سرعت و کنترل

بهینه‌سازی بارگذاری و بازیابی فشار

• نوک‌های بال عقب بلند شده به کاهش اختلالات جریان هوای پشت خودرو کمک می‌کنند و نیروی پسا القایی را تثبیت می‌کنند. (تصاویر ۳۷ و ۳۸)



Fig. 37 Inflow angle for RW

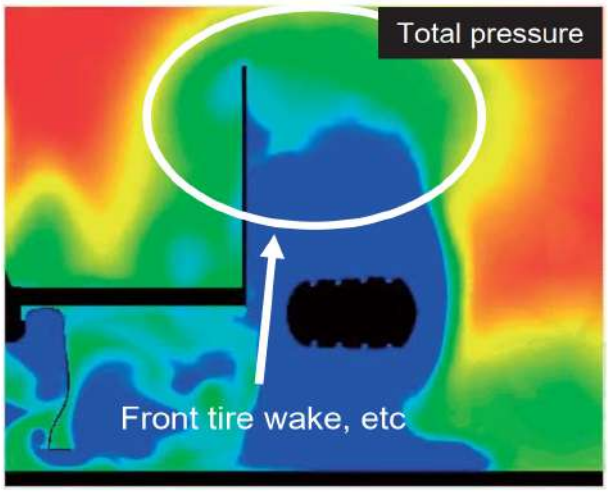


Fig. 38 Cp total around RW

• اصلاحات در شکل ستون‌های عقب باعث افزایش استحکام ساختاری و بهبود کارایی آیرودینامیکی می‌شود. (تصویر ۴۲)

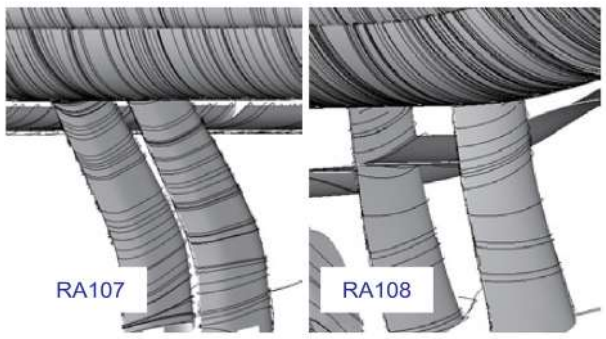


Fig. 42 Boundary layer shear direction on pillars



تأثیر بال عقب بر عملکرد خودرو

پیکربندی‌های بال‌های عقب قابلیت پیچیدن در سرعت‌های بالا را در مقابل حداکثرِ سرعت در مسیر مستقیم تنظیم می‌کنند و این عمل از طریق موارد زیر اتفاق می‌افتد:

- اصلاح زاویه خمیدگی (Camber) و صفحات انتهایی (Endplates)
- توزیع بارگذاری برای دستیابی به عملکرد پایدار و متوازن

نتیجه‌گیری: دقت مهندسی در حرکت

آیرودینامیک خودروهای فرمول یک ترکیبی پیچیده از تکنیک‌های بهینه‌سازی است که به شبیه‌سازی‌های CFD دقیق و نیز آزمایشات تونل باد نیاز دارد.

مهندسان بادقت، مکانیزم‌های جریان هوا را تنظیم می‌کنند تا نیروی روبه‌پایین را به حداکثر رسانده، نیروی پسا را به حداقل کاهش داده و پایداری خودرو را در سرعت‌های مسابقه‌ای تضمین کنند.

تعاملات غیرخطی پیچیده بین اجزای آیرودینامیکی باعث می‌شود که طراحی خودروهای فرمول یک، یکی از پیشرفته‌ترین چالش‌های مهندسی در دنیای مسابقات موتوراسپرت باشد.

برای دریافت منابع، کد را اسکن کنید.





A New Generation of F1 Race Engines Hybrid Power Units

By Zbigniew Stępień

نسل جدید موتورهای مسابقه‌ای فرمول یک واحدهای هیبریدی

نوشتهٔ زبیگنیف استپن

مقدمه:

انقلاب در واحدهای قدرت فرمول یک

موتورهای فرمول یک (F1) در دهه گذشته به دلیل پیشرفت‌های فناوری و تغییرات قوانین، تحول چشمگیری داشته‌اند. در سال ۲۰۱۴، FIA (Fédération Internationale de l›Automobile) دوره‌ای جدید را آغاز کرد و موتورهای ۲.۴ لیتری V۸ تنفس طبیعی را با واحدهای ۱.۶ لیتری V۶ توربوشارژر هیبریدی مجهز به سیستم‌های بازیابی انرژی (ERS) جایگزین کرد. این تغییرات به‌منظور بهبود بهره‌وری سوخت اعمال شد که شامل محدودیت نرخ جریان سوخت و میزان سوخت مصرفی بود و مهندسان را مجبور کرد بهره‌وری حرارتی را به حداکثر برسانند و هم‌زمان سطح عملکرد بالایی را حفظ کنند.

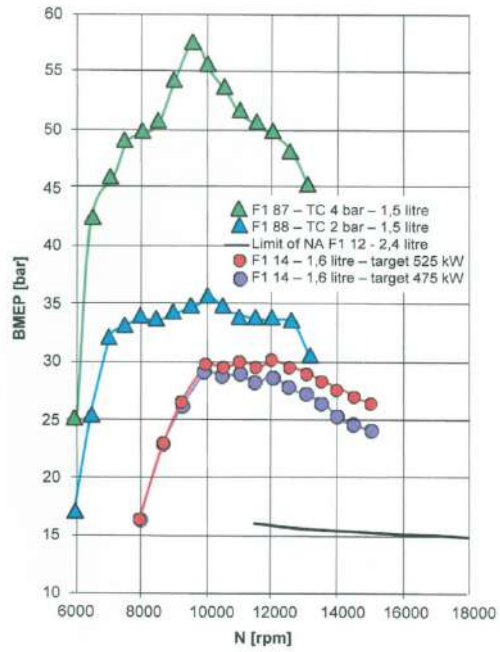


Fig. 1. Comparison of the BMEP of the turbocharged F1 engines of the mid – eighties with that of the modern F1 turbocharged engines [2, 13]

Rys. 1. Porównanie średniego ciśnienia użytecznego silników F1: „turbo" z połowy lat 80. XX w. z obecnymi silnikami „turbo"

این واحدهای قدرت هیبریدی ترکیبی از موتورهای احتراق داخلی (ICE) با فناوری‌های بازیابی انرژی هستند که آنها را پیشرفته‌تر و پایدارتر نسبت به موتورهای سنتی تنفس طبیعی می‌کند.

برای مقایسه تاریخی بین موتورهای توربوشارژر فرمول یک در دهه ۱۹۸۰ و واحدهای هیبریدی مدرن به تصویر ۱ مراجعه کنید. این تصویر روند تغییرات عملکرد را در طول زمان نشان می‌دهد.

۱. تحولات قوانین: مقررات کلیدی تأثیرگذار بر توسعه موتورهای F1

محدودیت‌های مصرف سوخت و نرخ جریان

یکی از مهم‌ترین تغییرات قوانین ۲۰۱۴، محدودیت‌های مصرف سوخت بود:

- موتورهای V8 پیش از ۲۰۱۴: بدون محدودیت جریان سوخت، مصرف حدود ۱۷۰ کیلوگرم بر ساعت در اوج قدرت.
- واحدهای قدرت هیبریدی (۲۰۱۴ به بعد):
- محدودیت مصرف سوخت تا ۱۰۰ کیلوگرم در هر مسابقه که ۳۵٪ کمتر از موتورهای V8 قدیمی است.
- نرخ جریان سوخت محدود به ۱۰۰ کیلوگرم در ساعت در نرخ‌هایی بیش از ۱۰۵۰۰ دور در دقیقه که باعث محدودیت در قدرت خروجی می‌شود.
- الزامی شدن سیستم تزریق مستقیم سوخت برای بهبود کارایی احتراق.

توربوشارژر و سیستم‌های بازیابی انرژی

معرفی توربوشارژر برای جبران حجم کوچک‌تر موتورهای V۶ کوچک‌تر بود. درحالی‌که سطح قدرت رقابتی حفظ می‌شد. سیستم هیبریدی شامل دو فناوری بازیابی انرژی است:

MGU-K (Motor Generator Unit – Kinetic)

- انرژی جنبشی هنگام ترمزگیری را بازیابی کرده و در باتری ذخیره می‌کند.
- تا ۱۲۰ کیلووات قدرت اضافی در هر دور مسابقه تأمین می‌کند.
- به شتاب‌گیری خودرو کمک می‌کند و وابستگی به موتور احتراقی را کاهش می‌دهد.

MGU-H (Motor Generator Unit - Heat)

• انرژی اضافی حاصل از گازهای خروجی توربوشارژر را جذب کرده و به برق تبدیل می‌کند.

• به حفظ سرعت توربوشارژر کمک می‌کند و اثر تأخیر توربو (Turbo Lag) را کاهش می‌دهد.

برای مشاهده چیدمان شماتیک واحد قدرت هیبریدی ۲۰۱۴ و اجزای سیستم انتقال انرژی، به تصویر ۴ نگاه کنید.

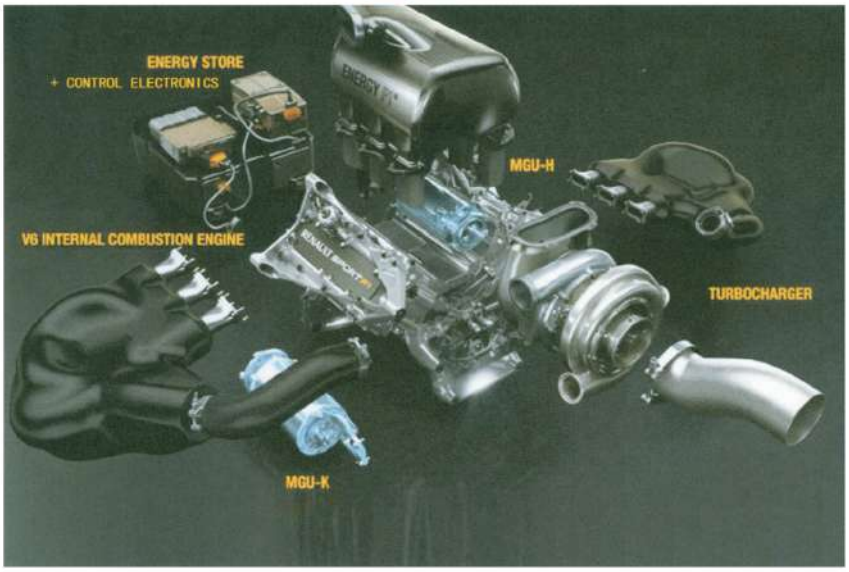


Fig. 4. F1 Power Unit components – 2014 [Renault]

تصویر زیر موتورهای هیبریدی چهار شرکت مرسدس، فراری، رنو و هوندا را نشان می‌دهد که در سال ۲۰۱۵ مورد استفاده قرار گرفتند.

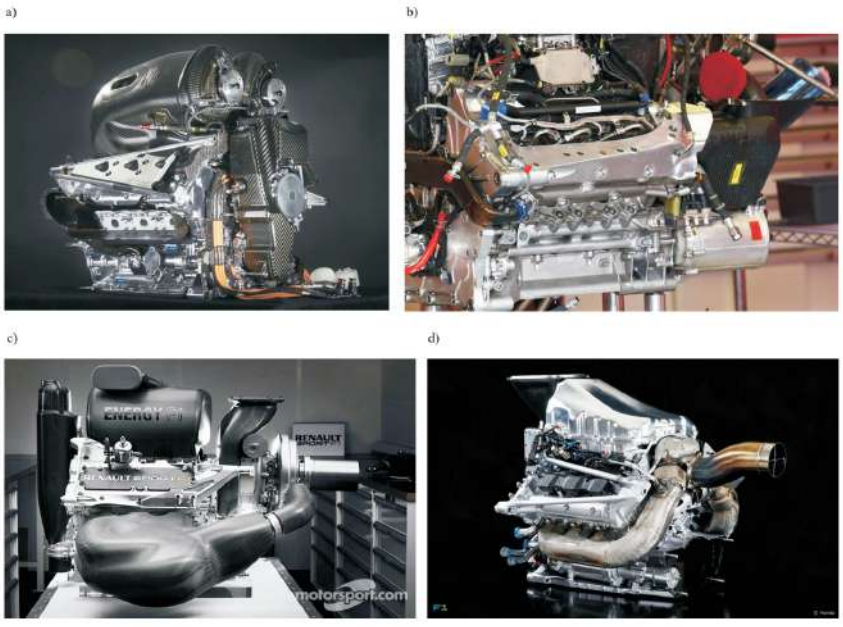


Fig. 5. F1 Power Units of the 2015 season: a) Mercedes AMG PU106B [16], b) Ferrari 059/4 [17], c) Renault RS35 Energy F1-2015 [18], d) Honda RA615H [19]





۲. نوآوری‌های مهندسی در سیستم‌های هیبریدی

بهبود بهره‌وری حرارتی

برای حداکثرکردن کارایی در محدودیت‌های مصرف سوخت، مهندسان چندین بهینه‌سازی کلیدی در فرآیند احتراق را اعمال کردند:

- افزایش نسبت تراکم برای استخراج بیشتر انرژی از سوخت.
- بازطراحی محفظه احتراق به‌منظور کاهش اتلاف گرما.
- فناوری پیشرفته احتراق (Turbulent Jet Ignition - TJI)
- TJI امکان استفاده از مخلوط‌های سوختی رقیق‌تر را فراهم می‌کند که موجب کاهش مصرف سوخت می‌شود.
- پدیده احتراق ضربه‌ای را به حداقل می‌رساند و کیفیت احتراق را بهبود می‌بخشد.

نمای شماتیک سیستم پیشران را می‌توانید در تصویر زیر مشاهده کنید:

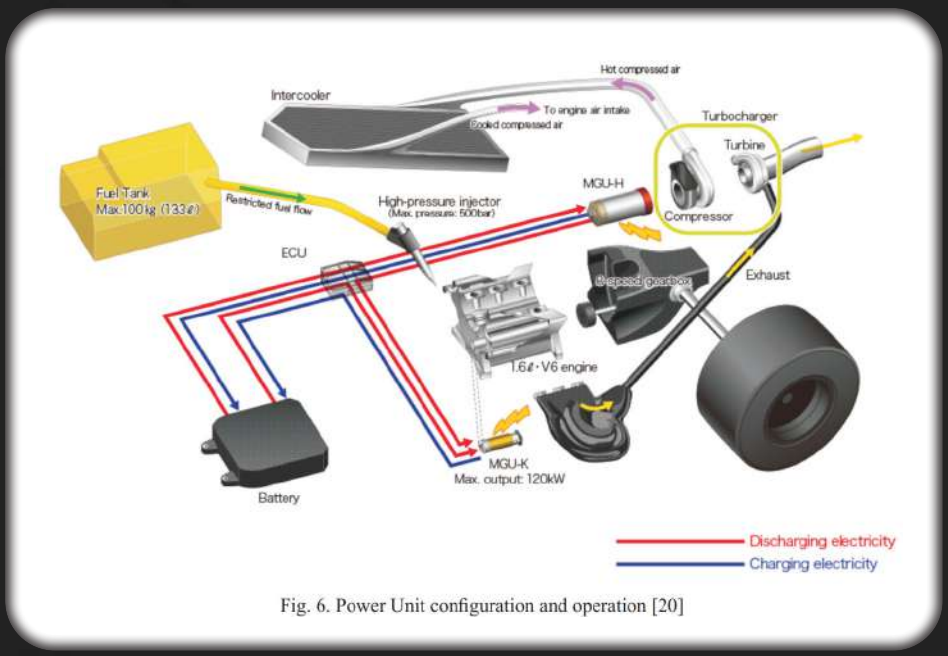


Fig. 6. Power Unit configuration and operation [20]

بهبود طراحی توربوشارژر

موتورهای V8 تنفس طبیعی قدیمی برای تولید قدرت، به دور موتور بالا وابسته بودند، اما موتورهای V6 توربوشارژ هیبریدی برای جبران حجم کمتر، فشار هوای ورودی را افزایش داده و قدرت خروجی را بالا می‌برند.

- ۴۲۵ کیلووات تنها از موتور توربوشارژ.
- ۵۲۵ کیلووات با سیستم بازیابی انرژی (ERS)که عملکرد رقابتی را حفظ می‌کند.

برای مقایسه توربوشارژرهای سانتریفیوژی و محوری که طراحی آزمایشی محوری هوندا در سال ۲۰۱۵ را نشان می‌دهد، به تصویر ۸ نگاه کنید.



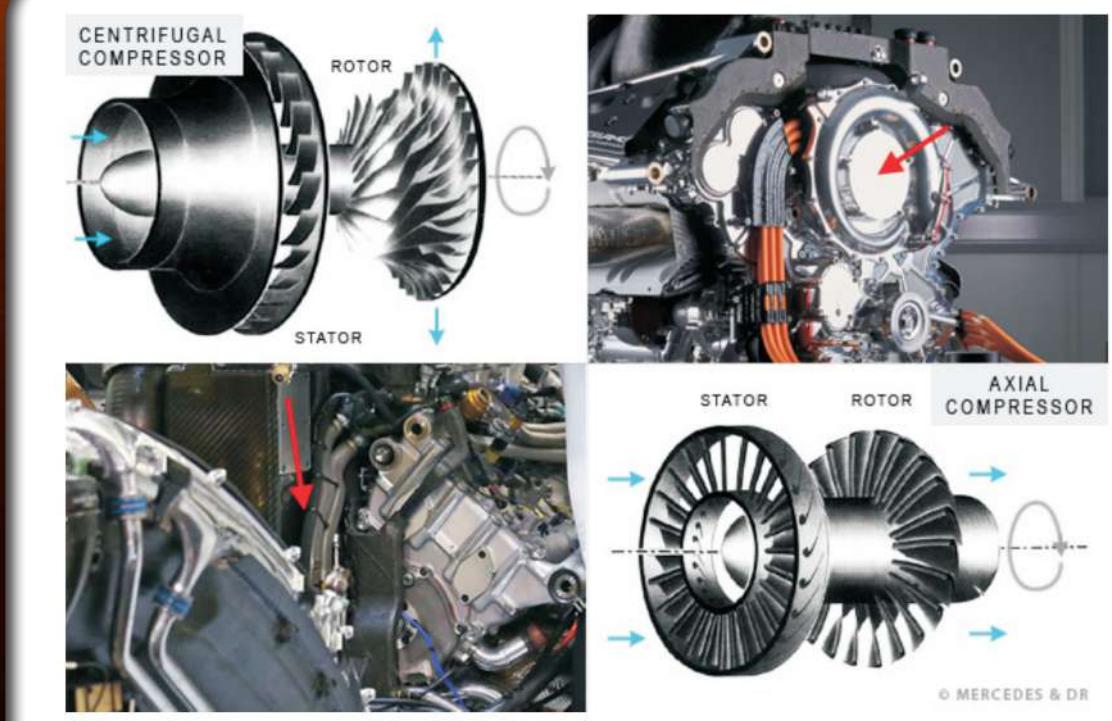


Fig. 8. Comparison of the centrifugal compressor (turbocompressor of Mercedes AMG PU) and the axial compressor (turbocompressor of Honda PU) [21]

۳. چیدمان واحد قدرت هیبریدی و جای‌گذاری اجزا

رویکردهای اختصاصی سازندگان

تیم‌های مختلف فرمول یک طراحی واحدهای قدرت خود را بهینه‌سازی کرده‌اند، به‌ویژه در مواردی مانند موقعیت توربوشارژر، سیستم‌های خنک‌کننده و جای‌گذاری MGU-H:

- مرسدس و هوندا MGU-H: بین توربین و کمپرسور قرار گرفت که باعث بهبود سیستم خنک‌کننده و کارایی توربو می‌شود.
- فراری: از یک اینترکولر فشرده استفاده کرده که مانع از اختلال در جریان هوا در طراحی آیرودینامیک خودرو می‌شود.
- رنو: چیدمان کلاسیک توربوشارژر را به کار گرفته که نیازمند سیستم خنک‌کننده بسیار کارآمدی است.

برای مقایسه جزئیات چیدمان واحدهای قدرت هوندا، مرسدس، فراری و رنو، به تصویر ۷ نگاه کنید.

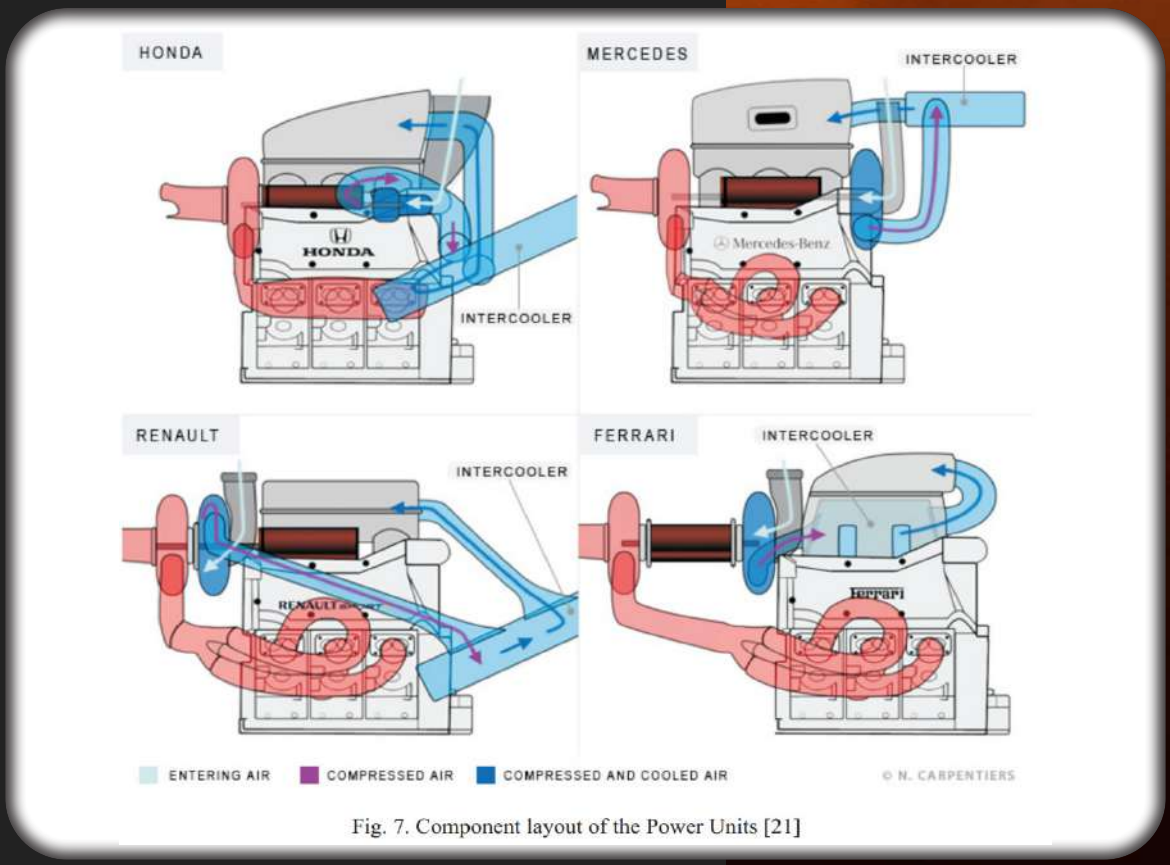


Fig. 7. Component layout of the Power Units [21]

۴. مقایسه عملکرد: قبل از ۲۰۱۴ در مقابل دوره هیبریدی

ویژگی	V8 (پیش از ۲۰۱۴)	توربو هیبریدی (پس از ۲۰۱۴) V6
نوع موتور	تنفس طبیعی V8 لیتری ۲.۴	توربوشارژ هیبریدی V6 لیتری ۱.۶
حداکثر قدرت	اسب بخار ~۷۶۰	اسب بخار ۸۵۰-۱۰۰۰
محدودیت جریان سوخت	نامحدود (~۱۷۰ کیلوگرم در ساعت)	کیلوگرم در ساعت ۱۰۰
بازیابی انرژی	KERS (اختیاری)	ERS اجباری (MGU-K & MGU-H)
بهره‌وری حرارتی	~۳۵٪	~۵۰٪ (برآوردهای ۲۰۲۳)

V8 (پیش از ۲۰۱۴)	V6 توربو هیبریدی (پس از ۲۰۱۴)	ویژگی
تنفس طبیعی V8، ۲.۴ لیتری	توربوشارژ هیبریدی V6، ۱.۶ لیتری	نوع موتور
~۷۶۰ اسب بخار	۸۵۰ - ۱۰۰۰ اسب بخار	حداکثر قدرت
نامحدود (~۱۷۰ کیلوگرم در ساعت)	۱۰۰ کیلوگرم در ساعت	محدودیت جریان سوخت
KERS (اختیاری)	ERS اجباری (MGU-K & MGU-H)	بازیابی انرژی
~۳۵٪	~۵۰٪ (برآوردهای ۲۰۲۳)	بهره‌وری حرارتی

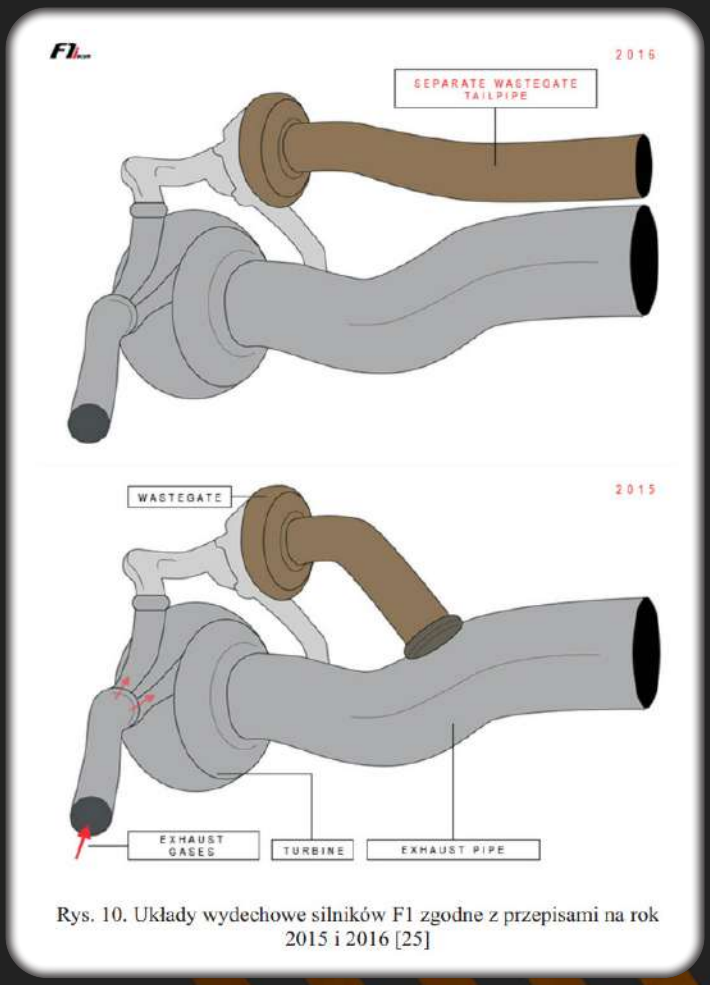
برای مشاهده مقایسه کامل مشخصات فنی موتورهای V8 سال ۲۰۱۳ و واحدهای قدرت هیبریدی سال ۲۰۱۵، به جدول ۱ در خود مقاله مراجعه کنید.

۵. اصلاحات در سیستم اگزوز

واحدهای قدرت هیبریدی به دلیل صدای کمتر نسبت به موتورهای V8 قدیمی با دور موتور بالا مورد انتقاد قرار گرفتند.

- ۲۰۱۴-۲۰۱۵: قوانین استفاده از یک خروجی اگزوز مرکزی را الزامی کرد تا خروجی صدا را محدود کند.
- اصلاحات ۲۰۱۶: لوله‌های جداگانه برای گازهای خروجی توربوشارژر و خروجی سیستم Wastegate که بخشی از صدای کلاسیک موتورهای F1 را بازگرداند.

برای مشاهده مقایسه تصویری طراحی اگزوز در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶، به تصویر ۱۰ نگاه کنید.



Rys. 10. Układy wydechowe silników F1 zgodne z przepisami na rok 2015 i 2016 [25]

۶. آینده واحدهای قدرت هیبریدی در فرمول یک

- ۲۰۱۷: حذف سیستم محدودیت‌های توسعه، امکان اصلاحات نامحدود موتور برای افزایش عملکرد.
- ۲۰۱۸: کاهش تعداد واحدهای قدرت مجاز در هر فصل، افزایش اهمیت دوام و بهره‌وری.
- ۲۰۲۶: انتظار می‌رود اجرای کامل سوخت‌های پایدار، کاهش ردپای کربن در فرمول یک را به دنبال داشته باشد.

نتیجه گیری: دقت مهندسی در حرکت

گذار فرمول یک به واحدهای قدرت هیبریدی یکی از مهم‌ترین انقلاب‌های تکنولوژیکی در دنیای موتوراسپرت بوده است.

- پیش از ۲۰۱۴: موتورهای تنفس طبیعی بر تولید قدرت در دورهای بالا تأکید داشتند.
- پس از ۲۰۱۴: واحدهای هیبریدی روی بهره‌وری سوخت، توربوشارژ پیشرفته و سیستم‌های بازیابی انرژی متمرکز شده‌اند که قدرت و پایداری را ترکیب می‌کند.

با ادامه پیشرفت‌های مهندسی در فرمول یک، تحولات آینده احتمالاً شامل افزایش بهره‌وری، کاهش آلاینده‌ها و بهینه‌سازی بیشتر فناوری هیبریدی خواهد بود تا عملکرد برتر و بهینه را حفظ کند.

منابع

Overview of Gearbox development for formula one

Atsushi MANO

بررسی توسعه گیربکس در فرمول یک

نوشتهٔ آتسوشی مانو | مرکز تحقیق‌وتوسعه هوندا



مقدمه:
نقش حیاتی گیربکس در عملکرد فرمول یک

درحالی‌که بیشتر بحث‌های مرتبط با فناوری فرمول یک بر قدرت موتور و راندمان آیرودینامیکی متمرکز است، گیربکس نیز نقشی به همان اندازه حیاتی در بهینه‌سازی عملکرد خودرو ایفا می‌کند. یک گیربکس با طراحی مطلوب مستقیماً بر موارد زیر تأثیر می‌گذارد:

- بهینه‌سازی شتاب و سرعت
- پایداری در رانندگی
- راندمان سوخت
- تناسب آیرودینامیکی در طراحی خودرو

باوجود اهمیت بالای گیربکس، توسعه فناوری گیربکس اغلب کمتر موردتوجه قرار می‌گیرد. این مقاله به بررسی دستاوردهای مهندسی هوندا، چالش‌های طراحی گیربکس در فرمول یک، و نوآوری‌هایی می‌پردازد که تحول عظیمی در سیستم‌های انتقال قدرت مسابقات مدرن ایجاد کرده‌اند.

برای مشاهده نمای بیرونی گیربکس فرمول یک، که طراحی فشرده و بهینه‌شده آن را نشان می‌دهد، به تصویر ۱ نگاه کنید.

۱. گیربکس‌های فرمول یک و قوانین FIA

محدودیت‌های قانونی در انتقال قدرت F1

مقررات فنی FIA محدودیت‌های سخت‌گیرانه‌ای بر طراحی گیربکس اعمال می‌کند تا قابلیت اطمینان، کنترل هزینه‌ها، و عدالت بین تیم‌ها حفظ شود. این محدودیت‌ها شامل موارد زیر هستند:

- محدودیت در دو چرخ محرک: تمام خودروهای فرمول یک باید از سیستم محرک عقب (RWD) استفاده کنند و سیستم تمام چرخ محرک (AWD) ممنوع است تا پیچیدگی و وزن کاهش یابد.
- قطع دستی کلاچ: یک سیستم قطع دستی کلاچ تضمین می‌کند که خودروها در صورت توقف در پیست قابل هل‌دادن باشند.

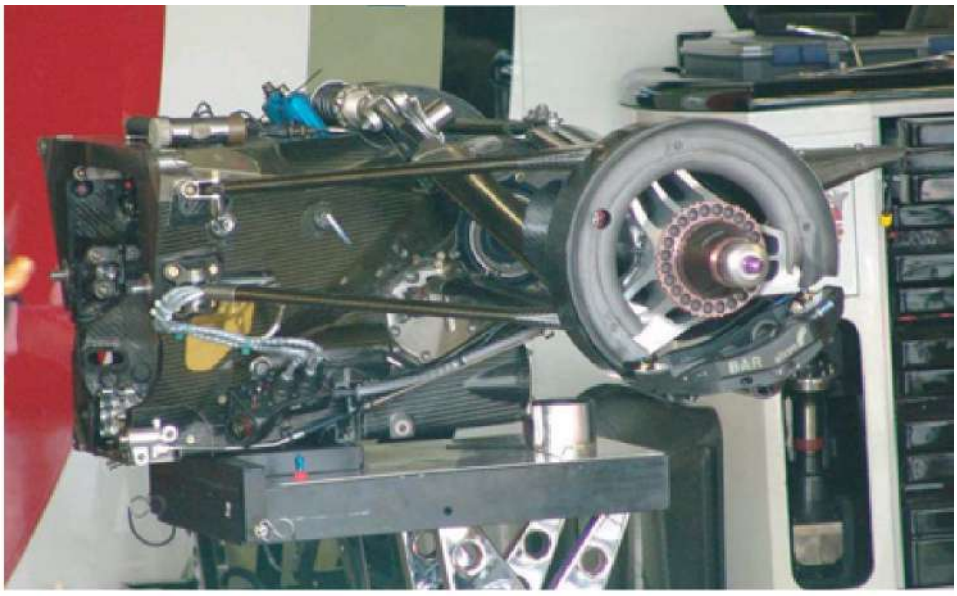


Fig. 1 Appearance of F1 gearbox

- محدودیت نسبت‌های دنده: گیربکس باید دارای بین ۴ تا ۷ دندهٔ جلو باشد و سیستم‌های انتقال قدرت متغیر پیوسته (CVT) ممنوع هستند.
- الزامی‌بودن دنده‌عقب: هر خودروی فرمول یک باید دندهٔ عقب قابل‌استفاده داشته باشد.
- ممنوعیت انتقال گشتاور چپ/راست: این محدودیت باعث یکنواختی کشش روی محور عقب می‌شود.
- الزامات دوام گیربکس: از سال ۲۰۰۸، هر گیربکس باید چهار مسابقه متوالی را تحمل کند تا هزینه‌های توسعه کاهش یابد.
- حداقل ضخامت دنده‌ها (۱۲ میلی‌متر) و وزن هر مجموعه دنده (۶۰۰ گرم): جلوگیری از کاهش بیش از حد وزن که می‌تواند بر دوام گیربکس تأثیر بگذارد.

باوجود این محدودیت‌ها، تیم‌ها آزادی قابل‌توجهی در نوآوری دارند و بر طراحی فشرده، کارآمد و سبک‌تر تمرکز می‌کنند.

برای مشاهده طرح شماتیک اجزای داخلی گیربکس، از جمله سیستم‌های کلاچ، نسبت‌های دنده، انتقال نهایی و مکانیزم‌های محرک، به تصویر ۲ نگاه کنید.

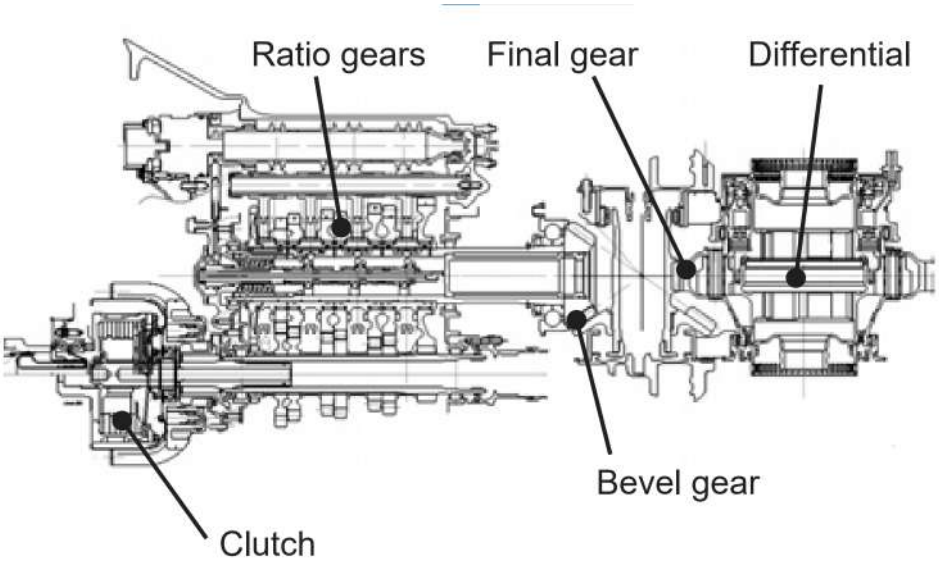


Fig. 2 Structure of F1 gearbox internals

۲. معیارهای عملکردی گیربکس فرمول یک

یک گیربکس فرمول یک باید چندین استاندارد عملکردی کلیدی را برآورده کند، زیرا در طول مسابقه تحت نیروهای شدید و تغییرات سریع دنده قرار می‌گیرد.

الزامات اصلی مهندسی:

- دوام و قابلیت اطمینان: باید در برابر دماهای بالا و بارهای مکانیکی سنگین بدون نقص عملکرد داشته باشد.
- سبکی و فشردگی: کاهش وزن باعث بهبود شتاب و دینامیک کلی خودرو می‌شود.
- کاهش مرکز ثقل: حداقل‌سازی وزن باعث کنترل بهتر اینرسی دورانی و پایداری بیشتر در پیچ‌ها می‌شود.
- تعویض سریع‌تر دنده‌ها: کاهش زمان تعویض دنده باعث بهبود زمان هر دور در پیست و کاهش تأخیر در شتاب‌گیری می‌شود.
- کارایی بالای انتقال قدرت: حداقل‌سازی اتلاف توان در فرآیند انتقال انرژی.
- استحکام بدنه گیربکس: ازآنجایی‌که سیستم تعلیق عقب مستقیماً روی گیربکس نصب می‌شود، استحکام ساختاری بالا ضروری است.
- یکپارچگی آیرودینامیکی: شکل فشرده گیربکس باید جریان هوا به سمت بال عقب و دیفیوزر را مختل نکند.
- سهولت نگهداری: تیم‌ها باید بتوانند نسبت‌های دنده را بین جلسات مسابقه تنظیم یا تعویض کنند.

برای مشاهده نمای کلی سیستم تعویض دنده، که شامل اجزای کلیدی مانند حلقه‌های دنده، محورها و عملگرهای هیدرولیکی است، به تصویر ۳ نگاه کنید.

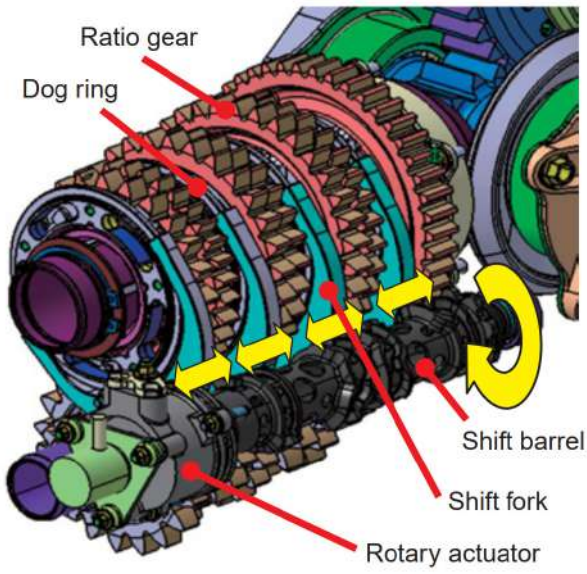


Fig. 3 Appearance of F1 gear-change system

۳. استراتژی توسعه گیربکس هوندا

۳.۱ همکاری مشترک هوندا و BAR در توسعه گیربکس

هوندا با تیم بریتیش امریکن ریسینگ (British American Racing) برای توسعه گیربکس اختصاصی فرمول یک همکاری کرد و از موارد زیر بهره گرفت:

- تخصص BAR در یکپارچه‌سازی خودروهای مسابقه‌ای (طراحی بدنه گیربکس).
- مهارت ویژه هوندا در تولید چرخ‌دنده‌ها و شفت‌ها در مرکز تحقیق‌وتوسعه توچیگی (Tochigi).

این رویکرد همکاری مشترک به BAR امکان استفاده انحصاری از فناوری‌های پیشرفته هوندا را داد و مزیت رقابتی قابل‌توجهی ایجاد کرد.

۳.۲ یادگیری فناوری گیربکس در فرمول یک

پیش از طراحی یک گیربکس رقابتی برای فرمول یک، هوندا باید فناوری‌های موجود را تجزیه‌وتحلیل و اصول مهندسی خودروهای جاده‌ای را برای کاربردهای مسابقه‌ای تطبیق می‌داد.

مهم‌ترین درس‌های مهندسی:

- چرخ‌دنده‌های ساده (Spur Gears) جایگزین چرخ‌دنده‌های مارپیچی (Helical Gears) شدند تا عملکرد بر کاهش نویز ترجیح داده شود.
- پردازش‌های سطحی پیشرفته مانند عملیات حرارتی، شات‌پینینگ، و سنگ‌زنی برای افزایش مقاومت در برابر خستگی به کار گرفته شدند.
- آلیاژهای فولادی با مقاومت بالا برای مطابقت با استانداردهای عملکردی سطح بالا ضروری بودند.

برای مشاهده ظاهر بدنه گیربکس CFRP (Carbon Fiber Reinforced Polymer)، که طراحی سبک و کامپوزیتی آن را نشان می‌دهد، به تصویر ۴ نگاه کنید.



Fig. 4 Appearance of CFRP gearbox casing

۴. نوآوری‌های فنی هوندا

۴.۱ فناوری پیشرفته بدنه گیربکس

بدنه گیربکس فرمول یک دو وظیفه حیاتی را ایفا می‌کند:

۱. مکانیزم‌های انتقال قدرت را دربرگرفته و استحکام لازم را فراهم می‌کند.

۲. به‌عنوان بخشی از شاسی عمل کرده و سیستم تعلیق عقب را پشتیبانی می‌کند.

هوندا در طراحی بدنه گیربکس چندین رویکرد نوآورانه را آزمایش کرد:

- استفاده از بدنه‌های منیزیمی برای کاهش شدید وزن.
- معرفی بدنه‌های CFRP توسط BAR که حتی سبک‌تر و مقاوم‌تر بودند.

برای مشاهده سیستم کلاچ فشاری مستقیم (DPC) که انتقال گشتاور کلاچ را تثبیت می‌کند، به تصویر ۵ نگاه کنید.



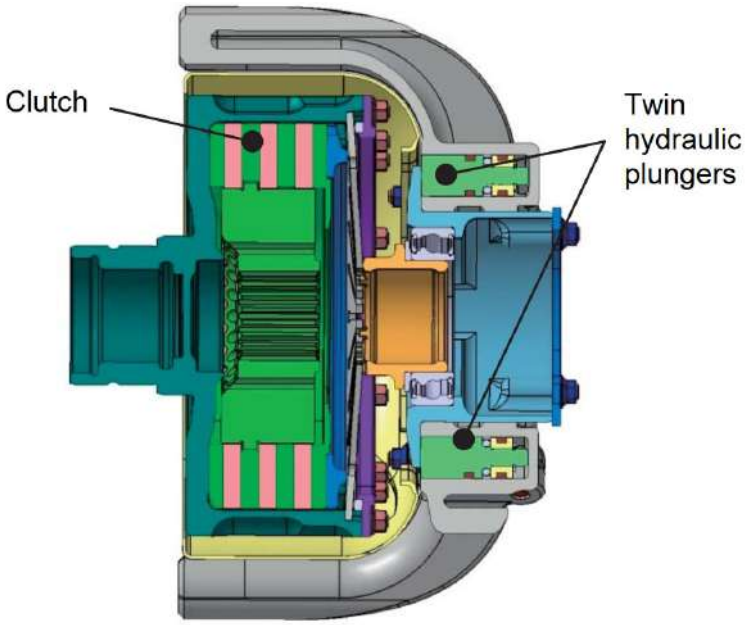


Fig. 5 Appearance of Direct Push Clutch (DPC)

۴.۲ طراحی بهینه چرخ‌دنده‌ها

برای کاهش وزن و افزایش استحکام، هوندا اقدامات زیر را انجام داد:

• تحلیل روش المان محدود (FEM) برای بهینه‌سازی فاکتورهای ایمنی چرخ‌دنده‌ها.

• کاهش عرض چرخ‌دنده‌ها بین ۱ تا ۲ میلی‌متر، که موجب صرفه‌جویی ۱ کیلوگرمی در وزن کلی گیربکس شد.

• توسعه آلیاژهای فولادی ویژه برای بهبود مقاومت در برابر سایش و خستگی مکانیکی.

برای مشاهده مقایسه طراحی چرخ‌دنده‌ها و کاهش وزن حاصل از بهینه‌سازی‌ها، به تصویر ۶ نگاه کنید.

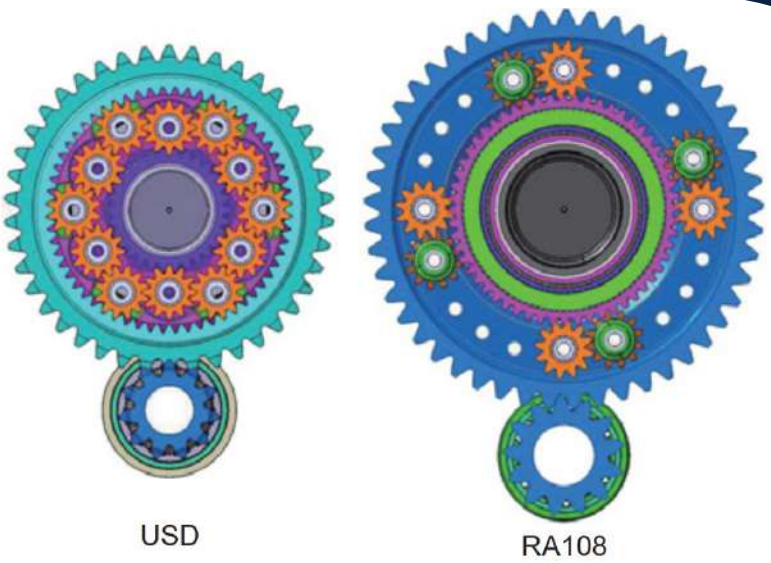


Fig. 6 Comparison between USD and RA108

۵. فناوری تعویض دنده بدون وقفه: یک تحول بزرگ

رویکرد انقلابی هوندا در تعویض دنده

گیربکس‌های ترتیبی سنتی باعث قطع گشتاور در هنگام تعویض دنده می‌شوند، که شتاب‌گیری را کاهش می‌دهد. هوندا فناوری تعویض دنده بدون وقفه را مهندسی کرد که اتلاف قدرت در طول تعویض دنده را از بین برد.

دستاوردهای کلیدی:

- کلاچ یک‌طرفه برای جلوگیری از درگیری دوگانه دنده‌ها.
- کنترل تنظیم گشتاور برای بهینه‌سازی عملکرد کلاچ در تغییر دنده‌ها.

این سیستم نوآورانه که در سال ۲۰۰۵ معرفی شد، زمان هر دور در پیست را ۰.۴ ثانیه کاهش داد و به طور چشمگیری رقابت‌پذیری خودروهای هوندا را بهبود بخشید.





۶. طراحی فشرده دیفرانسیل

هوندا فناوری Ultra Short Diff (USD) را مهندسی کرد که باعث کاهش موارد زیر شد:

- اندازه دیفرانسیل به میزان ۲۰٪
- وزن دیفرانسیل به میزان ۱۴٪

این نوآوری به بهبود تعادل خودرو، عملکرد آیرودینامیکی و کارایی سیستم انتقال قدرت کمک کرد.

۷. بهبود راندمان انتقال قدرت

برای کاهش اتلاف انرژی در سیستم انتقال قدرت، هوندا اقدامات زیر را اجرا کرد:

- پوشش‌های کربنی الماس مانند (DLC) برای کاهش اصطکاک و افزایش راندمان.

coatings (DLC):

Diamond-Like Carbon

- بهینه‌سازی روغن‌های گیربکس با تعادل بین ویسکوزیته و عملکرد روانکاری.

برای درک بهتر، جدول ۱ را که طبقه‌بندی اتلاف انرژی در گیربکس و بهبود راندمان انتقال قدرت را نشان می‌دهد، مشاهده کنید.

Table 1 Classification of transmission losses (loaded)

Bearings	Gears	Seals	Churning	Pump
20%	62%	2%	14%	21%

نتیجه‌گیری: میراث هوندا در توسعه گیربکس فرمول یک

نوآوری‌های هوندا در طراحی گیربکس فرمول تأثیری ماندگار داشته و شامل موارد زیر است:

تعویض دنده بدون وقفه (که امروزه به یک استاندارد در مسابقات F1 تبدیل شده است.)

- بدنه‌های فوق‌سبک و طراحی‌های فشرده چرخ‌دنده‌ها.
- بهینه‌سازی عملکرد کلاچ و ساختار دیفرانسیل.
- افزایش راندمان انتقال قدرت با استفاده از پوشش‌های سطحی.



باوجود خروج هوندا از فرمول یک در سال ۲۰۰۸، فناوری‌های پیشگامانه گیربکس آن همچنان در انتقال قدرتِ مدرن مسابقات تأثیرگذار هستند.

منابع

A HEAT TRANSFER ANALYSIS ON FORMULA 1 BRAKE DISCS

Deniz Önen & İlker Rodrig

تحلیل انتقال حرارت در دیسک‌های ترمز فرمول یک

نوشتهٔ ایلکر رودریگ و دنیز اونن | منتشر شده در مه ۲۰۲۱

مقدمه: اهمیت سیستم‌های ترمز در فرمول یک

خودروهای فرمول یک برای عملکرد با سرعت بالا مهندسی شده‌اند، اما توانایی آن‌ها در کاهش سرعت به طور مؤثر به‌اندازه شتاب‌گیری برای رقابت‌پذیری در مسابقات حیاتی است. سیستم‌های ترمز نقش اساسی در کنترل سرعت دارند و به رانندگان این امکان را می‌دهند که ورود و خروج به پیچ‌ها را بهینه انجام دهند بدون اینکه زمان آن‌ها در هر دورِ پیست افزایش یابد.



یک سیستم ترمز بهینه می‌تواند موارد زیر را تضمین کند:

- حداکثر کاهش سرعت بدون ازدست‌دادن چسبندگی.
- پراکندگی مؤثر انرژی گرمایی.
- عملکرد پایدار در شرایط مسابقه‌ای شدید.

اما مدیریت دما یکی از چالش‌های کلیدی مهندسی در سیستم‌های ترمز فرمول یک است.

- ترمزهای سرد (۲۰۰°C) باعث اصطکاک ناکافی شده و کاهش سرعت را غیرمؤثر می‌کنند.
- ترمزهای بیش از حد داغ (۹۰۰°C) دچار پدیده Fade یا افت ترمز می‌شوند، که قدرت توقف را کاهش می‌دهد.
- محدوده دمایی ایده‌آل: از ۳۵۰°C تا ۱۰۰۰°C می‌باشد که تعادل بین اصطکاک و دفع حرارت را برای عملکرد بهینه حفظ می‌کند.

برای مشاهده اینفوگرافیک Brembo که طراحی دیسک ترمز فرمول یک، خواص مواد و محدوده دمای عملیاتی را نشان می‌دهد، به تصویر ۱ نگاه کنید.

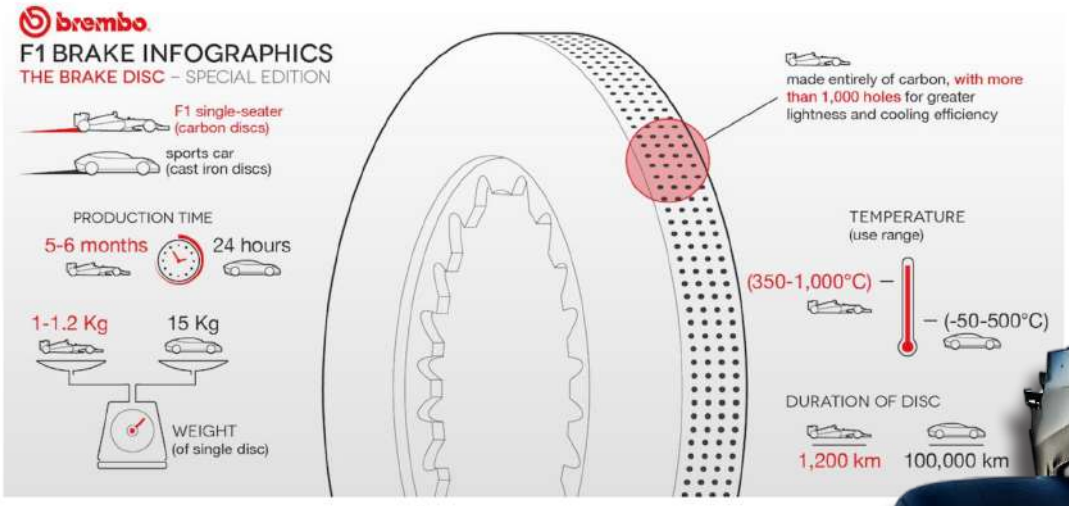


Figure 1: F1 Brake Infographic by Brembo[3]





۱. علم ترمزگیری در فرمول یک

تبدیل انرژی در هنگام ترمزگیری

هنگامی که راننده ترمزها را فعال می‌کند، انرژی جنبشی از طریق اصطکاک بین لنت‌های ترمز و دیسک چرخان به حرارت تبدیل می‌شود. این تولید سریع حرارت باعث می‌شود که دیسک‌های ترمز فرمول یک در مناطق ترمزگیری شدید به رنگ قرمز درخشان شوند.

معادلات اصلی حاکم بر فرآیند ترمزگیری:

- نیروی اصطکاک تولید شده هنگام ترمزگیری
- میزان تولید حرارت در واحد سطح تماس
- مجموع اتلاف حرارت از طریق انتقال حرارت جابه‌جایی و تابشی
- راندمان خنک‌سازیِ جابه‌جایی بر اساس سرعت خودرو

برای مشاهده فرمول‌های ریاضی مربوط به تولید و دفع حرارت، به تصویر ۲ نگاه کنید.

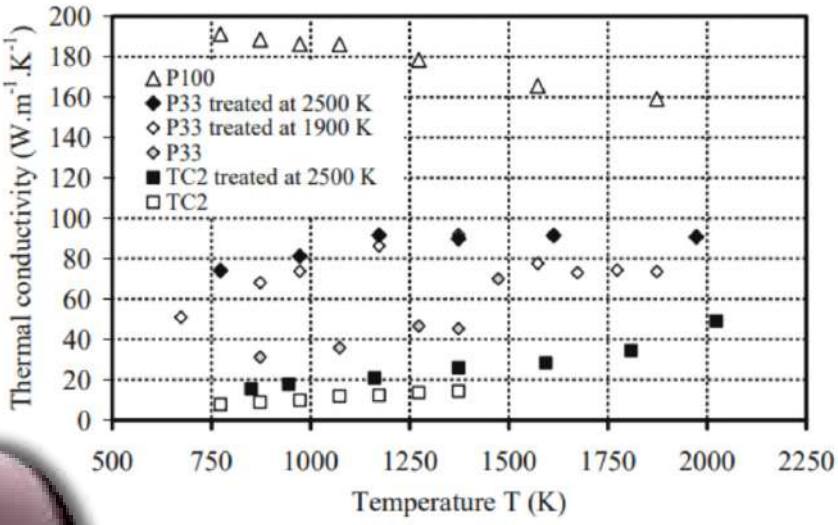


Figure 2: Thermal conductivity – temperature distributions of Carbon-Carbon polymers[5]

سیستم‌های خنک‌کننده چگونه عملکرد ترمز را حفظ می‌کنند؟

ازآنجاکه ترمزگیری گرمای شدیدی تولید می‌کند، خودروهای فرمول یک از سیستم‌های خنک‌کننده استراتژیک برای جلوگیری از خرابی ترمز استفاده می‌کنند. این سیستم‌ها شامل موارد زیر هستند:

• داکت‌های ترمز که جریان هوا را به سمت دیسک‌های ترمز هدایت می‌کنند و فرآیند خنک‌سازی را تسریع می‌بخشند.

• دیسک‌های ترمز دارای تهویه با ۸۰۰ تا ۱۴۵۰ میکروحفره، که سطح تماس را افزایش داده و انتشار حرارت را به حداکثر می‌رسانند.

• ملاحظات آیرودینامیکی: هرچند داکت‌های بزرگ‌تر خنک‌سازی را بهبود می‌بخشند، اما موجب افزایش نیروی پسا (Drag) شده و بر سرعت خودرو در مسیرهای مستقیم تأثیر می‌گذارند.

۲. مواد مهندسی و خواص حرارتی ترمزهای فرمول یک

دیسک‌ها و لنت‌های ترمز فرمول یک از کامپوزیت‌های کربن - کربن ساخته شده‌اند که دلیل انتخاب آن‌ها، مقاومت بالا در برابر دماهای شدید و حفظ استحکام مکانیکی می‌باشد.

دیسک‌های ترمز PANEX33:
(عملیات حرارتی در ۲۵۰۰ K)

• رسانایی حرارتی بالا، که امکان گرمایش و سرمایش سریع را فراهم می‌کند و موجب عملکرد بهینه در شرایط متغیر مسابقه‌ای می‌شود.



لنت‌های ترمز کامپوزیت TC2 :

• رسانایی حرارتی پایین‌تر، که از سرمایش بیش از حد جلوگیری کرده و باعث حفظ پایداری عملکرد ترمزگیری می‌شود.

برای مشاهده منحنی‌های رسانایی حرارتی که تغییرات وابسته به دما در مواد کربن - کربن را نشان می‌دهد، به تصویر ۴ نگاه کنید.

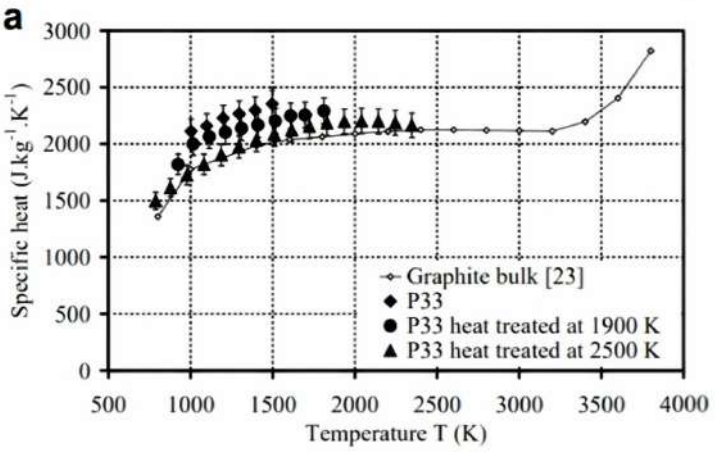


Figure 4: Specific heat to Temperature distribution of TC2

۳. شبیه‌سازی‌های انتقال حرارت با استفاده از COMSOL Multiphysics

برای کمّی‌سازی راندمان انتقال حرارت در شرایط واقعی مسابقه، این مطالعه شبیه‌سازی‌های عددی را با استفاده از نرم‌افزار COMSOL Multiphysics انجام داده است. این شبیه‌سازی‌ها فرآیند تولید حرارت، اتلاف انرژی، و دینامیک خنک‌سازی را در مراحل ترمزگیری و شتاب‌گیری مدل‌سازی کرده‌اند.



پارامترهای شبیه‌سازی:

• سرعت اولیه: ۲۷۷ کیلومتر بر ساعت (۷۷ m/s)

• مدت‌زمان ترمزگیری: در ۳ ثانیه، کاهش سرعت به ۷۵.۶ کیلومتر بر ساعت (۲۱ m/s)

• شتاب‌گیری پس از ترمزگیری: $18\,m/s^2$ به مدت ۳.۵ ثانیه، شبیه‌سازی شرایط خروج از پیچ.

برای مشاهده نمودار تغییرات سرعت هنگام ترمزگیری و شتاب‌گیری، به تصویر ۵ نگاه کنید.

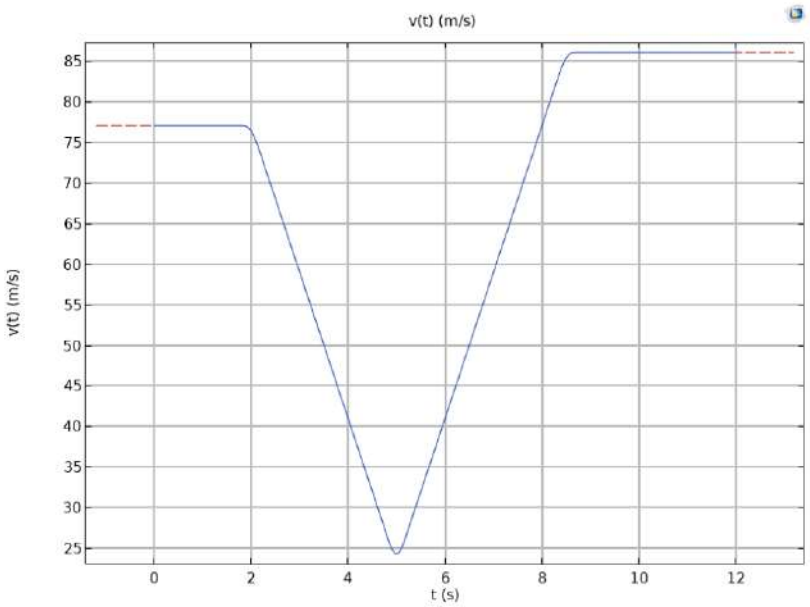


Figure 2: Piecewise function depicting the car's velocity during braking and throttling over time.

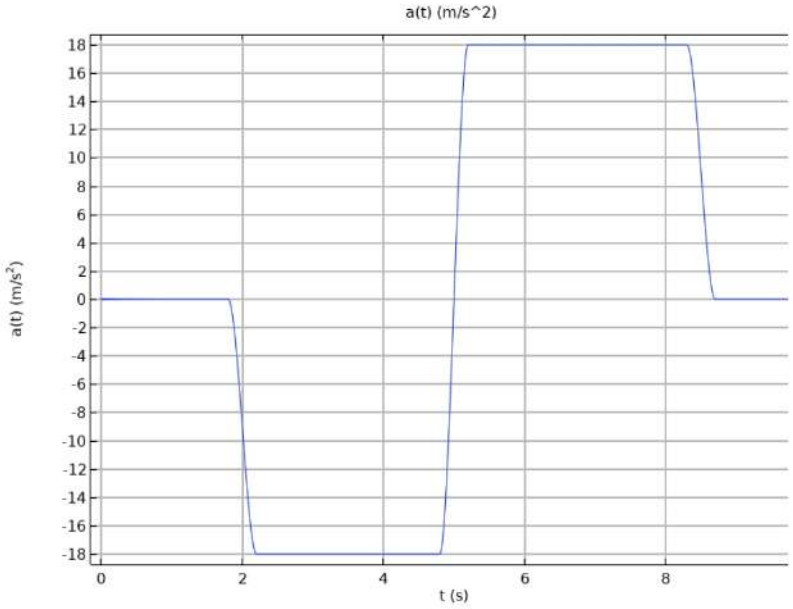


Figure 3: Time derivative of the piecewise function depicting the car's deceleration and acceleration over time.

۴. یافته‌های کلیدی از مطالعه انتقال حرارت

تکامل دمای دیسک ترمز

در طول ترمزگیری (۲ تا ۵ ثانیه):

• شدت تولید حرارت افزایش می‌یابد و در $t=3.4s$ به اوج خود، یعنی ۱۰۰۰ K (۷۲۷°C) می‌رسد.

• لنت‌های ترمز به دلیل رسانایی حرارتی پایین‌تر، با سرعت کمتری گرم می‌شوند و در $t=4.8s$ به ۶۰۰ K (۳۲۷°C) می‌رسند.

• ترمزگیری در $t=5s$ متوقف می‌شود. سپس مرحله خنک‌سازی آغاز شده و دمای دیسک ترمز به زیر ۹۰۰ K (۶۲۷°C) کاهش می‌یابد.

برای مشاهده تصاویر توزیع دما در بازه‌های زمانی کلیدی، به پیوست ۲ نگاه کنید.

مرحله خنک‌سازی پس از ترمزگیری (۵ تا ۸.۵ ثانیه)

• دیسک‌های ترمز به‌سرعت خنک می‌شوند و به دمای محیط ~ (۲۷°C) ۳۰۰ K نزدیک می‌شوند.

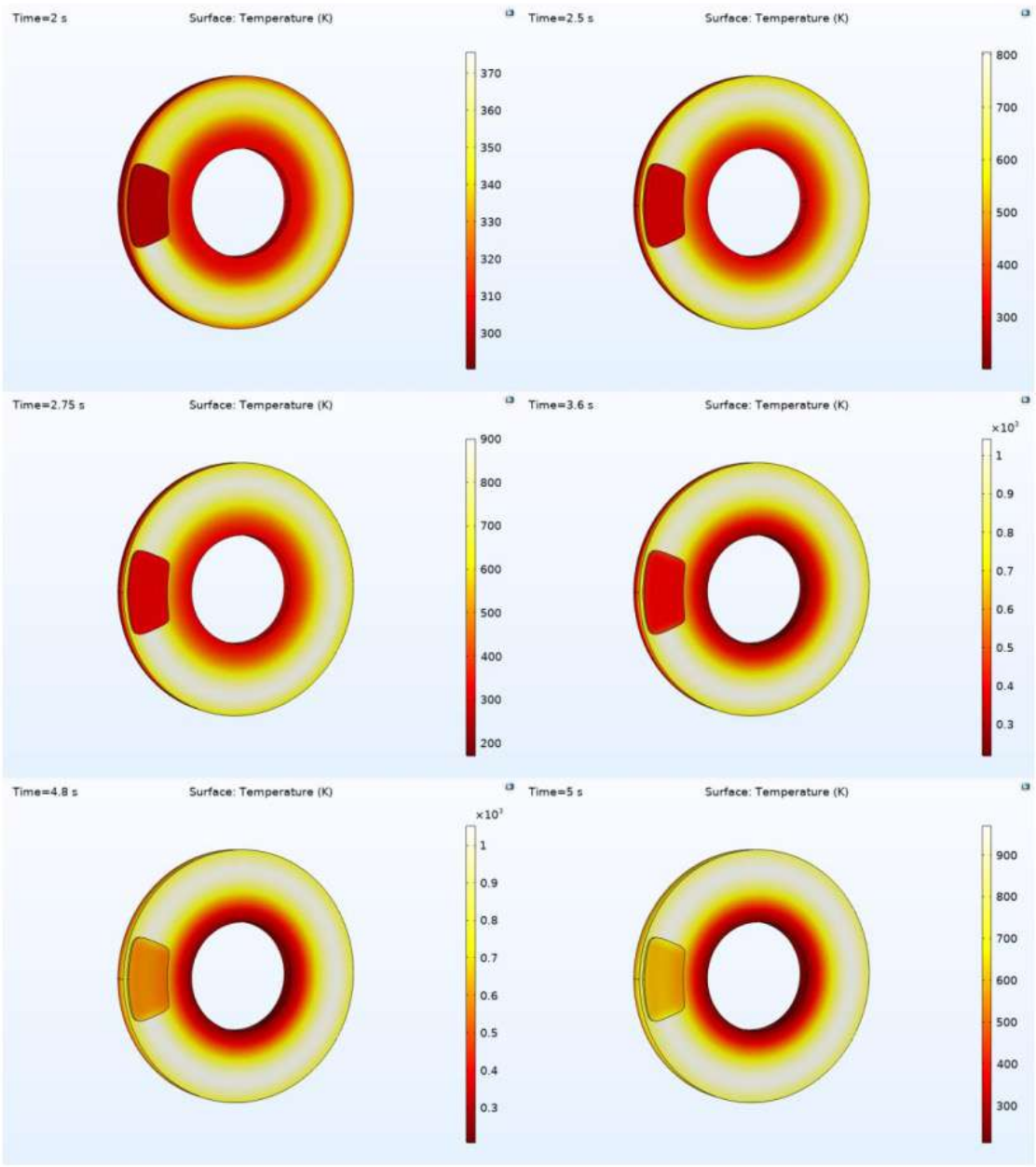
• لنت‌های ترمز حرارت را برای مدت طولانی‌تری حفظ می‌کنند و با سرعت کمتری نسبت به دیسک‌ها خنک می‌شوند.

برای مشاهده شبیه‌سازی‌های فرآیند خنک‌سازی پس از ترمزگیری، به پیوست ۳ نگاه کنید.



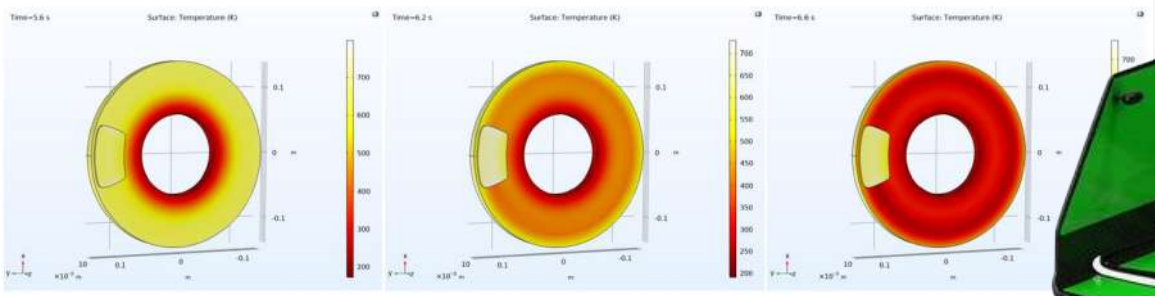
Appendix 2:

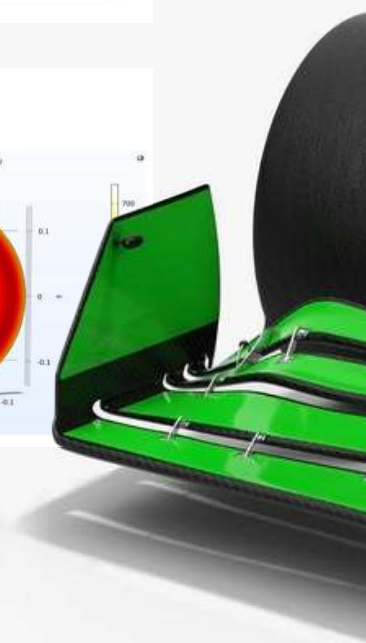
The simulation results between 2s – 5s.



Appendix 3:

The simulation results between 5s – 8.5s.







۵. مقایسه مواد ترمز فرمول یک با خودروهای معمولی

برای برجسته‌سازیِ برتریِ مهندسی مواد در ترمز فرمول یک، محققان عملکرد ترمزگیری را با استفاده از دیسک‌های فولادی ریخته‌گری استاندارد و لنت‌های ترمز آلی که در خودروهای معمولی استفاده می‌شوند، شبیه‌سازی کردند.

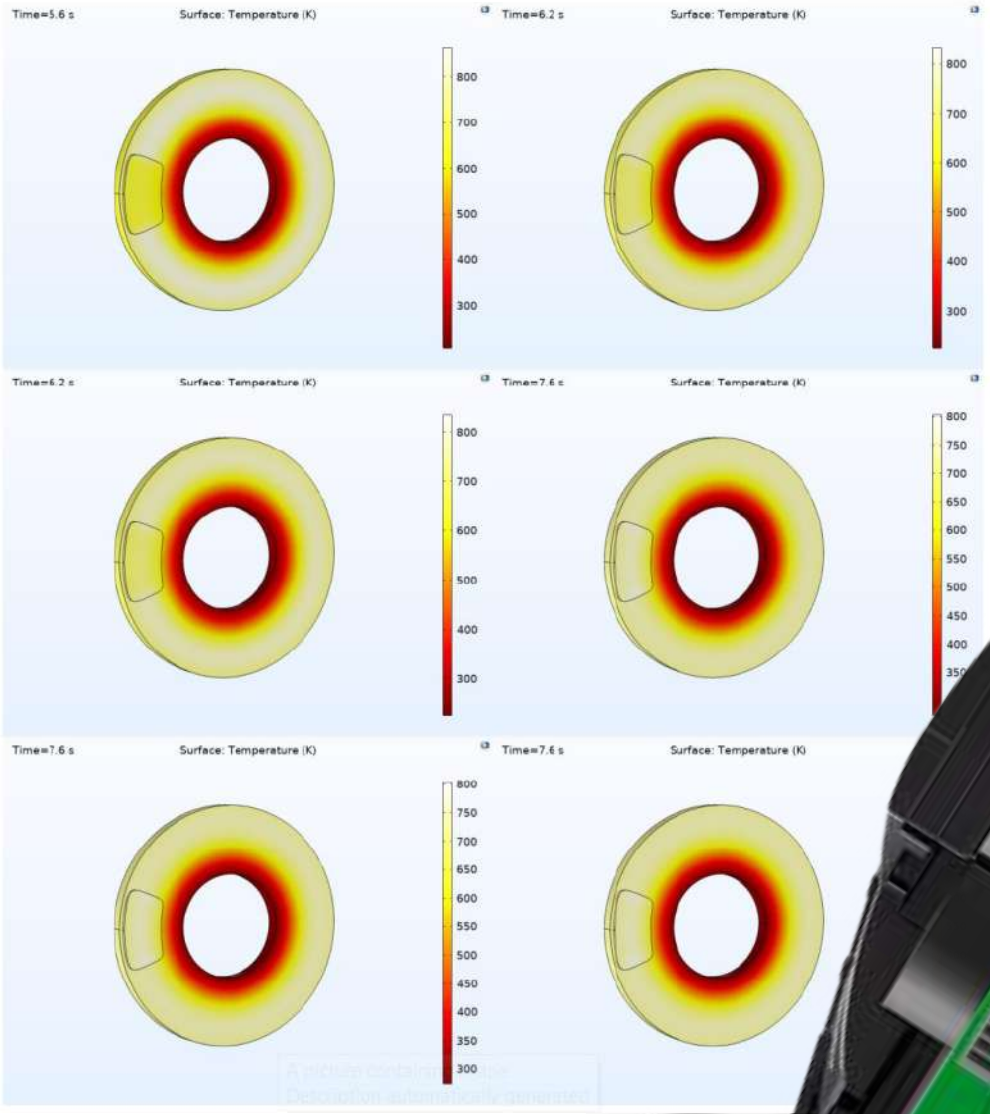
Property	F1 Brake Disc (PANEX33)	Regular Car Brake Disc (Cast Steel)
Density (kg/m³)	1960	7870
Thermal Conductivity (W/m·K)	91.5	82
Specific Heat (J/kg·K)	1600	449
Operational Temp. (°C)	350-1000°C	50-500°C

Property	F1 Brake Disc (PANEX33)	Regular Car Brake Disc (Cast Steel)
Density (kg/m³)	1960	7870
Thermal Conductivity (W/m·K)	91.5	82
Specific Heat (J/kg·K)	1600	449
Operational Temp. (°C)	350–1000°C	50–500°C

برای مشاهده نتایج شبیه‌سازی و مقایسه عملکرد سیستم‌های ترمز فرمول یک و خودروهای معمولی در شرایط مسابقه‌ای، به پیوست ۴ نگاه کنید.

Appendix 4:

The results of the simulation without acceleration after braking.



۶. دیدگاه‌های مهندسی و توسعه‌های آینده

این مطالعه نشان می‌دهد که مدیریت حرارت برای حفظ عملکرد پایداری سیستم‌های ترمز در فرمول یک حیاتی است.

نکات کلیدی مهندسی:

• کامپوزیت‌های کربن - کربن نسبت به فولاد، مقاومت حرارتی و پایداری ترمومکانیکی بسیار بالاتری دارند.

• دیسک‌های ترمزِ دارای تهویه، فرآیند خنک‌سازی را به طور قابل‌توجهی بهبود می‌بخشند، اما درعین‌حال حرارت بیشتری در طول ترمزگیری تولید می‌کنند.

• داکت‌های ترمز بزرگ‌تر، به خنک‌سازی کمک می‌کنند اما نیروی پسا (Drag) را افزایش می‌دهند که نیازمند بهینه‌سازی دقیق در طراحی است.

• شتاب‌گیری پس از ترمزگیری، فرآیند خنک‌سازی را سرعت می‌بخشد و به بهبود بازیابی دمای ترمز پیش از ورود به منطقه ترمزگیریِ بعدی نیز کمک می‌کند.

تحولات آینده در سیستم‌های ترمز فرمول یک:

احتمالاً بر بهینه‌سازی بیشتر مواد، استراتژی‌های خنک‌سازی پیشرفته و بهبودهای آیرودینامیکی تمرکز خواهد داشت تا حداکثر کارایی و رقابت‌پذیری در خودروهای مسابقه‌ای حفظ شود.



نتیجه‌گیری:

مطالعه نشان داد که در طی ترمزگیری، مقدار زیادی حرارت در مدت‌زمان بسیار کوتاهی تولید می‌شود. اما شتاب‌گیری پس از ترمزگیری به خنک‌سازی سریع‌ترِ دیسک ترمز و لنت‌های ترمز کمک می‌کند.

برای تأیید این یافته‌ها، شبیه‌سازی‌ای بدون شتاب‌گیری پس از ترمزگیری انجام شد که نتایج آن با شبیه‌سازی‌های اولیه مقایسه شد.

همچنین، برای بررسی تأثیر مواد مختلف روی عملکرد ترمزگیری، یک شبیه‌سازی دیگر با دیسک‌های فولادی ریخته‌گری و لنت‌های ترمز آلی (مشابه خودروهای معمولی) انجام شد. این نتایج نشان داد که ترمزهای رایج عملکرد بسیار متفاوتی در شرایط مسابقه‌ای فرمول یک دارند.

تفاوت دمای عملیاتی ترمزها نیز قابل‌توجه است:

- ترمزهای معمولی در محدوده ۵۰°C الی ۵۰۰°C کار می‌کنند.
- ترمزهای کربن - کربن فرمول یک در محدوده ۳۵۰°C الی ۱۰۰۰°C عمل می‌کنند.

این بررسی نشان می‌دهد که مواد پیشرفته و روش‌های مدیریت حرارت در فرمول یک، برای بهینه‌سازی عملکرد ترمزگیری و جلوگیری از افت راندمان ضروری هستند.

برای دریافت منابع،
کد را اسکن کنید.

بخش مصاحبه

مصاحبه ویژه

با دکتر سجادی

مدیر عامل شرکت انفلاکس

تیم نشریه گشتاور

از ناسا تا انفلاکس



مقدمه

دکتر مهرزاد سجادی، متولد شهر تهران، یکی از چهره‌های پیشرو در دنیای فناوری و مهندسی می‌باشند. وی بنیان‌گذار شرکت انفلاکس بوده که با استفاده از هوش مصنوعی، راهکارهای نوآورانه‌ای برای اتوماسیون رباتیک در تولیدات صنعتی ارائه می‌دهد. قبل از این، به‌عنوان مهندسِ سیستم در ناسا بر روی پروژه‌های فضایی کار می‌کردند و مدتی هم در شرکت الکترونیک آرتز (EA) به‌عنوان دانشمند داده مشغول بودند. علاقهِ تجربیات مختلف ایشان در زمینه یادگیری ماشین و مهندسی سیستم، موجب شده تا در بهینه‌سازی تولیدات صنعتی با استفاده از علم رباتیک فعالیت کنند.

از فعالیت‌ها و رزومه کاری ایشان می توان به شرکت‌هایی همچون الکترونیک آرتز(EA)، ناسا، آزمایشگاه پیشرانش جت (JPL) و نیز تأسیس شرکت انفلاکس پرداخت. در این میان کار و قرارداد با شرکت‌های بزرگ و گوناگون در نقاط مختلف جهان از جمله نوکیا، جیپ، و... را می‌توان از فعالیت‌های ایشان ذکر کرد. توصیه می‌کنیم برای آشنایی بیشتر با این شخصیت برجسته، قسمت ۱۵۹ از پادکست طبقه۱۶ رو مشاهده بفرمایید.

(برای تجربه گپ‌وگفتی جذاب‌تر و خودمونی، متن مصاحبه رو به زبون غیررسمی براتون نوشتیم!)



سلام دکتر جان حال شما خوبه؟

متشکرم، مرسی. خوبین همه؟

خیلی ممنون. از اینکه پذیرفتید که یه صحبتی با ما داشته باشید خیلی خوشحالیم. باعث افتخار ما هست. حالا من شما رو استاد صدا کنم یا دکتر یا آقای مهندس؟

شما من رو لطفاً مهرزاد صدا کنید ممنون میشم.

گپ‌وگفتی دوستانه

خیلی ممنونم که دعوت ما را پذیرفتید. ما شما رو می‌شناسیم؛ ولی فکر می‌کنم شما ما رو نشناسید. به همین خاطر من یه پیش‌زمینه خیلی کوچیکی بدم خدمت شما. ما بچه‌های مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز هستیم و در انجمن علمی-دانشجوییِ دانشکده‌مون نشریه‌ای داریم به نام گشتاور. در هر شماره سراغ آدم‌های خفن و بزرگی مثل شما میایم و یه سری تجربیات رو ازتون می‌شنویم و دوست داریم که با بچه‌های دانشکده‌مون و مخاطبینِ گشتاور به اشتراک بگذاریم.

ما مصاحبه شما رو در پادکست طبقه۱۶ گوش دادیم و توصیه می‌کنیم که بچه‌ها هم ببینند و یا گوش بدند. تو گوگل تحقیقاتی هم کردیم در مورد شما، رزومه‌تون و شرکت‌ها و تجربیاتتون و نسبت به اطلاعاتی که داریم، سؤال‌هایی آماده کردیم که بسیار خوشحالیم در طی این مصاحبه قراره هم‌صحبت شما باشیم.

۲۰ سال زندگی؛ از پژوهش سرا تا ناسا

از ایـران تـا کالیفرنیـا و انفلاکـس! ممنـون میشـیم یـه ذره خیلـی کوچولـو در مـوردش توضیـح بدیـد.
خیلی سؤال بزرگی پرسیدیم، میدونم!

اذیـت می‌کـنی، مـن ۲۰ سـال زنـدگی رو چطـور تـو ۲۰ ثانیـه توضیـح بـدم! باتوجه به اینکـه ط۱۶ دیدیـد، نمی‌خـوام خیـلی حرف تکـراری باشـه. در نتیجـه از لحـاظ جغرافیایی براتـون می‌گـم. خـب در ایـران که مـن در تهران بـودم، عاشـق پژوهش‌سـرا بودم، بیشـتر از اینکـه تو مدرسـه وقـت بگذرونم بیشـتر تو پژوهش‌سـراها عاشـق کار رباتیک بـودم. اون موقع‌هـا یه سـری مسـابقات ربوکاب بـود که رفتش زیـر مجموعه مسـابقات خوارزمی شـد. خـب خیلی سـنم پاییـن بـود و عاشـق برنامه‌نویسی شـدم. عاشـق اینکه چه جـوری ربات بسـازم شـدم و اون مسـابقه خیـلی کمکم کـرد که مـن انگیزه بیشـتری بگیرم. مـا اول توی منطقـه ۶ رتبـه آوردیـم کـه خیلی اتفـاق خوبی بـود و بعـد در تهـران و بعد توی ایـران. من همیشـه از روابـط اجتمـاعی لذت می‌بـردم و این بـود دلیلی که اون سـال باید بیـن روبوکاپ و المپیـاد یـکی رو انتخـاب می‌کردم و من روبـوکاپ رو انتخـاب کردم. به خاطـر اینکه خیلی احسـاس کـردم از اینکه بـرم راه المپیـاد، ارتباطم با آدم‌ها کمتـره. پس روبـوکاپ رو انتخاب کـردم. چـون مـا تـوی روبـوکاپ کارمـون تیمی بـود. مـا ۶ نفـر بودیم کـه اون گـروهی که داشـتیم اسـمش RCM کـه مخفـف روبوکاپ مسـترز بـود، خیلی هـم از اسـممون معلومه کـه متواضـع بودیـم! و اینکه می‌تونسـتیم بـا بقیه یه مسـئله بـزرگ رو حل بکنیم، مسـائل تکنیـکالی کـه خیـلی برای مـن جذاب بـود اون موقع خـب هوش مصنـوعی به انـدازه‌ای که الان داغ هسـت داغ نبـود ولی بـرای مـن جـادویی بـود ایـن قضیـه. مـثلا این طـور بگم که تـوی فوتبال، یـه دونه مـربی هوش مصنـوعی میتونه اسـتراتژی تیـم حریف رو ببینـه و یـاد بگیـره و اون به اسـتراتژی ما در بـازی کمک می‌کنـه! این قضیه اصلاً خیـلی بـرام باورنکـردنی بود! حـتی بدون اینکـه ما بخواهیـم قوانینی رو بـرای اون مـربی تعریـف بکنیم، همون قوانینی که شـما توی زبـان برنامه نویـسی ازش اسـتفاده می‌کنید. این شـد اون اتفاق، که اگر اشـتباه نکنم دور و بـر سـال ۲۰۰۹ بود که من ۱۵ سـالم بـود. بعد مـن از ایران رفتـم کوالالامپور به مـدت دو سـال اونجـا بودم. در راسـتای اینکه پیـدا بکنـم از کجا آمدم آمدنـم بهر چه

بـود و کجـا میرم. یـه مقداری حـالا پیچیـدگی هم داشـت ولی سـرتون رو درد نمیـارم، بعد از اونجـا این شـد که سـال ۲۰۱۳ مـن رسیدم لـس آنجلـس کالیفرنیا بعـد کمـاکان کارهایی کـه می‌کـردم در همون راسـتای ربوکاپ بـود. با بچه‌هـای تیم ایـران هنوز در ارتبـاط بودیم، کارای مختلـف انجـام می‌دادیـم که یه مقـداری در هـوش مصنوعی یـه مقـداری در رباتیک بودنـد. دیگه در سـال‌های ۲۰۱۳، ۲۰۱۴، ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ بیشـتر تحصیل می‌کـردم، کار آکادمیک می‌کـردم، مقالـه تـوی Supervised Learning و Unsupervised Learining و اینکـه چـه جـوری میتونیم ازشـون بهـره ببریـم. اولیـن کار حرفه‌ایـم رو در آمریکا در سـال ۲۰۱۶ گرفتـم کـه اینترنشیـپ گرفتم به عنوان مهنـدس داده در شـرکت الکترونیک آرتـز یا همون EA. خیـلی از شـماها مـن میدونـم مخصوصا تـوی ایران فیفـا بـازی کردین و یا هنـوز بازی می‌کنیـد؛ امیـدوارم الان روی ایـن جلسـه فیفـا روی صفحه دیگه‌ای باز نباشـه!



و خیـلی خـوب رؤیـایی بـود، حـالا از بچـگی می‌دیـدم چـه نیـد فـور اسـپید بود، Challenge In The Game ایـن صـدا از بچـگی تـو ذهـن من بـود، همـه اینهـا خیلی رؤیـایی بـود؛ چـون از بچـگی من همـه بازی هاشـون رو دوسـت داشـتم و رفتنـم در ایـن شـرکت تجربـه خیـلی خـوبی بـود. در ژوئن ۲۰۱۶ در شـرکت EA اینترنشیـپ شـدم کـه اون موقـع مـن بـودم اولیـن مهنـدس داده (Data Scientist) بـازی Star Wars کـه میشـه جنـگ سـتارگان کـه اونـم خیلی بـازی باحـالی بـود و مـن دو سـال اون کار رو ادامه دادم از اواسـط سـال ۲۰۱۶ تا اواسـط ۲۰۱۸ و یک‌سـری کارهـا رو موازی انجـام می‌دادم، خب کمـاکان من همیشـه تحقیق رو دوسـت داشـتم؛ یعنی اینکه ببینـم که مـثلاً مقاله‌های جدید چی هسـتند، چـه کارهای جدیدی رو میشـه انجام داد، اینها همیشـه خیلی بـرای من جذاب بـوده و هسـت. به‌خاطر همـون به‌مـوازات اون کار، من در سـال ۲۰۱۷ در دانشـگاه Caltech شـروع کردم بـه فعالیت بـرای اسـتفاده از الگوریتم‌هـای پـردازش تصویر بـرای آنالیزکردن تصاویـر ماکروسـکوپیک مغز انسـان. مـا یه سـری تصاویر مغز داشـتیم که سـه‌بعدی بود که سـلول‌های مختلـف بودنـد و این‌هـا خیـلی پیچیده اسـت که یک انسـان بگه این یه سـلول هسـت و اون یـه سـلول دیگه هسـت. اینـا رو مـا نمی‌تونیـم انجام بدیـم چون مقـدار بسیار زیـادی سـلول هسـت. در نتیجـه ما بایـد از هـوش مصنـوعی اسـتفاده بکنیم کـه تو هوش مصنـوعی بهش میگـن Image Segmentation و این کار رو موازی می‌بـردم جلو. در همون زمان‌هـا بـود کـه در ناسـا شـروع بـه کار کردم.

از ناسا تا اِنفلاکس

سپتامبر سال ۲۰۱۹ بود. یعنی من موازی بااینکه در EA کار می‌کردم در ناسا کار گرفتم، در آزمایشگاه پیشرانش جت (JPL) که روی مریخ‌نورد کار کردم و مأموریت یوروپاکلیپر (Europa Clipper) که از ماه‌های سیاره مشتری هست و مأموریت آرتمیس که فرستادن انسان‌ها به ماهه و تا اواسط سال ۲۰۱۹ اونجا بودم و اون شد انفلاکس و انفلاکس رو شروع کردم. اینکه ما چه جوری بتونیم به فضانوردها کمک کنیم زمانی که باهاشون ارتباط زنده نداریم. الان ارتباط زنده یعنی چی؟ یعنی الان اگر اتفاقی در ایستگاه بین‌المللی بیفته این ارتباط هست که ما می‌تونیم تماس بگیریم. ناسا ۱۰ تا آزمایشگاه متفاوت در آمریکا داره که هر کدومشون میتونن تماس زنده داشته باشند و اون فضانورد رو توی ایستگاه بین‌المللی کمک بکنند که یک کار پیچیده‌ای رو انجام بده. مثلاً یه قسمتی خراب شده درستش می‌کنیم، یکی دیگه حالش بد شده یک‌دفعه باید یه چیز خاصی رو بهش تزریق بکنیم یا جراحی انجام بدیم، یا یه سری مواقع اینه که یه کاری باید بیرون فضاپیما که بهش میگن (Extravehicular Activity EVA) انجام بدیم. اینا رو یه فضانورد هیچ موقع تنها انجام نمیده. همیشه با آزمایشگاه ناسا در ارتباط زنده است؛ ولی خب وقتی میریم مریخ ما این قابلیت رو نداریم. چرا چون طول میکشه تا پیام به ما برسه و ما یه فاصله زمانی خیلی زیادی خواهیم داشت تا پیام برسه. سرتون رو درد نیارم، من اون موقع پروپوزالی نوشتم که به ناسا گفتم که من می‌خوام این کار رو با هوش مصنوعی انجام بدم و با پردازش تصویر که خود AI در فضاپیما بتونه با فضانوردها انجام بده که سال ۲۰۱۹ ناسا گفت باشه و من از ناسا اومدم بیرون و اولین مشتری انفلاکس، ناسا شد و این در اصل شروع قضیه بود.

من اینجا یه نفس می‌کشم که ببینم شما در چه حال هستین. آیا شما رو از دست دادم یا هنوز هستید!

ماااینجاهستیم!

بلندپروازی به نام ناسا یا جدایی و کارآفرینی

این سؤال، سؤال مهمی برای ما به‌حساب میاد، چون ما دانشجو هستیم و عشق ناسا این‌جور چیزها. چه چیزی موجب شد که شما وقتی ناسا بودید و موقعیت تثبیت شده‌ای در ناسا داشتید، تصمیم گرفتید که بیاید بیرون و انفلاکس رو تأسیس کنید؟ یعنی چه چیزی باعث شد که این اتفاق بیفته؟

سؤال خیلی خوبیه، پدر من هم اون سال‌ها این سؤال رو از من می‌پرسید و خیلی ناراحت بود و می‌گفت مهرزاد مطمئنی میخوای این کار رو انجام بدی! آیدین‌جان یه مقدار خیلی بزرگیش می‌تونم بگم همه‌اش شخصیت آدماست. شخصیت من جوری هست که از لحاظ اخلاقی دوست دارم کارایی رو انجام بدم که نسبتاً تو بازه زمانی کوتاه‌تری بتونم نتیجه‌اش رو ببینم و تأثیرش رو حس کنم. کارهایی که توی ناسا انجام می‌دادیم، و برای همکارانم که هنوز با هم خیلی خوب رفیق هستیم براشون بسیار احترام قائلم، چیزی نبود که با این شخصیتِ من سازگار باشه. چرا؟ به‌خاطر اینکه خیلی از این پروژه‌ها الان یه نفر پروپوزالش رو می‌نویسه و ۱۰ سال طول میکشه که این قضیه به یک مأموریت واقعی تبدیل بشه و تازه اون موقعی که تبدیل به این مأموریت واقعی میشه، شما باید یک ربات رو بگذارید روی یک موشک، مثلاً شرکت اسپیس ایکس، و دعا بکنید که شاید ربات من بترکه یا نترکه و جوری هم که من بهش نگاه می‌کنم این هست که شما باید قلب خیلی بزرگی داشته باشید به‌علاوه مغز، یعنی مغزه کمک می‌کنه شما ربات رو بسازید؛ ولی اون قلب و دل کمک می‌کنه که این دل رو داشته باشید که ده سال صبر کنید، با تمام احتمالات و اتفاقاتی که می‌افته، به‌خصوص برای چیزی مثل مریخ‌نورد. واقعاً یک میلیون اتفاق، دقیق باید بیافته که شما مطمئن باشید اون ربات سالم می‌رسه به سطح مریخ، چترش به‌موقع باز میشه، لحظه‌ای که به اتمسفر می‌خوره دقیقاً پیش‌رانش انجام میشه، موقعی که می‌خواد فرود بیاد چرخ باز میشه و... . یعنی میلیون‌ها اتفاق هست که باید دقیق انجام بشه. دونه به دونه اینها باید درست انجام بشه. احتمال موفقیت

خیلی کمه و من اون قلب بزرگ رو نداشتم. من کاری که الان انجام میدم رو دوست دارم تأثیرش رو حالا ۱۰ سال نه، ۱۰ روز هم نه ولی حداقل شش ماه تا یک سال آینده بتونم تأثیرش رو ببینم و بتونم احساسش بکنم. دلیلی هم که از EA اومدم بیرون نسبتاً مشابه بود ولی متفاوت. موقعی که EA کار می‌کردم، احساس کردم سریع‌تر به نتیجه می‌رسیدم، مثلاً یه کاری بخواهیم امتحان بکنیم از لحاظ یک الگوریتم جدید یا هر چیزی، در عرض یک هفته من می‌تونستم یه کاری رو پیاده بکنم که به دست ۲۵۰ میلیون نفر برسه. ولی احساس کردم اون تأثیری که داره در انتهای روز تأثیری نبود که من رو خیلی خوشحال بکنه. من با احساس خودم بازی‌ها رو دوست دارم، بازی برام جذابه! با دوستانم هر وقت بتونم می‌شینیم فیفا می‌زنیم، همه هم می‌بازند مسلماً! ولی احساس کردم که من با زندگیم می‌تونم کارهای متفاوت‌تری بکنم که برای من حداقل خیلی انگیزه بیشتری داره، واسه همین خب فضا، خیلی قسمت بزرگی از اون بود، هوش مصنوعی خیلی قسمت بزرگی از اون بود ولی دوباره ناسا سرعت پایینی داشت. ما کوچک‌ترین چیز رو می‌خواستیم تغییر بدیم خیلی مواقع باید از کنگره آمریکا اجازه می‌گرفتیم که تغییر داشته باشیم؛ به‌عنوان‌مثال در این مأموریت می‌خواهیم چرخ ربات رو عوض بکنیم و این پروسه سرعت خیلی پایینی داشت. این سرعت باعث شد که من بگم آره من می‌خوام این کارا رو بکنم ولی با یه سرعت وحشتناک شدیدتر و این شد که استارت‌آپ انفلاکس رو در آپریل ۲۰۱۹ زدم.

تجربه موفق ناسا در دی‌ان‌ای انفلاکس

چه درس‌هایی هست که از ناسا گرفتید و تونستید در انفلاکس پیاده‌اش کنید؟



حتماً! این دو بخش داره. بخش اولش رو بگم. ناسا شعاری داره به‌خصوص در اون آزمایشگاهی که من کار می‌کردم یعنی جی‌پی‌ال (JPL) که این شعار از رئیس‌جمهور رزولت هست و اون هم اینه که:

Dare Mighty Things!

این قضیه برای من خیلی جالبه. یعنی که: «جرئت کن کارهای باارزش بکنی!» که این‌طوری بخوام بگم یعنی کارهایی که ریسک اون کار، به اون پاداش می‌ارزه. این خیلی در عمق وجود من هست و من عاشق این شعار هستم و سعی کردم در انفلاکس بیارم. سعی بکنیم کارهایی رو بکنیم که با هوش مصنوعی بشه به فضانورد کمک کرد یا در هشت کشور مختلف دنیا به اپراتورها کمک می‌کنیم.

واقعاً یه مسائل تکنیکال سختی داشتش به‌خصوص از لحاظ هوش مصنوعی و حتی از لحاظ سخت‌افزار و یا از لحاظ لجستیک حل نشده بود. ولی مسائلی بود که من احساس کردم حل کردن‌شون اون بار کلمه **Mighty** رو ادا می‌کنه و کارهایی هستند که خیلی‌خیلی می‌تونن ارزش داشته باشن برای بشریت؛ این یکی از اونها بود.

مورد دو رو بخوام بگم شاید گرفتن تیم هست. خوب در ناسا، آن‌قدر همه افرادی که اونجا هستند آدم‌های پشتکاردار، آدم‌های بسیار باهوش و آدم‌های خفنی هستند که این استانداردِ وجود داره که شما دوروبر رو نگاه می‌کنی و میگی که وای شاید من از همه خنگ باشم توی اتاق و خیلی مواقع من مطمئنم که شاید خنگ‌ترین بودم و این خیلی کمک کرد که من بتونم این فرهنگِ اینکه «ما بهترین‌ها رو می‌خواهیم توی تیم‌مون!» رو یاد بگیرم. بهترین‌هایی که از ما بیشتر بدونند و بتونن ارزش افزوده داشته باشند برای تیم. این فرهنگ رو به انفلاکس بیارم، چرا؟ به‌خاطر اینکه اگه شما برعکس این قضیه رو داشته باشی و شما یه مدیری باشی که بخوای کسایی رو بیاری که فقط دنبال‌کننده هستند، از شما بیشتر ندونند یا نتونند نقطه‌ها رو سریع‌تر از شما وصل کنند، اون سازمان، اون حدی که باید رشد کنه نمی‌کنه و واسه همین این قسمت دوم بودش که من سعی کردم توی دی‌ان‌ای انفلاکس بیارم.

ما داریم به‌قول معروف اون چکیده اصلی کار رو درمیابیم که شما این‌همه جا، در شرکت‌های بزرگ بودید، و چکیده اینا رو توی دو جمله می‌بینیم، خیلیِ برای من و بچه‌ها جذاب و خیلی مفید هستش. البته میدونم که ممکنه بعضی از اینا رو اصلاً خودمون هم درک نکنیم. یعنی آدم باید به یک مرحله‌ای برسه تا اون درس رو بگیره! ولی میدونم یه جاهایی از زندگی‌مون هستش که می‌تونیم حتی در ابعاد کوچک‌تر از این‌ها استفاده کنیم، مخصوصاً این مورد دوم که همیشه با خفن‌تر از خودت باشی که بتونی در واقع یک مرحله خودت رو بهتر کنی!

ایده اولیه و چگونگی شروع

این موضوع برای من و بچه‌ها خیلی جالب بود که آیا شما طرح رو داشتید، از ناسا آمدید بیرون و انفلاکس رو زدید؟ یا اینکه از ناسا آمدید بیرون و یه مدتی بدون کار بودید و بعدش انفلاکس به وجود آمد؟ چون این دو حالت کمی متفاوت هستند. این‌طور هست که مثلاً شخص صبر می‌کنه تا ایده‌ای به ذهنش برسه و بعد اقدام میکنه و تیم میاره. پروسه شما چطور بود؟

پروسه من این‌طور بود که ناسا به عنوان ارگان دولتی خیلی از مواقع مسائل سختی رو که می‌خواد حل بکنه یه جورایی عمومی میکنه تحت عنوان یه چیزی به اسم سالیسیتیشن (Solicitation) که یعنی یک اعلامیه تکنیکال رو به اشتراک میگذاره، میگه که ما چنین مسائلی رو داریم. به‌عنوان‌مثال می‌خواهیم موشک بفرستیم ماه و مثل مأموریت آرتمیس برگردونیم زمین. و این سالیسیتیشن رو همه میتونن ببینند. من خوب میدونستم که هوش مصنوعی برای من همیشه از اون اولین باری که شنیدمش که سال ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ بود، جادویی بوده. می‌دونستم می‌خواستم این کار رو بکنم ولی داخل خود ناسا اونقدری که من می‌خواستم کار در حوزه هوش مصنوعی بکنم، پروژه نیست. به‌خاطر اینکه ناسا به مأموریت‌هایی نیاز داره که به‌خاطر اینکه هزینه‌ها خیلی زیاد هست، ریسک رو نوعی طراحی بکنن که مثلاً مریخ‌نورد یک‌دفعه یک کار رندوم انجام نده که ما نمی‌تونیم پیش‌بینی بکنیم، یعنی اینکه نمی‌تونید مثلاً روی این پروژه با ریسک بالا Reinforcement learning انجام بدید. باید همه کنترل تئوری‌هایی باشه که قابل‌پیش‌بینی‌تر هستش. ولی ناسا یک سالیسیتیشن داد و اون هم این بودش که ما اگر بخواهیم بریم Deep Spcae، یعنی بیرون اون محوری که ما با ماه داریم، ما اگر بخواهیم بریم Deep Space نمی‌تونیم ارتباط زنده داشته باشیم با فضانوردها. چه جوری می‌تونیم این قضیه رو حل کنیم؟ یعنی

خلاصه اون سالیسیتیشن رو به شما بگم چنین چیزی بود که وقتی من دیدم که ناسا چنین نیازی رو داره ۴۰، ۵۰ صفحه پروپوزال نوشتم. بعدش شما می‌گید که این رزومه شما هست که من چنین فردی هستم، این کارا رو کردم و الان هم میخوام این قضیه که شما داری رو به این شکل حل بکنم و بعد ناسا چندین کمیته داره که کمیته تکنیکال هستند که دانشمندان ناسا و مهندسین ناسا بررسی می‌کنن که این فرد اعتبارش چه جوریه، این فرد ایده‌ای که داره چه جوریه، این فرد پیاده‌سازی که می‌خواد بکنه به چه شکلی هست و بعد با توجه به اون‌ها میگن که مثلاً ما از این ۱۰۰ تا پروپوزالی که گرفتیم برای این مبحث، دوتاش رو میایم تأیید می‌کنیم. روی دوتاشون سرمایه‌گذاری می‌کنیم که این دو تا شرکت برن این قضیه رو بسازن چون احساس می‌کنند که این دو تا شرکت بالاترین احتمال موفقیت رو دارن. برای من پروسه این‌جوری بود ولی خب اکثراً متفاوته. یه کسی فقط میخواد استارتاپ بزنه حالا مثلاً ایده داره، ایده رو بیشتر تست میکنن و... . برای من یه جورایی در اصل مشتری اول انفلاکس گفت ما چنین مسئله‌ای رو داریم و یه مقداری متفاوت با شاید میانگین استارت‌آپ‌های دیگه بود این موضوع برای ما.

تیم‌سازی

قطعاً پیش‌زمینه‌هایی که شما داشتید و پروژه‌هایی که کار کردید در این روند تأییدشدن توسط ناسا تأثیرگذار بودند. آیا چیز دیگه‌ای هم هست که بتونه این قسمت رو، یعنی اعتمادی که ناسا به شما کرد رو پررنگ کنه؟

بله حتماً! قسمتی برمی‌گرده به این پروپوزال، حالا یه سری ایده‌های تکنیکالی بود که مثلاً ما می‌خواستیم چطوری حل بکنیم این مسئله رو. اسم من بود که بهش میگن PI (Principal Investigator)، من PI بودم ولی باز من یه تیمی رو نوشته بودم که این تیم در اصل تیم اجرایی من بود و در این تیمِ اجرایی یکی از افراد استاد پائول روزنمبلوم (Paul Rosenbloom) بود که ایشون یک استاد قدیمی و بسیار کاردرست در حوزه هوش مصنوعی هست که در دهه ۶۰ و ۷۰ یه سری Agent درست کردن به اسم SOAR که الان که همه دارن در مورد Ai agent ها صحبت میکنن، ایشون چهل پنجاه سال پیش خیلی از این ایده‌ها رو موقعی که تکنولوژی هنوز واقعاً نرسیده بود، تست می‌کردند. یک چنین شخصی در تیم من بود.

چند نفر دیگه از دایرکتورهای دانشگاه USC بودند. همونطور که گفتم زمانی که EA بودم چند تا کار رو موازی انجام می‌دادم. اون زمان توی دانشگاه USC هم محقق بودم و کاری می‌کردم به اسم Cognitive Architecture. یعنی شما یه ساختاری داری از ذهن انسان و سعی می‌کنی این ساختار رو به‌صورت محاسباتی بیاری تو کامپیوتر. یه جورایی دیدگاه هوش مصنوعی ولی از دیدگاه دیگه شاید بشه گفت شناخت‌مون نسبت به مغز انسان یا نوع تفکر. چند نفر از اون دانشمندان هم که تو USC باهاشون کار می‌کردم توی تیم بودن. پس آیدین جان بخوام خلاصه بگم غیر از اون ایده اولیه، اعتبار شخصی من و اعتبار اون تیم من مسلماً باور دارم که برای ناسا تأثیرگذار بوده.

سؤال بعدی‌مون دقیقاً در ادامه همین سؤال هست که من جوابش رو گرفتم و صرفاً میشه گفت یک تیم خیلی خوب و قوی و ایده خیلی خوب و قوی می‌تونه تو جلب توجه و اعتمادِ شرکت‌های بزرگ دخیل باشه!

بله ولی گفتنش خیلی راحته. میگن ایده یک درصد کاره و ۹۹ درصد پیاده‌سازی اون ایده هست. احساس می‌کنم اون ۹۹ در اصل مسئولیت اون تیم است. ولی آره، خلاصه‌ای که کردی به نظرم درسته.

جذب سرمایه‌گذار

جلب اعتبار سرمایه‌گذار برای شما چطور بود؟ در منبعی که از اینترنت اطلاعات رو برداشتم، انفلاکس ۱۰ میلیون دلار سرمایه جمع کرده بود. چه فاکتورهایی برای اعتمادسازی در این حوزه وجود داشت و چه چالش‌هایی براتون به وجود اومد؟

خوب اولین سرمایه‌گذاری که گرفتیم از شرکت آمازون بود. اون موقع شرکت آمازون دستگاه الکسا (Alexa) رو داشت که نمی‌دونم شما دیدید یا نه؟ دستگاهی هستش که برای خونه‌ها طراحی می‌کنند. تیم هوش مصنوعی آمازون که در اصل اون موقع اسمش الکسا بود، میومدن به

دانشمندان یا مهندس‌هایی که تو این حوزه فعالیت می‌کردند پول می‌دادن که شما الکسا رو باهوش‌تر بکنید. موقعی هم که من در ناسا بودم یه فلوشیپی (Fellowship) داشتم از الکسا که دقیقاً اسمش بود الکسا فلوشیپ. از اون طریق با اکوسیستم آمازون آشنا شده بودم و موقعی که من دیگه شرکت رو شروع کردم و پروژه ناسا آمد، اون موقع برای شتاب‌دهنده آمازون اپلای کردم که سال ۲۰۱۹ اینا می‌شد. ۵۰۰ تا استارتاپ اپلای کردن. روی هشت تاشون آمازون سرمایه‌گذاری کرد و اون هشت تا تیم رو برد سیاتل (Seattle) که ما هم یکی از اون هشت تا تیم بودیم. این اعتبار شد در اصل پله اولی که بتونیم ما جذب سرمایه‌گذاری بکنیم. خب آمازون خیلی معتبر هست، به‌خصوص در حوزه تکنولوژی و مشتری اول‌مون هم که ناسا بود، با توجه به این دوتا، کمک کرد که من برم سرمایه‌گذارهای ریسک‌پذیر دیگری رو بیارم و وی‌سی‌های (Venture Capital) دیگه‌ای که چه توی سیلیکون‌ولی (Sillicon Valley) هستند چه جای دیگه رو قانع بکنم که ما الان چیزی داریم که ارزشمنده! تکنولوژی رو ناسا نگاه کرده و میگه که ارزش داره. پتانسیل مارکت رو آمازون نگاه کرده و سرمایه‌گذاری کرده و این در نتیجه میتونه یه فرصت سرمایه‌گزاری برای شما باشه که شما هم در این سفر ما رو همراهی بکنید.

آیا این‌طور هست که در جذب سرمایه‌گذار، زبان فنی رو باید کنار بگذاریم و یه ذره اون حرفه‌گری شخصی رو بیاریم وسط، یا اینکه شخص مقابل با دیدن زبان فنی و حرفه‌ای من، میتونه جذب کار من بشه؟

سؤال خیلی خوبیه. سرمایه‌گذارها دوست دارند که بدونن که اون فردی که داره صحبت می‌کنه و یا در تیم هست، دانش فنی و تخصصیش رو داره یا نه. یه قسمتی از جذب اعتماد و سرمایه، احساس می‌کنم به‌خاطر این بود که خیلی از سرمایه‌گذاران می‌دیدند که من یک فردی نبودم که مثلاً توی فروش بوده باشم و الان بخوام بگم ایده رو می‌خوام انجام بدم بدون اینکه بفهمم چه جوری اون ایده رو میشه پیاده‌سازی کرد. اینکه من از سمت دانش فنی بودم به نظرم اتفاقاً خیلی کمک کرد که این افراد بدونن این فرد خودش رشته‌اش همین بوده، خودش کار تخصصی مهندسی هوش مصنوعی می‌کرده، خودش می‌تونه این قضیه رو پیاده‌سازی بکنه. فرمولی که من خیلی دیدم کار می‌کنه توی استارتاپ‌ها، اینه که اکثراً دو نفر هستند.

یعنی شما یه دونه بیزینس کوفاندر (Business Co-Founder)

دارید یه دونه تکنیکال کوفاندر (Technical Co-Founder)، یکی میشه CEO و یکی میشه CTO. یک سری مواقع این دوتا با هم توی یک نقش میرن. شرکت ما هم توی این یک سری مواقع بود که ما CTO متفاوتی نداشتیم، یعنی من خودم هم مدیرعامل شرکت بودم و هستم و هم مسئول مهندسی بودم و هستم. ولی ۹۰ درصد استارتاپ‌هایی که من می‌بینم و فاند می‌گیرند و موفق هم هستند، اون ترکیب رو دارند، چون بالانس خیلی خوبی رو میتونه ایجاد بکنه. در واقع هر دوشون مهم هستند.

شاخصه‌های اعضای تیم

چون به تیم و کار تیمی خیلی اشاره کردیم، دوست دارم این سؤال رو بپرسم از شما. برای پیداکردن اعضای تیم، به نظر شما چه شاخص‌هایی مهم و کلیدی هستند؟

شاخص‌ها زیاده. یه منبع و مقاله‌ای هست به شما میدم این رو گوگل بکنید میاد. به نام «75 questions to ask your Co-Founder» یا همون «۷۵ سؤال برای پرسیدن از هم بنیان‌گذار خود». دقیقش رو بخواهم بگم، می‌تونید این رو مطالعه کنید. بخوام خلاصه بگم، داشتن تجربه کاری با هم‌بنیان‌گذار (CFO) خیلی مهمه. من هم‌بنیان‌گذارهای خودم رو قبل از اینکه شرکت رو شروع بکنم، دو سال و نیم قبلش استخدامشون کرده بودم روی یک پروژه رباتیک که برای آتش‌نشان‌ها هم پهپاد و هم ربات‌های زمینی بسازیم که بتونن به آتش‌نشان‌ها کمک بکنن.

دو سال و نیم ما صبح تا شب خیلی زیاد با هم کار می‌کردیم و دیده بودیم افراد چجوری مسائل رو حل می‌کنند، زیر استرس چجوری هستند، انگیزشون چیه، بالا و پایین همدیگه رو چشیده بودیم و این خیلی مهمه. به‌خاطر اینکه ما اگر دو بار فقط بریم و با همدیگه چای بخوریم، خیلی شما درکی از اینکه من زیر استرس چه جوری هستم، توی شرایط نرمال چه جوریم، چه جوری ایده خودم رو بیان می‌کنم، چه جوری با سرمایه‌گذار صحبت می‌کنم، خیلی کمک نمی‌کنه. ولی خب اون زمان گذروندنه به نظر من خیلی کمک می‌کنه که افراد درک بهتری از شخصیت همدیگه داشته باشن و بدونن که آیا این ترکیب واقعاً کار میکنه یا نه. خلاصش رو بخوام بگم زمان گذروندن حرفه‌ای با هم دیگه هست!

بریم سراغ انفلاکس. چه مهارت‌هایی لازمه که یک نفر در محیط انفلاکس کار کنه؟ یعنی چه مشخصه فردی باید در شخص باشه؟ منظورمون مشخصه‌های کلیدی هست دیگه، چون میدونیم نسبت به هر بخشی که شخص کار می‌کنه، قطعاً فاکتورها متفاوت خواهند بود.

ما یه ارزش‌گذاری داریم در داخل شرکت که اسمش هست Care. از لحاظ فرهنگ‌مون اینه که چه کسانی Care می‌کنن. حالا میتونه معنی اهمیت‌دادن داشته باشه ولی احساس می‌کنم ترجمه این لغت یه مقداری متفاوته از اهمیت‌دادن. ولی فکر کنم منظور من رو متوجه میشید. یعنی کسی که اهمیت میده به کار خودش، به کار همکارانش، به موقعیت مشتری و به موقعیت شرکت. کسانی که این اهمیت رو میدن. چون خیلی‌ها هستند فقط می‌خوان یه کار بگیرن که یه پولی بگیرن که زندگی بگذره و اون کاملاً اوکیه! خیلی‌ها هستند میخوان اونجوری زندگی بکنن. ما نمی‌خواهیم بگیم که اون خوبه یا بده. ولی برای شرکت ما اینه که شما اهمیت بدین و این اهمیت‌دادن بعدش نشون داده میشه که شما یک کیلومتر بیشتر یا ۱۰ کیلومتر بیشتر از خط پایان رو خیلی مواقع میری که مطمئن بشی. حالا مشتری میخواد ناسا باشه، میخواد یه دونه شرکت تولیدی باشه، تویوتا باشه، خوشحال هستش به‌خاطر اینکه اهمیت بدی که اون محصولی که ساختی طوری استفاده بشه که اون طرف لذت ببره. اهمیت میده که ارزش افزوده داشته باشه. این اهمیت‌دادن یعنی یک عشق و یک هیجانی توی زندگیت هست و یک هدفی داری و اون هدفت اینه که بخوای دنیا رو به سمت بهتری سوق بدی و این رو ما می‌خواهیم ببینیم.

یعنی موقعی که صحبت می‌کنی، موقعی که کار می‌کنی، اون Passion رو داری، اشتیاقه هستش که آقا من می‌خوام این کارو انجام بدم. شاید من اصلاً مهندس تست (Test Engineer) هستم ولی اصلاً اگر ایرباس این قضیه رو تست بکنه و پاس نشه، من ناراحت میشم. اصلاً به من برمی‌خوره. این محصول منه و مهندس اصلی و مسئول اصلی این پروژه هستم. اون Care مهم‌ترین خصلتی هست که میتونم بگم آیدین جان!

فکر کنم می‌تونیم مسئولیت‌پذیری هم بگیم این Care رو!

فکر می‌کنم باید با آقای حداد عادل صحبت کنیم یک کلمه جدیدی رو در این راستا به ما بدن چون من احساس می‌کنم نه مسئولیت‌پذیری هست، نه اهمیت پذیری، مسلماً هر دوی اینها توش هست ولی احساس می‌کنم باید یه کلمه جدیدی رو بزاریم، شایدم هست و من نمی‌دونم. ولی یه چیزی که هم اون مسئولیت، هم اون اشتیاق و هم اون اهمیت توش باشه! درست میگی.

تجربیات و مشکلاتی که در مسیر انفلاکس بوده



در پادکست ط۱۶ خیلی در مورد اعتبار صحبت کردید. میخوام بدونم که تا حالا در انفلاکس موقعیتی پیش اومده که از لحاظ اعتبار دچار مشکل بشید یا اینکه مثلاً ددلاینی مدنظر باشه که به دلایلی کار رو تمام نکرده باشید؟ چالشی بوده که اعتبار شرکت در خطر باشه و چه طوری این موضوع رو حل کردید؟





خیلی زیاد، به‌خصوص شرکت‌های تولیدی. ما یکی از اولین مشتریان‌مون شرکت نوکیا بود. نوکیا خب دیگه تولید گوشی به اون صورتی که ما همه عاشق نوکیا ۱۱۰۰ بودیم نمی‌کنه ولی تکنولوژی‌های 5G که من و شما روی گوشی‌هامون می‌گیریم که مثل 4G، 5G یا سیگنال‌هایی که میدن که ما ارتباط داشته باشیم، تمامی اون آنتن‌ها رو شرکت نوکیا تولید می‌کنه که بعداً AT&T، همراه اول و ایرانسل اون آنتن‌ها رو خریداری می‌کنند. بزرگ‌ترین تولیدکننده آنتن‌های ۵G،شرکت نوکیا هستش. ما همون کاری که برای فضانوردها می‌کردیم رو شروع کردیم برای افرادی که اپراتور کارخانه‌جات هستند انجام دادیم. یعنی دوربین می‌بینه و به‌صورت زنده کمک می‌کنه که اون فرد اون قطعه رو درست نصب بکنه. قطعه‌ای که میتونه صد تا قسمت مختلف داشته باشه. اون اوایل ما خیلی‌خیلی مشکلات زیادی داشتیم. مثلاً یه موقع سرور کار نمی‌کرد. بزرگ‌ترین کارخانه نوکیا در هند هستش با اینکه خود تولیدی شرکت فنلاندی هست. مثل خیلی از کارخانه‌جات، تولیدی شرکت‌ها به دلیل بحث تولید، در چین و هند هستند. یک‌بار اعتبار شخصی من و اعتبار شرکت روی خط بود به‌خاطر اینکه محصول ما کار نمی‌کرد. کارخونه می‌گفت که این قضیه هی داره Crash میکنه و این کار نمی‌کنه، اون کار نمی‌کنه. من یادمه که مسئول اون پروژه که داخل شرکت نوکیا بود، به من یه بار زنگ زد و گفتش که ما الان خیلی شاکی هستیم که سیستم کار نمی‌کنه و شاید مجبور بشیم که قرارداد رو فسخ بکنیم. من در لس‌آنجلس بودم و ایشون دوروبر هشت شب زنگ زد به من. همون شب بلیط گرفتم و فردا رفتم هند و نزدیک دو هفته و نیم توی کارخانه بودم برای اینکه کمک بکنم اون قضیه حل بشه. پرواز هند رو اگر تصورش بکنید خیلی کوتاه نیست؛ فکر می‌کنم ۳۰ ساعت من در پرواز بودم. یعنی از اینجا بره قطر، از قطر بره دهلی، از دهلی بره چنای. ولی این پرواز قسمت سختش نبود. در کارخونه‌ها، مشتری در نهایت براش مهمه که محصول کار میکنه یا نه. شما حالا بگو من تمام اعتبار دنیا رو دارم! من اصلاً هفت تا مدرک PHD از استنفورد دارم، هشت تا از هاروارد، ۴۵ تا هم مثلاً سرمایه‌گذار معتبر دارم و... . خب از طریقی هم اینکه بهش نشون دادم که آقا من میام و ما اون مسئله رو حل می‌کنیم. ما هم اون مشکل رو حل کردیم و اعتبارمون رو بدست آوردیم. ما رو به‌عنوان بهترین پارتنر و همراه سال‌شون به سفیر فنلاند در هند معرفی کردند که خیلی کمک کرده بود به اقتصاد هند. خلاصه تونستیم اون قضیه رو مدیریت بکنیم. ولی اوایلِ ساختن محصول در یک استارت‌آپ خیلی سخته. تماماً در اون کلمه Care جمع میشه. یعنی قدری اهمیت میدی و با مسئولیت هستی که پاشی یک‌دفعه سی ساعت پرواز بری اونجا. ساعت ۳ نصف شب تو وسط کارخونه باشی، بهت فحش بدن بگی بله چشم قربان، شما چقدر درست میگید، اینکه درسته، اون یکی هم چشم، مثلاً این‌ور صورت رو می‌زنن شما این‌ورم میاری که بزنن! و در نهایت کارت رو انجام بدی و خب هم من و هم بچه‌های تیم‌مون واقعاً خیلی تلاش کردیم که بتونیم اون کار رو به‌درستی انجام بدیم.

«نه»هایی که در مسیر یک استارت‌آپ موفق وجود دارند:

یکی از مهم‌ترین بخش‌های بودن در مسیر یک استارتاپ، شنیدن «نه» های متعدد هست! نحوه مواجهه شدن با «نه» ها چه‌طور هست؟ و سؤال مهم‌تر اینکه کسی که در مسیر یک استارتاپ قرار داره، به‌عنوان کسی که در اول اون مسیر قرار گرفته، از کجا باید بدونه که «نه» هایی که می‌شنوه درست هستند یا غلط؟

خیلی سخته! آره یکی از سخت‌ترین کارها دقیقاً همینه. شما باید مصر باشید! باید قدری مصر باشید که با شنیدن «نه» های بسیار، امیدت رو از دست ندی! مخصوصاً زمانی که شما یک بازار جدید درست می‌کنید، یک موضوع جدید و نوپایی درست می‌کنید. ببین همه الان میدونن گوشی چیه. من اگر یک گوشی جدید درست بکنم، شما از من سوالات دقیقی می‌پرسید که آیا گوشیت ارزون‌تره؟ آیا گوشی شما سرعتش بالاتره؟ دوربینش بهتر و پیشرفته‌تره؟ حافظش بالاتره؟ و... . این یه مبحثه ولی یه مبحثی هم هست که من یه چیزی درست می‌کنم که قبل از اون اصلاً بازاری برای این کار نبود، مثل کاری که ما در انفلاکس کردیم، یعنی یک بازار جدید. به‌خصوص شما موقعی که مارکت جدید شروع می‌کنید این «نه» ها خیلی بیشتر هستند. مواقعی مشتری میگه من اصلاً نیازی ندارم همه چی عالیه، همه چی خوبه، اصلاً هیچ نیازی نیست. از اون طرف یه سری مواقع شما بازخورد واقعی می‌گیرید که یعنی آقا این محصولی که شما تو ذهنته نیاز واقعی رو حل نمی‌کنه! شاید این گناهِ همه مهندس‌ها باشه که شما عاشق محصولت شدی به‌خاطر اینکه ذهنت عاشق اینه که یه محصول پیچیده‌ای رو بسازه ولی اون محصول پیچیده شما یا راه‌حل شما، اصلاً مسئله‌ای رو پیدا نکرده که بخواد حلش بکنه! مسئله وجود نداره یا اگر هم وجود داره افراد حاضر نیستند بابت اون هزینه‌ای بپردازن. اینکه شما متوجه بشید کدوم «نه» تو این قضیه صادق هست، شاید یکی از سخت‌ترین کارهای کارآفرینی باشه. اینکه شما بتونید تفاوت این دو نوع «نه» متفاوت رو که یکی واقعی هست و دیگری کاذب، تشخیص بدید، کار وحشتناک پیچیده‌ای هست!



به نظر شما چه تفاوت‌هایی بین دیدگاه مهندس‌های ایرانی و آمریکایی وجود داره؟

به‌صورت کلی بچه‌هایی که مهاجر هستند، چه ایرانی و چه بچه‌های کشورهای دیگه مثل هندی‌ها و چینی‌ها، بیشتر سختی‌هایی کشیدند که اکثر بچه‌هایی که اینجا به دنیا اومدن، مستقیماً اون سختی‌هارو تجربه نکردند. به‌خاطر این سختی‌ها میشه گفت هم از لحاظ دیدگاه و نوعی که به قضایا نگاه می‌کنند و هم لنزی که برای حل مسائل دارند یک مقداری متفاوت هست. اکثر افرادی که مهاجر هستند تشنه‌تر هستند و دیدگاهشون شاید این‌طوریه که بیشتر از یک فرد معمولی کار می‌کنند. مقداری از این موضوع هم فرهنگیه چون این افراد سختی‌های مهاجرت رو تجربه کردند. یک مقدار دیگش هم شاید بشه گفت شرایط زندگی هست. چرا؟ چون کسی که اینجا به دنیا اومده به طبع پدر و مادری داره که اینجا هستند و خونه‌ای داره اینجا. حتی توی قسمت معمولی جامعه هم اگر باشه، اون خانواده یک دارایی داره. ولی اون کسی که مهاجر هست، که بیشتر مهاجرین تحصیلی هستند، یکسری بچه‌هایی

هستند در بازه سنی ۲۰ تا ۵۰ سال و بیشتر بچه‌هایی هستند که یا مستقیماً به‌خاطر تحصیل اومدن و بعدش کار می‌کنند یا مستقیماً به‌خاطر کار اومدن و این افراد اون پشتوانه رو ندارن که در بدترین حالت یک خانه‌ای برای ماندن داشته باشند که پیش خانوادشون باشن. مهاجرین این گزینه رو ندارن و چون این گزینه رو ندارن، اگر از کار بیکار بشن، ویزاشون از بین میره و از مملکت میرن بیرون. همیشه این اضطراب هست که من باید این کار رو بیشتر و بهتر انجام بدم. در نتیجه این افراد همیشه بهتر و بیشتر کار می‌کنند تا در رأس توجه باشند که حمایت ازشون صورت بگیره. پس یه بخشی برمی‌گرده به فرهنگ و بخشی به واقعیت جامعه و شرایط مالی و اجتماعی موضوع هست.

در کارهای تیمی‌تون چقدر با مهندسین مکانیک کار کردید؟

خیلی زیاد.

تأثیر مهندسین مکانیک بر روندی که موج هوش مصنوعی پشت سر میگذاره چقدر هست؟ به‌طورکلی اوضاع مهندسین مکانیک در این روند، از نظر شما چگونه هست؟

بچه‌های مکانیک خیلی کارهای متفاوتی میکنن. مثلاً من در تیمی بودم که ما یک ون فورد گرفتیم در کاری که با ناسا می‌کردیم، و برنامه این بود که ما پشت این ون رو تبدیل کنیم به جایی که ۳ تا اپراتور بشینند و این سه نفر بتونن با پهپادها ارتباط داشته باشن که برای مثال بتونن کمک بکنن به تعدادی آتش‌نشان.
اینکه اون قضیه از لحاظ ارگونومیک و از لحاظ اینکه چطوری چه محصولاتی بگیریم و چه طوری اون ۳ نفر سوار ون بشوند و تمام اینها، کارهایی هستند که بچه‌های مکانیک انجام میدن. یعنی بیشتر موضوع طراحی هست که ما چطور این قضیه رو حل کنیم و بعد از بخش طراحی هم این بچه‌های مکانیک هستند که اجراسازی هم میکنن و وارد قضیه میشن و فقط پشت سیستم و اتوکد نیستند!

قطعه رو می‌گیرن و دیزاین میکنن و میسازن و اجراش میکنن. همین‌طور در برنامه مریخ‌نورد هم خیلی از بچه‌های مکانیک هستند که با کمک نرم‌افزار و بچه‌های مهندسی سیستم همکاری دارند و پروسه رو طراحی می‌کنند.

حالا خیلی از این افراد از هوش مصنوعی هم کمک می‌گیرند. مثلاً اتوکد یه چت باکس داره مثل جی‌پی‌تی که شما باهاش چت می‌کنی و قضیه رو برات طراحی می‌کنه. یعنی بچه‌های مکانیک الان این‌طور هستند که یاد می‌گیرن چطور کاری رو که قبلاً ۱۰ ساعت طول می‌کشید، الان تو ۱ ساعت انجام بدن. حالا مثلاً برای طراحی چطور جلو بریم. برای متریال چه نوع متریالی انتخاب کنیم و کلی مسئله دیگه.

اینا چیزهایی هستند که این بچه‌ها یاد می‌گیرن با استفاده از این ابزار کارشون رو سریع‌تر و بهتر کنند. ولی بچه‌های مکانیک کارشون این نیست که الگوریتم‌های جدیدی برای هوش مصنوعی تولید بکنند. خیلی حوزه تخصصی‌شون نیست.





شرکتی هم که من شروع کردم، یعنی انفلاکس، این‌طور بود که ما به تعداد زیادی افراد و کارخانه‌ها خدمات میدیم. به‌صورت کلی شما ۶۰ میلیون نفر داری که اپراتورهایی هستند که هر روز در یک کارخانه یک قطعه‌ای اسمبل می‌کنند و یک قسمتی از تولید یک محصول رو بر عهده دارند. همه موافقن که این ۶۰ میلیون نفر با گذشت زمان تعدادشون کمتر خواهد شد. ولی هیچ‌کس نمیگه این مقدار میره بالا. ولی واقعیت قضیه این هست که من کماکان در بهینه‌ترین کارخونه های دنیا که رفتم، مثلاً بگیم تویوتا، مقدار زیادی از کارهایی که انجام میدن دستی هست. مثلاً جایی که من رفتم، که بزرگ‌ترین کارخونه تولیدی تویوتا در دنیا هست که در ایالت کنتاکی آمریکا واقع شده و یکی از مشتریان ما هستند، در اینجا نزدیک ۱۰ هزار نفر انسان در این کارخونه کار می‌کنند و این برای تویوتایی که آخر اتوماسیون دنیا هست، عدد جالبی به‌حساب میاد در تأیید حرف‌هامون.

پس این عدد اپراتورها پایین میاد ولی به نظر من حتی در ۱۰ سال آینده، به زیر ۱۰ میلیون هم نمی‌رسه. چرا چون تکنولوژی رباتیک چه از لحاظ بعد کامپیوتری و چه مکانیکی، هنوز به جایی نرسیده که ما بتونیم

اگر برگردید به دورانی که دانشجو بودید، چه مهارت‌هایی رو زودتر یاد می‌گرفتید؟

فکر می‌کنم به‌عنوان کسی که دو بار از گرد اسکوول (Grad. school) اومدم بیرون، بهترین فردی نباشم که این سؤال رو جواب میدم! 😅

نوعی که من به دانشگاه نگاه می‌کنم، این‌طور هست که بستری شده برای اینکه شما بتونید ارتباطات پیدا کنید. یعنی به نظر من ارزش یک دانشگاه به پیداکردن ارتباطات هست و به پرداختن و صحبت‌کردن در مورد ایده‌های متفاوت و همچنین اعتبار. یعنی اعتباری که به شما کمک می‌کنه شما درهای بیشتر رو باز کنید و ارتباطات بیشتری بگیرید. این سه تا به نظر من ۹۰ درصد ارزش هر دانشگاه هستند.

و اما در مورد مهارت، این‌طور نیست که بگم ای‌کاش اول این رو یاد می‌گرفتم و بعدش اون یکی رو! همه اینها الان به‌طوری هست که میتونی رایگان در هر رشته‌ای چه از یوتیوب و چه از کورسرا و چه از یوداسیتی، یاد بگیرید. ولی به نظر



کاری که انسان انجام میده رو با اون قیمتی که انسان انجام میده، جلو ببریم. یعنی شما در یک کارخانه در هند وقتی به یک انسان ۲۰۰ دلار پول میدی و اون شخص قابلیت انجام کارهای مختلفی رو داره، برای ربات‌ها این قضیه خیلی گران تمام خواهد شد. مثلاً شما زنگ می‌زنید به شرکت ABB که شرکتی هست برای ساخت ربات‌ها برای اتوماسیون صنعتی و اون شما رو ۵۰۰ هزار دلار شارژ خواهد کرد تا یدونه ربات بسازه که یک جسم رو برداره بگذاره اونور! خب ما به‌عنوان یک شخص عاقل، یک نیروی انسانی رو انتخاب خواهیم کرد به‌جای اون ربات.

من ارزش دانشگاه رو، یعنی ارزشی که امروز دانشگاه‌ها باید برآورده بکنند، من در این ۳ تا جا می‌بینم. شما یا ارتباطات جدیدی می‌گیرید با اساتیدی که خبره هستند و دارن با دانشجویان دیگری که هم‌فکر شما هستند، تحقیقات معنی‌داری انجام میدن. ایده‌های نوین رو با هم بررسی می‌کنید، حرف‌هایی که در کار صحبت‌کردن ازشون جالب نباشه ولی در دانشگاه میشه صحبت‌شون رو کرد، بسترش باید دانشگاه باشه.

به‌عنوان فردی که هم در اکوسیستم آمریکا بوده و هم ریشه ایرانی داره، برای مهندس جوان ایرانی که رؤیای جهانی‌شدن داره، چه حرفی دارید؟

اولیش این هست که به نظر من دوست دارم اون فرد در ابتدا بدونه که اون رشد و رؤیای جهانی‌شدن چیزی هست که میتونه کاملاً به واقعیت تبدیل بشه و اونقدر مثال‌های زیادی داریم از افرادی که در ایران یا خیلی جاهای دیگه‌ای به دنیا اومدن و مسیرهای سخت‌تری داشتند و الان شدن غول‌های صنعتی.

نمی‌خوام بگم غول صنعتی شدن لزوماً معنی موفقیت رو داره چون این معنی برای هر کس میتونه متفاوت باشه. ولی اون رؤیا امکان‌پذیر هست.

از راه‌هایی که میشه
بهش کمک کرد تا بهش رسید،
در مرحله اول ساختن اعتبار هست.
به نظر من دارایی یک فرد که حساب
مالی‌اش ۱ میلیارد دلاره و دارایی یک فرد که
حساب مالی‌اش صفر هست، مهم‌ترین
دارایی‌شون اعتبارشون هست.

شما به‌عنوان یک جوان ایرانی باید سعی کنید اون اعتبار رو بسازید. حال اون اعتباره رو چجوری میتونیم بسازیم؟ سعی کنید با افرادی که در رشته شما هستند و شما فکر می‌کنید که دوست دارید بهشون وصل بشید، برای مثال از اساتید خودتون، برید و حتی رایگان باهاشون کار کنید. رایگان کار کردنه هیچ ترسی نداره! من بارهاوبارها این کار رو انجام دادم. چون کمکم کرده یک رشته جدید رو یاد بگیرم و تجربه‌ای واقعی کسب کنم و مهم‌تر از همه اعتبار بسازم. اعتبار میشه مقاله‌ای که از اونجا درمیاد، رفرنسی که استاد میتونه به شما بده و اعتباره میشه مهارتی که شما از اون کار بدست میارید. همه اینها میره زیر این مقوله که من اعتبار بسازم. شما هر چقدر اعتبار بسازی، به‌قول‌معروف، اعتبار، اعتباره. و اون میتونه درهای خیلی بیشتری برای شما باز بکنه.

بخش معما و سرگرمی



شطرنج





پازل‌هـای ۱ تـا ۴ را در یک حرکت کیش و مـات کن!

پازل‌های ۵ و ۶ چالشـی‌تر هستند و فقـط در دو حرکـت کیش و مات می‌شـوند! خودتو محک بـزن! بعد از اولیـن حرکتت، حرکت دسـتگاه رو میتونـی تـو پاورقـی چک کنی تا مطمئن شـی!

۱ ۲



۳

۴

۵

۶

۱. ♕b7#

۲. ♕g8#

۳. ♗g5#

۴. ♘f5#

۵. ♘h4

Bot move: ♚f4

♕f5#

۶. ♕d5

Bot move: ♚a7

♕b7#



بخش گزارش



پنل خورشیدی

راهکار جدید برای بحران آب

جیمیل نویسنده

پویا عبدالمنافی

دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز

یک تیر و دو نشان

در جدیدترین پروژه‌ی پژوهشگران دانشگاه MIT، سیستمی نوین برای نمک‌زدایی آب با بهره‌گیری از انرژی خورشیدی طراحی شده که می‌تواند تحولی بزرگ در صنعت آب و تأمین آب آشامیدنی ایجاد کند. این فناوری، که هنوز در مرحله‌ی آزمایش می‌باشد، نویدبخش آینده‌ای روشن برای مناطقی مانند ایران است که با بحران کم‌آبی دست‌وپنجه نرم می‌کنند.

پنل خورشیدی بدون باتری؟

این سیستم از انرژی پاک خورشید بهره می‌برد، بی‌آن‌که نیازی به باتری برای ذخیره‌ی انرژی داشته باشد. عملکرد دستگاه به‌گونه‌ای تنظیم می‌شود که بسته به میزان تابش خورشید، فرایند نمک‌زدایی را کم‌وزیاد می‌کند. بدین ترتیب، بیشترین بهره از انرژی خورشیدی برده شده و اتلاف آن به حداقل می‌رسد.

برخلاف سیستم‌های پیشین، این فناوری می‌تواند خود را با شرایط محیطی تطبیق داده و هم‌زمان با صرفه‌جویی در انرژی، کارایی خود را حفظ کند.

آزمایش در سطح جامعه

مهندسان MIT این سیستم را به‌مدت شش ماه در اطراف چاه‌های آب زیرزمینی در شهر نیومکزیکو آزمایش کردند. نتیجه‌ها چشمگیر بود: با وجود تغییرات آب‌وهوایی و تفاوت کیفیت آب چاه‌ها، تجهیز توانست به‌طور میانگین روزانه ۵۰۰۰ لیتر آب آشامیدنی تولید کند و بیش از ۹۴٪ از انرژی الکتریکی تولیدشده توسط پنل‌ها را مستقیماً برای این فرایند به‌کار گیرد. این در حالی است که اندازه‌ی دستگاه کوچک و قابل حمل است.



دیدگاه متخصص

پروفسور آموس وینتر(Amos Winter)، استاد مهندسی مکانیک در MIT و مدیر بخش تحقیقات انرژی پاک، اظهار داشت: «فناوری‌های قبلی نمک‌زدایی به منبع انرژی ثابت و باتری نیاز داشتند، در حالی‌که خورشید منبعی ناپایدار است و انرژی زیادی از آن تلف می‌شود. اما این سیستم

تصویری از یکی از مهندسان در کنار تجهیزات اولیه‌ی آزمایشی نیز منتشر شده است که نشان‌دهنده‌ی مقیاس و طراحی فشرده‌ی سیستم است.





صـان

جدیـد، بسـیار کارآمدتـر اسـت و مسـتقیماً انـرژی خورشـید را بـه‌کار می‌گیـرد.» وی افـزود: «توانایـی تولیـد آب آشـامیدنی بـا انـرژی تجدیدپذیـر، بـدون نیـاز بـه ذخیره‌سـازی در باتـری، یـک چالـش بـزرگ بـود کـه مـا موفـق شـدیم آن را پشـت سـر بگذاریـم.»



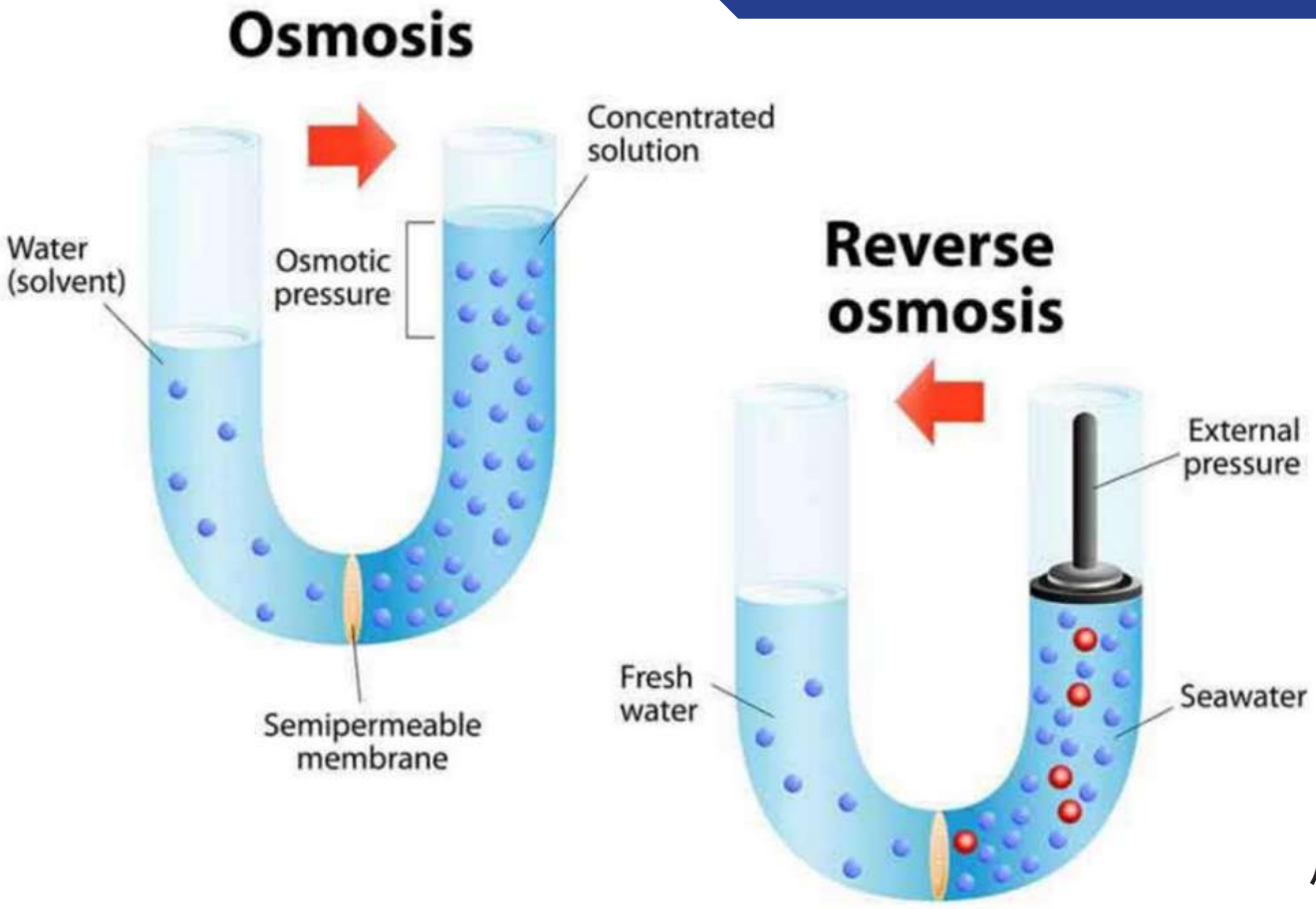
کاربرد گسترده در مناطق مختلف

ایـن سیسـتم بـرای تصفیـه‌ی آب‌هـای زیرزمینـی شـور طراحـی شـده اسـت. منابـع آب شـور در مقایسـه بـا منابـع آب شـیرین زیرزمینـی، رایج‌ترنـد. پژوهشـگران پیشـنهاد می‌دهنـد کـه از ایـن منابـع شـور، به‌ویـژه در مناطقـی کـه بـا کمبـود آب شـیرین روبـه‌رو هسـتند، اسـتفاده شـود.



نحوه‌ی عملکرد سیستم

هدف این فناوری، شیرین‌سازی آب با روش الکترودیالیزِ خوشه‌ایِ انعطاف‌پذیر (Flexible batch electrodialysis) است. در این روش، برخلاف اسمز معکوس که به فشار بالا و انرژی ثابت نیاز دارد، از میدان الکتریکی برای جداسازی یون‌های نمک از آب استفاده می‌شود. در فرایند اسمز معکوس، آب شور با فشار از میان غشا عبور داده شده و نمک‌ها جدا می‌شوند، اما الکترودیالیز با اعمال جریان الکتریکی، یون‌های نمک را از میان غشاهای تبادل یونی جدا می‌کند.



از آن‌جا که تابش خورشید در طول روز تغییر می‌کند، الکترودیالیز نسبت به اسمز معکوس گزینه‌ی بهتری برای ترکیب با پنل‌های خورشیدی است. زیرا اسمز معکوس نیازمند انرژی پایدار و ذخیره‌شده است که معمولاً به باتری نیاز دارد، درحالی‌که در روش الکترودیالیز، امکان استفاده‌ی مستقیم و متغیر از انرژی خورشیدی فراهم است.

در نسخه‌ی پیشین طراحی خود، این تیم مهندسی سامانه‌ای الکترودیالیزی توسعه دادند که شامل پمپ‌های آب، مجموعه‌ای از غشاهای تبادل یونی و آرایه‌ای از پنل‌های خورشیدی بود. نوآوری اصلی این سامانه در بهره‌گیری از یک سیستم کنترل مبتنی بر مدل بود؛ سیستمی هوشمند که با دریافت داده از حسگرهای نصب‌شده در بخش‌های مختلف، می‌توانست نرخ بهینه‌ی پمپاژ آب و ولتاژ لازم برای بیشینه‌سازی نمک‌زدایی را پیش‌بینی کرده و عملکرد سامانه را با دقت بالا تنظیم کند.

هنگامی که این سیستم در میدان آزمایش شد، توانست به‌صورت خودکار عملکرد خود را با تغییرات طبیعی تابش خورشید تطبیق دهد. به‌طور متوسط، حدود ۷۷٪ از انرژی الکتریکی تولیدشده توسط پنل‌ها به‌طور مستقیم برای فرایند نمک‌زدایی استفاده شد. این رقم در مقایسه با نسخه‌های پیشین سیستم، ۹۱٪ بهبود عملکرد نشان می‌دهد.

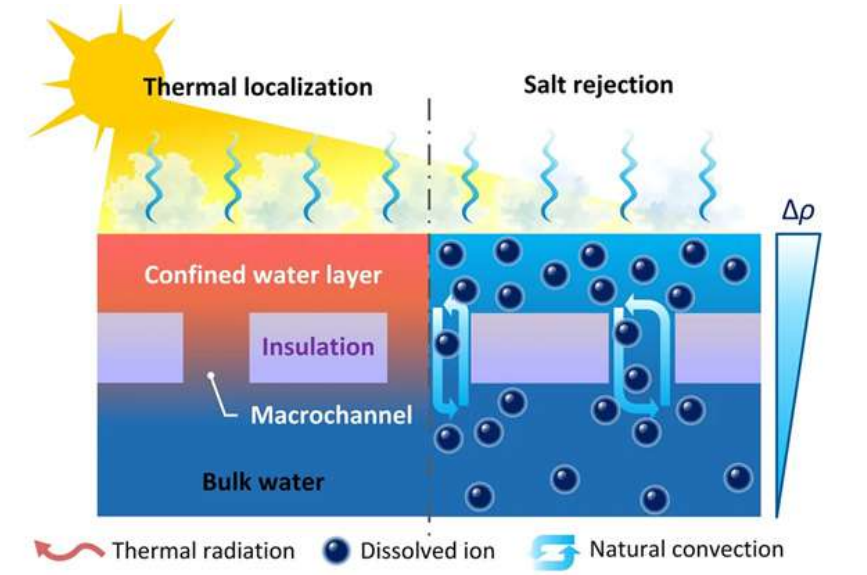


افزایش بهبود عملکرد در سیستم

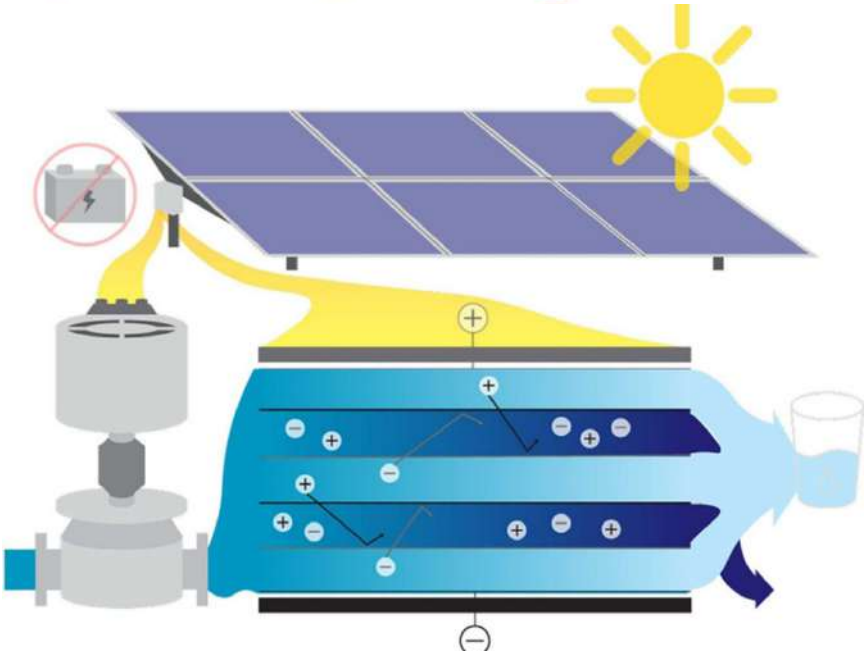
با وجود این پیشرفت‌ها، محققان معتقد بودند که می‌توانند عملکرد را باز هم بهبود ببخشند. پروفسور وینتر می‌گوید: «در نسخه‌ی قبلی، هر سه دقیقه یک‌بار محاسبه انجام می‌دادیم. اما اگر در آن لحظه ابری ظاهر می‌شد و تابش خورشید کاهش می‌یافت، سیستم دیگر نمی‌توانست بلافاصله واکنش نشان دهد. مجبور بودیم این کمبود را با باتری جبران کنیم.»

در کار جدید، هدف حذف کامل نیاز به باتری و کاهش زمان پاسخ‌گویی سیستم به کسری از ثانیه بود. سیستم اکنون می‌تواند نرخ نمک‌زدایی خود را سه تا پنج بار در هر ثانیه به‌روزرسانی کرده و خود را با تغییرات تابش خورشید هماهنگ کند، بدون نیاز به منابع انرژی ذخیره‌شده.

رمز موفقیت این سیستم، راهبرد ساده‌ای با عنوان کنترل جریان الکتریکی بر اساس جریان سیال (Flow commanded current control) بود. سیستم به‌گونه‌ای طراحی شده که میزان جریان الکتریکی را متناسب با جریان آب تنظیم می‌کند یا برعکس. این تطبیق پیوسته باعث صرفه‌جویی بالا در مصرف انرژی می‌شود.



وینتر در ادامه می‌افزاید: «فرض کنیم هر چند ثانیه یک‌بار میزان تابش خورشید تغییر کند. سیستم ما در هر ثانیه چندین‌بار این تغییرات را بررسی کرده و در صورت وجود انرژی اضافی، سرعت جریان آب و جریان الکتریکی را کمی افزایش می‌دهد. این روند باعث می‌شود که مصرف انرژی کاملاً



با میزان انرژی خورشیدی موجود هماهنگ شود و نیازی به باتری نباشد.»

کاربرد میدانی این سیستم نیز قابل‌توجه است. مهندسان، نسخه‌ای خودکار از این سیستم را برای تأمین نیاز آبی یک جامعه‌ی کوچک با جمعیتی حدود ۳۰۰۰ نفر طراحی کرده و آن را در مرکز تحقیقات ملی نمک‌زدایی در آلاموگوردو، نیومکزیکو، به‌مدت شش ماه اجرا کردند. طی این آزمایش میدانی، دستگاه تحت شرایط مختلف خورشیدی کار کرد و به‌طور میانگین، بیش از ۹۴٪ از انرژی الکتریکی پنل‌ها را برای نمک‌زدایی مستقیم به‌کار گرفت.



جمع‌بندی

فناوری نمک‌زدایی الکترودیالیز مستقیم (direct-drive electrodialysis desalination system) با استفاده از کنترل دقیق انرژی و حذف باتری، می‌تواند راه‌حل آینده‌داری برای تأمین آب سالم در مناطق محروم و کم‌آب باشد. اگر چنین طرح‌هایی در کشورهایی نظیر ایران پیاده‌سازی شود، گامی مؤثر در حل بحران آب خواهد بود.

بخش تکنو صنعت



محمدرضا علیئی

دانشجوی کارشناسی مهندسی ساخت و تولید دانشگاه تبریز

جیمیل نویسنده

مقدمه

پلاستیک در مهندسی مکانیک

و تاریخچه مختصر

تکنولوژی پلاستیک، به‌عنوان یکی از ارکان اصلی صنعت مدرن، شامل مجموعه‌ای از فرایندها و تکنیک‌های مرتبط با تولید، فراوری و کاربرد پلیمرهای پلاستیکی است که به دلیل ویژگی‌هایی مانند وزن سبک، انعطاف‌پذیری، دوام و هزینه تولید پایین، در صنایع مختلفی از خودروسازی تا پزشکی تحول ایجاد است. در این متن، ضمن بررسی جایگاه فناوری پلاستیک در صنایع مدرن، به انتخاب پلیمرها باتوجه‌به خواص مکانیکی، شیمیایی و زیست‌محیطی آن‌ها و همچنین روش‌های موجود برای فراوری و شکل‌دهی این مواد پرداخته خواهد شد تا به این حوزه تبدیل شود. (۱)

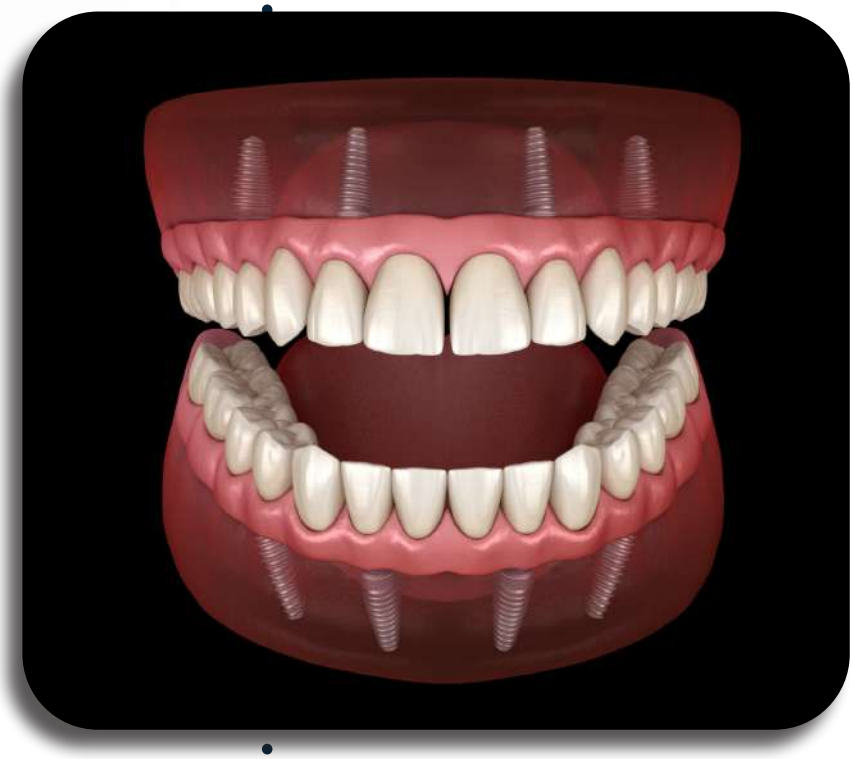
تکنولوژی پلاستیک و جایگاه آن در صنعت مدرن

تکنولوژی پلاستیک به مجموعه‌ها، ابزارها و دانش فنی مرتبط با طراحی، تولید و کاربرد مواد پلیمری در صنایع مختلف اشاره دارد. این حوزه شامل مراحل انتخاب پلیمرها، فراوری آن‌ها از طریق روش‌هایی مانند قالب‌گیری تزریقی، اکستروژن و قالب‌گیری دمشی، و تبدیل آن‌ها به محصولاتی با ویژگی‌های خاص و مدنظر ما است. تکنولوژی پلاستیک با تکیه بر نوآوری‌های علمی، امکان تولید مواد پیشرفته‌ای را فراهم کرده که در کاربردهایی از قطعات پیچیده هوافضا مانند پنل‌های کامپوزیتی هواپیماها تا بسته‌بندی‌های زیست‌سازگار مانند بطری‌های PET قابل‌بازیافت نقش کلیدی دارند.

این فناوری با ادغام روش‌های مدرن مانند نانوتکنولوژی و چاپ سه‌بعدی، قابلیت‌های جدیدی برای خلق مواد هوشمند و محصولات سفارشی فراهم کرده است. علاوه بر این، پیشرفت در توسعه و استفاده از پلیمرهای زیست تجزیه‌پذیر مانند پلی لاکتیک اسید (PLA)، این حوزه را به یکی از پیشران‌های توسعه پایدار تبدیل کرده است. بااین‌حال، چالش‌هایی مانند مدیریت پسماند پلاستیکی همچنان نیازمند توجه و نوآوری هستند تا اثرات زیست‌محیطی کاهش یابد. (۲،۱)

جایگاه تکنولوژی پلاستیک

صنایع پزشکی



ساخت پروتز دندانی از پلاستیک (plaque prosthesis)

هوافضا

بسیاری از کانوپی (canopies) هواپیماهای نظامی و غیرنظامی در حال حاضر از پلاستیک‌های اکریلیک یا پلی‌کربنات ساخته می‌شوند که به طور قابل توجهی سبک‌تر از شیشه هستند و چندین برابر شیشه مقاومت ضربه‌ای دارند. (۴)



خودروسازی

SMC یک نوع کامپوزیت پلیمری تقویت شده با الیاف شیشه است که در بخش‌هایی از درب، کاپوت، گلگیرها و صندوق‌عقب خودرو Chevrolet Corvette از این کامپوزیت استفاده می‌شود. (۵)

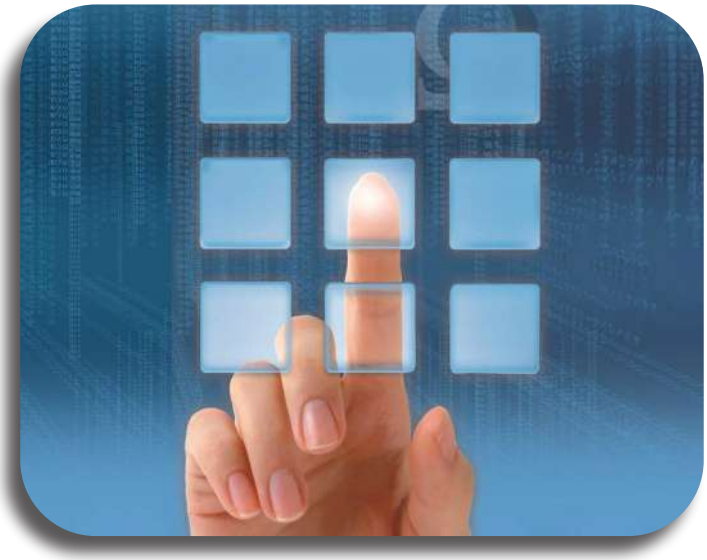


ساخت‌وساز



DuPont™ Tyvek® DrainVent™ این محصول توسط شرکت آمریکایی DuPont تولید می‌شود. به‌صورت یک‌لایهٔ نازک‌بین عایق حرارتی و نمای بیرونی ساختمان نصب می‌شود تا از عایق‌های حرارتی در برابر آب باران محافظت نمایند. (۶)

الکترونیک



شرکت Inputek اولین تولیدکننده‌ای بود که با استفاده از PEDOT:PSS یک صفحه لمسی بزرگ با فناوری Projected Capacitive Touch (PCT) ساخت. این محصول دارای قابلیت ۱۰ نقطه‌ای لمسی است و به جای ITO برای ساخت لایه‌ای رسانای شفاف استفاده می‌شود و دوستدار محیط زیست است.(۷)



بسته‌بندی

Nestlé با Danimer Scientific همکاری کرده تا برای بطری‌های زیست‌تخریب‌پذیر و قابل‌بازیافت برای بخش آب خود تولید کند. (۸)

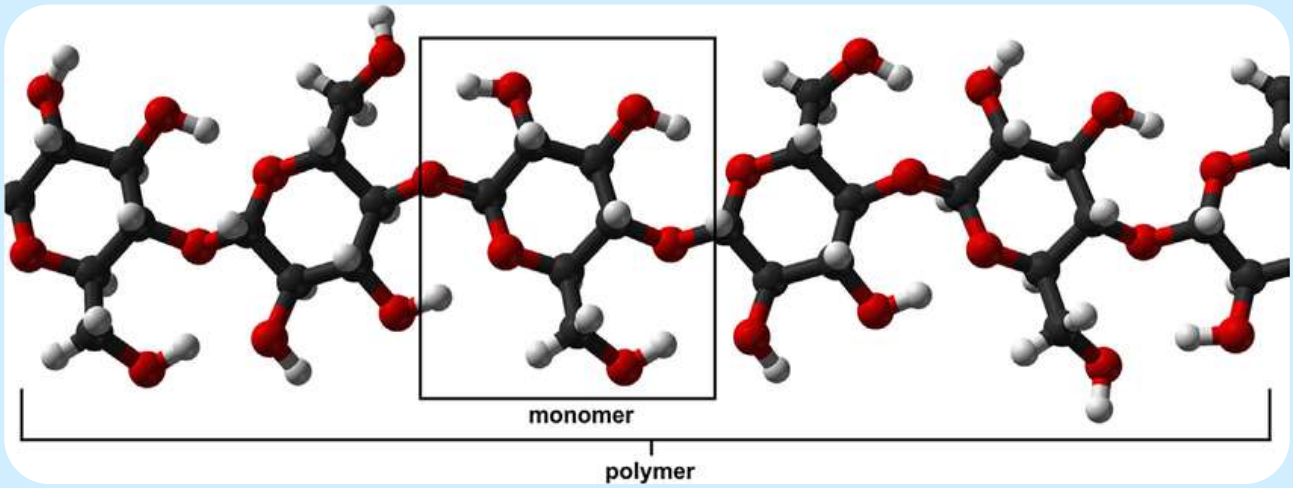


پلیمر چیست؟

پلیمرها ماکرومولکول‌هایی متشکل از تکرار واحدهای مونومری هستند که به دودسته طبیعی (مانند سلولز) و مصنوعی (مانند پلی‌اتیلن) تقسیم می‌شوند. ساختار شیمیایی مونومرها، نوع پیوندهای بین زنجیره‌ای، طول زنجیره پلیمری، آمورف و یا بلورینگی بودن پلیمر در خواص نهایی محصول بسیار اثرگذار است.

انتخاب پلیمر مناسب بر اساس کاربرد محصول و شرایط عملیاتی انجام می‌شود.

قبل از ورود به معرفی روش‌های مختلف تولید، شما را به خواندن خلاصه‌ای کوتاه از چیستی پلیمر و نحوه انتخاب متریال برای یک محصول دعوت می‌نمایم:



نمایی از ساختار مونومر و پلیمر

مهم‌ترین استانداردها

انتخاب پلیمر مناسب برای تولید یک محصول نیازمند درنظرگرفتن عملکرد، شرایط محیطی، و ملاحظات اقتصادی و زیست‌محیطی است. ابتدا باید مشخصات محصول، مانند استحکام مکانیکی (کشش و ضربه)، مقاومت حرارتی، رفتار شیمیایی (مقاومت در برابر خوردگی یا حلال‌ها)، و ویژگی‌های ظاهری (شفافیت یا رنگ‌پذیری) تعیین شود. سپس، پلیمرها بر اساس خواصشان ارزیابی می‌شوند؛ برای مثال، پلی‌کربنات برای قطعات شفاف و مقاوم مانند لنزهای ایمنی مناسب است، درحالی‌که پلی‌پروپیلن برای قطعاتی مانند ظروف غذا به دلیل هزینه پایین و انعطاف‌پذیری انتخاب می‌شود. ابزارهایی مانند نمودارهای اشبی (Ashby charts) به مقایسه خواص پلیمرها کمک می‌کنند و تست‌های آزمایشگاهی مانند تست کشش (ASTM D638) یا تست مقاومت حرارتی (ISO 75) عملکرد پلیمر را در شرایط واقعی تأیید می‌کنند. همچنین، روش فراوری (مانند قالب‌گیری تزریقی یا اکستروژن) باید با ویسکوزیته و رفتار جریانی پلیمر سازگار باشد تا کیفیت محصول نهایی تضمین شود. (۹)

برای انتخاب اصولی، رعایت استانداردهای بین‌المللی و استفاده از هندبوک‌های معتبر ضروری است. استاندارد ASTM D883 (اصطلاحات پلاستیک) و ISO 1043 (علائم اختصاری پلیمرها) به شناسایی و طبقه‌بندی پلیمرها کمک می‌کنند، درحالی‌که ASTM D4065 برای تعیین خواص مکانیکی و دینامیکی پلیمرها کاربرد دارد. هندبوک‌هایی مانند Handbook of Plastics Technologies (Harper, 2006) اطلاعات جامعی درباره خواص پلیمرها و کاربردهای صنعتی ارائه می‌دهد و Plastics Materials (Brydson, 1999) راهنمایی دقیق برای انتخاب متریال بر اساس فرایندهای تولید فراهم می‌کند. در نهایت، توجه به پایداری، مانند انتخاب پلیمرهای زیست‌تخریب‌پذیر مانند پلی لاکتیک اسید (PLA) برای بسته‌بندی، با استاندارد EN 13432 (الزامات بسته‌بندی‌های قابل‌تجزیه زیستی) هم‌راستا است و به کاهش اثرات منفی زیست‌محیطی کمک می‌کند. (۱۰)

در ادامه به بررسی انواع روش‌های رایج در این زمینه خواهیم پرداخت:

تکنولوژی پلاستیک شامل روش‌های متنوعی برای فراوری و شکل‌دهی پلیمرها به‌منظور تولید محصولات مختلف است. این روش‌ها بر اساس نوع فرایند، تجهیزات و کاربرد نهایی محصول طبقه‌بندی می‌شوند. در ادامه، مهم‌ترین روش‌های تکنولوژی پلاستیک به‌صورت تیتروار ارائه شده است. (۱)

۱. قالب‌گیری تزریقی (Injection Molding)

۲. اکستروژن (Extrusion)

۳. قالب‌گیری دمشی (Blow Molding)

۴. قالب‌گیری فشاری (Compression Molding)

۵. قالب‌گیری چرخشی (Rotational Molding)

۶. کالیندرینگ (Calendering)

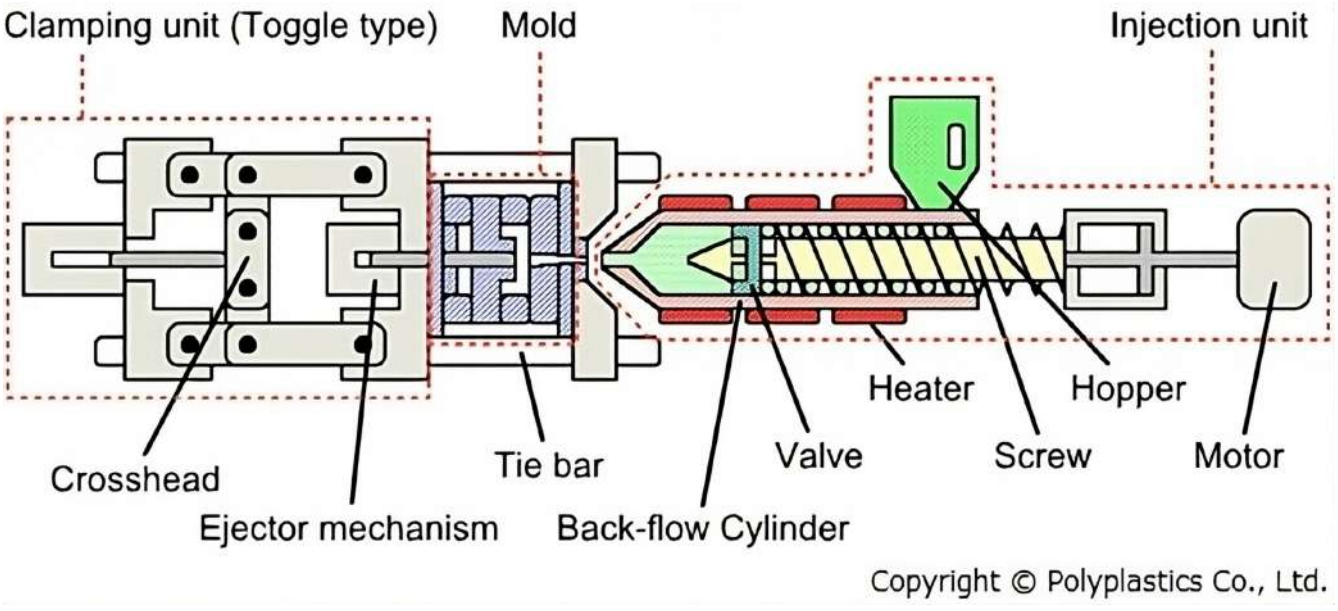
۷. چاپ سه‌بعدی (3D Printing/Additive Manufacturing)



۱ قالب‌گیری تزریقی
(Injection Molding)

قالب‌گیری تزریقی یکی از پرکاربردترین روش‌های تکنولوژی پلاستیک است که برای تولید قطعات پلاستیکی بادقت بالا و در تیراژ انبوه استفاده می‌شود. در این فرایند، گرانول‌های پلیمر در دستگاه تزریق حرارت داده شده و به حالت مذاب درمی‌آیند. سپس، این ماده مذاب تحت‌فشار بالا از طریق نازل به داخل قالبی فلزی با حفره‌های دقیق تزریق می‌شود. پس از تزریق، پلیمر در قالب سرد شده و به شکل قطعه نهایی جامد می‌شود، سپس قالب باز شده و قطعه خارج می‌گردد.

مزیت اصلی قالب‌گیری تزریقی، سرعت بالا، تکرارپذیری و امکان تولید قطعات با جزئیات دقیق است، اما هزینه اولیه طراحی و ساخت قالب‌ها می‌تواند بالا باشد. انتخاب پلیمر مناسب، مانند ABS برای مقاومت در برابر ضربه یا PET برای شفافیت، و تنظیم پارامترهایی مانند دمای تزریق، فشار و زمان سردشدن، نقش کلیدی در کیفیت محصول نهایی دارد. در بخش منابع و رفرنس‌ها راهنمایی جامع به‌منظور بهینه‌سازی روش‌های ذیل اشاره شده است. (۱۰،۱۱)



شمایی از دستگاه تزریق پلاستیک

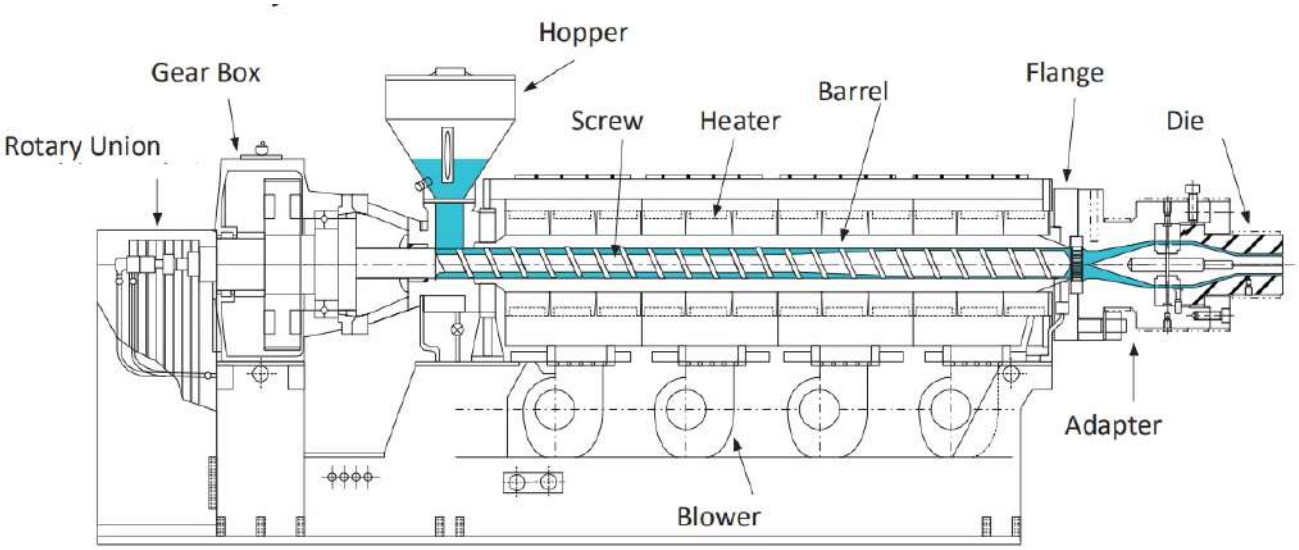
۲ اکستروژن (Extrusion)







اکستروژن یکی از روش‌های کلیدی در تکنولوژی پلاستیک است که برای تولید محصولات پلاستیکی با سطح مقطع ثابت و پیوسته، مانند لوله‌ها، پروفیل‌ها و ورق‌ها، به کار می‌رود. در این فرآیند، گرانول‌های پلیمر در دستگاه اکسترودر حرارت داده شده و به حالت مذاب درمی‌آیند. پلیمر مذاب توسط یک مارپیچ (screw) فشرده شده و از طریق قالب (die) با شکل مقطع مورد نظر به‌صورت پیوسته خارج می‌شود. پس از خروج، محصول اکسترود شده با خنک‌سازی (معمولاً با آب یا هوا) جامد شده و به طول دلخواه برش داده می‌شود. اکستروژن به دلیل انعطاف‌پذیری در تولید محصولات با اشکال و اندازه‌های متنوع، کارایی بالا و هزینه نسبتاً پایین، در صنایع ساخت‌وساز، بسته‌بندی و کشاورزی کاربرد گسترده‌ای دارد. انتخاب پلیمر مناسب، مانند پلی‌اتیلن با چگالی بالا (HDPE) برای لوله‌های مقاوم یا پلی‌وینیل کلرید (PVC) برای پروفیل‌های پنجره، و تنظیم پارامترهایی مانند دمای اکسترودر، سرعت مارپیچ و طراحی قالب، کیفیت نهایی محصول را تعیین می‌کند. (۱۲،۱۱)



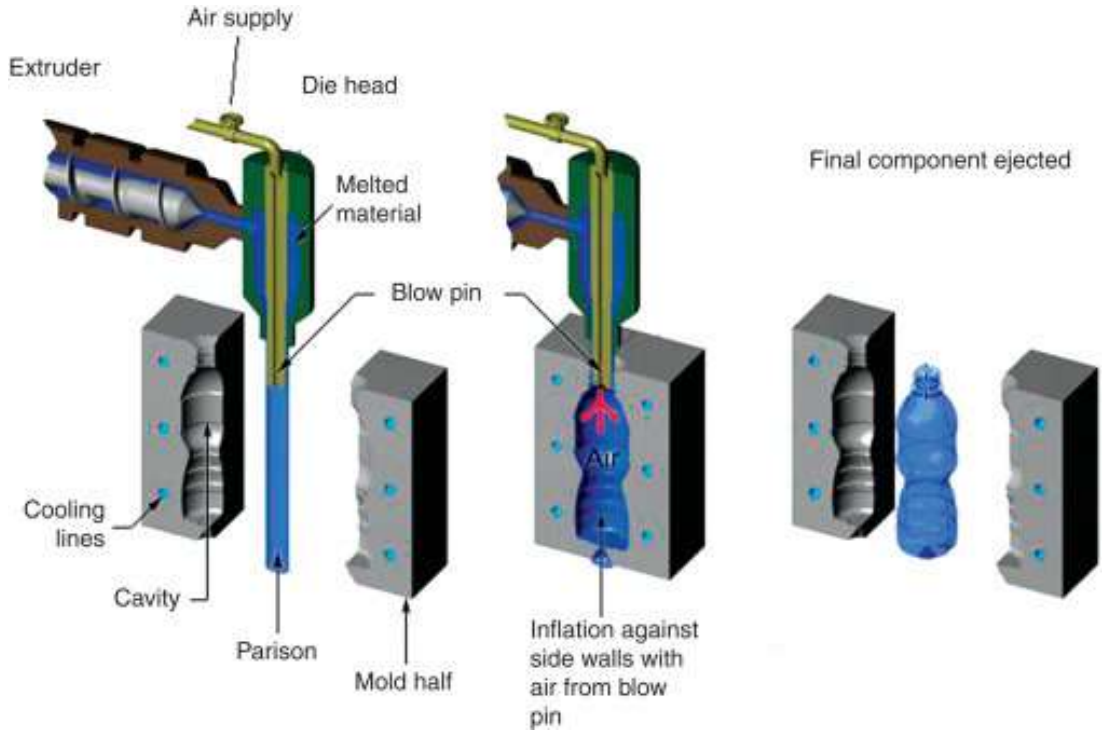
شمایی از دستگاه اکسترودر

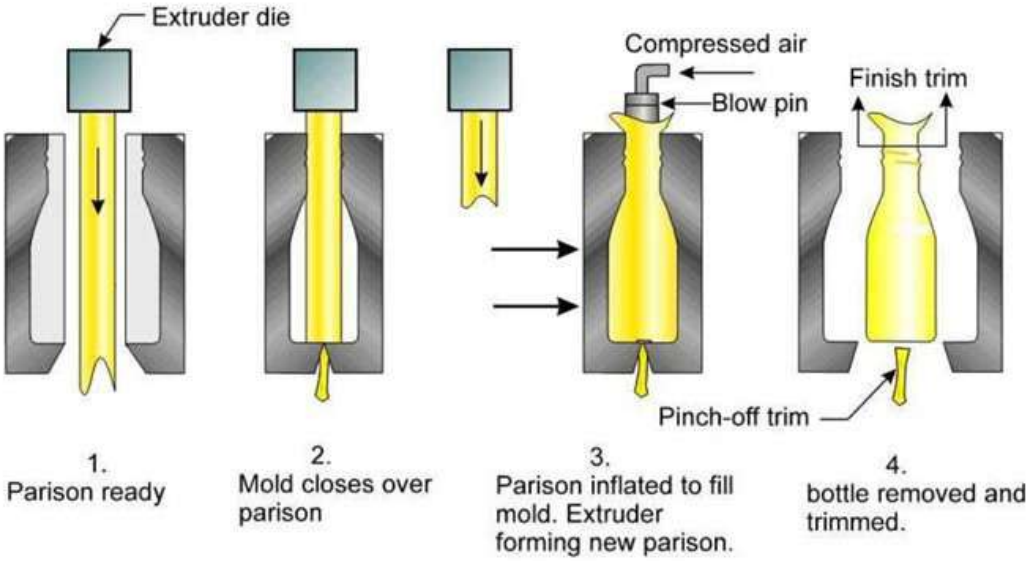
۳ قالب‌گیری دمشی

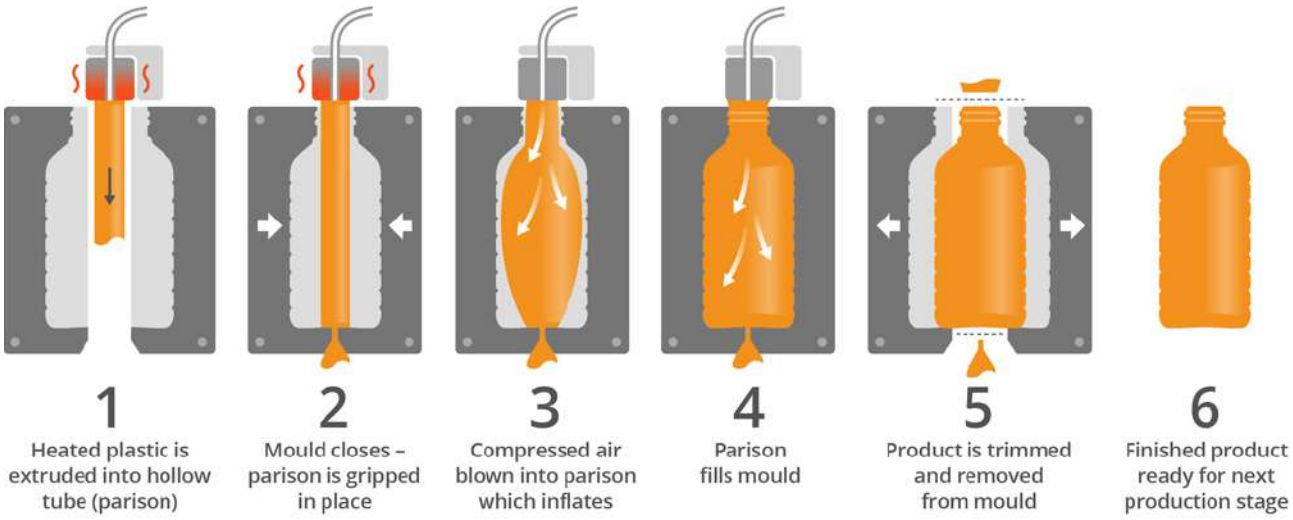
(Blow Molding)

یکی از روش‌های مهم در تکنولوژی پلاستیک است که برای تولید قطعات توخالی مانند بطری‌ها، مخازن و ظروف پلاستیکی به کار می‌رود. در این فرایند، ابتدا پلیمر (مانند پلی‌اتیلن‌ترفتالات یا PET) به‌صورت یک لوله گرم‌ونرم یا پاریسون (Parison) اکسترود یا تزریق می‌شود. سپس این Parison در قالبی فلزی قرار گرفته و با دمیدن هوای فشرده به داخل آن، پلیمر به دیواره‌های قالب چسبیده و شکل مورد نظر را به خود می‌گیرد. پس از خنک‌سازی (معمولاً با آب یا هوا)، قالب باز شده و قطعه نهایی خارج می‌شود. این روش برای تولید محصولاتی مانند بطری‌های آب‌معدنی برند نستله یا مخازن سوخت خودروهای سبک بسیار رایج است. (۱۱)

مزیت اصلی قالب‌گیری دمشی، توانایی تولید قطعات توخالی با وزن کم، هزینه تولید پایین و سرعت بالا است، اما دقت ابعادی آن نسبت به روش‌هایی مانند تزریق کمتر است. انتخاب پلیمر مناسب، مانند HDPE برای مخازن مقاوم یا PET برای بطری‌های شفاف، و تنظیم پارامترهایی مانند فشار هوا، دمای Parison و زمان خنک‌سازی، کیفیت محصول را تعیین می‌کند.



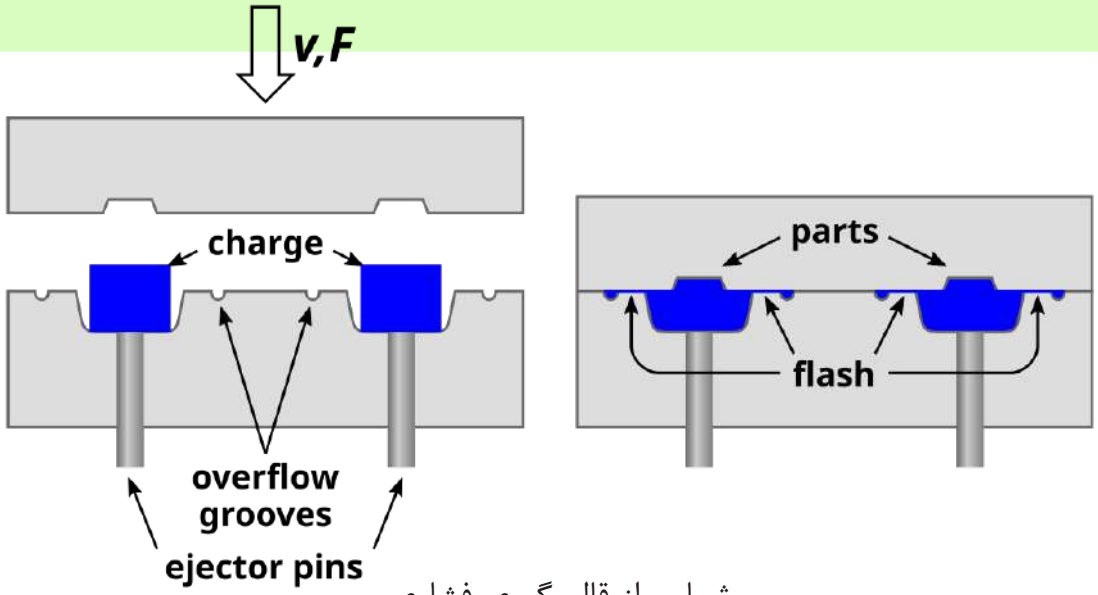




شمایی از فرایند قالب‌گیری دمشی

۴ قالب‌گیری فشاری
(Compression Molding)

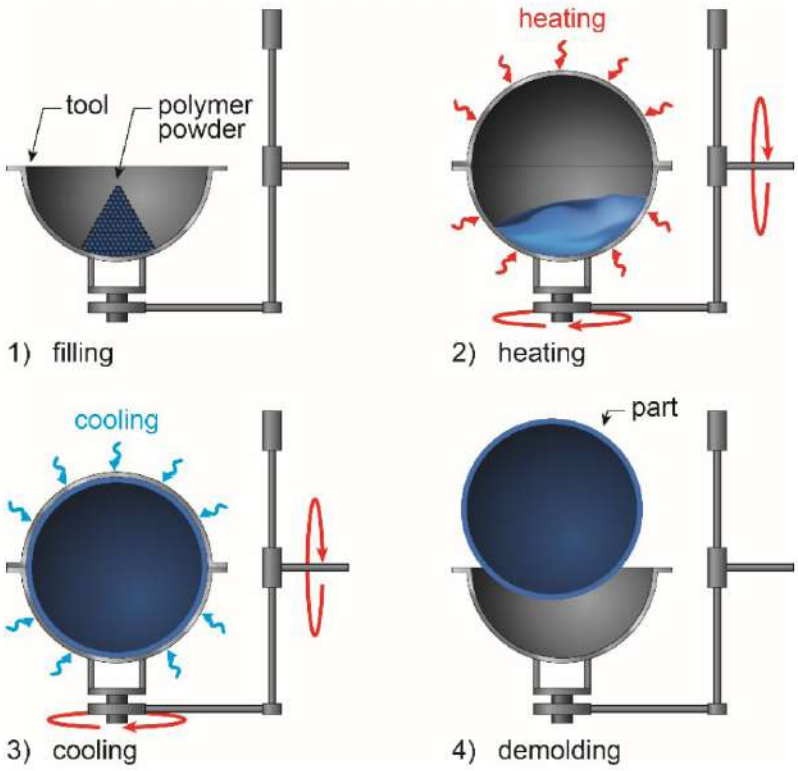
یکی از روش‌های پرکاربرد در تکنولوژی پلاستیک است که برای تولید قطعات پلاستیکی مقاوم، بزرگ و با اشکال نسبتاً ساده استفاده می‌شود. در این فرایند، مقدار مشخصی از مواد پلیمری (به‌صورت پودر، گرانول) در قالبی فلزی قرار گرفته و سپس قالب تحت‌فشار و حرارت بالا بسته می‌شود. حرارت باعث ذوب‌شدن پلیمر و فشار باعث پخش یکنواخت آن در حفره‌های قالب می‌شود. پس از خنک‌سازی، قطعه جامد خارج می‌گردد. این روش برای تولید محصولاتی مانند قطعات کامپوزیتی بدنه خودروهای سنگین، کلاه‌های ایمنی یا درپوش‌های پلاستیکی مقاوم (مانند درب بطری‌های بزرگ) بسیار مناسب است. (۱۱)



شمایی از قالب‌گیری فشاری

۵ قالب‌گیری چرخشی
(Rotational Molding)

قالب‌گیری چرخشی یکی از روش‌های مهم در تکنولوژی پلاستیک است که برای تولید قطعات توخالی بزرگ و بدون درز، مانند مخازن و سازه‌های پلاستیکی، استفاده می‌شود.



شمایی از فرایند قالب‌گیری چرخشی

در این فرآیند، پودر پلیمر در قالبی فلزی ریخته شده و قالب در کوره‌ای چرخان قرار می‌گیرد. با چرخش قالب در دو محور و اعمال حرارت، پودر ذوب شده و به‌صورت یکنواخت روی دیواره‌های داخلی قالب پخش می‌شود، سپس با خنک‌سازی (معمولاً با هوا یا آب)، پلیمر جامد شده و قطعه نهایی از قالب خارج می‌گردد. مزیت اصلی قالب‌گیری چرخشی، توانایی تولید قطعات بزرگ با ضخامت یکنواخت و هزینه قالب‌سازی نسبتاً پایین است، اما سرعت تولید آن کمتر از روش‌هایی مانند تزریق است. انتخاب پلیمر مناسب، مانند پلی‌اتیلن به دلیل انعطاف‌پذیری و مقاومت در برابر ضربه، و تنظیم پارامترهایی مانند دمای کوره، سرعت چرخش و زمان خنک‌سازی، بر کیفیت محصول تأثیر می‌گذارد.

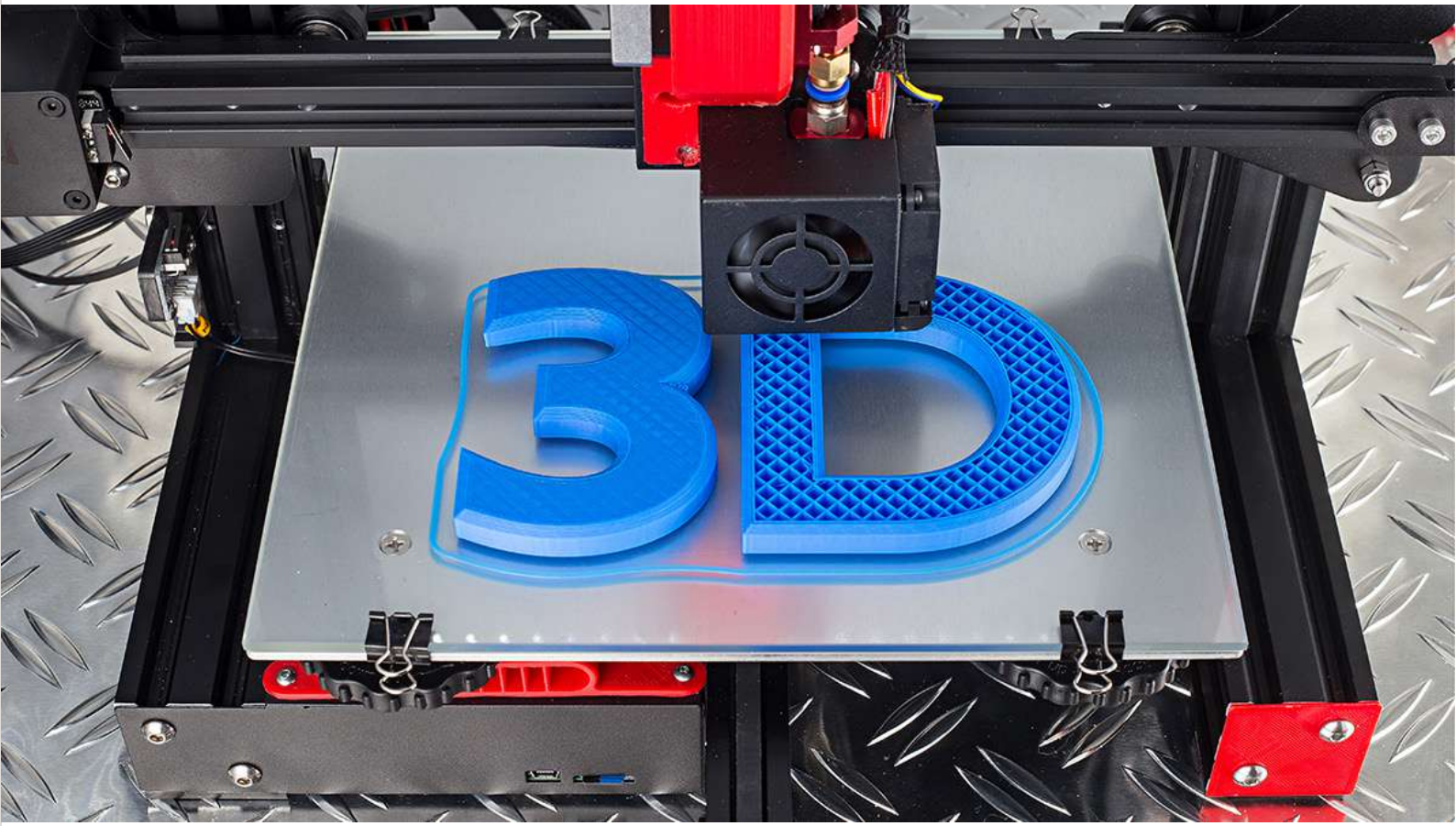
۶ چاپ سه‌بعدی

(3D Printing/Additive Manufacturing)

چاپ سه‌بعدی یکی از روش‌های نوین در تکنولوژی پلاستیک است که برای تولید قطعات سفارشی، نمونه‌های اولیه و محصولات پیچیده بادقت بالا به کار می‌رود. در این فرایند، پلیمرها (مانند پلی لاکتیک اسید یا ABS، PLA و نایلون) به‌صورت فیلامنت، پودر یا رزین مایع استفاده شده و توسط چاپگر سه‌بعدی لایه به لایه روی‌هم قرار می‌گیرند تا شکل نهایی قطعه ایجاد شود.

رایج‌ترین تکنیک‌ها شامل ذوب فیلامنت (FDM)، پخت رزین با نور (SLA) و تفجوشی پودر با لیزر (SLS) هستند. این روش برای تولید محصولاتی مانند پروتزهای پزشکی سفارشی، قطعات هوافضا (مانند قطعات داخلی کابین هواپیماهای بوئینگ) یا مدل‌های معماری بسیار مناسب است.

مزیت اصلی چاپ سه‌بعدی، انعطاف‌پذیری در طراحی، کاهش ضایعات و امکان تولید قطعات پیچیده بدون نیاز به قالب‌های گران‌قیمت است، اما سرعت تولید برای تیراژ بالا محدود است. انتخاب پلیمر مناسب، مانند PLA برای کاربردهای زیست‌سازگار یا نایلون برای استحکام بالا، و تنظیم پارامترهایی مانند دمای نازل، ضخامت لایه و سرعت چاپ، کیفیت محصول را تضمین می‌کند. استانداردهایی مانند ASTM F2792 برای اصطلاحات و طبقه‌بندی چاپ سه‌بعدی راهنمایی‌های جامعی برای بهینه‌سازی این فرایند ارائه می‌دهند.



شمایی از پرینتر سه‌بعدی

معرفی نرم‌افزار

MOLDFLOW

و روش‌های شبیه‌سازی

نرم‌افزار Moldflow، محصول شرکت Autodesk ، یکی از قدرتمندترین ابزارهای شبیه‌سازی فرایندهای تزریق پلاستیک در صنعت پلاستیک است که از سال ۱۹۷۸ توسعه یافته است. این نرم‌افزار با استفاده از تحلیل‌های پیشرفته، امکان شبیه‌سازی جریان مذاب پلیمر، انتقال حرارت، و پیش‌بینی عیوب احتمالی مانند خطوط جوش، حبس هوا، انقباض و اعوجاج را فراهم می‌کند. Moldflow شامل دو بخش اصلی است: Moldflow Adviser برای ارائه راهنمایی‌های طراحی و بهینه‌سازی اولیه و Moldflow Insight برای تحلیل‌های پیشرفته‌تر مانند طراحی سیستم‌های راهگاهی، خنک‌کاری و بررسی کیفیت قطعات.





ایـن نرم‌افـزار بـا پایـگاه داده‌ای از حـدود ۱۰,۰۰۰ مـاده پلیمـری، بـه مهندسـان کمـک می‌کنـد تـا پارامترهـایی ماننـد دمـا، فشـار، و مـکان تزریـق را بهینـه کـرده و هزینه‌هـای طـراحی و تولیـد را کاهـش دهنـد (Autodesk, 2020).

از میـان روش‌هـای تکنولـوژی پلاسـتیک ذکرشـده، Moldflow بـه طـور خـاص بـرای شبیه‌سـازی قالب‌گیـری تزریـقی، قالب‌گیـری فشـاری، قالب‌گیـری دمـشی و چـاپ سـه‌بعدی کاربـرد دارد. ایـن نرم‌افـزار می‌توانـد فراینـد پـر شـدن قالـب، توزیـع فشـار، خنـک‌کاری و تغییـر شـکل قطعـات را در ایـن روش‌هـا تحلیـل کنـد. بـرای مثـال، در قالب‌گیـری تزریـقی، Moldflow مـکان بهینـه دروازه تزریـق و عیـوب احتمـالی ماننـد خطـوط جـوش را پیش‌بیـنی می‌کنـد، و در چـاپ سـه‌بعدی، رفتـار مـواد پلیمـری در فراینـد لایه‌گـذاری را شبیه‌سـازی می‌کنـد. بااین‌حـال، روش‌هـایی ماننـد اکسـتروژن، ترمـو فرمینـگ، قالب‌گیـری چرخـشی، بـه طـور مسـتقیم توسـط Moldflow پشـتیبانی نمی‌شـوند و نیـاز بـه نرم‌افزارهـای مکمـل دارنـد. (۱۱،۱۳)

منابع و استانداردها برای روش‌های تکنولوژی پلاستیک و انتخاب متریال



برای انتخاب متریال و بهینه‌سازی روش‌های تکنولوژی پلاستیک مانند قالب‌گیری تزریقی، اکستروژن، قالب‌گیری دمشی، فشاری، چرخشی، ترمو فرمینگ، چاپ سه‌بعدی، استفاده از استانداردها و منابع معتبر ضروری است. استانداردهای ASTM D883 (اصطلاحات پلاستیک)، ISO 1043 (علائم اختصاری پلیمرها)، ASTM D4065 (خواص مکانیکی و دینامیکی)، ASTM D1998 (مخازن پلی‌اتیلن قالب‌گیری چرخشی)، ASTM D2839 (مواد قالب‌گیری دمشی)، ASTM D4703 (قالب‌گیری فشاری) و ASTM F2792 (چاپ سه‌بعدی) به شناسایی مواد، ارزیابی خواص و استانداردسازی فرایندها کمک می‌کنند.

هندبوک‌های کلیدی شامل

Materials Selection in Mechanical Design (Ashby, 2011) برای انتخاب پلیمر بر اساس خواص، Plastics Engineering (Crawford, 1998) برای تشریح فرایندهای تولید، Plastics Materials (Brydson, 1999) برای خواص مواد و کاربردها، و Handbook of Plastics Technologies (Harper, 2006) برای جزئیات فنی روش‌ها و بهینه‌سازی هستند. این منابع راهنمایی جامع برای انتخاب متریال مناسب و اجرای دقیق فرایندها ارائه می‌دهند. (۹،۱۲،۱۱،۱۰)



نقشه راه انتخاب روش تولید برای محصول پلاستیکی

سناریو

شما به‌عنوان طراح، یک‌پایه نگهدارنده گوشی پلاستیکی با طراحی دقیق، گیره‌های متحرک برای استفاده روی داشبورد خودرو طراحی کرده‌اید. نمی‌دانید از کدام روش تکنولوژی پلاستیک (قالب‌گیری تزریقی، اکستروژن، دمشی، فشاری، چرخشی، ترمو فرمینگ، چاپ سه‌بعدی و...) برای تولید استفاده کنید.





Anker
Powerwave 7.5
Car Mount

گام ۱

تحلیل نیاز و تعریف مشخصات محصول

- **شکل و ساختار:** قطعه کوچک با جزئیات پیچیده (گیره‌های متحرک، شیارها).
- **خواص:** استحکام، مقاومت در برابر حرارت (دمای داخل خودرو)، ظاهر زیبا.
- **متریال پیشنهادی:** ABS یا پلی‌کربنات (PC) برای استحکام و کیفیت سطح و TPU برای بخش‌های نرم‌تر مانند گیره‌ها. (درنظرگرفتن ملاحظات زیست‌محیطی و استفاده از مواد بازیافتی یا زیست‌تخریب‌پذیر در صورت امکان.)
- **حجم تولید:** برای مثال تولید انبوه.
- **هزینه و زمان:** نیاز به هزینه قالب‌سازی معقول و زمان تولید سریع.

گام ۲

ارزیابی روش‌های تولید

• قالب‌گیری تزریقی: ایدئال برای قطعات کوچک، دقیق و تیراژ بالا. (هزینه قالب بالا اما برای تولید انبوه مقرون‌به‌صرفه است.)
• قالب‌گیری دمشی/چرخشی: برای قطعات توخالی یا بزرگ، نه قطعات کوچک دقیق.
• قالب‌گیری فشاری: برای قطعات مقاوم با تیراژ متوسط مناسب است.
• ترمو فرمینگ، اکستروژن: این روش‌ها برای ورق‌ها یا پروفیل‌های پیوسته مناسب‌اند و برای محصول ما مناسب نیستند.
• چاپ سه‌بعدی: برای نمونه‌سازی اولیه عالی است، اما برای تولید انبوه کند و گران است.

گام ۳

انتخاب روش بهینه

از میان روش‌های موجود، قالب‌گیری تزریقی بهترین انتخاب است؛ زیرا دقت بالا، تولید سریع و هزینه واحد پایین در تیراژ بالا را تضمین می‌کند. از نرم‌افزار Moldflow می‌توانید برای شبیه‌سازی جریان مذاب و بهینه‌سازی قالب استفاده کنید.

گام ۴

انتخاب متریال و تست

- **متریال پیشنهادی:** ABS برای هزینه کم و کیفیت سطح یا پلی‌کربنات (PC) برای مقاومت حرارتی.
- **تست‌ها:** ASTM D638 (کشش)، ASTM D648 (مقاومت حرارتی).
- **منابع:** Plastics Engineering (Crawford, 1998) و Materials Selection in Mechanical Design (Ashby, 2011)

اقدامات بعدی

• **نمونه‌سازی:** یک نمونه اولیه با چاپ سه‌بعدی بسازید تا طراحی را تأیید کنید.
• **بهینه‌سازی:** از شبیه‌سازی Moldflow برای کاهش زمان چرخه و بهبود کیفیت استفاده کنید.
• **طراحی قالب:** با یک شرکت قالب‌سازی همکاری کنید و از استاندارد ISO 294-1 برای قالب‌گیری تزریقی استفاده کنید.

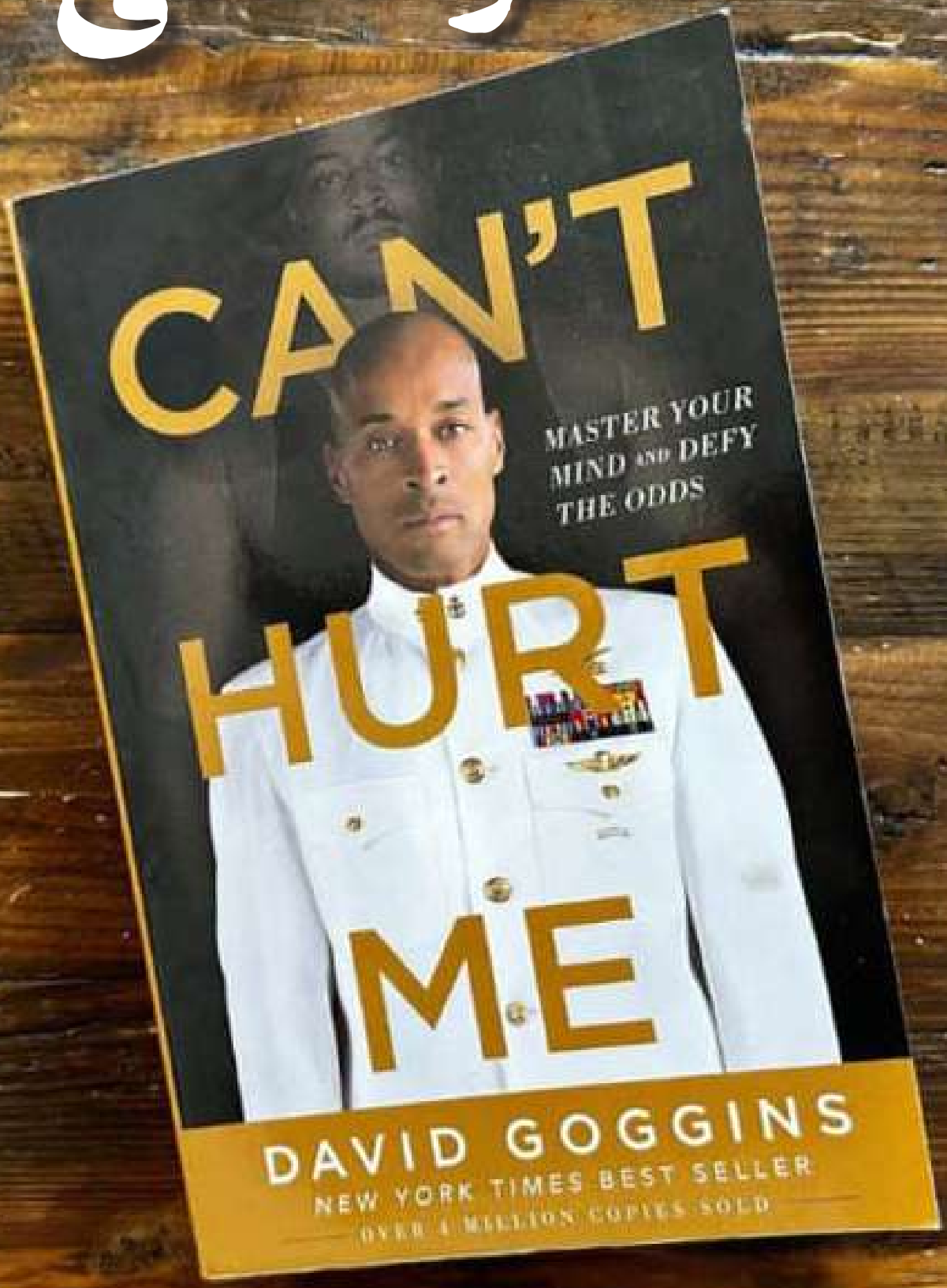


مثالی که بررسی کردیم می‌تواند به نحوی مبانی طراحی و ساخت پایه نگهدارنده گوشی Anker PowerWave Car Mount باشد که با قالب‌گیری تزریقی از ABS تولید می‌شود که استحکام، طراحی شیک و قابلیت تولید انبوه با هزینه پایین را ارائه می‌دهد. (مراحل یاد شده صرفاً پیشنهادی بوده و مقصود صرفاً ایجاد نظم ذهنی برای مخاطب است.)

منابع

(1)- Crawford, R. J. (1998). Plastics Engineering. Butterworth-Heinemann.
(2)- United Nations Environment Programme (UNEP). (2020). Plastics and the Circular Economy.
(3)- https://www.dentatime.com/
(4)- https://www. urbellplastics.com/
(5)- CompositesWorld (2024)
(6)- DuPont Performance Building Solutions. (n.d.). Tyvek® DrainVent™ Rainscreen. Retrieved from]
(7)- Heraeus Shows 55 Inch Touch Screen From Inputek With Clevios Conductive Polymer Inside
(8)- Nestlé and Danimer Scientific to Develop Biodegradable Water Bottle. (2019, January 15). Danimer Scientific. Retrieved from danimerscientific.com
(9)- Ashby, M. F. (2011). Materials Selection in Mechanical Design. Butterworth-Heinemann.
(10)- Harper, C. A. (2006). Handbook of Plastics Technologies. McGraw-Hill
(11)- Crawford, R. J. (1998). Plastics Engineering. Butterworth-Heinemann.
(12)- Brydson, J. E. (1999). Plastics Materials. Butterworth-Heinemann.
(13)- Autodesk. (2020). Moldflow: Simulation Tools for Injection Molding. Retrieved from

بخش فرهنگی


CAN'T
HURT
ME
MASTER YOUR MIND AND DEFY THE ODDS
DAVID GOGGINS
NEW YORK TIMES BEST SELLER
OVER 1 MILLION COPIES SOLD

جیمیل نویسنده



امیر شیرسوار

دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز

نمی‌توانی به من آسیب بزنی؛ بر ذهنت چیره شو و ناممکن را ممکن کن

معرفی کتاب

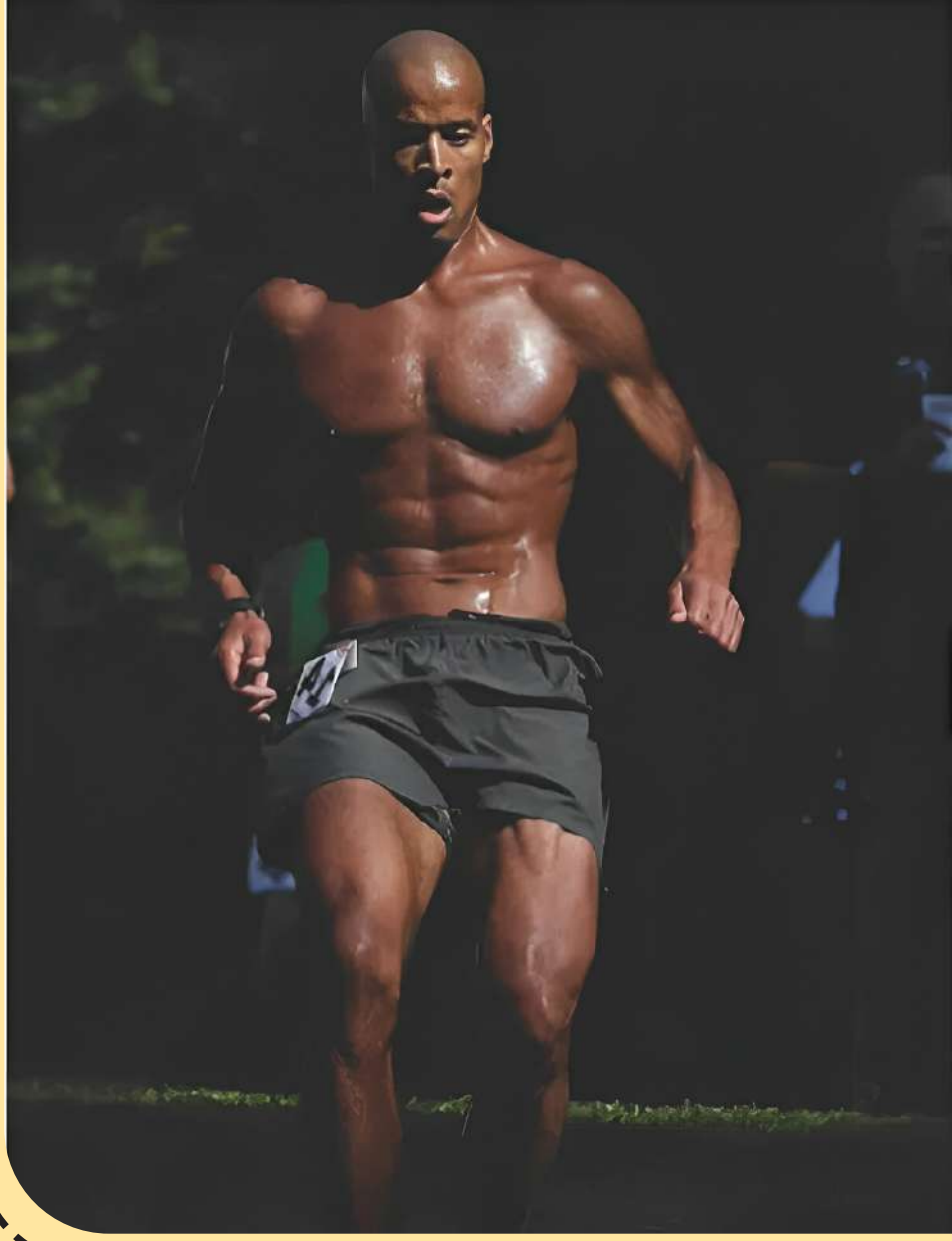
یک‌لحظه تصور کنید دوباره به قبل از عید برگشته‌اید، برنامه‌ریزی می‌کنید در تعطیلات عید که حالا که ماه رمضان است و دید و بازدیدی در کار نیست، بهترین بهره را از این زمان ببرید و از بقیه جلو بیفتید. با خود می‌گویید اگر روزی ۷ ساعت مطالعه مفید داشته باشم، می‌توانم در این یک ماه بیش از ۲۰۰ ساعت مطالعه کنم... عالی است همچون یک دانشجوی استنفورد؛ قرار است تا زمان افطاری شیگلی و وایت و مریام میل کنید. اما پس از گذشت چند روز این برنامه همچنان ادامه دارد و برخلاف برنامه‌ریزی‌های بلندپروازانه قبلی‌تان این بار باوجوداینکه شاید حوصله‌اش را ندارید یا شاید خسته هستید و در اثر روزه بی‌حالی سراغتان آمده و یا شاید مهمانی‌های غیرضروری دعوتید، همچنان باقدرت به برنامه‌ای که نوشته‌اید پایبندید و از تک‌تک لحظات و دقایق خود بیشترین استفاده را می‌برید. البته که گاهی برنامه‌های غیرمنتظره‌ای پیش می‌آید که مانع مطالعه می‌شوند؛ ولی علی‌رغم این‌ها شما جا نمی‌زنید و حتی اگر یکی دو روز را ازدست‌داده‌اید باز به برنامه برمی‌گردید؛ دقیقاً مثل یک نِرد هاروارد! این یک رؤیا نبود؛ بلکه یک انگاره‌ای از مفهومی که ارزش آن در این عصرِ حواس‌پرتی که شبکه‌های اجتماعی و سرگرمی‌های مختلف برایمان به ارمغان آورده‌اند، بیشتر درک می‌شود. این همان نظم است.

شاید شما هم ایده «دیسیپلین و نظم مهم‌تر از انگیزه است.» را شنیده باشید؛ ولی دیوید گاگینز(David Goggins) این مفهوم را در زندگی خودش اختراع کرده و آن را در کتابش با همه دنیا به اشتراک گذاشته است. این کتاب که خود گاگینز نوشته روایت را از کودکی خودش آغاز می‌کند که پدری وحشتناک داشته که هیچ فرزندی نمی‌تواند تصورش را هم بکند. کسی که می‌بایست در کمتر از سه ماه ۴۸ کیلوگرم وزن کم کند، بی شک به چیزی بیشتر از انگیزه نیاز خواهد داشت. او به نظم بالا نیاز دارد تا شکست‌ناپذیر شده و مأموریت خود را انجام دهد. افراد در زندگی خود گاهی با لحظه‌های بزنگاهی روبرو می‌شوند که باعث می‌شود کل هویت خود را زیر سؤال ببرند. اینکه چه کسی هستند و چه مأموریتی در این زندگی دارند. این سؤالات باعث می‌شود دست از هدردادن زندگی خود برداریم تا تأثیری هرچند اندک در این کره خاکی از خود بر جای گذاشته باشیم.

داستان کتابِ «نمی‌توانی به من آسیب بزنی؛ بر ذهنت چیره شو و ناممکن را ممکن کن»، از دوران



کودکی گاگینز شروع می‌شود که در خانه‌ای به‌ظاهر مرفه زندگی می‌کرده؛ اما حقیقت ماجرا بسیار متفاوت‌تر بوده است که این باعث فرار می‌شود. سپس به دوران نوجوانی و تقلاهایش در مدرسه برای باحال به‌نظررسیدن منتج می‌شود؛ اما یک تغییر آن هم در عمق فاجعه و بی‌هدفی باعث برگشتن ورق برای گاگینز شد. شاید هر چیزی برایش بهانه‌ای بود برای تلف کردن زندگی‌اش، اما او یک هدف داشت که خیلی آن را می‌خواست؛ او می‌خواست عضو نیروی هوایی آمریکا بشود. اولین تلاش با شکست مواجه شده بود و او را به یک زندگی سطح متوسط آمریکایی با یک شغل سطحی و زندگی مشترک آسیب‌دیده رسانده بود. به‌طوری‌که این سیکل معیوب حتی ذره‌ای رضایت به زندگی او تزریق نمی‌کرد تا اینکه با یک برنامه تلویزیونی، چند تماس و یک شخص که به پتانسیل او ایمان داشت



دوباره چالش‌ها را به زندگی او آورد تا باز تلاش کند کمی بیشتر از پتانسیل خود تلاش کند. او سه ماه برای شرکت در یک دوره‌ای که بیش از نصف شرکت‌کنندگان انصراف می‌دهند در طی سه ماه، ۴۸ کیلوگرم وزن کم کرد تا بتواند این بار در دوره آمادگی بدنی نیروی دریایی که به هفته جهنمی(Hell Week) معروف است شرکت کند. این دوره بود که دیوید گاگینزی که الان می‌شناسیم را شکل داد و انرژی‌های پنهان او را آشکار کرد تا به فرد شکست‌ناپذیری تبدیل شود. اما چیزی که باعث این امر شد، بدن آماده او نبود؛ زیرا هر بدن آماده‌ای زیر این تمرینات در هم می‌شکند؛ بلکه ذهن نفوذناپذیرش بود که باعث این موفقیت شد. از یک نقطه‌ای به بعد مربیان دوره برای اذیت او و اینکه وادارش کنند تسلیم شود چالش‌های سخت اضافه بر سازمانی را به او محول می‌کردند و او بجای تسلیم با لبخند این شکنجه‌ها را قبول و باعث عصبانیت مربیانش می‌شد. این تکنیک را گرفتن روح نامید و در هر شرایطی از زندگی قابل اجراست.

این دوره به‌شدت سخت داستانی طولانی برای گاگینز بوده و با موفقیت‌های مقطعی و شکست‌های سنگینی هم همراه بوده؛ ولی او توانسته در این مسیر یک ذهن زره‌پوش بسازد که هیچ رنج و دردی نمی‌توانست او را تسلیم کند. دوره‌های سخت نیروی دریایی و ارتش چالشی بود که او پشت سر گذاشت و این بار دنبال یک چالش دیگر بود که با یک‌سری اتفاقات بد که برای دوستانش در دوره هفته جهنمی افتاده بود هم‌زمان شد. این بار دنبال رنج‌های متفاوتی از نیروی دریایی بود تا مرزهای توانایی خود را کشف کند؛ کنجکاوی که هزینه‌های سنگینی برای او داشت. او برای هدف جمع‌کردن پول برای بازمانده‌های یک عملیات نظامی در افغانستان که دوستانش در آن کشته شده بودند، تصمیم به شرکت در یک فوق ماراتن گرفت. مسابقه‌ای که فراتر از ماراتن معمولی است و ممکن است تا ۱۰۰۰ کیلومتر هم برسد. اولین انتخاب او سخت‌ترین فوق ماراتن

برگزار شده در آمریکا بود؛ اما چون تجربه‌ای در این زمینه نداشت به او اجازه حضور ندادند و مجبور شد قبل از آن در مسابقات دیگری شرکت کند تا برای خود رزومه‌ای بسازد و در طی این مسابقات چیزهای بسیار بیشتری راجع به مغز و توانایی انسان کشف کرد که در این بخش از کتاب آن‌ها را با خواننده به اشتراک می‌گذارد.

یک مورد ارزشمند از یافته‌های گاگینز از توانایی‌های انسان این بود که انسان همچون خودرو، گاورنر و کنترل کننده دارد که نمی‌گذارد از همه انرژی‌اش استفاده کند. همان احساسی که بعد از ۲ یا ۳ ساعت درس‌خواندن به شما دست می‌دهد؛ اما او تکنیک‌هایی را در کتابش پیشنهاد می‌کند تا در این تصمیمات ۱ ثانیه‌ای اراده ما پیروز شود و همیشه کمی بیشتر از پتانسیل خود، کار انجام دهیم و پیش برویم.

یک موردی که شاید بهانه خیلی از مردم باشد استعداد است. درسته که استعداد در این روند تأثیرگذار است؛ اما تعیین‌کننده نیست و همیشه می‌توان سعی کرد به بهترین نسخه خود تبدیل شد تنها مسئله سخت‌کوشی و تلاش در اینجا مطرح می‌شود.

بعد از شرکت در فوق ماراتن‌های متفاوت گاگینز این بار یک مسئولیت دیگر از جانب دریاسالار یگان ویژه دریافت کرده بود و آن اینکه به دانشگاه‌ها و مدارس مختلف آمریکا سفر کند و جمعیت زیاد از افراد سیاه‌پوست که به دلیل نژادپرستی‌های تاریخی سمت ارتش نمی‌رفتند را استخدام کند. او گاهی قبل سخنرانی‌اش می‌دوید یا اوایل آن شنا می‌رفت یا حین حرف‌هایش بارفیکس می‌رفت و این باعث



شد در رسانه‌ها و اخبار دیده شود مخصوصاً زمانی که برای سخنرانی بین شهرها می‌دوید. در این بخش از کتاب او می‌نویسد: «انگیزه اصلی‌ام ایجاد این امید بود که هر کس، چه در ارتش و چه خارج از آن، می‌تواند زندگی‌اش را تغییر دهد؛ به‌شرط این که ذهن خود را باز نگه دارد، از هموارترین مسیر دست بکشد، و دشوارترین و چالش‌برانگیزترین وظایف ممکن را بجوید. من به دنبال جواهرات پنهان در سنگ خامی همچون خودم بودم.» اغلب انسان‌ها اهدافی برای خود ترسیم می‌کنند و برای آن تلاش می‌کنند برخی که به اهداف خود می‌رسند انگار به خط پایان رسیده‌اند و دیگر دست از تلاش می‌کشند و مشغول لذت‌بردن از دستاوردشان هستند؛ اما گاگینز این طرز فکر را ندارد و خودش هم به این تأکید دارد که هیچ خط پایانی وجود ندارد و اگر واقع‌بینانه هم به قضیه نگاه کنیم هیچ خط پایان و نهایتی برای تعالی انسان وجود ندارد. همیشه می‌توان به فردی بهتر و قوی‌تر در حوزه‌ای که فعالیت می‌کنیم تبدیل شویم.

وقتی پس از کلی موفقیت در ارتش نیروی دریایی و فوق ماراتن‌ها باز راضی نشدید می‌توانید شکستن رکورد بیشترین تعداد بارفیکس در ۲۴ ساعت را امتحان کنید. این کاری بود که گاگینز انجام داد و در تلاش اول باعث آبروریزی و مواجه با موجی از واکنش‌های منفی به سمت خودش شد؛ ولی فرد مدنظر به همین سادگی‌ها تسلیم نمی‌شود و پس از تحلیل‌ها و تلاش‌های زیاد موفق به ثبت این رکورد در کتاب گینس می‌شود. اما پس از کلی درد و فعالیت‌های سنگین بدن انسان در نقطه‌ای تسلیم بیولوژیکی را به‌اجبار می‌پذیرد و آن در ماراتن بد واتر(Bad Water) ۲۰۱۴ برای گاگینز اتفاق افتاد و او را به تخت بیمارستان منتقل کرد؛ اما این بار به‌راحتی نمی‌توانست دوباره سرپا شود و در ذهن خودش به پایانش نزدیک می‌شد؛ اما با کمک حرکات کششی، تنش‌هایی که در عضلاتش و مفصل‌هایش سال‌های سال خانه کرده بودند را رها کرد و توانست دوباره سرپا شود؛ اما در این برهه به نگرش متفاوتی از زندگی دست پیدا کرد و همچنان در ماراتن‌ها شرکت می‌کند. او حتی پس از بازنشستگی از ارتش به‌عنوان یک آتش‌نشان صحرایی هم خدمت می‌کند.



این کتاب همچون کتاب‌های انگیزشی یا موفقیت نیست که به مخاطب بگوید بیشتر تلاش کن تا موفق شوی! این کتاب یک راهنمای کامل از زندگی‌ای است که همیشه تصمیمات سخت را بگیرید. وجهِ واقعی زندگی را که درد است، نمایش می‌دهد. واقعیتِ شکست‌های مداوم را نشان می‌دهد و در نهایت این را می‌گوید که این اصل زندگی است و نباید به‌خاطر ترس از این دردها، دست از تلاش بکشیم و تا پایان عمر پشت دیوارهای خیالی محدودیت‌های خود باقی بمانیم!

معرفی

پادکست



16

طبقه ۱۶

امیر نتیر سوار

دانشجوی کارشناسی مهندسی مکانیک دانشگاه تبریز



داستان پشت اولین استارتاپی که وارد فرابورس شد چه بود! چگونه گروه گلرنگ مالک تپسی شد و داستان‌های دیگر راجع به این شرکت از زبان مدیرعامل سابق تپسی...

پادکست طبقه ۱۶ از آن دسته محتوا موجود در اینترنت است که برای تولید محتوا ایجاد نشده؛ بلکه بیشتر شبیه گپ‌وگفت‌های دوستانه و صمیمی، اما به‌شدت جذاب است. سهیل علوی بنیان‌گذار استارتاپ ریحون مجری این پادکست است و در برنامه‌های خودش از افراد مطرح در حوزه تکنولوژی دعوت می‌کند و به گفتگو می‌پردازند. باتوجه‌به اینکه خودش از قدیمی‌های اکوسیستم استارتاپی ایران بوده، ارتباطات زیادی با مؤسسان شرکت‌های بزرگ مانند تپسی، دیوار، بیت‌پین و دیگر استارتاپ‌ها و همچنین افراد مختلف این حوزه از کیانوش

مختاریان مدیر فنی یکتانت و گوگل تا یحیی تابش استاد دانشگاه شریف و استنفورد دارد و گفتگوی دوستانه خود با این افراد را به اشتراک می‌گذارد.

موضوع اپیزودها گاهاً تنوع بالایی دارند؛ اما باتوجه‌به زمینه کاری افراد در پادکست، موضوع بیشتر بر محوریت فناوری و استارتاپ‌ها است.

در مصاحبه با میلاد منشی پور به اتفاقات شرکت تپسی از شروع تا بزرگ‌شدن و از دوران کرونا و بعد از آن سرویس مدرسه و شکست آن تا انتقال مالکیت ۷۰ درصدی به هلدینگ گلرنگ و خروج مدیرعامل پرداخته می‌شود. تپسی به همراه اسنپ بازیگران اصلی تاکسی اینترنتی در ایران بوده‌اند و از ابتدا رقابت شدیدی بین این دو شرکت وجود داشته است. اما با بزرگ‌شدن اسنپ و سرمایه‌گذاری‌های عظیم در آن، تپسی هم برای ماندن در رقابت با گروه گلرنگ همکاری کرد تا به بخشی از این هلدینگ بزرگ تبدیل شود و نقش خود را در استراتژی‌های آتی آن ایفا کند.

میلاد منشی پور متولد آبان ۱۳۶۱ در تهران است. او در دانشگاه تهران در رشته مهندسی مکانیک شروع به تحصیل کرده اما سپس مسیر خود را به سمت نفت و گاز و انرژی تغییر داده و برای تحصیلات عالی به کشور فرانسه مهاجرت می‌کند. اما او رویکردی را اتخاذ می‌کند که در سال‌های اخیر در دنیا زیاد باب شده بود و آن تحصیل در رشته MBA بعد از مهندسی است که برای منشی‌پور هم جواب داده است. تجربه مدیریتی و کسب‌وکاری وی اما در شرکت‌های آمریکایی و کانادایی شکل می‌گیرد؛ وقتی با شرکت‌های سرمایه‌گذاری بزرگ در حوزه فناوری کار می‌کند و ادبیات این اکوسیستم را یاد می‌گیرد. او سپس در سال ۱۳۹۴ و پس از ۱۲ سال دوری از وطن با اندوخته‌هایش و با شرکای آینده‌اش، حمید مهینی و هومن دمیرچی به ایران باز می‌گردد و در ابتدا با کسب‌وکاری در حوزه مد و فشن لوکس شروع می‌کند؛ اما سپس با درک فضای کسب‌وکاری ایران تپسی را بنیان‌گذاری می‌کنند.



در قسمتی از مصاحبه راجع به این موضوع صحبت می‌شود که در ایران سرمایه انسانی بسیار ویژه‌ای وجود دارد؛ ولی به دلایلی پتانسیل این موهبت نادیده گرفته می‌شود. از طرفی هم اقتصاد بسته‌ای که حاکم بر این اکوسیستم است باعث می‌شود در رقابت با شرکت‌های فناور منطقه عقب بمانیم. منشی پور با یک حساب سرانگشتی به این نکته اشاره کرد که وقتی اسنپ ارزش‌گذاری شد کمتر از یک‌دهم چیزی که می‌بایست قیمت‌گذاری شد و تنها دلیل آن فضای محدود مارکت ایران که از طرفی تحریم‌ها و از طرف دیگر سیاست‌های انزواگرایانه باعث این امر شده است.



در آخر منشی پور از برنامه‌های آینده خود و کارکردن روی پروژه جدیدش که بر پایه هوش مصنوعی و املاک است سخن می‌گوید. پروژه جدید او که با نام AirProp در دبی رونمایی شد، به کاربران این امکان را می‌دهد تا بتوانند با استفاده از فیلترهایی مشخص، به خرید و فروش املاک بپردازند.

همچنین او به این نکته اشاره می‌کند که روی چیزهایی که کار می‌کند با این چشم‌انداز پیش می‌رود که در آینده وارد ایران شده و مردم ایران را از فناوری‌های روز دنیا منتفع کند. نکته جالبی که وجود دارد این است که اگر به تماشای این اپیزود بنشینید حس ملی‌گرایانه و وطن‌پرستانه منشی‌پور را کاملاً حس خواهید کرد و به نظرم از اصلی‌ترین عواملی که باعث شده او پای‌کار بماند و با دیدن مشکلات کار فناورانه در ایران، تسلیم نشود همین جهان‌بینی ناسیونالیستی او بوده است. وگرنه می‌توانست با علم و تخصصی که دارد در کشورهای جهان اول رفاه بسیار بیشتری را برای خود ایجاد کند و این انتخاب او شاید برای دانشجویانی که قصد مهاجرت دارند مفهوم غریبی باشد.

بحث استارتاپ و فناوری فقط مخصوص دانشجویان رشته کامپیوتر یا دانشگاه شریف نیست؛ بلکه این فلسفه وجودی و رسالت دانشگاه بوده که علمی تولید کند که باعث بهبود در زندگی بشری شود. نه فقط مقاله‌هایی که فقط به درد پر کردن کتابخانه‌ها می‌خورند! باتوجه‌به آمار، استارتاپ‌ها در ۹۰٪ مواقع شکست می‌خورند؛ اما با دانستن این موضوع که هر کسی استارتاپ بزند زاکربرگ یا ماسک نخواهد شد و با دانستن اینکه در این مسیر مخصوصاً در دوران کارشناسی چه بسا چیزهای مختلفی یاد خواهد گرفت، به نظر می‌رسد هر کسی که ایده‌ای در ذهنش داشته باشد با جمع‌کردن تیم خوب و انجام تحقیقِ بازار و بررسی‌های واقع‌بینانه، باید این مسیر را امتحان کند و بتواند قدمی هر چند کوچک در راستای پیشرفت کشور خود و در نهایت پیشرفت بشریت قدم بردارد. اما نکته مهم این است که به ذات مسئله آگاهی داشته باشیم، استارتاپ زدن راه مناسبی برای پول‌دار شدن در ایران نیست؛ بلکه نزدیک‌ترین راه پیش پای یک دانشجویِ پر از ایده و انرژی است که ارزش‌آفرینی کند و اگر کسی هدفش «خلق ارزش» باشد این مسیر ارزش امتحان‌کردن را قطعاً خواهد داشت!



دو اپیزودی که ما بیشتر پیشنهاد می‌کنیم، مصاحبه با میلاد منشی‌پور مدیرعامل تپسی و مصاحبه با علی کلاهی مدیرعامل کابل ابهر است. اگر به حوزه فناوری و استارتاپی علاقه‌مند باشید قطعاً اپیزودهای این پادکست رو تا آخر تماشا خواهید کرد. این پادکست علاوه بر یوتیوب، در بستر کست‌باکس نیز به‌صورت صوتی در دسترس می‌باشد.

به وقت نقد

کوچ علم از دانشگاه

● چرا کانادا، فرانسه، استرالیا، انگلستان، ژاپن و... همانند ایران آمار تولید علم خود را منتشر نمی‌کنند؟ محال است آمار تعداد مقالات منتشرشده ژاپن را بیابید. چرا؟ چرا فقط کشورهایی مانند پاکستان، برزیل و هند عطش آمار مقالات دارند؟

● جالب است بدانیم که ما تنها کشوری هستیم که رشته علم‌سنجی در آن دایر است؛ چرا که فقط ما سرگرم علم‌سنجی خودمان هستیم. ما بالاترین انتشار مقالات در این حوزه را در اختیار داریم.

● هدف علم‌سنجی که از حوزه کتابداری آمده است، در واقع مجله‌سنجی است نه حقیقت علم. علم‌سنجی قدرت تحلیل محتوای علم را ندارد. مبدع این اصطلاح اصلاً چنین منظوری نداشته است. علم‌سنجی صرفاً بیانگر شاخص‌های کمّی است نه کیفی.

● در سنت‌های اصیل علمی، تولید مقاله هیچ‌گاه نشان‌دهنده تولید علم نبوده است. آقای راجرز کتابی نوشته به نام اشاعه نوآوری. تابه‌حال ۲۵۰۰ مقاله در خصوص این کتاب

دکتر مظفر چشمه سهرابی
استاد علم اطلاعات و دانش‌شناسی،
دانشکده علوم تربیتی و روان‌شناسی،
دانشگاه اصفهان

منتشر شده است. این مقالات تولید علم نیست، یک مناقشه علمی است. این نبردهای علمی زمینه ساز تولید علم است نه الزاما خود علم.

- اگر آیین‌نامه ارتقا تا ده سال دیگر همین باشد، ما علاوه بر سرآمدی در تولید مقاله، بیشترین استاد تمام دنیا را نیز خواهیم داشت!
- کشوری مثل انگلستان بیش از سی سال است که از سنت publish or perish گذشته است.
- حدود ۴۰۰ جایزه علمی در دنیا وجود دارد که هیچ یک از شاخص های ISI استفاده نمی‌کنند.
- در سنت پژوهشی انگلستان اصلاً به شاخص های ISI، ضریب تأثیر و مانند آن توجهی نمی‌شود. آنها مجدد به ارزیابی مقالات به شیوه خودشان مبادرت می‌کنند و به پرداخت پژوهانه و مانند آن اقدام می‌کنند.
- نظام رتبه‌بندی دانشگاه‌های ایران بر اساس نظامی است که خارج از ایران برنامه ریزی می‌شود و ما بین المللی کارکردن را با اعمال این شاخص ها اشتباه گرفته‌ایم؛ درحالی‌که خود آمریکا که واضع ISI است، به طور ناچیز از این نظام استفاده می‌کند.
- ایران از بیانیه سانفرانسیسکو که هشداری به همه بود درس نگرفت. در این بیانیه بیش از چند هزار دانشمند و پژوهشگر و حدود ۸۰۰ مجله علمی معتبر دنیا اعلام کردند که مبنا را در ارزیابی ها بر اساس مجلات قرار ندهید.
- از یکی از اساتیدی که ۴۰۰ مقاله بین المللی داشتند سوال کردم فقط یکی از مشکلاتی را که در کشور حل کرده اید نام ببرید؟ پاسخ سکوت بود.
- از مدیران کشور ۹۷% از مقالات ISI استفاده نمی کنند، ۹۳% نیز مجلات داخلی را نه می شناسند و نه از آنها استفاده می کنند؟! برای چه کسی می نویسیم؟
- وقتی شاخص ارزیابی اچ ایندکس شد، پژوهشگر با چه انگیزه‌ای روی پروژه ملی کار کند؟!
- دلیل عمده این اتفاق این است که وزارت علوم ارزیابی ها را به سیاست گره زده است و افراد تنها به فکر ارتقای خویش هستند نه کشور.



رتبه‌های برتر مهندسی مکانیک

۱۴۰۳-۱۴۰۴

کارشناسی ۱۳۹۹

رتبه	نام	معدل
۱	مولائي-ساعد	۱۸/۳۳
۲	مسعودفرد-حميدرضا	۱۷/۶۸
۳	محرم زاده-علي	۱۷/۴۷
۴	صداقت طلب-پوريا	۱۷/۴۶
۵	يزداني-شايان	۱۷/۱

کارشناسی ۱۴۰۰

رتبه	نام	معدل
۱	پنجه باشي اقدم-مهدي	۱۸/۹۳
۲	فاتحي-کوروش	۱۸/۶۳
۳	مهندس مکانیک	۱۸/۲
۴	نديمي کجاباد-رضا	۱۸/۱۱
۵	شاهکومحلي-محمدمهديار	۱۷/۷۵

کارشناسی ۱۴۰۱

رتبه	نام	معدل
۱	رحم زياد-علي	۱۸/۱
۲	ائينه سازجديد-صدرا	۱۷/۸۸
۳	خوش بختی سرای -آیسان	۱۷/۷۶
۴	پورمحمدي اماميه-علي	۱۷/۵۶
۵	موسوي-سيدعلي	۱۷/۲۸

کارشناسی ۱۴۰۲

رتبه	نام	معدل
۱	سيفي طرقي-كسري	۱۸/۵۲
۲	كامكار-محمد	۱۸/۱۹
۳	عباسخاني اناري-علي	۱۸/۱۳
۴	بناصالح-سينا	۱۸/۱۲
۵	خواجه فلك نهند-محمدعلي	۱۷/۹۶

کارشناسی ارشد ۱۳۹۹

رتبه	نام	معدل	گرایش
۱	صدري جهانشاهي-سيدعلي	۱۸/۳۷	مهندسي مكانيک - تبديل انرژی
۲	هاتف‌چيني‌بلاغي-معصومه	۱۸/۳۷	مهندسي مكانيک - تبديل انرژی
۳	خدائي-احسان	۱۷/۹۵	مهندسي سيستم‌هاي انرژي - سيستم‌هاي انرژي
۴	ارش راد-پانيذ	۱۷/۶۲	مهندسي مكانيک - تبديل انرژی
۵	عبداللهي-هادي	۱۷/۴۶	مهندسي مكانيک - طراحي كاربردی

*دانشجویان انتخابی از بین تمامی گرایش ها می‌باشند.

کارشناسی ارشد ۱۴۰۰

رتبه	نام	معدل	گرایش
۱	جليلي-اميرحسين	۱۸/۶۱	مهندسي مكانيک - طراحي كاربردی
۲	شمس نژاد-محمدعلي	۱۸/۳۸	مهندسي مكانيک - طراحي كاربردی
۳	اسدي-اميد	۱۸/۳۷	مهندسي مكانيک - طراحي كاربردی
۴	زارع اعجبي-الهام	۱۷/۹۲	مهندسي مكانيک - تبديل انرژی
۵	عزيزي قشلاقچائي-بهنام	۱۷/۵۴	مهندسي مكانيک - تبديل انرژی



کارشناسی ارشد ۱۴۰۱

رتبه	نام	معدل	گرایش
۱	حبيبي-اميد	۱۸/۰۹	مهندسي مكانيک - تبديل انرژی
۲	نيك فرجام-سعيد	۱۸/۰۸	مهندسي مكانيک - تبديل انرژی
۳	تقي پور-سينا	۱۸/۰۱	مهندسي مكانيک - طراحي كاربردی
۴	اسدي-محمد	۱۷/۹۶	مهندسي مكانيک - طراحي كاربردی
۵	عبداللهي-سيداميررضا	۱۷/۷۵	مهندسي مكانيک - تبديل انرژی
۶	بختياري اسكوئي-رضا	۱۷/۷۴	مهندسي مكانيک - طراحي كاربردی
۷	نجف پورثاني-حامد	۱۷/۴۴	مهندسي هوا فضا- سازه هاي هوايي
۸	ميرزائي قاضي جهاني-علي اصغر	۱۷/۱۳	مهندسي انرژي هاي تجديد پذير



گرایش	رتبه	نام	معدل
مهندسي سيستم‌هاي انرژي - سيستم‌هاي انرژي	۱	رضائي موسوي-حانيه سادات	۱۸/۲۵
مهندسي مكانيک - تبديل انرژی	۲	ميري اهنگري-ميرعلي اكبر	۱۷/۴۹
مهندسي مكانيک - تبديل انرژی	۳	اميدبخش-عرشيا	۱۷/۴۶
مهندسي مكانيک - تبديل انرژی	۴	سلماني ميلق-زهرا	۱۷/۳۹
مهندسي هوا فضا- سازه هاي هوايي	۵	رنجبر-مريم	۱۷/۲۳
مهندسي انرژي هاي تجديد پذير	۶	ناهيدي-سعيد	۱۶/۹۳
مهندسي مكانيک - طراحي كاربردی	۷	عبداللهي-محسن	۱۶/۹۱
مهندسي مكانيک - طراحي كاربردی	۸	شعباني يوسف اباد-ميلاد	۱۶/۷۷

سخن مدیرمسئول

«می‌سازمت وطن! با زخم‌هایم، با درد، با آتش، با ایمان، با دست‌های بی‌ادعا و ذهن‌هایی که هنوز رؤیا دارند...»

در روزگاری که هر نفس، سنگین‌تر از قبل است و هر خبر، زخمی تازه بر جانمان، ما ایستاده‌ایم. ما، دانشجویان مهندسی مکانیک؛ نه فقط با خط‌کش و فرمول، که با تعهد، مسئولیت و امید.

شمارهٔ بیست و پنجم نشریه گشتاور، در فضایی منتشر می‌شود که کشورمان درگیر زخم‌هایی‌ست عمیق و تلخ. در این میان، شهیدان سرافراز کشورمان ایران، یادآور شرافت و غیرتی هستند که در هر نسل، راه را برای ایستادگی روشن کرده‌اند. ما باور داریم که رسالت ما، تنها ساختن قطعات و طراحی سازه‌ها نیست؛ که ساختن آینده‌ای بهتر، روشن‌تر و مقاوم‌تر است.

در این شماره، گشتاور از قالب سنتی خود فراتر رفته و قدمی پیش‌تر به دنیای صوتی نیز گذاشته است. از گفتگو با اساتید و معرفی کتاب گرفته، تا نگاهی به فناوری‌های نوین و چالش‌های مهندسی، تلاش کرده‌ایم تا پلی بزنیم بین آموخته‌ها و آنچه در واقعیت صنعت و جامعه با آن روبه‌رو هستیم.

این صفحات، بازتاب اندیشهٔ جمعی ماست؛ و این نشریه، تلاشی‌ست برای ثبت لحظاتی از یک مسیر... مسیری به‌سوی تفکر، اقدام و تأثیر.

از همراهی همکاران پرتلاشم در تحریریه، نویسندگان، طراحان، و شما خوانندهٔ گرامی، بی‌نهایت سپاسگزارم. باشد که این تلاش، جرقه‌ای باشد در ذهنی خسته، نوری باشد در دلی امیدوار، و گامی باشد به‌سوی فردایی که همه‌مان لایقش هستیم.

با احترام،

احسان کوره‌پزساعی

مدیرمسئول نشریه گشتاور انجمن علمی دانشجویی مهندسی مکانیک - دانشگاه تبریز

ایران از پای نمی‌اُفتد،
می‌تپد و چون قُقنوس از خاکستر خود برمی‌خیزد؛
مانندِ دُلفین جَست می‌زند و پیدا می‌شود و نهان می‌شود،
و باز از نو پدیدار.

هر کجا که گمان کنید که نیست، درست همانجا هست،
در هر لباس، هر سیما، چه در زربفت و چه در کرباس،
چه گویا و چه خاموش



دکتر محمدعلی اسلامی ندوشن


Amirkabir
Technical and Vocational Training Center
آموزشگاه امیرکبیر
با مجوز رسمی از سازمان آموزش فنی حرفه ای کشور
CATIA, CATIA advanced, abaqus, solidworks, ansys,
powermill, MATLAB, python, Fluent, geomagic design X
با ارائه مدرک معتبر بین الملل
تبریز ، خیابان آزادی ، مابین ۴راه ابوریحان و
آخر شریعتی، جنب سجادیه جنوبی، پلاک ۲ ، طبقه ۲
34766779 - 34799296
www.amirkabirtvtc.ir
amirkabirtabriz



شهدای علمی جنگ ۱۲ روزه



GASHTAVAR

No. 25 | Spring & Summer 2025