

۷ کارنیل، بزرگترین شبکه موفقیت ایرانیان می باشد، که افرادی زیادی توانسته اند با آن به موفقیت برسند، فاطمه رتبه ۱۱ کنکور کارشناسی، محمد حسین رتبه ۶۸ کنکور کارشناسی، سپیده رتبه ۳ کنکور ارشد، مریم و همسرش راه اندازی تولیدی مانتو، امیر راه اندازی فروشگاه اینترنتی، کیوان پیوستن به تیم تراکتور سازی تبریز، میلاد پیوستن به تیم صبا، مهسا تحصیل در ایتالیا، و.... این موارد گوشه از افرادی بودند که با کارنیل به موفقیت رسیده اند، شما هم می توانید موفقیت خود را با کارنیل شروع کنید.

برای پیوستن به تیم کارنیلی های موفق روی لینک زیر کلیک کنید.

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

همچنین برای ورود به کانال تلگرام کارنیل روی لینک زیر کلیک کنید.

<https://telegram.me/karnil>

# خودران‌ها!

آیا سرانجام خودروهای خودران از راه خواهند رسید؟



مقدمه : (آیا سرانجام خودروهای خودران از راه خواهند رسید؟) | ۳

ریشه‌ها | ۸

آن‌ها یک مسابقه راه انداختند | ۱۶

یک شروع تلخ، یک پیروزی بزرگ | ۲۳

در مقر گوگل | ۳۳

یک طرح واقعی | ۳۸

۸۰۰ هزار کیلومتر، بدون تصادف | ۴۴

چه کسی خودران خواهد ساخت؟ | ۴۹

نگاه متفاوت | ۵۳

نگرانی‌ها و دغدغه‌ها | ۵۷

چالش‌های قانونی | ۶۱

خودران‌ها نزدیک‌اند | ۶۵

## آیا سرانجام خودروهای خودران از راه خواهند رسید؟



در دهه ۱۹۸۰ یک مهندس آلمانی با نام ارنست دیکمانس در دانشگاه باندسور در مونیخ یک ون مرسدس را به دوربین‌های ویدیویی و تعدادی پردازنده مجهز کرد تا بتواند به‌طور خودکار آن را در مسیر جاده نگه دارد.

این مطلب یکی از مقالات پرونده ویژه «**خودروهای خودران**» است. برای دریافت کل پرونده ویژه [اینجا](#) کلیک کنید.

انسان‌ها راننده‌های وحشتناکی هستند. آن‌ها با تلفن صحبت می‌کنند، از چراغ قرمز رد می‌شوند، راهنمای چپ می‌زنند، به راست می‌پیچند، بی‌توجه به درخت می‌کوبند یا در حال تشر زدن به بچه خود در ترافیک تغییر مسیر می‌دهند. آن‌ها نقطه کور دارند؛ یا پادرد، تشنج و حمله قلبی. این طرف و آن طرف را دید می‌زنند، حرکات نمایشی انجام می‌دهند، دلشان به حال لاکپشت‌ها می‌سوزد [برای آن‌که آن‌ها را زیر نگیرند، تغییر مسیر می‌دهند] و موجب تصادف‌های جزئی، جاده‌ای یا شاخ‌به‌شاخ می‌شوند. پشت فرمان خوابشان می‌برد، با نقشه درگیر می‌شوند، با دستگیره‌ها ور می‌روند، بحث‌های خانوادگی می‌کنند، دیر می‌پیچند، زیادی تند می‌پیچند، روی پاهایشان قهوه می‌ریزند و چپ می‌کنند. از هر ده میلیون مورد تصادفی که هر سال در آمریکا رخ می‌دهد، ۹،۵ میلیون نتیجه خطای خود امریکایی‌ها است. یک نمونه مشخص: یک راننده در مسیر سمت راست من است. روی صندلی خود نیم‌خیز شده در حال عکس گرفتن از لکسوسی است که من با یک مهندس با نام آنتونی لواندوفسکی در آن هستم. هر دو ماشین در بزرگراه ۸۸۰ در اوکلند با سرعت بیش از ۱۱۰ کیلومتر در ساعت در حال حرکت به سمت جنوب هستند و با این حال، مرد کار خود را می‌کند. او گوشی خود را با دو دست به سمت پنجره گرفته تا این‌که خودرو به‌خوبی و با دقت در کادر قرار بگیرد. سپس او عکس را می‌گیرد، آن را بررسی می‌کند

و یک پیامک با شست‌هایش تایپ می‌کند. وقتی بالاخره دوباره دست‌هایش را روی فرمان می‌گذارد و به جاده نگاه می‌کند نیم دقیقه گذشته است.

لواندوفسکی دست‌هایش را تکان می‌دهد. او به این کارها عادت دارد. لکسوسش هم چیزی است که می‌توان آن را یک مدل سفارشی نامید. خودروی او مجهز به لیزرهای چرخان است و روی آن دوربین، رادار، آنتن و جی‌پی‌اس نصب شده است. کمی شبیه به ماشین بستنی‌فروش است که برای کار درون‌شهری مسلح شده است. لواندوفسکی عادت داشت به مردم بگوید که ماشین برای تعقیب گردباد یا دنبال کردن پشه طراحی شده است یا این که او متعلق به گروه ممتاز شکارچیان روح است. اما این روزها خودرو نام مشخصی روی خود دارد: «خودروی خودران». لواندوفسکی برای یک سال و نیم گذشته هر هفته لکسوس‌اش را به همان سفر تا حدی سوررئال برده است. او هر روز حدود ساعت هشت خانه‌اش را در برکلی ترک می‌کند، برای همسر و پسرشان دست تکان می‌دهد و به سمت دفتر در ماونتین ویو، هفتاد کیلومتر آن طرف‌تر حرکت می‌کند. در این سفر او از خیابان‌ها و بزرگراه‌ها گذر می‌کند، از میان آپارتمان‌های کهنه و تپه‌های کاج‌های سبز، از زیر آسمان نیلگون خلیج سانفرانسیسکو، مستقیم به سمت قلب دره سیلیکون. این سفر در مسیر شلوغ و پر رفت و آمد، می‌تواند دو ساعت طول بکشد، اما لواندوفسکی اهمیت نمی‌دهد. او به این موقعیت

به چشم یک پژوهش‌نگاه می‌کند. در حالی که راننده‌ها به او زل می‌زنند، او هم آن‌ها را نظاره می‌کند: حرکت آن‌ها را در گزارش حسگرهای ماشینش ثبت می‌کند، رفت‌وآمد خودورها را تجزیه و تحلیل می‌کند و هر مشکل احتمالی را برای بررسی در آینده ثبت و ضبط می‌کند. تنها بخش ملالت‌آور وقتی است که یک تعمیر یا تصادف در جاده پیش‌رو است و لکسوس اصرار می‌کند او فرمان را دست گیرد. یک صدای زنگ، دلپذیر اما مُصر، سپس یک اخطار که روی داشبورد ظاهر می‌شود: «در فاصله یک کیلومتری برای در دست گرفتن کنترل دستی آماده باشید.»

لواندوفسکی یک مهندس در Google X است؛ آزمایشگاه نیمه‌سری شرکت برای فناوری‌های تجربی. او مارس گذشته ۳۴ ساله شد، اما هنوز ظاهر دراز و باریک و ذات نیک بچه‌درس‌خوان‌های انجمن علمی مدرسه را دارد. او عینک فریم‌مشکی به چشم می‌زند، کتانی‌های روشن بزرگ می‌پوشد و گام‌هایی بلند و شلخته دارد، او بیش از یک متر و هشتاد سانتی‌متر قد دارد و درباره موضوع‌های فانتزی و خارق‌العاده به هیجان می‌آید. دلفین‌های سایبرنتیک! مزرعه‌های خودبرداشت! لواندوفسکی نیز مانند بسیاری از هم‌قطاران‌ش در ماونتین ویو به یک اندازه ایده‌آل‌گرا و سرمایه‌دار حریص است. او می‌خواهد دنیا را درمان کند و از انجام این کار حسابی پولدار شود. او درباره این انگیزه‌ها صادق است. مادرش یک دیپلمات فرانسوی و پدرش یک بازرگان امریکایی است. اگرچه لواندوفسکی

بیش‌تر کودکی خود را در بروکسل گذرانده اما انگلیسی را بدون لهجه صحبت می‌کند، به‌جز فقدان مشخص نوسان در آهنگ صدا. صحبت هوشمندانه و الکتریکی یک پروفیسور در هنگام رانندگی. او به من می‌گوید: «نامزد من یک روح رقصان است و من یک روبات هستم.»

آن‌چه لوآندوفسکی را از «نِرد»هایی که می‌شناسم جدا می‌کند این است: ایده‌های جنون‌آمیزش به حقیقت یافتن نزدیک می‌شوند. او می‌گوید: «من فقط گندکاری‌های جذاب انجام می‌دهم.» او در گذشته به‌عنوان یک سال اولی دانشگاه برکلی، یک سرویس اینترنت از زیرزمینش راه انداخت که سالی پنجاه هزار دلار برای او درآمد داشت. در سال دوم دانشگاه نیز برنده یک رقابت روباتیک شد. روبات او دستگاهی بود ساخته شده از لگو که می‌توانست پول را در مونوپولی [یک بازی تخته‌ای] مرتب کند؛ یک پروژه مشابه آن‌چه این اواخر برای گوگل انجام می‌دهد. او یکی از معماران اصلی پایگاه داده Street View و Google Maps نیز بوده است، اما آن‌ها فقط محض دست‌گرمی بودند. همان‌طور که لکسوس ما را از روی پل دامبارتن می‌گذراند او به من اطمینان می‌دهد که: «دوران برادران رایت گذشته است.» او ادامه می‌دهد: «این بیش‌تر شبیه هواپیمای چارلز لیندبرگ است. ما سعی می‌کنیم آن را به اندازه یک ۷۴۷ تنومند و قابل اطمینان بسازیم.» اما این چشم‌انداز برای همه جذاب نیست. این جملات را دو



سال پیش در یک تبلیغ دوج چارجر شنیدیم: «رانندگی دست‌آزاد، خودروهایی که خود را پارک می‌کنند، یک خودروی بدون راننده که توسط یک شرکت موتور جست‌وجو رانده می‌شود؟ ما این فیلم را دیده‌ایم. پایان آن روبات‌هایی هستند که جسم‌های ما را برای انرژی مصرف می‌کنند.» لوآندوفسکی این احساس را درک می‌کند. اما بیش از بسیاری از ما به روبات‌ها ایمان دارد. او می‌گوید: «مردم فکر می‌کنند ما می‌خواهیم دستان سرد و مرده آن‌ها را از فرمان بکنیم.» اما او عقیده دارد که کاملاً در اشتباه هستند. به گمان او یک روز که دور نیست یک خودروی خودران زندگی شما را نجات خواهد داد.

## ریشه‌ها

خودروی گوگل عنصری از داستان‌های علمی‌تخیلی کهنه است: مدل امسال از دستاورد قرن گذشته. این خودرو به عصر جت‌های تک‌نفره و فضاپیماهای براق و فلزی، اشعه‌های انتقال‌دهنده و شهرهای زیر دریا تعلق دارد و از آن آینده پیش‌گویی شده‌ای است که بسیار فراتر از فناوری ما است. در سال ۱۹۳۹ در نمایشگاهی بین‌المللی در نیویورک مردم در صف‌های سه کیلومتری ایستادند تا از نمایشگاه فیوچر‌مای جنرال موتورز بازدید کنند. در این نمایشگاه یک نوار نقاله افراد را از فراز یک منظره مینیاتوری درون یک گنبد شیشه‌ای عبور می‌داد (شکل ۱). در میان شهر و آسمان‌خراش‌هایش،

ابربزرگراه‌هایی بودند مملو از ماشین‌هایی که با امواج رادیویی کنترل می‌شدند. گوینده می‌پرسید: «عجیب به نظر می‌رسد؟ یا باورنکردنی؟ به یاد داشته باشید، این دنیای ۱۹۶۰ است.»



شکل ۱: سال ۱۹۳۹؛ یک بازدید خاص از یک نمایشگاه خاص: نمایشگاه فیوچرهای جنرال موتورز. در این نمایشگاه یک نوار نقاله افراد را از فراز یک منظره مینیاتوری درون یک گنبد شیشه‌ای عبور می‌داد. در میان شهر و آسمان‌خراش‌هایش، ابربزرگراه‌هایی بودند

مملو از ماشین‌هایی که با امواج رادیویی کنترل می‌شدند. این پیش‌بینی‌ها البته کاملاً محقق نشدند؛ آسمان‌خراش‌ها و بزرگراه‌ها در وقت پیش‌بینی‌شده محقق شدند، اما خودروهای بدون راننده هنوز هم در حد نمونه‌های اولیه هستند. چنان‌که معلوم شد، بهبود و ارتقای انسان‌ها چندان راحت نیست. برای هر تصادفی که ایجاد می‌شوند، از هزاران مورد دیگر جلوگیری می‌کنند. آن‌ها می‌توانند از میان ترافیک سنگین راه پیدا کنند و خطر را پیش‌بینی کنند و میزان فاصله، جهت، فضای خالی و شتاب را بسنجند. طبق گفته رانِ مدفورد، یک مدیر دولتی سابق در NHTSA (سرنام National Highway Traffic Safety Administration)، امریکایی‌ها سالیانه نزدیک به پنج تریلیون کیلومتر رانندگی می‌کنند. او اکنون برای گوگل کار می‌کند. به عقیده او عجیب نیست که ما در طول سال ۳۲ هزار مرگ و میر در جاده‌ها داریم و عجیب این است که این رقم خیلی هم پایین است.

لواندوفسکی مجموعه‌ای از تصویرسازی‌ها و مستندهای خبری قدیمی را روی لپ‌تاپ خود نگه می‌دارد، فقط برای این که همه طرح‌های شکست‌خورده و فناوری‌های ناکام گذشته را به او یادآوری کنند. وقتی که یک شب او آن‌ها را در خانه خود به من نشان داد، نیش‌خند کجی روی صورتش بود، همچون پدری که ضربه زدن پسر خود را در لیگ بیسبال خردسالان تماشا می‌کند. از سال ۱۹۵۷: یک سواری در حالی از میان بزرگراه حرکت می‌کند که

توسط مدارهای داخل جاده راهنمایی می‌شود، در حالی که یک خانواده درون خودروی سواری دومینو بازی می‌کنند. «نه راه‌بندان سنگینی... نه تصادفی... نه خستگی راننده‌ای.» از سال ۱۹۷۷: مهندسان گرد یک فورددون راننده روی مسیر آزمایشی جمع شده‌اند. «خودرویی مانند این تا سال ۲۰۰۰ روی جاده‌های کشور خواهد بود!» لوآندوفسکی سر خود را تکان می‌دهد و می‌گوید: «این ایده از ما نبود. ما فقط شانس آوردیم که کامپیوترها و حسگرها برای ما آماده بودند.»

تقریباً از آغاز، این عرصه به دو اردوگاه رقیب تقسیم شده بود: جاده‌های هوشمند و خودروهای هوشمند. جنرال موتورز در اواخر دهه ۱۹۵۰ پیشگام رویکرد نخست شد. خودروی نمونه Firebird III این شرکت همچون یک جت جنگنده بود، با انتهای تیتانیومی و یک اتاق راننده از جنس شیشه‌ای (شکل ۲).



شکل ۲: Firebird III محصول جنرال موتورز که در اواخر دهه ۱۹۵۰ معرفی شد و یکی از نخستین خودروهای هوشمند مفهومی به شمار می‌رود. این خودرو برای این طراحی شده بود که یک رانندگی آزمایشی را روی مسیری انجام دهد که با کابل الکتریکی یکپارچه شده بود، همچون ریلی روی یک جاده سریع‌السير اسباب‌بازی. با گذشتن خودرو از کابل یک گیرنده در بخش جلویی یک سیگنال رادیویی دریافت و آن را در پیچ موجود دنبال می‌کرد. مهندسان دانشگاه برکلی بعدها یک گام هم جلوتر رفتند: آن‌ها مسیر را به آهن‌ربا مجهز کردند تا قطبیت خود را در الگوهای باینری تعریف کنند تا از این طریق برای خودرو پیغام بفرستند. پیغامی همچون: «سرعت را کم کن، یک پیچ در راه است.» سیستم‌هایی مانند این ساده و قابل اطمینان بودند، اما یک مشکل «مرغ و تخم مرغی» داشتند. برای آن‌که مفید باشند باید در حجم انبوه تولید شوند؛ و برای آن‌که در حجم انبوه تولید شوند باید مفید باشند. لوآندوفسکی می‌گوید: «ما برای درست کردن دست‌اندازها سرمایه نداریم، چرا باید روی کارگذاری کابل در جاده سرمایه‌گذاری کنیم؟»

خودروهای هوشمند انعطاف‌پذیرتر، اما پیچیده‌تر بودند. آن‌ها برای راهنمایی به حسگر، برای راهبری به کامپیوتر و برای راهیابی به نقشه‌های دیجیتال نیاز داشتند. در دهه ۱۹۸۰ یک مهندس آلمانی با نام ارنست دیکمانس (شکل ۳) در دانشگاه باندس‌ور در مونیخ یک ون مرسدس را به دوربین‌های ویدیویی و تعدادی پردازنده

مجهز کرد تا بتواند به‌طور خودکار آن را در مسیر جاده نگه دارد. خیلی زود، خودرو توانست خود را درون یک مسیر مشخص براند.



شکل ۳: ارنست دیکمانس، یکی از نخستین متخصصانی بود که در دهه ۱۹۸۰ میلادی توانست یک خودروی خودران کاربردی را ابداع کند.

در سال ۱۹۹۵ خودروی دیکمانس توانست در شبکه اتوبان‌های آلمان از مونیخ تا اودنس دانمارک رانندگی کند و صدها کیلومتر را بدون دستیار براند. شکی نبود که به دوران بدون راننده دست یافته

بودیم! اما هنوز نه. خودروهای هوشمند فقط به اندازه‌ای هوشمند بودند تا راننده‌ها را به دردرسر بیاندازند. بزرگراه‌ها و مسیرهای آزمایشی که آن‌ها طی می‌کردند محیط‌های به‌شدت کنترل‌شده بودند. به محض اضافه شدن متغیرهای جدید، مثل عابر پیاده یا پلیس راه، برنامه آن‌ها به هم می‌خورد. ۹۸ درصد رانندگی فقط پی‌گیری خطوط راهنما است. آن دو درصد باقی‌مانده است که اهمیت دارد.

سباستین تران، فعال روباتیک (شکل ۴) می‌گوید: «تا قبل از سال ۲۰۰۰ اصلاً نمی‌شد چیز جالبی ساخت. حسگرها به اینجا نرسیده بودند، کامپیوترها به اینجا نرسیده بودند، نقشه‌نگاری به اینجا نرسیده بود. رادار دستگاهی بود دور از دسترس که دویست میلیون دلار هزینه‌اش بود. چیزی نبود که بتوانید در فروشگاه Radio Shack بخرید.» تران ۴۶ ساله مؤسس پروژه Google Car است. یک بچه نابغه از سولینگن در غرب آلمان که نخستین شبیه‌ساز رانندگی خود را در سن دوازده سالگی نوشته است. لاغر و برنزه با چشمان آبی شفاف و گام‌هایی نرم و ظاهراً بدون استخوان؛ انگار که او همین الان از یک سالن موسیقی در ایبیزا قدم به زمین گذاشته است. با این حال، او هم مانند لوئیدوفسکی موهبت دیدن چیزها از میان چشم‌های ماشین را دارد؛ برای آگاهی درونی از برهانی که می‌تواند موجب درک دنیا شود.



#### شکل ۴: سباستین تران پایه گذار پروژه Google Car

وقتی تران در سال ۱۹۹۵ وارد ایالات متحده شد در مرکزی مشغول به کار شد که در زمینه خودروهای بدون راننده پیشگام بود، یعنی دانشگاه کارنگی ملون. او به ساخت روبات‌هایی پرداخت که معادن را در ویرجینیا کاوش می کردند، مراجعه کنندگان اسمیتونین را راهنمایی می کرد و با بیماران یک سرای سالمندان گفت و گو می کرد. چیزی که او ساخت یک خودروی بدون راننده بود. این فعالیت‌ها با زمانی مقارن شد که سرمایه‌های جذب شده برای تحقیق در این حوزه خشکید. با این که کنگره هدفی تعیین کرده بود بر اساس آن که تا سال ۲۰۱۵ یک سوم خودروهای جنگی زمینی باید خودران شوند، چیز کمی از این تلاش به پروژه رسید.



تران به یاد می‌آورد که هر از چند گاهی پیمان کاران نظامی آخرین نمونه آزمایشی خود را رونمایی می‌کردند. او می‌گوید: «نمایش‌هایی که من دیدم بیش‌تر اوقات در کیلومتر اول به تصادف و خرابی می‌انجامیدند. بودجه‌های نظامی به کسانی می‌رسید که مسئله را حل نمی‌کردند. اما تأمین‌کنندگان نمی‌توانستند دریابند که مشکل از فناوری است یا از افراد. بنابراین، آن‌ها این کار دیوانه‌وار را انجام دادند که واقعاً تخیلی بود.»

این مطلب یکی از مقالات پرونده ویژه «**خودروهای خودران**» است. برای دریافت کل پرونده ویژه [اینجا](#) کلیک کنید.

## آن‌ها یک مسابقه راه انداختند

نخستین مسابقه Grand Challenge در صحرای موه‌ای در سیزدهم مارس ۲۰۰۴ برگزار شد. جایزه یک میلیون دلاری برای کاری تعیین شده بود که ساده به نظر می‌رسید: خودرویی بسازید که بتواند ۲۲۸ کیلومتر بدون دخالت انسان رانده شود. خودروی ارنست دیکمانس فواصل مشابهی را در Autobahn طی کرده بود، اما همیشه همراه با یک راننده که در موقعیت‌های خطرناک احتمالی فرمان را در دست بگیرد. خودروها در Grand Challenge باید خالی می‌بودند و جاده هم جاده سختی بود: از بارستو در کالیفرنیا تا پریم

در نوادا. این جاده به جای پیچ‌های نرم و راه‌های مستقیم طولانی پر از دست‌انداز و پیچ‌های تند بود و به‌جای علامت‌های جاده و خطوط جداکننده مسیرها باید از نقاط راهی جی‌پی‌اس استفاده می‌شد. تران می‌گوید: «امروز می‌توانیم آن کار را در چند ساعت انجام دهیم. اما آن زمان مثل این به نظر می‌رسید که بخواهی با کتانی به ماه بروی.»

لواندوفسکی برای نخستین‌بار از مادرش درباره مسابقه شنید. او اعلامیه مسابقه را وقتی که به‌صورت آنلاین در سال ۲۰۰۲ اعلام شد، مشاهده کرد و به یاد پدرش افتاد که وقتی پسر بچه‌ای بود عادت داشت با ماشین‌های کنترلی بازی کند و آن‌ها را به چیزهای مختلف در اتاق خوابش بکوبد. آیا این خیلی متفاوت بود؟ لواندوفسکی اکنون دانشجوی برکلی در مهندسی صنعتی بود. وقتی او مشغول درس خواندن یا پارو زدن در قایق یا بردن رقابت‌های لگو نبود؛ به دنبال ساختن چیزهای جدید جالب و اگر هم شد کسب سود از آن‌ها بود. دوست او رندی میلر می‌گوید: «اگر از کاری که می‌کند پول در آورد، این مهر تأیید او است بر این که ارزش خلق می‌کند. یادم می‌آید وقتی در کالج بودیم یک روز در خانه او بودیم و او گفت که می‌خواهد اتاق خواب خود را اجاره دهد. او دیواری در اتاق نشیمنش درست می‌کرد و روی مبلمان راحتی کنار سروری که ساخته بود، می‌خوابید. گفتم: "آنتونی چه غلطی می‌کنی؟ تو پول زیادی داری. چرا خانه‌برای خودت خانه‌ای نمی‌خری؟" و او گفت:

”نه. تا وقتی که به اتاق ویژه‌ای در یک ۷۴۷ نروم، می‌خواهم همین طوری زندگی کنم.“

**سباستین تران: «تا قبل از سال ۲۰۰۰ اصلاً نمی‌شد چیز جالبی ساخت. حسگرها به اینجا نرسیده بودند، کامپیوترها به اینجا نرسیده بودند، نقشه‌نگاری به اینجا نرسیده بود. رادار دستگاهی بود دور از دسترس که دویست میلیون دلار هزینه‌اش بود. چیزی نبود که بتوانید در فروشگاه Radio Shack بخرید.»**

قوانین مسابقه درباره موضوع وسیله نقلیه مبهم بود: هر چیزی که بتواند خود را براند به حساب می‌آمد. بنابراین، لواندوفسکی یک تصمیم جسورانه گرفت. او می‌خواست نخستین موتورسیکلت خودران دنیا را بسازد (میلر به یاد می‌آورد که این ایده در یک جکوزی در تاهو به ذهن آن‌ها رسید و خیلی هم درست به نظرشان آمد). لواندوفسکی عقیده دارد که مهندسی خوب فقط بازی با سیستم است؛ دور زدن موانع به جای پریدن از روی آن‌ها است. نمونه مورد علاقه او یک مسابقه رباتیک در MIT در ۱۹۹۱ است. دانشجوها با مأموریت ساخت ماشینی که بتواند بیشترین توپ‌های پینگ‌پونگ را درون یک لوله بیاندازد، اختراع‌های نوآورانه مختلفی انجام دادند. کار برنده اما به طرز عصبانی‌کننده‌ای ساده بود: یک بازوی مکانیکی که بالای لوله می‌رفت توپی را درون آن می‌انداخت و آن

را می‌بست تا هیچ کس دیگری نتواند درون آن چیزی بیاندازد. این ماشین با یک حرکت مسابقه را برد. لواندوفسکی فکر می‌کرد که ایده موتورسیکلت هم می‌تواند مانند نمونه مذکور باشد: سریع‌تر از یک خودرو با قدرت مانور بیش‌تر. این وسیله نقلیه می‌توانست با سرعت از میان موانع عبور کند و همچنین می‌توانست وسیله خوبی برای تلافی کار مادرش باشد که هیچ‌وقت اجازه نمی‌داد در دوران نوجوانی سوار موتور شود. او با خود فکر کرد: «خب. پس یکی می‌سازم که خودش خود را براند.» ضعف این ایده مشخص بود: یک موتورسیکلت نمی‌توانست خودبه‌خود صاف بایستد و برای حفظ تعادل به یک راننده نیاز دارد. یا یک سیستم کامپیوتری پیچیده از محورها و موتورها که موقعیت وسیله را در هر صدم ثانیه تنظیم کند. لواندوفسکی می‌گوید: «قبل از آن که بتوانید سه متر آن را برانید به یک سال مهندسی نیاز دارید.» شرکت‌کنندگان دیگر چنین مشکلی نداشتند. آن‌ها همچنین پشتوانه محکم دانشگاهی و شرکتی داشتند: گروه کارنگی ملون با جنرال موتورز کار می‌کرد، کل‌تک با نورتروپ گرامن و اوهایو استیت هم با اوش کاش. وقتی او با این ایده به دانشگاه برکلی رفت، عکس‌العمل دانشگاهیان در بهترین حالت یک ناباوری سردرگم بود. مشاور او، کن گلدبرگ صادقانه به او گفت شانس برای برنده شدن ندارد. او می‌گوید: «آنتونی خلاق‌ترین دانشجویی است که طی بیست سال گذشته با او برخورد داشته‌ام. اما این واقعاً حرکت بزرگی بود.»

## رقابت‌های Grand Challenge یکی از فاجعه‌بارترین اتفاق‌های تاریخ خودروها بود. تسلا، شرکت‌کنندگان در به اشتراک گذاشتن بدبختی‌هایشان بود. هیچ کدام از پانزده فینالیست از پانزده کیلومتر اول گذر نکردند.

لواندوفسکی نگران چیزی نبود. در طول دو سال بعدی، او بیش از دو بیست تماس با حامیان مالی احتمالی داشت و جواب منفی شنید. او سرانجام از Raytheon، AMD و دیگران سی هزار دلار جور کرد (هیچ شرکت تولیدکننده موتورسیکلتی تمایل به گذاشتن نام خود روی پروژه نداشت). سپس او صد هزار دلار نیز خودش روی سرمایه جمع شده گذاشت. پس از آن، سراغ فارغ‌التحصیلان دانشگاه رفت. چارلز اسمارت که حالا استاد ریاضیات در MIT است، می‌گوید: «او به جای دستمزد به ما بوریتو [نوعی غذای مکزیکی] می‌داد. همیشه هم یک جور بوریتو. اما یادم می‌آید که فکر می‌کردم، امیدوارم از من خوشش بیاید و اجازه دهد روی این پروژه کار کنم.» لواندوفسکی چنین تأثیری روی افراد داشت. اشتیاق دیوانه‌وار او برای پروژه فقط با داشته‌های فنی او در مقابل چالش‌ها برابری می‌کرد و البته تمایل او برای پیمودن هر مسیری برای روبه‌رویی با این چالش‌ها. در یک نقطه او به نامزد و همسر آینده اسمارت پیشنهاد داد که در مقابل دریافت پنج هزار دلار تا پایان پروژه از اسمارت جدا شود. اسمارت می‌گوید: «او به وضوح جدی بود. نامزد هم از

پروژه موتورسیکلت متنفر بود.»

روزی رسید که گلدبرگ دریافت نیمی از دانشجویهای دکترایش برای لوآندوفسکی کار می‌کنند. آن‌ها با یک موتور صحرایی یاماها که برای نوجوانان ساخته شده است شروع کردند و آن را از هم باز کردند. آن‌ها دوربین، ژيروسکوپ، ماجول‌های جی‌پی‌اس، کامپیوتر، میله‌های محکم‌کننده و یک موتور الکتریکی برای چرخاندن فرمان به موتور اضافه کردند. آن‌ها ده‌ها هزار خط کد نوشتند. ویدیوهای آزمایش‌های اولیه آن‌ها مانند قسمتی از برنامه بنی هیل به نظر می‌رسد: موتورها به هوا پرتاب می‌شوند، مهندسان بالا و پایین می‌پرند، موتورها به زمین می‌افتند؛ آن‌ها هم بیش از ششصد بار متوالی. اسمارت می‌گوید: «ما موتور را ساختیم و دوباره ساختیم، به نوعی مثل راه رفتن در تاریکی. این همان چیزی است که یکی از همکارانم یک بار گفت: ”تو نمی‌فهمی چارلی، بحث رباتیک است. هیچ چیز کار نمی‌کند.“»

سرانجام پس از صرف یک سال روی پروژه، یک مهندس روس با نام الکس کرازنوف کد را شکست. آن‌ها فکر می‌کردند تعادل یک مشکل پیچیده و غیرخطی است، اما مشخص شد که کاملاً ساده است. وقتی که موتور به یک سمت کشیده می‌شد کرازنوف فرمان را کمی به همان جهت راهنمایی می‌کرد. این کار شتاب‌گیر از مرکز ایجاد و موتور را دوباره متعادل می‌کرد. با انجام دوباره و دوباره این کار و ردگیری منحنی‌های S شکل موتورسیکلت

توانست یک خط صاف را پیش بگیرد. در کلیپ ویدویی آن روز موتورسیکلت در ابتدا کمی تلو می خورد، مانند بچه زرافه ای که تازه گام برمی دارد، اما سپس ناگهان با ثبات در محیط دور می زند؛ انگار که با یک دست نامرئی راهبری می شود. آن ها آن را گوست رایدر خواندند (شکل ۵).



شکل ۵: گوست رایدر؛ موتور سیکلتی که گویی با یک دست نامرئی راهبری می شد. این دستگاه نخستین وسیله نقلیه خودران دو چرخ بود که در رقابت های Grand Challenge 2004 شرکت کرد.

## یک شروع تلخ، یک پیروزی بزرگ

نخستین دوره رقابت‌های Grand Challenge یکی از فاجعه‌بارترین اتفاقات‌های تاریخ خودروها بود. تسلا شرکت کنندگان در به اشتراک گذاشتن بدبختی‌هایشان بود. هیچ کدام از پانزده فینالیست از پانزده کیلومتر اول گذر نکردند؛ هفت شرکت کننده در یک کیلومتر اول در هم شکستند. خودروی شش چرخ سیزده هزار کیلویی TerraMax از اوهایو همان ابتدا در بوته‌ها فرو رفت و Chevy Tahoe از کل تک با حفاظ تصادف کرد. حتی برنده، کارنگی ملون، در بهترین حالت یک برد زیان‌بار داشت. خودروی روباتیک Humvee آن‌ها، Sandstorm، پیش از انحراف از مسیر مسابقه فقط دوازده کیلومتر طی کرد. بعدتر یک هلی‌کوپتر آن را در فضای خاکی دور از جاده یافت که در دود دست و پا می‌زند؛ چرخ‌های عقب آن چنان سریع چرخیده بودند که به آتش کشیده شده بودند.

اما درباره گوست رایدر؛ این موتورسیکلت موفق شد که در مرحله تعیین صلاحیت بیش از نوزده خودرو را کنار بزند. مرحله تعیین صلاحیت یک مسیر با مانع ۲٫۵ کیلومتری در California Speedway در فونتانا بود. اما این بالاترین رکورد آن شد. در روز مسابقه لواندوفسکی که پشت خط آغاز ایستاده بود نیمه‌هوشیار از آدرنالین و خستگی، فراموش کرد که برنامه تعادل را فعال کند. وقتی تفنگ آغاز به صدا در آمد، موتور به جلو جهید، یک متر پیش رفت و به زمین افتاد. لواندوفسکی می‌گوید: «یک روز سیاه بود.» مدتی طول کشید تا



بتواند با آن کنار بیاید؛ حداقل با معیارهای بیش فعال او. او ادامه می‌دهد: «به گمانم چهار روز کار نکردم. و بعد هم گفتم، هی من هنوز کارم تمام نشده! باید این را درستش کنم!» سه ماه بعد یک مسابقه دوم Grand Challenge برای اکتبر پیش رو اعلام شد که جایزه آن به دو میلیون دلار افزایش یافته بود. گروه‌ها برای برنده شدن باید به فهرست ترسناکی از خطاها و کاستی‌ها می‌پرداختند. از رانندگی‌های بی‌انعطاف تا تجهیزات معیوب ماهواره‌ای. اما مشکل اساسی همیشه همان بود: چنان‌که جاشوآ دیویس بعدها در وایرد نوشت، روبات‌ها هنوز به اندازه کافی هوشمند نبودند. آن‌ها در نور ناکافی نمی‌توانستند فرق یک بوته را از تخته‌سنگ یا یک سایه را از جسم سخت تشخیص دهند. آن‌ها دنیا را به یک ماز عظیم تقلیل دادند و سپس در میان بوته‌های بین حفره‌ها گرفتار شدند. آن‌ها باید ضریب هوشی خود را افزایش می‌دادند.

در اوایل دهه ۱۹۹۰، یک متخصص روباتیک با نام دین پامرلو در کارنگی ملون به یک راه فوق‌العاده کارآمد برای انجام این کار رسید: او اجازه داد خودرویش خود را آموزش دهد. پامرلو کامپیوتر را درون خود به شبکه‌های عصبی مصنوعی مجهز کرد که بر مبنای نمونه مشابه خود در مغز طراحی شده بودند. همزمان با رانندگی او در اطراف پیتسبورگ، سیستم رد تصمیم‌های رانندگی او را می‌گرفت و به گردآوری آمار و فرمول‌بندی قوانین رانندگی مخصوص به خود می‌پرداخت.

پامرلو می‌گوید: «وقتی شروع کردیم، خودرو با سرعت سه تا شش کیلومتر در ساعت در مسیر داخل پارک حرکت می‌کرد؛ یک سه‌چرخه هم از آن سریع‌تر حرکت می‌کرد. در پایان خودرو با سرعت نود کیلومتر در ساعت در بزرگراه حرکت می‌کرد.» در سال ۱۹۹۶ خودرو با کمترین دخالت خود را از واشنگتن به سن‌دیه‌گو راند یعنی چهار برابر خودروهایی ارنست دیکمان در یک سال قبل. پامرلو آن را «از میان امریکا، بدون دخالت دست» نامید.



شکل ۶: دین پامرلو، یکی از نخستین متخصصان رباتیک که در اوایل دهه ۱۹۹۰ برای آموزش خودروهای خودران از شبکه‌های عصبی مصنوعی بهره گرفت.

یادگیری ماشین ایده‌ای است به قدمت علوم کامپیوتر؛ آلن تورینگ، یکی از پدران این حوزه از آن به‌عنوان جوهره هوش مصنوعی یاد می‌کند. در زمینه یادگیری یک رفتار پیچیده این سریع‌ترین راه برای کامپیوتر است، اما اشکال‌های خود را دارد. یک خودروی خودآموز می‌تواند به نتایج عجیبی برسد؛ ممکن است سایه یک درخت را با کناره جاده یا چراغ جلوی ماشین را با خطوط جداکننده مسیرها اشتباه بگیرد. ممکن است یک کیسه پلاستیکی معلق در هوا را شیء سخت در نظر بگیرد و سعی کند به آن نخورد. این خودرو مانند خردسالی است در یک کالسکه که براساس صورت‌ها و ویتترین‌هایی که جلوی چشمان او حرکت می‌کنند از دنیا استنباط می‌کند. سخت است که بفهمیم چه می‌داند. پاملرو می‌گوید: «شبکه‌های عصبی مانند جعبه سیاه می‌مانند. این مردم را عصبی می‌کند، به‌خصوص وقتی که یک خودروی دو تئنی را کنترل می‌کنند.»

کامپیوترها نیز مانند کودکان اغلب با تکرار یاد می‌گیرند. آن‌ها هزاران قانون دارند و بیت‌هایی از داده برای به‌خاطر سپردن آن‌ها - اگر X اتفاق افتاد، Y را انجام بده؛ از سنگ‌های بزرگ دوری کن - و سپس امتحان آن‌ها با آزمون و خطا. این روندی کند و رنج‌آور است، اما پیش‌بینی و پالایش آسان‌تر از یادگیری ماشین است. همانند هر سیستم آموزشی دیگری، ترفند اصلی، ترکیب دو مورد به اندازه مناسب است. یادگیری طوطی‌وار بیش از حد، می‌تواند

یک ماشین کند را در پی داشته باشد. یادگیری تجربی بیش از حد نیز می‌تواند موجب نقطه‌های کور شود. ناهموارترین جاده‌ها در Grand Challenge اغلب آسان‌ترین‌ها برای راهبری بودند، زیرا مسیری خالی و فواصلی مناسب داشتند. در مسیرهای باز و شنی بود که خودروها دیوانه می‌شدند. سباستین تران می‌گوید: «اگر هوشمندی زیادی در یک خودرو کار بگذاری خلاق می‌شود!»

مسابقه دوم Grand Challenge این دو رویکرد را به آزمایش گذاشت. نزدیک به دوپست گروه برای رقابت ثبت‌نام کردند، اما برندگان احتمالی از ابتدا مشخص بودند: کارنگی ملون و استنفورد. گروه کارنگی ملون توسط متخصص رباتیک افسانه‌ای ویلیام (رد) ویتاکر راهبری می‌شد (پامرلو دانشگاه را ترک کرده بود تا شرکت خود را تأسیس کند). ویتاکر کهنه‌کار (شکل ۷) در زمینه دستگاه‌هایی برای مکان‌های دورافتاده و خطرناک تخصص دارد. ربات‌های او در قطب شمال و آتشفشان‌های فعال دست و پا زده‌اند و به راکتورهای اتمی تخریب‌شده در Three Mile Island و چرنوبیل سرکشی کرده‌اند. ویتاکر به مسابقه به‌عنوان یک عملیات نظامی نگاه می‌کرد. گروه او ۲۸ روز را صرف اسکن لیزری صحرای موه‌اوی [مکان برگزاری مسابقه] کردند تا یک مدل کامپیوتری ز توپوگرافی آن داشته باشند، سپس آن اسکن‌ها را با داده‌های ماهواره‌ای ترکیب کردند تا به شناسایی موانع کمک کنند.



شکل ۷: ویلیام ویتاکر متخصص نامدار رباتیک

گروه استفورد توسط تران راهبری شد. او در مسابقه اول شرکت نکرد، زیرا آن زمان یک استاد کارنگی ملون بود. اما تابستان بعدی استادی در پالو آلتو را پذیرفت. وقتی مسابقه دوم اعلام شد، او از دانشجوی دکترای خود، مایک مانته‌مرلو درباره آن شنید. تران می‌گوید: «تشخیص او درباره این که این کار را انجام دهیم منفی بود، اما بدنش، چشمانش و همه چیز او می‌گفت بله. بنابراین او من را قاطعی ماجرا کرد.» رقابت میان دو جهت متضاد بود: تران مبادی آداب؛ ویتاکر خشن با خوی نظامی. کارنگی ملون با دو خودروی نظامی سنداستورم و های‌لندر؛ استفورد با دو خودروی فولکس واگن کوچک Touareg با نام استنلی (شکل ۸)



شکل ۸: استنلی، خودروی خودران دانشگاه کارنگی ملون که در نخستین دوره رقابت‌های Grand Challenge در سال ۲۰۰۴ میلادی رتبه اول را کسب کرد.

یک رقابت برابر بود. هر دو گروه از حسگرها و نرم‌افزار مشابه استفاده کردند، اما تران و مانته‌مرلو بیش‌تر روی یادگیری ماشین تمرکز کردند. تران می‌گوید: «این، اسلحه سری ما بود.» تران و مانته‌مرلو به‌جای تنظیم برنامه خودرو با مدل‌های سنگ‌ها و بوته‌هایی که باید از آن‌ها دوری کند، آن را به میانه جاده صحرایی بردند. لیزرهای روی سقف خودرو محدوده اطراف خودرو را اسکن کردند، در حالی که دوربین فواصل دورتر را بررسی می‌کرد. کامپیوتر با تجزیه و تحلیل این داده‌ها یاد گرفت که سطوح صاف را به‌عنوان جاده و قسمت‌های ناهموار را به‌عنوان دست‌انداز در نظر بگیرد. همچنین تصاویر دوربین را با اسکن‌های لیزری مقایسه

کرد تا دریابد محدوده صاف از فاصله دور چگونه به نظر می‌رسد و در نتیجه سریع‌تر براند. تران می‌گوید: «هر روز مثل هم بود. ما بیرون می‌رفتیم، بیست دقیقه رانندگی می‌کردیم، یک باگ نرم‌افزار پیدا می‌کردیم، سپس چهار ساعت می‌نشستیم و برنامه‌نویسی می‌کردیم و دوباره سعی می‌کردیم. این کار را برای چهار ماه انجام می‌دادیم.» وقتی شروع کردند، یک پیکسل از هر هشت پیکسلی که کامپیوتر به‌عنوان مانع می‌شناخت مانع نبود. زمانی که کارشان تمام شد نرخ خطا به یکی در پنج هزار کاهش پیدا کرده بود.

در روز مسابقه، دو ساعت قبل از آغاز برگزارکننده موقعیت جی‌پی‌اس را ارسال کرد. مسیر جدید از بار قبل هم سخت‌تر بود: پیچ‌های بیش‌تر، مسیرهای تنگ‌تر، سه تونل و یک گردنه. کارنگی ملون با دو خودرو در مقابل یک خودروی استنفورد ترجیح داد که محافظه‌کارانه‌تر عمل کند. آن‌ها تصمیم گرفتند های‌لندر را با سرعت بیشتری برانند - به‌طور متوسط بیش از سی کیلومتر در ساعت - در حالی که سنداستورم سرعت کمتری دارد. تفاوت آن‌قدر بود که باعث باختن مسابقه شود. وقتی های‌لندر به دلیل کمبود سوخت شروع به کاهش سرعت کرد استنلی جلو افتاد. وقتی استنلی شش ساعت و پنجاه و سه دقیقه پس از آغاز مسابقه از خط پایان گذر کرد، بیش از ده دقیقه از سنداستورم و بیش از بیست دقیقه از های‌لندر جلو افتاده بود.

این اتفاق در واقع پیروزی ظفرمند عقل به زور بازو بود. اما بیش از آن که این پیروزی از آن استنفورد باشد، از آن این حوزه به طور کلی بود. پنج خودرو مسیر ۲۱۲ کیلومتری را تمام کردند و بیست خودرو فراتر از برنده ۲۰۰۴ پیش رفتند. در حقیقت آن‌ها طی یک سال بیش از بیست سال فعالیت پیمانکاران آژانس نظامی ایالات متحده پیشرفت داشتند. تران می‌گوید: «این افراد مجنون را داشتیم که نمی‌دانستند این کارچقدر سخت است. آن‌ها گفتند: "خب، یک خودرو دارم و یک کامپیوتر و یک میلیون دلار جایزه را هم لازم دارم." بنابراین، شروع به انجام کارها در کارگاه‌های خانگی خود کردند، چیزی سر هم کردند که تا قبل از آن هرگز در حوزه رباتیک انجام نشده بود و بعضی از آن‌ها هم به شکل جنون‌آمیزی تحسین‌برانگیز بودند.» گروهی از دانش‌آموزان دبیرستان پالوس وردس در کالیفرنیا تحت راهبری کریس سید هفده ساله، خودروی خودران «دوم باگی» را ساختند که آن‌طور که تران به یاد می‌آورد می‌توانست مسیر عوض کند و مقابل علامت ایست، بایستد. یک فورد SUV که توسط کارمندان یک شرکت بیمه در لویزیانا برنامه‌نویسی شده بود فقط ۳۷ دقیقه بعد از استتلی مسیر را تمام کرد. برنامه‌نویس ارشد آن‌ها الگوریتم‌های اولیه خود را از یک جزوه طراحی بازی‌های ویدیویی بیرون کشیده بود. لواندوفسکی می‌گوید: «وقتی به گرنند چلنج اول نگاه می‌کنید، درمی‌یابید که ما در آن زمان در مقایسه با حال در عصر حجر



بوده‌ایم.» موتورسیکلت او تجسم همین تکامل است. اگرچه گوست رایدر هیچ وقت از مرحله نیمه‌نهایی مسابقه دوم بیرون نیامد - روی تخته‌های چوبی زمینی خورد - این پدیده مهندسی در نوع خود تمام ۷۸ رقیب چهارچرخ خود را کنار زده است. دو سال بعد Smithsonian این موتور را در مجموعه خود قرار داد؛ یک سال پس از آن، استنلی نیز در این مجموعه جای گرفت. تا آن زمان تران و لواندوفسکی هر دو به گوگل پیوسته بودند.

این مطلب یکی از مقالات پرونده ویژه «خودروهای خودران» است. برای دریافت کل پرونده ویژه اینجا کلیک کنید.

با عضویت در سایت شبکه آخرین کتابهای الکترونیک را رایگان دانلود کنید

[www.shabakeh-mag.com](http://www.shabakeh-mag.com)



تلگرام شبکه را بخوانید تا بدانید

<https://telegram.me/shabakehmag>



## در مقر گوگل

پروژه خودروی بدون راننده گوگل یک فضای بزرگ گاراژمانند را در ماونتین ویو از آن خود کرده است. فضایی که در ابتدا بخشی از محوطه‌ای بود که در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسط شرکت سیلیکون گرافیکس ساخته شده بود و یک دهه بعد توسط گوگل برای مقاصد دیگری مورد استفاده واقع شد. این فضا نیز مانند بسیاری از دفترهای فناورانه پیشرفته، ترکیبی از خیال و اعتیاد به کار است؛ ورقه‌های آب‌نبات‌رنگ فلزی در چهارچوب استیل. یک میز فوتبال دستی در لابی دیده می‌شود، توپ‌های ورزشی در اتاق نشیمن و یک ردیف از چیزی شبیه به دوچرخه‌های سیرک که در نمای جلویی پارک شده‌اند و استفاده از آن‌ها رایگان است. وقتی واردش می‌شوی نخستین چیزهایی که نظرت را جلب می‌کنند خرت‌وپرت‌های عجیب و جالب روی میزها هستند: اسمورف‌ها، اسباب‌بازی‌های «جنگ‌های ستاره‌ای» و دستگاه‌های پیچیده کم‌مصرف.

پس از آن، خود میزها هستند که به چشم می‌آیند: ردیف بعد از ردیف، هر کدام با یک نفر خیره به نمایشگر. دو سال طول کشید تا به این مکان دسترسی پیدا کنم و آن هم با یکی از کارکنان که هر قدم من زیر سایه‌اش بر داشته می‌شود. گوگل با رشکی بیش از هر کس دیگری از رازهایش محافظت می‌کند. در کافه‌تریاهایی که در محوطه وجود دارند تابلوهای هشداردهنده‌ای

درباره «تیل‌گیترها» [کسی که فاصله مجاز را رعایت نمی‌کند] دیده می‌شود؛ جاسوسان شرکتی‌ای که ممکن است قبل از بسته شدن در، پشت کارکنان بخزند. اما پس از ورود، فضا از محافظه‌کاری به اشتیاقی ایمان‌گونه تغییر می‌یابد. سرگئی برین، یکی از مؤسسان گوگل می‌گوید: «ما می‌خواهیم با این [کار] دنیا را از اساس متحول کنیم.»

**در اوایل دهه ۱۹۹۰، یک متخصص روباتیک با نام دین پاملرو اجازه داد خودرویش خود را آموزش دهد. پاملرو کامپیوتر را درون خود به شبکه‌های عصبی مصنوعی مجهز کرد که بر مبنای نمونه مشابه خود در مغز طراحی شده بودند.**

او یک بلوز کلاه‌دار پوشیده با شلوار بگ و کفش‌های کتانی. ریش نامرتب و نگاه نافذ و بی‌حالتش کیفیت راسپوتینی به او می‌دهد که گوگل گلس به‌نوعی حالتی مصنوعی به او بخشیده. در میان صحبتش به من گفت اگر دوست دارم می‌توانم عینک گوگل گلس را امتحان کنم. وقتی پروژکتور کوچک را در مقابل چشم راست خود تنظیم کردم یک متن معلق به‌طور مشخصی در دیدم قرار گرفت: «۳:۵۱ عصر. همه چیز مرتب است.»

برین می‌گوید: «وقتی بیرون می‌روی و از میان پارکینگ‌ها می‌گذری و به جاده‌های چندمسیری می‌رسی زیرساخت‌های حمل‌ونقل

حکم فرما هستند.» او ادامه می‌دهد: «بیش‌تر خودروها برای یک یا دو ساعت در روز مورد استفاده قرار می‌گیرند. بقیه اوقات در خیابان، ورودی‌ها یا گاراژها پارک هستند. اما اگر خودروها بتوانند خود را برانند بیش‌تر مردم نیازی نخواهند داشت که صاحب آن‌ها باشند. ناوگانی از خودروها می‌توانند نقش سیستم حمل‌ونقل عمومی شخصی‌شده را بازی کنند، مردم را به‌طور مستقل به مقصد برسانند و در میان تماس‌ها در پارکینگ‌ها صبر نکنند. آن‌ها از تاکسی‌ها ارزان‌تر و مؤثرتر - یک محاسبه ثابت می‌کند که مصرف سوخت آن‌ها نصف تاکسی‌ها است و از یک‌پنجم از فضای خیابان خودروهای معمولی استفاده می‌کنند - و از اتوبوس‌ها و مترو نیز انعطاف‌پذیرتر خواهند بود. خیابان‌ها خلوت، بزرگراه‌ها کوچک‌تر و پارکینگ‌ها جادارتر خواهند شد. برین می‌گوید: «ما سعی نداریم در یک الگوی تجاری موجود جای بگیریم. ما در یک سیاره متفاوت هستیم.»

وقتی تران و لواندوفسکی در سال ۲۰۰۷ به گوگل آمدند یک وظیفه ساده‌تر به آن‌ها محول شد: ایجاد یک نقشه مجازی از کشور. این ایده لری پیج، مؤسس دیگر گوگل بود. پنج سال قبل پیج یک دوربین ویدیویی به خودرویش متصل کرد و چندین ساعت فیلم از اطراف Bay Area گرفت. او سپس فیلم‌ها را برای یک متخصص گرافیک کامپیوتری در استنفورد با نام مارک له‌وی ارسال کرد. او نیز برنامه‌ای ساخت که می‌تواند این فیلم‌ها را به هم بچسباند تا

کل یک فضای خیابانی را نمایش دهد. مهندسان گوگل تعدادی ون را به جی‌پی‌اس و دوربین‌های سقفی مجهز کردند که می‌توانستند در هر جهتی فیلم بگیرند. سرانجام آن‌ها توانستند سیستمی ارائه دهند که می‌تواند برای هر نشانی‌ای یک نمای ۳۶۰ درجه نمایش دهد. اما این تجهیزات غیرقابل اطمینان بودند. تران و لواندوفسکی با ورود خود به گروه کمک کردند که ابزار و برنامه را دوباره بسازند. سپس آن‌ها صد خودرو را مجهز کردند و آن‌ها را به سراسر ایالت متحده فرستادند. از آن زمان Google Street View در بیش از صد کشور گسترش یافته است. این ابزار هم یک ابزار کاربردی است و هم نوعی ترفند جادویی؛ یک دوربین کوچک در مکان‌های دوردست. اما این برای لواندوفسکی فقط یک آغاز بود. او عقیده دارد که همین داده‌ها می‌تواند برای ساخت نقشه‌های دیجیتالی استفاده شود، دقیق‌تر از نقشه‌های مبتنی بر داده‌های جی‌پی‌اس که گوگل در حال حاضر، آن‌ها را از شرکت‌هایی مانند NAVTEQ اجاره می‌کند. به‌عنوان مثال، اسامی خروجی‌ها و خیابان‌ها را می‌توان به‌جای اسناد گاه‌روزنشده، به‌طور مستقیم از عکس‌ها بیرون کشید. کار ساده‌ای به‌نظر می‌رسد اما در عمل کاری بیش از حد پیچیده و دشوار است. استریت ویو به‌طور عمده محدوده‌های شهری را تحت پوشش قرار می‌دهد، اما گوگل می‌سباید جامع می‌بود: هر جاده موجودی در کامپیوتر وارد شد، هر فضای خاکی‌ای پیموده شد. لواندوفسکی در طول دو سال بعدی

به طور مرتب با حیدرآباد هند در رفت و آمد بود تا بیش از دو هزار داده‌پرداز را آموزش دهد که نقشه‌های جدید ایجاد کنند و نقشه‌های قدیمی را درست کنند. وقتی یک سال قبل نرم‌افزار نقشه جدید اپل شکست سختی خورد، او دقیقاً علت آن را می‌دانست. تا آن زمان گروه او پنج سال را با وارد کردن چند میلیون تصحیح در روز گذرانده بودند.

استریت ویو و سپس اضافات منطقی یک جست‌وجوی گوگل بودند. آن‌ها مکان چیزهایی را که یافته‌اید به شما نشان می‌دهند. آنچه جایش خالی بود، راهی برای رسیدن به آن مکان بود. تران با وجود پیروزی‌اش در گرند چلنج فکر نمی‌کرد خودروهای بدون راننده بتوانند در سطح خیابان‌ها کار کنند؛ متغیرهای زیادی وجود داشتند. او می‌گوید: «سپس من به شما می‌گفتم که هیچ راهی وجود ندارد که ما بتوانیم بی‌خطر رانندگی کنیم. همه ما منکر این بودیم که این امر شدنی است.» بعد، لواندوفسکی در فوریه سال ۲۰۰۸ تماسی از تهیه‌کننده! Prototype This دریافت کرد که یک سریال تلویزیونی در شبکه دیسکاوری است. آیا او علاقه دارد یک خودروی پیتزارسان خودران بسازد؟ او در عرض پنج هفته گروهی تشکیل داد از فارغ‌التحصیلان برکلی و مهندسان دیگری که یک پریوس را برای این منظور دستکاری کرده بودند. آن‌ها یک سیستم راهبری سرهم کردند و پلیس راه کالیفرنیا را متقاعد کردند تا به خودرو اجازه دهد از بی‌بریج بگذرد؛ از سان‌فرانسیسکو

تا ترژر آیلند. این نخستین باری بود که یک خودروی خودران به‌طور قانونی در خیابان‌های امریکا رانندگی می‌کرد. در روز فیلم‌برداری طبقه پایینی پل به روی رفت و آمد عادی بسته شده بود و هشت ناوگان پلیس و هشت موتورسیکلت پلیس مأمور همراهی پیوس شده بودند. لواندوفسکی می‌گوید: «اوباما هفته قبل آنجا بود و اسکورت کوچک‌تری داشت.» خودرو راه خود را از میان شهر یافت و بدون مشکلی از روی پل رد شد، فقط در میان دیوار محکمی که در فاصله دوری از آن بود. همین هم کافی بود که نظر گوگل جلب شود. در چند ماه بعدی پیج و برین با تران تماس گرفتند تا چراغ سبز را برای پروژه خودروی خودران نشان دهند. تران می‌گوید: «آن‌ها حتی درباره بودجه صحبتی نکردند. آن‌ها فقط پرسیدند چند نفر لازم دارم و چگونه آن‌ها را باید یافت. من هم گفتم: "دقیقاً می‌دانم چه کسانی هستند."»

## یک طرح واقعی

هر دوشنبه ساعت یازده و نیم مهندسان ارشد پروژه خودروی گوگل جلسه‌ای می‌گذارند تا در جریان آخرین وضعیت موجود قرار بگیرند. آن‌ها به‌طور عمده نمونه‌ای از یک جمعیت شاخص ساکن در دره سیلیکون هستند؛ سفیدپوست، مذکر و سی تا چهل ساله. اما آن‌ها از همه جای دنیا گرد هم آمده‌اند. من در یک جلسه افرادی از بلژیک، هلند، کانادا، نیوزلند، فرانسه، آلمان، چین

و روسیه را شمردم. تران استعدادهای اصلی گرند چلنج را گزینش کرد: کریس ارمسن به توسعه نرم‌افزار گمارده شد، لواندوفسکی سخت‌افزار و مایک مانته‌مرلو هم نقشه‌های دیجیتال (در حال حاضر، ارمسن پروژه را راهبری می‌کند، زیرا تران تمرکز خود را متوجه اوداسیتی کرده است که یک شرکت آموزش آنلاین است که او دو سال پیش با فرد دیگری تأسیس کرده است). سپس آن‌ها نوابغی از حوزه‌های دیگری را اضافه کردند: حقوق‌دان‌ها، طراحان لیزر، متخصصان رابط کاربری؛ در ابتدا هر کسی به‌جز مهندسان خودروسازی. تران می‌گوید: «ما نسل جدیدی را به کار گماشتیم.» افراد Google X عادت داشتند که بگویند فلانی در گروه باهوش‌ترین فردی است که تا به حال دیده است، تا این که یک روند ثابت در این گروه فرق کرد.

لواندوفسکی درباره تران می‌گوید: «او با سرعت ۱۶۰ کیلومتر در ساعت فکر می‌کند. من دوست دارم با سرعت ۱۵۰ کیلومتر فکر کنم.»

وقتی من یک روز صبح وارد آنجا شدم، اعضای گروه دور یک میز کنفرانس قوز کرده بودند و درباره تفاوت‌های تقویم میلادی و تقویم ژولین بحث می‌کردند. معنای نهان بحث طبق معمول، زمان بود. هدف گوگل ساخت یک خودروی مفهومی تخیلی مجلل نیست - یک ایده پر زرق و برق که هرگز به خیابان‌ها راه پیدا نمی‌کند - بلکه یک محصول پخته تجاری است. این یعنی



ضرب‌العجل‌های واقعی، آزمایش‌های پی‌درپی و بازطراحی‌های مختلف. موضوع اصلی بحث آن روز رابط کاربری بود. صدای اخطارها چقدر باید تهاجمی باشد؟ نمایشگر چه تعداد عابر پیاده را باید نمایش دهد؟ در یک نسخه عابر پیاده‌ای که از جای غیرمجاز رد می‌شد در قالب یک نقطه قرمز با خط دور سفید نمایش داده می‌شد. ارمسن در این باره می‌گوید: «من از آن خوشم نمی‌آید. یک علامت املاک به نظر می‌رسد.» طراح آلمانی سر را به علامت موافقت تکان داد و یک گزینه جایگزین را برای دور بعدی وعده داد. هر هفته چند دو جین داوطلب گوگل خودروها را رانندگی آزمایشی و فرم‌های نظرسنجی را پر می‌کنند. شرکت دوست دارد بگوید: «فقط به خدا است که اطمینان داریم، هر کس دیگری [باید] داده بیاورد.»

**یک خودروی خودآموز می‌تواند به نتایج عجیبی برسد؛ ممکن است سایه یک درخت را با کناره جاده یا چراغ جلوی ماشین را با خطوط جداکننده مسیرها اشتباه بگیرد. ممکن است یک کیسه پلاستیکی معلق در هوا را شیئی سخت در نظر بگیرد و سعی کند به آن نخورد.**

در آغاز برین و پیج مسابقه‌هایی مشابه گرنند چلنج پیش روی گروه تران قرار می‌دادند. آن‌ها اولی را در کمتر از یک سال پشت سر

گذاشتند: رانند ۱۶۰ هزار کیلومتر در جاده‌های عمومی. سپس شرایط سخت‌تر شد. برین و پیج همانند پسر بچه‌هایی که یک بازی بگرد و پیدا کن را ترتیب می‌دهند، ده برنامه سفر را که هر کدام ۱۶۰ کیلومتر بودند ترتیب دادند. مسیرها از هر بخش Bay Area گذر می‌کردند؛ از مسیرهای برگ‌مانند منلو پارک گرفته تا مسیرهای پر پیچ‌وخم لامبارد استریت. اگر راننده فرمان را در دست می‌گرفت یا حتی یک بار پا روی ترمز می‌گذاشت سفر مورد قبول واقع نمی‌شد. ارمسن می‌گوید: «به یاد می‌آورم که پیش خود فکر می‌کردم، چطور ممکن است چنین کاری کرد؟ رانندگی خودکار از میانه سان فرانسیسکو دشوار است.»

آن‌ها با خودروی پیتزارسان لواندوفسکی و نرم‌افزار اپن‌سورس استنفورد پروژه را آغاز کردند. اما به‌زودی در یافتند که باید دوباره از صفر شروع کنند: حسگرهای خودرو هم‌اکنون منسوخ شده بودند و نرم‌افزار به اندازه کافی پرایراد بود تا به درد نخورد. خودروهای گرند چلنج راحتی مسافر را در نظر نگرفته بودند. آن‌ها فقط به مؤثرترین شکل ممکن خود را از نقطه A به نقطه B رسانده بودند. تران و ارمسن برای راحت‌تر کردن سفر باید یک مطالعه عمیق در زمینه فیزیک رانندگی انجام می‌دادند. سطح یک جاده با پیچیدن دور یک پیچ چه تغییراتی می‌کند؟ کشیده شدن لاستیک‌ها روی جاده چه تأثیری روی هدایت فرمان می‌گذارد؟ ترمز کردن برای چراغ قرمز به اندازه کافی ساده به‌نظر می‌رسد، اما راننده‌های

خوب فشار یکسان وارد نمی‌کنند، چنان‌که کامپیوتر نیز باید چنین باشد. آن‌ها این ترمز را به تدریج وارد می‌کنند، برای یک لحظه نگه می‌دارند و سپس دوباره از آن می‌کاهند. گروه تران برای چنین حرکتهای پیچیده‌ای اغلب با یادگیری ماشین آغاز می‌کردند و آن را با برنامه‌نویسی قانون‌مند تقویت می‌کردند؛ یک وجدان برای کنترل تمایلات نفسانی. به‌عنوان نمونه، آن‌ها خودرو را به یادگیری علامت‌های راهنمایی و رانندگی وا داشتند، اما روی این دانش با دستورهای مشخص تأکید کردند: «ایست» یعنی بایست. اگر خودرو هنوز مشکل داشت، آن‌ها داده حسگر را دریافت می‌کردند، آن را روی کامپیوتر بازپخش می‌کردند و عکس‌العمل را بهبود می‌بخشیدند. در زمان‌های دیگر آن‌ها شبیه‌سازی‌هایی را براساس تصادف‌های ثبت‌شده و مستند اجرا می‌کردند. یک تشک از پشت یک کامیون بیرون می‌افتد. آیا خودرو باید برای جلوگیری از برخورد با آن منحرف شود یا به مسیر خود ادامه دهد؟ این اتفاق به چه میزان اخطار نیاز دارد؟ اگر یک گربه یا یک گوزن یا یک کودک به وسط خیابان بدود چه می‌شود؟ این پرسش‌ها علاوه‌بر پرسش‌های فنی، پرسش‌هایی اخلاقی نیز بودند و مهندسان تا پیش از این نیازی نبود به چنین پرسش‌هایی پاسخ دهند. خودروهایگرند چلنج حتی نیازی نبود میان علامت‌های راهنمایی و عابر پیاده تمایز قائل شوند. عابرها یا «ارگانیک‌ها» چنان‌که مهندسان گاهی آن‌ها را به این اسم می‌خواندند. خودروها

هنوز مانند یک ماشین فکر می‌کردند.

توقف‌های پشت چهارراه یک نمونه خوب بودند. بسیاری از راننده‌ها صبر نمی‌کنند تا نوبتشان شود. آن‌ها کمی وارد چهارراه می‌شدند و در حالی که خودروی قبلی هنوز در حال رد شدن است به جلو حرکت می‌کردند. خودروی گوگل این‌طور عمل نمی‌کرد. خودرو به‌عنوان یک روبات کاملاً پیرو قانون، صبر می‌کرد تا چهارراه کاملاً برای عبور باز شود و به این ترتیب جای خود را در صف بلافاصله از دست می‌داد. تران می‌گوید: «ورود تدریجی [به چهارراه] نوعی ارتباط با دیگران است. این کار به افراد می‌گوید که نوبت شما است. همین موضوع درباره تعویض مسیر خیابان صدق می‌کند: اگر شما سعی کنید به فضای خالی در مسیر کنار وارد شوید و راننده در آن مسیر به جلو حرکت کند، این یعنی یک خیر واضح. اگر عقب بکشد، این یعنی بله. خودرو باید این زبان را یاد بگیرد.»

کسب چیرگی به سفرهای خیابانی پیچ و برین یک سال و نیم از گروه زمان گرفت. اولی از مونته‌ری بود تا کامریا. لوآندوفسکی می‌گوید: «من در صندلی عقب مانند یک دختر کوچک جیغ می‌کشیدم.» یکی از آخرین مسیرها در ماونتین ویو آغاز می‌شد، از میان دامبارتن بریج گذر می‌کرد تا به یونیون سیتی می‌رسید؛ بخشی از مسیر آنقدر تنگ بود که آن‌ها مجبور بودند آینه‌بغل‌ها را ببندند. وقتی که در نهایت پس از نیمه‌شب به مقصد رسیدند

جشن گرفتند. حال آن‌ها باید سیستمی را طراحی می‌کردند که بتواند همان کار را بدون امکان انجام دوباره در هر شهر و آب‌وهوایی انجام دهد. در حقیقت آن‌ها تازه در آغاز راه بودند.

## ۸۰۰ هزار کیلومتر، بدون تصادف

این روزها لواندوفسکی و مهندسان دیگر زمان خود را بین دو خودرو تقسیم می‌کنند: پریوس که برای آزمایش حسگرهای جدید و نرم‌افزار به کار می‌رود و لکسوس که یک سواری پالوده‌تر اما محدود ارائه می‌دهد (پریوس می‌تواند در سطح خیابان‌ها رانندگی کند، لکسوس اما در بزرگراه‌ها). با تکامل خودروها آن‌ها ضمايم مختلفی را نصب کردند و برداشتند. دوربین‌ها و رادار حالا پشت ورقه فلزی و شیشه‌ای قرار گرفته‌اند و دستگاه لیزر بسیار کوچک‌تر شده است. همه چیز کوچک‌تر، زیباتر و قدرتمندتر از گذشته شده است. وقتی لواندوفسکی من را در محوطه دانشگاه برکلی پیاده یا سوار می‌کرد دانشجوها سر از لپ‌تاپ‌های خود بلند می‌کردند، فریاد می‌کشیدند، سپس دوان‌دوان می‌آمدند تا عکس‌هایی از خودرو با گوشی خود بگیرند.

با این حال، نخستین چیزی که با جای گرفتن در لکسوس به ذهن من رسید این بود که چقدر همه چیز عادی به نظر می‌رسد. آزمایش‌های گوگل هیچ اثری به جا نگذاشته بود، هیچ نشانی از دگرگونی سایبرنتیک نبود. فضای داخلی خودرو می‌توانست به‌عنوان

هر خودروی لوکسی تحت تأثیر قرار بگیرد: چوب مرغوب و چرم، فلز پرداخت شده و بلندگوهای بوز. یک نمایشگر در وسط داشبورد برای نقشه‌های دیجیتالی وجود داشت و یکی دیگر بالای آن برای پیغام‌های کامپیوتر. فرمان یک دکمه روشن در سمت چپ و یک دکمه خاموش در سمت راست داشت که نور نرم و مدرن سبز و قرمز منتشر می‌کردند. اما هیچ چیزی دیده نمی‌شد که هدف غریب آن‌ها را نقض کند. تنها عنصر مغایر دسته بزرگ قرمز بین صندلی‌ها بود. لواندوفسکی درباره آن می‌گوید: «این سوئیچ اصلی غیرفعال کردن است. ما هیچ وقت از آن استفاده نکرده‌ایم.»

## سباستین تران: «اگر هوشمندی زیادی در یک خودرو کار بگذاری خلاق می‌شود!»

لواندوفسکی در طول سواری یک لپ‌تاپ را در کنار خود باز نگه داشت. نمایشگر آن یک نمای گرافیکی از داده‌هایی که از حسگرها وارد می‌شدند نمایش می‌داد: دنیایی ترون‌مانند از عناصر نئونی که در یک نمای تیره وایر فریم شناور و متحرک هستند. هر حسگر یک زاویه دید متفاوت از فضا ارائه می‌داد. لیزر عمق سه‌بعدی را فراهم می‌کرد: ۶۴ اشعه آن ده بار در دقیقه می‌چرخیدند تا ۱,۳ نقطه در امواج هم‌مرکز را اسکن کنند که از فاصله دو و نیم متری خودرو آغاز می‌شدند. این سیستم می‌تواند یک جسم

۳۵ سانتی‌متری را از فاصله ۴۸ متری شناسایی کند. رادار دامنه‌ای دوبرابر این دارد اما با دقتی بسیار کمتر. دوربین هم برای شناسایی علامت‌ها، راهنماهای دور زدن، رنگ‌ها و نورها مناسب بود. هر سه نما با یکدیگر ترکیب و توسط کامپیوتر موجود در صندوق کدگذاری رنگی می‌شدند و سپس نقشه‌های دیجیتال و نماهای استریت ویوی موجود آن‌ها را می‌پوشاندند. نتیجه یک اطلس جاده منحصربه‌فرد بود: تمثالی از دنیای اطراف. چنان‌که لکسوس از برکلی به سمت بزرگراه ۲۴ در حرکت بود، همه این چیزها فکر من را به خود مشغول کرده بود. آن‌چه فکر من را به خود مشغول نساخته بود ایمنی بود. در نگاه نخست، تماشای فرمان که خودبه‌خود می‌چرخید کمی هشداردهنده بود، اما این هم خیلی زود عادی شد. خودرو به‌وضوح می‌دانست چه می‌کند. وقتی راننده کناری ما به سمت مسیر ما منحرف شد، لکسوس با انحراف به سمت مقابل فاصله مجاز را رعایت می‌کرد. وقتی راننده جلویی پایش را روی ترمز گذاشت، لکسوس همزمان سرعت خود را کاهش داده بود. محدوده دید حسگرهای خودرو آن‌قدر در هر جهت گسترده بود که می‌توانست رفت‌وآمدها را خیلی قبل از ما ببیند. تأثیر کارهای خودرو را می‌توان مؤدبانه دانست: راه دادن به دیگران برای عبور کردن، حرکت آرام به درون فضاها، خالی و حفظ فاصله بدون هیچ تقلایی، همچون یک رقصنده در یک اجرای گروهی. پریوس از این هم تواناتر بود، اما سواری با آن

هم کمی مهیج‌تر بود. وقتی که با دیمیتری دالگاف، برنامه‌نویس ارشد گروه سوار خودرو شدم، یک رفتار فرصت‌طلبانه داشت: نزدیک شدن به یک کامیون به هنگام گذر از سراسیمب خروجی یا حرکت با عجله برای عبور از چراغ زرد. در چنین مواردی دالگاف یادداشت‌هایی در لپ‌تاپش می‌نوشت. تا فرا رسیدن شب او الگوریتم‌ها را تغییر داد و شبیه‌سازی‌هایی را اجرا کرد تا کامپیوتر آن را درست دریابد.

خودروی گوگل تاکنون هشتصد هزار کیلومتر را بدون ایجاد یک تصادف پیموده است؛ یعنی دو برابر میزانی که یک راننده امریکایی به‌طور متوسط قبل از تصادف طی می‌کند. البته درست است که کامپیوتر همواره یک راننده انسان برای در دست گرفتن فرمان در زمان‌های حساس در کنار خود داشته است. طبق گفته تران خودرو می‌تواند هشتاد هزار کیلومتر را در آزادراه‌ها بدون کمک و هیچ اشتباه بزرگی رانندگی کند. گوگل این مرحله را غذای سگ نامیده است: هنوز کاملاً برای مصرف انسان مناسب نیست. تران می‌گوید: «خطر بسیار بالا است. هیچ وقت قبول نخواهید کرد.» به‌عنوان نمونه، خودرو زیر باران، وقتی لیزرهایش به سطوح براق می‌خورد و بر می‌گردد به مشکل می‌خورد (نخستین قطره‌ها باعث نمایش یک علامت ابرمانند روی نمایشگر و پخش یک اخطار صوتی می‌شود مبنی بر این که رانندگی خودکار به‌زودی متوقف می‌شود). سیستم نمی‌تواند سطوح خیس را از سطوح خشک و



آسفالت تازه را از آسفالت سفت تشخیص دهد. همچنین نمی‌تواند صدای آژیر پلیس راهنمایی را بشنود یا از علامت‌های دستی پیروی کند.

با این حال، خودرو در مقابل هر ضعفش یک نقطه قوت دارد. هیچ‌گاه خواب‌آلود یا حواس‌پرت نمی‌شود و هرگز شک نمی‌کند که حق تقدم با کیست. هر پیچ، درخت یا چراغی را در طول مسیر به‌صورت دقیق و با جزئیات سه‌بعدی می‌شناسد. یک شب دالگاف در خودرو از یک مسیر پردرخت در حال حرکت بود که خودرو ناگهان از سرعت خود کم کرد. او می‌گوید: «فکر کردم چه خبر شده؟ حتماً یک باگ است. بعد ناگهان متوجه یک گوزن شدیم که از مسیر مقابل گذر می‌کرد.» خودرو برخلاف راننده‌هایش می‌تواند در تاریکی بیند. تران می‌گوید که تا یک سال آینده برای ۱۶۰۰ کیلومتر امن خواهد بود.

این مطلب یکی از مقالات پرونده ویژه «**خودروهای خودران**» است. برای دریافت کل پرونده ویژه [اینجا](#) کلیک کنید.

با عضویت در سایت شبکه آخرین کتابهای الکترونیک را رایگان دانلود کنید

[www.shabakeh-mag.com](http://www.shabakeh-mag.com)



**تلگرام شبکه را بخوانید تا بدانید**

<https://telegram.me/shabakehmag>



## چه کسی خودران خواهد ساخت؟

سؤال اصلی این است که چه کسی آن را خواهد ساخت. گوگل یک شرکت نرم‌افزاری است، نه یک شرکت خودروسازی. این شرکت ترجیح می‌دهد به جای تولید خودرو، برنامه‌ها و حسگرهایش را به مثلاً فورد یا جی‌ام بفروشد. شرکت‌های تولیدکننده می‌توانند سیستم را به میل خود بازارائه دهند، چنان‌که درباره واحدهای جی‌پی‌اس از NAVTEQ یا تام‌تام عمل می‌کنند. تفاوت در این است که خودروسازان هرگز برای ساخت نقشه‌های مخصوص به خود تلاشی نکرده‌اند، اما دهه‌ها صرف تلاش برای ساختن خودروهایی بدون راننده کرده‌اند. جی‌ام حامی مالی مسابقه‌های کارنگی ملون بوده و یک واحد آزمایش بزرگ برای آزمایش خودروهایی بدون راننده در خارج از دیترویت دارد. توپوتا در نوامبر سال ۲۰۱۲ یک آزمایشگاه و «محیط شبیه‌سازی شده شهری» نیم‌هکتاری در پای فوجی برای رانندگی خودکار افتتاح کرده است. اما به‌جز نیشان که به‌تازگی اعلام کرده تا سال ۲۰۲۰ خودروهای کاملاً خودران ارائه خواهد کرد، تولیدکننده‌ها بسیار درباره این فناوری بدبین هستند. جان کپ، مدیر بخش الکترونیک، کنترل و تحقیقات امنیتی پویا می‌گوید: «اتفاق خواهد افتاد، اما یک راه بسیار طولانی در پیش است. ارائه نمایش یک چیز است؛ نگاه کنید، بدون دخالت دست!»، اما من درباره تولید واقعی صحبت می‌کنم و سیستم‌هایی که به آنها مطمئن باشیم. نه یک خودروی نمایشی.»

وقتی که از آخرین نمایشگاه خودروی بین‌المللی در نیویورک بازدید کردم، هیچ‌کس عبارت رانندگی خودکار را به زبان نمی‌آورد. البته این به معنای حضور نداشتن این موضوع در نمایشگاه نبود. جیب خارج از مرکز همایش یک میدان موانع برای رنگر جدید خود ترتیب داده بود که شامل ردیفی از السوار برای عبور و یک تپه کوچک برای بالا رفتن نیز می‌شد. هنگام پایین آمدن از تپه درون خودروی نمایشی جیب، همراه من تکرار می‌کرد که پایم را از روی ترمز بردارم. او توضیح می‌داد که خودرو تحت یک «کنترل مناسب» است، اما همانند دیگر شرکت‌کننده‌ها از به‌کار بردن کلمه «خودران» دوری می‌کرد. الن هال، یکی از مدیران ارتباطات فورد می‌گوید: «ما حتی آن را در واژگان خود نداریم. چشم‌انداز ما از آینده این است که راننده همچنان کنترل خودرو را در دست خواهد داشت. او ناخدای کشتی است.»

این کمی غیرصادقانه بود؛ ضرورتی برای رد کردن یک اصل. شرکت‌های خودروسازی هنوز به خودروی کاملاً خودکار دست نیافته‌اند، بنابراین، این کار را گام به گام انجام می‌دهند. هر دهه یک تکه دیگر از رانندگی خودکار را رو می‌کنند و یک وظیفه دیگر به آرامی از روی دوش ناخدا برداشته می‌شود: فرمان خودکار در دهه ۱۹۵۰، کنترل عملکرد و رانندمان موتور در دهه ۱۹۷۰، ترمز ABS در دهه ۱۹۸۰، کنترل پایداری الکترونیک (ESC) در دهه ۱۹۹۰ و نخستین خودروهای پارک خودکار در ۲۰۰۰. آخرین مدل‌ها می‌توانند خطوط

مسیرهای جاده را در یابند و خودرو را در محدوده راه نگه دارند. این مدل‌ها می‌توانند فاصله مجاز را با خودروی جلویی حفظ کنند و در مواقع ضروری ترمز کنند. همچنین قابلیت‌هایی همچون دید در شب، ردیابی نقطه کور، دوربین‌های استریو با امکان شناسایی عابر پیاده را دارند. اما هنوز رویکرد کلی تغییری نکرده است. چنان‌که لواندوفسکی می‌گوید: «آن‌ها می‌خواهند خودروهایی بسازند که عملکرد رانندگان را بهبود می‌بخشند. ما می‌خواهیم خودروهایی بسازیم که خود عملکرد بهتری از راننده‌ها دارند.»

**هدف گوگل ساخت یک خودروی مفهومی تخیلی مجلل نیست - یک ایده پر زرق و برق که هرگز به خیابان‌ها راه پیدا نمی‌کند - بلکه یک محصول پخته تجاری است. این یعنی ضرب‌العجل‌های واقعی، آزمایش‌های پی‌درپی و بازطراحی‌های مختلف.**

به‌احتمال تویوتا و مرسدس در کنار نیسان، نزدیک‌ترین تولیدکنندگان به توسعه سیستم‌های مشابه گوگل هستند. با این حال، آن‌ها به دلایل متفاوت تمایلی به نمایش روند کار ندارند. مشتری‌های تویوتا گروهی محافظه‌کار هستند که به راحتی بیش‌تر از شیک بودن اهمیت می‌دهند. جیم پیش مدیر راهبرد تجاری امریکای شمالی در تویوتا درباره مشتری‌ها می‌گوید: «آن‌ها منحنی پذیرش بسیار بلندی دارند. همین پنج سال پیش بود که ما تازه

پخش‌کننده‌های نوار کاست را حذف کردیم.» شرکت بسیار جلوتر از این منحنی سیر می‌کند. وقتی تویوتا در سال ۲۰۰۵ نخستین خودرو با قابلیت پارک خودکار را معرفی کرد، این خودروها بسیار دیر مورد قبول واقع شدند و گران بودند. پیش می‌گوید: «ما نیازمند ارتقاء سطح اعتماد هستیم.»

مرسدس مشکلی بغرنج‌تر دارد. شهرت و اعتبار این شرکت به‌خاطر امکانات الکترونیک مجلل و تاریخچه بلندی از نوآوری است. جدیدترین خودروی تجربی این شرکت همانند نمونه‌های گوگلی قابلیت رانندگی در خیابان‌های مسطح، ردیابی موانع با دوربین و رادار را دارد. اما مرسدس برای افرادی خودرو تولید می‌کند که عاشق رانندگی هستند و برای چنین امتیازی پول خوبی می‌پردازند. گرفتن فرمان از دست آن‌ها خلاف این تمایل است، همین‌طور کاشتن یک لیزر روی سقف. رالف هرتویچ مدیر دستکاری راننده و سیستم‌های شاسی می‌گوید: «جدا از فاکتور اطمینان‌پذیری که به راحتی می‌تواند به یک کابوس تبدیل شود، نگاه کردن به آن نیز راحت نیست. یکی از طراحانم به من گفت: "رالف، اگر پیشنهاد ساخت چنین چیزی روی یکی از خودروهای ما را بدهی، تو را از این شرکت بیرون می‌کنم."»

حتی اگر اجزای جدید نامرئی باشند، باز هم هر تویچ می‌ترسد که مردم را از فرآیند رانندگی جدا کند. مهندسان گوگل دوست دارند خودروهای بدون راننده را با حالت خلبان خودکار (اتوپیلوت)

هواپیما مقایسه کنند، اما خلبان‌ها آزموده هستند تا همواره هشیار بمانند و در صورت خطای کامپیوتر اوضاع را تحت کنترل بگیرند. چه کسی همین کار را برای راننده‌ها انجام می‌دهد؟ هر تویچ می‌گوید: «این رویکرد یک‌باره و «برنده همه چیز را می‌گیرد» چندان هم کار عاقلانه‌ای نیست.» و البته راننده‌های هشیار و کاملاً درگیر رانندگی همین حالا هم به گذشته تعلق دارند. بیش از نیمی از رانندگان ۱۸ تا ۲۴ ساله اعتراف می‌کنند که در حال رانندگی به نوشتن پیام‌های متنی می‌پردازند و بیش از هشتاد درصد در حال رانندگی با تلفن صحبت می‌کنند. رانندگی دست‌آزاد برای آن‌ها همچون یک طبیعت ثانوی است: آن‌ها مدت‌ها است مشغول این کار بوده‌اند.

## نگاه متفاوت

کمی پس از نمایشگاه خودرو، یک بعدازظهر بود که من شاهد یک نمایش از مهندسان ولوو بودم. در پارکینگ شرکت در راکلی نیوجرسی، پشت فرمان یکی از سواری‌های S60 آن‌ها نشسته بودم. حدود صد متر جلوتر یک عروسک در اندازه واقعی از یک پسر بچه تقریباً شش ساله با شلوار خاکی و تی‌شرت سفید گذاشته بودند. مأموریت من زیر گرفتن آن عروسک بود.

ولوو نسبت به بقیه شرکت‌ها اعتقاد کمتری به راننده دارد. از دهه ۱۹۷۰ این شرکت یک گروه آماده به خدمت در مقر اصلی خود

در گوتنبرگ سوئد دارد. هر گاه یک خودروی ولوو در محدوده صد کیلومتری تصادف کند گروه مذکور با سرعت به همراه پلیس محلی به محل حادثه می‌رود تا به خسارات و جراحات دسترسی پیدا کند. چهار دهه تجربه چنین تحقیقاتی به مهندسان شرکت حسی قدرتمند بخشیده تا از هر آنچه می‌تواند در یک خودرو موجب خطا شود، آگاه شوند همچنین گروه مهندسان یک پایگاه داده از بیش از چهل هزار تصادف در اختیار دارند که طراحی‌هایشان را تحت تأثیر قرار داده است. در نتیجه شانس آسیب دیدن در یک خودروی ولوو در کل طول عمر آن، از ده درصد به کمتر از سه درصد کاهش یافته است. شرکت این را تازه آغاز کار می‌داند. طبق اظهارات مقامات شرکت در سه سال پیش: «دیدگاه ما این است که با فرا رسیدن سال ۲۰۲۰ هیچ کس در یک خودروی ولوو کشته یا مجروح نشود. در نهایت، این به معنای طراحی خودروهایی است که تصادف نمی‌کنند.»

ولوو علت بیش‌تر تصادف‌ها را چهار عامل اصلی (چهار D) می‌داند: حواس‌پرتی، خواب‌آلودگی، مستی و خطای راننده. جدیدترین سیستم ایمنی شرکت به هر کدام از این چهار عامل حساس است. اگر خودرو بدون راهنما از روی خط مسیر بگذرد، صدای اخطار به گوش می‌رسد. اگر یکی از الگوهای رفتاری خواب‌آلودگی ظاهر شود یک علامت قهوه داغ روی داشبورد چشمک می‌زند و عبارت «وقت یک استراحت است» نمایش داده می‌شود. خودرو برای

تزریق عادات بهتر به راننده میزان هشیاری او را با نوارهای مشابه تلفن همراه امتیازدهی می‌کند (مرسدس یک گام فراتر رفته: سیستم پیشرفته کنترل عملکرد موتور آن کار نمی‌کند مگر این که دست کم یکی از دستان راننده روی فرمان باشد). در اروپا حتی برخی از مدل‌های ولوو مجهز به سیستم «دم‌سنج» است تا رانندگان مست را از رانندگی منصرف کند. وقتی همه این اقدام‌ها بی‌نتیجه باشند خودرو دست به اقدام‌هایی برای پیش‌دستی می‌زند: محکم کردن کمربندها، آماده‌سازی ترمزها برای حداکثر عملکرد و در آخرین لحظه، توقف خودرو.

**راننده‌های خوب به ترمز فشار یکسانی وارد نمی‌کنند، چنان که کامپیوتر نیز باید چنین باشد. آن‌ها این ترمز را به تدریج وارد می‌کنند، برای یک لحظه نگه می‌دارند و سپس دوباره از آن می‌کاهند. گروه تران برای چنین حرکتهای پیچیده‌ای اغلب با یادگیری ماشین آغاز می‌کردند و آن را با برنامه‌نویسی قانون‌مند تقویت می‌کردند**

این سیستمی بود که می‌خواستیم در پارکینگ آزمایش کنیم. ادام کوپستاین، مدیر دفتر رضایت و ایمنی خودکار ولوو مرد آمارهای واضح و تقریباً معذوریات اخلاقی اسکاندیناویایی است. بنابراین، کمی اعصاب‌خردکن بود که از او بشنوم که سریع‌تر برو. یک ربع



نخست را صرف تلاش برای تصادف با یک خودروی بادکردنی کردم و سرعت خود را در حد ۳۵ کیلومتر در ساعت نگه داشتم. سه چهارم تصادف‌ها در این سرعت رخ می‌دهند و ولو به راحتی از پس آن بر آمد. اما کوپستاین به دنبال چالش دشوارتری بود: «برو جلو و گاز را فشار بده. به هیچ کس آسیبی نمی‌زنی.»

من هم همین کار را کردم. در هر صورت، پسر بچه عروسکی بود که برای شبیه‌سازی آب موجود در بدن، از آب پر شده بود. نخست یک دوربین پشت شیشه جلو، آن را به‌عنوان عابر پیاده شناسایی می‌کند. سپس رادار پشت پنجره انعکاس را از آن دریافت می‌کند و فاصله موجود را برای برخورد محاسبه می‌کند. کوپستاین می‌گوید: «برخی افراد جیغ می‌کشند، بقیه هم نمی‌توانند این کار را انجام دهند. خیلی غیرطبیعی است.» با افزایش سرعت خودرو - ۲۵، ۳۵، ۶۰ کیلومتر در ساعت - صدای اخطار شنیده می‌شود، اما من پام را از ترمز دور نگه می‌دارم. سپس، ناگهان خودرو در حال حرکت به سمت پسر بچه اخطار ایست می‌دهد. در نهایت، خودرو در فاصله ده سانتی‌متری پسر بچه می‌ایستد.

طبق پژوهش‌های مؤسسه بیمه امنیت بزرگراه، از سال ۲۰۱۰ خودروهای ولوویی که به سیستم ایمنی مجهز بودند ۲۷ درصد کمتر از مدل‌های فاقد سیستم‌ها خسارت دیده‌اند. سیستم ایمنی کنترل خودرو را به دستراننده می‌سپارد و تنها در مواقع واقعاً اضطراری ترمز می‌کند و کنترل را به فشردن پدال‌ها و چرخش

فرمان واگذار می‌کند. با این حال، خودرو گاهی گیج می‌شود. بعد از آن آزمایش در پارکینگ ولوو را برای یک آزمایش رانندگی به خیابان‌ها بردم. کنترل خود را به هدایت فرمان محدود کردم و ترمز و شتاب را به خودرو سپردم. این خودرو نیز همانند لکسوس لواندوفسکی خیلی زود اعتماد من را جلب کرد: حفظ فاصله مجاز و ترمزهای نرم پشت چراغ‌ها. سپس اتفاق عجیبی افتاد. من پشت خودروی کوپستاین به سمت مقر ولوو دور زدم و قصد داشتم به درون پارکینگ پیچم که خودرو ناگهان خیز برداشت و به درون پیچ شتاب گرفت.

حادثه فقط در یک لحظه اتفاق افتاد؛ وقتی ترمز را فشار دادم، سیستم آزاد شد، اما کمی اخطاردهنده بود. بعدتر کوپستاین حدس زد که خودرو فکر کرده هنوز در بزرگراه و در کنترل عملکرد موتور است. در طول رانندگی ولووی کوپستاین را دنبال می‌کردم، اما وقتی آن خودرو داخل پارکینگ پیچید، خودروی من یک جاده خالی را پیش رو دید. در همین موقع بود که سرعت را به سمت آنچه فکر می‌کرد سرعت مجاز است، افزایش داد: هشتاد کیلومتر در ساعت.

## نگرانی‌ها و دغدغه‌ها

این اتفاق برای بعضی از راننده‌ها ممکن است بدتر از چهار عامل اصلی به نظر برسد. حواس‌پرتی و خواب‌آلودگی را می‌توان

کنترل کرد، اما یک وحشت غریبی درباره فکر مرگ با کامپیوتر وجود دارد. قفل کردن صفحه یا قطع برق، گیر کردن حسگرها یا بد خواندن یک علامت؛ همه اتفاق‌هایی هستند که می‌توانند به توقف ناگهانی در بزرگراه یا برخورد با خودروهای در حال رفت‌وآمد منجر شوند. جان کپ می‌گوید: «ما کاملاً در مقابل کار نکردن تلفن همراه یا لپ‌تاپ خود صبور هستیم. اما ما برای حفظ جان خود به تلفن همراه یا لپ‌تاپ خود متکی نیستیم.»

تویوتا طعم چنین فجایعی را در سال ۲۰۰۹ چشیده است، وقتی که برخی راننده‌ها شکایت داشتند که خودروی آن‌ها به میل خود سرعت را گاه تا ۱۶۰ کیلومتر افزایش می‌دهد. این خبرها باعث به وجود آمدن وحشت در میان صاحبان تویوتا شد: خودروها متهم شدند که باعث مرگ ۳۹ نفر شده‌اند. اما ثابت شد که این اخبار ساختگی هستند. یک پژوهش ده‌ماهه توسط ناسا و NHTSA نشان داد که بیش‌تر حوادث نتیجه خطای راننده و فقط تعداد کمی نتیجه ایراد پدال گاز بوده‌اند. تا آن زمان، تویوتا بیش از ده میلیون خودرو را پس گرفت و برای توافق‌های قانونی بیش از یک میلیارد دلار پرداخت کرد. جیم پیش می‌گوید: «صادقانه بگویم، آن اتفاق نشانه‌ای بود از این که باید از سرعت خود بکاهیم.»

یک بزرگراه خودکار همچنین می‌تواند یک هدف اصلی برای تروریسم سایبری باشد. آژانس پروژه‌های تحقیقاتی پیشرفته از دو هکر مطرح، یعنی چارلی میلر و کریس والاسک حمایت مالی کرد

تا دریابند که خودروهایی موجود چقدر می‌توانند آسیب‌پذیر باشند. میلر در ماه آگوست در کنفرانس سالیانه هکرها، Defcon در لاس وگاس، بخشی از یافته‌های خود را مطرح کرد. آن‌ها توانستند با ارسال فرمان از لپ‌تاپ خود بوق یک تویوتا پریوس را به صدا در آورند، کنترل فرمان را از دست راننده برابند و در سرعت ۱۳۰ کیلومتر ترمزهای ناگهانی بگیرند. البته میلر و والاسک باید برای اتصال به درگاه نگه‌داری خودرو از یک کابل استفاده می‌کردند. اما گروهی در دانشگاه کالیفرنیا تحت راهبری دانشمند علوم کامپیوتر، استفان سوج نشان داد که می‌توان کارهای مشابهی را به‌صورت بی‌سیم انجام داد، از طریق سیستم‌هایی به بی‌خطری یک گیرنده بلوتوث. لواندوفسکی می‌گوید: «فناوری موجود به قدرتمندی که فکر می‌کنیم نیست.»

به‌نظر می‌رسد که گوگل برای همه این تهدیدها پاسخی در آستین دارد. مهندسان شرکت می‌دانند که یک خودروی بدون راننده برای کسب اجازه حضور در خیابان‌ها باید نزدیک به بی‌نقص باشد. کن گلدبرگ مهندس صنعتی در برکلی (شکل ۹) می‌گوید: «باید به درجه‌ای رسید که صنعت از آن با عنوان "شش سیگما" یاد می‌کند؛ سه نقص در هر یک میلیون. ۹۵ درصد کافی نیست.» گوگل به‌جز شبیه‌سازی‌ها و رانندگی‌های آزمایشی، نرم‌افزار خود را با فایروال، سیستم‌های پشتیبان‌گیری و منابع تغذیه اضافی تقویت کرده است. برنامه‌های عیب‌یابی سیستم هزاران واریسی درونی را

در هر ثانیه اجرا می‌کند و به دنبال خطاهای سیستم و عوامل غیرعادی می‌شود. سیستم عیب‌یابی موتور و ترمزها را زیر نظر دارد و به‌طور مداوم در حال محاسبه دوباره مسیر و موقعیت خودرو در راه‌های جاده است. کامپیوتر برخلاف انسان هرگز از ارزیابی کردن خود خسته نمی‌شود. دالگاف می‌گوید: «ما می‌خواهیم که موقرانه متوقف شود. وقتی متوقف می‌شود، دوست داریم که کاری معقولانه بکند، مثلاً سرعت را کم کند، به حاشیه جاده برود و فلاشر را روشن کند.»



شکل ۹: کن گلدبرگ، متخصص رباتیک دانشگاه برکلی

با این حال، دیر یا زود یک خودروی بدون راننده یک نفر را خواهد کشت. یک مورد به مشکل می‌خورد، یک فایروال از کار می‌افتد و این یک مورد در سیصد هزار، خودرو را از مسیر خارج می‌کند یا به درختی می‌کوباند. دین پاملو می‌گوید: «حتماً دعوی و تصادفی در کار خواهد بود و با توجه به این که شرکت‌های خودروسازی جیب‌های بزرگی دارند مورد هدف خواهند بود، جدا از این که تقصیر آن‌ها باشد یا خیر. نیازی به تعداد زیادی تصمیم‌های پنجاه یا صد میلیون دلاری هیئت منصفه نیست تا به شهرت این فناوری آسیب برسد.» طبق گفته‌های پاملو حتی نوآوری ساده‌ای همچون کیسه هوا دهه‌ها طول کشید تا در عمل به خودروهای امریکایی برسد.

## چالش‌های قانونی

اگر زمانی جلوی خودروهای بدون راننده توسط فناوری گرفته شده بود، سپس توسط ایده‌ها، عامل محدودکننده اکنون قانون است. اگر بخواهیم دقیق‌تر نگاه کنیم خودروی گوگل همین حالا هم قانونی است: راننده‌ها باید تصدیق داشته باشند؛ هیچ کس درباره کامپیوترها چیزی نگفته است. اما شرکت می‌داند که این موضوع در دادگاه مؤثر واقع نخواهد شد. شرکت می‌خواهد که خودروها هم همچون راننده‌های انسانی سامان داده شوند. لوآندوفسکی در دو سال گذشته بخش زیادی از وقتش را در راهروهای مجالس ایالات

مختلف گذرانده تا از این فناوری حمایت کند. اول نوادا، بعد فلوریدا، کالیفرنیا و منطقه کلمبیا خودروهای بدون راننده را قانونی کرده‌اند، مشروط بر این که آن‌ها ایمن و کاملاً مطمئن باشند. اما ایالت‌های دیگر رویکرد شکاکانه‌تری به قضیه داشته‌اند. به‌عنوان نمونه، میشگان و ویسکانسن هر دو با خودروهای بدون راننده به‌عنوان فناوری تجربی برخورد کرده‌اند و آن‌ها را فقط تحت محدودیت‌های خاصی قانونی اعلام کرده‌اند.

هنوز چیزهای زیادی باید مشخص شود. این خودروها با چه معیارهایی باید آزمایش شوند؟ سرعت و فاصله مجاز آن‌ها چقدر است؟ راننده‌ها قبل از دست گرفتن فرمان به چه میزان اخطار نیاز دارند؟ وقتی اوضاع درست پیش نرود چه کسی مسئول است؟ گوگل قصد دارد این جزئیات را به مقامات مسئول و شرکت‌های بیمه بسپارد. اما شرکت‌های خودروسازی عقیده دارند که این موقعیت آن‌ها را بسیار آسیب‌پذیر می‌کند. الکس پادیلا، سناتور ایالت کالیفرنیا حمایت کرده می‌گوید: «موقعیت اولیه آن‌ها این بود: "ما نباید عجله کنیم. این خودروها هنوز برای استفاده نهایی آماده نیستند. نباید قانونی شود."» اما او باور دارد که هدف اصلی آن‌ها فقط خریدن زمان برای رسیدن بود. او ادامه می‌دهد: «برای من روشن شد که جاذبه اصلی اینجا مسابقه برای رسیدن به بازار بود. و همه هم در مسابقه هستند.» سؤال اینجا است که چقدر باید سریع پیش بروند.

**هنوز چیزهای زیادی باید مشخص شود. این خودروها با چه معیارهایی باید آزمایش شوند؟ سرعت و فاصله مجاز آنها چقدر است؟ راننده‌ها قبل از دست گرفتن فرمان به چه میزان اخطار نیاز دارند؟ وقتی اوضاع درست پیش نرود چه کسی مسئول است؟**

در جلسه‌ای که در آن شرکت کردم، لوآندوفسکی ویدیویی از آخرین لیزر گوگل برای گروه نمایش داد که قرار است در طول سال جاری نصب شود. محدوده تحت پوشش این مدل دو برابر و تفکیک‌پذیری آن نیز سی برابر مدلهای قبلی است. این لیزر جدید می‌تواند یک صفحه فلزی با قطری کمتر از پنج سانتی‌متر را تشخیص دهد. طبق گفته او لیزر، اندازه‌ای برابر با یک لیوان قهوه و هزینه‌ای برابر با ده‌هزار دلار خواهد داشت، یعنی هفتاد هزار دلار کمتر از مدل فعلی. سرگئی برین در این باره می‌گوید: «هزینه کمترین نگرانی من است. برای کاهش قیمت فناوری کافی است یک ماه صبر کنید. یعنی فناوری از اساس گران نیست.» برین و مهندسانش دل‌مشغولی‌های شخصی‌تری دارند: والدین برین در دوران هفتاد سالگی خود سیر می‌کنند و کم‌کم نمی‌توانند به راحتی پشت فرمان بنشینند. تران بهترین دوست خود را در یک سانحه رانندگی از دست داده و ارمسن نگران بچه‌هایش است که به سن رانندگی خواهند رسید. آنها همچون هر کس دیگری در گوگل از آمار خبر دارند: سالیانه ۱,۲۴ میلیون نفر در جهان در اثر



تصادف جان خود را از دست می‌دهند و پنجاه میلیون نفر دیگر مجروح می‌شوند.

لواندوفسکی سه سال پیش خطرات موجود را خود حس کرد. در آن زمان، همسر او، استفانی اولسن نه ماهه باردار بود. یک روز او از پل گلدن گیت به سمت خانه دوستش در مارین کانتی در حرکت بود که خودروی جلویی ناگهان توقف کرد. اولسن پایش را روی ترمز کوبید و متوقف شد، اما خودروی پشتی سرعت عمل کافی نداشت. او در پریوس خود با سرعت پنجاه کیلومتر در ساعت تصادف کرد و به ماشین جلویی کوبیده شد. اولسن می‌گوید: «مثل یک قوطی حلبی بود. خودرو همچون آکاردئون جمع شد.» به لطف کمربندش، به همراه بچه‌اش جان سالم به در برد. اما وقتی الکس به دنیا آمد یک تکه موی سفید در پشت سر خود داشت.

لواندوفسکی می‌گوید: «آن تصادف هرگز نباید رخ می‌داد.» اگر خودروی پشت اولسن خودران بود، مانع ایجاد شده را به اندازه سه خودرو عقب‌تر می‌دید. فاصله موجود تا برخورد را محاسبه می‌کرد، مسیرهای کناری را اسکن می‌کرد، در می‌یافت که محدود شده و ترمز می‌کرد و همه این‌ها در یک‌دهم ثانیه اتفاق می‌افتاد. خودروی گوگل با حالت دفاعی‌تری از انسان رانندگی می‌کند: پنج برابر کمتر به خودروی جلویی نزدیک می‌شود و فاصله مجاز را رعایت می‌کند. طبق گفته لواندوفسکی تحت شرایط موجود،

ترس ما از خودروهای بدون راننده به طرز فزاینده‌ای نامعقول است. او می‌گوید: «وقتی خودرو را از راننده بهتر می‌سازید، تقریباً غیرمسئولانه است که او [راننده] را آنجا حفظ کنیم. هر سالی که این را به تأخیر بیندازیم افراد بیشتری می‌میرند.»

## خودران‌ها نزدیک‌اند

پس از یک روز طولانی در ماونتین ویو رانندگی به سوی خانه می‌تواند چالش‌برانگیز باشد. او یک شب در مسیر خانه، که به رانندگی خودکار عادت کرده است می‌گوید: «مردم باید از این که در حالت خودکار هستم خوشحال باشند.» او به عقب لم داده و دست‌هایش را پشت سرش گذاشته، انگار که دارد آفتاب می‌گیرد. او شبیه تصویرسازی‌های قدیمی‌اش از خودروهای خودران شده؛ «الکتروسیته بزرگراه‌ها را امن کرده است!»

حقیقت آن قدر نزدیک است که او می‌تواند هر گام را تجسم کند: نخستین خودروهای خودران طی پنج تا ده سال دیگر به بازار می‌آیند. در ابتدا تعداد آن‌ها کم خواهد بود - هیولاهایی عجیب در اقلیمی جدید - وابسته به حسگرها برای دریافت وضعیت اطراف و الگوبرداری از قلمرو، خیابان به خیابان. سپس گسترش می‌یابند، تکثیر می‌شوند، نقشه‌ها و وضعیت جاده‌ها، اخطار تصادف‌ها و به‌روزرسانی‌های وضعیت ترافیک را با یکدیگر به اشتراک می‌گذارند، نزدیک به یکدیگر حرکت می‌کنند و در

مصرف سوخت صرفه‌جویی می‌کنند و همان گونه که برین تصور می‌کرد رهگذران را به مقصد می‌رسانند و سوار می‌کنند. سرانجام این اتفاق فقط یک تخیل نخواهد بود. لواندوفسکی می‌گوید: «اگر به سابقه من نگاه کنید، درمی‌یابید که من به طور معمول کاری را برای دو سال دنبال می‌کنم و سپس می‌خواهم آن را رها کنم. من یک آدم کیلومتر اول هستم؛ همان کسی که در جبهه نورماندی به ساحل هجوم می‌برد، سپس به دیگران اجازه می‌دهد آنجا را سنگربندی کنند. اما می‌خواهم که شاهد سراسر اتفاقات این کار باشم. آن چه تا به حال انجام داده‌ایم باحال است؛ از نظر علمی جالب است، اما زندگی مردم را متحول نکرده است.»

وقتی به خانه‌اش رسیدیم، خانواده او منتظر بودند. پسر بچه سه‌ساله او هنگام خوش آمدگویی غرید: «من یک گاو نرم!» ما به خوبی نشان دادیم که تحت تأثیر قرار گرفته‌ایم، بعد فکر کردیم که چرا یک گاو باید سبیلی بلند و دماغی سرخ داشته باشد. مادرش در گوش ما خواند: «کمی قبل‌تر یک بچه‌گربه بود.» اولسن (همسر لواندوفسکی)، گزارش‌گر مستقل سابق تایمز و سی‌نت است و در حال نوشتن یک تکنوتریلر در دره سیلیکون بود. او کارش را از خانه پیش می‌برد و پس از تصادف کمی درباره رانندگی محتاط‌تر است. با این حال، دو هفته پیش لواندوفسکی او و الکس را برای نخستین بار به سواری در خودروی گوگل برده است. اولسن اعتراف می‌کند که در ابتدا کمی عصبی بود، اما الکس فکر می‌کرده که این همه

جنجال برای چیست. لواندوفسکی می‌گوید: «او فکر می‌کند همه چیز یک روبات است.»

**نخستین خودروهای خودران طی پنج تا ده سال دیگر به بازار می‌آیند. در ابتدا تعداد آن‌ها کم خواهد بود - هیولاهایی عجیب در اقلیمی جدید - وابسته به حسگرها برای دریافت وضعیت اطراف و الگوبرداری از قلمرو، خیابان به خیابان. سپس گسترش می‌یابند.**

همان‌طور که اولسن می‌ز را می‌چیند، لواندوفسکی همه جای خانه را به من نشان می‌دهد: یک خانه قدیمی از سال ۱۹۰۹ که زمانی خانه یک دسته هیپی به رهبری تام هیدن بوده است. او می‌گوید: «هنوز می‌توانی آن‌ها را ببینی که روی زمین اتاق نشیمن جای سوختگی ایجاد می‌کنند.» برای یک جمهوری‌خواه رسمی و میلیونر یک انتخاب عجیب و فروتنانه به نظر می‌رسد.

لواندوفسکی به احتمال حالا می‌توانست آن اتاق مجلل در ۷۴۷ را داشته باشد و استفاده خوبی از آن بکند. سال گذشته، او بیش از ۱۶۰ هزار کیلومتر برای توافقات قانونی درباره خودروهای خودران پرواز کرده است. آن‌طور که خودش می‌گوید فقط یک مشکل وجود داشته است. اعتراف می‌کند که غیرمنطقی

است. این مسئله خلاف عقل سلیم و همه آمارهای موجود بود، اما نمی توانست کاری درباره آن بکند. او از پرواز می ترسد.

با عضویت در سایت شبکه کتاب های شبکه را رایگان دانلود کنید

[www.shabakeh-mag.com](http://www.shabakeh-mag.com)





آیا می دونستید لذت مطالعه و درصد یادگیری با کتاب های چاپی بیشتره؟  
کارنیل (محبوب ترین شبکه موفقیت ایران) بهترین کتاب های موفقیت فردی  
رو برای همه ایرانیان تهیه کرده

از طریق لینک زیر به کتاب ها دسترسی خواهید داشت

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

با کارنیل موفقیت سادست، منتظر شما هستیم

 Karnil  [Karnil.com](http://Karnil.com)

